



BIULETYN

TECHNICZNO - INFORMACYJNY



Zarządu Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich

Nr 4/2006 (33)

ISSN 1428-8966

Wrzesień 2006



P400-TCS

NOWOCZESNOŚĆ W ENERGETYCE

ALSTOM

*Seminarium rocznicowe:
Od Elektrobudowy poprzez Eltę do ABB
95 rocznica urodzin i 55 lat pracy
Zbigniewa Kopczyńskiego*



Łódź, 25 października 2006 r.

organizują:

*ABB Sp. z o.o., Oddział Łódzki SEP, Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych
Politechniki Łódzkiej*



VI KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA

**TRANSFORMATORY
ENERGETYCZNE
I SPECJALNE**

KAZIMIERZ DOLNY 11-13 października 2006



www.zrew.com.pl



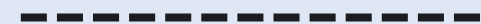
OSOBY ZAINTERESOWANE PROSIMY O KONTAKT:

Małgorzata Siedlarek – Sekretarz Organizacyjny
ZREW Transformatory
92-412 Łódź, ul. Rokicińska 144
tel. (42) 675 31 79, fax (42) 675 31 59
e-mail: malgorzata_siedlarek@zrew.com.pl

Krzysztof Majer – Sekretarz Naukowy
Politechnika Łódzka – Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych
90-924 Łódź, ul. Stefanowskiego 18/22
tel. (42) 631 25 71, 631 25 81, fax. (42) 636 23 09
e-mail: majer@p.lodz.pl

Spis treści:

Modernizacja systemów automatyki turobozespołów – elektroniczny system P400 produkcji ALSTOM Power	2
Wartości przepięć ziemnozwarciowych na zaciskach transformatora 110 kV	6
Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej – oferta dla przemysłu	13
Biuro Karier Politechniki Łódzkiej	16
Aleksander Maroszyński – wspomnienie pośmiertne	17
Sprawozdanie z Konkursu na najlepszą pracę dyplomową inżynierską na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ	18
II posiedzenie Rady Prezesów SEP	18
Geotermia w Uniejowie	20
Wycieczki Koła Seniorów	20



Komitet Redakcyjny:

mgr inż. Mieczysław Balcerek – Sekretarz
dr hab. inż. Andrzej Dębowski, prof. P.Ł.
– Przewodniczący

mgr Anna Grabiszewska

mgr inż. Lech Grzelak

dr inż. Adam Ketner

dr inż. Tomasz Kotlicki

mgr inż. Jacek Kuczkowski

prof. dr hab. inż. Franciszek Mosiński

prof. dr inż. Władysław Pełczewski

mgr inż. Krystyna Sitek

dr inż. Józef Wiśniewski

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treść ogłoszeń. Zastrzegamy sobie prawo dokonywania zmian redakcyjnych w zgłoszonych do druku artykułach.

Redakcja:

Łódź, pl. Komuny Paryskiej 5a, pok. 404

tel. 042-632-90-39, 042-630-94-74

Skład: Alter

tel. 042-676-45-10, 0605 725 073

Druk: BiK

Łódź, ul. Obywatelska 106/112

tel. 042-676-07-78

Wydawca:

Zarząd Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich

90-007 Łódź, pl. Komuny Paryskiej 5a

tel./fax (0-42) 630-94-74, 632-90-39

e-mail: seplodz@onet.pl sep.lodz@neostrada.pl

http://sep.p.lodz.pl

www.sep.lodz.wizytowka.pl

Konto: I Oddział KB SA w Łodzi 21 1500 1038 1210 3005 3357 0000

Szanowni Państwo

Po opisanu najważniejszych wydarzeń związanych z XXXIII Walnym Zjazdem Delegatów Stowarzyszenia Elektryków Polskich, który gościliśmy w Łodzi w czerwcu br., w poprzednim numerze, w tym powracamy do tradycyjnego prezentowania zgłoszonych do naszego komitetu redakcyjnego materiałów naukowo-technicznych i informowania o aktualnościach w naszym oddziale. Rozpoczynamy od artykułu zespołu autorów z firmy ALSTOM Power: Elżbiety Michałek, Wiesława Gumulaka i Jarosława Bałachowskiego poświęconego możliwościom wykorzystania elektronicznego systemu P400-TCS, opracowanego i produkowanego przez tę firmę, do modernizacji systemów automatyki turbozespołów. System ten, przewidziany do regulacji i zabezpieczania turbin parowych, w różnych wariantach w ostatnich czterech latach został zainstalowany w wielu elektrowniach w USA, Kanadzie, Peru i w Polsce. Oparty jest na produktach PAC oraz PAL oferowanych przez firmę GE Fanuc. Drugim artykułem naukowo-technicznym jest prezentacja przez Andrzeja Kanickiego i Józefa Wiśniewskiego z Instytutu Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej wyników przeprowadzonych przez nich obliczeń wartości ziemnozwarciowych przepięć ustalonych i nieustalonych, jakim są poddawane nieuziemiony zacisk neutralny i zaciski liniowe transformatorów 115 kV/15,75 kV pracujących w sieci 110 kV ze skutecznie uziemionym punktem neutralnym. Wnioski podane przez autorów, wynikające z tych obliczeń, zainteresują z pewnością inżynierów zajmujących się eksploatacją sieci elektroenergetycznych. Część naukowo-techniczną zamyka artykuł prof. Jacka Kabzińskiego i Karoliny Klinger opisujący ofertę dla przemysłu zgłaszaną przez Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki (WEEIA) Politechniki Łódzkiej zaprezentowaną na XXXIII Walnym Zjeździe Delegatów SEP. Strategicznym celem tego wydziału, jednej z największych uczelni technicznych w naszym kraju, jest stworzenie ośrodka integrującego środowisko naukowe, techniczne, przemysłowe i edukacyjne Makroregionu Łódzkiego, który gotów będzie wspomagać swoją wiedzą wszystkie instytucje wpływające swoim działaniem na jakość życia mieszkańców.

W części informacyjnej naszego Biuletynu zamieszczamy wspomnienie o Koledze Aleksandrze Maroszyńskim, prezesie OŁ SEP w latach 1954–55, w związku z jego niedawną śmiercią. Informujemy także o wynikach kolejnego, tradycyjnego konkursu na najlepszą pracę dyplomową inżynierską na wydziale WEEIA Politechniki Łódzkiej, II posiedzeniu Rady Prezesów SEP i wycieczkach organizowanych przez nasze Koło Seniorów. Zamieszczamy także ogłoszenie zawiadamiające wszystkich zainteresowanych o uroczystym seminarium zorganizowanym dla uczczenia 95 rocznicy urodzin i 55 lat pracy inżyniera Zbigniewa Kopczyńskiego, który znacząco przyczynił się do tego, że Łódź stała się znanym na całym świecie centrum naukowo-przemysłowym zajmującym się opracowywaniem nowych konstrukcji transformatorów energetycznych i ich produkcją.

Zarząd Oddziału Łódzkiego SEP zwraca się z prośbą do wszystkich członków naszego Stowarzyszenia o zgłaszania do Biura Zarządu Oddziału przy Placu Komuny Paryskiej wszystkich zmian w danych telefonicznych i adresowych. Pozwoli to na zaktualizowanie bazy danych i ułatwi wzajemny kontakt.

Komitet Redakcyjny

Elżbieta Michałek, Wiesław Gumulak,
Jarosław Bałachowski

Modernizacja systemów automatyki turobozespołów – elektroniczny system P400 produkcji ALSTOM Power

1. P400-TCS – system regulacji i zabezpieczeń turbin parowych

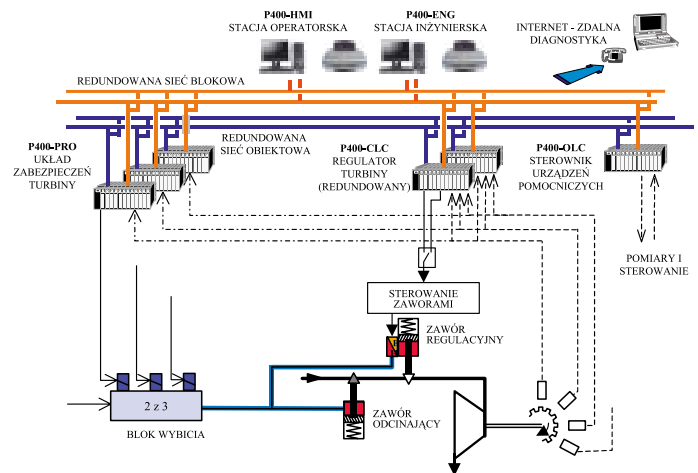
System automatyki P400-TCS zaprojektowany i wdrażany przez ALSTOM Power oparty jest na produktach rodziny PAC oraz PLC oferowanych przez firmę GE Fanuc. Programowalne urządzenia, a w szczególności sterowniki tej firmy produkowane są według najnowszych technologii oraz światowych trendów w tej dziedzinie. Istotną zaletą sterowników GE Fanuc jest ich dostępność na otwartym rynku (lokalni dystrybutorzy lub firma ALSTOM Power), wsparcie techniczne oraz dostęp do magazynu części zamiennych gwarantowany na długi okres czasu. Cechą charakterystyczną sterowników jest ich elastyczna konfiguracja oraz wysoka niezawodność potwierdzona w praktycznej realizacji projektów wymagających spełnienia najwyższych norm w zakresie bezpieczeństwa oraz dyspozycyjności instalacji przemysłowych. Wysokie możliwości sprzętowe oraz programowe platformy GE Fanuc zdecydowały o zastosowaniu jej w układach automatyki projektowanych przez koncern o światowym zasięgu – ALSTOM.

2. Architektura systemu P400-TCS

System P400-TCS obejmuje swoim zakresem funkcje związane z regulacją parametrów procesowych turbiny parowej P400-CLC, układem zabezpieczeń turbiny P400-PRO (dwu lub trój-kanalowy) oraz układem sterowania urządzeniami pomocniczymi turbiny P400-OLC. Cały system P400 zawiera również inne moduły automatyki blokowej jak P400-BOC (układ automatyki kotła), P400-AVR (automatyczny regulator napięcia wzbudzenia generatora), P400-SOE (rejestrator zdarzeń o rozdzielczości 1ms), P400-BOT (moduł obliczeń naprężeń termicznych turbiny). Wszystkie sterowniki wchodzące w skład systemu komunikują się przy pomocy wewnętrznej, redundowanej i deterministycznej magistrali systemowej GENIUS. Stacja Inżynierska P400-ENG, wspólna dla całego systemu automatyki, jak również Stacja Operatorska P400-HMI, komunikuje się z systemem za pomocą sieci Ethernet (pojedynczej lub redundowanej).

P400-TCS jest systemem modułowym o otwartej architekturze, zaprojektowany w oparciu o sterowniki serii PLC GE Fanuc serii 90-30 i sterowniki najnowszej generacji PAC RX7i (Programmable Automation Controller). Regulator turbiny występuje w dwóch konfiguracjach – wersja

nieredundowana i redundowana. Zabezpieczenia turbiny zrealizowane na niezależnych sterownikach oferowane są zazwyczaj w oparciu o logikę 2 z 3 kanałów zabezpieczeń (lub 1 z 2).



Rys. 1. Typowa architektura systemu P400-TCS

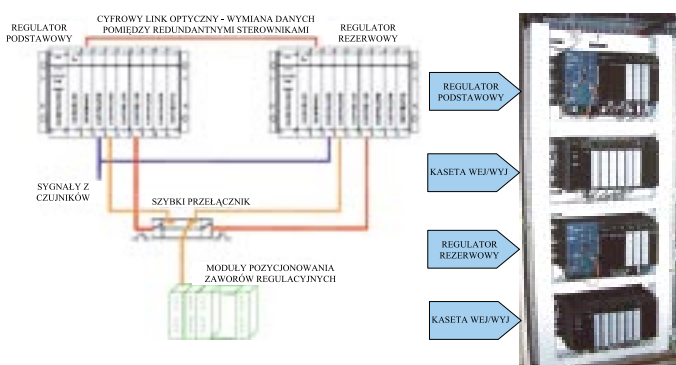
3. Układ „gorącej” rezerwy sterowników regulatora turbiny i urządzeń okołoturbinowych

Możliwość tworzenia redundowanych systemów z bardzo szybką synchronizacją danych obliczeniowych pomiędzy jednostkami procesorowymi (za pomocą łącz światłowodowych) jest kluczowym elementem w stosowaniu sterowników GE Fanuc w układach regulacji turbin. W celu zapewnienia wymaganej jakości regulacji zakłada się, że czas pętli obliczeniowej algorytmu regulacji nie powinien przekroczyć 40 ms. Zadaniu temu sprostał sterownik serii PAC RX7i w wersji redundowanej z procesorem Celeron (Pentium III) 700 MHz. Redundowana cała automatyka regulatora turbiny składa się z dwóch identycznych zestawów kaset: podstawowej i rezerwowej (Hot Standby Redundancy). Każdy z zestawów wyposażony jest w jeden moduł procesora głównego, moduły komunikacyjne, zasilacz 24VDC oraz moduły wej/wyj. Podczas pracy układu, procesor rezerwowy wykonuje ten sam algorytm równocześnie z procesorem aktywnym a jego pamięć jest uaktualniana danymi procesora aktywnego synchronicznie z każdym cyklem pracy sterownika za pomocą specjalnych modułów komunikacyjnych połączonych światłowodem.

Taka konfiguracja zapewnia bezzderzeniowe przełączenie z jednego sterownika na drugi w przypadku awarii sterownika aktywnego. Przełączenie pomiędzy sterownikiem aktywnym i rezerwowym jest inicjalizowane automatycznie w przypadku niepomyślnego zakończenia procedury autodiagnostyki systemu (wykonywanej z każdym cyklem obliczeniowym) lub programowo w zależności od warunków określonych przez projektanta systemu. Informacje diagnostyczne mówiące o stanie systemu przesyłane są do stacji operatorskiej oraz zapisywane w wewnętrznej tablicy błędów sterownika. Sygnały obiektowe z czujników pomiarowych (binarne i analogowe) połączone są jednocześnie do dwóch zestawów modułów wej/wyj sterownika podstawowego i rezerwowego. Wyjściowe sygnały analogowe do układu sterowania położeniem zaworów regulacyjnych turbiny połączone są poprzez szybkie przekaźniki, które zapewniają natychmiastowe przełączenie sygnału sterującego w zależności od stanu pracy sterowników regulatora turbiny (aktywny czy rezerwowo).

Taka architektura układu automatyki zapewnia pełną redundancję programową oraz sprzętową na każdym poziomie. W znacznym stopniu podnosi dyspozycyjność układu regulacji, co zmniejsza prawdopodobieństwo wyłączenia turbiny spowodowane uszkodzeniem jakiegokolwiek z elementów systemu. Istnieje możliwość dokonania zamian programowych on-line oraz wymiany modułów bez obniżenia funkcjonalności układu podczas pracy turbiny. Zastosowanie układu tego typu daje możliwość obniżenia kosztów związanych z przestojami spowodowanymi serwisem i awariami.

Ważną cechą systemu P400 jest otwartość komunikacyjna (obsługa protokołów szeroko stosowanych w automatyce przemysłowej) i elastyczność związana m.in. z możliwością stosowania modułów wejść/wyjść zgodnych z magistralą VME (w tym modułów pochodzących od sterownika 90-70 lub innych producentów). Szeroka gama oferowanych kart wejść/wyjść pozwala łatwo skonfigurować system zależnie od potrzeb.



Rys. 2. Koncepcja redundancji sterownika regulatora turbiny oraz widok szafy

Sterownik regulatora turbiny systemu P400-TCS pełni także funkcje komunikacyjne ze stacją operatorską P400-HMI lub z nadrzędnym systemem automatyki innych firm. Zastosowane w sterownikach PAC RX7i

mechanizmu redundowanego adresu IP (komunikacja Ethernet) zapewnia wymianę danych tylko z aktywnym w danej chwili sterownikiem, a przełączenie pomiędzy redundowanymi sterownikami nie ma wpływu na proces transmisji danych.

Standardowym wyposażeniem systemu P400-TCS jest panel operatorski LCD (kolorowy, wykonany w technologii „TouchScreen”), zainstalowany na drzwiach szafy sterowniczej lub na pulpicie w nastawni głównej. Zadaniem jego jest zapewnienie podstawowych funkcji sterowniczych związanych za pracą układu w przypadku utraty cyfrowej komunikacji z centralnym systemem nadzoru i sterowania.

4. Układ zabezpieczeń zrealizowany na niezależnych sterownikach

Układ zabezpieczeń turbiny P400-PRO odpowiedzialny jest za uzbrojenie układu hydraulicznego, testy zabezpieczeń oraz wyłączenie turbiny w przypadku przekroczenia dopuszczalnych parametrów procesowych lub w przypadku awarii istotnych z punktu bezpieczeństwa elementów systemu (awaria sterowników PLC, utrata komunikacji cyfrowej pomiędzy sterownikami systemu, awaria torów pomiarowych itp.). Trójkanałowy elektroniczny układ zabezpieczeń składa się z trzech niezależnych sterowników sterujących trzema elektromagnetycznymi zaworami zainstalowanymi w hydraulicznym bloku wybicia turbiny pracującym zgodnie z logiką 2 z 3 (zob. rys. 3). Zastosowanie trójkanałowej architektury układu zabezpieczeń zapewnia wysoki poziom niezawodności pracy układu oraz znaczne zwiększenie jego dyspozycyjności (awaria jednego z kanałów zabezpieczeń pozwala na zachowanie ciągłości pracy turbiny, podczas gdy pozostała, sprawna część układu zaczyna pracować zgodnie z logiką 1 z 2). Wartości procesowe (analogowe i binarne) z potrójnych czujników pomiarowych podłączone są do sterowników układu zabezpieczeń (jeden pomiar do jednego z kanałów zabezpieczeń). Następnie, dane te rozsyłane są pomiędzy sterownikami (magistralą cyfrową), z których każdy dokonuje sprawdzenia czy nastąpiło przekroczenie dopuszczalnej wartości parametru procesu na zasadzie głosowania 2 z 3. W szczególny sposób zrealizowane jest zabezpieczenie od nadmiernych obrotów opisane w punkcie 6.

Sterowniki układu zabezpieczeń połączone są ze sobą deterministyczną magistralą Genius (czas cyklu pracy magistrali w obrębie zabezpieczeń nie przekracza 20 ms). Magistrala ta służy do przesyłania danych procesowych oraz diagnostycznych pomiędzy poszczególnymi kanałami układu zabezpieczeń, a także do komunikacji ze sterownikiem regulatora turbiny.

Algorytm sterownika układu zabezpieczeń zawiera procedurę identyfikacji pierwszej przyczyny wybicia turbiny. Pozwala to na szybkie i jednoznaczne określenie przyczyny awarii przez operatorów systemu.

Wykorzystując platformę sprzętową GE Fanuc (system GMR - Genius Modular Redundancy) istnieje możliwość zrealizowania układu zabezpieczeń spełniającego standardy bezpieczeństwa (od SILO do SIL3) określone w między-



Rys. 3. Architektura trójkanałowego układu zabezpieczeń oraz widok szafy

narodowej normie IEC61508. System GMR jest szeroko stosowany w układach tzw. ESD (Emergency Shutdown System) jako system awaryjnego wyłączenia procesu; posiada on wbudowane mechanizmy eliminujące podjęcie wyłączenia produkcji w przypadkach błahych (np. awaria czujnika). Podstawą systemu są jednostki procesorowe sterowników serii 90-70, magistrale Genius oraz specjalizowane moduły wej/wyj Bloki Genius. Sposób głosowania zależny jest od konfiguracji systemu (możliwe do zrealizowania sposoby głosowań to 1001, 1002, 2002, 2003).

5. Podstawowe dane techniczne systemu P400-TCS

Sterownik regulatora turbiny i zabezpieczeń:

Dane techniczne procesorów:

procesor:	P400-CLC	P400-PRO;
prędkość:	Celeron (Pentium III), 700 MHz	Intel 386, 25 MHz;
pamięć:	10 MByte	240 KByte.

Cykle czasowe systemu:

regulator prędkości CLC:	<20 ms;
inne pętle regulacji CLC:	<20 ms;
zabezpieczenie od nadmiernych obrotów:	<20 ms;
inne zabezpieczenia:	<50 ms.

Dane techniczne modułów I/O:

- zaciski wejściowe w postaci wyjmowanej złączki;
- każdy moduł wyposażony w diody LED informujące o stanie modułu;
- stan modułu przesyłany do jednostki centralnej;
- liczba dostępnych kanałów pomiarowych: od 2 do 64 (w zależności od typu modułu).

Protokoły komunikacyjne:

Genius, TCP/IP, ModBus Serial (RTU);
ModBus Ethernet (TCP/IP), Profibus, Interbus S;
SNP/SRTP/NTP i wiele innych.

Środowisko pracy sterowników:

- temperatura pracy: 0 ÷ +60°C;

- temperatura przechowywania: -40 ÷ +85°C;
- wilgotność względna: 5 ÷ 95% (bez kondensacji);

6. Układ zabezpieczeń od nadmiernych obrotów turbiny

Najbardziej krytycznym parametrem z punktu widzenia bezpieczeństwa pracy turbiny parowej jest jej prędkość obrotowa. Wzrost prędkości ponad dopuszczalną wartość może doprowadzić do poważnej w skutkach awarii. Aby sprostać wymogom bezpieczeństwa w tym zakresie stosuje się trójkanałowy elektroniczny układ zabezpieczeń od nadmiernej prędkości obrotowej, zrealizowany na niezależnej, specjalizowanej w tym celu kasecie pomiarowej. Układ ten posiada certyfikat zgodności z normą IEC 61508 na poziomie SIL3. Zapewniony stopień niezawodności i dyspozycyjności dopuszcza pracę turbiny bez dodatkowego mechaniczno-hydraulicznego zabezpieczenia od nadmiernych obrotów stosowanego do tej pory w większości turbin parowych (spełnia wymagania polskiej normy turbinowej PN-IEC 45-1 oraz niemieckiej normy VGB-R 103M w zakresie zabezpieczenia od nadmiernych obrotów).

Kaseta składa się z trzech niezależnych modułów pomiaru prędkości współpracujących z trzema impulsowymi czujnikami zamontowanymi nad kołem impulsowym w bloku przednim turbiny. W przypadku przekroczenia dopuszczalnych obrotów lub wykrycia błędu podczas procedury autodiagnostyki systemu, następuje wybijenie turbiny poprzez bezpośrednie przerwanie obwodu zasilania cewek hydraulicznego bloku wybijania turbiny.



Podstawowe właściwości kasety:

- trzy niezależne kanały pomiarowe;
- czas reakcji przy zwyżce obrotów <10 ms;
- generacja progu wybijania niezależnie od sterowników PLC układu zabezpieczeń;
- autodiagnostyka systemu pomiarowego oraz diagnostyka czujników pomiarowych (automatyczne zadziałanie kanału w przypadku wykrycia usterki);
- redundowany zasilacz kasety 24VDC;
- symulacyjne testy elektronicznego zabezpieczenia za pomocą wewnętrznego generatora impulsów;
- współpraca z lokalnymi wskaźnikami pomiaru prędkości obrotowej (w nastawni i przy turbinie);
- wymiana modułów podczas pracy układu;
- programowanie przy pomocy PC;
- generacja sygnałów według logiki 1z 3 lub 2 z 3;
- MTBF >100 lat (Mean Time Between Failure).

Właściwości wyżej przedstawionego systemu zabezpieczeń (symulacyjne testowanie poszczególnych kanałów podczas pracy turbiny) pozwalają na rezygnację z procedury testów zabezpieczeń od nadmiernych obrotów poprzez rzeczywisty ich wzrost, ograniczając w ten sposób przeciążenia mechaniczne, szkodliwe dla żywotności elementów wirujących turbiny (testy tego typu wymagane są w przypadku zabezpieczeń mechaniczno-hydraulicznych).

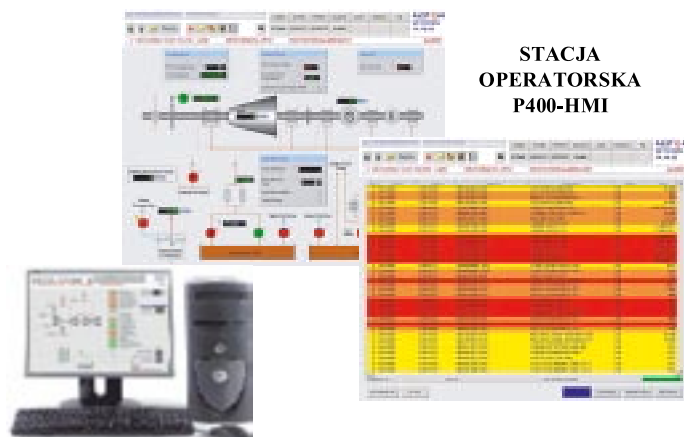
7. Stacja operatorska – P400-HMI

Stacja operatorska przeznaczona dla systemu P400 oparta jest na oprogramowaniu SCADA – PROFICY iFix firmy GE Fanuc. Stacja operatorska pracuje w środowisku Windows i ma architekturę typu klient/serwer. Możliwy zakres aplikacji rozciąga się od małych samodzielnych systemów, po duże, sieciowe konfiguracje, obejmujące rozwiązania na poziomie całej elektrowni. Użycie technologii standardu przemysłowego umożliwia stworzenie otwartego i swobodnie rozszerzalnego systemu stacji operatorskiej, łatwego w konfiguracji i obsłudze.

Poniższe funkcje są częścią standardowej aplikacji stacji operatorskiej (P400-HMI):

- nadzór nad procesem: szybki monitoring umożliwiający natychmiastową reakcję na zmiany wielkości procesowych;
- zaawansowane procedury alarmowania: niezawodny, elastyczny i łatwy w użyciu system z nieograniczoną liczbą alarmów, alarmami wyjątkowymi, priorytetami alarmów oraz zdalnym zarządzaniem alarmami;
- zarządzanie danymi: gromadzenie i przetwarzanie danych, przechowywanie danych historycznych, eksport do popularnych formatów baz danych;
- dane historyczne: automatyczne uśrednianie w zależności od horyzontu czasowego, przechowywanie i wyświetlanie danych procesowych;
- raportowanie: architektura i zaawansowane możliwości aplikacji iFix umożliwiają wielorakie sposoby raportowania.

Dla dużych i rozbudowanych instalacji sieć komunikacyjna HMI zbudowana jest w oparciu o pierścieniową sieć



Rys. 4. Stacja operatorska P400-HMI - przykład

STACJA
OPERATORSKA
P400-HMI

światłowodową. Dla mniejszych aplikacji standardowo stosowana jest komunikacja oparta na protokole TCP/IP lub innym, zgodnym z wymaganiami klienta.

8. Diagnostyka systemu

W dobie gospodarki rynkowej diagnostyka zaczyna odgrywać bardzo istotną rolę we wszystkich dziedzinach przemysłu, również w energetyce. Trafne zdiagnozowanie potencjalnego, bądź zaistniałego już problemu wraz z szybką akcją prewencyjną może zapobiec wybuchowi turbiny lub znacznie zredukować czasu postoju awaryjnego, w efekcie minimalizując straty finansowe zakładu produkcyjnego.

System P400 oferuje szereg funkcji diagnostycznych na poziomie sprzętowym (hardware) i programowym (software). Aktualne stany pracy poszczególnych modułów wejść/wyjść, informacje o uszkodzeniu modułu, zakłóceniu toru pomiarowego bądź magistrali wewnątrzsystemowej są przesyłane do stacji operatorskiej, dzięki czemu operator może na bieżąco oceniać stan pracy całego systemu i bardzo szybko zdiagnozować potencjalny problem. Informacje diagnostyczne są również gromadzone w samym sterowniku i są dostępne za pomocą stacji inżynierskiej.

Istotną cechą systemu jest możliwość zdalnej diagnostyki oraz serwisu poprzez połączenie internetowe lub linię telefoniczną (modem).



Rys. 5. Obraz diagnostyczny na stacji operatorskiej P400-HMI – przykład

9. Wdrożenia systemu P400

W latach 2002-2006 system P400 w różnych wariantach został zainstalowany w wielu elektrowniach w USA, Kanadzie, Peru i w Polsce. W Polsce do dnia dzisiejszego system P400-TCS został zainstalowany i uruchomiony na jednej turbinie upustowo-kondensacyjnej o mocy 55 MW (P400-CLC oraz P400-PRO), kolejna aplikacja o znacznie większym zakresie jest w trakcie realizacji (P400-CLC, P400-PRO, P400-OLC oraz P400-HMI). W polskich elektrowniach zainstalowane zostało do tej pory również

pięć aplikacji P400-BOT (Blok Ograniczeń Termicznych Turbiny), a trzy podobne są w trakcie realizacji. W USA, Kanadzie i Peru zainstalowano 14 systemów P400 jako regulatory turbin parowych (P400-TCS), układy automatyki kotła (P400-BOC), automatyczne regulatory napięcia (P400-AVR) oraz systemy monitorowania turbin gazowych (P400-GMS).

Systemy P400-TCS przeznaczone na rynek polski są projektowane, testowane i uruchamiane przez specjalistów ALSTOM Power w Elblągu. Firma zapewnia 24 godzinny

serwis gwarancyjny i po gwarancyjny, części zapasowe oraz wsparcie techniczne dla systemu P400.

Elżbieta Michałek

ALSTOM Power, Elbląg, Polska

Wiesław Gumulak

ALSTOM Power, Midlothian VA, USA

Jarosław Bałachowski

ALSTOM Power, Elbląg, Polska

Andrzej Kanicki, Józef Wiśniewski

Wartości przepięć ziemnozwarciowych na zaciskach transformatora 110 kV

Streszczenie: W artykule zaprezentowano wyniki obliczeń wartości ziemnozwarciowych przepięć ustalonych i nieustalonych, jakim są poddawane nieuziemiony zacisk neutralny i zaciski liniowe transformatorów 115 kV/15,75 kV, pracujących w sieci 110 kV ze skutecznie uziemionym punktem neutralnym. W tym celu w pierwszym etapie obliczono te wartości w oparciu o zależności analityczne. Następnie dla wybranej typowej stacji i fragmentu sieci 110 kV ponownie wyznaczono wartości przepięć ustalonych i nieustalonych w różnych stanach ruchowych tej stacji czy sieci. Obliczone wartości przepięć porównano z wartościami napięcia probierczego przemiennego doprowadzonego z obcego źródła dla transformatorów podczas ich badań. Celem tego porównania jest stwierdzenie, czy przepięcia występujące w czasie eksploatacji, zarówno w stanach ustalonych jak i przejściowych nie przekraczają wartości napięć probierczych doprowadzonych, stosowanych w badaniach odbiorczych transformatora.

1. Wstęp

W sieci 110 kV transformatory zasilające sieć średniego napięcia pracują z uziemionym lub odziemionym zaciskiem neutralnym, choć sama sieć 110 kV pracuje ze skutecznie uziemionym punktem neutralnym. Celem niniejszego artykułu jest zaprezentowanie wartości napięć, jakim są poddawane zaciski neutralny i liniowe transformatorów, które pracują z odziemionym zaciskiem neutralnym. Napię-

cia te zostały wyznaczane podczas zwarcia jednofazowego oraz jego wyłączenia. Zostaną obliczone zarówno składowe ustalone tych napięć (składowe mające częstotliwość równą częstotliwości sieciowej) jak i składowe nieustalone.

Zgodnie z *Instrukcją ruchu i eksploatacji sieci przesyłowej* [1] sieć zamknięta pracuje z bezpośrednio uziemionym punktem neutralnym w taki sposób, aby we wszystkich stanach ruchowych współczynnik zwarcia doziemnego, określony jako stosunek maksymalnej wartości napięcia fazowego podczas zwarcia z ziemią do wartości znamionowej napięcia fazowego w danym punkcie sieci, nie przekraczał wartości 1,4 w sieci o napięciu znamionowym 110 kV. Zgodnie z instrukcją spełnienie tego wymagania jest możliwe, gdy:

$$\frac{R_{(0)}}{X_{(1)}} \leq 1 \quad \text{oraz} \quad 1 \leq \frac{X_{(0)}}{X_{(1)}} \leq 3 \quad (1)$$

Wartości w zależnościach (1) wynikają z maksymalnego współczynnika zwarcia doziemnego. Jednocześnie ze względu na wartości prądu zwarcia jednofazowego stosunek $X_{(0)}/X_{(1)}$ powinien być większy lub równy 1, w przeciwnym razie prąd ten będzie większy od prądu zwarcia trójfazowego. Odpowiednią wartość $X_{(0)}/X_{(1)}$ i $R_{(0)}/X_{(1)}$ utrzymuje się poprzez uziemianie lub odziemianie zacisków neutralnych transformatorów. PSE Operator wyznacza, które transformatory mają pracować z bezpośrednio uziemionym zaciskiem neutralnym, a które z izolowanym zaciskiem i wyniki takiej analizy przesyła do spółek dystrybucyjnych w celu realizacji tej propozycji.

Według [2, 3, 4] znamionowe krótkotrwałe napięcie probiercze przemienne indukowane ($f > 50$ Hz) lub doprowadzone z obcego źródła (próba ACSD, $f = 50$ Hz)) dla transformatorów o najwyższym napięciu urządzenia U_m równym 123 kV wynosi 185 kV lub 230 kV wartości skutecznej (zależnie od umowy między producentem a nabywcą). Napięcie takie wymuszane jest podczas badania transformatora na czas 60 s. Z kolei znamionowe napięcie probiercze piorunowe (próba LI) wynosi 450 kV lub 550 kV.

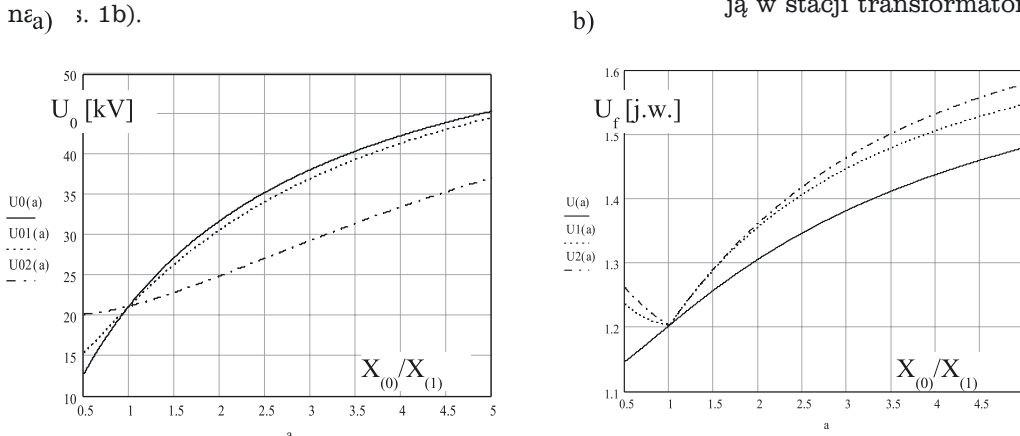
Izolacja zacisku neutralnego badana jest napięciem zależnym od rodzaju izolacji uzwojenia. Zacisk neutralny przewidziany tylko do uziemienia (izolacja stopniowana) jest badany napięciem probierczym przemiennym o wartości skutecznej co najmniej 38 kV. Transformator z uzwojeniem górnego napięcia o izolacji niestopniowanej jest badany napięciem przemiennym doprowadzonym (50 Hz) bez rozróżniania poziomu izolacji zacisków liniowych i neutralnego.

2. Wyznaczenie napięcia zacisku neutralnego i liniowego w zależności od warunków sieciowych

W oparciu o zależności znane z książek [5, 6] czy z aktualnej normy dla wyznaczania prądów zwarciovych w sieciach trójfazowych prądu przemiennego [7] obliczono:

- Wartości napięcia składowej zerowej występującego podczas zwarcia jednofazowego, czyli napięcia na izolowanym zacisku neutralnym transformatora, w funkcji stosunku $X_{(0)}/X_{(1)}$, w zakresie od wartości 0,5 do 5 oraz dla kilku wartości stosunku $R_{(0)}/X_{(1)}$ takich, aby otrzymać cały zakres zmian tej wielkości. Wyniki obliczeń napięcia składowej zerowej przedstawiono na rys. 1a).

- Wartości napięcia faz zdrowych podczas zwarcia jednofazowego w funkcji stosunku $X_{(0)}/X_{(1)}$, w zakresie od wartości 0,5 do 5 oraz dla kilku wartości stosunku $R_{(0)}/X_{(1)}$ takich, aby otrzymać cały zakres zmian tej wielkości. Wyższą wartość z napięć faz zdrowych przedstawiono na rys. 1b).



Rys. 1. Wartości napięcia: a) składowej zerowej, czyli napięcia na izolowanym zacisku neutralnym, b) wyższa wartość z napięć faz zdrowych podczas zwarcia jednofazowego, w funkcji stosunku $X_{(0)}/X_{(1)}$ dla różnych wartości stosunku $R_{(0)}/X_{(1)}$, gdzie: linia ciągła odnosi się do $R_{(0)}/X_{(1)} = 0$, linia kropkowana odnosi się do $R_{(0)}/X_{(1)} = 0,5$ a linia typu kreska-kropka odnosi się do $R_{(0)}/X_{(1)} = 1$ dla rys. 1b) oraz $R_{(0)}/X_{(1)} = 2$ dla rys. 1a)

Napięcie składowej zerowej zaprezentowane na rys. 1a) zostało obliczone przy założeniu, że napięcie źródła zasilającego zwarcie wynosi 110 kV. W sytuacji, gdy w sieci należy rozważyć jako napięcie zasilające, najwyższe napięcie urządzenia, czyli 123 kV, to wartość napięcia składowej zerowej mnoży się przez stosunek 123/110.

Wyższa wartość z napięć faz zdrowych przedstawiona na rys. 1b), jak i dalsze wyniki podane w jednostkach względnych należy pomnożyć przez napięcie podstawowe (110 kV $/\sqrt{3}$ lub 123 kV $/\sqrt{3}$ w zależności od napięcia w sieci), aby uzyskać wartości napięcia wyrażone w kV.

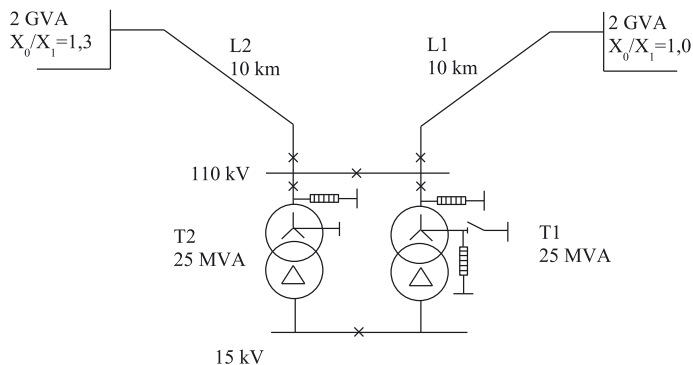
Ustalone napięcie skuteczne na zacisku neutralnym transformatora ze stopniowaną izolacją uzwojeń występujące podczas zwarcia nie powinno przekraczać 80% napięcia probierczego (którego minimalna wartość wynosi 38 kV, [3]). Z rys. 1a) wynika, że aby nie przekroczyć wartości dopuszczalnej napięcia na izolowanym zacisku neutralnym transformatora należy utrzymywać w sieci wartość $X_{(0)}/X_{(1)} < 1,5$, niezależnie od wartości rezystancji sieci.

Wraz ze zmianą wartości $X_{(0)}/X_{(1)}$ zmieniają się napięcia faz zdrowych podczas zwarcia jednofazowego, co zostało pokazane na rys. 1b). Graniczną wartością napięcia na zacisku liniowym jest wartość równa 80% napięcia probierczego (zgodnie z [3] wynoszącego 185 kV lub 230 kV). Przekroczenie tych wartości granicznych nie występuje.

3. Wybór sieci do obliczeń

Rozważany schemat sieci przedstawiono na rys. 2. Wykonano obliczenia przepięć ustalonych i nieustalonych na szynach stacji 110 kV i na zacisku neutralnym transformatora T1 podczas zwarcia doziemnych występujących w różnych punktach sieci 110 kV. Celem obliczeń było sprawdzenie wpływu sposobu pracy zacisku neutralnego transformatora T1 na wartości przepięć na zaciskach transformatora i ocenę zagrożenia jego izolacji. Transformatory T1 i T2 o mocach 25 MVA, przekładniach 115 kV/ 15,75 kV, napięciu zwarcia wynoszącym 11%, stratach w uzwojeniach 128 kW, pracują w stacji transformatorowo-rozdziałowej zasilanej przez

dwie linie napowietrzne L1 i L2. Transformator T1 pracuje z izolowanym, a T2 z uziemionym zaciskiem neutralnym. Punkty zasilania linii charakteryzują moce zwarciovowe 2 GVA oraz współczynnik $\alpha = X_{(0)}/X_{(1)}$ równy odpowiednio 1,0 dla zasilania linii L1 i 1,3 dla zasilania linii L2. Linie są o długości 10 km każda, z przewodami fazowymi 120 mm² i mają impedancje dla składowej zgodnej $Z_{(1)} = 0,24 + j 0,42 \Omega/\text{km}$ i zerowej $Z_{(0)} = 0,39 + j 1,07 \Omega/\text{km}$.



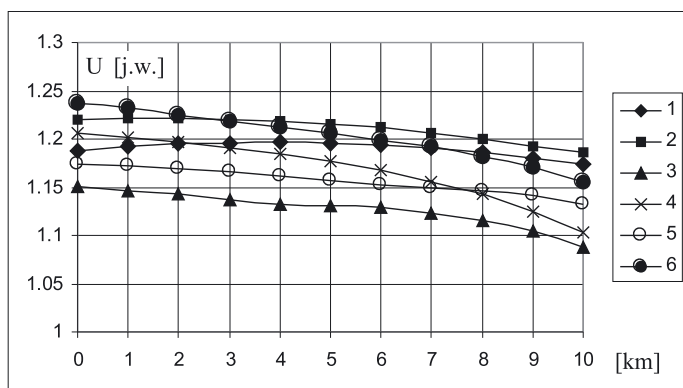
Rys. 2. Modelowany schemat sieci do badania przepięć na zaciskach transformatora

4. Przepięcia ustalone w sieci modelowej

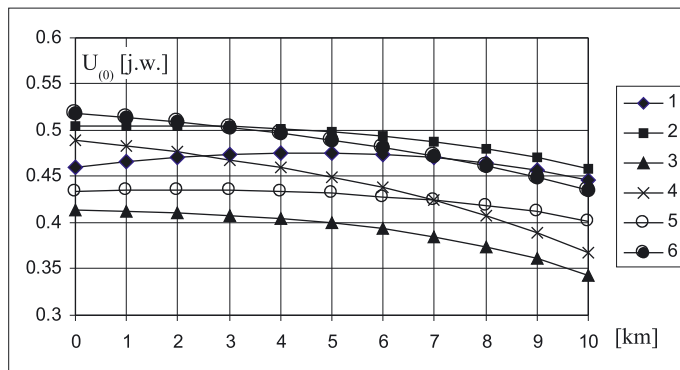
Wykorzystując program do obliczania wielkości zwarciowych ZWAK_31 [8] wyznaczono wartości napięć faz zdrowych i napięcia składowej zerowej w jednostkach względnych (względem wartości skutecznej napięcia nominalnego fazowego sieci) podczas zwarcia jednofazowego w funkcji zmian położenia tego zwarcia w linii w kilometrach rozpoczynając od szyn stacji, w różnych stanach pracy rozpatrywanej sieci z rys. 2, a mianowicie:

1. zwarcie w linii L2, linie L1 i L2 włączone, transformatory T1 i T2 włączone,
2. zwarcie w linii L2, linie L1 i L2 włączone, transformator T1 włączony, T2 wyłączony,
3. zwarcie w linii L1, linia L2 wyłączona, transformatory T1 i T2 włączone,
4. zwarcie w linii L1, linia L2 wyłączona, transformator T1 włączony, T2 wyłączony,
5. zwarcie w linii L2, linia L1 wyłączona, transformatory T1 i T2 włączone,
6. zwarcie w linii L2, linia L1 wyłączona, transformator T1 włączony, T2 wyłączony.

We wszystkich obliczeniach transformator T1 pracuje z izolowanym, a T2 z bezpośrednio uziemionym zaciskiem neutralnym. Wyniki tych obliczeń zamieszczono na rys. 3 i rys. 4.



Rys. 3. Wartości napięć faz zdrowych podczas zwarcia jednofazowego w funkcji zmian położenia tego zwarcia w linii rozpoczynając od szyn stacji, w różnych stanach pracy rozpatrywanej sieci opisanych wcześniej



Rys. 4. Wartości napięcia składowej zerowej podczas zwarcia jednofazowego w funkcji zmian położenia tego zwarcia w linii rozpoczynając od szyn stacji, w różnych stanach pracy rozpatrywanej sieci

Z tych obliczeń wynika, że przepięcia ustalone na zacisku neutralnym transformatora powstające na skutek zwarć niesymetrycznych w różnych stanach modelowej stacji czy sieci 110 kV mogą stanowić zagrożenia dla izolacji transformatora. Największe wartości przepięć występują przy zwarciu na szynach rozważanej stacji.

5. Przepięcia w stanach ustalonych w dużej sieci elektroenergetycznej

Do obliczeń wartości napięć faz zdrowych i napięcia składowej zerowej podczas zwarcia doziemnego w każdym węzle wybrano sieć 110 kV jednego z Zakładów Energetycznych. W sieci tej występuje 56 linii 110 kV, 41 stacji, 81 transformatorów 110 kV/średnie napięcie. W sumie, w schemacie zastępczym sieci jest 268 gałęzi, 152 węzły i 25 źródeł mocy zwarciowej.

Obliczenia napięć faz zdrowych i napięcia składowej zerowej wykonano za pomocą programu ZWAK_31 dla zwarcia jednofazowego lub dwufazowego doziemnego w każdym węzle sieci dla 3 przypadków:

- Sieć z uziemionymi zaciskami neutralnymi wszystkich transformatorów,
- Sieć w układzie normalnym,
- Sieć w układzie normalnym z zastosowaniem zasady (N-1).

W sumie wykonano kilka tysięcy obliczeń zwarć. Wyniki w postaci wartości maksymalnej, minimalnej i średniej dla wszystkich zwarć zostały zestawione w tabelach 1 oraz 2.

Tabela 1. Wartości napięć faz zdrowych w jednostkach względnych podczas zwarcia doziemnego w każdym węzle

Typ sieci	Wartość maksymalna	Wartość minimalna	Wartość średnia
Sieć z uziemionymi punktami neutralnymi wszystkich transformatorów	1,297	0,956	1,138
Sieć w układzie normalnym	1,324	1,005	1,184
Sieć w układzie normalnym z zastosowaniem zasady (N-1)	1,334	0,938	1,180

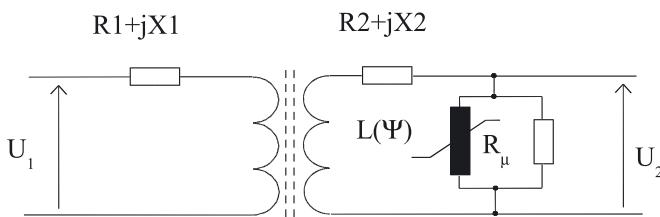
Tabela 2. Wartości napięcia składowej zerowej w jednostkach względnych podczas zwarcia doziemnego w każdym węźle

Typ sieci	Wartość maksymalna	Wartość minimalna	Wartość średnia
Sieć w układzie normalnym	0,552	0,349	0,446
Sieć w układzie normalnym z zastosowaniem zasady (N-1)	0,563	0,326	0,443

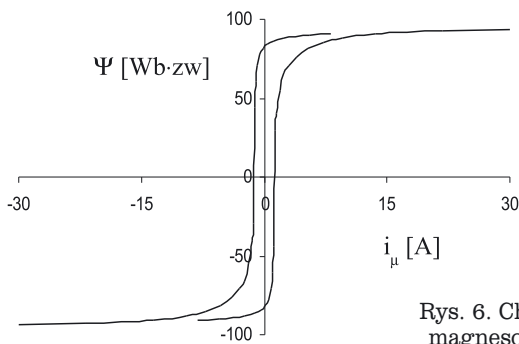
Z tych obliczeń także wynika, że przepięcia ustalone na zacisku neutralnym transformatora powstające na skutek zwarcia niesymetrycznych w różnych stanach rozpatrywanej sieci 110 kV mogą stanowić zagrożenie dla izolacji transformatora.

6. Przepięcia w stanach nieustalonych w sieci modelowej

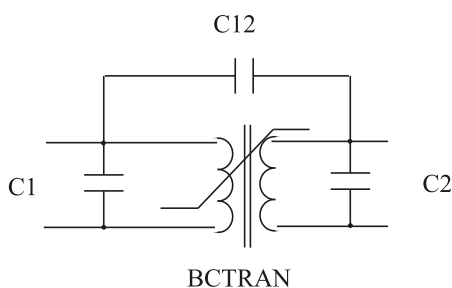
Do obliczeń stanów nieustalonych zastosowano program EMTP [9, 10]. Użyto w nim modelu BCTRAN transformatora. Parametry schematu zastępczego obliczane są na podstawie danych pochodzących z pomiarów stanu zwarcia i stanu jałowego transformatora przy zasilaniu napięciem kolejności zgodnej i zerowej. Schemat zastępczy jednej fazy transformatora do obliczeń stanów przejściowych podczas zakłóceń przedstawiono na rys. 5. Na rys 6 pokazano zastosowaną w modelu charakterystykę magnesowania.



Rys. 5. Schemat zastępczy podstawowy transformatora dwuzwojowego. Gałąź magnesująca po stronie dolnego napięcia – model BCTRAN



Rys. 6. Charakterystyka magnesowania $\Psi(i_\mu)$



Rys. 7. Pojemności zastępcze w transformatorze dwuzwojowym

W obliczeniach symulacyjnych uwzględniono pojemności doziemne uzwojeń oraz międzyuzwojeniowe jak pokazano na rysunku 7. Pojemności w schemacie zastępczym przyjęto na podstawie pomiarów prowadzonych w Instytucie Energetyki dla szeregu transformatorów 110 kV. Pomiarzy były wykonywane wg zaleceń sformułowanych w normie [11]. W tabeli 3 podano uśrednione wartości pojemności pomierzonych oraz wartości policzone przy użyciu formuł podanych w [12]. Formuły te mają następującą postać:

$$C_{12} = \frac{\sqrt{S_n}}{U_{n1}} \cdot 10^{-9} \quad (2)$$

$$C_2 = 1.3 \frac{\sqrt{S_n}}{U_{n2} + 13 + 0.2\sqrt{S_n}} \cdot 10^{-9} \quad (3)$$

$$C_1 = 0.07 \frac{S_n^{0.35}}{U_{n1}^{0.175}} \cdot 10^{-9} \quad (4)$$

gdzie:

C_{12} – pojemności między uzwojeniami [F],

C_1, C_2 – pojemności uzwojeń odpowiednio górnej i dolnej strony [F],

S_n – moc znamionowa transformatora [kVA],

U_{n1}, U_{n2} – napięcia znamionowe [kV].

Różnice między wartościami pojemności w części mogą wynikać z różnicy w konstrukcji transformatorów opisywanych przez cytowane źródła danych.

Tabela 3. Pojemności zastępcze transformatora 25 MVA, 115 kV/ 15,75 kV

Lp	Pojemność		Źródło danych	
			Instytut Energetyki (wartości średnie)	Formuły obliczeniowe [12]
1	C1	[pF]	2342	1056
2	C2	[pF]	3925	3405
3	C12	[pF]	457	1375

Pojemności linii elektroenergetycznych są także uwzględniane. Linie zostały zamodelowane z zastosowaniem modelu Bergerona o parametrach rozłożonych.

Obliczenia przepięć na zaciskach transformatora T1 wykonano dla następujących trzech przypadków zakłóceń:

1) Stacja zasilana jest liniami L1 i L2. Zwarcie 1-fazowe występuje w linii L2 w różnych odległościach (0÷8 km) od szyn stacji. Zwarcie jest wyłączane po czasie 0,1 s przez wyłączniki w linii L2. Badano przypadek pracy obu transformatorów, a także pracy tylko transformatora T1 (z izolowanym zaciskiem neutralnym). Parametry sieci zasilającej oraz parametry transformatorów powodują, że wypadkowe współczynniki $\alpha = X_0/X_1$ i $k = I^{1faz}/I^{3faz}$ dla zwarcia na szynach przyjmują wartości podane w tabeli 4.

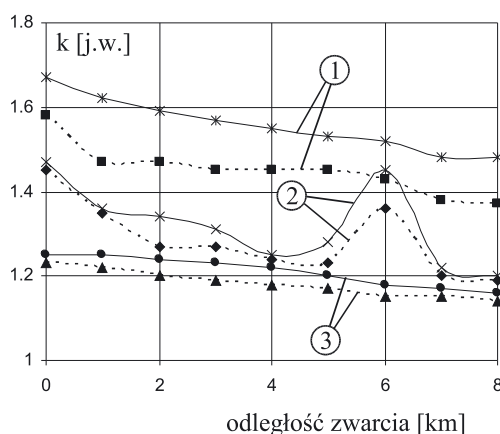
Tabela 4. Wypadkowe współczynniki $\alpha = X_0/X_1$ i $k = I^{1faz}/I^{3faz}$ dla zwarcia na szynach stacji

Lp	Układ pracy sieci	Pracuje T1 i T2		Pracuje T1	
		$\alpha = X_0/X_1$	$k = I^{1faz}/I^{3faz}$	$\alpha = X_0/X_1$	$k = I^{1faz}/I^{3faz}$
1	Stacja zasilana linią L1 i L2	1,68	0,82	1,98	0,75
2	Stacja zasilana linią L1	1,44	0,87	1,92	0,77
3	Stacja zasilana linią L2	1,5	0,86	2,08	0,74

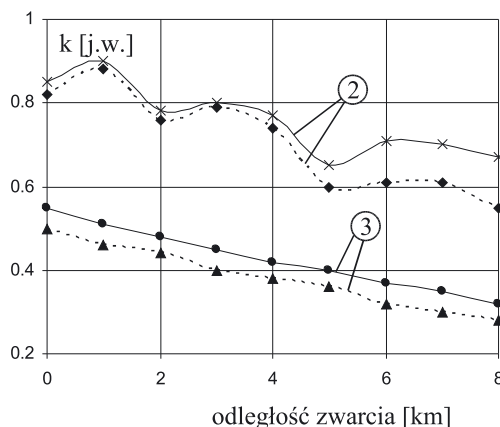
Podane w tabeli wartości współczynników α i k rzutują na wartości napięć ustalonych na zaciskach transformatorów podczas zwarcia doziemnego (zgodnie z teorią podaną wcześniej).

Wyniki obliczeń symulacyjnych maksymalnych wartości przebiegów na zaciskach transformatora T1 dla rozważanego przypadku zasilania stacji liniami L1 i L2 pokazano na rys. 8 i 9.

Wszystkie wartości przebiegów prezentowane na rys. 8 ÷ 13 podane są w jednostkach względnych poprzez odniesienie do amplitudy nominalnego napięcia fazowego sieci ($\sqrt{2} \cdot 110 \text{ kV} / \sqrt{3}$).

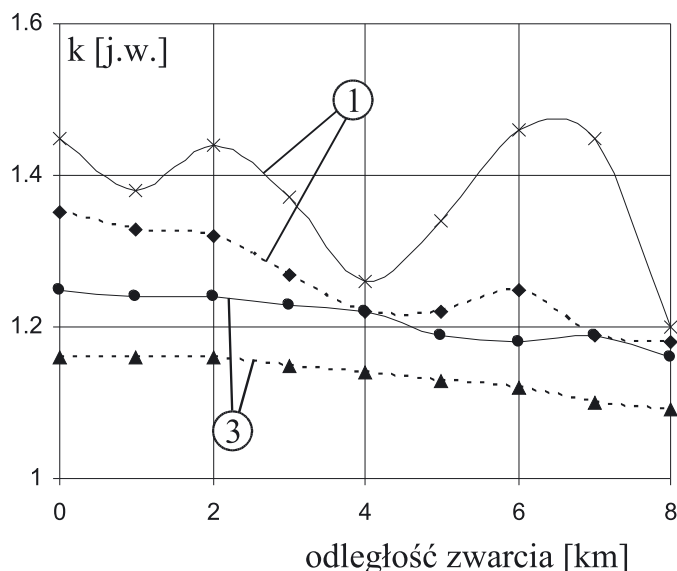


Rys. 8. Współczynniki przebiegów na zaciskach liniowych: 1 – przy wystąpieniu zwarcia, 2 – przy wyłączeniu zwarcia, 3 – w stanie ustalonym zwarcia. Linia przerywana – pracują oba transformatory, linia ciągła – pracuje tylko T1

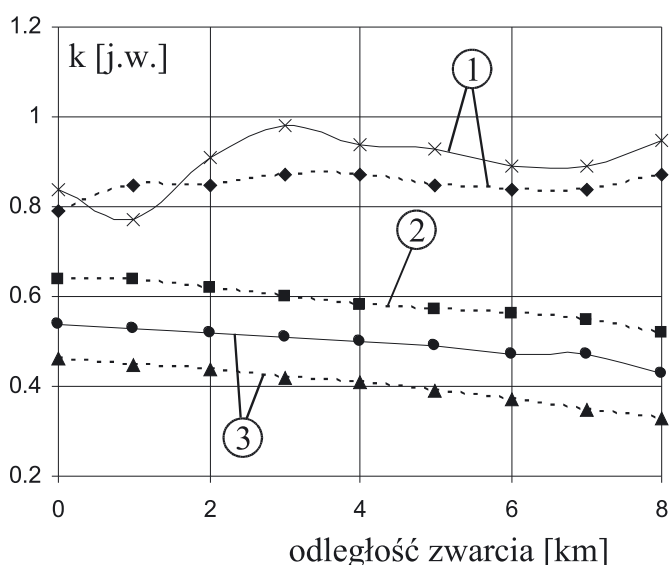


Rys. 9. Współczynniki przebiegów na nieziemionym zacisku neutralnym: 2 – przy wyłączeniu zwarcia, 3 – w stanie ustalonym zwarcia. Linia przerywana – pracują oba transformatory, linia ciągła – pracuje tylko T1

2) Stacja zasilana jest tylko linią L1. Zwarcie 1-fazowe występuje w różnych odległościach od szyn stacji. Zwarcie jest wyłączane po czasie 0,1 s przez wyłączniki w tej linii. Podobnie jak wcześniej badano przypadek pracy obu transformatorów, a także pracy transformatora T1 z izolowanym zaciskiem neutralnym. Wypadkowe współczynniki α i k dla zwarcia na szynach podaje tabela 4. Wyniki obliczeń symulacyjnych maksymalnych wartości przebiegów na zaciskach transformatora T1 dla tego przypadku pokazano na rys. 10 i 11.

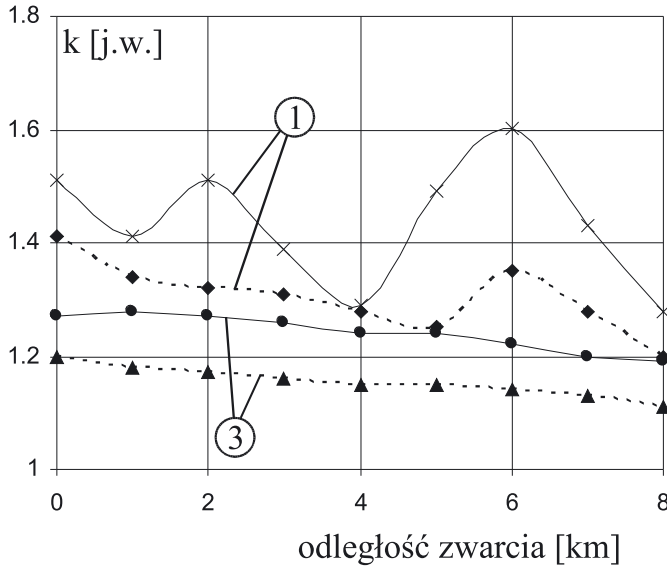


Rys. 10. Współczynniki przebiegów na zaciskach liniowych: 1 – przy wystąpieniu zwarcia, 3 – w stanie ustalonym zwarcia. Linia przerywana – pracują oba transformatory, linia ciągła – pracuje tylko T1

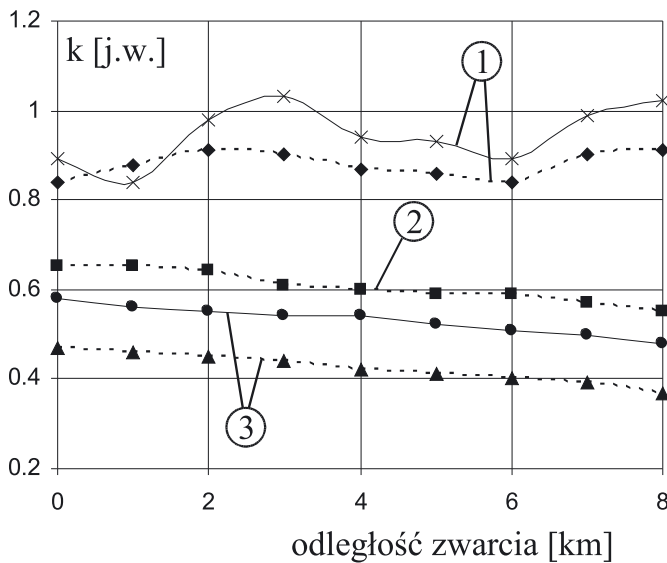


Rys. 11. Współczynniki przebiegów na nieziemionym zacisku neutralnym: 1 – przy wystąpieniu zwarcia, 2 – przy wyłączeniu zwarcia, 3 – w stanie ustalonym zwarcia. Linia przerywana – pracują oba transformatory, linia ciągła – pracuje tylko T1

3) Stacja zasilana jest tylko linią L2. Wyniki obliczeń symulacyjnych maksymalnych wartości przepięć na zaciskach transformatora T1 dla tego przypadku pokazano na rys. 12 i 13.



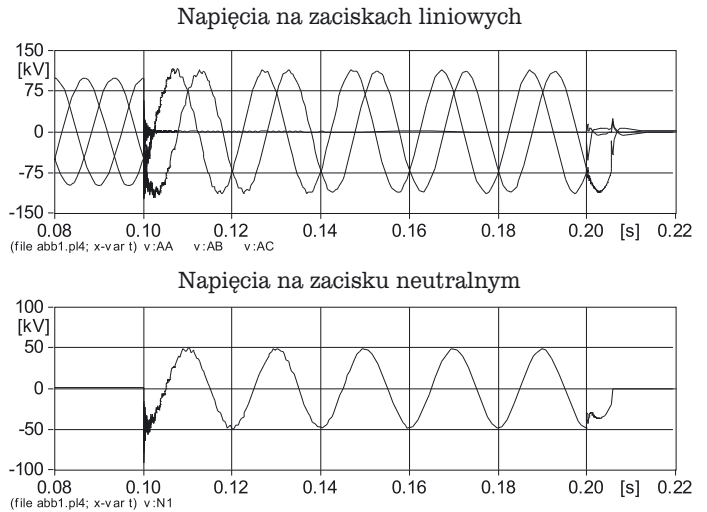
Rys. 12. Współczynniki przepięć na zaciskach liniowych: 1 – przy wystąpieniu zwarcia, 3 – w stanie ustalonym zwarcia. Linia przerywana – pracują oba transformatory, linia ciągła – pracuje tylko T1



Rys. 13. Współczynniki przepięć na nieziemionym zacisku neutralnym: 1 – przy wystąpieniu zwarcia, 2 – przy wyłączaniu zwarcia, 3 – w stanie ustalonym zwarcia. Linia przerywana – pracują oba transformatory, linia ciągła – pracuje tylko T1

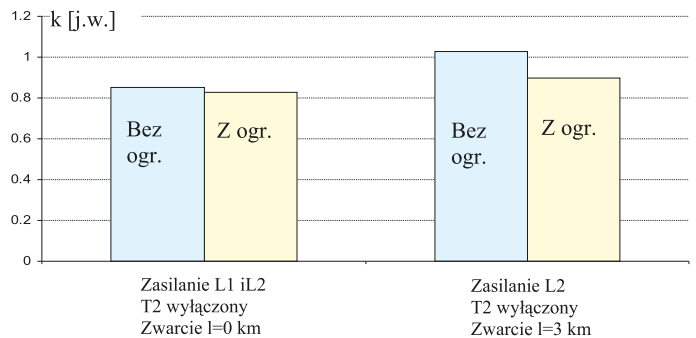
Przykładowy obraz przebiegów napięć na zaciskach liniowych i neutralnym transformatora T1 pokazano na rys. 14.

W napięciach na zaciskach transformatorów obserwuje się podczas zwarcia doziemnego niewielką składową przejściową o częstotliwości ok. 850 Hz. Podczas wyłączania zwarcia uwzględnia się w działaniu wyłącznika prąd ucieczki o wartości 10 A.



Rys. 14. Przykładowy obraz przebiegów napięć na zaciskach liniowych i neutralnym transformatora T1 przy zwarcie 1-fazowym w linii zasilającej

Zaprezentowane wyniki obliczeń były uzyskane przy założeniu braku ograniczników przepięć na zaciskach transformatorów (lub obecność ograniczników iskiernikowych, w których nie nastąpił zapłon łuku). Uwzględnienie ograniczników nie zmienia zasadniczo wielkości przepięć. Jeżeli są to ograniczniki iskiernikowe (np. GZSB51 na zacisku neutralnym, GZSB108 na zaciskach liniowych) ich napięcia zapłonu są wyższe niż obliczone wartości przepięć. Jeżeli natomiast są to ograniczniki warystorowe beziskiernikowe (np. EXLIM-P54 na zacisku neutralnym, EXLIM-P108 na zaciskach liniowych) ich wpływ przy tym poziomie przepięć jest niewielki, co ilustruje rys. 15.



Rys. 15. Wpływ beziskiernikowych ograniczników przepięć na wartości przepięć na zacisku neutralnym dla wybranych przypadków zwarć 1-fazowych

7. Wnioski

Wartości przepięć na zaciskach transformatora (liniowych oraz neutralnym) zależą od parametru $X_{(0)}/X_{(1)}$, w miejscu zainstalowania transformatora, a ten z kolei zależy od parametrów źródła zasilania, linii zasilającej, przyłączonych transformatorów, sposobu pracy zacisków neutralnych transformatorów oraz miejsca zwarcia.

Wartość przepięcia na izolowanym zacisku neutralnym transformatora konstruowanego do pracy z uziemionym zaciskiem neutralnym nie może przekraczać wartości napięcia probierczego (przyjmuje się, że nawet 80% tej wartości). Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że aby nie przekroczyć wartości dopuszczalnej dla przepięcia ustalonego na izolowanym zacisku neutralnym transformatora, należy utrzymywać w sieci wartość $X_{(0)}/X_{(1)} < 1,5$, niezależnie od wartości rezystancji sieci. Jednocześnie ze względu na wartości prądu zwarcia jednofazowego stosunek ten powinien być większy lub równy 1. Odpowiednią wartość $X_{(0)}/X_{(1)}$ utrzymuje się w sieci poprzez uziemianie lub odziemianie zacisków neutralnych wybranych transformatorów.

Wraz ze zmianą wartości $X_{(0)}/X_{(1)}$ zmieniają się napięcia faz zdrowych podczas zwarcia jednofazowego. Graniczną wartością przepięcia na zacisku fazowym jest 80% wartości napięcia probierczego 185 kV lub 230 kV. W badanych przypadkach przekroczenie wartości granicznych nie występuje.

Odnosnie do wartości przepięć ustalonych na zaciskach transformatora można podać następujące wnioski i stwierdzenia:

- Większe wartości przepięć występują w przypadku odłączenia transformatora T2 pracującego z uziemionym zaciskiem neutralnym.
- Przepięcia te mają tendencje malejące w miarę oddalania się zwarcia niesymetrycznego od szyn stacji.
- Przepięcia ustalone powstające w typowej stacji 110 kV na skutek zwarć doziemnych w różnych stanach łączeniowych tej stacji czy sieci 110 kV mogą stanowić zagrożenia dla izolacji zacisku neutralnego transformatora pracującego z tym zaciskiem odziemionym.
- Zwarcia doziemne w sieci 15 kV, 1-fazowe i podwójne nie wywołują groźnych przepięć na zaciskach strony górnej transformatora.

Obliczenia przepięć nieustalonych na zaciskach transformatorów podczas zwarć w sieci 110 kV wykazały, że:

- Największe obliczone wartości współczynnika przepięć na zaciskach liniowych wystąpiły w sieci zasilanej przez obie linie przy zwarcu 1-fazowym na początku linii i wyniosły $k = 1,58$ [j.w.] przy pracy obu transformatorów oraz $k = 1,67$ [j.w.] przy pracy jednego transformatora T1. Porównując te wartości z wartościami napięć probierczych można stwierdzić, że nie ma zagrożenia izolacji od strony zacisków liniowych.
- Największe obliczone wartości współczynnika przepięć na zacisku neutralnym transformatora T1 wystąpiły w sieci zasilanej tylko przez linię L2 przy zwarcu 1-fazowym w tej linii i wyniosły $k = 0,91$ [j.w.] przy pracy obu transformatorów oraz $k = 1,03$ [j.w.] przy pracy jednego transformatora T1. Obliczone wartości przepięć znacznie przewyższają wartość napięcia probierczego. Stąd należy wyciągnąć wniosek, że transformatory z izolacją stopniowaną o konstrukcji przewidzianej do pracy z uziemionym zaciskiem neutralnym nie mogą pracować z zaciskiem neutralnym nieuziemionym.

Przyłączone do zacisków transformatora (liniowych i neutralnego) ograniczniki przepięć nie zapewniają ochrony transformatorów przy rozważanych w pracy zakłóceniach.

Jeśli transformator ma pracować z izolowanym zaciskiem neutralnym nabywca ma obowiązek określić poziom ochrony przepięciowej oraz wyszczególnić w specyfikacji technicznej odpowiednią wartość napięcia probierczego [3].

8. Podziękowanie

Autorzy pragną wyrazić podziękowanie Panu prof. dr hab. inż. Michałowi Jabłońskiemu za szereg cennych uwag do treści artykułu.

9. Literatura

- [1] PSE Operator S.A.: *Instrukcja ruchu i eksploatacji sieci przesyłowej*. Część ogólna. Wersja z 2005 roku.
- [2] Ketner A., Jaros A., Kłyż S., Krupski K.: *Próby wytrzymałości elektrycznej transformatorów dla potrzeb energetyki i przemysłu w Polsce*. Biuletyn Techniczno-Informacyjny. SEP, O/ Łódź, 2/ 2004, 3/ 2004, 4/ 2005.
- [3] PN-EN 60076-3:2002: Transformatory. Część 3: *Poziomy izolacji, próby wytrzymałości elektrycznej i zewnętrzne odstępstwa izolacyjne w powietrzu*.
- [4] PN-EN 60076-3:2002/Ap1:2004: *Transformatory. Część 3: Poziomy izolacji, próby wytrzymałości elektrycznej i zewnętrzne odstępstwa izolacyjne w powietrzu*.
- [5] Anderson P. M.: *Analysis of Faulted Power Systems*. The IEEE Press, Power Systems Engineering Series, New York, 1995.
- [6] Kacejko P., Machowski J.: *Zwarcia w systemach elektroenergetycznych*. WNT, Warszawa, 2002.
- [7] PN-EN 60909-0:2002 (U): *Prądy zwarciovowe w sieciach trójfazowych prądu przemiennego*. Część 0: Obliczanie prądów.
- [8] *Program do obliczania wielkości zwarciovowych ZWAK_31*. Instytut Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej 2005.
- [9] EMTP Rule Book. Bonneville Power Administration, 1987.
- [10] EMTP Theory Book. Bonneville Power Administration, 1987.
- [11] PN-81/E-04070.03: *Transformatory. Metody badań. Pomiar wskaźników izolacji*.
- [12] Hammarlund P.: *Vosstanavlivauscije naprjazenia na kontaktach vykljucatelja*. Moskwa, Gosenergoizdat, 1956.

dr inż. Andrzej Kanicki, dr inż. Józef Wiśniewski
Instytut Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej

Jacek Kabziński, Karolina Klinger

Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej – oferta dla przemysłu

XXXIII Walny Zjazd Delegatów Stowarzyszenia Elektryków Polskich, odbyty w czerwcu br. w Łodzi, był okazją do dyskusji problemów dotyczących kontaktów jednostek naukowych i przemysłu. W szczególności sposobie prezentowana była oferta Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej.

Wydział jest członkiem wspierającym łódzkiego oddziału SEP i szczyci się wieloma prestiżowymi nagrodami, przyznanymi za wybitne, nowatorskie prace badawcze i osiągnięcia. W czasie towarzyszącego Zjazdowi seminarium instytuty i katedry wydziału prezentowały dorobek swoich zespołów naukowych i konkretne propozycje dla gospodarki. Referaty te zostały lub zostaną opublikowane w kolejnych numerach Biuletynu Techniczno-Informacyjnego Zarządu Oddziału Łódzkiego SEP i Ogólnopolskiego Biuletynu SEP „Spektrum”. W poniższym tekście przedstawiamy ogólne ramy, zasady i możliwości współpracy wydziału z jednostkami gospodarki.

Potencjał Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej

Tradycja

Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki (WEEIA) jest największym, a zarazem jednym z trzech najstarszych wydziałów w Politechnice Łódzkiej. Powstał w 1945 roku jako Wydział Elektryczny PŁ. Pierwszym dziekanem był wybitny radiotechnik prof. Janusz Groszkowski, szczególnie zasłużony dla rozwoju SEP. Wraz z rozwojem kadry, zainteresowań naukowych i kierunków kształcenia ewoluowała nazwa wydziału: w 1991 roku przyjęto nazwę Wydział Elektrotechniki i Elektroniki, a obecnie nadano w styczniu 2006 roku.

W skład Wydziału wchodzi 10 jednostek: 6 instytutów i 4 katedry, w których zatrudnionych jest ok. 400 pracowników. Na 5 kierunkach studiów i ponad 30 specjalnościach kształcą się ponad 4000 studentów, którzy mogą rozwijać swoje zainteresowania w 11 kołach naukowych. Wydział oferuje również studia prowadzone w języku angielskim w Centrum Kształcenia Międzynarodowego. W roku 2005 minister nauki i informatyzacji nadał Wydziałowi status CENTRUM DOSKONAŁOŚCI, co stanowi odzwierciedlenie znaczenia Wydziału EEIA wśród polskich instytucji naukowych.

Infrastruktura

Kolejne władze wydziału dbają o rozwój infrastruktury. W 2004 roku został oddany do użytku Gmach Trzech

Wydziałów w rewitalizowanej fabryce włókienniczej Schweitertów, gdzie swą siedzibę ma obecnie m.in. Instytut Elektroniki. W ubiegłym roku główny budynek Wydziału EEIA zyskał nową salę konferencyjną, wyposażoną w antysprzęgający zestaw do nagłośnienia, interaktywną tablicę i nowoczesny system do głosowania. Studentom zapewniono doskonałe warunki do samodzielnej pracy, przebudowując czytelną studencką przy bibliotece wydziałowej. Ze środków UE zmodernizowano również pomieszczenia Katedry Informatyki Stosowanej, przeznaczone m.in. na laboratoria sieci komputerowych, grafiki komputerowej i systemów operacyjnych. Inwestycja ta umożliwiła rozszerzenie zakresu prowadzonych specjalistycznych szkoleń i zwiększyła potencjał badawczy Politechniki Łódzkiej, co wpłynęło na poprawę konkurencyjności uczelni w województwie. W chwili obecnej rusza budowa siedziby Katedry Mikroelektroniki i Techniki Informatycznych, a w planach jest także kompleksowa termomodernizacja wszystkich budynków Wydziału.

Atmosferę uczelni technicznej wzbogaca wydziałowa galeria sztuki „Pod Napięciem” w hallu budynku głównego, gdzie podczas wernisaży studenci Akademii Sztuk Pięknych prezentują swoje prace. Bogata tematyka wystaw i różnorodność technik wykonania czynią każdą ekspozycję atrakcyjną i nietuzinkową.

Badania naukowe

Wydział jest silną i aktywną jednostką naukowo-badawczą. Posiada uprawnienia do doktoryzowania we wszystkich dyscyplinach wymienionych w nazwie wydziału, w tym jedyne w regionie w dyscyplinie informatyka oraz uprawnienia do habilitowania w dyscyplinach elektrotechnika i elektronika.

O sile naukowej WEEIA stanowi 227 pracowników sfery badawczo-rozwojowej, 25 profesorów tytularnych i 27 doktorów habilitowanych. Przyszłość należy do 150 doktorantów, którzy realizują tu nowatorskie projekty.

Wydział aktywnie pozyskuje fundusze i uczestniczy w prowadzeniu projektów i programów badawczych. W samym 2005 roku realizowane były badania obejmujące:

- 8 projektów UE,
- 56 grantów finansowanych z budżetu,
- projekt zamawiany,
- projekt inwestycyjny z FniTP,
- 41 prac naukowo-badawczych zleconych z przemysłu.

Środki pozyskane z innych źródeł ponad trzykrotnie przewyższyły budżetową dotację na badania. W tym samym

roku WEEIA był organizatorem lub współorganizatorem 19 konferencji, a nasi naukowcy zdobyli 14 nagród i wyróżnień za prace badawcze.

Dydaktyka

Wydział prowadzi studia na pięciu kierunkach:

- Elektrotechnika
- Elektronika i Telekomunikacja
- Automatyka i Robotyka
- Informatyka
- Transport – studia międzywydziałowe realizowane wspólnie z Wydziałem Mechanicznym.

W roku akademickim 2007/2008 planowane jest uruchomienie studiów na kierunku **Inżynieria Bezpieczeństwa Pracy**. Wydział posiada akredytacje Komisji Akredytacyjnej Uczelni Technicznych (KAUT) dla czterech podstawowych kierunków wymienionych w nazwie Wydziału oraz akredytację Państwowej Komisji Akredytacyjnej (PKA) dla kierunków Informatyka oraz Informatyka i Robotyka. Przyznane akredytacje są świadectwem wysokiej jakości kształcenia studentów.

Każdego roku mury wydziału opuszcza ok. 530 absolwentów. Ankiety przeprowadzone trzy miesiące po uzyskaniu dyplomu wskazują, że 90% z nich podjęło pracę zaraz po studiach, z czego 80% wykonuje zawód zgodny z ukończonym kierunkiem studiów. Absolwenci wydziału pracują głównie w usługach, planowaniu i produkcji.

Pięć obszarów współpracy

WEEIA czynnie wykorzystuje swój potencjał naukowy współpracując z wieloma jednostkami gospodarki w całym kraju. Potencjał wydziału i zebrane doświadczenia upoważniają do postawienia tezy, że współpraca ta i wykorzystanie dorobku naukowego wydziału dla potrzeb gospodarki mogą i powinny być znacznie szersze.

Przedstawione niżej propozycje, zebrane w pięciu obszarach tematycznych, są adresowane nie tylko do przedsiębiorstw przemysłowych, ale także do instytucji użyteczności publicznej, administracji i władz lokalnych.

1. Kształcenie

Wydział kształci studentów, którzy za chwilę staną się pracownikami. Czynnione są wszelkie starania, by uwzględnić postulaty pracodawców w programach kształcenia. Wobec tego istnieje możliwość szybkiego wprowadzania do programów studiów nowych treści i zagadnień poprzez przedmioty obieralne, prace projektowe i dyplomowe, jak również poprzez kształtowanie odpowiednich bloków przedmiotów zgodnie z wymaganiami pracodawców.

Studia na uczelni wyższej nie są ostatnim etapem kształcenia. Dlatego też Wydział oferuje pracownikom kontynuowanie nauki na studiach podyplomowych i specjalistycznych kursach, obejmujących zagadnienia z zakresu najnowszych obszarów elektrotechniki, elektroniki, automatyki i informatyki, jak m.in.:

- technika mikroprocesorowa i DSP,
- sterowniki PLC, układy i oprogramowanie automatyki przemysłowej,
- układy napędowe,

- oprogramowanie CAD,
- bazy danych,
- grafika komputerowa,
- sieci komputerowe,
- jakość energii,
- rynki energii.

Treści kształcenia mogą być uzupełniane o elementy organizacji i zarządzania, marketingu oraz intensywną naukę języka.

Na Wydziale funkcjonują **autoryzowane centra szkoleniowe** m.in.: Autodesk, Discreet, CISCO i AATP, które umożliwiają zdobycie certyfikatów, świadczących o posiadanych umiejętnościach.

Do potrzeb słuchaczy dostosowywane są formy kształcenia. Mogą to być tradycyjne studia podyplomowe, kursy, szkolenia rozpoczynające się w czasie trwania studiów i kontynuowane po zatrudnieniu. Wydział jest w stanie zorganizować zajęcia dydaktyczne zarówno dla dużych grup, jak i specjalistyczne szkolenia dla pojedynczych osób.

2. Usługi laboratoriów, unikalne technologie i doświadczenie pracowników naukowych

Wydział oferuje usługi laboratoriów, w których korzystając z unikalnej aparatury i doświadczenia pracowników Wydziału. Wyróżnić należy tutaj laboratoria:

- oświetlenia i sprzętu elektrotechnicznego (akredytowane, wydaje certyfikat znaku bezpieczeństwa B, prowadzi usługi weryfikacji dokumentacji)
- technicznej wyrobów, świadczy
- pomoc w sporządzaniu
- deklaracji producenta),
- jakości energii elektrycznej,
- wysokich napięć,
- elektronicznych systemów pomiarowych,
- przetwarzania sygnałów i obrazów,
- nagrzewania elektrycznego,
- przekładnikowe,
- kompatybilnościowe,
- projektowania układów reprogramowalnych, mikro-systemów, układów scalonych,
- przyrządów półprzewodnikowych,
- wibroakustyczne,
- i wiele innych.

Laboratoria WEEIA dysponują najnowocześniejszymi technologiami. Za przykład mogą służyć laserowe technologie modyfikacji materiałów przewodzących, technologie związane z termowizją i termografią, technologie mikro-elektroniki (wytwarzanie polikrystalicznych ogniw słonecznych z tellurku kadmu) oraz technologie plazmowe. O rozwoju Wydziału świadczy budowa kolejnych specjalistycznych laboratoriów, dla przykładu laboratorium rozproszonych źródeł energii odnawialnej czy laboratorium badawcze ultraszybkich wyłączników trakcyjnych.

3. Indywidualne rozwiązania problemów inżynierskich, ekspertyzy i projekty

Pracownicy Wydziału EEIA mają doświadczenie w wykonywaniu prac inżynierskich, projektowych i naukowych w wielu branżach, co umożliwia rozwiązywanie niestandardowych

problemów, z którymi spotykają się zakłady przemysłowe. Różnorodność prac zleczanych Wydziałowi jest tak duża, a doświadczenie naszych pracowników tak bogate, że nie sposób przedstawić wszystkich możliwości w tak krótkim tekście. Tylko w charakterze przykładów można wymienić:

- specjalistyczne narzędzia informatyczne (np. program do obliczeń trakcyjnych, program do oceny jakości sygnałów dla bloku energetycznego w Elektrowni Bełchatów, specjalistyczne oprogramowanie do projektowania przekładników prądowych, oprogramowanie wspomagające pracę systemów elektroenergetycznych),
- nietypowe prace projektowe (np. system ogrzewania akumulacyjnego w zabytkowym pałacu w Dobrzycy),
- konstrukcję i produkcję nietypowych maszyn i urządzeń.

4. Wspólna komercjalizacja wynalazków i technologii opracowanych na WEEIA

Jednym z głównych celów działalności Wydziału jest skierowanie pomysłów naukowców do osób i instytucji, które są w stanie zamienić je w produkt przemysłowy. Proces komercjalizacji wyników pracy naukowej napotyka na wiele trudności, zwłaszcza w warunkach polskiej gospodarki. Mimo to wydział może poszczycić się wieloma pozytywnymi doświadczeniami w tej dziedzinie.

Przykład udanej komercjalizacji stanowi wdrożenie kolejnych generacji ultraszybkich wyłączników prądu stałego, opracowanych w Instytucie Aparatów Elektrycznych PŁ. Konstrukcje te nie tylko zostały wyróżnione licznymi nagrodami z Nagrodą Gospodarczą Prezydenta Rzeczypospolitej włącznie, ale są także z powodzeniem produkowane i sprzedawane przez Zakłady Aparatury Elektrycznej Woltan w Łodzi. Kolejnymi produktami są przekładniki prądowe, których konstrukcja opracowana w Katedrze Elektrotechniki Ogólnej i Przekładników została wyróżniona nagrodą Prezesa RM RP i wdrożona do produkcji w ABB. W trakcie prób eksploatacyjnych w Łodzi, Elblągu i Lublinie znajdują się asynchroniczne napędy trakcyjne ze sterowaniem wektorowym, opracowane w Instytucie Automatyki wspólnie z łódzkim Zakładem Elektroniki Przemysłowej ENIKA, które mogą przyczynić się do poprawy niezawodności i jakości komunikacji miejskiej w całym kraju. Duże nadzieje na poprawę komfortu życia mieszkańców aglomeracji łódzkiej stwarza projekt „Optymalizacja pracy źródeł ciepła pracujących na wspólną sieć ciepłowniczą”, realizowany przez Instytut Automatyki i firmę CAS.

Udane zastosowania konstrukcji opracowanych na WEEIA dotyczą najbardziej skomplikowanych urządzeń (na przykład układ sterowania pierwszego polskiego robota kardiochirurgicznego). Wdrożenia rozwiązań opracowanych na WEEIA dokonywane są także przez instytucje gospodarcze UE – np. wyniki rozwiązania dotyczące jakości energii elektrycznej wdrażane w systemach energetycznych kilku krajów UE, kolejne projekty zrealizowane przy współpracy z instytutem DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron).

Na udaną komercjalizację oczekuje wiele unikalnych konstrukcji i rozwiązań, docenionych i nagrodzonych na licznych krajowych oraz międzynarodowych targach wynalazków i innowacji, np. unikalne urządzenia do oceny

właściwości stopów metali w wysokich temperaturach „Thermo-wet” i tester lutowności, liczne rozwiązania inżynierii biomedycznej, w tym także przeznaczone do wspomagania osób niepełnosprawnych (komunikacja z komputerem za pomocą sygnałów mózgowych, scena dźwiękowa dla osób niewidomych, automatyczne rozpoznawanie znaków języka migowego, roboty rehabilitacyjne).

Szczególną specjalnością wydziału są systemy integrujące innowacyjne rozwiązania z kilku dziedzin, np. elektroniki i informatyki (system oceny jakości dużych maszyn wirnikowych, system do monitorowania promieniowania gamma i neutronowego).

Wydział ma także bogate doświadczenie we wdrożeniu własnego, wielofunkcyjnego systemu informatycznego, który wspomaga zarządzanie organizacją i finansami Wydziału. Dostęp do poszczególnych terminali odbywa się za pomocą bezpiecznych kart elektronicznych. System z powodzeniem służy nauczycielom, studentom i pracownikom administracyjnym.

5. Wspólny rozwój w oparciu o pozyskiwane środki UE i budżetu RP

Kolejnym polem efektywnej współpracy WEEIA z jednostkami przemysłu może i powinno być wspólne pozyskiwanie i wykorzystanie środków przeznaczonych na wzrost innowacyjności polskiej gospodarki. Wśród środków budżetowych na projekty badawcze znajdują się takie, po które można sięgnąć tylko przy współpracy z przemysłem – dotyczy to projektów **zamawianych, rozwojowych i celowych**. Jednostki gospodarcze współpracujące ze sferą B+R mogą korzystać z wielu proinnowacyjnych stymulatorów ekonomicznych takich, jak:

- kredyt technologiczny – do 2 mln euro,
- odliczanie od podstawy opodatkowania wydatków na zakup nowych technologii,
- zmiany w prawie podatkowym VAT,
- dla przedsiębiorców posiadających status CBR – zwolnienia od podatków.

Także wśród instrumentów 7 PR UE znajdują się takie, z których mogą korzystać jednostki naukowe i przemysłowe w sojuszu. Wszystkie dokumenty określające priorytety i obszary rozwoju Polski w latach 2007–2013, w oparciu o wykorzystanie funduszy unijnych (Krajowy program reform na rzecz realizacji strategii Lizbońskiej, Narodowa strategia spójności i realizujące ją programy operacyjne, to jest regionalne programy operacyjne, i cztery programy zarządzane przez MRR) kładą szczególny nacisk na finansowanie przedsięwzięć podnoszących innowacyjność gospodarki i ułatwiających przemysłowe wykorzystanie badań naukowych.

WEEIA zaprasza podmioty gospodarcze do wspólnych przedsięwzięć i inicjatyw na tym polu. Status Centrum Doskonałości, posiadany przez wydział, stwarza preferencje w przypadku aplikacji o fundusze unijne.

Podsumowanie

Strategicznym celem Wydziału jest stworzenie ośrodka integrującego środowisko naukowe, techniczne, przemysłowe

i edukacyjne Makroregionu Łódzkiego w obrębie uprawianych kierunków kształcenia i badań. Wspomagamy naszą wiedzą wszystkie instytucje, których działanie decyduje o jakości życia mieszkańców. Jako jeden z największych krajowych wydziałów akademickich, uprawiających elektrotechnikę, elektronikę, informatykę i automatykę, przedstawiamy ofertę współpracy wszystkim jednostkom gospodarczym, edukacyjnym i administracyjnym w kraju. Osoby zainteresowane prosimy o kontakt

poprzez adresy umieszczone na naszej stronie internetowej (www.wee.p.lodz.pl).

prof. PŁ, dr hab. inż. Jacek Kabziński
prodziekan Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki,
Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej
Karolina Klinger
odpowiada za promocję WEEIA PŁ

Biuro Karier Politechniki Łódzkiej

Biuro Karier mieści się w Społecznym Domu Studenta. W tym samym budynku mieści się m.in. Sala Kinowa PŁ oraz stołówka studencka. Czynne jest dla interesantów w godzinach 9:00–14:00

Dane kontaktowe:

Biuro Karier Politechniki Łódzkiej
 93–590 Łódź, Al. Politechniki 3a
 tel./fax (...42) 636 31 84; tel (...42) 631 20 98
 mail: biurokarier@p.lodz.pl
<http://biurokarier.p.lodz>

Oferta Biura Karier

„Jeśli myślisz, że jesteś pokonany, to jesteś. Jeśli myślisz, że się nie ośmielisz, to się nie ośmielisz. Jeśli chciałbyś wygrać, lecz myślisz, że nie możesz to niemal pewne, że przegrasz. Życiowe bitwy nie zawsze wygrywają ludzie silniejsi i szybsi, Lecz prędzej czy później wygrywa ten, kto wierzy, że może zwyciężyć”

Pomagamy studentom i absolwentom Politechniki Łódzkiej w poszukiwaniu pracy i podejmowaniu decyzji, dotyczących rozwoju zawodowego. Głównym celem Biura Karier PŁ jest pogłębianie wiedzy studentów i absolwentów na temat realiów rynku pracy oraz mobilizowanie ich w aktywnym i efektywnym poszukiwaniu zatrudnienia odpowiadającego ich kompetencjom i marzeniom. Pracownicy naszego Biura mają za zadanie uświadamiać swoim klientom, czyli studentom i absolwentom Politechniki Łódzkiej, że szukanie pracy też jest pracą i nikt nie wykona jej lepiej, staranniej i z większym zaangażowaniem niż oni sami.

Biuro Karier jest jednostką administracyjną Politechniki Łódzkiej.

Studentom i Absolwentom oferujemy:

- możliwość korzystania z banku aktualnych ofert pracy stałej i tymczasowej,
- informacje o przedsiębiorstwach organizujących praktyki i staże dla studentów naszej Uczelni,
- informacje o aktualnej sytuacji na rynku pracy oraz instytucjach pośrednictwa pracy,
- informacje o możliwościach pracy za granicą,
- informacje o kursach szkoleniach i studiach podyplomowych oraz innych formach podnoszenia kwalifikacji zawodowych w Polsce i za granicą,
- indywidualne doradztwo z zakresu problematyki startu zawodowego,
- pomoc w przygotowaniu się do rozmowy kwalifikacyjnej oraz opracowywaniu pisemnych aplikacji (CVlist

motywacyjny),

- możliwość zapoznania się z informatorami i poradnikami dot. skutecznych metod poszukiwania pracy („Pracodawcy”, „Praktyki”, „Kariera”, „Inżynier na rynku pracy” itp.),
- bogatą bibliotekę książek dotyczące szukania pracy, pisanie dokumentów aplikacyjnych, rozmowy kwalifikacyjnej, autoprezentacji,
- prasę zawierającą aktualne oferty pracy i informacje na temat rynku pracy,
- szkolenia indywidualne i zbiorowe z zakresu m.in.: prowadzenia działalności gospodarczej, skutecznych metod poszukiwania pracy, przygotowywanie dokumentów aplikacyjnych, motywacji, emocji w procesie rekrutacji, autoprezentacji, AC, itp.

Ponadto w Biurze Karier można także skorzystać z komputera z dostępem do Internetu:

- aby napisać lub poprawić swoje dokumenty aplikacyjne,
- aby wysłać aplikacje do pracodawców,
- aby wypełnić formularze aplikacyjne on-line,
- aby szukać pracy poprzez Internet.

W Biurze Karier PŁ nasi klienci odnajdą odpowiedź na szereg pytań:

- Czy moje CV jest ok.?
- Jak wypełnić formularz aplikacyjny?
- O co będą pytać mnie podczas rozmowy kwalifikacyjnej?
- Mam zaproszenie na AC. Co to jest i co mnie czeka?
- Nie mogę znaleźć pracy. Co dalej?
- Jaką wybrać specjalizację? Na jakich specjalistów jest zapotrzebowanie rynku?
- Czy mogę przejrzeć oferty pracy dla mojego Wydziału?
- Kiedy mogę odbyć szkolenie z metod poszukiwania pracy, planowania kariery zawodowej, umiejętności miękkich?
- Kiedy organizowane są na PŁ tragi, prezentacje i szkolenia?
- Jak poszerzać swoje kwalifikacje by być konkurencyjnym na rynku pracy?
- Mam oferty z kilku przedsiębiorstw, które wybrać?

Pracodawcom biuro karier PŁ oferuje:

1. Firmom zgłaszającym się do naszego Biura pomagamy w poszukiwaniu odpowiednich kandydatów do pracy i na praktyki spośród studentów i absolwentów PŁ.

2. Udostępniamy studentom i absolwentom oferty pracy (stałej i czasowej) oraz praktyki i staży zawodowych (w katalogu ofert, na stronie internetowej, tablicach ogłoszeń przed Biurem i na odpowiednich Wydziałach oraz rozsyłamy do osób zarejestrowanych w naszej bazie)

3. Przyszłych pracowników możecie Państwo wybrać spośród studentów i absolwentów następujących Wydziałów:

Wydziału Mechanicznego

Wydziału Chemicznego

Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki

Wydziału Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej

Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska

Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności

Wydziału Organizacji i Zarządzania

Wydziału Budownictwa, Architektury i Ochrony Środowiska

Wydziału Inżynierii i Marketingu Tekstyliów

Centrum Kształcenia Międzynarodowego

4. Preselekcję kandydatów do pracy, praktyki lub stażu zgodnie ze zgłoszonymi przez Pracodawców zapotrzebowaniami.

5. Pomoc przy formalnej organizacji na Uczelni praktyk studenckich.

6. Organizujemy również prezentacje firm na Uczelni. W czasie bezpośredniego spotkania ze studentami możecie Państwo przedstawić profil działania swojego przedsiębiorstwa, zapoznać studentów z jego misją, wartościami, osiągnięciami, przedstawić im ofertę praktyk lub pracy oraz wymagania, jakie stawiacie przyszłym pracownikom,

opowiedzieć o procesie rekrutacji i korzyściach pracy w Państwa firmie. Zapewniamy salę wykładową wraz ze sprzętem multimedialnym.

7. Zapraszamy Pracodawców do poprowadzenia szkoleń, których tematyka dotyczyłaby np.: planowania kariery zawodowej, metod wykorzystywanych w rekrutacji, autoprezentacji, czy też problemów związanych z Państwa działalnością. Ważne, by materiał prezentowany podczas szkoleń opierał się o Państwa doświadczenia. Oddajemy do Państwa dyspozycji salę szkoleniową wraz ze sprzętem multimedialnym. Takie szkolenia i warsztaty są świetną promocją firmy na Uczelni.

8. Promocja on-line. Oferujemy Państwu możliwość zamieszczenia banneru reklamowego na naszej stronie, który kierowałby zainteresowanych studentów i absolwentów na stronę internetową Państwa firmy.

9. Ekspozowanie materiałów informacyjnych i promocyjnych firm na terenie Uczelni i ewentualny udział w Akademickich Targach Pracy organizowanych na Politechnice Łódzkiej.

Współpraca z Biurem Karier PŁ daje Państwa firmie najszybszy i najtańszy (nasze usługi są bezpłatne) kontakt ze studentami i absolwentami naszej Uczelni oraz umożliwia indywidualną promocję przedsiębiorstwa w środowisku akademickim i budowanie swojego wizerunku jako atrakcyjnego pracodawcy.

Aleksander Maroszyński (1926–2006)

W sierpniu bieżącego roku zmarł nasz Kolega, mgr inż. Aleksander Maroszyński. W maju ukończył 80 lat życia i otrzymał w dniu urodzin od Zarządu Oddziału Łódzkiego SEP i Koła seniorów SEP dyplom uznania za osiągnięcia zawodowe i działalność społeczną w naszym Stowarzyszeniu.

Dzieciństwo i młodość upłynęły mu w Ostrowcu Świętokrzyskim, gdzie ukończył szkołę podstawową, a następnie pobierał naukę na tajnych kompletach w trudnych warunkach, gdyż cała rodzina została przesiedlona przez okupanta. W 1945 r. złożył egzamin maturalny i uzyskał świadectwo dojrzałości, po czym został przyjęty na studia w Politechnice Łódzkiej. Studia na Wydziale Elektrycznym PŁ ukończył w 1950 r. i zatrudnił się w Wojewódzkim Biurze Projektów w Łodzi, gdzie przepracował kilkanaście lat na stanowisku asystenta, a następnie projektanta. Kolejnymi miejscami pracy było Przedsiębiorstwo Techniczno-Montażowe „Melta” – na stanowisku kierownika pracowni specjalistycznej oraz Przedsiębiorstwo „Bistyp” w Warszawie – na stanowisku głównego specjalisty.

Do SEP wstąpił w 1952 r., przejmując od razu dużą aktywność w składzie Zarządu Oddziału Łódzkiego, pełniąc funkcję sekretarza w latach 1953–1954, prezesa OŁ SEP w latach 1954–1955 oraz członka zarządu Oddziału do 1959 r. Był współzałożycielem i przewodniczącym Koła Zakładowego SEP przy Wojewódzkim Biurze Projektów w Łodzi, w latach 1957–68, oraz członkiem Kolegium Sek-

cji Instalacji OŁ SEP w latach 1960–68. Ponownie został wybrany do Zarządu Oddziału Łódzkiego SEP w kadencji 1962–65. Za działalność w naszym Stowarzyszeniu został wyróżniony Srebrną i Złotą Odznaką Honorową SEP, Odznaką Honorową Miasta Łodzi oraz Medalem 60-lecia OŁ SEP.

W ostatnich latach, już na emeryturze, cierpiał na przewlekłą ciężką chorobę, która w dwu końcowych latach nie pozwalała na opuszczanie domu oraz wymagała stosowania bolesnych zastrzyków i uciążliwych zabiegów leczniczych. Był otoczony troskliwą opieką żony Krystyny oraz siostry Zofii Grzymskiej, która jest lekarzem.

Kolega Aleksander, zmarły dnia 15 sierpnia 2006 r., pozostaje w pamięci naszej jako człowiek uczciwy i obywatelski, stale zainteresowany rozwojem techniki i przekazujący swoje wiadomości w akcji szkoleniowej oraz jako rzeczoznawca SEP w dziale instalacji i urządzeń elektrycznych.

Prochy Aleksandra zostały pochowane w grobie rodzinnym na cmentarzu Łódź – Doły przy ul. Smutnej.

Zdzisław Korcuć



Sprawozdanie z Konkursu na najlepszą pracę dyplomową inżynierską na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ

Do tegorocznego tradycyjnego konkursu na najlepszą pracę dyplomową inżynierską w roku akademickim 2005/2006, organizowanym przez Zarząd Oddziału Łódzkiego SEP i Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej zgłoszono 2 prace dyplomowe, ocenione przez Komisję Konkursową w składzie: prof. dr hab. inż. J. Wodziński (przewodniczący), dr inż. Tomasz Sobieraj, dr inż. Franciszek Wójcik, wraz z przedstawicielem Koła Zakładowego SEP przy PŁ – dr inż. Jerzym Powierzą. Przy ocenie prac Komisja brała pod uwagę: nowoczesność tematyki, użyteczność uzyskanych wyników badań, pracowitość, poprawność językową, stronę graficzną oraz deklarowaną i wykorzystaną w cza-

nie wykonywania pracy literaturę polsko-obcojęzyczną. Po przeprowadzonej analizie i dyskusji Komisja ustaliła podany niżej podział nagród:

I miejsce: Adam Krawczyk, Przemysław Zakrzewski, Program do obsługi formatu DICOM – Medicus Foveo (opiekun dr inż. Roman Gozdur),

II miejsce: Krzysztof Olszewski, Analiza przebiegów obciążenia wybranych odbiorców energii elektrycznej (opiekun: dr inż. Ryszard Pawełek).

Wręczenie nagród odbyło się w dniu 22 czerwca 2006 r., podczas towarzyszącego XXXIII WZD SEP Seminarium „Elektryka dla gospodarki” odbywającym się na terenie Filharmonii Łódzkiej.

(AG)

II posiedzenie Rady Prezesów SEP

W dniach 8 i 9 września, w Kazimierzu Dolnym nad Wisłą, odbyło się drugie w bieżącej kadencji posiedzenie Rady Prezesów SEP. Posiedzenie prowadził prezes SEP, prof. Jerzy Barglik oraz dziekan Rady Prezesów, kolega Jerzy Szastałło. Prezes poinformował o aktualnych pracach Zarządu Głównego SEP, z czego najistotniejsza była informacja o zatwierdzeniu, przez sąd, statutu SEP, z poprawkami przyjętymi przez XXXIII Walne Zgromadzenie Delegatów.

Posiedzenie Rady Prezesów, po raz pierwszy w historii, miało charakter szkoleniowy. Zatem głównym punktem był wykład dr Anny Szychty, z Uniwer-



Widok Kazimierza Dolnego od strony Wisły



Prezes prof. Jerzy Barglik w towarzystwie pań: prezesa Oddziału Toruńskiego koleżanki Aleksandry Konklewskiej i koleżanki Małgorzaty Gregorczyk, kierowniczką biura prezesa SEP, na pokładzie statku wycieczkowego „Pirat”

sytytu Łódzkiego, na temat „Podstawy rachunkowości finansowej i zarządczej w stowarzyszeniu”. Wykład przeplatany był dyskusją pobudzaną pytaniami zadawanymi przez słuchaczy.

Stowarzyszeniowa część Rady Prezesów dotyczyła spraw finansowych SEP, a więc ściśle związanych z tema-



Miejsce obrad Rady Prezesów hotel Bohema; na pierwszym planie prezes Oddziału Lubelskiego SEP, kolega Jacek Woźniak, organizator spotkania

tyką wykładu. Omówiono tu kwestie odpowiedzialności finansowej władz stowarzyszenia, czyli prezesa SEP, prezesów oddziałów bez osobowości prawnej i prezesów oddziałów z osobowością prawną (trzy Oddziały: Zagłębia Węglowego, Radomski i Łódzki). Z odpowiedzialnością władz Stowarzyszenia związany był również końcowy punkt Rady Prezesów, w którym wszyscy prezesi oddziałów nie posiadający osobowości prawnej, otrzymali z rąk prezesa Jerzego Barglika, nowe upoważnienia do zarządzania majątkiem Oddziałów i do działania w imieniu SEP.

Rada Prezesów powołała dwa zespoły: do spraw finansowych pod kierownictwem koleżanki Jolanty Gołębiowskiej, prezesa Oddziału Piotrkowskiego oraz do spraw programowych pod kierownictwem kolegi Piotra Szymczaka, prezesa Oddziału Szczecińskiego.

Jak zwykle spotkanie miało również część rekreacyjną, która składała się z wycieczki, z przewodnikiem, po Kazimierzu i wycieczki statkiem po Wiśle.

FM

Zarząd Oddziału Łódzkiego SEP zwraca się z prośbą do wszystkich Członków Stowarzyszenia o zgłaszanie do Biura Zarządu OŁ SEP zmian w danych telefonicznych i adresowych. Pozwoli to na aktualizowanie bazy danych i ułatwi kontakt z Członkami.

Pl. Komuny Paryskiej 5a; 90-007 Łódź, tel./fax (42) 630 94 74; 632 90 39
e-mail: sep.lodz@neostrada.pl; seplodz@onet.pl

Geotermia w Uniejowie

W 1978 r. geolodzy rozpoczęli wiercenia w poszukiwaniu ropy naftowej. Po kilku miesiącach, wiercenia przerwano aż do 1990 r. W 1991 r. zakończono wiercenia trzech otworów. Geolodzy nie natrafili na złoża ropy naftowej, lecz dowiercili się do gorącej wody.

Głębokość otworu, z którego czerpana jest gorąca woda, wynosi około 2000 m, średnica rur około 150 mm. W rurze na głębokości około 80 m zanurzono pompę głębinową o wydajności 120 m³ / godz. Woda ma temperaturę około 70°C i jest doprowadzona do wymiennika ciepła. Po przepływie przez wymiennik ciepła jest wpuszczona do ziemi

przez dwa otwory oddalone o około 1 km od otworu, z którego jest pobierana. Na wylocie wymiennika, ciepła woda ma temperaturę około 45°C. Długość sieci wody ciepłej wynosi około 10 km.

Woda wykorzystywana jest do ogrzewania kilku bloków mieszkalnych, osiedla domów jednorodzinnych oraz do kąpieli leczniczych. Planuje się również budowę basenu kąpielowego oraz podgrzewanie murawy stadionu piłkarskiego.

Za energię ciepłą do ogrzania budynków, odbiorcy płacą 50 zł za 1 GJ.

Wycieczki Koła Seniorów

W czerwcu br. Koło Seniorów przy OŁ SEP zorganizowało wycieczkę autokarową do Ciechocinka. Uczestnicy wycieczki w liczbie 30 osób odbyli spacer po pięknym, ukwieconym Uzdrowsku, wokół ogromnych tężni solankowych oraz w Parku Zdrojowym. Zapoznali się z historią wykorzystania źródeł solankowych w lecznictwie sanatoryjnym. W drodze powrotnej wycieczka zwiedziła Katedrę we Włocławku oraz obejrzała zapórę wodną na Wiśle.



Wspaniała, wiosenna pogoda sprzyjała doskonałym nastrojom wycieczkowiczom.

Kolejna wycieczka Koła Seniorów OŁ SEP odbyła się w dn. 14 września br. na trasie Zgierz – Ozorków – Uniejów – Aleksandrów Łódzki – Konstantynów Łódzki – Pabianice. Uczestnicy wycieczki zwiedzili między innymi zabytkowy kościół w Mikołajewicach koło Wodzierad, zaliczany do klasy „0” oraz „Geotermię Uniejów”.



STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH

Oddział Łódzki

90-007 Łódź, pl. Komuny Paryskiej 5a
Dom Technika, IV p., pok. 409 i 404
tel./fax (0 42) 630 94 74, 632 90 39
e-mail: seplodz@onet.pl sep.lodz@neostrada.pl
<http://sep.p.lodz.pl>

świadczy wszelkiego rodzaju usługi we wszystkich dziedzinach elektryki:

- u usługi techniczno-ekonomiczne w ramach Ośrodka Rzeczoznawstwa
- u kursy specjalistyczne w zakresie doskonalenia zawodowego
- u kursy przygotowawcze do egzaminów na uprawnienia budowlane w zakresie projektowania i wykonawstwa
- u kursy przygotowawcze do egzaminów kwalifikacyjnych (wszystkie grupy)
- u szkolenia audytorów wewnętrznych systemów jakości (normy ISO 9000)
- u egzaminy kwalifikacyjne dla elektryków i ciepłowników
- u usługi marketingowe
- u prezentacje
- u wystawy o charakterze targowym
- u reklamy w Biuletynie Techniczno-Informacyjnym OŁ SEP
- u rekomendacje dla wyrobów i usług branży elektrycznej
- u organizacja imprez naukowo-technicznych

OŚRODEK RZECZOZNAWSTWA OŁ SEP

oferuje bogaty zakres usług technicznych i ekonomicznych:

- ⌘ Projekty techniczne i technologiczne
- ⌘ Ekspertyzy i opinie
- ⌘ Badania eksploatacyjne
- ⌘ Badania techniczne urządzeń elektrycznych, elektronicznych i elektroenergetycznych
- ⌘ Ocena zagrożeń i przyczyn wypadków powodowanych przez urządzenia elektryczne
- ⌘ Ocena prototypów wyrobów, maszyn i urządzeń produkcyjnych
- ⌘ Ocena usprawnień, pomysłów, projektów i wniosków racjonalizatorskich
- ⌘ Opracowywanie projektów przepisów oraz instrukcji obsługi, eksploatacji, remontów i konserwacji
- ⌘ Wykonywanie wszelkich pomiarów w zakresie elektryki
- ⌘ Prowadzenie nadzorów inwestorskich i autorskich
- ⌘ Wykonywanie ekspertyz o charakterze prac naukowo-badawczych
- ⌘ Powadzenie stałych i okresowych obsług technicznych (konserwatorskich i serwisowych) oraz napraw
- ⌘ Prowadzenie pośrednictwa handlowego (materiały, wyroby, maszyny, urządzenia i usługi)
- ⌘ Odbiory jakościowe
- ⌘ Pośrednictwo w zagospodarowywaniu rezerw mocy produkcyjnych, materiałów, maszyn i urządzeń
- ⌘ Wyceny maszyn i urządzeń
- ⌘ Ekspertyzy i naprawy sprzętu AGD i audio-video
- ⌘ Tłumaczenia dokumentacji technicznej i literatury fachowej
- ⌘ Doradztwo i ekspertyzy ekonomiczne
- ⌘ Audyty i plany marketingowe
- ⌘ Przekształcenia własnościowe
- ⌘ Przygotowywanie wniosków koncesyjnych dla producentów i dystrybutorów energii

OR SEP tel. (0 42) 632 90 39, 630 94 74

**Pozycja i ranga SEP jest gwarancją
najwyższej jakości, niezawodności i wiarygodności**

P400-TCS NOWOCZESNY SYSTEM AUTOMATYKI

System P400-TCS został stworzony w oparciu o wieloletnie doświadczenie firmy ALSTOM w produkcji układów regulacji turbin, generatorów i układów pomocniczych. System jest oparty na sterownikach PAC oraz PLC produkowanych przez firmę GE Fanuc według najnowszych technologii oraz światowych trendów w tej dziedzinie.

W ramach systemu P400-TCS oferowane są:

- P400-CLC: Regulator turbiny z możliwością redundancji systemu z bardzo szybką synchronizacją danych obliczeniowych
- P400-PRO: Układ zabezpieczeń (dwu- lub trójkanałowy)
- P400-OLC: Sterowanie urządzeniami pomocniczymi turbiny
- P400-BOT: Moduł obliczeń naprężeń termicznych turbiny

Ponadto system może być rozbudowany o następujące układy:

- P400-AVR: Automatyczny regulator napięcia generatora
- P400-BOC: Układ automatyki kotła
- P400-SOE: Rejestrator zdarzeń
- P400-HMI: Stacja operatorska
- P400-ENG: Stacja inżynierska



System P400-TCS zapewnia:

- Elastyczność i otwartość komunikacyjną - obsługa protokołów szeroko stosowanych w automatyce przemysłowej
- Wysoki poziom niezawodności pracy układu oraz zwiększenie jego dyspozycyjności
- Wysokie parametry techniczne sprzętu
- Szereg funkcji diagnostycznych na poziomie sprzętowym i programowym

Współpraca z ALSTOM gwarantuje:

- Wsparcie techniczne na najwyższym poziomie
- Serwis gwarancyjny i pogwarancyjny
- Łatwy dostęp do magazynu części zamiennych

ALSTOM - Tradycja i Doświadczenie

ALSTOM Power Sp. z o.o.w Warszawie oddział w Elblągu, Zakład Serwisu,
ul. Stoczniowa 2, 82-300 Elbląg tel. +48 55 239 12 30, fax +48 232 80 40