

1. Ryszard Kowalik

Instytut Elektroenergetyki PW
Wydział Elektryczny
Politechnika Warszawska

AUTOREFERAT

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania, tytułu rozprawy doktorskiej i nazwisk osób, które pełniły funkcje promotora i recenzentów

1989 – mgr inż. Elektryk, Politechnika Warszawska

1998 – doktor nauk technicznych, Politechnika Warszawska, na podstawie rozprawy pt:

Rejestracja i transmisja danych o zakłóceniach w systemie elektroenergetycznym;

Promotor: prof. dr hab. inż. Jan Machowski,

Recenzenci: prof. dr hab. inż. Antoni Dmowski, prof. dr hab. inż. Eugeniusz Rosołowski,

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

01.02.1989 – asystent, Instytut Elektroenergetyki, Wydział Elektryczny, Politechnika Warszawska

01.07.1998 – adiunkt, Instytut Elektroenergetyki, Wydział Elektryczny, Politechnika Warszawska

4. Wskazanie osiągnięcia naukowego, uzyskanego po otrzymaniu stopnia doktora, stanowiącego istotny wkład w rozwój dyscypliny elektroenergetyka/elektrotechnika zgodnie z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późn. zm.)

4a) Tytuł osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym opracowanym po otrzymaniu stopnia naukowego doktora, stanowiącym znaczący wkład w rozwój w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie Elektrotechnika i zgłaszanym jako podstawa mojej aplikacji o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego są zrealizowane oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne pod wspólnym tytułem:

"Systemy, urządzenia i metody wykorzystywane w elektroenergetyce do realizacji funkcji zabezpieczeń, monitorowania stanu oraz nadzoru".

4b) Wykaz projektów i wdrożeń przemysłowych (kierownik i wykonawcy, tytuł projektu, czas trwania, zleceniodawca oraz informacja o wdrożeniu, rola i wkład habilitanta)

Od otrzymania stopnia doktora w 1998r zrealizowałem ponad 150 prac, z których większość została wdrożona. Prace te zostały pokazane w załączniku 4.1. zawierającym ich wykaz.

4b1. System monitorowania oraz chłodzenia autotransformatora stacji Poręba

Kierownik: Ryszard Kowalik.

Wykonawcy: Ryszard Kowalik, Paweł Kopański.

Tytuł projektu: „Wykonanie monitoringu transformatorów w stacjach elektroenergetycznych Bieruń i Poręba”.

Czas trwania: 2008-2009.

Zleceniodawca: Elbud Katowice Sp. z o.o., ul. Ks. Bpa Henryka Bednorza 19, 40-384 Katowice, zamówienie nr TO/MT/1698/2008 z dnia 30.09.2008, umowa nr 080/P/T/08 z dnia 15.10.2009.

Informacja o wdrożeniu: system wdrożony.

Rola i wkład habilitanta: w projekcie tym byłem kierownikiem oraz głównym wykonawcą. Opracowałem podstawowy układ monitorowania stanu autotransformatora stacji Poręba wykorzystujący: dwie pracujące w redundantnym układzie jednostki akwizycyjne w postaci programowalnego sterownika ADAM5000 firmy Advantech, jeden rejestrator w postaci trzeciego sterownika programowalnego ADAM5000 firmy Advantech, jeden koncentrator firmy Kalkitech pozwalający na przekazanie danych z jednostek akwizycyjnych do systemu sterowania w protokole IEC61850 oraz komputer PC spełniający rolę jednostki nadrzędnej. Opracowałem programy wewnętrzne obu sterowników akwizycyjnych, które wykonywały pomiary temperatur z czujników PT100 umieszczonych w określonych miejscach autotransformatora oraz monitorowały stany wielu czujników o wyjściach dwustanowych określających: stany położenia zaworów oleju chłodzącego autotransformator, stany pracy pomp i wentylatorów, stany pobudzenia zabezpieczeń silników pomp i wentylatorów. Opracowałem również procedury umożliwiające wymianę danych między sterownikami akwizycyjnymi, sterownikiem 509 firmy Qualitrol, sterownikiem WAGO oraz jednostką nadrzędną w postaci komputera PC, która po odebraniu danych z wspomnianych sterowników wizualizowała je, archiwizowała w bazie danych oraz udostępniała serwerowi systemu sterowania. Wymiana danych między sterownikami systemu odbywała się z wykorzystaniem łącz asynchronicznych RS485 oraz łącz Ethernet w protokołach ModbusTCP oraz IEC61850.

W tym projekcie zaprojektowałem, wykonałem i uruchomiłem także mikroprocesorowe sterowanie systemem sterowania układem chłodzenia wykorzystując w tym celu sterownik 509 firmy Qualitrol oraz sterownik firmy WAGO. W ramach tych prac określiłem również sposób działania sterownika WAGO (oprogramowanie sterownika wykonał inny wykonawca - P. Paweł Kopański), sprawdziłem jego działanie w warunkach laboratoryjnych i po zainstalowaniu oraz wykonałem konfigurację, sprawdzenie laboratoryjne i sprawdzenie po zainstalowaniu działania sterownika 509 firmy Qualitrol.

4b2. System monitorowania oraz chłodzenia autotransformatora stacji Bieruń

Kierownik: Ryszard Kowalik.

Wykonawcy: Ryszard Kowalik, Paweł Kopański.

Tytuł projektu: „Wykonanie monitoringu transformatorów w stacjach elektroenergetycznych Bieruń i Poręba”.

Czas trwania: 2008-2009.

Zleceniodawca: Elbud Katowice Sp. z o.o., ul. Ks. Bpa Henryka Bednorza 19, 40-384 Katowice, zamówienie nr TO/MT/1698/2008 z dnia 30.09.2008, umowa nr 080/P/T/08 z dnia 15.10.2009.

Informacja o wdrożeniu: system wdrożony.

Rola i wkład habilitanta: w projekcie tym byłem kierownikiem oraz głównym wykonawcą. Opracowałem drugi typ układu monitorowania stanu autotransformatora. Różnił się on od poprzedniego rodzajem zastosowanych sterowników akwizycyjnych firmy Advantech oraz w związku z procedurami wymiany danych zastosowanych w systemie nadrzędnym monitorowania stanu autotransformatora stacji Bieruń. W dalszym ciągu składał się z dwóch pracujących w redundantnym układzie jednostek akwizycyjnych w postaci sterownika ADAM5000 firmy Advantech, jednego rejestratora w postaci trzeciego sterownika programowalnego ADAM5000 firmy Advantech, jednego koncentratora firmy Kalkitech pozwalającego na przekazanie danych z jednostek akwizycyjnych do systemu sterowania w protokole IEC61850 oraz komputera PC spełniającego rolę jednostki nadrzędnej. W systemie tym wykorzystałem metodę mapowania zmiennych sterownika 509 firmy Qualitrol w zmiennych odczytywanych ze sterowników pełniących rolę jednostek akwizycyjnych, które na

żądanie systemu nadrzędnego wykonywały pomiary temperatur z czujników PT100 umieszczonych w określonych miejscach autotransformatora oraz monitorowały stany wielu czujników o wyjściach dwustanowych określających: stany położenia zaworów oleju chłodzącego autotransformator, stany pracy pomp i wentylatorów, stany pobudzenia zabezpieczeń silników pomp i wentylatorów. W systemie tym opracowałem nową wersję procedury umożliwiające wymianę danych między sterownikami akwizycyjnymi, sterownikiem 509 firmy Qualitrol, sterownikiem WAGO oraz jednostką nadrzędną w postaci komputera PC, która po odebraniu danych z wspomnianych sterowników wizualizowała je, archiwizowała w bazie danych oraz udostępniała serwerowi systemu sterowania. Wymiana danych między sterownikami systemu odbywała się podobnie jak poprzednio z wykorzystaniem łącz asynchronicznych RS485 oraz łącz Ethernet w protokołach ModbusTCP oraz IEC61850.

W tym projekcie, podobnie jak w projekcie zrealizowanym dla stacji Poręba zaprojektowałem, wykonałem i uruchomiłem także mikroprocesorowe sterowanie systemem sterowania układem chłodzenia wykorzystując w tym celu sterownik 509 firmy Qualitrol oraz sterownik firmy WAGO. W ramach tych prac określiłem również sposób działania sterownika WAGO (oprogramowanie sterownika wykonał inny wykonawca - P. Paweł Kopański), sprawdziłem jego działanie w warunkach laboratoryjnych i po zainstalowaniu oraz wykonałem konfigurację, sprawdzenie laboratoryjne i sprawdzenie po zainstalowaniu działania sterownika 509 firmy Qualitrol. Warto nadmienić, że w układzie monitorowania stanu przełącznika zaczepów uruchomiłem dodatkowo funkcję monitorowania stanu zużycia styków przełącznika zaczepów, która wykorzystuje pomiary płynącego przez nie prądu realizowane przez sterownik 509.

4b3. Opracowanie systemu przesyłu danych dla układów zabezpieczeń przez system SDH

Kierownik: Ryszard Kowalik.

Wykonawcy: Ryszard Kowalik, Marcin Januszewski.

Tytuł projektu: „Opracowanie systemu przesyłu danych dla układów zabezpieczeń przez system SDH”.

Czas trwania: 2005-2006.

Zleceniodawca: PSE - OPERATOR S.A. umowa nr IS/RB/IS/006/05 z dnia 30.06.2005 r. (501/H/1041/0724)

Informacja o wdrożeniu: wyniki pracy są wykorzystywane w obecnych rozwiązaniach stosowanych w PSE.

Rola i wkład habilitanta: w projekcie tym byłem kierownikiem oraz głównym wykonawcą. Określiłem metody badań, które zostały zastosowane do określania właściwości funkcjonalnych systemów telekomunikacyjnych.

Opracowałem i wykonałem kilka stanowisk laboratoryjnych, które mieściły się w dwóch miejscach. Pierwsze z miejsc to sala 208 znajdująca się w Instytucie Elektroenergetyki PW (IEN PW), natomiast drugie to pomieszczenie łączności znajdująca się w siedzibie PSE. W laboratorium IEN zbudowałem szereg stanowisk laboratoryjnych pozwalających na symulowanie wielu typów łącz telekomunikacyjnych możliwych do wykorzystania w układach przesyłania danych między urządzeniami automatyki elektroenergetycznej stacji NN i WN (V.24, RS485, RS232, połączenia optyczne na różnych długościach fali, G.703, V.35, Ethernet wykorzystujący połączenia przewodowe i optyczne). W laboratorium IEN PW zgromadzonych zostało również wiele urządzeń telekomunikacyjnych (głównie urządzeń pełniących rolę węzłów systemu SDH) rozmaitych producentów, które umożliwiały zestawianie w tworzonych przez nie sieciach SDH wybranych typów kanałów telekomunikacyjnych poczynając od kanałów asynchronicznych o niewielkiej prędkości transmisji (np. RS232, 9600b/s), poprzez kanały synchroniczne (np. G703) o prędkości liczzonej w wielokrotnościach 64kb/s lub o szybkości 2Mb/s, po kanały o szybkości liczzonej w dziesiątkach Mb/s

pozwalających na przesyłanie danych między sieciami Ethernet/IP. Kanały utworzone przez urządzenia łączności były wykorzystywane przez urządzenia zabezpieczeń do przesyłania danych w ramach realizowanych przez nie funkcji zabezpieczeń różnicowych lub koordynacji zabezpieczeń odległościowych (ew. zabezpieczeń od zwarć doziemnych).

Stanowisko laboratoryjne wykonane w siedzibie PSE wykorzystywało określone urządzenia łączności wykorzystywane od wielu lat w PSE (węzły SDH i PDH firmy Siemens) oraz węzły SDH serii SURPAS, które zamierzano stosować w przeszłych rozwiązaniach w PSE. W stanowisku tym do sprawdzania poprawnego współdziałania zabezpieczeń elektroenergetycznych wymieniających dane z wykorzystaniem tworzonych kanałów łączności, wykorzystano urządzenia zabezpieczeniowe instalowane wówczas w stacjach elektroenergetycznych firm Siemens, Alstom oraz firm GE i RFL, które nie były stosowane, ale posiadały innowacyjne wersje interfejsów komunikacyjnych i funkcji.

W wykonanych testach skupiłem się na określeniu:

- konfiguracji sprzętowej określonych urządzeń łączności (np. węzłów SDH firmy Siemens, węzłów SDH firmy GE, węzłów SDH firmy RFL), realizujących określony rodzaj kanału telekomunikacyjnego (np. G.703, V.24, C37.94) w celu uzyskania poprawnej pracy urządzeń zabezpieczeniowych przesyłających dane przez ten kanał,
- konfiguracji programowej (ustawień parametrów) określonych urządzeń łączności (np. węzłów SDH firmy Siemens, węzłów SDH firmy GE, węzłów SDH firmy RFL), realizujących określony rodzaj kanału telekomunikacyjnego (np. G.703, V.24, C37.94) w celu uzyskania poprawnej pracy urządzeń zabezpieczeniowych przesyłających dane przez ten kanał,
- problemach występujących podczas: normalnego działania urządzeń telekomunikacyjnych i zabezpieczeniowych oraz w trakcie lub po wykonaniu typowych prac eksploatacyjnych (np. włączania i wyłączania urządzeń, wymiany kart interfejsów lub zmiany ich parametrów, zmiany parametrów kanałów komunikacyjnych, matryc komutacji itp.
- konfiguracji sprzętowej urządzeń zabezpieczeniowych w celu uzyskania poprawnej wymiany danych między nimi i urządzeniami łączności przez określony rodzaj kanału telekomunikacyjnego,
- konfiguracji programowej urządzeń zabezpieczeniowych (w tym ich logiki wewnętrznej) pozwalającej na uzyskanie poprawnej wymiany danych między nimi i urządzeniami łączności przez określony rodzaj kanału telekomunikacyjnego,

4b4. Opracowanie urządzenia automatyki elektroenergetycznej wykorzystującego IEC61850/GOOSE, wykonanie stanowiska laboratoryjnego pozwalającego na testowanie tego rodzaju urządzeń oraz wykonanie testów urządzenia.

Wykonawcy: Ryszard Kowalik, Marcin Januszewski, Kamil Gontarz.

Tytuł projektu: „Intranetowe urządzenie automatyki elektroenergetycznej nowej generacji”.

Czas trwania: 2007-2010.

Zleceniodawca: Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego Nr 0492/R/T02/2007/03

Informacja o wdrożeniu: wyniki pracy są wdrażane w obecnych rozwiązaniach jednej z firm krajowych.

Rola i wkład habilitanta: w projekcie tym byłem kierownikiem oraz głównym wykonawcą. Opracowałem wytyczne dotyczące wszystkich części sprzętowych budowanych urządzeń automatyki wykorzystujących IEC61850. Weryfikowałem i poprawiałem

również projekty tych urządzeń oraz ich części składowych w postaci modułów wejść dwustanowych, wyjść dwustanowych, wejść analogowych, synchronizacji, zasilania i złącz. Brałem udział w wykonaniu prototypu urządzenia. Wykonałem w prototypie urządzenia implementację protokołu IEC61850 oraz wszystkich niezbędnych procedur związanych z akwizycją sygnałów dwustanowych, sygnałów analogowych, konwersją A/C, realizacją algorytmów pomiarowych, realizacją algorytmów decyzyjnych, implementacją struktur danych IEC61850. W ramach przygotowania do testowania prototypów opracowałem stanowisko laboratoryjne pozwalające na efektywne testowanie urządzeń IEC61850 w sieci LAN i WAN oraz układów tych urządzeń, w których wykorzystywane jest przesyłanie danych w formie ramek GOOSE. Należy wspomnieć, że wykonanie tych prac było nie raz wielokrotne, ponieważ wymagało wprowadzania dużej liczby poprawek prototypu wynikających z błędów w jego działaniu zauważonych podczas testów. Testy jak wspomniałem były wykonywane w stanowisku laboratoryjnym z wykorzystaniem łącz lokalnych LAN i rozległych WAN weryfikujących wprowadzone poprawki. Opracowałem również wyniki testów oraz częściowo docelową dokumentację. Testy prototypu były prowadzone z wykorzystaniem aplikacji wykorzystujących stos IEC61850 oraz rzeczywistych urządzeń kilku producentów. Jeżeli chodzi o aplikacje, to wykorzystywałem w testach programy klienta testowego IEC61850 firmy Siemens (program IEC Browser) i klienta testowego IEC61850 firmy Omicron (program ICD Scout). Jeżeli chodzi o urządzenia automatyki innych firm, to wykorzystywałem urządzenie w tym P145 (firma Alstom), L90 (firma GE), 7MD (firma Siemens).

4b5. Opracowanie wymagań dotyczących urządzeń automatyki elektroenergetycznej stosowanych w systemach stacji przesyłowych NN i WN

Wykonawcy: Ryszard Kowalik, Marcin Januszewski, Desire Rasolomampionona, Emil Bartosiewicz.

Tytuł projektu: „Analiza standardów zabezpieczeń dla PSE - Operator S.A., Wykonanie nowych specyfikacji standardów zabezpieczeń WN i NN”

Czas trwania: 2013.

Zleceniodawca: PSE S.A.

Informacja o wdrożeniu: opracowane wymagania stanowiące wyniki pracy, są wykorzystywane w badaniach dopuszczających wszystkich urządzeń automatyki elektroenergetycznej stosowanych w krajowych stacjach przesyłowych NN i WN PSE S.A. a opracowane tabele danych gwarantowanych są podstawową formą przekazywania informacji technicznych w ramach przetargów dotyczących dostawy urządzeń automatyki elektroenergetycznej realizowanych w PSE S.A.

Rola i wkład habilitanta: w projekcie tym byłem kierownikiem oraz głównym wykonawcą. Wykonana praca zawierała wymagania dotyczące urządzeń automatyki elektroenergetycznej wykorzystywanych w stacjach najwyższych napięć PSE S.A. oraz zmieniała i aktualizowała część zapisów specyfikacji standardowych 2.3 oraz 2.3.1. dotyczących wymagań związanych z układami pracy urządzeń. Dokument liczył wraz z opracowanymi tabelami danych gwarantowanych ponad 440 stron i był wielokrotnie konsultowany z przedstawicielami PSE S.A. w celu określenia wymaganych zmian i dostosowania treści do specyficznych wymagań wynikających z układów pracy urządzeń automatyki elektroenergetycznej stacji NN i WN stosowanych w różnych częściach Polski. Dokument zastąpił ponad 15 rozmaitych dokumentów zawierających wymagania tworzone na przestrzeni wielu lat przez pracowników PSE.

4c) Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Przełom wieku był dla branży automatyki elektroenergetycznej na świecie, a szczególnie w USA czasem wielkich zmian ponieważ opracowano pierwsze urządzenia automatyki wykorzystujące porty Ethernet oraz stos protokołów Ethernet/IP/TCP/UDP, który zastosowano do przekazywania sygnałów dwustanowych do tamtej pory przekazywanych jednobitowo osobnymi przewodami w postaci napięć 220Vdc. Zmiana ta została bardzo szybko zauważona w Polsce natomiast ze względu na brak rozwiązań tego typu produkowanych przez firmy Europejskie (takie jak ABB, Siemens, Alstom) nie była widoczna w rozwiązaniach pojawiających się w krajowych stacjach elektroenergetycznych. W laboratorium Instytutu Elektroenergetyki PW już w roku 1999 rozpocząłem badania nowej technologii dysponując kilkoma urządzeniami firmy GE, które używały wymianę danych w sieci Ethernet wykorzystując w tym celu protokół UCA2.0 opracowany w USA. Prace badawcze związane z testowaniem możliwości wykorzystania wspomnianej technologii prowadzone wtedy były we współpracy z ośrodkiem badawczym EPRI (USA). W ramach prac zakupiono pierwsze urządzenia sieci Ethernet i sprawdziłem wymianę danych oraz funkcje możliwe do uzyskania zarówno w przypadku połączeń lokalnych jak i rozległych wykorzystując w tym celu system ruterów połączonych kanałami o niewielkiej szybkości 64kb/s.

Tego rodzaju doświadczenia pozwalały z jednej strony na opracowywanie bardziej rozbudowanych systemów składających się z kilku urządzeń mikroprocesorowych wymieniających dane przez sieć Ethernet/IP, z drugiej strony umożliwiały wykonywanie bardziej rozbudowanych testów działania najnowszych urządzeń wykorzystujących tą technologię. Testy działania urządzeń wykorzystujących nową technologię wymagały z kolei opracowania i wykonania pierwszych stanowisk laboratoryjnych dostosowanych do testowania urządzeń wykorzystujących IEC61850. Stanowiska te zaprojektowałem i powstały w Instytucie Elektroenergetyki na początku XXI wieku.

W ten sposób mój zespół był w stanie wykonać pierwsze prace dla przemysłu związane z technologią IEC61850, którymi było laboratoryjne sprawdzenie możliwości jej zastosowania w krajowych układach automatyki elektroenergetycznej do realizacji logik opartych na przekazywaniu sygnałów dwustanowych. Prace te wykonane w oparciu o urządzenia jednego producenta (GE) zakończyły się sukcesem

Moje dalsze prace dotyczące systemów, urządzeń i metod wykorzystywanych w elektroenergetyce do realizacji funkcji zabezpieczeń, monitorowania stanu oraz nadzoru dotyczyły opracowania:

- 4c1. systemu pomiarowo-sterującego dedykowanego do monitorowania stanu autotransformatora oraz sterującego układem jego chłodzenia, wykorzystującego do przesyłania danych sieć komputerową Ethernet/IEC61850. Kilku typów urządzeń pomiarowo sterujących spełniających rolę: urządzenia monitorującego stan sygnałów dwustanowych i analogowych odzwierciedlających stan autotransformatora, urządzenia rejestrującego przebiegi sygnałów odwzorowującego stan przełącznika zaczepów autotransformatora, urządzenia sterującego układem chłodzenia autotransformatora oraz monitorującego jego stan,
- 4c2. systemu przesyłu danych dla układów zabezpieczeń przez system SDH,
- 4c3. urządzeń spełniających rolę urządzeń pomiarowo-sterujących w nowych typach układów automatyki elektroenergetycznej wykorzystujących do przekazywania danych sieć komputerową Ethernet/IEC61850 oraz stanowiska laboratoryjnego i metod badań urządzeń automatyki elektroenergetycznych pracujących w nowych typach układów automatyki elektroenergetycznej wykorzystujących do przekazywania danych sieć komputerową Ethernet oraz IEC61850,
- 4c4. wymagań dotyczących urządzeń automatyki elektroenergetycznej stosowanych w systemach stacji przesyłowych NN i WN, w tym wymagań dotyczących urządzeń

automatyki dedykowanych do pracy w nowych typach układów automatyki elektroenergetycznej wykorzystujących do przekazywania danych sieć komputerową Ethernet oraz IEC61850,

- 4c5. wymagań dotyczących urządzeń telekomunikacyjnych współpracujących z urządzeniami automatyki elektroenergetycznej stosowanymi w systemach stacji przesyłowych NN i WN, dedykowanych do pracy w nowych typach układów automatyki elektroenergetycznej wykorzystujących do przekazywania danych sieć komputerową Ethernet oraz IEC61850,

Należy podkreślić, że wszystkie wspomniane powyżej prace były realizowane w ramach wykonywania projektów i wdrożeń przemysłowych.

4c1. System pomiarowo-sterujący dedykowany do monitorowania stanu autotransformatora oraz sterujący układem jego chłodzenia, wykorzystujący do przesyłania danych sieć komputerową Ethernet/IEC61850 oraz jego urządzenia pomiarowo-sterujące

Wykonując wstępne testy technologii IEC61850 i budując stanowiska laboratoryjne uzyskaliśmy wiedzę i doświadczenie, wystarczające aby wykonać system pomiarowo-sterujący wykorzystujący technologie przekazywania danych w sieci Ethernet/IP z wykorzystaniem IEC61850, w rzeczywistym obiekcie jakim stała się stacja elektroenergetyczna Poręba (projekt 4b1 w wykazie projektów i wdrożeń przemysłowych). Realizując projekt na tej stacji opracowałem kilka urządzeń mikroprocesorowych, które wzajemnie uzupełniały swoje funkcje pracując w ramach całego systemu monitorowania stanu i sterownia chłodzeniem autotransformatora wymieniając się danymi przesyłanymi siecią Ethernet/IP. Oprogramowanie sterowników zostało napisane przeze mnie w języku C. Opracowałem podstawowy układ monitorowania stanu autotransformatora stacji Poręba wykorzystujący: dwie pracujące w redundantnym układzie jednostki akwizycyjne w postaci programowalnego sterownika ADAM5000 firmy Advantech, jeden rejestrator w postaci trzeciego sterownika programowalnego ADAM5000 firmy Advantech, jeden koncentrator firmy Kalkitech pozwalający na przekazanie danych z jednostek akwizycyjnych do systemu sterowania w protokole IEC61850 oraz komputer PC spełniający rolę jednostki nadrzędnej. Opracowałem programy wewnętrzne obu sterowników akwizycyjnych, które wykonywały pomiary temperatur z czujników PT100 umieszczonych w określonych miejscach autotransformatora oraz monitorowały stany wielu czujników o wyjściach dwustanowych określających: stany położenia zaworów oleju chłodzącego autotransformator, stany pracy pomp i wentylatorów, stany pobudzenia zabezpieczeń silników pomp i wentylatorów. Opracowałem również procedury umożliwiające wymianę danych między sterownikami akwizycyjnymi, sterownikiem 509 firmy Qualitrol, sterownikiem WAGO oraz jednostką nadrzędną w postaci komputera PC, która po odebraniu danych z wspomnianych sterowników wizualizowała je, archiwizowała w bazie danych oraz udostępniała serwerowi systemu sterowania. Wymiana danych między sterownikami systemu odbywała się z wykorzystaniem łącz asynchronicznych RS485 oraz łącz Ethernet w protokołach ModbusTCP oraz IEC61850. W tym projekcie zaprojektowałem, wykonałem i uruchomiłem także mikroprocesorowe sterowanie systemem sterowania układem chłodzenia wykorzystując w tym celu sterownik 509 firmy Qualitrol oraz sterownik firmy WAGO. W ramach tych prac określiłem również sposób działania sterownika WAGO (oprogramowanie sterownika wykonał inny wykonawca - P. Paweł Kopański), sprawdziłem jego działanie w warunkach laboratoryjnych i po zainstalowaniu oraz wykonałem konfigurację, sprawdzenie laboratoryjne i sprawdzenie działania po zainstalowaniu sterownika 509 firmy Qualitrol. Uruchomiony system pracował poprawnie, jednak co kilkanaście tygodni ulegał awarii, której natura była tajemnicza, a jej odkrycie przebiegało dość długo. W ramach sprawdzenia działania okazało się, że sterowniki ADAM5000 nie pracują stabilnie zwłaszcza w przypadku częstego wyłączania i włączania napięcia zasilania pomocniczego, co niestety zdarzało się dość często w stacji Poręba. Problemy związane z tymi programowanymi sterownikami, skłoniły mnie do wykonania kolejnego systemu monitorowania stanu oraz sterowania

chłodzeniem z wykorzystaniem sterowników ADAM5000 w wersji pełniącej rolę serwera ModbusTCP. Rozwiązanie to umożliwiło opanowanie sytuacji związanej z awariami systemu zwłaszcza po wprowadzeniu kilku krytycznych poprawek związanych z błędami wewnętrznymi wspomnianych sterowników, które należało obejść w umiejętny sposób podając im do wykonania kilka specyficznych instrukcji określonych w erratach.

Opanowanie technologii przekazywania danych siecią Ethernet między sterownikami, wykorzystującymi IEC61850 do wymiany danych z systemem sterowania, używającymi do tego celu platformę sprzętową w postaci sterownika firmy Kalkitech pozwoliła mi na zaobserwowanie i doświadczenie problemów związanych z brakiem kompatybilności między implementacjami IEC61850 wykonanymi w sterownikach, i systemach sterowania różnych firm oraz określenia sposobów rozwiązania tego rodzaju problemów.

Wprowadzone modyfikacje pozwoliły na sprawne zainstalowanie i oddanie do eksploatacji systemów w stacji Bieruń (projekt 4b2 w wykazie projektów i wdrożeń przemysłowych) oraz Janów (projekt 4b3 w wykazie projektów i wdrożeń przemysłowych). W rezultacie wykonania wspomnianych prac ustalono właściwe sposoby wymiany danych Ethernet/IP/ModbusTCP i IEC61850 systemu nadrzędnego pracującego w warunkach właściwych dla miejsca zainstalowania serwerów systemu sterowania (klimatyzowany budynek nastawni/przełączni) oraz urządzeń pomiarowo-sterujących zainstalowanych w szafie obok autotransformatora (szafa ogrzewana z wentylacją).

4c2. System przesyłu danych dla układów zabezpieczeń przez system SDH

Zagadnienie wymiany danych w lokalnej sieci stacyjnej nie rozwiązuje wszystkich problemów związanych z urządzeniami automatyki stacji WN i NN, ponieważ wśród nich pracuje wiele urządzeń, które muszą wymieniać dane między sobą na duże odległości. W początkach XXI wieku urządzenia zabezpieczeniowe takie jak zabezpieczenie odległościowe, zabezpieczenie różnicowo-prądowe oraz zabezpieczenie kierunkowe współpracowały między sobą za pośrednictwem dedykowanych światłowodów lub kanałów ETN (Elektroenergetycznej Telekomunikacji Nośnej), których długość mogła dochodzić nawet do kilkuset km, natomiast w połowie 2005r w kręgach związanych z PSE S.A. powstała koncepcja wykorzystania w tym celu kanałów utworzonych w sieci SDH.

Należy w tym miejscu zauważyć, że wymiana danych w lokalnej sieci stacyjnej jest zagadnieniem odmiennym od wymiany danych w sieci rozległej zbudowanej w oparciu o system SDH.

Opracowując w 2005r system przesyłu danych dla układów zabezpieczeń stosowanych w stacjach przesyłowych NN i WN przez system SDH, należało wziąć pod uwagę stosowane wówczas urządzenia zabezpieczeniowe, urządzenia łączności SDH, rozwiązania, które wiązały się ze stosowaniem w dalszym ciągu systemu PDH oraz sprawdzić możliwość wykorzystania w tym celu nowych węzłów SDH i ich elementów. Aby ustalić uwarunkowania i ograniczenia techniczne opracowałem kilka metod badań, które zostały zastosowane do określania właściwości funkcjonalnych systemów telekomunikacyjnych, pracujących w nich urządzeń oraz ich części składowych (modułów). Wykonałem testy działania urządzeń zabezpieczeniowych właściwych dla ówczesnych rozwiązań w tym urządzeń realizujących funkcje telezabezpieczenia, zabezpieczenia odległościowego, zabezpieczenia różnicowego linii i zabezpieczenia prównawczo-fazowego kluczowych firm (ABB, Siemens, Alstom) wykonując testy ich działania w laboratorium IEN PW. W testach wykorzystałem połączenia bezpośrednie oraz połączenia przez urządzenia łączności kilku wybranych firm (ABB, Siemens, RFL).

Po wykonaniu kilkudziesięciu rozmaitych testów opisanych w raporcie z wykonania pracy liczącym ponad 250 stron, sformułowano szereg wniosków w tym następujące:

- wykorzystywane w trakcie testów urządzenia telekomunikacyjne PDH oraz SDH umożliwiają przesyłanie danych urządzeń zabezpieczeniowych różnicowoprądowych, porównawczoprądowych i telezabezpieczeniowych, nadają się do takiego

zastosowania oraz w wielu przypadkach działają poprawnie w zaproponowanej konfiguracji,

- testy urządzeń zabezpieczeniowych P543 potwierdziły, że zaproponowany interfejs tych urządzeń w postaci zewnętrznego konwertera OPTO/G703 poprawnie współpracuje z urządzeniami PDH firmy Siemens poprzez kartę DSC6-n64C przy prędkości wymiany danych równej 256kbps. Dla tego rodzaju połączenia asymetria opóźnienia w przeliczeniu na prąd różnicowy pojawiający się przy prądzie obciążenia 1A nie jest większa niż 64mA,
- testy urządzeń zabezpieczeniowych REL561 potwierdziły, że zaproponowany interfejs tych urządzeń w postaci wewnętrznego modułu portu X.21/V.35 współpracuje z urządzeniami PDH firmy Siemens poprzez kartę CPF i moduł CIM-X.21 przy prędkości wymiany danych równej 256kbps. Dla tego rodzaju połączenia asymetria opóźnienia w przeliczeniu na prąd różnicowy pojawiający się przy prądzie obciążenia 1A nie była większa niż 110mA,
- testy udowodniły, że wymiana danych z prędkością 64kbps przy wykorzystaniu kart CPF jest obciążona dużą i niestabilną asymetrią (do 2.9ms co odpowiada $I_{diff}=0.879A$ dla $I_{obc}=1A$), która może i powoduje działanie funkcji różnicowej nastawionej na 0.2A. (pojawiające się asymetria jest w trakcie wyjaśniania z producentem),
- testy udowodniły, że wymiana danych z prędkością 64kbps przy wykorzystaniu kart starszego typu o nazwie DSC8-x.21 nie jest obciążona dużą i niestabilną asymetrią (maksymalna zauważona asymetria dochodziła do 82µs), która nie powoduje działania funkcji różnicowej nastawionej na 0.2A. (prąd różnicowy pojawiający się w przypadku przesyłania prądu obciążenia o wartości 1A nie był większy niż 0.026A). Dla tego rodzaju kart współdziałanie urządzeń zabezpieczeniowych i telekomunikacyjnych jest poprawne.
- testy urządzeń zabezpieczeniowych P543 oraz REL561 potwierdziły, że w przypadku systemu SDH składającego się z 2 urządzeń SURPAS o jednakowym i niewielkim czasie opóźnienia między ścieżką podstawową i rezerwową, do wymiany danych przeznaczonych dla urządzeń zabezpieczeniowych można wykorzystać kanały z protekcją. Jednocześnie stwierdzono, że protekcja wykonana na rzeczywistym systemie SDH przy różnicach w czasach opóźnień wynoszących ok. 12ms oraz 4ms, powoduje w przypadku urządzenia zabezpieczeniowego P543 wystawienie impulsu wyłączającego przy przesyłaniu prądu o wartości 1A. Z tego względu wydaje się konieczne weryfikowanie opóźnień w czasie instalacji urządzeń zabezpieczeniowych oraz sprawdzanie testerami reakcji tych urządzeń na zmiany opóźnień,
- testy urządzeń telezabezpieczeniowych SWT3000 potwierdzają ich poprawną pracę w sprawdzanych układach telekomunikacyjnych,
- testy urządzeń telezabezpieczeniowych RFL9745GD potwierdzają ich poprawną pracę w sprawdzanych układach telekomunikacyjnych (pojawiające się przebiegi sygnałów wyjściowych podczas wymiany danych przez łącza optyczne nieciągłości są w trakcie wyjaśniania z producentem),
- potwierdzono możliwość wprowadzania sygnałów alarmowych z urządzeń zabezpieczeniowych do systemu nadzoru sieci telekomunikacyjnej PDH oraz odwrotnie zablokowania zabezpieczenia przez sygnały alarmowe urządzeń telekomunikacyjnych.

Uzyskane wyniki testów wraz z wnioskami, wiedzą i doświadczeniami uzyskanymi w ich trakcie pozwoliły na właściwą konfigurację urządzeń łączności, zabezpieczeń różnicowych oraz telezabezpieczeń, umożliwiając poprawną pracę wspomnianych urządzeń zabezpieczeniowych z wykorzystaniem kanałów telekomunikacyjnych. Należy zaznaczyć, że wykonane podczas pracy stanowiska laboratoryjne pozwoliły również na przetestowanie rozwiązań, które są z punktu widzenia niezawodności i kosztów są lepsze niż dotychczasowe, ale w dalszym ciągu czekają u nas w kraju na wdrożenie, takich jak:

- wykorzystanie urządzeń zabezpieczeniowych używających interfejsów szeregowych do wymiany danych zawierających informacje o sygnałach dwustanowych umożliwiającą wykonanie koordynacji działania zabezpieczeń odległościowych,
- wykorzystanie wymiany danych GOOSE do koordynacji działania zabezpieczeń odległościowych. (Warto wspomnieć, że zaproponowane wtedy przesyłanie danych GOOSE siecią WAN stało się wiele lat później przedmiotem prac standaryzacyjnych komitetu IEC i w 2012 roku zostało wprowadzone w normie IEC/TR 61850-90-5:2012.)

Warto wspomnieć, że wiedzę uzyskana wtedy w trakcie prac badawczych, dotycząca zabezpieczeń różnicowych oraz przesyłania danych między nimi jest wykorzystywana w realizowanym obecnie projekcie komercyjnym pt. Dostawa usługi badawczej nad zabezpieczeniem różnicowym linii (87L) dedykowanym dla linii SN w zakresie według harmonogramu, dr inż. Ryszard Kowalik (IE), ZEG Energetyka SP. z o. o. ul. Zielona 27 43-200 Pszczyna, 501210300091, Opracowanie modeli SEE i założeń pod implementację funkcji różnicowej 87L w urządzeniu zabezpieczeniowym ZEG Energetyka, Opracowanie naukowe, 2018-07-01, 2018

4c3. Urządzenia spełniające rolę urządzeń pomiarowo-sterujących w nowych typach układów automatyki elektroenergetycznej wykorzystujących do przekazywania danych sieć komputerową Ethernet/IEC61850 oraz stanowiska laboratoryjne i metody badań urządzeń automatyki elektroenergetycznych pracujących w nowych typach układów automatyki elektroenergetycznej wykorzystujących do przekazywania danych sieć komputerową Ethernet oraz IEC61850,

Równolegle do opracowywania stanowisk laboratoryjnych w ciągu kilku lat opracowaliśmy rozwiązania sprzętowe (sterownik mikroprocesorowy) oraz dokonaliśmy zakupu oprogramowania w postaci stosu protokołu IEC61850 (olbrzymi zestaw procedur napisanych w języku C natywnie pod system operacyjny Linux ale możliwy do zaimplementowania na platformie PC wykorzystującej system Windows). Stos ze względu na dostęp do kodu źródłowego (język C) pozwalał na integrację funkcjonalności IEC61850 w określonym urządzeniu mikroprocesorowym. W ramach swojej pracy wybrałem dedykowane komputery embeded umożliwiające łatwą instalację systemów operacyjnych typu Windows lub Linux. Dla komputerów tych zostały wybrane określone moduły funkcjonalne w postaci wejść dwustanowych z izolacją galwaniczną, wyjść dwustanowych z izolacją galwaniczną i konstrukcją opartą na przekaźnikach elektromechanicznych oraz łącznikach półprzewodnikowych, wejść analogowych, wejść synchronizacji, łączami asynchronicznymi i Ethernet. Dla systemach tych uruchomiłem funkcjonalności pomiarów analogowych wraz z określaniem wartości charakterystycznych sygnałów prądów i napięć wykorzystywanych w typowych funkcjach zabezpieczeniowych (np. nadprądowych, napięciowych). W systemie został zaimplementowany stos protokołów IEC61850 wraz z odpowiednim modelem danych oraz funkcjonalnością GOOSE pozwalającą na szybką wymianę między urządzeniami stanów sygnałów dwustanowych. Opracowane urządzenia oraz implementacja protokołu pozwoliła na dogłębne zapoznanie się z technologią IEC61850 w tym z problemami występującymi w przypadku implementacji GOOSE. Należy wspomnieć, że wyniki testów wymiany danych pokazywały właściwe współdziałanie opracowanego urządzenia z programami klientów IEC61850, natomiast uzyskanie właściwej konfiguracji urządzeń automatyki innych firm pozwalającej na wymianę danych GOOSE było kłopotliwe i w przypadku niektórych producentów i typów urządzeń w tamtym czasie niemożliwe. Należy podkreślić, że wykonane wówczas prace w laboratorium pozwoliły na wykonywanie bardzo zaawansowanych testów urządzeń wspierających technologie IEC61850, co w następnych latach zostało wykorzystane podczas realizacji testów innych urządzeń pozwalając na określenie ich właściwości funkcjonalnych i możliwości stosowania w krajowych układach automatyki wykorzystujących IEC61850.

Warto wspomnieć, że wiedza uzyskana wtedy w trakcie prac badawczych, dotycząca konstrukcji, oprogramowania oraz testowania urządzeń wykorzystujących IEC61850 jest

wykorzystywana w realizowanym obecnie projekcie komercyjnym pt. Opracowanie projektu autonomicznego urządzenia działającego jako węzeł sterujący szyny procesowej, dr inż. Ryszard Kowalik (IE), Zakład Produkcyjny Aparatury Elektrycznej Sp.z o. o. ul. Konopnickiej 13 41-100 Siemianowice Śląskie, 501210300094, Opracowanie założeń pod wykonanie nowego uniwersalnego urządzenia sterującego szyny procesowej, współpracującego z terminalami zabezpieczeniowymi wszystkich producentów, Opracowanie naukowe, 2018-06-12, 2018

4c4. Wymagania dotyczące urządzeń automatyki elektroenergetycznej stosowanych w systemach stacji przesyłowych NN i WN, w tym wymagania dotyczące urządzeń automatyki dedykowanych do pracy w nowych typach układów automatyki elektroenergetycznej wykorzystujących do przekazywania danych sieć komputerową Ethernet oraz IEC61850,

Wykonane wcześniej prace związane z konstruowaniem systemów monitorowania stanu autotransformatora, konstruowanie, uruchamianie urządzeń tego systemu, opracowanie stanowisk laboratoryjnych pozwalających na testowanie zabezpieczeń wykorzystujących system SDH, wykonanie testów tego rodzaju urządzeń oraz urządzeń łączności, z których korzystają, konstrukcja urządzeń wspierających technologię IEC61850, opracowanie i uruchomienie szeregu stanowisk laboratoryjnych pozwalających na sprawdzanie działania urządzeń IEC61850 oraz urządzeń łączności pozwoliła mi na dogłębne zapoznanie się z technologiami, które są kluczowe dla działania współczesnych i przyszłych urządzeń automatyki elektroenergetycznej oraz urządzeń łączności, z których korzystają. Wiedza ta z kolei umożliwiła opracowanie dokumentu zawierającego dotyczące ich wymagania.

Opracowując ten dokument wziąłem pod uwagę współczesne w chwili opracowania (rok 2012) rozwiązania układów oraz urządzeń automatyki. Analizując je zauważyłem, że układy automatyki wykorzystują urządzenia, które dają się podzielić na grupy mające:

- określoną konstrukcję (obudowa, konstrukcja bloków funkcjonalnych typu: wejścia, wyjścia dwustanowe, wejścia/wyjścia analogowe, jednostka centralna, zasilacz, liczba i rodzaj łącz telekomunikacyjnych pozwalających na wymianę danych z innymi urządzeniami)
- możliwość realizacji wielu określonych, programowalnych funkcji automatyki,
- układy logiki programowalnej umożliwiające realizację układów logicznych wiążących funkcje logiczne oraz wejścia i wyjścia urządzeń w sposób ustalany programowo przez użytkownika,
- porty szeregowo o szybkości wymiany danych pozwalającej na realizację układów automatyki działających w czasie kilku ms.

Biorąc pod uwagę wspomniane cechy, dokonałem podziału wymagań dotyczących urządzeń, rozdzielając je na wymagania dotyczące:

- konstrukcji oraz cech urządzenia fizycznego nazywanego często platformą sprzętową, w nawiązaniu do:
 - norm kompatybilności elektromagnetycznej, norm środowiskowych, norm izolacji itd., sprawdzanych w ramach weryfikacji zgodności technologicznej urządzenia (testy typu),
 - wymagań dotyczących zgodności z założeniami konstrukcyjnymi, w tym m.in. zakresów pomiarowych i dokładności pomiarów sygnałów na wejściach analogowych, poprawności oraz dokładności odwzorowania charakterystyk (np. filtrów analogowych), zakresów pomiarowych, poziomów przełączeń stanów wejść dwustanowych itp., sprawdzanych w ramach weryfikacji zgodności funkcjonalnej urządzenia (testy typu),
- wykonywanych funkcji, realizowanych w programie działającym na wspomnianej platformie sprzętowej, sprawdzanych podczas funkcjonalnych testów działania (testy typu), których celem jest weryfikacja działania urządzenia podczas określonych stanów sygnałów pomiarowych i sterujących, symulujących konkretne warunki jego pracy (np. sprawdzająca stan sygnałów wyjść dwustanowych pojawiający się

podczas wymuszania sygnałów analogowych o wartościach odwzorowujących stan zwarcia).

Opracowałem wymagania dotyczące platform sprzętowych dla wielu typów urządzeń oraz miejsc ich pracy (rozdział 4). Uzgodniłem układy pracy urządzeń automatyki poszczególnych typów pól stacji NN, wymagane zestawy urządzeń automatyki zabezpieczeniowej pracujące w tych polach oraz wymagane zestawy funkcji realizowane przez każde z wymienionych urządzeń. Określiłem zawartość opisów wspomnianych układów oraz opracowałem wymagania dotyczące wspomnianych funkcji realizowanych przez urządzenia, które zostały zawarte w rozdziale 6.

Korzystając z norm PN-EN-60255-1:2010 oraz PN-EN-60255-27:2006, biorąc pod uwagę opinie grup ekspertów międzynarodowych CIGRE wyrażone w odpowiednich raportach, w rozdziale 7 przedstawiłem w formie tabelarycznej zakresy wymaganych testów typu oraz testów wyrobu poszczególnych typów urządzeń automatyki zabezpieczeniowej mających zastosowanie w określonych typach pól stacji NN pokazanych w rozdziale 5.

Wykonałem projekty tabel danych gwarantowanych oraz określiłem ich zawartość. Uzgodniłem zapisy kluczowych parametrów wszystkich urządzeń oraz wielokrotnie zweryfikowałem wspomniane zapisy.

4c5. Wymagania dotyczące urządzeń telekomunikacyjnych współpracujących z urządzeniami automatyki elektroenergetycznej stosowanymi w systemach stacji przesyłowych NN i WN, dedykowanych do pracy w nowych typach układów automatyki elektroenergetycznej wykorzystujących do przekazywania danych sieć komputerową Ethernet oraz IEC61850,

Należy wspomnieć, że wspomniana praca była kontynuowana w ramach innych prac badawczo-wdrożeniowych wykonywanych w następnych latach, w ramach których zostały opracowane wymagania dla urządzeń pracujących w systemach nadzoru nad urządzeniami automatyki stacji elektroenergetycznych NN i WN oraz dla urządzeń telekomunikacyjnych współpracujących z urządzeniami automatyki elektroenergetycznej. Jedną z takich prac była:

- Ryszard Kowalik, Marcin Januszewski, Desire Rasolomampionona, Emil Bartosiewicz, 1. Aktualizacja specyfikacji technicznych dotyczących: rezerwowej sygnalizacji awaryjnej, łącza inżynierskiego, układów ARST/ARNE, automatyki synchronizacji. 2. Opracowanie zasad dotyczących działania urządzeń telekomunikacyjnych, stosowanych w stacjach elektroenergetycznych, uwzględniających wymagania stawiane przez urządzenia automatyki elektroenergetycznej, stanowiących uzupełnienie standardowej specyfikacji technicznej "Wymagania techniczne dotyczące urządzeń elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej, używanych w krajowych stacjach elektroenergetycznych NN i WN", dr inż. Ryszard Kowalik (IE), PSE S.A., 501210100847, Wykonanie specyfikacji technicznych, Opracowanie naukowe, 2014-03-19, 2014

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych

Od roku 1998, w którym obroniłem pracę doktorską byłem wielokrotnie kierownikiem oraz wykonawcą systemów nadzoru nad urządzeniami automatyki elektroenergetycznej krajowych stacji WN i NN. Do tej pory zostało opracowanych, zainstalowanych i jest eksploatowanych ponad 50 systemów. W stacjach tych do 2013r były wykorzystywane urządzenia (koncentratory), których jestem autorem. Od 2013r w konstrukcjach wspomnianych urządzeń są już wykorzystywane elementy opracowane przez moich współpracowników, którzy przez lata zajmowali się ich instalacją, utrzymaniem i unowocześnianiem.

Przez szereg lat zajmowałem się również systemami rejestracji zakłóceń stosowanymi w stacjach NN i WN. W związku z tym wykonałem kilka dużych systemów rejestracji dla dużych krajowych stacji systemowych takich jak m.in. Mikułowa, Joachimów, Wielopole, Mory, Plewiska. Wykonałem również system synchronizacji czasu jednostek rejestracji pracującym w dużej stacji systemowej NN Mikułowa. System ten umożliwił uzyskanie

synchronizacji między wszystkimi jednostkami rejestracji na poziomie pojedynczych ms, co wówczas było bardzo dobrym rezultatem (R.Kowalik, „Wykonanie projektu montażu odbiornika sygnału GPS oraz dostawa, montaż i uruchomienie systemu synchronizacji czasu dla jednostki centralnej BEN systemu rejestracji zakłóceń na stacji 400/220/110 kV Mikułowa”, praca na zlecenie PSE S.A. Warszawa, zlecenie nr PI/DZI/Z/67/2002).

Prace te pozwoliły mi na zapoznanie się z najnowocześniejszymi metodami rejestracji i analizy danych pochodzących z rejestratorów zakłóceń, co z kolei umożliwiło opracowanie wymagań dotyczących wspomnianych urządzeń.

Warto wspomnieć, że wiedza uzyskana podczas realizacji prac badawczo-wdrożeniowych oraz opracowywane w ich ramach stanowiska laboratoryjne pozwalały na testowanie najnowszych urządzeń. Z tego względu zespół, którym kierowałem realizował wiele testów rozmaitych urządzeń automatyki elektroenergetycznej, które zwykle kończyły się opracowanie raportów z testów. Poniżej przedstawiono kilka przykładowych raportów:

- Ryszard Kowalik, Marcin Januszewski, Leszek Boruszewski, „Sprawdzenie poprawności działania komunikacji z zabezpieczeniem 7SA513”, praca na zlecenie SIEMENS Sp. z o.o. Warszawa, zamówienie nr 1/08/03/EM.
- R.Kowalik, M. Januszewski, L.Boruszewski: „Szkolenie dotyczące zabezpieczenia LFZR 111”, praca na zlecenie ALSTOM T&D S.A. Świebodzice, zamówienie nr SA/54/2004 (500/K/1041/0050) – praca zakończona w 2004 r.

Ze względu na wspomniane powyżej doświadczenie oraz opracowane stanowiska laboratoryjne, przez wiele lat Instytut Elektroenergetyki PW był związany umową o współpracy z PSE-Centrum, dla którego zespół, którego byłem kierownikiem testował urządzenia automatyki elektroenergetycznej.

- Marcin Januszewski, Ryszard Kowalik, Jan Machowski, Umowa na świadczenie usług laboratoryjnych w zakresie badania cyfrowych terminali zabezpieczeniowych w laboratorium Automatyki Elektroenergetycznej Instytutu Elektroenergetyki Politechniki Warszawskiej, dr inż. Ryszard Kowalik (IE), Polskie Sieci Elektroenergetyczne - Centrum S.A., 501/H/1041/0718, Świadczenie usług laboratoryjnych oraz doradztwo, Ekspertyza, 2005-05-11, 2013

Wiedza z zakresu pomiarów, rejestracji i analizy sygnałów występujących w określonych stanach pracy urządzeń systemu elektroenergetycznego wraz z doświadczeniem w konstrukcji stanowisk laboratoryjnych oraz urządzeń pomiarowych pozwoliła mi na uczestniczenie jako kierownik zespołu Instytutu Elektroenergetyki w pracach badawczych realizowanych w ramach projektu: NIALMON Nieinwazyjny system monitorowania i analizy zużycia energii elektrycznej w obszarze użytkownika końcowego, NCBiR, 513/00221/1041, Decyzja DZP/PBII/1711/2013, realizowany od 2013 do 2015r.

W ramach tego projektu zostały opracowane m.in. stanowiska pomiarowe pozwalające na określanie cech sygnałów służących do identyfikacji stanu pracy domowych urządzeń elektrycznych. Stanowiska te zostały opracowane i wykonane w dwóch wersjach: przewożnej pozwalającej na wykonywanie pomiarów w dowolnym miejscu np. w zakładzie przemysłowym oraz stacjonarne znajdujące się w pomieszczeniu budynku wydziału Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej.

Rezultatem wykonanych prac i badań było zgłoszenie i uzyskanie kilku patentów dotyczących metod identyfikacji stanów urządzeń elektrycznych.

- Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej PAT:232305 - Urządzenie do detekcji zmian trybu pracy oraz identyfikacji odbiorników w sieci zasilania oraz sposób detekcji zmian trybu pracy oraz identyfikacji odbiorników w sieci zasilania. R.Kowalik, W.Winiecki, A.Wójcik, R. Łukaszewski, K.Dowala, P.Bilski, M.Januszewski, 2018
- Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej PAT:232306 - Urządzenie do identyfikacji odbiorników w sieci zasilania oraz sposób identyfikacji odbiorników w sieci zasilania. R.Kowalik, W.Winiecki, A.Wójcik, R. Łukaszewski, K.Dowala, P.Bilski, Ł.Nogal, 2018
- Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej PAT.425578 - Urządzenie do

identyfikacji odbiorników w sieci zasilania oraz sposób identyfikacji odbiorników w sieci zasilania, R.Kowalik, W.Winiecki, A.Wójcik, R. Łukaszewski, K.Dowala, P.Bilski, Ł.Nogal, 2019

Prace, w których brałem udział jako kierownik i jeden z głównych wykonawców, były wielokrotnie nagradzane przez władze uczelni. Poniżej znajduje się lista otrzymanych wyróżnień.

- Marcin Januszewski, Ryszard Kowalik, Karol Kurek, Marek Stateczny, Paweł Zalewski, Krzysztof Tomaszek, Emil Bartosiewicz, Łukasz Nogal, Mariusz Bulewicz, Nagroda Rektora PW NAUKOWA I stopnia, Rodzaj nagrody: 'Działalność naukowa lub naukowo-badawcza', Nagroda I stopnia JM Rektora Politechniki Warszawskiej za osiągnięcia naukowe, Poziom nagrody: Nagroda, Poziom współpracy: Zespołowa, Rektor Politechniki Warszawskiej, 2016
- Krzysztof Glik, Marcin Januszewski, Paweł Kopański, Ryszard Kowalik, Desire Rasolomampionona, Nagroda Rektora PW, zespołowa za osiągnięcia naukowe, II stopnia, Politechnika Warszawska, 2010

Prace wykonywane dla przemysłu, które skutkowały opracowywaniem kolejnych stanowisk badawczych lub testowych starałem się zwykle w ciągu kilku lat przekształcać w stanowiska laboratoryjne, które znajdowały miejsce w laboratoriach dydaktycznych pozwalających na zapoznawanie się z nowymi rozwiązaniami technologicznymi studentom i doktorantom. Tego rodzaju podejście doprowadziło do powstania kilku nowoczesnych przedmiotów oraz związanych z nimi laboratoriów.