



Rozwój technologii związanych z budową elektrowni wiatrowych oraz ich późniejszą eksploatacją, który następuje na naszych oczach, wiąże się z szeregiem wymagań dotyczących stosowania rozwiązań pomocniczych, które, choć nie są elementem samej siłowni integralnie związanym z produkcją energii elektrycznej, to okazują się niezbędne do długoletniego, prawidłowego funkcjonowania elektrowni. Obniżają one bowiem ryzyko wystąpienia niespodziewanych awarii.

## Elektrownia wiatrowa jako maszyna

Elektrownia wiatrowa z technicznego punktu widzenia jest maszyną o wymaganiach przemysłowych dotyczących eksplo-

atacji, do których nadzorowania oraz sterowania stosuje się systemy określane jako SCADA (ang. Supervisory Control And Data Acquisition). W związku z dynamicznym rozwojem techniki komputerowej, nowoczesne systemy elektronicznego nadzoru elektrowni wiatrowych posiadają wiele zaawansowanych cech, wpływających zarówno na ich walory użytkowe, jak i na możliwość aplikowania w bardzo niedogodnych warunkach.

Do istotnych cech systemu SCADA należą:

- zbieranie istotnych danych pochodzących z komputera elektrowni wiatrowej,
- akwizycja danych pochodzących z systemów dodatkowych monitorowania warunków pracy (ang. CMS),
- alarmowanie centrum diagnostycznego (ew. użytkownika) o wystąpieniu w elektrowni zdarzeń niepożądanych lub wymagających interwencji operatora,
- przesyłanie/udostępnienie danych do przetwarzania zewnętrznego za pomocą standardowych protokołów do tego celu, np. OPC XML DA (jeśli komputer nadzorujący i mplementuje tę funkcję określa się go również serwerem OPC),
- przetwarzanie zebranych danych w celu stworzenia zestawień, raportów oraz wykresów służących do określenia wielkości produkcji oraz jakości funkcjonowania elektrowni,

- wizualizacja danych na komputerze inwestora z zainstalowaną aplikacją kliencką,
- archiwizacja zebranych danych w pamięci masowej,
- obsługa standardowych połączeń telekomunikacyjnych w celu przesyłania danych przez powszechnie dostępne łącza telekomunikacyjne,
- umożliwienie zdalnej wstępnej diagnozy elektrowni przez firmy serwisowe,
- kontrola pracy parku wiatrowego przez zakłady energetyczne wraz ze sterowaniem parametrami energii.

Te cechy systemów SCADA powodują, że optymalna eksploatacja elektrowni wiatrowej oraz całego parku wiatrowego bez ich wykorzystania staje się czymś niewyobrażalnym.

## Dla SCADA podstawą są dane

Dane uzyskane oraz wytworzone w systemie SCADA zawierają bądź generują szereg istotnych informacji dla podmiotów uczestniczących w eksploatacji elektrowni.

Dla inwestora elektrowni najistotniejsze dane to: aktualna produkcja energii wraz z licznikami wyprodukowanej energii czynnej oraz biernej, prędkość wiatru wskazywana przez wiatromierz zamontowany w okolicach gondoli, przetworzone raporty produkcji energii i prędkości wiatru, dostępność elektrowni do produkcji oraz liczniki godzin pracy/przestoju i serwisu.

Dla zarządu technicznego oraz serwisu/producenta oraz ubezpieczalni przy wystąpieniu szkód (w obszarze danych archiwalnych) ważne są takie informacje, jak: lista ostatnich zdarzeń/błędów pracy elektrowni, warunki pracy elektrowni (parametry produkowanej energii oraz parametry środowiskowe, typu prędkość wiatru i temperatura otoczenia), warunki pracy podzespołów, takie jak temperatura komponentów, w szczególności elementów mechanicznych i płynów roboczych oraz zespołu prądotwórczego z elementami ergoelektronicznymi, przeciążenia związane z wibracjami i przyspieszeniem (wahaniem) gondoli oraz błędy/ostrzeżenia z systemów elektronicznych (zwłaszcza te dotyczące falowników oraz systemu sterowania pracą śmigieł).

Również ważne dla zarządu technicznego i serwisu są dane wizualizowane w postaci użytecznych wykresów i charakterystyk.

Natomiast dla zakładu energetycznego istotne są dane o zadziałaniu zabezpieczeń obwodów elektrycznych (zwłaszcza jeśli elektrownie przyłączone są przez linię średniego napięcia wprost do sieci energetycznej), informacje wraz ze sterowaniem nt. produkcji energii przez elektrownię/park w zakresie

# Elektrownie wiatrowe

## – systemy elektronicznego nadzorowania pracy

Produkcja energii ze źródeł odnawialnych okazała się poważnym wyzwaniem technicznym oraz logistycznym, zwłaszcza w kontekście przemysłowych elektrowni wiatrowych.

System SCADA dla elektrowni wiatrowych składa się zasadniczo z kilku komponentów, współpracujących ze sobą.

Pierwszy ważny komponent to nadzorujący komputer przemysłowy, utrzymujący połączenie ciągłe ze sterownikiem elektrowni w obrębie parku wiatrowego. W przypadku mniejszych parków komputer ten często jest montowany wewnątrz elektrowni wiatrowej lub w rozdzielni napięcia, natomiast w przypadku większych farm znajduje się wewnątrz dedykowanego pomieszczenia sterującego przy rozdzielni GPZ. Komunikacja użytkownika korzystającego ze SCADA z komputerem nadzorującym odbywa się przez Internet lub modem. Jeśli zakład energetyczny (ZE) tego wymaga, komputer nadzorujący jest połączony ze SCADA przez łą-

nych. Obecnie rezygnuje się z połączenia za pośrednictwem łącz komutowanych na rzecz transmisji pakietowej (np. poprzez Internet lub GPRS).

## Cechy systemu SCADA

Do istotnych cech systemu SCADA należą:

- zbieranie istotnych danych pochodzących z komputera elektrowni wiatrowej,
- akwizycja danych pochodzących z systemów dodatkowych monitorowania warunków pracy (ang. CMS),
- alarmowanie centrum diagnostycznego (ew. użytkownika) o wystąpieniu w elektrowni zdarzeń niepożądanych lub wymagających interwencji operatora,
- przesyłanie/udostępnienie danych do przetwarzania zewnętrznego za pomocą standardowych protokołów do tego celu, np. OPC XML DA (jeśli komputer nadzorujący i mplementuje tę funkcję określa się go również serwerem OPC),
- przetwarzanie zebranych danych w celu stworzenia zestawień, raportów oraz wykresów służących do określenia wielkości produkcji oraz jakości funkcjonowania elektrowni,



energii czynnej i biernej oraz prędkość wiatru (wymóg przyłączenia przez Energa).

Warto zaznaczyć, że w przypadku krajowych zakładów energetycznych wymagania systemów SCADA odnośnie elektrowni wiatrowych znajdują się jeszcze w fazie definiowania/uzupełnienia. Obserwowany jest duży rozdźwięk odnośnie wymagań przedstawiany inwestorom OZE w zakresie przyłączenia do sieci elektroenergetycznej. Jednak analizując ewolucję wymogów krajowych ZE od 2007 r. do teraz, można zauważyć poszerzenie zakresu warunków przyłączenia w sekcji sterowania/przesyłania danych wraz ze skalą problemów utrzymania odpowiedniej jakości energii w krajowej sieci energetycznej.

## Nowe czy używane?

Z uwagi na całkowicie odmienną skalę stosowania systemów SCADA w elektrowniach warto podzielić krajową branżę inwestujących w wiatrowe OZE na rynki elektrowni nowych i używanych.

W przypadku elektrowni nowych znanych marek (Vestas, Enercon, Nordex) za-

### Zalety SCADA dla inwestora:

- możliwość prognozowania przychodów z produkcji, co ułatwia planowanie wydatków na podstawie przychodów,
- możliwość obserwacji stanu technicznego obiektu, pozwalająca na zaplanowanie wizyty serwisowej z minimalnym przestojem elektrowni lub też w okresie niskiej wietrzności,
- materiał do weryfikacji pracy firmy serwisowej przez analizę list błędów i charakterystyk pracy elektrowni, włącznie z weryfikacją czasu rozpoczęcia/zakończenia pracy i uruchomienia elektrowni,
- materiał przy zgłaszaniu uwag zakładowi energetycznemu w przypadku problemów z jakością napięcia linii oraz występujących w nadmiernej ilości awaryjnych wyłączeń zasilania,
- posiadanie materiału użytecznego do likwidacji szkód przez firmy ubezpieczeniowe – rzeczoznawcy ubezpieczeniowi przy ocenie przyczyn wystąpienia szkody mogą chcieć wziąć pod uwagę również zapisy pochodzące z systemów SCADA, o ile takie są zamontowane w elektrowni, a braki w zakresie materiałów wymaganych do wytworzenia opinii eksperckiej mogą skutkować w skrajnym wypadku brakiem wypłaty odszkodowania, zwłaszcza gdy przyczyna szkody nie jest łatwa do określenia bez informacji pochodzących z systemu monitoringu, a firma ubezpieczeniowa nie jest nastawiona na bezproblemową likwidację szkód,
- bezwzględne dostarczanie informacji za pomocą wiadomości SMS o wyłączeniu elektrowni, co pozwala na szybką reakcję w wypadku zaistnienia problemów,
- możliwość zdalnego zresetowania błędu pracy elektrowni i jej szybkiego ponownego uruchomienia – jest to szczególnie przydatne w wietrzne i mroźne zimowe wieczory, gdy elektrownia produkuje pełną moc i dochodzi do zwiększenia częstotliwości jej zatrzymań z uwagi na błędy związane ze skrajnymi warunkami eksploatacji czy też z nieutrzymaniem właściwego napięcia linii przez ZE. Ten ostatni powód zatrzymań występuje przede wszystkim w weekendy, jeśli na linii, do której przyłączona jest elektrownia, ZE realizuje politykę okresowych zmian napięcia. Tego, jak trudny jest dojazd do obiektu w celu jego ponownego uruchomienia w ekstremalnych warunkach, nie trzeba nikomu tłumaczyć,
- możliwość zdalnego wyłączenia elektrowni podczas wizyt firm trzecich w obrębie parku oraz przy planowanym wyłączeniu napięcia.

kup i eksploatacja SCADA nie musi być wprost wymagana przez producenta elektrowni, ale praktycznie wszyscy inwestorzy decydują się na ten dodatek z uwagi na fakt, że brak tego systemu lub łącz telekomuni-

kacyjnych niezbędnych do transmisji danych ze SCADA najczęściej implikuje utratę gwarancji na elektrownię, a serwisowanie przez producenta przy braku udostępnienia mu SCADA na ogół nie jest możliwe.





### Zalety SCADA dla serwisu

- możliwość wykonania wstępnej diagnozy przed przyjazdem w celu usunięcia usterki, co ułatwia odpowiednie przygotowanie techników do wizyty. Skracca to czas przestoju elektrowni związany z występowaniem awarii i wykonaniem napraw. W firmie autora obliczono, że jeśli w obiekcie działa SCADA, to w przypadku około 65% interwencji możliwe jest przygotowanie techników do wykonania naprawy przy okazji pierwszej wizyty. Bez systemu SCADA technicy mogą relatywnie szybko wykonać naprawę wyłącznie w oparciu o elementy, które posiadają zwykle w samochodzie serwisowym, lub które są natychmiastowo dostępne w blisko położonym magazynie,
- możliwość odpowiednio wczesnego wykonania zamówień części zamiennych przy stwierdzeniu problemów z pracą elektrowni. Problemy z pracą maszyny bardzo często są niezauważane lub bagatelizowane przez inwestora. Natomiast specjalista może wcześniej dostrzec symptomy świadczące o poważnych kłopotach, których usunięcie bez odpowiednio szybkiego rozpoczęcia przygotowań może być bardzo kosztowne lub wręcz niemożliwe,
- ułatwienie prowadzenia profesjonalnego nadzoru nad eksploatacją elektrowni w kontekście występowania wyłączenia napięcia sieci. Wyłączenie napięcia (lub tzw. chwilowy zapad napięcia) podczas pracy elektrowni skutkuje awaryjnym zatrzymaniem elektrowni i tym samym wywołuje poważny mechaniczny i elektryczny stres maszyny. Warto zwrócić uwagę na ten czynnik, ponieważ nadmierna ilość występowania takich awaryjnych zatrzymań w wyniku problemów z napięciem linii może spowodować utratę gwarancji producenta,
- posiadanie danych historycznych na temat występujących usterek może znacząco ułatwić zdiagnozowanie awarii.

Dobranie do elektrowni używanych systemu nadzoru okazuje się zdecydowanie większym problemem, zwłaszcza z uwagi na pochodzenie elektrowni z innej epoki techniki komputerowej lub gdy producent zakończył działalność wiele lat temu.

Oryginalne, wiekowe systemy nadzoru najczęściej są niekompatybilne z dzisiaj użytkowanymi systemami komputerowymi czy też techniką telekomunikacyjną transmisji danych – kilkanaście lat temu popularny u nadzorczy był (jeszcze) MS-DOS oraz Windows 95, a połączenia odbywały się przez modemy zgodne z V32 i pracujące w oparciu o analogowe linie telefoniczne (POTS). Dziś standardem komputera dla klienta SCADA jest MS-Windows z rodziny systemów NT, Internet i telefonia komórkowa do transmisji danych.

Dodatkową trudnością w zakupie SCADA pochodzącego od wytwórcy elektrowni jest fakt, że wspomniani producenci na ogół niechętnie dostarczają te systemy dla elektrowni używanych, zwłaszcza tych, które znalazły się w Polsce na skutek sprzedaży poza oficjalnymi kanałami dystrybucyjnymi.

Sytuacja w przypadku montażu SCADA w elektrowniach używanych i starszych nie jest jednak bez wyjścia. Na krajowym rynku istnieją firmy dostarczające rozwiązania w zakresie systemów realizujących funkcje SCADA (m.in. firma, w której pracuje autor niniejszego artykułu) w różnym zakresie – od systemu pracującego w oparciu o dodatkowe przyłączenia czujników, który umożliwia wyłącznie przesyłanie danych z czujników elektrowni, do rozwiązań pobierających dane z komputera głównego elektrowni, włącznie ze stanem komputera i historią błędów. Konstrukcja techniczna niektórych znanych autorowi krajowych systemów jest bardzo nowoczesna – pracują one w oparciu o profesjonalną łączność GPRS, ułatwiającą aplikację w trudnych krajowych warunkach telekomunikacyjnych, a aplikacja kliencka pracuje w oparciu o przeglądar-

kę WWW, która w ostatnich latach jest coraz częściej spotykana przy realizacji interfejsów użytkownika.

## Niezbędny SCADA

Dziesiątki inwestorów spotkanych przez autora w ciągu ostatnich lat miało tendencję do lekceważenia użyteczności systemów SCADA dla firm serwisujących elektrownie wiatrowe. Wielu uważa, że dobry serwis poradzi sobie niezależnie od tego, czy będzie on zainstalowany, czy też nie. Można zrozumieć opory wynikające z faktu, że inwestor jest stroną obciążaną zakupem systemu, z którego korzystać ma obca firma, ale warto pamiętać, że straty wynikające z awarii i przestojów elektrowni oraz podwyższone koszty serwisowania w całości pokrywa inwestor i jakkolwiek metoda ich eliminacji będzie racjonalna z ekonomicznego punktu widzenia, o ile tylko jej wykorzystanie się opłaca.

Takie uproszczone wnioskowanie na temat konieczności wykorzystania SCADA przez serwis wynika po części z niezrozumienia funkcjonowania serwisu elektrowni wiatrowych w połączeniu z problematyką obsługi maszyn przemysłowych. Owszem, dobry serwis na ogół radzi sobie z naprawą starszej elektrowni bez systemu SCADA, ale wiąże się to z większą liczbą wizyt techników i dłuższym okresem wyłączenia elektrowni z użytkowania. W przypadku elektrowni nowszych i bardziej skomplikowanych niektóre z napraw prowadzonych bez działającego i przynajmniej nadzorującego komputera SCADA mogą być istotnie utrudnione, a w przypadku zespołu mniej doświadczonych i wykształconych techników – wręcz niemożliwe.

## Rozwiązania niebezpieczne

Niektórzy z użytkowników próbują na własną rękę rozwiązać pewne proble-

my eksploatacyjne związane z brakiem właściwego systemu SCADA. Z uwagi na zagrożenie warto zwrócić uwagę na jeden ze sposobów likwidowania problemu zatrzymania elektrowni, prowadzący do jej późniejszego zdalnego zrestartowania. Chodzi o wykorzystanie w tym celu urządzenia zwanego „centralną alarmową”, znanego z branży systemów alarmowych. Tego typu rozwiązanie nie jest w żadnym wypadku systemem SCADA, co więcej, jest bardzo niebezpieczne i zdecydowanie niezalecane, zwłaszcza że dostępne są rozwiązania właściwe. Łatwo sobie wyobrazić, czym może skończyć się taki „centralowy reset” w sytuacji, gdy elektrownia posiada poważne uszkodzenie, jednak nie wykryte bezpośrednio przez komputer i niezgłoszone użytkownikowi przed startem zdalnym.

Koszt uruchomienia elektrowni przy uszkodzeniach instalacji mocy i zespołu prądotwórczego czy też przy możliwym naruszeniu konstrukcji wieży, gondoli i łopaty może być bardzo wysoki. Jeśli w dodatku na skutek przewrócenia konstrukcji elektrowni z zamontowanym systemem „centralnym” wystąpią duże straty materialne czy też dojdzie do narażenia/pozbawienia życia i zdrowia osób postronnych, to sytuacja prawna inwestora będzie prawdopodobnie nie do pozazdroszczenia. Opinia na temat sposobu eksploatacji wydana przez rzeczoznawców producenta okaże się w tym przypadku miażdżąca z uwagi na fakt, że przemysłowych elektrowni wiatrowych zasadniczo nie wolno resetować i uruchamiać bez sprawdzenia ich stanu i powodu zatrzymania.

Dla autora znamieny jest fakt, że nie udało mu się spotkać żadnej osoby inwestującej w energetykę wiatrową, która nie dążyła do zainstalowania SCADA, jeśli tylko wcześniej inwestor miał styczność z tego typu systemami i posiada świadomość, jakie są zalety wynikające z ich eksploatacji.

**Tadeusz Szczyrba**

Wind-service, Polwark

W dokonanej analizie wykorzystano informacje pochodzące z następujących dostępnych dokumentów i materiałów:

- techniczne warunki przyłączenia do sieci grup kapitałowych związanych z dystrybucją energii na przestrzeni lat 2007-2011: Enea, PGE, Energa,
- oferty i kontrakty dostawy elektrowni oraz usług serwisu sygnowane przez firmy Enercon oraz Vestas Wind Systems,
- dokumentacja poglądowa m.in. Vestas-Online Compact II SCADA Solution,
- materiały statystyczne firmy Wind-service.com, zarówno w zakresie systemu monitoringu WindMonjak, jak i pochodzące z działalności serwisowej,
- materiały szkoleniowe SCADA stosowane w elektrowniach Vestas Wind Systems oraz Nordex.