

**Piotr WÓJCICKI**  
PSE-OPERATOR S.A.

## System Sterowania i Nadzoru nad pracą sieci przesyłowej w PSE Operator S.A.

Mgr inż. Piotr WÓJCICKI

Absolwent Politechniki Lubelskiej, Wydział Elektryczny 1994, MBA – University of Illinois i Politechnika Lubelska 2005. Doświadczenia zawodowe związane są z energetyką zawodową: spółka dystrybucyjna – ZKE S.A. (obecnie grupa PGE), Elektrownia Połaniec SA (obecnie Electrabel Polska S.A.). Od 2004 prowadzi w PSE Operator S.A. projekt wdrożenia SSiN na stacjach 400/110 i 220/110 kV.



e-mail: [biuro.ssin@pse-operator.pl](mailto:biuro.ssin@pse-operator.pl)

### Streszczenie

Systemy sterowania i nadzoru (SSiN) wdrażane jako rozbudowane układy telemechaniki są w obiektach Krajowego Systemu Elektroenergetycznego od lat '90 ubiegłego wieku. Potrzeby wynikające z obowiązku zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego oraz wysokiej dyspozycyjności sieci determinują szerokie wdrożenie nowoczesnych systemów telemechaniki zapewniających pozyskiwanie informacji i danych niezbędnych do wykonywania zdalnych sterowań i nadzoru. Zastosowane rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne dla SSiN gwarantują wysoki poziom dyspozycyjności systemów oraz nadzorowanych i sterowanych obiektów energetycznych. Dla uzyskania wysokiej sprawności układów zdecydowano o powszechnym zastosowaniu standardu IEC 61850, coraz powszechniej stosowanego przez energetykę zawodową na świecie.

**Słowa kluczowe:** system sterowania i nadzoru, telemechanika, stacja elektroenergetyczna, niezawodność, wymagania techniczne, sterowanie, nadzór techniczny, standard.

### Substation Control System for transmission network supervising in Polish Transmission System Operator (PSE Operator S.A.)

#### Abstract

A project of Substation Control System (SCS) implementation in power substations of the national HV (220 and 400 kV) power transmission grids results from the main needs of new methods for asset management. The requirements are based on ensuring the transmission system energy safety as well as the high operational reliability and availability of the grid elements. Reliable operational, maintenance and technical information in real time on power substations and power lines gives many possibilities for increase in the level of using the power assets and for the safe remote control of power system elements. System Operator in Poland accepted the international standard IEC 61850 for new implementation of SCS in own HV power substations. Additionally, the system operator defined many own standards for determining the requirements concerning construction, functions, telecommunication and other technical problems for HV power substations and also for SCS components. These standards deal with the main requirements and typical solutions for building and modernisation of power substations. The paper presents the main assumptions and general effects of the project implemented, general technical requirements and the structure of the proposed technical solutions, general organisational conditions for new methods in operation process of power HV substations and the main advantages of this implementation.

**Keywords:** SCS, substations control system, power substation, asset management, reliability, technical requirements, standard, technical supervising.

## 1. Wstęp

Rozpoczęta w 2005 roku realizacja przedsięwzięcia inwestycyjnego pod nazwą System Sterowania i Nadzoru nad pracą sieci przesyłowej (w skrócie: SSiN) obejmuje swoim zasięgiem ponad 75 stacji energetycznych 400/110 oraz 220/110 kV należących do Operatora Systemu Przesyłowego.

Przeгляд energetyk krajów europejskich pokazuje, że proponowany kierunek automatyzacji pracy sieci najwyższych napięć i zdalnego nadzoru i sterowania elementami sieci elektroenergetycznej z wykorzystaniem zaawansowanych technologii teleinformatycznych jest możliwy do wprowadzenia na szeroką skalę oraz umożliwi uzyskanie efektów podniesienia jakości i bezpieczeństwa świadczonych usług przez sieć przesyłową oraz docelowo obniżenia kosztów eksploatacji sieci.

## 2. System Sterowania i Nadzoru (SSiN)

Funkcjonalność układów telemechaniki stosowanych na stacjach elektroenergetycznych w dużym stopniu zależy wyłącznie od wyposażenia w urządzenia pierwotne, obwody wtórne i inne o charakterze urządzeń kontrolno – pomiarowych. Funkcjonalności związane z wykonywaniem sterowań również nie muszą być ograniczane wyłącznie do sterowań obwodami pierwotnymi ale obejmować obwody wtórne (sterowanie automatykami i zabezpieczeniami), obwody pomocnicze (potrzeby własne, układy zabezpieczenia technicznego, alarmowe) czy nawet oświetlenie stacji. Dla uporządkowania wymagań oraz zdefiniowania jednoznacznego rozumienia pojęć przyjęto następujące znaczenie SSiN:

System sterowania i nadzoru (SSiN) jest to zespół środków przeznaczony do zdalnego sterowania i nadzoru łączników i automatów, przekazywania sygnałów dwustanowych oraz wielkości pomiarowych oraz transmisji danych z urządzeń stacji do centrów nadrzędnych.

- SSiN na poziomie stacji jest rozumiany jako zbiór funkcji urządzeń systemu automatyki stacji (SAS czyli EAZ, monitoring i diagnostyka urządzeń, lokalizatory i inne) wraz z siecią komunikacyjną stacji i urządzeniami transmisji i wymiany danych,
- SSiN na poziomie Centrów Nadzoru jest rozumiany jako zbiór aplikacji i funkcji umożliwiających zdalny nadzór, sterowanie i wymianę danych wraz z niezbędnymi narzędziami diagnostycznymi i zarządczymi.

Projekt SSiN ma na celu zapewnienie zdalnej obserwowalności i sterowalności elementów KSE. Wdrożenie systemu umożliwia:

- poprawę bezpieczeństwa pracy stacji i obsługi stacji energetycznych, (istotna poprawa jakości, wzrost zakresu i pewności pozyskiwanej zdalnie informacji w stosunku np. do telemechaniki typu UTJ),
- diagnostykę i uzyskanie informacji o zagrożeniach wystąpienia stanów zakłóceń umożliwiającej podjęcie działań prewencyjnych,
- dostosowanie poziomu technicznego i zdolności przesyłowej sieci do wymogów pracy w połączonym systemie UCTE oraz do wymogów rynku energii,
- przyspieszenie identyfikacji zakłóceń lub zagrożeń oraz lokalizacji zakłóceń w sieci przesyłowej dzięki możliwości pozyskania w trybie on-line i off-line kompletnych informacji ze stacji w całej sieci przesyłowej przez centra nadzoru. Oznacza to możliwość skutecznej oceny stanów zakłóceń, ich lokalizacji oraz zagrożeń w sieci przesyłowej i podejmowanie działań naprawczych lub środków zaradczych.

## 3. Charakterystyka techniczna stosowanych rozwiązań

### 3.1. Standaryzacja SSiN

Analiza rynku systemów wykorzystywanych do budowy systemów SCADA lub SSiN wskazuje na mnogość rozwiązań, przy czym na koszt wdrożenia systemu ma wpływ zastosowana techno-

logia i filozofia budowy systemu. Z tymi czynnikami z kolei jest związana funkcjonalność systemu i co jest znacznie trudniejsze do określenia przy podejmowaniu decyzji o zakupie również niezawodność systemu.

Niewątpliwie istotnym czynnikiem wspierającym standaryzację rozwiązań jest wprowadzony kilka lat temu standard w zakresie komunikacji stacyjnej określony serią norm PN-EN 61850 x – „Systemy i sieci telekomunikacyjne w stacjach elektroenergetycznych” na podstawie odpowiedniego standardu IEC.

Producenci, dostawcy i projektanci urządzeń, wyposażenia i systemów dla energetyki zgodnie podjęli działania przy opracowaniu standardu IEC 61850, który w swych założeniach miał pozwolić na współpracę urządzeń pochodzących od różnych producentów. Standard ten został przeniesiony również na polskie warunki w formie przyjętej normy serii PN-EN 61850.

Strategia i zasady automatyzacji stacji wskazane w tym standardzie pozwalają na budowę złożonych systemów automatyki stacyjnej (SAS) w oparciu o urządzenia, moduły czy wręcz pojedyncze funkcje realizowane przez urządzenia pochodzące od różnych dostawców. Dlatego projektanci standardu wprowadzili kilka istotnych cech, którymi powinny charakteryzować się urządzenia spełniające te wymagania:

- jednoznaczna identyfikacja,
- jednolita konwencja nazewnictwa,
- ujednolicone zasady i język opisu konfiguracji.

Koncepcja standardu przewiduje obiektowe modele budowy poszczególnych urządzeń, przy czym z założenia powinny to być możliwe małe i proste modele, a dostosowanie urządzenia do realizacji wymaganej funkcjonalności polega na łączeniu właściwej kombinacji modeli obiektowych z wykorzystaniem technologii Ethernet.

Innym ważnym elementem samego standardu są wymagania komunikacyjne, które w swoim założeniu zapewniają uniwersalność współpracy pomiędzy urządzeniami, powinny umożliwiać przechowywanie i archiwizację danych najbliżej miejsca ich wytwarzania, umożliwiać łatwą konfigurację, samokontrolę i diagnostykę urządzeń. Założenie takie determinuje specyficzne wymagania dla wykorzystywanych w tego typu rozwiązaniach i komponentach realizujących komunikację (np. switchy), które odpowiadają za współpracę on-line poszczególnych modeli i urządzeń w ramach jednej złożonej funkcjonalności (możemy tu mieć do czynienia również ze złożonymi funkcjonalnościami wirtualnymi realizowanymi przez modele w różnych urządzeniach, wymagających wysokiej sprawności komunikacji i małych opóźnień).

W ciągu kilku ostatnich lat standard stał się szeroko rozpoznawalnym wymaganiem stawianym systemom i urządzeniom stosowanym w energetyce i podobnie jak inne nowości powoli zdobywa sobie zwolenników i wdrożeń. Podobnie w PSE Operator przyjęto zgodność urządzeń z wymaganiami standardu jako wymaganie obligatoryjne dla nowo wdrażanych systemów SSiN. Oczywiście całość wymagań dopełniana jest poprzez wymagania określone w standardach PSE Operator.

Uwzględniając powyższe czynniki oraz doświadczenia w PSE z eksploatacji różnych systemów typu RTU i SCS w opisywanym projekcie zdecydowano się na wcześniejsze zestandaryzowanie funkcjonalności i struktury systemu stacyjnego i powiązań telekomunikacyjnych z systemami nadrzędnymi centrów dyspozytorskich i centrów nadzoru.

Takie podejście ma na celu zapewnienie niezmienniej filozofii budowy SSiN, jego struktury na stacji i funkcjonalności, niezależnie od producenta i wykonawców realizujących wdrożenia, oraz od lokalizacji.

Pomimo braku możliwości technicznych i ekonomicznych pełnego zastosowania tego standardu we wszystkich obiektach PSE jednocześnie, dzisiaj postawione wymagania dla systemu przewidują możliwość jego pełnego zastosowania bez konieczności przebudowywania lub wymiany systemu (migracja programowa np. po zastosowaniu EAZ nowej generacji).

Istotną funkcją standaryzacji jest konieczność zapewnienia maksymalnie jednorodnych rozwiązań na stacjach, gdyż z założenia technologia sieci rozległych WAN umożliwia np. dynamiczne przekazywanie uprawnień i kompetencji operatorów obsługujących system.

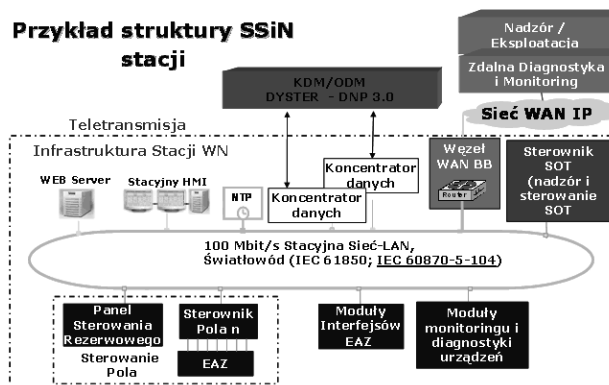
PSE Operator S.A. w celu umożliwienia wdrożenia rozwiązań technicznych w instalacjach w poszczególnych stacjach elektroenergetycznych opracował, wdrożył i stosuje standard budowy systemu SSiN. Standard określa wymagania dotyczące wymagań funkcjonalnych, konstrukcyjnych i jakościowych systemu jako całości oraz stosowanych komponentów. Funkcjonujące równolegle w PSE Operator inne standardy (standard oznaczeń, standard interfejsu użytkownika, back'up panele, listy sygnałów w stacji i telegramy komunikacyjne do współpracy z centrami nadrzędnymi, wymagania dla LAN stacji i inne), opracowane i wdrażane w ostatnich latach dopełniają całokształt wymagań stawianych dla nowoczesnych instalacji SSiN w stacji. Równie istotną funkcją samej standaryzacji jest czytelność i transparentność wymagań, co umożliwia zakupy na konkurencyjnym rynku przy zachowaniu podstawowej unifikacji rozwiązań i możliwości współpracy urządzeń i systemów pochodzących od różnych producentów.

## 3.2. Struktura systemu

Realizacja lokalnej sieci LAN na stacjach i podłączenie do niej rejestratorów, zabezpieczeń, automatyk i systemów sterowania i nadzoru umożliwia szybkie uzyskanie informacji o zaistniałych na obiektach zjawiskach i zdarzeniach. W zasadzie do sieci będą podłączone również inne urządzenia IED (z ang. - intelligent electronic device – inteligentne urządzenia cyfrowe), które z kolei za pośrednictwem LAN i dróg komunikacyjnych SSiN mogą również być zdalnie nadzorowane lub monitorowane (systemy alarmowe, systemy kontroli dostępu czy też monitoring p.poż.).

Właściwa interpretacja zapisów z różnych urządzeń IED zainstalowanych na stacji często wymaga wysokich kwalifikacji i doświadczenia obsługi, przed podjęciem właściwych działań o charakterze prewencyjnym lub naprawczym. Powoduje to, że odpowiednim miejscem do pracy specjalistów o tak wysokich kwalifikacjach stają się nieliczne centra nadzoru.

Struktura systemu SSiN na poziomie stacji z wykorzystaniem LAN została przedstawiona na rys. 1. Realizacja systemu przewiduje zachowanie dotychczasowych dróg komunikacyjnych wykorzystywanych przez systemy dyspozytorskie (DYSTER), przy czym wykorzystanie jako sterowników tych samych urządzeń dla systemów SCADA i SSiN umożliwia również realizację oprócz szeregu funkcji związanych z nadzorem stacji również funkcji sterowniczych z poziomu SSiN. Sterowniki polowe jako urządzenia wykonawcze są kluczowym urządzeniem integrującym wyposażenie stacji ze światem zewnętrznym. Integracja ta może odbywać się na drodze współpracy po łączach cyfrowych w protokołach sieciowych, ale również w przypadku starszych urządzeń po drodze stykowej wejść i wyjść binarnych.



Rys. 1. Struktura SSiN na poziomie stacji energetycznej (z komunikacją do centrów nadrzędnych)

Fig. 1. Structure of SCS on power substation level (with links to supervising centers)

Technologie Ethernet aplikowane w ramach wdrożeń SSiN na stacjach stwarzają w zasadzie ogromną możliwość integrowania i pozyskiwania informacji ze stacji. Sieć LAN jest jednocześnie drogą do uzyskania informacji o charakterze zdarzeniowym jak również w trybie off-line dla prowadzenia analiz i oceny stanu technicznego urządzeń.

### 3.3. Funkcjonalność SSiN poziomu stacji

Wdrażany na stacjach PSE S.A. system sterowania i nadzoru realizuje trzy podstawowe grupy funkcji związanych ze sterowaniem i nadzorem:

- wizualizację stanu łączników, topologii obiektu oraz pomiarów,
- wykonywanie funkcji sterowniczych zadawanych zdalnie lub lokalnie (sterowanie łącznikami, realizacja blokad i sekwencji łączeniowych, sterowanie EAZ,
- wykonywanie funkcji nadzoru nad elementami sieci (zdalny monitoring, diagnostyka, parametryzacja urządzeń, lokalizacja uszkodzeń, akwizycja sygnałów i pomiarów, współpraca z innymi układami automatyki stacyjnej i systemami towarzyszącymi).

Nie jest to zamknięty katalog funkcji, w zasadzie zastosowana technologia umożliwia swobodne definiowanie funkcji możliwych do zdalnej realizacji, a głównym ograniczeniem jest dostępność elementów wykonawczych na stacji. W związku z tym uzyskana funkcjonalność danego rozwiązania zawsze będzie zależna od poziomu wyposażenia danej stacji, zwłaszcza w przypadkach gdy SSiN jest wdrażany jako uzupełnienie wyposażenia stacji. Pełna swoboda istnieje w zasadzie wyłącznie w przypadku budowy nowej stacji lub kompleksowej modernizacji stacji. Dlatego przyjmuje się również minimalną funkcjonalność stacji w zdalnym nadzorze jako realizację dwóch pierwszych grup funkcji określonych powyżej.

Jednym z podstawowych założeń dla budowy systemu jest jego otwarta architektura, mająca zagwarantować możliwość komunikacji za jego pośrednictwem ze wszystkimi urządzeniami zainstalowanymi w stacji energetycznej przy zastosowaniu standardowych protokołów komunikacyjnych.

Dostępność do danych i informacji generowanych i gromadzonych na stacji jest gwarantowana przez zastosowanie technologii internetowych (Web Server), która na żądanie pozwala zdalnie dotrzeć do całości informacji zarejestrowanej w obrębie SSiN na stacji. Dostępność do takiej informacji o stanie obiektu i zdarzeniach z poziomu jednego systemu nadrzędnego generuje z kolei ogromne możliwości w zakresie integrowania SSiN z innymi systemami (np. Asset Management lub GIS) na poziomie aplikacji wykorzystywanych w Centrach Nadzoru, mających w swoich założeniach wspieranie procesu zarządzania infrastrukturą sieciową.

## 4. Systemy telekomunikacyjne dla SSiN

Przedsięwzięcie jakim jest wdrożenie SSiN na stacjach nie jest w stanie przynieść wymiernych korzyści bez sprawnie działającego systemu telekomunikacyjnego. W założeniach podstawowym kanałem transmisji danych ze stacji wykorzystywanych w zdalnym nadzorze jest protokół sieciowy i prywatna sieć WAN OSP. Sieć ta wykorzystywana jest w zasadzie głównie dla celów nadzoru sieci, zarówno na potrzeby SCADY, ale również na potrzeby pozyskiwania danych w trybie off-line z koncentratorów zabezpieczeń, układów monitoringu, lokalizatorów czy diagnostyki. Rozwój sieci teleinformatycznych OSP postępuje w miarę zwiększających się potrzeb i przewiduje się jej rozwój głównie w zakresie zwiększenia przepustowości transmisji danych. Obecnie siecią dostępową WAN BB objętych jest prawie 90% obiektów stacyjnych.

## 5. SSiN poziomu centrów nadzoru

W PSE Operator jako podstawowy system nadrzędny służący do zdalnego nadzoru jest wykorzystywany system WindEx (niezależny od systemu Dyster, służącego do prowadzenia ruchu i ste-

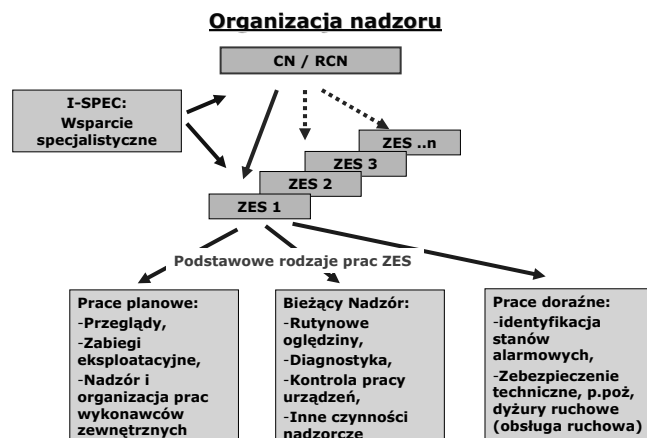
rowania w KDM/ODM). Jest to podstawowa platforma utrzymująca łączność online z systemami stacyjnymi. Obecnie komunikacja odbywa się w różnych protokołach (UTJ i DNP ze stacjami z UTJ, RTU i stare SSiN) oraz w docelowym protokole sieciowym ze stacjami z wdrożonym SSiN posiadającym interfejs sieciowy. Podstawowe dane na potrzeby prowadzenia ruchu i sterowania wymieniane są w protokołach szeregowych (DNP 3.0).

### 5.1. Organizacja zdalnego nadzoru, założenia

Wdrażanie nowoczesnych systemów wspomagających zarządzanie majątkiem sieciowym PSE Operator S.A. wymaga wdrożenia nowoczesnych, przejrzystych organizacji, a procesy realizowane w działalności podstawowej powinny się wzajemnie wspomagać i uzupełniać. Pełne wykorzystanie możliwości systemów SSiN w zakresie danych o zdarzeniach awaryjnych i stanów zagrożeniowych stwarza szerokie możliwości dla innych narzędzi w obszarze Asset Management. Dostępność wszystkich narzędzi informatycznych wykorzystywanych przez operatora w zakresie wsparcia procesu eksploatacji umożliwia stworzenie nowoczesnej organizacji nadzoru pracy sieci. Szybkie pozyskiwanie pewnej informacji o stanie technicznym stacji i linii (która z uwagi na jej zakres i mnogość powinna być w maksymalnym zakresie generowana i dostarczana automatycznie) umożliwia prowadzenie złożonych analiz i przede wszystkim podejmowanie decyzji.

Wdrożenia SSiN na stacjach PSE Operator S.A., zarówno w ramach dedykowanego projektu wdrożenia jak i w ramach prowadzonych kompleksowych modernizacji stacji, objęły już ponad 55 stacji. Równoległe do projektu wdrożenia SSiN, PSE Operator S.A. wraz ze spółkami obszarowymi z grupy kapitałowej, zajmującymi się eksploatacją majątku sieciowego podejmuje szereg działań o charakterze organizacyjnym mającym na celu pełne wykorzystanie funkcjonalności zdalnego nadzoru oferowanego przez technologie SSiN.

Problematyka eksploatacji stacji z wykorzystaniem SSiN zwłaszcza na stacjach współdzielonych ze spółkami dystrybucyjnymi wymaga ponadto wielu uzgodnień z partnerami i dostosowania procedur działania i organizacji do nowych wymagań, wynikających z wdrożenia SSiN. Idea wykorzystania wszystkich możliwych korzyści wynikających ze zdalnego nadzoru przewiduje nadanie odpowiedniej roli jednostkom organizacyjnym zajmującym się zdalnym nadzorem, zwłaszcza roli w procesie współpracy z operatorami systemów dystrybucyjnych i operatorami odbiorców przyłączonych do sieci przesyłowej. Ponadto centra nadzoru dla umożliwienia szybkiej, skutecznej i trafnej analizy gwarantującej podejmowanie skutecznych decyzji wymagają kadry o ogromnej wiedzy specjalistycznej. Wiedza ta jest zapewniana przez inżynierów specjalistów (I-SPEC), również w trybie wsparcia zdalnego dla CN/RCN jak również dla zespołów eksploatacyjnych.



Rys. 2. Podstawowy podział funkcji zdalnego nadzoru

Fig. 2. General function of supervising and remote control

Pomimo wysokich standardów technicznych wdrażanych systemów w organizacji nadzoru kładzie się szczególnie nacisk na stworzenie organizacji odpornej na zdarzenia polegające na awarii samego systemu SSiN (z różnorodnych powodów: problemy z systemem stacji, urządzeń sieci LAN lub braku łączności w sieci WAN). Takie rozwiązania gwarantują bezpieczeństwo eksploatacji i bezpieczeństwo energetyczne.

Z tego powodu jednostki odpowiedzialne za najbliższy kontakt z obiektem w zakresie swojego działania podejmują głównie działania rutynowe polegające na bieżącym nadzorze pracy stacji i na drobnych pracach mających charakter prac eksploatacyjnych.

Z założenia prace doraźne polegające na lokalnym wsparciu centrów nadzoru w identyfikacji stanów zagrożeniowych lub awaryjnych, weryfikacji sygnalizacji naruszenia stref ochronnych terenu stacji czy wreszcie dyżury obsługi ruchowej stanowią dopełnienie zakresu działania Zespołów Eksploatacyjnych (ZES), a ilość prac doraźnych w stosunku do planowych świadczy o jakości procesu eksploatacji stacji.

## 6. Zastosowania praktyczne

Rozwiązania technologiczne stosowane we wdrożeniu Projektu SSiN umożliwiają szereg praktycznych zastosowań w procesie eksploatacji majątku sieci przesyłowej. Podstawowe zastosowania zgodne z głównymi grupami funkcjonalności stacyjnych SSiN to:

- wizualizacja stanu łączników i topologii stacji;
- pomiary, bilansowanie;
- sterowanie.

Dzięki technologii LAN zastosowanej na stacji oraz sieci rozległej WAN istnieje możliwość zdalnego pozyskania wszystkich informacji o stacji. Jedynym ograniczeniem jest w takim przypadku możliwość pozyskania tej informacji na stacji i udostępnienia jej w protokole sieciowym. Większość urządzeń obecnie dostępnych na rynku, wchodzących w skład wyposażenia stacji elektroenergetycznej posiada możliwości zdalnej komunikacji zarówno w zakresie przesyłania informacji o stanie i zdarzeniach, ale również umożliwia zdalną diagnostykę elementów wykonawczych oraz zdalną administrację i konfigurację urządzeń. Takie podejście pozwala na łączne zastosowanie technologii stacji i zdalnego nadzoru do:

- monitorowania stanów urządzeń (dedykowane układy monitoringu np. transformatorów);
- analizy zdarzeń awaryjnych i zagrożeniowych, przez:
  - dostęp do rejestratorów zakłóceń,
  - dostęp do koncentratorów zabezpieczeń
  - dostęp do urządzeń EAZ (przebiegi i rejestracja parametrów);
- dostęp do lokalizatorów uszkodzeń;
- pozyskiwania szeregu innych informacji o stanie i zdarzeniach na stacji np. z układów systemu ochrony technicznej czy wręcz weryfikacji niektórych sygnałów alarmowych z wykorzystania-

niem zdalnego dostępu do zarejestrowanych zdarzeń w systemie telewizji przemysłowej.

Powyżej określone możliwości techniczne przekładają się bezpośrednio na:

- pewność i jakość informacji (zwłaszcza w porównaniu z technologią analogową telemechaniki np. UTJ, gdzie poza główną i ogólną informacją o zdarzeniu pozostałe informacje były pozyskiwane przez obsługę stacji, a niejednokrotnie szersza informacja była możliwa do pozyskania przez specjalistyczne służby zabezpieczeniowe;
- istotne skrócenie czasów diagnozowania zakresu i przyczyn zdarzeń awaryjnych, co w konsekwencji prowadzi do skrócenia czasów ograniczeń;
- zwiększenie zakresu informacji towarzyszącej zdarzeniu lub identyfikacji stanu zagrożenia umożliwia podejmowanie decyzji o dalszych krokach i działaniach;
- możliwość diagnozowania stanów przedawaryjnych i prowadzenia działań prewencyjnych (unikanie awarii jest jednym z ważniejszych celów nowoczesnie prowadzonego procesu eksploatacji sieci).

## 7. Wnioski

Wymogi bezpieczeństwa energetycznego kraju oraz wymagany poziom dostępności zdolności przesyłowej sieci wymaga nowych metod w procesie zarządzania majątkiem. Dodatkowo ograniczenia w procesach inwestycyjnych związanych z budową nowych linii i stacji (ograniczenia zewnętrzne, prawne i środowiskowe) powodują, że dyspozycyjność sieci ma kluczowe znaczenie dla wypełnienia podstawowych zadań Operatora Systemu Przesyłowego.

Z tego powodu rozwiązania techniczne i organizacyjne umożliwiające podniesienie dyspozycyjności sieci obok rozwoju i budowy nowych połączeń liniowych, będą należały do głównych obszarów działań PSE Operator S.A. poprawiających poziom bezpieczeństwa energetycznego.

## 8. Literatura

- [1] Normy PN EN 61850-xxx: Systemy i sieci telekomunikacyjne w stacjach elektroenergetycznych (seria norm).
- [2] Normy PN EN 60870-xxx: Urządzenia i systemy telesterowania (seria norm).
- [3] Standard budowy systemu sterowania i nadzoru (SSiN) w stacjach elektroenergetycznych WN, PSE Operator S.A. - lipiec 2007 ([www.pse-operator.pl](http://www.pse-operator.pl)).
- [4] Standardowe specyfikacje funkcjonalne dla stacji elektroenergetycznych obowiązujące w PSE Operator S.A. ([www.pse-operator.pl](http://www.pse-operator.pl)).

*Artykuł recenzowany*

## INFORMACJE

# Zapraszamy do publikacji artykułów naukowych w czasopiśmie PAK

**WYDAWNICTWO POMIARY AUTOMATYKA KONTROLA**  
ul. Świętokrzyska 14A, pok. 530, 00-050 Warszawa,  
tel./fax: 022 827 25 40

**Redakcja czasopisma POMIARY AUTOMATYKA KONTROLA**  
44-100 Gliwice, ul. Akademicka 10, pok. 30b,  
tel./fax: 032 237 19 45, e-mail: [wydawnictwo@pak.info.pl](mailto:wydawnictwo@pak.info.pl)

## RECENZJE

## Modele dynamiki układów fizycznych dla inżynierów

Anna Czemplik



Nakładem WNT ukazała się, z wielu względów nietypowa, książka Anny Czemplik „Modele dynamiki układów fizycznych dla inżynierów”. Nie jest to systematyczny wykład zasad modelowania właściwości dynamicznych obiektów technicznych, ale bardziej zbiór uwag i refleksji na temat celowości stosowania tych zasad w różnych sytuacjach. Ideą przewodnią książki wydaje się nakłonienie Czytelnika do stosowania schematu: wpierv zrozumieć, potem modelować.

Zrozumienie polega na umiejętności rozróżnienia właściwości zasadniczych i drugorzędnych rozpatrywanego układu. Dlatego też Autorka pokazuje, jak wykorzystać elementarne prawa fizyki do budowy modeli w elektrotechnice, mechanice, termodynamice, poczym zwraca uwagę na ograniczoność tych modeli związaną np. z nieliniowością, histerezą, ściślnością gazów itd. Stosowane narzędzia opisu dynamiki są typowe: transmitancja operatorowa, transmitancja widmowa, równania różniczkowe i opis za pomocą zmiennych stanu. Nietypowe jest uwypuklenie kwestii dostrzega-

nia istotnych właściwości układów poprzez obserwację zobrazowania graficznego tych opisów. Wyrobić to ma inżynierską intuicję w zakresie dynamiki. Zgodnie z tytułem jest to książka dla inżynierów różnych specjalności, którzy już nieco zapomnieli egzamin z podstaw automatyki, a przyszło im się zmierzyć z zagadnieniami dynamiki układów. Muszą zatem szybko przypomnieć sobie określone, nie koniecznie wszystkie, fragmenty tej wiedzy. Mogą to zrobić sięgając do wybranego rozdziału w książce, lecz mogą też – i to jest najbardziej nietypowa cecha omawianej pozycji – za pośrednictwem dołączonej płyty CD uzyskać informację internetową zarówno przypominającą podstawy matematyczne jak i zawierającą „zadania do rozwiązania” z nadzieją, że któreś z zadań będzie zbliżone do problemu z jakim się borykają, jak też wskazówki związane ze stosowaniem programów symulacyjnych. Autorka zadbała o dużą komunikatywność przekazu, co w kilku miejscach zaowocowało naruszeniem formalizmu sformułowań, ale nie to jest najważniejsze. Ważna jest umiejętność stawiania zagadnień, a książka może być w tym pomocna.

Opracowanie: Prof. Jan ZAKRZEWSKI

## INFORMACJE

### Zapraszamy do prenumeraty czasopisma PAK w 2009 roku

Cena prenumeraty rocznej: 192,00 zł netto/1 egz.

Prenumeratę i kolportaż prowadzą:

**WYDAWNICTWO POMIARY AUTOMATYKA KONTROLA**  
ul. Świętokrzyska 14A, pok. 530,  
00-050 Warszawa,  
tel./fax: 022 827 25 40

**Redakcja czasopisma POMIARY AUTOMATYKA KONTROLA**  
ul. Akademicka 10, pok. 30b,  
44-100 Gliwice,  
tel./fax: 032 237 19 45,  
e-mail: wydawnictwo@pak.info.pl,  
www.pak.info.pl

## RECENZJE

## Pomiary geometryczne powierzchni. Zarysy kształtu, falistość i chropowatość

Stanisław Adamczak

Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Warszawa 2008,  
str. 306, format: 17 cm × 24.5 cm, oprawa twarda  
ISBN: 9788320435269

Nakładem WNT ukazał się podręcznik akademicki dotyczący pomiarów wielkości geometrycznych charakteryzujących powierzchnię. Autorem podręcznika jest Profesor Stanisław Adamczak, znany w kraju i za granicą wybitny specjalista w dziedzinie pomiarów wielkości geometrycznych. Wieloletnie doświadczenie Autora i zespołu współpracowników z Politechniki Świętokrzyskiej w tym zakresie uzyskane zostało dzięki badaniom realizowanym w przemyśle, głównie łóżykowym, a także dzięki współpracy z czołowymi, krajowymi i zagranicznymi, ośrodkami naukowymi. Zaowocowało ono opracowaniem książki obejmującej całość zagadnień dotyczących pomiarów struktury geometrycznej powierzchni.

Książka obejmuje 10 rozdziałów, a także spis cytowanych publikacji, w tym norm, załączniki w postaci tablic statystycznych oraz skorowidz. Pierwszy rozdział zawiera informacje wprowadzające, dotyczące tolerancji geometrycznych oraz sposobów rozdzielania poszczególnych składowych struktury geometrycznej powierzchni. W rozdziale drugim przedstawiono sposoby opisu i oceny zarysów okrągłości, przy czym największą wagę poświęcono odniesieniowym metodom pomiaru tych zarysów. Parametry i strategie pomiaru zarysów walcowości w przystępny sposób opisano w rozdziale trzecim. Kolejne dwa rozdziały, czwarty i piąty, poświęcone zostały ocenie i analizie zarysów prostoliniowości i płaskości powierzchni. Rozdział szósty dotyczy pomiarów profilometrycznych tzw. niedomkniętych zarysów kształtu, które występują w różnorodnych elementach układów mechanicznych takich np. jak przeguby kuliste, sprzęgła, prowadnice, łożyska toczne itp. Pomiary takich zarysów wymagają specyficznych przyrządów pomiarowych. W rozdziale siódmym opisane zostały sposoby oceny falistości i chropowatości powierzchni. Szczególną wagę w tym rozdziale poświęcono powierzchniom

o warstwowych właściwościach funkcjonalnych oraz kontrolnym i użytkowym wzorcom chropowatości powierzchni. Kompleksowe profilometryczne pomiary zarysów niedomkniętych przedstawiono w rozdziale ósmym. Pozwalają one oceniać profil kształtu, a także zarysy falistości i chropowatości powierzchni podczas jednego pomiaru. W dziewiątym rozdziale książki Autor zapoznał Czytelnika ze swoimi doświadczeniami dotyczącymi badań statystycznych przyrządów pomiarowych stosowanych do oceny struktury geometrycznej powierzchni. W rozdziale tym między innymi zostały zaprezentowane ciekawe i trafnie dobrane przykłady analiz statystycznych dokonywanych w celu oszacowania błędów pomiaru przyrządów do pomiaru okrągłości. Ostatni, dziesiąty rozdział poświęcony jest ogólnej charakterystyce przyrządów pomiarowych przeznaczonych do pomiarów struktury geometrycznej powierzchni. Oprócz przyrządów, które zostały częściowo opisane w poprzednich rozdziałach, nieco szerzej przedstawiono w nim możliwości wykorzystania współrzędnościowych maszyn pomiarowych do oceny okrągłości i walcowości.

Należy się cieszyć, że na polskim rynku wydawniczym pojawiła się ta ze wszech miar wartościowa książka, która całościowo ujmie problematykę pomiarów struktury geometrycznej powierzchni. Z uwagi na jej podręcznikowy charakter i ograniczoną objętość niektóre zagadnienia zajmują w niej nieco mniej miejsca. Dotyczy to np. optycznych oraz przestrzennych pomiarów struktury geometrycznej powierzchni. Jednak Czytelnik zainteresowany tą tematyką znajdzie w wykazie literatury szereg pozycji, które pozwolą mu poszerzyć wiedzę także w tym zakresie.

Jak słusznie stwierdza w komentarzu odautorskim Prof. Stanisław Adamczak, podręcznik jest przeznaczony przede wszystkim dla studentów wydziałów mechanicznych, studiujących na takich kierunkach kształcenia jak *mechanika i budowa maszyn, automatyka i robotyka, inżynieria materiałowa oraz transport*. Podręcznik można także polecić konstruktorom i technologom, a zwłaszcza pracownikom służb kontrolno-pomiarowych w przemyśle elektromaszynowym.

Opracowanie: Prof. Czesław ŁUKIANOWICZ

## INFORMACJE

### Zapraszamy do publikacji artykułów promocyjnych w miesięczniku naukowo-technicznym PAK

Redakcja czasopisma POMIARY AUTOMATYKA KONTROLA  
44-100 Gliwice, ul. Akademicka 10, pok. 30b,  
tel./fax: 032 237 19 45, e-mail: [wydawnictwo@pak.info.pl](mailto:wydawnictwo@pak.info.pl)