



# Energetyka®

8/2007

problemy energetyki i gospodarki paliwowo-energetycznej

ISSN 0013-7294

Cena 15 zł



Oficyna Wydawnicza **ENERGIA**









## Szanowni Państwo

Na łamach *Energetyki* prezentowaliśmy już wiele polskich elektrowni, ich historię, a także zastosowane rozwiązania techniczne, procesy technologiczne, współpracę z systemem elektroenergetycznym czy osiągnięcia współpracujących ze sobą zespołów techników, inżynierów i naukowców, przetwarzających najnowsze osiągnięcia nauki na rozwiązania techniczne w warunkach konkretnej elektrowni. Miały już „swoje” rocznicowe zeszyty *Energetyki* elektrownie: *Opole, Jaworzno III, Siersza, Rybnik, Połaniec, Bełchatów, Turów, Żarnowiec* czy *Południowy Koncern Energetyczny*.

Jest nam szczególnie miło obecnie zaprezentować Państwu numer naszego czasopisma poświęcony w całości *Elektrowni Łaziska*. Dziewięćdziesiąty rok istnienia *Elektrowni Łaziska* jest jednocześnie 60. rokiem wydawania *Energetyki*.

Wspomnieć w tym miejscu wypada, że postać Klemensa Ścierańskiego jest zarówno w energetyce polskiej, jak i *Elektrowni Łaziska* wyjątkowa. Ślęzak z urodzenia, po ukończeniu studiów na Wydziale Mechaniczno-Energetycznym Politechniki Śląskiej i 14 latach pracy w elektrowniach *Halemba* i *Siersza* na stanowiskach kierownika bloku, dyżurnego inżyniera ruchu i kierownika pionu remontów, Klemens Ścierański rozpoczął w 1978 roku pracę na kierowniczych stanowiskach w *Elektrowni Łaziska*, początkowo jako dyrektor techniczny, a później dyrektor naczelny, którą to funkcję – choć o innej nieco nazwie – sprawuje nadal. W okresie minionych 29 lat szefowania w *Elektrowni Łaziska* piastował także mandat posła na Sejm RP w latach 1993 – 1997, a w latach 1995 – 1996 stanowisko Ministra Przemysłu i Handlu. W V kadencji Senatu RP uzyskał godność senatora RP. Nigdy jednak nie opuszczał na dłużej *Elektrowni Łaziska*. W ten sposób już ustanowił nowy „rekord” dyrektorowania w elektrowni. Poprzedni należał do dr. Waltera von Amanna, obywatela austriackiego, pierwszego dyrektora elektrowni, sprawującego tę funkcję przez 27 lat, to jest w latach 1917 – 1945 (z przerwą w 1939 roku).

Warto także przypomnieć, że Klemens Ścierański za swą niestrudzoną, naukowo-techniczną działalność wynalazczą, a także animowanie ruchu wynalazczego pracowników elektrowni został odznaczony wieloma wysokimi odznaczeniami krajowymi i zagranicznymi, a między innymi uzyskał: Krzyż Oficerski Orderu Odrodzenia Polski, Ordre Nationale du Mérite od Prezydenta Republiki Francuskiej, Belgijski Krzyż Komandorski za działalność wynalazczą, Medal Honorowy im. Tadeusza Sendzimira Stowarzyszenia Polskich Wynalazców i Racjonalizatorów.

Na powstawanie coraz mocniejszych i ściślejszych więzi łączących technikę energetyczną z nauką o energetyce wskazywać może wiele artykułów zawartych – nie tylko zresztą – w tym numerze *Energetyki*. Dlatego też pragniemy skorzystać z okazji prezentacji wspólnych osiągnięć naukowców i inżynierów energetyków w *Elektrowni Łaziska* i poinformować o poparciu, jakiego udzielają Rada Konsultacyjno-Programowa i Redakcja naszego czasopisma następującemu stanowisku Senatu Akademii Górniczo-Hutniczej:

*„Senat Akademii Górniczo-Hutniczej widzi pilną konieczność utworzenia dyscypliny naukowej ENERGETYKA w dziedzinie NAUK TECHNICZNYCH. Wiele elementów dotyczących energetyki można znaleźć w innych dyscyplinach, jednak zagadnienia związane m.in. z bezpośrednio z racjonalnym wykorzystaniem nieodnawialnych źródeł energii pierwotnej, rozwojem nowych technologii, w tym jądrowej, wykorzystaniem zasobów energii odnawialnej, zagrożeniami klimatu jako skutku emisji gazów cieplarnianych do atmosfery, nie mieszczą się w zakresie działalności żadnej dyscypliny. Ich wzajemne powiązania stawiają przed nauką nowe wyzwania. Te oraz inne zagadnienia związane in extenso z gospodarką energetyczną, powinny stanowić podstawę nowej dyscypliny – energetyki.*

*Senat Akademii Górniczo-Hutniczej zwraca się z apelem do senatów polskich uczelni technicznych oraz Komitetów Naukowych PAN i PAU o podjęcie tej inicjatywy w celu wspólnego wystąpienia.*

*Uważamy to za nasz obowiązek w obliczu różnego rodzaju zagrożeń niezależności energetycznej Polski.”*

Poparcie to mamy zamiar wyrazić w liście otwartym na łamach techniczno-naukowego czasopisma Stowarzyszenia Elektryków Polskich, jakim jest od 60 lat *Energetyka*. Podzielamy bowiem pogląd, że w ostatnich latach nastąpiło niejako połączenie wielu obszarów badawczo-edukacyjnych występujących w ramach różnych dyscyplin naukowych, takich jak: elektrotechnika, mechanika, budowa i eksploatacja maszyn, metalurgia, inżynieria chemiczna, transport i budownictwo. Jednoczy te dyscypliny w obszarze energetyki problematyka wyczerpywania się zasobów paliw kopalnych, bezpieczeństwo dostaw surowców energetycznych, globalne zmiany klimatyczne. W numerze wrześniowym *Energetyki* zamieścimy list otwarty skierowany w tej sprawie do Premiera.

*Tomasz E. Kołakowski*





## Szanowni Czytelnicy

Z okazji jubileuszu 90-lecia *Elektrowni „Łaziska”* przygotowaliśmy dla Państwa specjalne wydanie *Energetyki*. Publikowane na łamach tego miesięcznika materiały w sposób przekrojowy podejmują różnorodne aspekty funkcjonowania naszego zakładu. Mamy nadzieję, że spełnią one oczekiwania zarówno praktyków związanych zawodowo z energetyką, jak też liczne grono naukowców, studentów oraz wszystkich zainteresowanych.

*Elektrownia „Łaziska”* – dziś jedna z najlepszych w całej polskiej energetyce – to ogromny sukces techniczny, ekologiczny i organizacyjny wielu pokoleń tutejszych energetyków.

Przez lata swej działalności zakład wkomponował się na trwałe w krajobraz gospodarczy oraz społeczny regionu, a także całej energetyki, zyskując wielu sympatyków i przyjaciół.

Pracownicy *Elektrowni „Łaziska”* znani są od wielu lat ze skutecznego realizowania misji firmy, czyli produkcji energii elektrycznej i ciepłej w sposób bezpieczny, ekonomicznie efektywny oraz przyjazny dla środowiska naturalnego.

Ta firma stała się kuźnią kadr dla polskiej energetyki. Rozwiązania rodem z „*Łazisk*” zaczęły być stosowane w innych elektrowniach. Wiele z nich powstawało w ścisłej współpracy z polskimi uczelniami i ośrodkami naukowo-badawczymi. Stanowiliśmy również prawdziwe okno na świat. To właśnie tu były testowane najnowsze światowe rozwiązania technologiczne: dzięki „*Łaziskom*” na polski rynek wchodziły takie firmy jak *Hydac*, *Taprogge* czy *IFS*.

Elektrownia podlegała ciągłym przebudowom. Najtrudniejsze lata przeżywalismy jednak, gdy musieliśmy ocalić zakład od realnie grożącej mu śmierci technicznej. Przeprowadziliśmy gruntowną modernizację stawiając jednocześnie na ludzi aktywnych, zaangażowanych, gotowych do ciągłego podwyższania poziomu wiedzy i specjalistycznych umiejętności. Restrukturyzację firmy powiązaliśmy z konsekwentną realizacją założeń polityki innowacyjnej, kadrowej oraz informacyjnej. Efektem wprowadzonych zmian jest zakład nowoczesny pod względem organizacyjnym i technicznym, skupiający wokół siebie załogę podejmującą współodpowiedzialność za jego funkcjonowanie.

Był czas, kiedy *Elektrownia „Łaziska”* znajdowała się na słynnej „*Liście 80*” – wykazie największych trucicieli wśród polskiego przemysłu. Droga od tamtych czasów do osiągnięcia tytułu „*Lidera polskiej ekologii*” nie była łatwa ani krótka. W XXI wiek wchodziliśmy już z kompletnymi instalacjami odsiarczania i odazotowania spalin na wszystkich blokach, z wydajnymi elektrofiltrami, uporządkowaną gospodarką wodno-ściekową i odpadami.

„*Łaziska*” były pierwszą elektrownią, jaka od początku wdrażała Zintegrowany System Zarządzania spełniający wymagania trzech norm: ISO 9001, ISO 14001 i PN 18001. Wdrożyła także i certyfikowała w 2003 roku – jako druga w energetyce - system społecznej odpowiedzialności zgodny z normą SA 8000. Jest także laureatem VIII edycji Śląskiej Nagrody Jakości.

Na historię elektrowni składają się przede wszystkim losy ludzi z nią związanych. Pokolenia energetyków zyskiwały tutaj nowe doświadczenia dając zarazem innym szansę na skorzystanie ze swojego dorobku. Pamiątki z przeszłości, w tym różne urządzenia energetyczne oraz dowody uznania dla naszej firmy zgromadziliśmy w najstarszej części zakładu tworząc Muzeum Energetyki, które staje się ważnym centrum edukacyjnym.

*Elektrownia „Łaziska”* pełni także ogromną rolę w życiu społecznym regionu – mam tu na myśli wieloletnią współpracę z samorządami, klinikami, szpitalami, ośrodkami kultury i placówkami oświatowymi. Ludzi pracujących w elektrowni zawsze bowiem cechowała wrażliwość na problemy drugiego człowieka i gotowość niesienia pomocy.

Dla elektrowni charakterystyczna jest bliska więź pracowników i emerytów z zakładem. To nie tylko wspólna praca, ale też realizowanie sportowych pasji, uczestniczenie w pracach najaktywniejszego w Polsce koła SEP, czy działalność w Klubie Emeryta. *Elektrownia „Łaziska”* stanowi odzwierciedlenie głębokich przemian, jakim podlegała w ostatnich latach polska gospodarka. Cały proces restrukturyzacji elektrowni był przygotowaniem do prac przy współtworzeniu *Południowego Koncernu Energetycznego SA*.

Zachęcam Państwa do uważnej lektury tego wydania *Energetyki*, poświęconego w całości *Elektrowni „Łaziska”* – zarówno w tradycyjnej, „papierowej” wersji, jak też i w wersji elektronicznej na stronach internetowych miesięcznika: [www.energetyka.eu](http://www.energetyka.eu). Poszczególne artykuły autorstwa bądź współautorstwa naszych pracowników pokazują nie tylko dzisiejsze oblicze tej niezwyklej elektrowni, ale także etapy jej rozwoju i modernizacji.



Klemens Ściński

Dyrektor PKE SA Elektrowni „Łaziska”

*Wszelkiej pomyślności  
Energetykom i ich Bliskim  
z okazji Dnia  
Energetyka 2007*

*życzy  
Redakcja i Rada  
Konsultacyjno-Programowa  
Energetyki*



**90 lat**  
**1917-2007**  
Elektrownia Łaziska






**1947 – 2007**  
**Energetyka**®

SIERPIEŃ 2007



NR 8 (638)

*Czasopismo istnieje od 1947 roku. Jest poświęcone problemom wytwarzania, przesyłania, rozdzielania i użytkowania energii elektrycznej i ciepłej, budowy elektrowni, elektrociepłowni i linii elektroenergetycznych, komputeryzacji systemu elektroenergetycznego i restrukturyzacji elektroenergetyki.*

*Od 2005 roku po połączeniu z miesięcznikiem „Gospodarka Paliwami i Energią” rozszerzony został obszar zainteresowania czasopisma o problemy gospodarki paliwowo-energetycznej. Znajduje się na liście Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego czasopism punktowanych (6 punktów) w ramach oceny parametrycznej jednostek w Zespole Elektrotechniki, Energetyki i Metrologii. Czasopismo jest dofinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Jest umieszczone w międzynarodowej bazie bibliograficzno-abstraktowej INSPEC DATABASE, a także indeksowane w Bazie danych o zawartości polskich czasopism technicznych BAZTECH <http://baztech.icm.com.pl>. Zostało odznaczone złotymi odznakami: Honorową SEP, »Zasłużony dla energetyki« oraz Medalem SEP im. Profesora Stanisława Fryzego.*

*The magazine exists since 1947. It is devoted to problems of electric and heat energy generation, transmission, distribution and utilisation. It presents problems of construction of power stations, CHP stations and electric power lines as well as computerisation of the electric power system and re-structuring the electric power industry.*

*In 2005, after fusion with „Gospodarka Paliwami i Energią” monthly, the interest area of the magazine is widened with problems of fuel and energy economy. „Energetyka” monthly is placed in the journal list of Electrical Engineering, Power Engineering and Metrology Group of Entities assessed by Polish Ministry of Scientific Research and Information Technology within parametric assessment (6 points). The magazine is financially supported by the Ministry of Science and Higher Education. „Energetyka” is placed in the international bibliography-abstract base INSPEC DATABASE – it is also indexed in “Data base of Polish technical magazines contents BAZTECH <http://baztech.icm.edu.pl>”. It has been awarded with following golden awards: SEP Award of Merit, Merit Award for Power Industry Workers and Professor Stanisław Fryze Medal of SEP.*

## Rada Konsultacyjno-Programowa

mgr inż. Zygmunt Artwik – Polimex-Mostostal Siedlce SA  
 dr hab. inż. Jerzy Barglik – Prezes SEP  
 mgr inż. Bogumił Dudek – EPC SA, Katowice  
 prof. dr hab. inż. Jan Górzyński – ITB – Warszawa  
 prof. dr hab. inż. Tadeusz Halawa – IASE, Wrocław  
 dr inż. Mieczysław Kaczmarek – Proenergia Sp. z o.o., Warszawa  
 prof. dr hab. inż. Waldemar Kamrat – Politechnika Gdańska  
 dr inż. Andrzej Kowalski – Energoprojekt Katowice SA  
 prof. dr hab. inż. Joachim Kozioł – Politechnika Śląska  
 inż. Roman Kuczkowski – GE Energa SA, O. ZE Toruń, PTPiREE  
 doc. dr inż. Jerzy Kulikowski – Instytut Energetyki, Warszawa  
 mgr inż. Dariusz Lubera – Enion SA, PTPiREE  
 inż. Tadeusz Malinowski – INPE, Bełchatów  
 prof. dr hab. inż. Jacek Malko – Politechnika Wrocławska  
 mgr inż. Ryszard Migdański – ZIAD, Bielsko-Biała

mgr inż. Piotr Molski – Energoprojekt Kraków SA  
 mgr inż. Władysław Motyl  
 dr inż. Sławomir Pasierb – FEWE, Katowice  
 prof. dr hab. inż. Maciej Pawlik – Politechnika Łódzka  
 prof. dr hab. inż. Jan Popczyk – Politechnika Śląska  
 mgr inż. Adam Smolik – Energopomiar – Gliwice  
 mgr inż. Klemens Ścierański – PKE SA – Elektrownia Łaziska (przewodniczący Rady)  
 prof. dr hab. inż. Jerzy Tomczek – Politechnika Śląska  
 dr inż. Jerzy Trzeszczyński – Pro Novum Sp. z o.o., Katowice (zastępca przewodniczącego Rady)  
 prof. dr hab. inż. Lucjan Twardy – Politechnika Białostocka  
 mgr inż. Henryk Tymowski – PKE SA, Katowice  
 prof. dr hab. inż. Andrzej Ziębik – Politechnika Śląska

## Kolegium redakcyjne:

mgr inż. Tomasz Eugeniusz Kołakowski – Redaktor Naczelny, mgr Iwona Gajdowa – Zastępca Redaktora Naczelnego, Elżbieta Wilk – Administracja i księgowość

## Współpracują z redakcją:

prof. dr hab. inż. Jan Bujko, mgr inż. Fryderyk Czudejko, mgr inż. Jerzy Dobosiewicz, mgr Jacek Dubrawski, mgr inż. Marek Karnowski, doc. dr inż. Jerzy Kulikowski, mgr inż. Ludwik Pinko, mgr inż. Sławomir Tomaszewski

Adres redakcji: ul. Henryka Jordana 25, 40-952 Katowice, telefony: (0-32) 257 87 85, 257 87 86, tel./fax (0-32) 251 62 09  
 e-mail: [redakcja@elektroenergetyka.pl](mailto:redakcja@elektroenergetyka.pl) [www.e-energetyka.pl](http://www.e-energetyka.pl) [www.energetyka.eu](http://www.energetyka.eu)

Wydawca:


 Ofcyna Wydawnicza Energia COSiW SEP, 40-952 Katowice, ul. Henryka Jordana 25

Druk: Drukarnia Archidiecezjalna, ul. Wita Stwosza 11, 40-042 Katowice tel.: (032) 251 38 80, fax (032) 251 65 55  
 Nakład: do 2000 egzemplarzy

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treść ogłoszeń, reklam i artykułów sponsorowanych. Nie zwraca materiałów nie zamówionych oraz zastrzega sobie prawo redagowania i skracania tekstów oraz zamieszczania streszczeń na internetowej witrynie [www.e-energetyka.pl](http://www.e-energetyka.pl)  
 Opinie zawarte w materiałach nie muszą być podzielane przez Redakcję.



# SPIS TREŚCI

|   |     |
|---|-----|
| Adam WISTHAL, Leszek BŁAŻYCA<br>90 lat <i>Elektrowni „Łaziska”</i> .....  | 513 |
| Andrzej BŁAŻYCA<br>Podstawowe wskaźniki techniczne charakteryzujące pracę Elektrowni w latach 1986 – 2006 .....   | 523 |
| Teresa KALFA<br>Od „Bram piekieł” do „Lidera polskiej ekologii” .....   | 526 |
| Grzegorz ŚCIBISZ, Stanisław KARPETA, Tomasz KALINOWSKI<br>Systemowe zarządzanie w Elektrowni .....  | 530 |
| Leszek WOJDANOWICZ<br>Optymalizacje techniczne i technologiczne procesu odsiarczania spalin .....   | 532 |
| Jarosław ŚWIĄDER<br>Zmiana systemu odzūżlania w Elektrowni .....  | 536 |
| Ryszard KÓZKA, Stefan CIELUCHOWSKI<br>Modernizacja układów wewnętrznych i ograniczenie emisji hałasu chłodni kominowych w Elektrowni .....  | 538 |
| Helena KOPEL<br>Zastosowanie nowych rozwiązań w celu poprawy pracy oczyszczalni ścieków bytowo-gospodarczych .....  | 542 |
| Dariusz GAJDA, Tomasz MACURA<br>Udział Elektrowni w obronie i odbudowie zasilania KSE .....   | 545 |
| Bogusław KOCIMA, Tomasz KLISTALA, Krystian KARPETA<br>Modernizacja układu zasilania elektrycznego .....   | 550 |
| Jacek CIESIELSKI, Henryk DANIELCZYK, Tomasz SOJKA<br>Wpływ niskoemisyjnego spalania na stan techniczny podzespołów kotłów eksploatowanych w Elektrowni .....                            | 553 |
| Marian STACHURA<br>Badania wiroprądowe rur skraplaczy turbin .....  | 556 |
| Jan BAŃCZYK, Janusz KANTOR, Stanisław MY SZOR<br>Diagnostyka materiałowa, wibrodiagnostyka i termowizja w działalności remontowej Elektrowni .....                                      | 558 |
| Tadeusz SZWERTHALTER<br>Diagnostyka maszyn, urządzeń i instalacji elektrycznych .....   | 561 |
| Waldemar GUZY<br>Odnawialna energia z Elektrowni .....  | 563 |
| Tomasz MACURA, Ryszard PIECHA<br>Modernizacje zabezpieczeń elektrycznych i układów wzbudzenia bloków 225 MW .....   | 565 |
| Ryszard RYGUŁA, Radosław FECHNER<br>Kompleksowe modernizacje turbin w Elektrowni .....  | 567 |
| Jan BAŃCZYK, Henryk SZROBORZ, Stefan CIELUCHOWSKI<br>Ochrona wewnętrznych powierzchni głównych rurociągów wody chłodzącej .....   | 571 |
| Ewald GRZESICZEK, Jan MENDECKI, Zbigniew KOMARNICKI<br>Optymalizacja przepływu wody chłodzącej przez skraplacz turbin o mocy 225 MW .....   | 574 |
| Krzysztof SZCZEPANEK<br>Modernizacja układu doprowadzenia powietrza pierwotnego do kotłów OP 650k .....   | 577 |
| Jan BAŃCZYK, Janusz KANTOR<br>Wydłużanie czasu pracy elementów stalowych turbin i głównych rurociągów parowych jako technicznie i ekonomicznie uzasadniona alternatywa ich wymian ..... | 580 |
| Adam WIECZOREK<br>Filtracja olejów w podstawowych układach turbozespołu energetycznego .....  | 583 |
| Artur RZEPKA, Roman MASEK<br>Materiały kompozytowe w energetyce .....   | 584 |
| Adam KOZERA, Alfred ŚLIWA<br>Udział chemii w rozwiązywaniu problemów eksploatacyjnych maszyn i urządzeń energetycznych w Elektrowni .....   | 586 |
| Jan BAŃCZYK, Ryszard KÓZKA<br>Wyłumienie urządzeń i obiektów energetycznych w Elektrowni .....  | 589 |
| Barbara SZENDZIELORZ<br>Działalność Koła SEP przy Elektrowni .....  | 591 |
| Adam WISTHAL<br>Muzeum Energetyki .....   | 592 |

Adam WISTHAL, Leszek BŁAŻYCA  
90 lat Elektrowni „Łaziska”

*Energetyka 2007, nr 8, s. 513*

Opisano historię Elektrowni „Łaziska” na tle wydarzeń historycznych. Wymieniono etapy jej rozwoju poczynając od utworzenia elektrowni „książątka”, (własność księcia pszczyńskiego) poprzez przekształcenie w Zakłady „Elektro”, spółkę z ograniczoną poręką (własność Towarzystwa Akcyjnego „Elektra” z siedzibą w Zurychu), połączenie z Elektrownią Okręgową „Ligota”, podział Zakładów „Elektro” w 1949 r., po nacjonalizacji, na Hutę „Łaziska” i Elektrownię „Łaziska” aż do przekształcenia z przedsiębiorstwa państwowego w jednoosobową spółkę Skarbu Państwa (1996 r.) i wejścia w skład Południowego Koncernu Energetycznego SA (2000 r.). Wymieniono urządzenia sukcesywnie instalowane w elektrowni, etapy jej modernizacji i uzyskane certyfikaty. Podano bardzo liczne, krajowe i zagraniczne wyróżnienia przyznane Elektrowni „Łaziska”.

Andrzej BŁAŻYCA

Podstawowe wskaźniki techniczne charakteryzujące pracę Elektrowni w latach 1986 – 2006

*Energetyka 2007, nr 8, s. 523*

Podano moc zainstalowaną i osiągalną elektrowni oraz dyspozycyjność bloków. Scharakteryzowano produkcję energii elektrycznej i ciepła. Podano zużycie węgla i oleju opałowego, zużycie energii na potrzeby własne oraz sprawność wytwarzania. W „Łaziskach” zastosowano najnowocześniejsze rozwiązania i technologie – zarówno światowe, jak i będące efektem własnej myśli technicznej chronionej licznymi patentami. Dzięki polityce bezinwestycyjnej podniesiono moc elektrowni o 115 MW, wydłużono czas pracy bloków o ponad 20 lat, osiągnięto sprawność wytwarzania przekraczającą 40 procent i dyspozycyjność bloków ponad 90 procent.

Teresa KALFA

Od „Bram piekiel” do „Lidera polskiej ekologii”

*Energetyka 2007, nr 8, s. 526*

Obecnie wokół Elektrowni „Łaziska” ludzie, przemysł i środowisko żyją ze sobą w harmonii. W ciągu 90. lat istnienia elektrowni były takie czasy, kiedy nie myślano o ochronie środowiska, ani nie przejmowano się zdrowiem ludzi. Nadzernym celem była produkcja, a kłębiące się czarne dymy z kominów świadczyły o dobrobycie śląska. Wymieniono obecne działania elektrowni w zakresie polityki proekologicznej. Podano wskaźniki emisji siarki, NO<sub>x</sub>, pyłu oraz charakteryzujące gospodarkę ściekową, odpadami produkcyjnymi i pozaprodukcyjnymi. Wymieniono czynne składowiska odpadów. W roku 2000 elektrownia została skreślona z krajowej listy najbardziej uciążliwych zakładów dla środowiska.

Grzegorz ŚCIBISZ, Stanisław KARPETA, Tomasz KALINOWSKI  
Systemowe zarządzanie w Elektrowni

*Energetyka 2007, nr 8, s. 530*

Elektrownia „Łaziska” była pierwszą polską elektrownią, która wdrożyła Zintegrowany System Zarządzania spełniający wymagania trzech norm: ISO 9001, ISO 14001 i PN 18001 oraz szóstą firmą w Polsce, która wdrożyła i certyfikowała system społecznej odpowiedzialności zgodny z normą SA 8000. Elektrownia bierze udział w konkursach Polskiej Nagrody Jakości. Od 2004 r. funkcjonuje w elektrowni strona [www.iso.ellaz.pl](http://www.iso.ellaz.pl) dla pełnomocników i specjalistów systemów zarządzania z branży energetycznej. Od 2005 r. elektrownia uczestniczy we wdrażaniu systemu ekzarządzania i auditów EMAS. Jest to udoskonalona wersja ISO 14001.

Leszek WOJDANOWICZ

Optymalizacje techniczne i technologiczne procesu odsiarczenia spalin

*Energetyka 2007, nr 8, s. 532*

Instalacje Odsiarczenia Spalin w Elektrowni „Łaziska” została oddana do eksploatacji w roku 2000. Spełnienie założeń kontraktowych potwierdzone zostało pomiarami gwarancyjnymi i odbiorem gwarancyjnym. Opiszano szczegółowo IOS i podano funkcje przez nią spełniane. W celu uzyskania poprawy wskaźników ekonomicznych podjęto w elektrowni działania optymalizacyjne. Obejmują one procesy technologiczne IOS według mokrej metody wapiennej i produkcję gipsu. Podano prognozowane efekty i możliwe do osiągnięcia korzyści techniczne.

Jarosław ŚWIADER

Zmiana systemu odżużlenia w Elektrowni

*Energetyka 2007, nr 8, s. 536*

Gospodarka żużlem jest nieodłącznie związana z produkcją energii elektrycznej i ciepła opartą na spalaniu węgla. Opiszano dotychczas stosowane metody odżużlenia oraz nowy wariant przedstawiony przez firmę VET. Charakteryzuje się on wysokimi wskaźnikami opłacalności i najmniejszym nakładem finansowym na inwestycje. Zastosowany system minimalizuje znaczenie istniejącego składowiska odpadów paleniskowych, znacznie ogranicza erozyjną część transportu pulpy popiołowo-żużlowej oraz umożliwia wielodniowe magazynowanie odpadu, a ponadto przenosi ciężar wywozu żużla transportem kołowym poza obszar zakładu. Podano opis instalacji nowego systemu hydroodżużlenia.

Adam WISTHAL, Leszek BŁAŻYCA  
90 years of „Łaziska” power station

*Energetyka 2007, nr 8, s. 513*

Described is „Łaziska” Power Station history against a background of historical events. Presented are its development stages beginning from the moment of erection as „Książątka” („Little Prince”) power station – property of Pszczyński Prince, then transformation into „Elektro” Enterprise – limited guaranty company (property of „Elektra” joint-stock company in Zurich), fusion with „Ligota” District Power Station, division of „Elektro” Enterprise in 1949 (after nationalization) into „Łaziska” Steel Plant and „Łaziska” Power Station up to the moment of its transformation from national enterprise into the sole shareholder company of the State Treasury (in 1996) and becoming a part of the Southern Poland Power Company (in 2000). Mentioned is equipment gradually installed in the power station, stages of its modernization and obtained certificates. Specified are numerous domestic and foreign prizes awarded to „Łaziska” Power Station.

Andrzej BŁAŻYCA

Basic technical data characterizing operation of „Łaziska” power station

*Energetyka 2007, nr 8, s. 523*

Given is the power station installed capacity and its pull-out power as well as availability of power units. Characterized is electric energy and heat production. Specified is consumption of coal and fuel oil, auxiliaries energy consumption and generation efficiency. The most modern solutions and technologies are applied in „Łaziska” power station – both the world-wide ones and those being the effect of own technical ideas protected by numerous patents. By means of non-investment policy the power station output was raised by 115 MW and operating time of blocks was elongated by more than 20 years. Also, generation efficiency exceeding 40 per cent and availability of blocks of more than 90 per cent was achieved.

Teresa KALFA

From „The Hell’s Gate” to „Polish Ecology Leader”

*Energetyka 2007, nr 8, s. 526*

At present, people, industry and environment in the surroundings of „Łaziska” Power Station live together in harmony. During 90 years of the power station existence there were times when nobody thought about environment protection or people’s health. The primary task was production and swirls of black smoke over factory chimneys were the evidence of Silesia’s welfare. Mentioned are the power station present activities concerning pro-ecology policy. Given are emission factors of sulphur, NO<sub>x</sub> and dust as well as the ones characterizing disposal of waste-water, waste products and off-production wastes. Specified are working industrial waste lagoons. In 2000 „Łaziska” power station was removed from the national list of plants being the most onerous ones for the environment.

Grzegorz ŚCIBISZ, Stanisław KARPETA, Tomasz KALINOWSKI  
System management in power station

*Energetyka 2007, nr 8, s. 530*

„Łaziska” power station was the first Polish power station to implement the Integrated Management System meeting the requirements of ISO 9001, ISO 14001 and PN 18001 standards. The company was also the sixth one in Poland to implement and certify the compatible with SA 8000 standard public responsibility system. Among other activities the power station takes part in Polish Quality Award competitions, from 2004 an Internet page [www.iso.ellaz.pl](http://www.iso.ellaz.pl) is available for proxies and management system specialists in power industry and in 2005 „Łaziska” began its participation in implementing EMAS (which is an improved version of ISO 14001) system of ecomanagement and audits.

Leszek WOJDANOWICZ

Technical and technological optimization of combustion gases desulfurization process

*Energetyka 2007, nr 8, s. 532*

Combustion gases desulfurization system (IOS) in „Łaziska” power station was put into operation in 2000. Meeting all technical requirements specified in the contract was confirmed by performance test measurements and warranty acceptance. Given is detailed description of the system and functions performed. With the aim to improve economic indicators of the power station, various optimization activities were taken up. They include IOS technological processes applied in accordance with the wet lime method and gypsum production. Mentioned are prognosed effects and possible technical advantages to achieve.

Jarosław ŚWIADER

Deslagging system change in power station

*Energetyka 2007, nr 8, s. 536*

Power plant deslagging system is an integral part of electric energy and heat production based on coal burning. Described are the hitherto used deslagging methods and a new variant presented by VET company which is characterized by high profitability rates and the least investment cost. The applied system minimizes importance of the existing furnace waste lagoon, considerably reduces the erosive part of ash-slag mixture transportation, enables storage of the waste for several days and shifts the problem of slag removal by road transport outside the plant. Given is description of the new pressure water slag handling system.



Ryszard KÓZKA, Stefan CIELUCHOWSKI

Modernizacja układów wewnętrznych i ograniczenie emisji hałasu chłodni kominowych w Elektrowni

*Energetyka 2007, nr 8, s. 538*

Podstawowym celem realizacji opisanego przedsięwzięcia jest wyłumienie tych urządzeń elektrowni, które są głównymi emitorami hałasu na tereny zabudowy mieszkaniowej. Prace obecnie prowadzone stanowią końcowy etap działań w celu osiągnięcia takich wartości emisyjnych, które nie będą przekraczać standardów wyznaczonych Prawem ochrony środowiska. Opisano szczegółowo sposób modernizacji układów chłodzenia chłodni kominowych. Podjęte przedsięwzięcie wpisuje się w proekologiczną strategię elektrowni i dostosowuje do wymagań BAT, czyli Najlepszych Dostępnych Technik oraz przynosi wymierzone korzyści ekonomiczne.

Helena KOPEL

Zastosowanie nowych rozwiązań w celu poprawy pracy oczyszczalni ścieków bytowo-gospodarczych

*Energetyka 2007, nr 8, s. 542*

W roku 2003 rozpoczęto w elektrowni modernizację oczyszczalni ścieków bytowo-gospodarczych. Oczyszczanie oparto na metodzie nisko obciążonego osadu czynnego z częściową symultaniczną stabilizacją tlenową osadu nadmiernego, z jednoczesnym usuwaniem związków biogenych metodą biologiczną (azot). Opisano szczegółowo tę metodę. Uznano ją za metodę skuteczną, pozwalającą na efektywne zmniejszenie zanieczyszczeń.

Dariusz GAJDA, Tomasz MACURA

Udział Elektrowni w obronie i odbudowie zasilania KSE

*Energetyka 2007, nr 8, s. 545*

Do przetargu na usługę odbudowy zasilania Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE), ogłoszonego przez Polskie Sieci Elektroenergetyczne (PSE) na wypadek blackoutu, w strukturach Południowego Koncernu Energetycznego (PKE) została wytypowana Elektrownia „Łaziska”. Dostosowanie bloków elektrowni do usługi systemowej rozpoczęło w 2005 roku, a ostatnie odbiory z udziałem przedstawicieli PSE odbyły się z początkiem roku 2007. Opisano szczegółowo układ pracy elektrowni, regulację jednostek wytwarzających w procesie odbudowy KSE oraz obronę i odbudowę KSE. Podczas zakłócenia 4 listopada 2006 r. elektrownia wykonała stawiane jej zadanie.

Bogusław KOCIMA, Tomasz KLISTALA, Krystian KARPETA

Modernizacja układu zasilania elektrycznego

*Energetyka 2007, nr 8, s. 550*

W latach 90. elektrownia stanęła przed koniecznością modernizacji układów zasilania elektrycznego potrzeb własnych i ogólnych. Pierwszym krokiem było opracowanie koncepcji docelowego układu, opartego na transformatorach 110/6 kV oraz 15,75/6 kV, zapewniającego pełne zapotrzebowanie mocy z dowolnego transformatora, z uwzględnieniem Instalacji Odsiarczania Spalin. Zainstalowanie nowych urządzeń znacząco poprawiło jakość zasilania, jego niezawodność, bezpieczeństwo obsługi, obniżenie kosztów remontowych, a także strat biegu jałowego transformatorów.

Jacek CIESIELSKI, Henryk DANIELCZYK, Tomasz SOJKA

Wpływ niskoemisyjnego spalania na stan techniczny podzespołów kotłów eksploatowanych w Elektrowni

*Energetyka 2007, nr 8, s. 553*

Objaśniono mechanizm powstawania tlenków azotu oraz istotę negatywnego ich wpływu na środowisko. Wymieniono metody ograniczania emisji tlenków azotu. Szczegółowo opisano rozwiązanie opracowane i stosowane w elektrowni „Łaziska” oraz zagrożenia związane ze zmianą technologi spalania. Scharakteryzowano działania zmierzające do dostosowania poziomu emisji NOx do nowych wymagań ekologicznych. Po zakończeniu prac planowane jest wykonanie kompleksowych badań i diagnostyki kotłów w różnych stanach pracy.

Marian STACHURA

Badania wiroprądowe rur skraplaczy turbin

*Energetyka 2007, nr 8, s. 556*

Opisano badania rur skraplaczy bloków 125 i 225 MW wykonane w latach 1994 – 2006. W związku z perspektywą dalszej długoletniej pracy bloków w elektrowni „Łaziska” (w strategii PKE to lata 2017 – 2027), zachodzi potrzeba prowadzenia zarówno bieżącej, jak i długofalowej diagnostyki stanu technicznego skraplaczy. Ważnym fragmentem takiej diagnostyki mogą być również badania wiroprądowe. W powiązaniu np. z badaniami materiałowymi mogą one pozwolić na pełną ocenę stanu technicznego skraplaczy w danej chwili. Ocena taka jest zazwyczaj wymagana w przypadku większej częstotliwości występowania nieszczelności rurek.

Jan BAŃCZYK, Janusz KANTOR, Stanisław MYSZOR

Diagnostyka materiałowa, wibrodiagnostyka i termowizja w działalności remontowej

*Energetyka 2007, nr 8, s. 558*

W 2001 r. elektrownia „Łaziska” uzyskała decyzję UDT nr UC-09-82-XI/1-01, uprawniającą do dokonywania napraw urządzeń ciśnieniowych oraz zbiorników beciśnieniowych. Uzyskano ponadto pozytywną opinię UDT na temat wykonywania badań okresowych, tj. rewizji wewnętrznych i prób ciśnieniowych w cyklu wydłużonym z utrzymaniem spójności cykli w jednym czasie dla danego bloku energetycznego. Zastosowanie wibrodiagnostyki, umożliwiającej bieżący pomiar, rejestrację i archiwizowanie w czasie rzeczywistym wielu parametrów pracy urządzeń, ułatwia prowadzenie pogłębionych analiz ich

Ryszard KÓZKA, Stefan CIELUCHOWSKI

Modernization of internal systems and atmospheric cooling tower noise emission reduction in power station

*Energetyka 2007, nr 8, s. 538*

Basic purpose of accomplishing the described project is to sound-proof installations which are the main noise-emitters for surrounding dwelling-houses. Present activities are the last stage of complex work carried on with the aim to achieve such emission value which will not exceed standards determined by Environment Protection Law. Given is detailed description of ACT cooling systems modernization method. The project is a part of pro-ecologic power station strategy, adapts it to BAT requirements and brings measurable economic profits.

Helena KOPEL

Application of new solutions with the aim to improve work of domestic sewage-treatment plant

*Energetyka 2007, nr 8, s. 542*

In 2003 a modernization of domestic sewage-treatment plant in „Łaziska” power station was begun. Treatment is based on the precisely described method of low-weighted activated sludge with partial simultaneous aerobic excessive sludge digestion and with synchronous removal of biogenous compounds using biological method (nitrogen). The method is admitted to be an effective one and allowing to significantly reduce impurities.

Dariusz GAJDA, Tomasz MACURA

Power station participation in protection and restoring the feeding of National Power System (KSE)

*Energetyka 2007, nr 8, s. 545*

„Łaziska” power station as a part of Southern Poland Power Company (PKE) structures was selected by the Company to represent it in a bid announced by Polish Power Networks (PSE) for restoring the feeding of National Power System (KSE) in case of blackout. Adaptation of the power station blocks to serve the System was begun in 2005 and the final acceptance with participation of PSE representatives passed off successfully in the beginning of 2007. Given is detailed description of the power station operation system, generation units control in the process of restoring KSE and protection and restoring of KSE. During power system fault on November 4th 2006 the power station accomplished the task.

Bogusław KOCIMA, Tomasz KLISTALA, Krystian KARPETA

Modernization of power supply system

*Energetyka 2007, nr 8, s. 550*

In 1990s the PKE SA „Łaziska” power station was faced with the necessity to modernize power supply system for its own and general needs. The first step was to work out a conception of final system basing on transformers 110/6 kV and 15,75/6 kV and ensuring to meet full supply demand from any of these transformers, taking also into consideration the combustion gases desulfurization system (IOS). New installations significantly improved supply quality, its reliability, maintenance safety and also diminishing of repair costs and transformers idle run losses.

Jacek CIESIELSKI, Henryk DANIELCZYK, Tomasz SOJKA

Influence of low-emission burning on technical condition of boilers exploited in power station

*Energetyka 2007, nr 8, s. 553*

Explained is mechanism of nitric oxides forming and their negative influence on environment. Specified are methods to reduce nitric oxides emission. Described in details is the solution elaborated and implemented in „Łaziska” power station as well as hazards connected with combustion technology change. Characterized are activities aiming at adapting NOx emission level to new ecology requirements. After finishing the works it is planned to carry out complex inspections and diagnosis of boilers in various operating conditions.

Marian STACHURA

Eddy current testing of turbine condenser pipes

*Energetyka 2007, nr 8, s. 556*

Described are inspections of 125 and 225 MW power units condenser pipes carried on in 1994-2006. In connexion with the perspective of further many years' blocks operation in „Łaziska” power station (in PKE strategy these are the years 2017-2027) there is a need to carry on both current and long-term diagnosing of condensers' technical condition. Important part of such diagnosis can also be eddy current testing. Completed with e.g. materials testing, they can give you a full assessment of a condenser technical condition at the given moment. Such assessment is usually required when pipes leakages occur more frequently.

Jan BAŃCZYK, Janusz KANTOR, Stanisław MYSZOR

Material diagnosis, vibrodiagnosis and thermovision in overhaul activities

*Energetyka 2007, nr 8, s. 558*

In 2001 „Łaziska” power station was granted authorization of the Technical Supervision Office (UDT) nr UC-09-82-XI/1-01 to repair pressure equipment and no pressure tanks. Moreover „Łaziska” was granted a positive UDT opinion on carrying on routine tests i.e. in-house revisions and prolonged cycle pressure tests with sustaining cycles' coherence at the same time for a given power unit. Applying vibrodiagnosis for working appliances enables on-line measurement, recording and data storage of many parameters which facilitates more thorough analysis of their dynamic state. Thermovision diagnosis

stanu dynamicznego. Diagnostykę urządzeń kamerą termowizyjną rozpoczęto w roku 2000, z chwilą zakupu kamery ThermoCam 595 firmy FLIR. Profilaktycznymi badaniami termowizyjnymi objętych jest ok. 120 urządzeń elektrycznych.

**Tadeusz SZWERTHALTER**

Diagnostyka maszyn, urządzeń i instalacji elektrycznych  
*Energetyka 2007, nr 8, s. 561*

Badania diagnostyczne opierają się na: wynikach pomiarów specjalistycznych podczas pracy lub postoju obiektów, wskazaniach i zapisie aparatury kontrolno-pomiarowej oraz meldunkach personelu dyżurnego. Zakres diagnostyki, jako przeprowadzana jest w ramach profilaktyki, obejmuje: diagnostykę generatorów, transformatorów, silników, urządzeń i aparatów rozdzielczych, pomiary ochron przeciwporażeniowych i odgromowych oraz natężenia oświetlenia oraz lokalizację uszkodzeń i wyznaczanie tras kabli i rurociągów. Szeroko rozwinięta diagnostyka pozwala na tworzenie archiwów pracy poszczególnych urządzeń.

**Waldemar GUZY**

Odnawialna energia z Elektrowni  
*Energetyka 2007, nr 8, s. 563*

Energia pozyskiwana z biomasy stanowi obecnie w Polsce marginalne źródło, jednak uregulowania prawne, krajowe i unijne, nakładają na wytwórców energii konkretne zadania. Pierwsze próby współspalania biomasy w kotłach OP-650k w elektrowni „Łaziska” rozpoczęto w 2004 r. Opracowany został projekt instalacji. Zgodnie z uzyskaną koncepcją elektrownia może współspalać w kotłach energetycznych bloków 225 MW biomasa w postaci zrębków drewna liściastego i iglastego. Elektrownia jest zobowiązana do przeprowadzania pomiarów parametrów paliw stosowanych do wytwarzania części energii elektrycznej uznawanej za pochodzącą ze źródła odnawialnego. Opisano szczegółową instalację podawania biomasy.

**Tomasz MACURA, Ryszard PIECHA**

Modernizacja zabezpieczeń elektrycznych i układów wzbudzenia bloków 225 MW  
*Energetyka 2007, nr 8, s. 565*

W latach 1996 – 1999 przeprowadzono w elektrowni gruntowne modernizacje bloków nr 9 – 12 umożliwiające zwiększenie ich mocy do 225 MW. Wymieniono przekładniki elektromechaniczne na nowoczesne zabezpieczenia cyfrowe. Modernizacji został poddany również układ regulacji napięcia i wzbudzenia generatorów. Układy cyfrowe realizują funkcję samotestowania, dzięki czemu wzrasta ich niezawodność, pojawiające się uszkodzenia są wykrywane wkrótce po ich powstaniu. Zmodernizowany układ charakteryzuje się bardzo dobrymi własnościami regulacyjnymi.

**Ryszard RYGUŁA, Radosław FECHNER**

Kompleksowe modernizacje turbin w Elektrowni  
*Energetyka 2007, nr 8, s. 567*

Elektrownia eksploatuje obecnie 6 turbin kondensacyjnych, z których każda pracowała ponad 200 000 godzin. Mimo to ich stan techniczny jest dobry. Osiągnięcie takiego stanu było możliwe dzięki sukcesywnej realizacji programu modernizacji elektrowni, opartego na szerokiej diagnostyce, zarówno w działalności eksploatacyjnej jak i remontowej. Opisano zakresy poszczególnych modernizacji. Według założeń najnowszej wersji strategii PKE, eksploatacja bloków energetycznych o mocy 125 i 225/230 MW powinna być prowadzona odpowiednio do lat 2017 i 2027.

**Jan BAŃCZYK, Henryk SZROBORZ, Stefan CIELUCHOWSKI**

Ochrona wewnętrznych powierzchni głównych rurociągów wody chłodzącej  
*Energetyka 2007, nr 8, s. 571*

Po ponad 20-letniej eksploatacji stalowych rurociągów wody chłodzącej o średnicach 1 – 2,5 m woda kopalniana o wysokiej zawartości chlorków, siarczanów oraz tlenu wywołała silną, nierównomierną korozję. Dotychczasowe sposoby zabezpieczania rurociągów wody chłodzącej przed korozją okazały się mało skuteczne. Opisano dwie nowe metody ochrony powierzchni rurociągów zastosowane w elektrowni. Są to: ochrona katodowa wewnętrznych powierzchni i metoda nakładania cienkiej warstwy na bazie zaprawy cementowej.

**Ewald GRZESICZEK, Jan MENDECKI, Zbigniew KOMARNICKI**

Optymalizacja przepływu wody chłodzącej przez skraplacz turbiny o mocy 225 MW  
*Energetyka 2007, nr 8, s. 574*

Podczas remontu kapitalnego bloku 225 MW w 2004 r. przeprowadzono modernizację układu chłodzenia turbozespołu i wymieniono jedną z pomp. Dobrano pompę firmy Sigma. Pompa ta, o regulowanej wydajności, ma zdecydowanie wyższą sprawność niż pompa o stałej wydajności, umożliwiła poprawę ekonomiczności pracy bloku oraz pracuje poza zakresem występowania kawitacji. Uzyskano przysto maksymalnej wydajności pompy, co ma istotne znaczenie przy pracy bloku z wyższymi temperaturami wody chłodzącej.

**Krzysztof SZCZEPANEK**

Modernizacja układu doprowadzenia powietrza pierwotnego do kotłów OP 650k  
*Energetyka 2007, nr 8, s. 577*

Podstawowym celem modernizacji układu doprowadzenia powietrza pierwotnego do kotła było zmniejszenie zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne bloku energetycznego, przy jednoczesnym zapewnieniu właściwych parametrów eksploatacyjnych kotła oraz ochrona środowiska naturalnego. Polega ona na ograniczeniu emisji szkodliwych substancji oraz emisji hałasu. Modernizację układu doprowadzenia powietrza pierwotnego do kotła

commenced in 2000 when a special ThermoCam 595 camera was delivered by FLIR company. About 120 electric appliances undergo preventive thermovision tests.

**Tadeusz SZWERTHALTER**

Diagnosis of electric machines, appliances and installations  
*Energetyka 2007, nr 8, s. 561*

Diagnostic examinations base on results of specialistic measurements carried on during running or standstill of an object, indications and recordings of measuring and monitoring equipment and on duty staff reports. Preventive diagnostics includes diagnosing of generators, transformers, motors, appliances and switchgears, electric shock protections, lightning arresters and illuminance measurements as well as fault location and routing of cables and pipelines. Widely developed diagnostics enables to create data storage of each individual appliance work.

**Waldemar GUZY**

Renewable energy from power station  
*Energetyka 2007, nr 8, s. 563*

Energy obtained as a result of biomass combustion is in Poland now a margin source but law regulations, Polish and UE, impose definite tasks on energy producers. The first trial biomass co-combustion in „Łaziska” power station OP-650k boilers started in 2004. Elaborated was the installation design. According to the licence granted the power station can co-combust in 225 MW power unit boilers biomass in the form of softwood and hardwood chips. The power station is obliged to measure parameters of fuels used to generate this part of electric energy which is acknowledged to come from a renewable source. Given is detailed description of biomass feeding installation.

**Tomasz MACURA, Ryszard PIECHA**

Modernization of 225 MW power units electric protection and excitation systems  
*Energetyka 2007, nr 8, s. 565*

In the years 1996-1999 a complete modernization of Nr 9-12 power units was carried out which enabled to increase their output to 225 MW. Electromechanical relays were replaced with modern digital protections. Voltage control and excitation systems of generators were also modernized. What is more, digital systems have an in-built self-testing function which increases their reliability and faults are detected immediately after they occur. The modernized system is characterized by very good control properties.

**Ryszard RYGUŁA, Radosław FECHNER**

Complex modernization of turbines in power station  
*Energetyka 2007, nr 8, s. 567*

The power station is exploiting now 6 condensing turbines and every one of them has been in operation for more than 200 000 hours. Despite that fact their technical condition is good and achieving this was possible only thanks to successive realization of the power station modernization program based on widely developed diagnostics both in exploitation and overhaul activities. Described is the range of each individual modernization. According to assumptions of the most modern version of PKE strategy, power units 125 and 225/230 MW should be exploited until respectively the years 2017 and 2027.

**Jan BAŃCZYK, Henryk SZROBORZ, Stefan CIELUCHOWSKI**

Inner surface protection of main cooling water pipelines  
*Energetyka 2007, nr 8, s. 571*

After 20 years' exploitation of 1-2,5 m diameter cooling water steel pipelines, mine water containing high quantity of chlorides, sulfates and oxygen caused heavy, non-uniform corrosion. It was decided then that the existing protecting methods appeared not to be very effective. Described are two new methods of power station pipelines inner surface protection. They are inner surface cathode protection and a method of putting a thin, based on cement mortar, layer on the inner surface of the pipeline.

**Ewald GRZESICZEK, Jan MENDECKI, Zbigniew KOMARNICKI**

Optimization of cooling water flow in 225 MW turbine condenser  
*Energetyka 2007, nr 8, s. 574*

During 225 MW power unit general overhaul in 2004, the turbine-generator set cooling system was modernized and one of pumps was replaced with a pump produced by Sigma company. This delivery controlled pump has significantly higher efficiency than the one with stable delivery, enables improvement of power unit operation economics and works beyond cavitation range. Achieved was increase in pump maximum delivery which is important when it works with power unit of higher cooling water temperatures.

**Krzysztof SZCZEPANEK**

Modernization of OP 650k boiler primary air supply system  
*Energetyka 2007, nr 8, s. 577*

The main aim of the boiler primary air supply system modernization was reduction of auxiliaries energy consumption, ensuring at the same time proper operation parameters of the boiler and environment protection which in this case consists in reduction of noise and of environmental pollutant emission. The primary air supply system was modernized on a base of innovative design concerning optimization of hot-air fans (mill fans) operation with the aim to maximum reduce their electric drives energy consumption. Thanks



przeprowadzono w elektrowni na podstawie nowatorskiego projektu, polegającego na optymalizacji pracy wentylatorów zabudowanych na gorącym powietrzu, tj. wentylatorów młynowych, tak by maksymalnie ograniczyć zużycie energii do ich napędów elektrycznych. Modernizacja przyniosła ok. 1 MW oszczędności po stronie potrzeb własnych bloku energetycznego elektrowni.

Jan BAŃCZYK, Janusz KANTOR

Wydlużenie czasu pracy elementów stalowych turbin i głównych rurociągów parowych jako technicznie i ekonomicznie uzasadniona alternatywa ich wymiany

*Energetyka 2007, nr 8, s. 580*

Wymieniono prace naprawcze, w tym rewitalizację kadłubów turbin oraz naprawy i wymiany elementów głównych rurociągów parowych prowadzone w różnym zakresie w latach 90. Zregenerowany materiał kadłubów zwiększył ich odporność na zmęczenie cieplne, a nawet termo szoki. Nie ma zastrzeżeń w stosunku do pracy zmodernizowanych rurociągów. Rurociągi po modernizacji, jako urządzenia podlegające nadzorowi Urzędu Dozoru Technicznego, spełniają wszystkie rygorystyczne kryteria oceny określone przez tę instytucję. Wykonana na zlecenie elektrowni kompleksowa ocena stanu technicznego poszczególnych turbin potwierdziła słuszność obranego kierunku działania.

Adam WIECZOREK

Filtracja olejów w podstawowych układach turbozespołu energetycznego

*Energetyka 2007, nr 8, s. 583*

Zanieczyszczenie oleju jest główną przyczyną uszkodzeń w układach hydraulicznych i smarowniczych. Zastosowanie filtracji olejów w układach olejowych elektrowni znacznie wydłużyło żywotność oleju, spowolniło proces jego starzenia i pozwoliło na utrzymywanie stałej, wysokiej klasy czystości oleju. Miało to bezpośredni wpływ na trwałość pomp, siłowników, przekładni i łożysk. Dzięki filtracji uniknięto awarii i usterek wywołanych pogorszeniem się własności smarnych i chłodzących oraz zanieczyszczeniami zawartymi w oleju.

Artur RZEPKA, Roman MASEK

Materiały kompozytowe w energetyce

*Energetyka 2007, nr 8, s. 584*

Opisano kompozyt Belzona, najpopularniejszy kompozyt stosowany w regeneracji i modernizacji części maszyn. Wytworzono go dodając do osnowy polimerowej, będącej bazą cząsteczki stali stopowej wyższej jakości z dodatkami krzemu. Kompozyt Belzona zachowuje się pod obciążeniem prawie tak jak stal, wykazując sprężystość oraz znakomitą wytrzymałość na pełzanie. Dzięki zastosowaniu tego kompozytu wydłużono trwałość urządzeń w elektrowni, zmniejszono ich awaryjność i wydłużono okresy międzyremontowe.

Adam KOZERA, Alfred ŚLIWA

Udział chemii w rozwiązywaniu problemów eksploatacyjnych maszyn i urządzeń energetycznych w Elektrowni

*Energetyka 2007, nr 8, s. 586*

Wymieniono etapy rozbudowy elektrowni „Łaziska” i towarzyszące problemy eksploatacyjne rozwiązywane przez chemików zatrudnionych w elektrowni i ZEOPd. Scharakteryzowano rozwój techniczno-technologiczny chemii energetycznej. Spalanie paliw, przygotowywanie wód uzupełniających, odsiarczanie i odzotowanie spalin, korozja i ochrona przed nią, zagospodarowanie odpadów, oczyszczanie ścieków – są to podstawowe procesy, w których nowoczesna chemia energetyczna może znaleźć zastosowanie z dobrym skutkiem techniczno-ekonomicznym.

Jan BAŃCZYK, Ryszard KÓZKA

Wyłumienie urządzeń i obiektów energetycznych w Elektrowni

*Energetyka 2007, nr 8, s. 589*

W 1991 r. elektrownia podjęła działania mające na celu zmniejszenie oddziaływania obiektów i urządzeń na poziom hałasu w otoczeniu. Oceny wpływu hałasu na środowisko dokonała firma INTEREKO, a pomiary i koncepcje wyliczenia obiektów elektrowni wykonała firma GORPROJEKT. Przedstawiono wyniki pomiarów źródeł hałasu przed i po wyłumieniu. Warunkiem nieprzekraczania dopuszczalnych wartości hałasu w porze nocnej jest prowadzenie układu chłodzenia bloków energetycznych przy wyłączonej chłodni nr 11.

Barbara SZENDZIELORZ

Działalność Koła SEP przy Elektrowni

*Energetyka 2007, nr 8, s. 591*

Koło SEP liczy obecnie 207 członków. Działa nieprzerwanie od 54 lat. W latach 1981-2005 prezesem Koła był Gustaw Grechuta. Obecnie funkcję tę pełni Eugeniusz Białoń.

W konkursie na najaktywniejsze koło SEP w 2006 r. koło zdobyło I miejsce w grupie kół o największej liczebności. Scharakteryzowano dotychczasową działalność Koła.

Adam WISTHAL

Muzeum Energetyki

*Energetyka 2007, nr 8, s. 592*

Opisano działania, które doprowadziły do powołania w elektrowni „Łaziska” w dniu 5 sierpnia 2002 r. Komitetu Założycielskiego Polskiego Towarzystwa Przyjaciół Muzeum Energetyki. Spośród 21 jego członków-założycieli wyłoniono zarząd, w skład którego weszli: Zbigniew Lorek – przewodniczący oraz Adam Wisthal i Jan Bańczyk. Głównym celem działań zarządu jest pozyskiwanie jak największej liczby ciekawych eksponatów i poszerzenie składu osobowego Towarzystwa. Wymieniono znaczące wydarzenia w rozwoju Muzeum oraz osobistości, które dotychczas je odwiedziły.

to this power unit modernization about 1 MW of auxiliaries energy consumption was saved.

Jan BAŃCZYK, Janusz KANTOR

Service life elongation of turbine and main steam pipeline cast steel elements as technically and economically justified alternative to their replacement

*Energetyka 2007, nr 8, s. 580*

Specified are repair works including turbine casing revitalization as well as repairs and element replacements of main steam pipelines carried out in the 90s. Material regeneration of casings increased their resistance for thermal fatigue and even for thermoshocks. There are no reservations concerning modernized pipelines operation. Also the pipelines meet all rigorous evaluation criteria required by the Technical Supervision Office (UDT). Turbines complex technical assessment, commissioned by „Łaziska” power station, showed that using the method of service life elongation is the right thing to do.

Adam WIECZOREK

Oil filtration in basic systems of turbine-generator units

*Energetyka 2007, nr 8, s. 583*

Oil impurity is the main cause of damages occurring in hydraulic and lubrication systems. Application of oil filtering in power station lubrication system significantly prolonged oil utility life, slowed down its deterioration process and enabled to keep steady, high-class oil purity. The filtration had direct influence on service life of pumps, servo-motors, gears and bearings. Thanks to filtration process there were avoided break-downs and defects caused by deterioration of oil lubrication and cooling properties as well as by its impurities.

Artur RZEPKA, Roman MASEK

Composite materials in power industry

*Energetyka 2007, nr 8, s. 584*

Described is Belzon composite, the most popular one used for machines parts regeneration and modernization. It was produced by means of adding to polymer matrix a certain amount of higher quality alloy steel molecules with addition of silicon. Belzon composite under load behaves almost like steel, showing elasticity and excellent creep strength. Thanks to application of this composite, power station installations failure frequency was reduced and their service life and time between overhauls were elongated.

Adam KOZERA, Alfred ŚLIWA

Participation of chemistry in solving power plant machines and power installations exploitation problems

*Energetyka 2007, nr 8, s. 586*

Mentioned are „Łaziska” power station expansion stages and accompanying exploitation problems solved by chemists working in the power station and in ZEOPd (Southern Region Electricity Distribution Company). Characterized is technical and technological development of power engineering chemistry. Fuels combustion, make-up water conditioning, desulfurization and denitrogenation of combustion gases, corrosion and protection against it, waste management and sewage treatment – these are the basic processes in which the modern power engineering chemistry can be applied with good technical and economic results.

Jan BAŃCZYK, Ryszard KÓZKA

Noise reduction of machines and power installations in power station

*Energetyka 2007, nr 8, s. 589*

In 1991 „Łaziska” power station took to activities aiming at reducing influence of objects and machinery on noise level in its surroundings. The influence of noise on environment was estimated by firm INTEREKO and measurements and conception of power station objects noise reduction was elaborated by GORPROJEKT. Presented are results of noise sources measurements before and after noise reduction. To satisfy the condition concerning not exceeding the noise admissible value at night it was decided to run the power units cooling system excluding cooling tower Nr 11.

Barbara SZENDZIELORZ

Activity of SEP Circle in power station

*Energetyka 2007, nr 8, s. 591*

The SEP (Association of Polish Electrical Engineers) Circle has now 207 members and has been uninterruptedly active for the last 54 years. In the years 1981-2005 its president was Gustaw Grechuta. Now the duty performs Eugeniusz Białoń.

In „The Most Active SEP Circle of 2006” competition, the „Łaziska” Circle was the first one in the group of the numerically strongest circles. Characterized is the hitherto Circle activity.

Adam WISTHAL

Power Engineering Museum

*Energetyka 2007, nr 8, s. 592*

Described are activities which in „Łaziska” power station on August 5, 2002 resulted in creation Founder's Committee of Polish Society of the Friends of Power Engineering Museum. From among 21 of its charter members, a Committee board of 3 was formed. They were: Mr Zbigniew Lorek – the president and Mr Mr Adam Wisthal and Jan Bańczyk. Main aim of the Committee board is to gain more members for the Society and as many interesting exhibits as possible. Specified are important events which occurred during Museum development. Mentioned are also important personages who visited the Museum.



mgr inż. Adam Wisthal  
specjalista ds. elektrycznych  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”,  
wiceprezes PTP Muzeum Energetyki



mgr inż. Leszek Błażyca  
kierownik Wydziału Dostaw  
i Rozliczeń Paliw  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”

## 90 lat Elektrowni „Łaziska”

W bieżącym roku mija 90 lat od momentu powstania elektrowni w Łaziskach Górnych. W związku z tym jubileuszem pragniemy przybliżyć Państwu bogatą historię łaziskiej energetyki.

Początek dwudziestego wieku obfitował w ważne wydarzenia, które nadały kształt Polsce i wielu innym krajom Europy. Pierwsza wojna światowa, wystąpienia komunistyczne, rewolucja w Rosji, rozpad państw zaborców – to tylko ważniejsze polityczne wydarzenia, w centrum których znalazła się Ziemia Śląska. Na sytuację ludności na Śląsku miały wpływ nie tylko przemiany polityczne, ale również rozwijający się przemysł.

W Łaziskach dominował przemysł wydobywczy księcia pszczyńskiego oraz zakładów z nim związanych. Węgiel wydobywano początkowo wykorzystując wyłącznie siłę fizyczną górników. W 1914 roku kopalnia „Brada”, jako pierwsza w regionie, otrzymała zezwolenie na przewóz załogi podziemną kolejką elektryczną. W tym samym roku powstała kopalnia „Książątka” przy linii kolejowej Jaśkowice – Tychy.

Energia elektryczna dla kopalń była innowacją pozwalającą zwiększyć wydobycie. Rozwijająca się kopalnia musiała zapewnić sobie własne źródło taniej energii, dlatego przy kopalni w 1917 roku rozpoczęto budowę dużej elektrowni i fabryki karbidu. Zakład pod nazwą *Kraft- und Schmelzwerke „Prinzengrube” Aktiengesellschaft (Elektrownia i karbidownia kopalni „Książątka”)* powstał jako spółka akcyjna przy udziale księcia pszczyńskiego i kapitału banków niemieckich.



Portret księcia pszczyńskiego  
Hansa Heinricha XV von Hochberg  
(1861-1938), mal. Richard B. Adam, 1918

Muzeum Zankowe w Pszczynie, fot. Błażej Chwiralski



Herb książąt pszczyńskich  
Hochbergów

Muzeum Zankowe w Pszczynie, fot. Jan Krucezek

Nowo powstała elektrownia spalała węgiel gorszego gatunku, z książęcych kopalń. Odbiorcami energii elektrycznej była przede wszystkim karbidownia i kopalnia. Z czasem rozbudowana została sieć elektryczna i w okolicznych miastach pojawiło się elektryczne oświetlenie ulic, a żarówki zaczęły wypierać lampy naftowe w domach.

Druga Rzeczpospolita od początku swojego istnienia musiała walczyć o przetrwanie. Pierwsza wojna światowa, kilkakrotnie przesuwający się front, a następnie wojna przeciw Rosji Radzieckiej doprowadziły do ogromnych zniszczeń w przemyśle, komunikacji i rolnictwie. Z wyjątkiem Górnego Śląska dewastacji uległ cały polski przemysł, celowo wywożony i niszczone przez okupantów. Zniszczenia, różnice ekonomiczne, administracyjne i prawne pomiędzy obszarami byłych zaborów, spory polityczne i galopująca inflacja zaowocowały kryzysem, zakończonym dopiero w 1924 roku stabilizacją finansową i wprowadzeniem polskiego złotego.



Widok elektrowni z 1917 roku

W takich niestabilnych politycznie i gospodarczo warunkach elektrownia wraz hutą rozwijały się korzystając z wojennej koniunktury, a później pracując na potrzeby zrujnowanej Polski. Już w 1923 roku, pomimo kryzysu, podjęto pierwszą poważną rozbudowę. Zmodernizowano kotłownię 15 atmosfer wymieniając ruszty schodkowe na taśmowe, co podniosło sprawność kotłów prawie dwukrotnie. Dwukrotnie też zwiększono moc elektrowni. Wobec niecałych 12 MW zainstalowanych w pierwszych latach, nowy turbozespół o mocy 12,5 MW był poważną inwestycją i czynił tę elektrownię największą na polskim Śląsku. W pobliżu kotłowni zainstalowano wyrotnicę wagonów, usprawniającą rozładunek węgla przywożonego z okolicznych kopalń. Były to przeważnie kopalnie księcia pszczyńskiego, który zachował kontrolę kapitałową nad zakładem.

W 1927 roku zmieniono nazwę firmy na *Zakłady „Elektro” Spółka z ograniczoną poręką* (własność Towarzystwa Akcyjnego „Elektra” z siedzibą w Zurychu).

Po przezwyciężeniu początkowych trudności gospodarka kraju rozwijała się dynamicznie do końca 1929 roku. Na fali rozwoju i po zawarciu długoterminowych umów na dostawę energii *Zakłady „Elektro”* rozpoczęły w 1928 roku drugą poważną rozbudowę. Przy opracowywaniu projektów rozbudowy wzorowano się na elektrowni „*Klügenberg*” w Berlinie, najnowocześniejszej i największej wówczas w Europie. Ponadto przy wyborze urządzeń starano się uzyskać możliwie największą pewność ruchu, bez względu na wysokość kosztów inwestycyjnych.





Nowa kotłownia i dwa turbozespoły zwiększyły kilkakrotnie moc elektrowni czyniąc ją największą elektrownią w Polsce. Zainstalowane wtedy nowoczesne turbozespoły firmy *Brown-Boveri* o mocy 28 i 36 MW posiadały generatory należące do największych jednostek na świecie. Kotły 30 atmosfer firmy *Sultzer* opalane były pyłem węglowym, co stanowiło wyraźny postęp techniczny. Pyłu węglowego dostarczała, wybudowana również w tym czasie, centralna młynownia.

Kolejnym ważnym elementem rozbudowy była rozdzielnia 60 kV. Rozdzielnia i linie wysokiego napięcia stanowiły podstawę tworzącego się na Śląsku systemu energetycznego. Linie wysokiego, średniego i niskiego napięcia wraz ze stacjami transformatorowymi były w całości własnością wytwórcy energii – czyli *Zakładów „Elektro”*.

Głównymi odbiorcami energii była huta, okoliczne kopalnie i zakłady chemiczne. Huta stanowiła wygodnego odbiorcę, albowiem nocą, poza szczytem celowo zwiększała pobór energii. Coraz liczniejszą grupą byli odbiorcy indywidualni.

Ponieważ Polska nie miała dewiz na import materiałów, należało uruchomić ich produkcję w kraju. Elektrownia i huta rozszerzyły asortyment o produkty chemiczne i usługi dla różnych gałęzi przemysłu. Huta oprócz karbidu zaczęła produkować żelazostopy. Przy elektrowni powstała fabryka chemiczna, która pozwoliła zrównoważyć wahania koniunktury w branży energetycznej.

Zaraz po ukończeniu rozbudowy zakładu, w końcu 1929 roku, rozpoczął się na świecie kryzys gospodarczy zwany „wielkim”.

Czarny wtorek, 29 października 1929 roku zapoczątkował największy w historii krach giełdowy. Wielkie fortuny rozwijały się jak mgła, wielu traciło dorobek całego życia w przeciągu paru godzin. W budynku giełdy nowojorskiej, w której nastąpił pierwszy akt tragedii, zrozpaczeni bankruci wyskakowali z okien. W ciągu paru dni kryzys objął zasięgiem cały świat.

W tym czasie *Zakłady „Elektro”* właśnie zakończyły rozbudowę, licząc na rozwój gospodarczy. Zamiast spodziewanej koniunktury nastąpił zastój, a później spadek produkcji prawie o połowę! W takich warunkach firma nie mogła spłacić pożyczki zaciągniętej na rozbudowę. Wszelka działalność inwestycyjna na długie lata została ograniczona do niezbędnego minimum. Zadłużenie podatkowe spółki i innych dóbr książących spowodowały interwencję państwa. W zarządzie *Spółki Akcyjnej Zakłady „Elektro”* zasiedli przedstawiciele skarbu państwa polskiego, jednak związek z kapitałem zagranicznym i majątkiem rodziny książąt pszczyńskich pozostał.

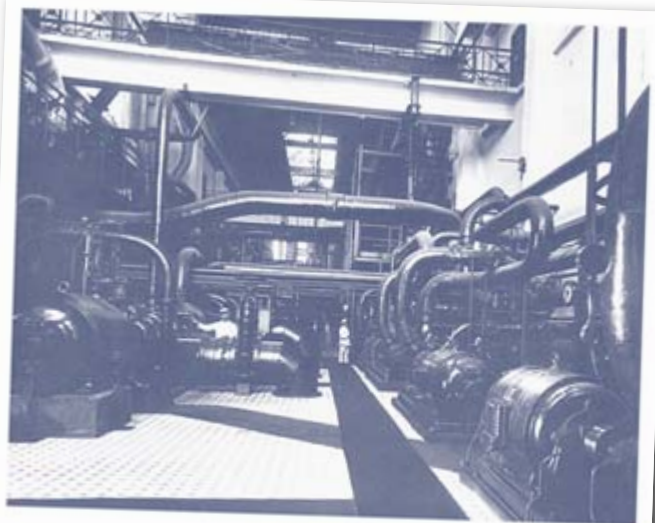
Najważniejszym wydarzeniem dla elektrowni w okresie przedwojennym było połączenie się z firmą *Elektrownia Okręgowa „Ligota”*, która wbrew pozorom nie była elektrownią, lecz zakładem rozdzielającym energię. Firma ta miała wielu odbiorców energii i bardzo rozwiniętą sieć linii energetycznych. W zasięgu połączonych firm znalazło się około 50 miast i gmin.

Książęce kopalnie wydobywały węgiel o dużej zawartości substancji smolistych. W elektrowni, spalającej głównie węgiel z tych kopalń, uruchomiono instalację (w tym czasie największą w Europie) do pozyskiwania smoły tzw. wylewnej.

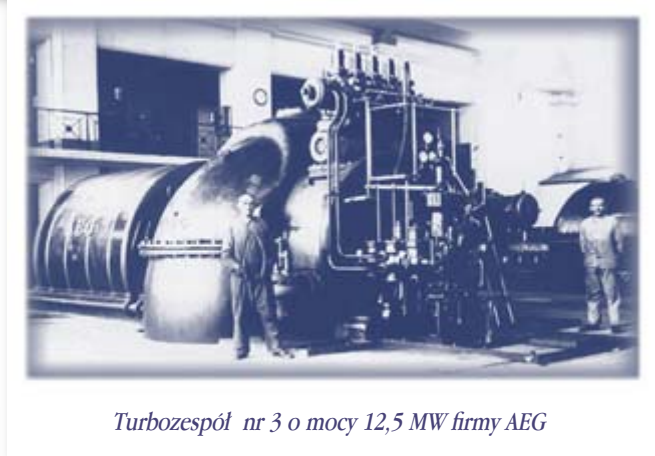
Huta elektrotermiczna i fabryka chemiczna wprowadzały do produkcji nowe asortymenty. Jednym z wielu produktów był cement Alka Elektro. Posiadał fantastyczne właściwości: nawet podczas mrozów wiązał w ciągu jednego dnia, był wodoodporny i wodoszczelny. Jego produkcję prowadzono na podstawie oryginalnej receptury według patentu inż. Kawy.

W 1938 roku zbudowano kolejkę węglową z kopalni „*Boże Dary*”. Linowa kolejka długości 17 km pracowała ponad ćwierć wieku, stając się charakterystycznym elementem krajobrazu miejscowości, przez które przebiegała.

Stopniowe ożywienie koniunktury w polskim przemyśle zbiegło się z nasileniem zbrojeń na całym świecie. Państwa „*Osi*” parły ku wojnie, a z Łazisk do granicy III Rzeszy było tylko kilkanaście kilometrów.



*Hala pomp 15 i 30 atmosfer*



*Turbozespoł nr 3 o mocy 12,5 MW firmy AEG*



*Widok elektrowni po rozbudowie w 1929 roku*





Hala maszyn z turbozespołami 1 – 5



Turbozespoły nr 4 i 5 firmy Brown-Boveri

1 września 1939 roku na terenie hali elektrowni wystąpiło przeciwko agresorom i zginęło w obronie niepodległej Polski trzech studentów Politechniki Warszawskiej, którzy odbywali praktykę w *Zakładach „Elektro”*. W ciągu kilku następnych dni do ofiar wojny dołączyło wielu pracowników zakładów. Niemcy po wkroczeniu na Górną Śląsk mścili się na ludności cywilnej za straty poniesione w walce.

Zaraz w pierwszych dniach panowania niemieckiego „nowego porządku” załoga zakładów została zastraszona zwolnieniami i policyjnymi karami. Zabroniono używania języka polskiego.

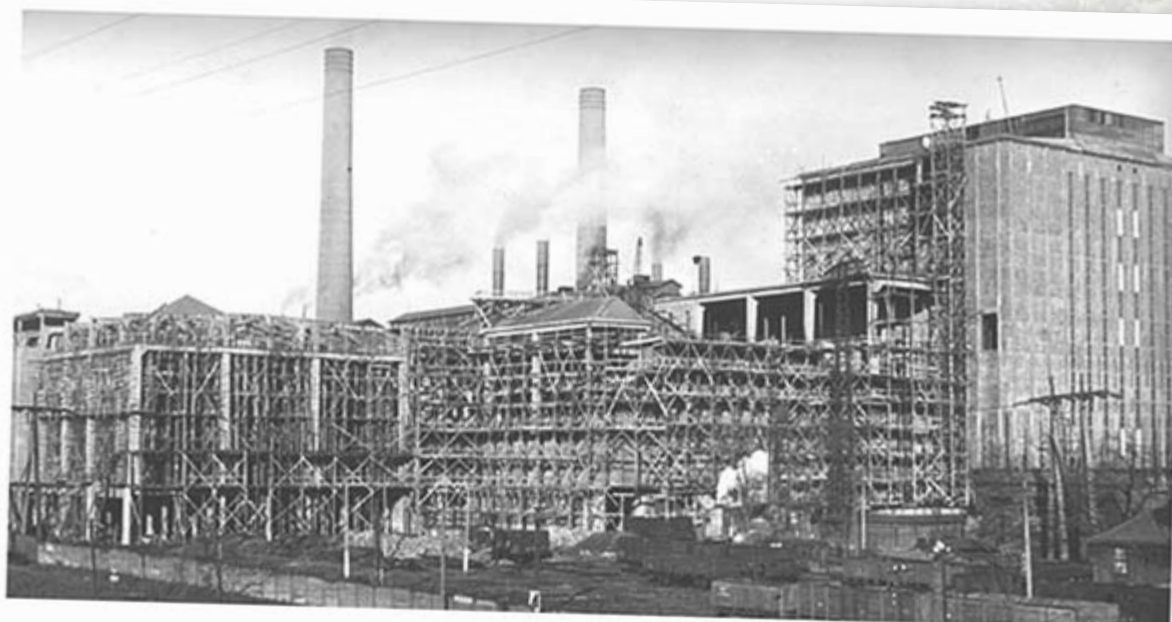
W ramach realizacji niemieckich planów rozwoju przemysłu *Zakłady „Elektro”* zostały zobowiązane do zwiększenia mocy. Dodatkowy węgiel dla elektrowni miał pochodzić z nowej kopalni w Łędzinach. Budowa kopalni i rozbudowa elektrowni były prowadzone, mimo trudności z zaopatrzeniem, prawie do ostatnich miesięcy wojny.

Już w 1941 roku oddano do użytku nowy kocioł 30 atmosfer (zamówiony jeszcze przed wojną w Zakładach Hipolita Cegielskiego). Był to pierwszy w elektrowni kocioł z elektrofiltrem. Później zbudowano kotłownię 80 atmosfer z kotłami firmy *Borsig* wyposażonymi w elektrofiltry i zainstalowano dwa turbozespoły firmy *Brown-Boveri* o mocy 35 MW. Równocześnie powstała rozdzielnia 110 kV, którą z braku miejsca zbudowano na filarach, nad drogą i boczną koleją kopalni *„Książętko”*. W Orzeszu-Szklarni powstała studnia głębinowa zaopatrująca elektrownię w wodę. Moc elektrowni osiągnęła 157 MW.

Braki w zatrudnieniu władze próbowały zrekompensować pracą więźniów, jeńców wojennych i robotników przymusowych. Wszędzie tam, gdzie to było możliwe, zatrudniano kobiety.

Zbliżał się front wschodni, a wraz z nim kolejny „nowy porządek”.

Zaraz po wyzwoleniu załoga przystąpiła do usuwania zniszczeń wojennych. W krótkim czasie w zakładzie naprawiono uszkodzenia spowodowane przejściem frontu.



Budowa rozdzielni 110 kV, rozbudowa hali maszyn i budowa kotłowni 80 atmosfer





Nowo zbudowany turbogenerator nr 1 o mocy 120 MW.  
Nowe jednostki ze względu na rozmiar, były ułożone wzdłuż osi hali

Naprawa sieci wszystkich napięć wymagała wyęźonej pracy brygad terenowych. Dzięki ich poświęceniu energia elektryczna dotarła do wielu kopalń, ratując je przed zalaniem wodą.

W lutym 1945 roku, na polecenie komendy wojskowej, wywieziono z elektrowni do Związku Radzieckiego turbogenerator nr 7, dwa kotły 80 atmosfer i młyny.

Przed końcem wojny uległ uszkodzeniu generator nr 3, którego stojan został wywieziony przez Niemców do naprawy w Berlinie i nie wrócił już do Łazisk. Tak więc po uruchomieniu wszystkich sprawnych urządzeń elektrownia dysponowała mocą ok. 90 MW.

Pomimo wielu trudności Zakłady „Elektro” dostarczały nieprzerwanie energię elektryczną, tak potrzebną w czasie odbudowy ze zniszczeń wojennych. Produkowano również karbid i żelazostopy.

W pierwszych latach po wojnie dokończono montaż kotła 80 atmosfer dla turbogeneratora nr 6 i zamówiono w Szwajcarii nowy generator nr 3 wraz z nowoczesnym oprzyrządowaniem. Przeprowadzono niezbędne remonty. Rozwinął się ruch racjonalizacji. Dzięki tym wszystkim zabiegom moc elektrowni wzrosła do 122 MW.

Po nacjonalizacji Zakłady „Elektro” zostały podzielone w 1949 roku na Hute „Łaziska” i Elektrownię „Łaziska”. Linia podziału przebiegała nie tylko przez teren zakładów, ale również przez wiele rodzin. Załogi jeszcze przez długie lata

wzajemnie się odwiedzały i korzystały ze sklepów i stołówek. Po podziale, na terenie elektrowni pozostała fabryka chemiczna, która stopniowo ulegała likwidacji, a jej pracownicy przechodzili do innych wydziałów.

W latach pięćdziesiątych zainstalowano dwa nowe turbogeneratory BBC po 35 MW (nr 7 i 8). TG 7 postawiono na istniejącym fundamencie, a dla TG 8 rozbudowano halę maszyn. Dwa nowe kotły 80 atmosfer zmieściły się w istniejącej kotłowni, a dla dwóch dalszych rozbudowano budynek kotłowni. Podniesiono moc turbiny nr 4 z 28 MW do 35 MW, przez zmianę ciśnienia pary zasilającej z 15 do 30 atmosfer. Po tej modernizacji w hali maszyn pracowało osiem zespołów, w tym pięć o mocy 35 MW. Moc elektrowni osiągnęła prawie 200 MW.

W 1954 roku w pobliżu Elektrowni „Łaziska” powstał „Ytong” – zakład produkujący elementy budowlane z pyłów pochodzących z elektrowni. Produkowane tam bloki gazobetonu były materiałem bardzo poszukiwanym. Przez wiele lat kolejki ciężarówek pod bramą „Ytongu” były stałym elementem krajobrazu.

Na początku lat sześćdziesiątych zlikwidowano wysłużoną kotłownię 15 atmosfer wraz z kominami i trzema turbinami, które zasilala. Na miejscu starej kotłowni i części hali maszyn powstały dwa bloki po 120 MW (generator, turbina i kocioł były polskiej produkcji). Po raz pierwszy zastosowano układ blokowy, to znaczy turbozespół z własnym kotłem i młynami. Pozostałe turbozespoły 35 MW pracowały tak jak do tej pory z kotłami połączonymi w układzie kolektora pary i centralną młynownią. Za istniejącymi chłodniami kominowymi wybudowano dwie nowoczesne, betonowe chłodnie.

Nowe bloki posiadały elektrofiltry o dużej sprawności i komin o wysokości 160 m. Powstał również komin o wysokości 100 m przy centralnej młynowni. Elektrofiltry kotłów 80 atmosfer zmodernizowano, podnosząc ich sprawność i niezawodność.

Zakończyła pracę kolejka węglowa z kopalni „Boże Dary” i najstarsze rozdzielnie 6 i 20 kV. Rozdzielnię 110 kV gruntownie zmodernizowano i rozbudowano.

W 1966 roku w celu uzyskiwania pary na potrzeby ciepłownictwa zamontowano turbozespół przeciwpięprężny, węgierskiej firmy Lang. W ten sposób elektrownia rozpoczęła produkcję ciepła dla odbiorców zewnętrznych. Turbozespół o mocy 4,5 MW otrzymał numer 3 i nieoficjalną nazwę „Gigant”.



Plac budowy tuż przy pracującej starej części elektrowni



Po rozbudowie *Elektrownia „Łaziska”* posiadała osiem jednostek: dwa bloki po 120 MW, „Giganta” i pięć turbozespołów po 35 MW. W sumie stanowiło to ok. 420 MW, czyli ponad dwukrotny przyrost mocy.

Rozbudowa nazwana została „pierwszym etapem”, co jednoznacznie sugerowało dalsze plany rozbudowy.

W 1966 roku elektrowni przydzielono przyległy teren kopalni „*Książątka*”, która przez ponad pół wieku dostarczała węgiel. Rozbiórka urządzeń kopalni rozpoczęła drugi etap rozbudowy *Elektrowni „Łaziska”*. W latach 1967 – 1973 tuż obok pracującego zakładu powstała odrębna, nowoczesna elektrownia. Cztery nowe bloki po 200 MW produkcji krajowej wraz z ośmioma pracującymi do tej pory dały moc ok. 1220 MW. Dzięki trzykrotnemu wzrostowi mocy „*Łaziska*” stały się największą krajową elektrownią na węgiel kamienny. W nomenklaturze budowniczych nowa część otrzymała nazwę „*Łaziska II*”. Dzięki bliskości starej części nie wprowadzono podziału elektrowni i po zakończeniu rozbudowy zakład funkcjonował jako jeden organizm.

Nowo uruchomione bloki otrzymały kolejne numery od 9 do 12. Zostały one podłączone do wewnętrznej rozdzielni 110 i 220 kV (wybudowanej poza terenem zakładu, też w ramach rozbudowy).

Węgiel do elektrowni dostarczany był koleją. Do rozładunku wagonów wybudowano wywrotnicę i zbiornik szczelinowy. Nowe składy węgla były obsługiwane przez zwalwarkę i dwie ładowarki. Początkowo zaopatrzenie w węgiel starej i nowej części zakładu było odrębne.

Rozbudowano, powstała w pierwszym etapie, stacja demineralizacji wody przeznaczonej dla obiegu kotłowego. Woda dla stacji pochodziła z ujęcia w Goczałkowicach. Wybudowany w pierwszym etapie akcelerator do uzdatniania wody dla obiegu chłodniczego był pierwszym tego typu i o takiej wydajności urządzeniem w kraju. W ramach drugiego etapu wybudowano dwa dalsze, takie same akceleratory.

W związku z tym, że w latach siedemdziesiątych zaczęto zwracać coraz większą uwagę na zanieczyszczenie środowiska, wiele nowych inwestycji miało charakter proekologiczny. W całym zakładzie przebudowano kanalizację i wybudowano

nową oczyszczalnię ścieków. Woda do uzupełniania ubytków obiegu chłodniczego w całości pochodziła z odwodnienia kopalni, co było w tym czasie jedynym tego typu rozwiązaniem w kraju. Dzięki temu kopalniane wody „dołowe” zawierające siarczany i chlorki nie obciążały środowiska. Na południe od zakładu powstał zbiornik i pompownia wód dołowych.

Dla nowych bloków elektrowni powstał komin o wysokości 200 m. Każdy nowy blok posiadał nowoczesny elektrofiltr polskiej konstrukcji. Popiół i żużel z nowej części, z bloków 120 MW i starych kotłowni transportowano hydraulicznie na nowe, mokre składowisko. Zaprzestano eksploatacji starej hałdy i rozpoczęto rekultywację jej powierzchni przez obsadzenie roślinnością, co zlikwidowało uciążliwe pylenie. W sumie podczas realizacji pierwszego i drugiego etapu rozbudowy moc elektrowni wzrosła sześciokrotnie. Mimo to, miejscowy opad pyłu zmniejszył się ponad dwudziestokrotnie!

Większość obiektów i urządzeń wybudowanych w ramach obu etapów pracuje do dzisiaj. Wiele z nich powstało jako prototypy, tu wdrażane, modernizowane i doskonałone. Dużo wniósł w tym względzie ruch racjonalizatorski. Uzyskane w ten sposób doświadczenia były wykorzystywane przy realizacji inwestycji w innych elektrowniach.

W połowie lat siedemdziesiątych, po drugim etapie rozbudowy, elektrownia pracowała w pełnej obsadzie dwunastu bloków. W następnych latach stare jednostki stopniowo były wyłączane z ruchu. Na pierwszy ogień poszły turbiny 30 atmosfer, a wraz z nimi najbardziej uciążliwa dla obsługi i środowiska kotłownia. Potem kolejno stawały turbiny i kotły 80 atmosfer. W 1982 roku pozostały już tylko nowe bloki, które przechodząc szereg modernizacji pracują do dzisiaj. Moc bloków nr 1 i 2 podniesiono ze 120 do 125 MW. Blok nr 9 posiada obecnie moc 230 MW, a trzy kolejne – po 225 MW.

Wyłączono z eksploatacji rozdzielnię 60 kV, a wraz z nią linie wysokiego napięcia, którymi przez 70 lat płynęła energia elektryczna z Łazisk.

Elektrownia od dawna zaopatrywała w ciepło sąsiednie zakłady. Na początku była to kopalnia „*Książątka*”, potem *Huta „Łaziska”* i „*Ytong*”.







Było to ogrzewanie parowe z kotłowni 15 atmosfer, a po likwidacji tej kotłowni, dla potrzeb ogrzewania zainstalowano reduktor pary 30/15 atmosfer. Później rolę reduktora przejęła turbina przeciwprężna Lang. Budowa stacji ciepłowniczej umożliwiła przejście na ogrzewanie wodne. Po likwidacji turbiny przeciwprężnej stacja ciepłownicza korzystała z upustów pary nowych bloków. Od dziesięciu lat nowa stacja ciepłownicza zaopatruje w ciepło miasto Łaziska Górne i pobliskie zakłady.

Lata 80. to początek niesamowitego rozwoju innowacyjności. Dzięki wdrożonej polityce proinnowacyjnej pracownicy elektrowni zgłosili ponad 2 tysiące projektów wynalazczych, z których uzyskano wiele milionów zł efektów ekonomicznych. Najlepsze rozwiązania zostały zgłoszone do ochrony patentowej, dzięki czemu wynalazki elektrowni chronione są w Polsce i 8 innych krajach świata 107 patentami. We współpracy z wieloma polskimi naukowcami powstało około 50 prac badawczo-rozwojowych.

W celu umożliwienia wymiany myśli technicznej otwarto dla pracowników możliwość poznawania rozwiązań stosowanych w innych częściach świata, dzięki czemu wprowadzono tutaj po raz pierwszy w Polsce wiele z szeroko stosowanych obecnie w kraju technologii. Elektrownia otworzyła się również na świat – co roku odwiedza ją kilka tysięcy osób z kraju i zagranicy.

Pod koniec lat 80. rozpoczęła się szeroko zakrojona modernizacja urządzeń wytwórczych. Zainwestowano również w wiele nowych technologii zmniejszających wpływ zakładu na środowisko naturalne.

Powstało nowe, mokre składowisko popiołu w Gardawicach. Zazielenione, prawidłowo eksploatowane, nie wykorzystywane obecnie do składowania, wtopiło się w okoliczny krajobraz.

Elektrofiltry kotłów były kilkakrotnie modernizowane, a po każdej modernizacji wzrastała ich sprawność i niezawodność. Dzięki zastosowaniu własnej oryginalnej technologii pyły ze spalin lokowane są bezpośrednio w podziemiach kopalni „Bolesław Śmiały”.

Znaczącym osiągnięciem myśli inżynierskiej pracowników *Elektrowni „Łaziska”* jest także technologia redukcji tlenków azotu w spalinach kotłów. Zastosowano ją z powodzeniem we wszystkich kotłach, a także w wielu innych elektrowniach, co przyczynia się do zmniejszenia uciążliwości energetyki dla środowiska.

Największą jednak inwestycją w ekologię była budowa instalacji odsiarczania spalin dla wszystkich bloków energetycznych elektrowni. Dla bloków 125 MW zastosowano metodę półsuchą, w której elektrofiltr zastąpiono filtrem workowym, wyłapującym ze spalin jednocześnie pył i związane chemicznie tlenki siarki. Była to pierwsza tego typu instalacja na świecie zastosowana dla kotłów tej wielkości. Dla bloków 225 MW zastosowano metodę mokrą, w której przed odsiarczaniem spaliny oczyszczane są z pyłu przez elektrofiltry. Instalacja powstała w miejscu starych chłodni kominowych nieczynnych kotłów 80 atmosfer. Powstał też nowy, dwustumetrowy komin, a stary został rozebrany.

Dzięki przeprowadzonej w latach 1989 – 2000 modernizacji elektrowni, przedłużono żywotność bloków o kolejne 20 lat, podwyższono ich sprawność o 3 procent, uzyskano dodatkowo 115 MW mocy, zmniejszono zużycie węgla oraz oleju opałowego na jednostkę wyprodukowanej energii, zmniejszono ilość awarii oraz znacznie ograniczono wpływ zakładu na środowisko naturalne. Dzięki tym zabiegom elektrownia spełnia dziś surowe normy ekologiczne.

Dokonywały się również przekształcenia własnościowe. Elektrownia w ramach restrukturyzacji wydzieliła niektóre

oddziały, tworząc z nich odrębne przedsiębiorstwa. Sama elektrownia w 1996 roku została przekształcona z przedsiębiorstwa państwowego w jednoosobową spółkę Skarbu Państwa, a w 2000 roku weszła w skład *Południowego Koncernu Energetycznego SA*.

W 2001 roku uzyskano certyfikaty na Zintegrowany System Zarządzania Jakością, Środowiskiem i Bezpieczeństwem Pracy, zaś w 2003 roku certyfikat spełnienia Normy Odpowiedzialności Społecznej SA 8000.

W roku 2005 elektrownia rozpoczęła produkcję energii ze źródeł odnawialnych poprzez współspalanie węgla z biomasą drzewną, dzięki czemu przyczyniono się do zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub>, a przez to ograniczenia efektu cieplarnianego.

Pod koniec 2006 roku oddano do użytku kolejną technologię – układ odzulfania z systemem separacji żużla – która umożliwiła gospodarce wykorzystanie żużla, dzięki czemu całość odpadów powstających w wyniku spalania węgla i odsiarczania spalin jest obecnie zagospodarowywana, a składowisko w Gardawicach jest wykorzystywane wyłącznie jako awaryjne miejsce czasowego magazynowania.

Za swoje osiągnięcia *Elektrownia „Łaziska”* była wielokrotnie nagradzana w kraju i za granicą. Niektóre wyróżnienia przedstawiono w oddzielnej tabeli.



*Instalacja odsiarczania spalin bloków 125 MW*



*Instalacja odsiarczania spalin bloków 225 MW*



# Kalendarium najważniejszych wydarzeń z historii Elektrowni „Łaziska”

- 1917** ● Decyzja księcia pszczyńskiego Jana Henryka XV Hochberga o rozpoczęciu budowy elektrowni
- 1918** ● **1 lipca** - zapis w rejestrze przemysłowym pod nazwą Elektrownia i Karbidownia Kopalni „Książątko” (Kraft- und Schmelzwerke „Prinzengrube” Aktiengesellschaft (dwa turbozespoły o łącznej mocy 11,6 MW: MAN – 5,2 MW, Escher-Wyss – 6,4 MW), 12 kotłów firmy Oschatz 15 atn., temp. pary 360°C, generatory Siemens 6 kV
- 1927** ● Elektrownia przyjmuje nazwę *Zakłady „Elektro” Spółka z ograniczoną poręką*, własność Towarzystwa Akcyjnego „Elektra” Zurych. Produkcja uboczna w dobudowanej fabryce elektrotermicznej – Alka-Elektro-Cement, użyty m. in. do budowy kolejki linowej na Kasprowy Wierch w Tatrach. Wraz z *Górnośląskim Zakładem Energetycznym, Zakłady „Elektro”* stanowiły podstawę górnośląskiego systemu energetycznego pracującego na napięciu 60 kV

**W latach 1929 – 1952 elektrownia w Łaziskach była największą elektrownią w Polsce: rok 1929 – 87,1 MW; lata 1941/1945 r. – 122,1 MW; rok 1950 r. – 157,1 MW; rok 1952 r. – 179,1 MW**

- 1935** ● *Zakłady „Elektro”* połączyły się z *Elektrownią Okręgową Ligota*, przejmując sieci elektryczne tej firmy. Elektrownia zasilala 50 miast i gmin o łącznym zaludnieniu 160 000 mieszkańców
- 1938** ● Budowa kolejki linowej dostarczającej węgiel z kopalni „Boże Dary”
- 1941-1945** ● Rozbudowa elektrowni do mocy 122,1 MW, 2 elektrofiltry
- 1946** ● Nacjonalizacja *Zakładów „Elektro”*
- 1949** ● **1 stycznia** - podział *Zakładów „Elektro”* na dwa zakłady: *Elektrownię „Łaziska”* i *Hutę „Łaziska”*
- 1963-1967** ● Budowa bloków 120 MW (kotły OP-380k *Fabryki Kotłów Racibórz*, turbiny TK-120 *Zamech Elbląg*)
- 1967-1972** ● Budowa bloków 200 MW (kotły OP-650k *Fabryki Kotłów Racibórz*, turbiny TK-200 *Zamech Elbląg*). Budowa bloków przypadła w okresie dużych oszczędności w krajowej gospodarce inwestycyjnej. Wodę do elektrowni doprowadzono z ujęć dołowych kopalń „Piast”, „Ziemowit” i „Bolesław Śmiały”
- 1975-1977** ● Wyłączenie z eksploatacji kotłów SULTZER 30 atm i dwóch turbin po 35 MW (G-4 i G-5)
- 1977-1981** ● Wyłączenie z eksploatacji kotłów 80 atm i dwóch turbin po 35 MW (G-6 i G-7)
- 1981-1982** ● Wyłączenie z eksploatacji turbin 35 i 4,5 MW (G-8 i G-3)
- 1989** ● Budowa instalacji pneumatycznego transportu popiołu spod elektrofiltrów bezpośrednio do podziemi kopalni „Bolesław Śmiały”  
● Budowa stacji załadunku popiołu z dwoma zbiornikami po 1500 m<sup>3</sup> i bocznica kolejową  
● Przejście z hydraulicznego na pneumatyczny system transportu popiołu spod elektrofiltrów bloków 200 MW (DEPAC)
- 1991** ● Utworzenie firmy ENTEK – polsko-ukraińskiej spółki joint-venture
- 1992** ● Na bazie Wydziału Budowlanego utworzenie firmy-córki: Przedsiębiorstwa Budowlano-Handlowego „EXTEM” Sp. z o.o.  
● Na bazie Wydziału Mieszkaniowego utworzenie firmy-córki: Spółdzielnia Mieszkaniowa Wdrożenie we współpracy z firmą IFS pierwszego w Polsce komputerowego systemu wspomagającego zarządzanie przedsiębiorstwem  
● Montaż instalacji TAPROGGE i HYDAC
- 1993** ● Powołanie Fundacji Pracowniczej PRO-EKO (Fundatorzy: Dyrekcja *Elektrowni „Łaziska”* oraz NSZZ „Solidarność” i ZZ Pracowników *Elektrowni „Łaziska”*)
- 1993-1995** ● Modernizacja bloków 120 MW (moc bloków wzrasta do 125 MW)
- 1993-1997** ● Dyrektor *Elektrowni „Łaziska”* Klemens Ściński – posłem na Sejm RP
- 1994-1997** ● Zabudowa instalacji do redukcji tlenków azotu na wszystkich blokach





## Zestawienie medali i nagród uzyskanych przez Elektrownię „Łaziska”

### Rok 1929

- Złoty Medal „Za chlubne wyniki pracy” za wprowadzenie wytwórczości stopów żelaza i za działalność eksportową

### Rok 1992

- Złoty Medal na 41. Międzynarodowym Salonie Innowacji Brussels Eureka'92 za wynalazek „Młyn kulowo-misowy”

### Rok 1994

- Złoty Medal na 43. Międzynarodowym Salonie Innowacji Brussels Eureka'94 za wynalazek „Sposób i urządzenie do zmniejszania NO<sub>x</sub> w spalinach”

### Rok 1995

- Brązowy Medal na 44. Międzynarodowym Salonie Innowacji Brussels Eureka'95 za wynalazek „Sposób podciśnieniowego czyszczenia zewnętrznych powierzchni kotłów energetycznych z jednoczesnym kondycjonowaniem spalin”

### Rok 1996

- Brązowy Medal na 45. Międzynarodowym Salonie Innowacji Brussels Eureka'96 za wynalazek „Sposób i układ automatycznej regulacji spalania w kotle”
- Brązowy Medal na 45. Międzynarodowym Salonie Innowacji Brussels Eureka'96 za wynalazek „Sposób i układ automatycznej regulacji podciśnienia w paleniskowej komorze i temperatury spalin”
- Brązowy Medal na 45. Międzynarodowym Salonie Innowacji Brussels Eureka'96 za wynalazki „Sposób i urządzenie do zmniejszania tlenków azotu w kotle”

- Wyróżnienie w Wielkim Konkursie Wynalazczym z dziedziny ochrony środowiska za „Sposób i urządzenie do obniżania emisji tlenków azotu podczas spalania pyłu węglowego w kotle energetycznym”

### Rok 1997

- Tytuł „Ekologicznego Wdrożenia Roku” za najbardziej efektywne dla środowiska przyrodniczego wdrożenie, zrealizowane na terenie województwa katowickiego w 1997 roku, przyznany przez Fundację Ekologiczną Silesia
- Brązowy Medal na 46. Międzynarodowym Salonie Innowacji Brussels Eureka'97 za wynalazek „Sposób i układ korekcji paliwa”
- II miejsce w Międzynarodowym Konkursie Ekologicznym w regionie polsko-czeskiej granicy

### Rok 1998

- Wyróżnienie w konkursie o nagrodę Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa - „Lider Polskiej Ekologii”

- Główna Nagroda Złotej Ligi Firm'98 w kategorii ochrony środowiska

### Rok 1999

- Srebrny Medal na 48. Międzynarodowym Salonie Innowacji Brussels Eureka'99 za wynalazek „Sposób i układ do zmniejszania zawartości NO<sub>x</sub> w spalinach”
- Złoty Medal na II Międzynarodowej Wystawie Innowacje'99 w Gdyni

### Rok 2000

- Honorowe wyróżnienie i puchar Ministra Gospodarki za wybitne osiągnięcia w zakresie proekologicznych innowacji i aktywną ich promocję
- Polskie Godło Promocyjne „Teraz Polska” za technologię redukcji tlenków azotu
- Certyfikat Marki Firmowej
- Złoty Medal na III Międzynarodowej Wystawie Innowacje'2000
- Brązowy Medal na 49. Międzynarodowym Salonie Innowacji Brussels Eureka'00 za wynalazek „Kanał spalin”

- „Tygrys Gospodarki”

### Rok 2001

- „Ten, który zmienia polski przemysł”
- Tytuł „Promotor Ekologii” w Konkursie „Przyjaźni środowisku”
- Status Założyciela Akademii Marek
- Medal Honorowy SPWiR im. Tadeusza Sendzimira
- Medal Regionalnej Izby Przemysłowo-Handlowej w Gliwicach
- Złoty Medal na Międzynarodowej Wystawie Wynalazków „Innowacje 2001” w Gdańsku
- Medal WIPO (Światowa Organizacja Własności Intelektualnej)
- Nagroda Prezesa Naczelnej Organizacji Technicznej na Międzynarodowej Wystawie Wynalazków „Innowacje 2001” w Gdańsku
- Nagroda Specjalna Tygodnika „Przegląd Techniczny” na Międzynarodowej Wystawie Wynalazków „Innowacje 2001” w Gdańsku
- Złoty Medal na Światowej Wystawie Wynalazków „Brussels Eureka” w Brukseli



- Panteon Polskiej Ekologii
- Medal Europejski
- Wdrożenie Zintegrowanego Systemu Zarządzania Jakością, Środowiskiem i Bezpieczeństwem Pracy wg norm ISO 9001:2000, ISO 14001 i PN 18001
- Lider Polskiej Ekologii 2001
- Główna nagroda GRAND-PRIX IV Międzynarodowego Konkursu „EKO-2001” na rozwiązania w dziedzinie ochrony środowiska

#### Rok 2002

- Tytuł „Technologia Godna Polecenia” w Konkursie Ekologicznym „Przyjaźni Środowisku”
- Dyplom Uznania Komitetu Badań Naukowych dla Południowego Koncernu Energetycznego Elektrowni „Łaziska”
- Tytuł „Lider Innowacji”
- Medal Prezesa Stowarzyszenia Elektryków Polskich
- Złoty Medal Fundacji na Rzecz Politechniki Śląskiej w Gliwicach

#### Rok 2003

- Srebrny Medal na 31. Międzynarodowej Wystawie Wynalazczości, Nowoczesnej Techniki i Wytrobów w Genewie oraz Medal specjalny Federacji Rosyjskiej
- Wyróżnienie w kategorii dużych przedsiębiorstw produkcyjnych w V edycji konkursu „Śląska Nagroda Jakości”
- Odznaka Honorowa „Za zasługi dla wynalazczości” od Prezesa Rady Ministrów
- Certyfikat SA 8000  
Certyfikaty: ISO 9001, 14001, PN-N18001

#### Rok 2004

- Brytyjska nagroda The Polish Green Apple Environment Awards – Bronze Winner (Science & Technology)
- Wpisanie *Elektrowni „Łaziska”* na listę Forum Odpowiedzialnego Biznesu
- Nominacja w ogólnopolskim konkursie „Teraz internet 2003” promującym najlepsze serwisy informacyjne

#### Rok 2006

- pierwsze „Świadectwo Pochodzenia” na energię wytwarzaną w odnawialnym źródle energii przyznane przez prezesa URE
- PKE otrzymuje nagrodę „Biały Węgiel” za rozwiązania techniczne wdrożone w *Elektrowni „Łaziska”*

- Śląska Nagroda Jakości w kategorii dużych organizacji produkcyjnych (VIII edycja Konkursu)
- II miejsce w kategorii „Odbiorca węgla energetycznego” w konkursie „Najlepszy kontrahent *Kompanii Węglowej SA* w 2006 roku”







|           |  |
|-----------|--|
| 1995-1996 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dyrektor <i>Elektrowni „Łaziska”</i> Klemens Ścierański – ministrem Przemysłu i Handlu</li> <li>Na bazie Wydziału Transportu utworzenie firmy-córki: Przedsiębiorstwa Usługowo-Handlowego „<i>ETTRANS</i>” Sp. z o.o.</li> </ul>  |
| 1995      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Utworzenie przez dyrekcję <i>Elektrowni „Łaziska”</i>, Fundację Pracowniczą <i>PRO-EKO</i> i organizacje związkowe firmy-córki: Przedsiębiorstwa Usług Medycznych <i>PROELMED</i></li> </ul>  |
| 1995-2000 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Budowa instalacji odsiarczania spalin metodą mokrą dla czterech bloków 225 MW (konsorcjum <i>Megadex</i> i <i>Deutsche Babcock Anlagen GmbH</i>)</li> </ul>   |
| 1997      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Utworzenie firmy-córki: Przedsiębiorstwa Produkcyjno-Usługowego „<i>Elektro</i>” Sp. z o.o.</li> </ul>  |
| 1999      | <p><b>Moc elektrowni wynosi 1155 MW (100 razy więcej niż w roku 1917)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wydanie pierwszego numeru zakładowej gazety „<i>elektroŁaziska</i>”</li> <li>Otwarcie Zakładu Wzbogacania i Odsiarczania Miałów Energetycznych przy KWK „<i>Bolesław Śmiały</i>”</li> <li>Połączenie elektrowni bezpośrednim taśmociągami z Zakładem Wzbogacania i Odsiarczania Miałów Energetycznych przy KWK „<i>Bolesław Śmiały</i>”</li> <li>Skreślenie <i>Elektrowni „Łaziska”</i> z Listy „80” (listy najbardziej uciążliwych zakładów dla środowiska w skali kraju, prowadzonej przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska)</li> </ul>  |
| 2000      | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>28 grudnia</b> – wejście <i>Elektrowni „Łaziska”</i> w skład <i>Południowego Koncernu Energetycznego SA</i>; wykreślenie <i>Elektrowni „Łaziska” SA</i> z rejestru spółek handlowych; elektrownia przyjmuje nazwę: <i>Południowy Koncern Energetyczny SA Elektrownia „Łaziska”</i></li> <li>Oddanie do eksploatacji nowe laboratorium chemiczne</li> </ul>   |
| 2001      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Wdrożenie i uzyskanie certyfikatów Zintegrowanego Systemu Zarządzania zgodnego z normami ISO 9001, ISO 14001 i PN-EN 18000</li> </ul>   |
| 2002      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Powołanie – zgodnie z ustawą o stowarzyszeniach – Polskiego Towarzystwa Przyjaciół Muzeum Energetyki</li> </ul>   |
| 2003      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Otwarcie w starej rozdzielni 60 kV sal wystawienniczych Polskiego Towarzystwa Przyjaciół Muzeum Energetyki</li> <li>Wdrożenie i uzyskanie certyfikatu normy SA 8000 – Odpowiedzialności Społecznej</li> <li>Uzyskanie przez <i>Elektrownię „Łaziska”</i> wyróżnienia w V edycji Śląskiej Nagrody Jakości</li> </ul>   |
| 2004      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Uznanie laboratorium badawczego II stopnia Wydziału Profilaktyki i Diagnostyki <i>Elektrowni „Łaziska”</i> wg normy PN-EN-ISO/IEC 17025</li> <li>Powołanie – zgodnie z ustawą o stowarzyszeniach – Regionalnego Stowarzyszenia Miłośników Turystyki Rowerowej</li> <li>Powołanie żeńskiej drużyny Zakładowej Ochotniczej Straży Pożarnej</li> <li>Dyrektor <i>Elektrowni „Łaziska”</i> Klemens Ścierański – senatorem RP</li> <li>Zorganizowanie w <i>Elektrowni „Łaziska”</i> I Forum Gospodarczego</li> </ul>   |
| 2005      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Audit akredytacyjny w laboratorium chemicznym <i>Elektrowni „Łaziska”</i> w ramach systemu zarządzania wg normy PN-EN-ISO/IEC 17025.</li> <li>Powołanie – zgodnie z ustawą o stowarzyszeniach – Stowarzyszenia Sportowo-Kulturalnego „<i>Elektro</i>”</li> <li>Oddanie do użytku nowego zespołu boisk wraz z kortami tenisowymi</li> </ul>  |
| 2006      | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>24 kwietnia</b> – wręczenie Śląskiej Nagrody Jakości przyznanej w VIII edycji Konkursu przez Regionalną Izbę Gospodarczą w Katowicach</li> <li><b>13 stycznia</b> – legalizacja układu pomiarowego na przenośnikach instalacji podawania biomasy na bloki 200 MW. Rozpoczęcie produkcji energii odnawialnej</li> <li><b>20 lutego</b> – rozpoczęcie ruchu ciągłego instalacji separacji żużla</li> <li><b>30 maja</b> – uzyskanie od prezesa URE pierwszego „Świadectwo Pochodzenia” na energię wytwarzaną w odnawialnym źródle energii</li> <li><b>9 sierpnia</b> – Wydział Analiz Chemicznych otrzymuje certyfikat Polskiego Centrum Akredytacji dla laboratorium chemicznego.</li> <li><b>30 października</b> – Fundacja Pracownicza <i>PRO-EKO</i> uzyskuje status organizacji pożytku publicznego</li> <li><b>22 listopada</b> – oficjalne odebranie Instalacji Odwadniania Żużla przez Inspektora Nadzoru Budowlanego</li> </ul> |
| 2007      | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>30 maja</b> – inauguracja obchodów jubileuszu 90-lecia <i>Elektrowni „Łaziska”</i></li> <li>Otwarcie drugiej części Muzeum Energetyki</li> <li>Otwarcie Archiwum Dokonań <i>Elektrowni „Łaziska”</i></li> <li>Wdrożenie i uzyskanie przez Zespół Szkół Energetycznych <i>PKE SA Elektrowni „Łaziska”</i> certyfikatu Systemu Zarządzania wg normy ISO 9001</li> <li>Wdrożenie systemu zarządzania środowiskiem EMAS wg rozporządzenia 761/2001 Parlamentu Europejskiego</li> <li>Zakładowe Koło SEP przy <i>Elektrowni „Łaziska”</i> – najaktywniejszym kołem SEP w Polsce</li> <li>Udział w XIII edycji Polskiej Nagrody Jakości</li> </ul>   |



inż. Andrzej Błażyca  
zastępca głównego inżyniera  
ds. kontroli eksploatacji  
główny specjalista  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”

## Podstawowe wskaźniki techniczne charakteryzujące pracę Elektrowni w latach 1986 – 2006

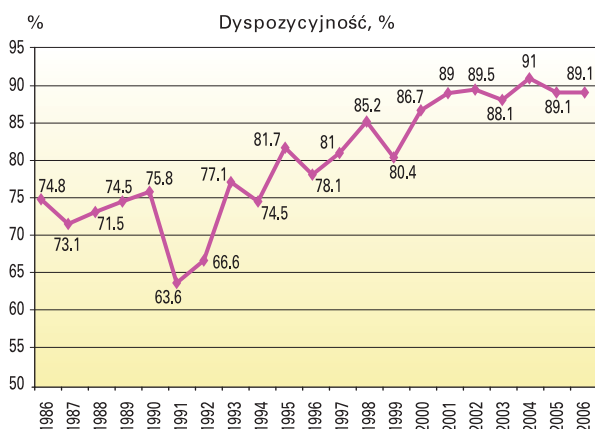
Uroczystości rocznicowe są zawsze okazją do dokonania podsumowań i oceny działalności. Spojrzenie na historię daje obraz zmian, jakie nastąpiły od momentu powstania elektrowni. Szczególnie ważne są jednak zmiany w ostatnich latach, w trudnym okresie transformacji gospodarczej naszego kraju.

### Moc zainstalowana i osiągalna elektrowni oraz dyspozycyjność bloków

Początki „Łazisk” sięgają roku 1917. W latach powojennych z mocą 122,1 MW była największą elektrownią w kraju, a po rozbudowie na przełomie lat 60. i 70. o bloki 120 MW (x2) i 200 MW (x4) – osiągnęła najwyższą w swej historii moc zainstalowaną: 1219,5 MW. W 1982 roku wskutek likwidacji nieefektywnej, nieekologicznej i wyeksploatowanej części kolektorowej, moc zainstalowana uległa zmniejszeniu do 1040 MW.

Coraz surowsze wymagania ekologiczne oraz wyeksploatowanie urządzeń wytwórczych stało się impulsem do rozbudowy i rozwoju elektrowni do jej obecnego kształtu. Wspomniane czynniki zobligowały kadrę zarządzającą do szukania metod poprawy sytuacji i sposobów finansowania koniecznych modernizacji. Środkiem do tego stało się zawarcie z *Polskimi Sieciami Elektroenergetycznymi SA* umów (kontraktów długoterminowych) na dostawy mocy i energii elektrycznej. Był to pierwszy krok na drodze przeobrażeń efektywnościowych i proekologicznych w elektrowni.

Dzięki kontraktom podjęto inwestycje w zakresie wydłużenia żywotności bloków, podniesienia ich mocy zainstalowanej, poprawy ich sprawności oraz dyspozycyjności. Poza tym rozpoczęto wiele inwestycji zmniejszających ujemne oddziaływanie elektrowni na środowisko.



W efekcie głębokiego procesu modernizacyjnego wszystkich bloków i inwestycji podjętych w latach 1994 – 1999, łączna moc zainstalowana i osiągalna elektrowni od 1999 roku wynosi 1155 MW. Dziś poszczególne moce zainstalowane i osiągalne bloków przedstawiają się następująco:

|                 |                  |
|-----------------|------------------|
| blok 1 – 125 MW | blok 11 – 225 MW |
| blok 2 – 125 MW | blok 10 – 225 MW |
| blok 9 – 230 MW | blok 12 – 225 MW |

Efektem głęboko przeprowadzanych modernizacji bloków oraz szerokiego zakresu profilaktyki urządzeń produkcyjnych jest, odnotowany od roku 1994, stale rosnący wskaźnik dyspozycyjności bloków elektrowni.

### Produkcja energii elektrycznej „brutto”, produkcja ciepła

Produkcja energii elektrycznej jest integralnie związana z funkcjonowaniem gospodarki. Ciągły rozwój naszego kraju i nowe inwestycje powodują wyraźnie zwiększające się z roku na rok zużycie energii elektrycznej. Dlatego też ostatni okres przyniósł wyraźny wzrost produkcji w stosunku do lat poprzednich. Jest to również efekt wysokiej pozycji poszczególnych bloków w rankingu kosztów zmiennych wytwarzanej energii i wysokiej ich dyspozycyjności.

Polska po wejściu do Unii Europejskiej poprzez Dyrektywę UE została zobligowana, jako kraj członkowski, do wytwarzania energii elektrycznej i ciepła ze źródeł odnawialnych (OZE). *Elektrownia „Łaziska”*, w ramach *PKE SA*, adaptując się do nałożonych przez Dyrektywę warunków i wymagań, aby zaistnienie i utrzymać się na otwartym rynku energii elektrycznej, także zaczęła produkować tzw. energię „zieloną” poprzez współspalanie biomasy.

Itak od 15 stycznia 2006 r. w elektrowni wraz z węglem spala się biomasę w postaci zrębków drzewnych o granulacji do 10 mm. Dokumentem potwierdzającym wytworzenie określonej ilości energii odnawialnej jest wydawane przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki tzw. Świadectwo Pochodzenia. *PKE SA Elektrownia „Łaziska”* uzyskała dotychczas dwa Świadectwa Pochodzenia na wytworzoną energię elektryczną w odnawialnym źródle energii:

|                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| w 2006 r.              | – 60 134,558 MWh, |
| w 2007 r. (6 miesięcy) | – 36 591,782 MWh. |

Do produkcji energii elektrycznej z OZE spalono w okresie od 15 stycznia 2006 r. do 30 czerwca 2007 r. 96 726 ton biomasy.



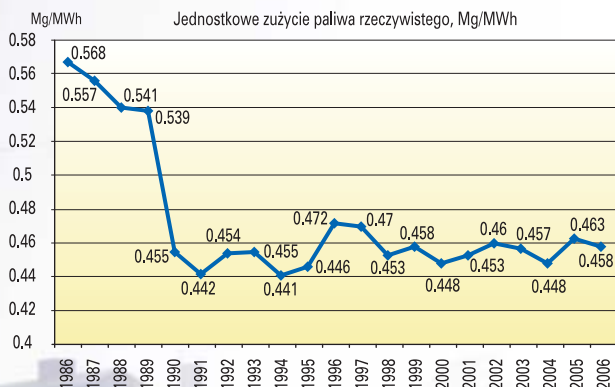




Elektrownia dysponuje także własnym węzłem ciepłowniczym ze zmodernizowaną i rozbudowaną w 1997 roku stacją ciepłowniczą o mocy 196 MW. Produkowane w niej ciepło jest dystrybuowane do odbiorców zewnętrznych w nośniku wodnym i w parze technologicznej.

### Zużycie węgla i oleju opałowego

Działania kadry kierowniczej i inżynierjino-technicznej elektrowni, zmierzające do poprawy efektywności i dyspozycyjności pracy urządzeń poprzez szeroko motywowaną innowacyjność i stosowanie nowych technologii, przyczyniły się do zmniejszenia w ostatnich latach jednostkowego wskaźnika zużycia paliwa.

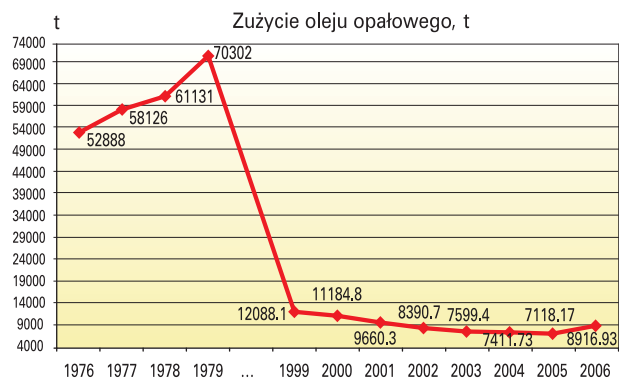


Głównym dostawcą węgla do elektrowni jest wchodząca w skład *Kompanii Węglowej SA Kopalnia „Bolesław Śmiały”*. Aktualnie dostawy węgla z tej Kopalni stanowią około 56% całego zapotrzebowania. Węgiel przetworzony w Zakładzie Wzbogacania i Odsiarczania Miałów Energetycznych, dostarczany jest łączącym Kopalnię „Bolesław Śmiały” z *Elektrownią „Łaziska”* taśmociągami o długości 1,3 km. Rozwiązanie to, funkcjonujące od grudnia 2000 roku, pozwala na zachowanie dużej jednorodności spalane go węgla i bardzo niskiego kosztu transportu do elektrowni. Pozostałymi dostawcami węgla kamiennego są kopalnie *Kompanii Węglowej SA, Południowego Koncernu Węglowego SA* oraz *Katowickiego Holdingu Węglowego SA*.



Także zużycie oleju opałowego (mazutu) w ostatnich latach ma tendencję malejącą. Zmniejszyła się liczba uruchomień bloków, nastąpiła optymalizacja zużycia oleju opałowego na uruchomienia, a ograniczeniu uległo spalanie w celu stabilizacji pracy kotłów. Istotnym czynnikiem była wymiana węzłów rozpalających wraz z palnikami na blokach 225 MW oraz zainstalowanie systemu automatyki i zabezpieczeń tego układu. Zoptymalizowano dzięki temu proces rozpalania kotłów oraz

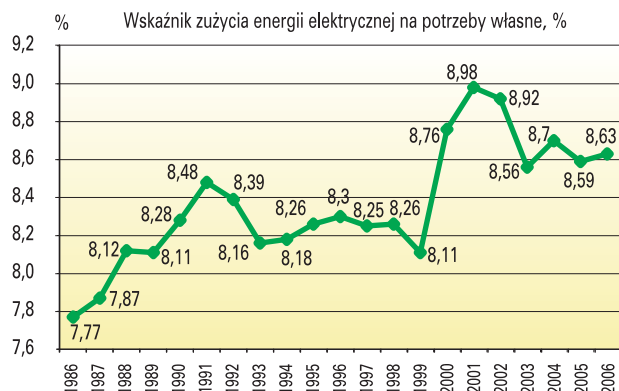
osiągnięto większą stabilność ich pracy w sytuacjach awaryjnych. Szeroko zakrojona profilaktyka urządzeń poprawiła ogólny stan techniczny instalacji podstawowych i pomocniczych bloku. Wpłynęło to w znaczący sposób na ograniczenie ilości sytuacji awaryjnych, a co za tym idzie zmniejszyło zużycie mazutu na podtrzymanie płomienia. W szczególności poprawił się stan techniczny takich urządzeń, jak: zespoły młynowe, odzūżlacze, kruszarki żużla, czyli najczęściej powodujących dodatkowe spalanie.



Wzrost zużycia oleju opałowego w 2006 roku był efektem wprowadzenia współspalania biomasy w kotłach oraz „oswajania” tego procesu. Obecnie zjawisko to zostało całkowicie wyeliminowane.

### Zużycie energii na potrzeby własne

Ważnym elementem oceny pracy elektrowni jest wskaźnik zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne. Wskaźnik ten powinien być optymalnie najniższy w danych warunkach eksploatacji elektrowni.



W roku 2002 wskaźnik zużycia uległ zwiększeniu o około 1%. Był to efekt uruchomienia instalacji mokrego odsiarczania na blokach 225 MW. Od 2003 roku nastąpiło zmniejszenie zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne o około 0,5%. Uwidocznił się efekt przeprowadzonych działań:

- modernizacji układu doprowadzenia powietrza do kotłów na blokach 225 MW,
- zmiany regulacji wydajności wentylatorów młynowych na bloku 125 MW na promieniową,
- zastosowania regulacji przepływu na pompie wody chłodzącej bloku 12,
- zastosowania regulacji wydajności (falowniki) na pompach bagrowych.



Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne jest na bieżąco kontrolowane i monitorowane, będąc tym samym przedmiotem szczególnej troski i działań zmierzających do jego maksymalnego zmniejszenia.

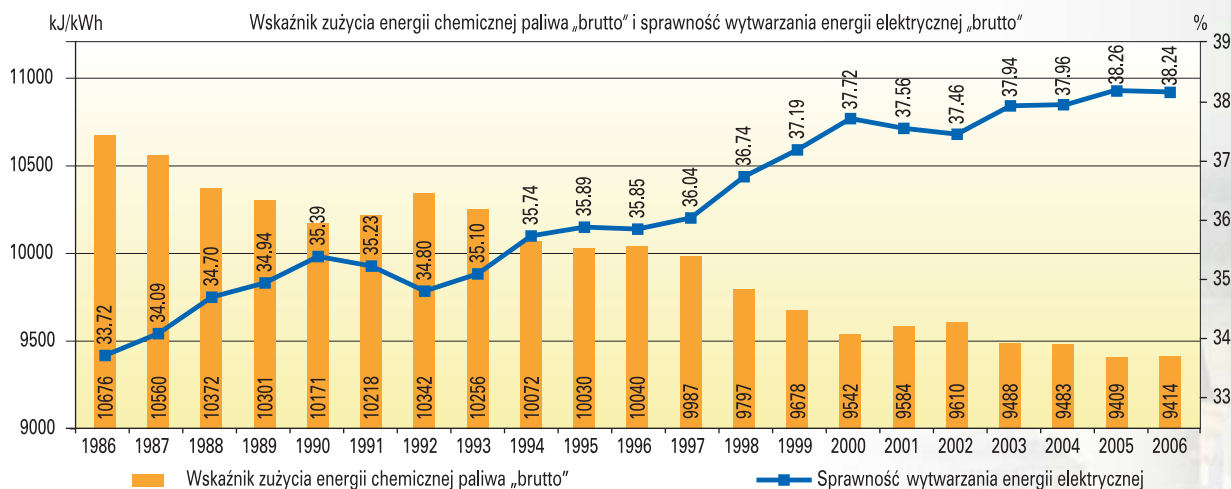
### Sprawność wytwarzania

Starzenie się bloków nieodłącznie wiąże się także ze spadkiem sprawności wytwarzania. Powoduje to konieczność profilaktyki urządzeń wytwórczych, a co za tym idzie – ich modernizacje oraz rewitalizacje, pozwalające przedłużyć żywotność bloków i poprawić parametry sprawnościowe i ekologiczne produkowanej energii elektrycznej i ciepła. Dlatego wiele uwagi w elektrowni poświęca się rozwojowi nowych technologii, wspieraniu innowacyjności, kontaktom z firmami branży energetycznej, jak i środowiskami naukowymi, w celu ciągłego rozwoju zakładu i poprawy jego wskaźników technicznych.

Wszystkie dane są archiwizowane w centralnym serwerze. Pracownicy mają do dyspozycji terminale z oprogramowaniem umożliwiającym wyświetlenie grafik procesów, trendów i tworzenia raportów. SAT umożliwia nadzór nad pracą bloku z największą sprawnością wytwarzania. Analiza danych historycznych pozwala określić urządzenia, na których pogorszyły się parametry wytwarzania energii elektrycznej i ciepła.

### Podsumowanie

Uważna lektura przytoczonych faktów, przedstawionych wielkości produkcyjnych i wskaźników technicznych uzyskanych przez PKE SA Elektrownię „Łaziska” uwidacznia ogromną drogę, jaką ten zakład przeszedł od etapu prototypowych, zawodnych rozwiązań technicznych do nowoczesnej elektrowni wymienianej w gronie najlepszych w całej polskiej energetyce.



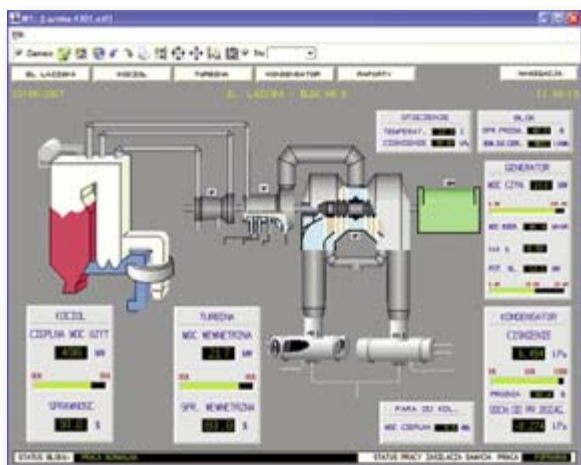
Ocena techniczna pracy bloków dokonywana jest metodą TKE (techniczna kontrola eksploatacji), pozwalającą na kompleksową kontrolę poszczególnych urządzeń. Monitorowane jest kształtowanie się wskaźników zużycia energii chemicznej paliwa (kJ/kWh), wyznaczane są straty i odchylenia od parametrów znamionowych.

W Elektrowni „Łaziska” funkcjonuje także System Analiz Technicznych (SAT), który został zaimplementowany w ramach inwestycji PKE SA. System ten pobiera najważniejsze dane pomiarowe z poszczególnych bloków elektrowni, przetwarza je, analizuje i oblicza na ich podstawie charakterystyczne wskaźniki pracy bloków. Dane te pozwalają porównywać rodzaje jednostek wytwórczych wg jednakowo przyjętych kryteriów i tworzyć rankingi efektywności pracy poszczególnych bloków koncernu.

Stało się to możliwe dzięki głębokiej modernizacji wszystkich węzłów technologicznych i ścisłej współpracy z uczelniami (w szczególności Politechniką Śląską) oraz ośrodkami badawczo-rozwojowymi w kraju i zagranicą. Należy wspomnieć, że *Elektrownia „Łaziska”* była zawsze pewnego rodzaju poligonem doświadczalnym dla projektantów, nowych innowacyjnych technologii i myśli technicznej. To tu po raz pierwszy w polskiej energetyce zainstalowano prototypowe kotły pyłowe na węgiel kamienny o wydajności 650 t/h. To tu także powstała pionierska instalacja odsiarczania metodą półsuchą NID dla dużych kotłów (OP-380). *Elektrownia „Łaziska”* jest także wiodącym zakładem w polskiej gospodarce w dziedzinie ochrony środowiska. Można tu przytoczyć fakt, iż była pierwszą w kraju elektrownią opalaną węglem kamiennym, w której zastosowano odsiarczanie spalin dla wszystkich pracujących bloków, a opracowana tutaj metoda redukcji tlenków azotu jest coraz szerzej stosowana przez inne zakłady branży energetycznej.

W „Łaziskach” zastosowano najnowocześniejsze rozwiązania i technologie – zarówno światowe, jak i będące efektem własnej myśli technicznej chronionej licznymi patentami. Wyjątkowy klimat dla działalności wynalazczej, specjalistyczne szkolenia i otwartość na świat stały się podstawą dzisiejszego sukcesu tej elektrowni.

To dzięki takiej właśnie polityce bezinwestycyjnie podniesiono moc elektrowni o 115 MW, wydłużono czas przewidywanej eksploatacji bloków energetycznych o ponad 20 lat, osiągnięto wysoką, przekraczającą okresowo 40% sprawność wytwarzania i dyspozycyjność bloków przekraczającą 90%.







mgr inż. Teresa Kalfa  
inspektor ds. ochrony wód i gleby  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”

## Od „Bram piekieł” do „Lidera polskiej ekologii”

Jadąc drogą szybkiego ruchu z Katowic w kierunku Wisły, na wysokości Łazisk Górnych nie sposób nie zauważyć potężnych budowli, mylonych bardzo często z kominami zięjącymi nieustannie dymem. Z tych potężnych budowli, zwanych chłodniami kominowymi, wydobywają się jednak tylko kłęby pary wodnej. Obok chłodni wznoszą się dwa kominy, które wyprowadzają prawie niezauważalne dla ludzkiego oka spaliny. W piękny, pogodny dzień, kiedy słońce rozświetla budowle elektrowni, widok ten jest imponujący. Świadczący o tym, że tutaj ludzie, przemysł i środowisko żyją ze sobą w harmonii. Lecz nie zawsze tak było. W ciągu 90 lat istnienia elektrowni były takie czasy, kiedy nie myślało o ochronie środowiska, ani zbytnio nie przejmowano się zdrowiem ludzi i otoczeniem. Nadrzędnym celem była produkcja, a kłębiące się czarne dymy z kominów świadczyły o dobrobycie Śląska. Tymczasem problemy ekologiczne regionu poprzez dziesięciolecia ulegały nawarstwianiu. W zaskakującym tempie rosły góry odpadów przemysłowych, pogarszała się jakość wód, a powietrze przesączone było szkodliwymi substancjami. Przestrzeń wokół elektrowni spowita była „pyłową mgłą” z dodatkiem sadzy opadającej z kominów. Z tego powodu ludzie zmuszeni byli nawet do używania... parasoli. Wjazd na teren wokół elektrowni oraz w pobliże składowisk odpadów nazywano potocznie „Bramą piekieł”, gdyż panował tu szary, spowity pyłową mgłą, posępny i smutny krajobraz.

Koniec lat 80. stanowi zwrot w działalności i myśleniu dotyczącym przyszłości naszego środowiska naturalnego. Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa ogłosiło listę zakładów, jakie w skali kraju stanowiły największe zagrożenie dla ludzi i środowiska – tzw. Listę „80-ciu” największych trucicieli. Na niej znalazła się również i *Elektrownia „Łaziska”*. Władze elektrowni podjęły szereg bardzo istotnych decyzji prowadzących do wydłużenia żywotności urządzeń oraz ograniczenia negatywnego wpływu na środowisko. Lata 90. to całkowity przewrót w funkcjonowaniu zakładu. Zaczęto spalać w kotłach energetycznych węgiel o lepszych parametrach, nastąpiła zmiana systemu transportu popiołu oraz sposobu jego zagospodarowania, wdrożono metody redukcji NO<sub>x</sub>, zrealizowano instalację do redukcji SO<sub>2</sub>, wymieniono elektrofiltry na nowocześniejsze o wyższej sprawności oraz zrealizowano wiele innych, mniej eksponowanych, ale bardzo znaczących inwestycji, które doprowadziły do tego, że *Elektrownia „Łaziska”* postrzegana jest na rynku energetycznym jako Lider polskiej ekologii i doskonały partner do szeroko rozumianej współpracy w tym zakresie.

Obecnie ochrona środowiska naturalnego jest jednym z najważniejszych zadań elektrowni. Postulat ten znajduje swe odzwierciedlenie w misji firmy: „*Naszym celem jest produkcja energii elektrycznej i ciepłej w sposób bezpieczny, oszczędny, ekologicznie czysty i po konkurencyjnych cenach.*”, oraz we wszystkich podejmowanych przez elektrownię przedsięwzięciach rozwojowych, inwestycyjnych, modernizacyjnych oraz bieżącej eksploatacji.

### Komponenty oddziaływania środowiskowego

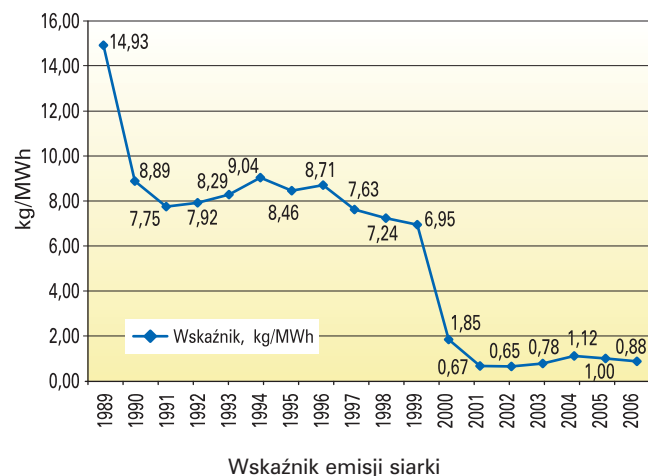
#### Ochrona powietrza

W celu zmniejszenia emisji dwutlenku siarki, na blokach 125 MW wybudowano w latach 1995 – 1996 instalację odsiarczania spalin metodą pól suchą, opartą na filtracji workowej ze zintegrowanym reaktorem i recykulacją reagenta z nawilżaniem. Taki system zapewnił zarówno bardzo dobre odpylanie (50 mg/m<sup>3</sup>), jak i wysoką zdolność usuwania dwutlenku siarki, dochodzącą do 80 procent.





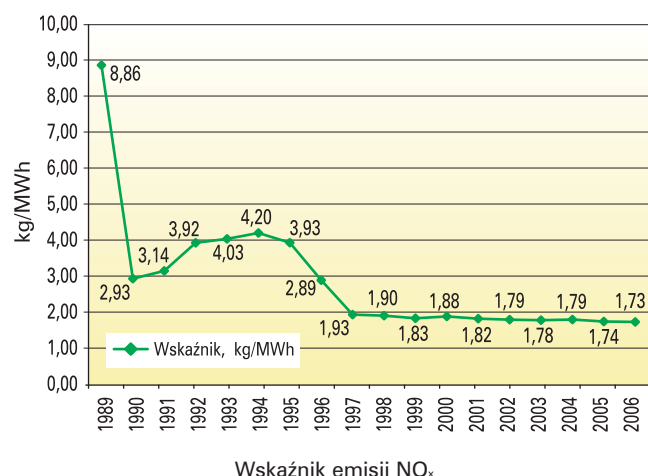
Natomiast na blokach 225 MW zrealizowano w latach 1997 – 2000 instalację odsiarczania spalin metodą mokrą, opartą na absorpcji dwutlenku siarki w zawiesinie mączki kamienia wapiennego. Zastosowanie tej metody pozwoliło na redukcję dwutlenku siarki o ponad 95%. Powyższa metoda dodatkowo usuwa ze spalin chlorowodór i fluorowodór, ze sprawnością powyżej 90% oraz częściowo SO<sub>3</sub> i pył.



Wskaźnik emisji siarki

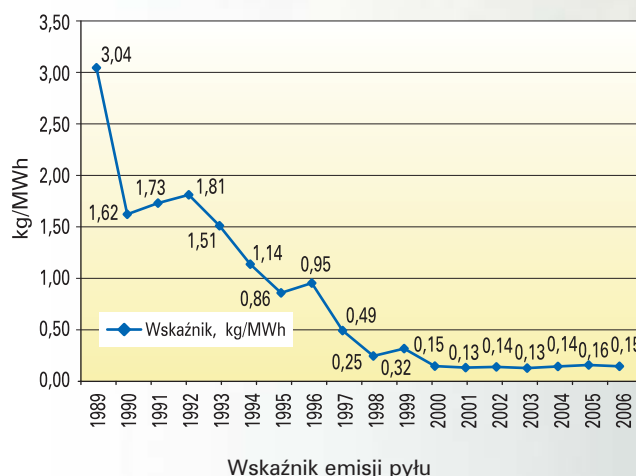
W celu redukcji tlenków azotu wykonano modernizację instalacji dostarczania paliwa i powietrza do komory paleniskowej kotła na wszystkich blokach energetycznych. Metoda ta powoduje zmianę sposobu spalania w samym palenisku, tworząc spalanie strefowe, niskoemisyjne, regulowane odpowiednim układem automatyki.

Zastosowany system redukcji NO<sub>x</sub> opracowany został na podstawie własnych, nowatorskich rozwiązań kadry inżynierjno-technicznej *Elektrowni „Łaziska”*. Modernizacje te pozwoliły na kilkakrotne zmniejszenie emisji tlenków azotu.



Wskaźnik emisji NO<sub>x</sub>

Podjęto także działania w zakresie redukcji pyłu. W latach 1992 – 1993 na dwóch blokach 225 MW oraz w latach 1996 – 1997 na pozostałych dwóch blokach 225 MW wymieniono stare elektrofiltry na nowoczesne, gwarantujące skuteczność odpylania powyżej 99%. W latach 1994 – 1995 na blokach 125 MW zabudowano filtr workowy. Działania te w znaczny sposób przyczyniły się do obniżenia emisji pyłu.



Wskaźnik emisji pyłu

Emisja zanieczyszczeń do atmosfery podlega ciągłemu monitoringowi. System pomiarów ciągłych zainstalowany w *Elektrowni „Łaziska”* obejmuje wszystkie źródła emitujące zanieczyszczenia. Punkty pomiarowe zlokalizowane są:

- dla bloków 225/230 MW na kominie nr 1 (dwa niezależne systemy pomiarowe: jeden dla bloków nr 9 i 10 oraz drugi dla bloków nr 11 i 12);
- dla bloków 125 MW dwa niezależne systemy za wentylatorami spalin.

Dane pomiarowe z bloków (minutowe wartości chwilowe stężeń gazów i pyłów, całki godzinowe wraz z przynależnymi statusami i znacznikami czasu oraz wartości wyliczone, tj. przepływy spalin i emisje) transmitowane są do komputera zbiorczego, gdzie następuje ich archiwizacja oraz generowanie dokumentów rozliczeniowych dla całej elektrowni. Dodatkowo komputer ten pełni funkcję serwera rozliczeń emisji dla komputerowej sieci ogólnozakładowej z czterema końcówkami znajdującymi się w wydzielonych bezpośrednio zainteresowanych emisją zanieczyszczeń.

W celu sprawdzenia poprawności działania układów pomiarowych, dwa razy w roku wykonywane są przez niezależną firmę zewnętrzną kontrolne pomiary emisji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych oraz skuteczności urządzeń odpylających i odsiarczających.

### Gospodarka ściekowa

Wytwarzane w elektrowni ścieki dzieli się na socjalno-bytowe oraz przemysłowe, powstałe w procesach technologicznych zachodzących podczas produkcji energii elektrycznej.

Elektrownia posiada trzy oczyszczalnie ścieków:

- oczyszczalnia ścieków socjalno-bytowych jest oczyszczalnią mechaniczno-biologiczną o przedłużonym czasie napowietrzania i przepustowości 680 m<sup>3</sup>/dobę; oczyszczone ścieki odprowadzane są do rzeki Gostynki zgodnie z warunkami zawartymi w Pozwoleniu Zintegrowanym; powstałe osady z oczyszczalni ścieków wykorzystywane są do rekultywacji składowisk elektrowni;
- oczyszczalnia ścieków przemysłowo-deszczowych stanowi osadnik poziomy trójkomorowy, funkcjonujący w układzie równoległym; ścieki oczyszczone mechanicznie z zawiesziny i olejów odpływają poprzez kolektor zrzutowy do rzeki Gostynki;
- oczyszczalnia mechaniczno-chemiczna ścieków technologicznych powstałych z instalacji odsiarczania spalin metodą mokrą na blokach 225 MW; ścieki po oczyszczeniu





odprowadzane są do kanalizacji przemysłowo-deszczowej, poprzez którą kierowane są do oczyszczalni ścieków przemysłowo-deszczowych.

W celu ograniczenia ilości odprowadzanych ścieków, część ścieków z instalacji IOS wykorzystywana jest w instalacji póluchego odsiarczania spalin dla bloków 125 MW.

Pomiary stężeń zanieczyszczeń zawartych w odprowadzanych ściekach, wykonywane przez akredytowane laboratorium elektrowni oraz uprawnione firmy zewnętrzne, nie przekraczają wartości dopuszczalnych zawartych w Pozwoleniu Zintegrowanym.

#### Gospodarka odpadami

Podczas wytwarzania energii elektrycznej powstają odpady produkcyjne oraz pozaprodukcyjne. Gospodarka tymi odpadami odbywa się zgodnie z zasadami zawartymi w polskim prawodawstwie. W elektrowni działa wewnętrzny program ewidencjonowania powstałych odpadów, który ułatwia poznanie drogi „życia” odpadu od momentu jego wytworzenia do jego końcowego przeznaczenia. Poprzez dobrze prowadzoną gospodarkę odpadami elektrownia stara się spełnić wymagania pozwalające utrzymywać na możliwie niskim poziomie ilość odpadów i ich negatywne oddziaływanie na środowisko.

#### Odpady produkcyjne

Ilość wytwarzanych odpadów produkcyjnych jest uzależniona od jakości i ilości spalonego węgla. Odpadem bezpośrednio powstałym podczas spalania paliwa jest popiół i żużel. Część popiołów lokowana jest bezpośrednio w podziemnych wyrobiskach kopalni, a pozostała część jest odbierana i zagospodarowywana przez firmę posiadającą stosowne uprawnienia. Żużel pozyskiwany w nowo wybudowanej instalacji odwadniania żużla zagospodarowywany jest przez wyspecjalizowane firmy. W sytuacjach awaryjnych istnieje możliwość czasowego magazynowania popiołu i żużla na składowisku w Gardawicach.

Szlamy podekarbonizacyjne wytwarzane podczas procesu dekarbonizacji wody wykorzystywane są jako sorbent w instalacji odsiarczania spalin bloków 225 MW.

Takie rozwiązanie przyczynia się do zmniejszenia kosztów eksploatacji samej instalacji IOS, jak również odciąża środowisko naturalne. Do innych odpadów produkcyjnych zalicza się: osady z zakładowych oczyszczalni ścieków przemysłowo-deszczowych, ustabilizowane komunalne osady ściekowe, skratki, nasycone żywice jonowymiennne itd. Powstałe odpady przekazywane są wyłącznie podmiotom gospodarczym posiadającym stosowne decyzje administracyjne.

#### Odpady pozaprodukcyjne

Są to odpady powstałe w wyniku działalności zakładu bezpośrednio nie związanej z produkcją. Zalicza się do nich: papier, szkło, tworzywa sztuczne, sprzęt elektroniczny itp. Odpady niebezpieczne, jak zużyte sorbenty, baterie i akumulatory itp., gromadzone są w miejscach odpowiednio do tego przygotowanych, zabezpieczonych, oznakowanych. Wszystkie odpady poddane są segregacji w miejscu ich powstawania w sposób bezpieczny dla środowiska naturalnego. Odpady te przekazywane są firmom posiadającym stosowne uprawnienia w zakresie gospodarowania nimi.

#### Składowiska odpadów

Elektrownia posiada 3 składowiska odpadów, w tym jedno jest składowiskiem nieczynnym-zrehabilitowanym. Zasady regulujące funkcjonowanie dwóch pozostałych składowisk określa Pozwolenie Zintegrowane wydane przez Wojewodę Śląskiego.

#### Składowisko Gostyń

Składowisko w Gostyni jest składowiskiem nadpoziomym o powierzchni całkowitej 50 ha. W latach 1970 – 1978 gromadzone były na nim odpady paleniskowe. Łącznie zgromadzono tu 3,1 mln Mg odpadów paleniskowych. Obecnie na to składowisko awaryjnie odprowadzane są uwodnione osady wapienne z obiegu przygotowania wody chłodzącej. Po odsączeniu i ustabilizowaniu osady te są wywożone i wykorzystane jako warstwa antypirogenna na składowisku odpadów pogórnicych pobliskiej Kopalni „Bolesław Śmiały”. Pozostała część składowiska Gostyń jest zazieleniona roślinnością trawiastą i obsadzona krzewami.



Składowisko Gostyń



### Składowisko Gardawice

Składowisko odpadów paleniskowych *Gardawice* podzielone jest na 3 kwatery:

- kwatera I o powierzchni 28 ha,
- kwatera II o powierzchni 27 ha,
- kwatera III o powierzchni 29 ha.

Na składowisku tym odpady paleniskowe w postaci mokrej mieszaniny popiołu i żużła składowane były od 1978 roku. Od 1992 roku składowisko zmieniło funkcję ze składowiska intensywnie napełnianego, na składowisko awaryjno-buforowe, na którym składowany był głównie żużel. Od czerwca 2003 roku składowisko ma charakter magazynu służącego do czasowego, awaryjnego gromadzenia odpadów w postaci popiołu i żużła.

Powierzchnia obwałowań składowiska jest całkowicie pokryta trawą oraz obsadzona drzewami i krzewami. Instalacja zraszania zainstalowana na powierzchni składowiska przeciwdziała efektowi wtórnego pylenia.

### Stara „Hałda”

Jest to pierwsze składowisko, na jakim zostały zdeponowane odpady produkcyjne z nieistniejących już kotłów 15, 30, 80 atm. Obecnie jest zrekultywowane i nie podlega eksploatacji.

### Hałas

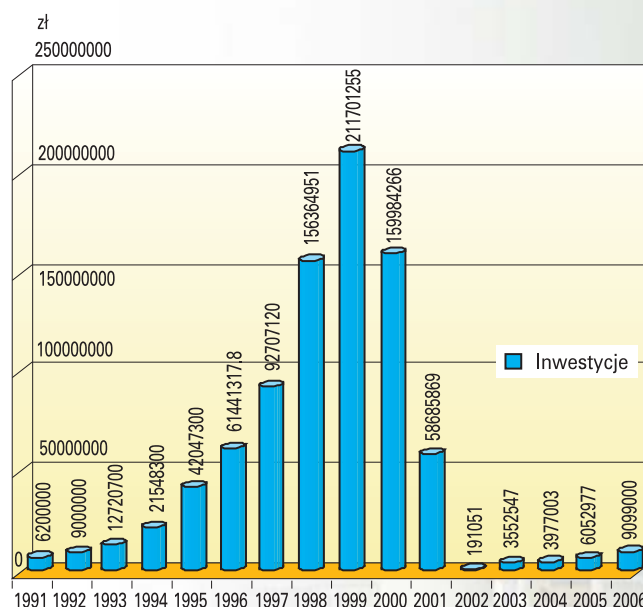
Elektrownia zrealizowała wiele różnego rodzaju zadań zmierzających do ograniczenia emisji hałasu do środowiska. Należą do nich: zabudowa tłumików na wzbudnicach turbogeneratorów bloków 225 MW, wytłumienie chłodnic transformatorów zaczepowych i blokowych, wytłumienie pomp zasilających, zabudowa instalacji tłumienia maszynowni bloków 225 MW oraz czepni powietrza dla bloków 225 MW.



Obecnie rozpoczęto realizację zadania inwestycyjnego w zakresie ograniczenia emisji hałasu emitowanego przez chłodnie kominowe bloków 225 MW. Pozwoli to na pełną realizację celu, jakim jest osiągnięcie hałasu na poziomie 45 dB wokół elektrowni w porze nocnej.

### Podsumowanie

Zgodnie z przyjętą polityką proekologiczną *Elektrownia „Łaziska”* od lat realizuje różnorodne programy w celu zmniejszenia swej uciążliwości dla środowiska.



Nakłady inwestycyjne na rzecz ochrony środowiska

Podjęte w latach 1990 – 2000 szerokie działania inwestycyjne i modernizacyjne urządzeń przyczyniły się do produkcji „czystej” energii z coraz mniejszą emisją szkodliwych substancji do atmosfery. W związku z tym elektrownia została w grudniu 2000 roku skreślona z krajowej listy najbardziej uciążliwych zakładów dla środowiska. Zastosowane urządzenia redukujące pozwalają na dotrzymanie norm ekologicznych zawartych w Pozwoleniu Zintegrowanym, jak również z wyprzedzeniem dostosowują elektrownię do przyszłościowych wymagań emisyjnych wynikających z dyrektyw unijnych.

O wiodącej pozycji wśród firm promujących polską ekologię świadczy również fakt, że elektrownia uzyskała i nadal uzyskuje szereg nagród środowiskowych, np. „Promotor Ekologii”, „Lider Polskiej Ekologii”, „Panteon Polskiej Ekologii”, a w 2006 roku została laureatem Śląskiej Nagrody Jakości.

W wyniku podjętych działań ekologicznych *Elektrownia „Łaziska”* stała się zakładem przyjaznym środowisku naturalnemu. Zmieniła tym samym obraz polskiej energetyki w społeczeństwie, stając się zakładem promującym ekologię oraz dbającym o przyszłość obecnego i przyszłych pokoleń.







mgr Grzegorz Ścibisz  
kierownik Biura ds. Zintegrowanego  
Systemu Zarządzania  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”



mgr inż. Stanisław Karpeta  
główny specjalista  
ds. organizacyjno-prawnych,  
pełnomocnik dyrektora  
ds. Zintegrowanego Systemu Zarządzania  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”



mgr inż. Tomasz Kalinowski  
specjalista ds. systemów zarządzania  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”

## Systemowe zarządzanie w Elektrowni

Obecnie standardem wśród dużych, prężnych przedsiębiorstw jest posiadanie zintegrowanego systemu zarządzania, składającego się najczęściej z systemu zarządzania jakością, środowiskiem oraz bezpieczeństwem i higieną pracy.

W branży energetycznej, zarówno wśród elektrowni i elektrociepłowni, jak i zakładów energetycznych, trudno będzie znaleźć firmę, która nie wdrożyła jeszcze systemów opartych na wymaganiach norm ISO 9001, ISO 14001 i PN 18001 – w potocznym języku nazywanych często systemami ISO. Jednak jeszcze kilka lat temu nie było to wcale rzeczą oczywistą, wszak prąd – mówiono – jest zawsze taki sam i nie trzeba zapewniać jego jakości. Łatwiej przyjmowały się systemy zarządzania środowiskiem – był to z reguły pierwszy system wdrażany w zakładach wytwarzających energię elektryczną i ciepłą. Częstość występowania systemów zarządzania środowiskowego w tej branży wynikała głównie z tego, że dla energetyki SZŚ był tym systemem, który najszybciej mógł przynieść efekty, zarówno ekonomiczne, jak i pozafinansowe.

Ze względu na znaczące negatywne oddziaływanie elektrowni i elektrociepłowni na środowisko, konieczność systemowego zarządzania tym obszarem była oczywista. Duży nacisk na systemowe zarządzanie środowiskiem wywierała społeczność lokalna, która w latach 90. wreszcie mogła wyrazić swoje niepokoje związane z oddziaływaniem energetyki na środowisko – certyfikat SZŚ był zaś mocnym i czytelnym sygnałem dla opinii publicznej, że firma traktuje poważnie sprawy środowiskowe. W ślad za systemem ISO 14001 elektrownie wdrażały kolejne normy.

Elektrownia „Łaziska” była pierwszą elektrownią, która od początku wdrażała Zintegrowany System Zarządzania spełniający wymagania trzech norm: ISO 9001, ISO 14001 i PN 18001. Decyzję o rozpoczęciu prac podjęto w 1999 roku, a po wprowadzeniu w 2000 roku nowego wydania normy ISO 9001, jeszcze w trakcie prac nad systemem postanowiono też o przejściu na tę nową normę.

Wdrożenie tak złożonego narzędzia, jakim jest zintegrowany system zarządzania, w dużym, państwowym przedsiębiorstwie nie jest rzeczą łatwą, ale zakończyło się sukcesem – w 2001 roku *Elektrownia „Łaziska”* otrzymała certyfikat. Ułatwieniem przy pracach wdrożeniowych było na pewno posiadanie funkcjonującego już od kilku lat systemu zarządzania jakością w Laboratorium Wydziału Profilaktyczno-Technologicznego spełniającego wymagania PN-EN 45001. Kluczową sprawą dla powodzenia całego przedsięwzięcia okazało się też właściwe dobranie pracowników do zespołu wdrożeniowego – w jego skład zostali powołani m.in. główni inżynierowie, główny specjalista ds. ochrony zakładu i BHP i kierownik Wydziału Ochrony Środowiska. Taki skład zespołu gwarantował z jednej strony pokrycie wszystkich ważnych dla systemu obszarów firmy oraz doskonałą znajomość funkcjonujących tam procesów i procedur, z drugiej strony zapewniał wystarczającą „decyzyjność” zespołu, aby zmieniać dotychczasowe i ustanawiać nowe zasady postępowania.

Innym ułatwieniem przy wdrażaniu systemu był osiągnięty wysoki poziom ochrony środowiska i świadomości ekologicznej pracowników elektrowni. Wiele lat działań prośrodowiskowych, inwestycji w urządzenia ochrony środowiska i proekologicznych rozwiązań organizacyjnych stanowiło solidną podstawę działań systemowych w momencie wdrażania systemu zarządzania środowiskowego. Wymienić tu można np. powstające już od 1990 roku „Programy ograniczenia ujemnego oddziaływania na środowisko”, zawierające cele i zadania, odpowiedzialnych, terminy i koszty. Programy te stanowiły gotowy fundament do spełnienia wymagań ISO 14001. Jako firma wywierająca znaczny wpływ na środowisko, elektrownia była również pod bacznym nadzorem służb ochrony środowiska, więc posiadała między innymi dobrze rozeznany obszar wymagań prawnych, których przestrzegała.

### System społecznej odpowiedzialności SA 8000

Po wdrożeniu systemu i jego „okrzepnięciu” zaczęto aktywnie poszukiwać nowych możliwości doskonalenia zarządzania i organizacji. Nie było jeszcze wtedy jednego wyraźnego kierunku rozwoju systemów w energetyce, jednak *Elektrowni „Łaziska”* – ze względu na swoje prośrodowiskowe nastawienie – bliska była idea zrównoważonego rozwoju, uwzględniająca zarówno wymiar ekonomiczny, ekologiczny jak i społeczny. Mając w firmie ludzi otwartych na nowe wyzwania i potrafiąc to wykorzystać, kierownictwo „Łazisk” podjęło decyzję o wdrożeniu systemu społecznej odpowiedzialności według normy SA 8000 (Social Accountability 8000). Jest to międzynarodowa norma odpowiedzialności społecznej, opracowana w 1998 roku przez Social Accountability International. SA 8000 zawiera szczegółowe warunki określające i regulujące postępowanie przedsiębiorstwa wobec pracowników, dostawców, społeczności lokalnej (czyli tzw. interesariuszy). Aby przystąpić do wdrożenia tej normy należy spełnić osiem podstawowych warunków dotyczących m.in.: zakazu dyskryminacji, zapewnienia odpowiednich warunków bezpieczeństwa i higieny pracy, wolności stowarzyszania pracowników, kwestii związanych z wynagrodzeniami i czasem pracy. Szczególny nacisk kładziony jest na zapewnienie odpowiedzialnego postępowania dostawców. Wdrożenie tej normy jest częścią koncepcji społecznej odpowiedzialności biznesu (ang. Corporate Social Responsibility), według której firma nie ogranicza się tylko do spełnienia wymogów prawnych, np. kodeksu pracy i prawa ochrony środowiska, ale dobrowolnie uwzględnia w swojej działalności ochronę środowiska, interesy pracowników, a także relacje z różnymi grupami interesariuszy, np. ze społecznością lokalną. *Elektrownia „Łaziska”* wdrożyła i certyfikowała system społecznej



odpowiedzialności zgodny z normą SA 8000 w 2003 roku – jako szósta firma w Polsce, a druga w energetyce (po *Elektrowni „Opole”*). Opracowano politykę społecznej odpowiedzialności, wybrani zostali przez pracowników przedstawiciele załogi do rozstrzygnięcia istotnych spraw pracowniczych, przeprowadzane są audyty u dostawców. Ważnym elementem systemu jest badanie opinii załogi – pozwala to zdiagnozować ewentualne problemy jeszcze na etapie ich powstawania i podjąć odpowiednio wcześniej działania zapobiegawcze, albo wyjaśnić nieporozumienia dzięki odpowiedniej komunikacji. *Elektrownia „Łaziska”* od kilku lat przeprowadza takie badania – najpierw rozprowadzono ankiety papierowe, obecnie wykorzystywany jest multimedialny system do głosowania, umożliwiający uzyskiwanie wyników od razu po zakończeniu głosowania. Badania są prowadzone podczas szkoleń okresowych i w ciągu roku pozwalają na poznanie opinii ok. 1/3 załogi.

### Śląska i Polska Nagroda Jakości

Inną metodą doskonalenia zarządzania jest udział w konkursach Polskiej Nagrody Jakości, gdzie wymagana jest samoocena wszystkich obszarów firmy pod względem potencjału oraz osiągniętych wyników, co może służyć jako jedna z dróg do poprawy funkcjonowania przedsiębiorstwa.

W 2003 roku *Elektrownia „Łaziska”* wystartowała i uzyskała wyróżnienie w V Edycji Konkursu Śląskiej Nagrody Jakości. Dla wielu to osiągnięcie byłoby wystarczające – otwierało ono możliwość przystąpienia i rywalizacji o Polską Nagrodę Jakości. Głównym celem, który przyświecał idei startu, było jednak doskonalenie firmy. Dlatego w elektrowni wdrożono wnioski dotyczące doskonalenia, które wyniknęły z poprzedniego udziału w konkursie i wystartowano ponownie w VIII edycji (2005/2006). Włożona w doskonalenie praca została zauważona i doceniona przez ekspertów Śląskiej Nagrody Jakości – *Elektrownia „Łaziska”* została laureatem. Eksperti podkreślili szereg pozytywnych działań i elementów Total Quality Management (TQM) wdrożonych w elektrowni. Szczególnie zwrócili uwagę na udoskonalenie systemów zarządzania, technologie przyjazne środowisku, zapewnienie bezpiecznych warunków pracy, widoczne zaangażowanie kierownictwa. W bieżącym roku elektrownia wystartowała w konkursie Polskiej Nagrody Jakości na szczeblu ogólnopolskim.

### Konferencje nt. systemów zarządzania w energetyce

*Elektrownia „Łaziska”* jest z pewnością jednym z wiodących przedsiębiorstw w branży energetycznej, również jeżeli chodzi o systemy zarządzania. Tu powstają pomysły i rozwiązania, które często stają się impulsem dla innych. Koledzy energetycy z większości elektrowni, jakie wdrażały lub integrowały systemy później, mogą to potwierdzić – wielu z nich gościło w *Elektrowni „Łaziska”*, gdzie chętnie dzielono się doświadczeniem, rozmawiano o problemach i sposobach ich rozwiązania. Dobrym przykładem jest między innymi idea organizowania cyklicznych spotkań dla pełnomocników i specjalistów zajmujących się systemami zarządzania w energetyce w celu nawiązania kontaktów, wymiany doświadczeń i przekazywania sprawdzonych praktyk. Po raz pierwszy *Elektrownia „Łaziska”* zorganizowała takie spotkanie w październiku 2002 roku, zapraszając na nie kilkudziesięciu gości: pełnomocników i audytorów z elektrowni i elektrociepłowni oraz z firm współpracujących z elektrownią. Zaproszeni zostali również eksperci zajmujący się różnymi aspektami zarządzania, którzy wygłosili siedem referatów. To pierwsze spotkanie trwało tylko jeden dzień, ale wywołało tak pozytywny oddźwięk, że postanowiono je organizować cyklicznie.

Kolejne konferencje przygotowywane były już z udziałem zaproszonych do współpracy firm z energetyki: „*Energopoliem*”, *Elektrownią „Belchatów”* (2005) oraz *EC „Kraaków”* (2006). W zorganizowanej w 2006 roku IV konferencji brało udział 69 uczestników z 18 elektrowni i elektrociepłowni.

### Portal „ISO w energetyce”

Kolejnym przykładem pozytywnych działań *Elektrowni „Łaziska”* w obszarze systemów zarządzania w energetyce jest stworzona i prowadzona od 2004 roku strona internetowa dla pełnomocników i specjalistów systemów zarządzania z branży energetycznej. W ciągu trzech lat funkcjonowania strony ukazało się na niej kilkadziesiąt artykułów poświęconych funkcjonowaniu i doskonaleniu systemów zarządzania w polskich elektrowniach i firmach współpracujących z energetyką. W portalu zarejestrowało się również kilkuset użytkowników poszukujących informacji, głównie pełnomocników i audytorów z branży energetycznej, ale także specjalistów z innych branż oraz wielu studentów. Strona jest prowadzona przez pracowników *Elektrowni „Łaziska”*, ale jest otwarta na publikacje różnych autorów, zwłaszcza praktyków zajmujących się systemami zarządzania w energetyce.

### EMAS – zarządzanie środowiskiem po europejsku

*Elektrownia „Łaziska”* została w 2005 roku zaproszona do udziału w programie pilotażowym wdrażania EMAS w Polsce, realizowanym pod patronatem Ministerstwa Środowiska, realizowanym pod patronatem Ministerstwa Środowiska, realizowanym pod patronatem Ministerstwa Środowiska. EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) – system ekzarządzania i audytów, będący częścią prawa Unii Europejskiej (Rozporządzenie nr 761/2001 UE). EMAS jest przez ekspertów uważany za „udoskonaloną” wersję ISO 14001. Zawiera bowiem wyraźne wymagania dotyczące spełnienia przez organizację przepisów prawnych z zakresu ochrony środowiska, wykazywania rzeczywistej poprawy oddziaływań na środowisko oraz opublikowania i rozpowszechnienia tzw. deklaracji środowiskowej, zawierającej informację o wpływach firmy na środowisko. Dodać należy, że spełnienie wymagań prawnych musi być potwierdzone przez odpowiednie organy państwowych i samorządowych służb ochrony środowiska. W wyniku prac wdrożeniowych uzupełniono funkcjonujący system zarządzania środowiskiem o elementy wymagane przez EMAS, przeszkolono kadrę kierowniczą i przygotowano deklarację środowiskową. W maju 2007 *Elektrownia „Łaziska”* przeszła pozytywną weryfikację, jako druga elektrownia w Polsce – zatwierdzona została deklaracja środowiskowa i potwierdzona gotowość elektrowni do zarejestrowania w EMAS. Teraz następnym krokiem jest wystąpienie zgłoszenia do Wojewódzkiego Urzędu Ochrony Środowiska, który sprawdzi spełnianie przez elektrownię przepisów prawa ochrony środowiska. Po potwierdzeniu zgodności przez urząd elektrownia zostanie zarejestrowana w wojewódzkim, a następnie w krajowym rejestrze EMAS, dołączając do firm, które w szczególności sposób dbają o środowisko.

### Specjalistyczne systemy zarządzania jakością w laboratoriach

W ramach systemów zarządzania w *Elektrowni „Łaziska”* funkcjonują również dwa laboratoria, spełniające wymagania normy ISO 17025. Są to: Laboratorium Profilaktyczno-Technologiczne, posiadające uznanie Urzędu Dozoru Technicznego, i Laboratorium Chemiczne, posiadające akredytację Polskiego Centrum Akredytacji. Dzięki temu laboratoria te mogą wykonywać badania również dla klientów zewnętrznych, gwarantując im wysoką jakość usług.







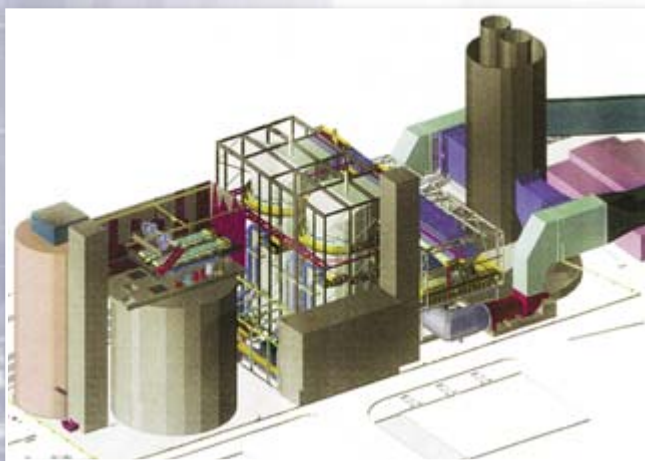
inż. Leszek Wojdanowicz  
kierownik Wydziału Odsiarczania Spalin  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”

## Optymalizacje techniczne i technologiczne procesu odsiarczania spalin

Instalacja Odsiarczania Spalin w PKE SA Elektrowni „Łaziska” została oddana do eksploatacji w 2000 roku. Spełnienie założeń kontraktowych potwierdzone zostało pomiarami gwarancyjnymi i odbiorem gwarancyjnym.

### Opis Instalacji Odsiarczania Spalin według mokrej metody wapiennej w PKE SA Elektrowni „Łaziska”

Instalacja Odsiarczania Spalin (zwana IOS) posiada dwie nitki kanałów spalin, każda obsługująca dwa bloki energetyczne o mocy 225 MW każdy (blok 9 – 230 MW). Schemat instalacji przedstawiono na rysunku 2.



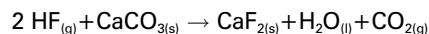
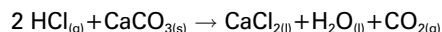
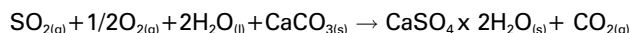
Rys.1. Model architektoniczny instalacji odsiarczania spalin

Każdy z czterech bloków energetycznych (9, 10, 11 i 12) posiada 3 wentylatory ciągu spalin, które odprowadzają spaliny nieoczyszczone do czopuchów spalin, do których przyłączone są kanały IOS. Blok 9 i 10 odprowadzają spaliny do pierwszej, a blok nr 11 i 12 do drugiej linii IOS poprzez 200 metrowej długości i średnicy 7,6 m kanały spalin. Spaliny o średniej temperaturze 135°C doprowadzane są do IOS za pomocą wentylatorów wspomagających.

W każdej nitce kanału spalin zainstalowano po jednym wentylatorze wspomagającym, którego zadaniem jest skompensowanie strat z tytułu spadków ciśnienia w całej instalacji odsiarczania spalin.

Za wentylatorem wspomagającym nieoczyszczone spaliny przepływają w kierunku pionowym poprzez regeneracyjny obrotowy podgrzewacz spalin (GAVO), od dołu ku górze i doprowadzane są do absorbera, gdzie poddawane są działaniu zawiesiny wapienno-gipsowej. Średnia temperatura spalin na wlocie do absorbera wynosi ok. 76°C.

Reakcje chemiczne, jakie przebiegają w procesie odsiarczania, są następujące:



Wskaźniki „g”, „l” i „s” pokazują, że poszczególne elementy składowe są dostarczane do lub usuwane z procesu w fazie gazowej (g), ciekłej (l) lub stałej (s).

Faktycznie jednak wszystkie etapy podanych wyżej reakcji przebiegają jedynie w fazie ciekłej (wodnej); oznacza to, że gazy SO<sub>2</sub>, HCl, HF i O<sub>2</sub> ulegają sorpcji w cieczy, CaCO<sub>3</sub> jest rozpuszczany, a CaSO<sub>4</sub> x 2 H<sub>2</sub>O musi być zdolny do wykrystalizowania się.

Głównym produktem procesu odsiarczania jest dwuwodny siarczan (VI) wapnia CaSO<sub>4</sub> x 2 H<sub>2</sub>O – reagips.

Spaliny unosząc się z dołu do góry w przeciwnym kierunku do rozpylonej zawiesiny przechodzą ponad poziomy zraszacz do dwustopniowego układu odkraplaczy wychwytyjących porywane przez strumień spalin krople zawiesiny.

Oczyszczone spaliny są dostarczane gumowanym od wewnątrz kanałem wylotowym z absorbera do zimnej strony GAVO, gdzie z temperatury 37 – 45°C są podgrzewane do temperatury 95 +/- 5°C, a następnie zabezpieczonym żywicą kanałem spalin oczyszczonych są kierowane do 200 metrowego komina.

*Parametry spalin za Instalacją Odsiarczania Spalin:*

- SO<sub>2</sub> w spalinach wylotowych mniej niż 210 mg/m<sub>n</sub><sup>3</sup> (spaliny suche przy 6% O<sub>2</sub>) przy maksymalnym zasiarczeniu spalin wlotowych 4193 mg/m<sub>n</sub><sup>3</sup> (spaliny suche przy 6% O<sub>2</sub>),
- SO<sub>2</sub> w spalinach wylotowych mniej niż 144 mg/m<sub>n</sub><sup>3</sup> (spaliny suche przy 6% O<sub>2</sub>) przy średnim zasiarczeniu spalin wlotowych 2320 mg/m<sub>n</sub><sup>3</sup> (spaliny suche przy 6% O<sub>2</sub>),
- redukcja HC i HF do poziomu mniejszego niż 10 mg/ m<sub>n</sub><sup>3</sup> (spaliny suche przy 6% O<sub>2</sub>),
- redukcja pyłu o co najmniej 50%,
- skuteczność odsiarczania spalin ≥ 95 % przy zawartości SO<sub>2</sub> w spalinach wlotowych 2400 – 4200 mg/m<sub>n</sub><sup>3</sup>,
- skuteczność odsiarczania spalin ≥ 91% przy zawartości SO<sub>2</sub> w spalinach wlotowych do 2 400 mg/m<sub>n</sub><sup>3</sup>,
- dyspozycyjność IOS ≥ 98%.

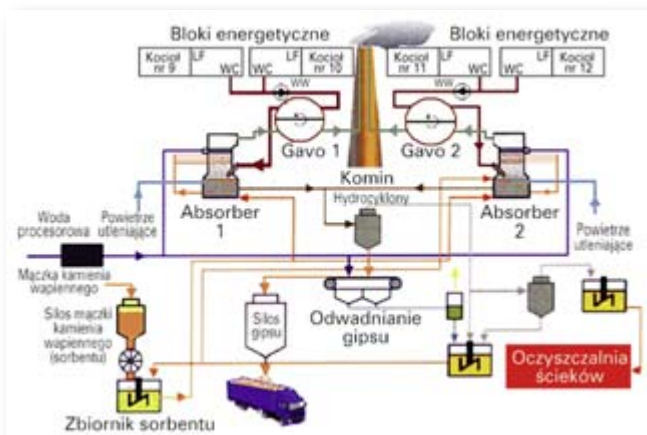
Straty wody na skutek odparowania w płucce wieżowej (absorberze), wiązania wody przez gips oraz wody odprowadzonej razem z gipsem są kompensowane wodą technologiczną surową oraz wodą powrotną.

Sorbentem stosowanym w Instalacji Odsiarczania Spalin jest mączka kamienia wapiennego CaCO<sub>3</sub>. W zbiorniku zawiesiny mączki kamienia wapiennego mieszana jest z wodą powrotną, a wytworzona w ten sposób zawiesina dozowana jest do absorberów.

Gips wytwarzany w absorberach jest pompowany w postaci zawiesiny do stacji odwadniania. Odwodniony w hydrocyklonach pierwotnych i na filtrach taśmowych reagips CaSO<sub>4</sub> x 2H<sub>2</sub>O o zawartości wody fizycznej do 10% jest dostarczany za pomocą taśmociągów do magazynu gipsu (eurosilosa).



Z magazynu za pomocą układu taśmociągów reagips kierowany jest do stacji załadowniczej, która ma możliwość załadunku na wagony oraz samochody ciężarowe.



Rys. 2. Schemat instalacji odsiarczania spalin

### Oczyszczalnia ścieków z IOS

Instalacja odsiarczania spalin oprócz wychwytywania tlenków siarki oczyszcza spaliny z innych zanieczyszczeń gazowych, jak chlorowodór, fluorowodór. Ponadto instalacja zatrzymuje także niesioną przez spaliny część popiołu lotnego.

W instalacji odsiarczania spalin następuje zatężenie rozpuszczonych w wodzie technologicznej zanieczyszczeń (woda technologiczna zawiera do 600 mg/l chlorków i do 1000 mg/l siarczanów).

W celu utrzymania równowagi konieczne jest odprowadzenie części wody obiegowej do mechaniczno-chemicznej instalacji oczyszczania ścieków.

Funkcje spełniane przez instalację oczyszczania ścieków z IOS są następujące:

- oddzielanie zawiesin nierozpuszczalnych, obniżanie stężeń metali ciężkich do poziomu dopuszczalnego,
- zmniejszanie stężenia siarczanów (VI),
- obniżanie temperatury ścieków.

Oczyszczalnia ścieków z IOS składa się z:

- głównego ciągu technologicznego, w którym ścieki podlegają alkalizacji i wytrącaniu zanieczyszczeń wapnem i TMT-15; koagulacji i flokulacji z użyciem chlorku żelaza (III) i FHM; sedymentacji, filtracji, neutralizacji i schłodzeniu;
- instalacji odwadniania wydzielonych osadów;
- ciągów technologicznych, przygotowania i dozowania reagentów.

Oczyszczone ścieki są filtrowane, neutralizowane i filtrowane ponownie, a następnie w miarę potrzeby schładzane oraz odprowadzane do zakładowej oczyszczalni ścieków przemysłowych.

Ciała stałe obecne w ściekach i powstające podczas procesu oczyszczania są separowane od oczyszczonych ścieków poprzez osadzanie i zagęszczanie w osadniku radialnym, a następnie odwadniane mechanicznie w komorowej prasie filtracyjnej do zawartości części stałych rzędu 45 – 50% i w postaci placka filtracyjnego wywożone przyczepą do zapasu węgla i współspalane wraz z węglem w kotłach energetycznych.

## Optymalizacja procesów technologicznych i technologicznych Instalacji Odsiarczania Spalin według mokrej metody wapiennej z produkcją gipsu w PKE SA Elektrowni „Łaziska”

Podczas dotychczasowej eksploatacji instalacji zaobserwowano możliwość uzyskania poprawy wskaźników ekonomicznych oraz zminimalizowania typowych problemów występujących w tego rodzaju instalacjach poprzez wprowadzenie optymalizacji technicznych i technologicznych.

Problemy te ze względu na genezę można podzielić na dwie grupy:

- pierwsza dotyczy konstrukcji poszczególnych urządzeń,
- druga trudnych warunków pracy.

Dodatkowo szereg układów traci wydajność na skutek zarastania rurociągów osadami. Nie bez znaczenia jest także praca z mediami charakteryzującymi się wysoką korozyjnością. Dlatego też podjęto działania optymalizacyjne mające na celu złagodzenie występujących problemów.

Równoległe do tych działań przeprowadzono także szereg testów mających na celu podniesienie skuteczności procesu odsiarczania spalin oraz zmniejszenie kosztów wytwarzania generowanych przez IOS.

### Optymalizacje techniczne

- Optymalizacja pracy układu wody surowej (technologicznej):  
przebudowano układ według nowego projektu, (dobór nowych pomp, regulatora), wykonano optymalizację pracy układu regulacyjnego utrzymującego stałe ciśnienie, w pełnym zakresie obciążenia układu wody surowej.
- Optymalizacja pracy odkraplaczy spalin w celu wyeliminowania problemu powstawania osadów:  
dobór wielkości ciśnienia mycia odkraplaczy w celu otrzymania prawidłowego spektrum dysz uszczelnienia rurociągów.
- Optymalizacja pracy regeneracyjnego obrotowego podgrzewacza spalin GAVO:  
układ czyszcząco-myjący – przebudowano układ lanc według nowego projektu, dzięki czemu zmniejszono awaryjność układu czyszczącego (nieszczelności, awaryjność napędu lanc), wykonano dokładną optymalizację pracy układu czyszczącego, mającą na celu zminimalizowanie ilości powstających osadów na powierzchni wypełnień wirnika; dzięki optymalizacji zmniejszono opory przepływu na drodze spalin (zmniejszenie zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne IOS) oraz zminimalizowano zjawisko korozji wymiennika, zmniejszono do minimum postoje IOS związane z czyszczeniem wypełnień wymiennika Gavo.
- Przebudowano układ schładzania powietrza natleniającego zawieszinę absorbera według nowego projektu oraz przeprowadzono optymalizację pracy tego układu.
- Optymalizacja pracy układu wody powrotnej;  
wykonano wstawki rewizyjne i króćce, dzięki którym zidentyfikowano przyczynę występowania problemów z uzyskaniem pełnej wydajności układu;  
wyznaczono układ z zalegających osadów i wykonano pomiary ruchowe, po wykonaniu obliczeń określono sposób rozwiązania problemu;  
zaprojektowano i uruchomiono układ cyrkulacji zapobiegający powstawaniu osadów.



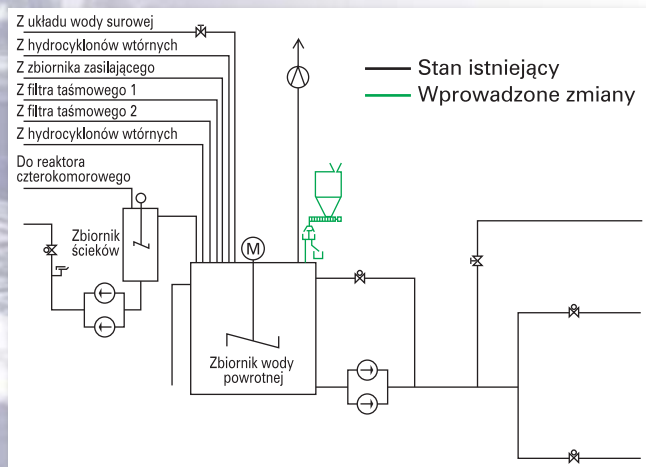


## Optymalizacje technologiczne

- Optymalizacja pracy oczyszczalni ścieków mająca na celu utrzymanie maksymalnej wydajności: zabudowano i uruchomiono instalację dozowania anty-skalanta, który zapobiega powstawaniu osadów, zbudowano układ do samoregeneracji i kasowania złoża filtrów piaskowych.
  - Optymalizacja IOS przez dozowanie kwasu adypinowego. Przeprowadzone próby dowiodły, że można uzyskać dodatkowe efekty wynikające z: oszczędności energii elektrycznej na potrzeby własne wynikające ze zwiększenia skuteczności odsiarczania spalin, oszczędności sorbentu wynikającej ze zmniejszenia ilości nieprzereagowanego sorbentu w gipsie a ponadto stwierdzono: odporność IOS na zwiększone zapylenie spalin, wpływ kwasu adypinowego na chemizm absorbera, który korzystnie przesuwając równowagę rozpuszczania i dysocjacji węglanu wapnia. W związku z powyższym wybudowano i uruchomiono instalację do ciągłego dozowania kwasu adypinowego.
  - Dozowanie szlamów podekarbonizacyjnych jako sorbentu do IOS. Przeprowadzone testy ruchowe potwierdziły możliwość zastosowania szlamów podekarbonizacyjnych w IOS, dzięki czemu uzyskano: zmniejszenie zużycia sorbentu na IOS, zmniejszenie kosztów związanych z zagospodarowaniem szlamów, uproszczenie układu technologicznego.
  - Dozowanie ścieków z IOS jako wody technologicznej do instalacji odsiarczania spalin metodą półsuchą NID, dzięki czemu uzyskano zmniejszenie ładunku chloru odprowadzanego ze ściekami z elektrowni.
- Poniżej omówiono szerzej trzy optymalizacje technologiczne.

### Optymalizacja procesu przez dozowanie kwasu adypinowego do IOS

Kwas adypinowy jest słabym kwasem organicznym z dwoma grupami karboksylowymi (wzór półstrukturalny  $C_4H_8(COOH)_2$ ). W związku z budową chemiczną kwas ten wykazuje w roztworach wodnych określone właściwości buforujące i kompleksujące w stosunku do jonów wodorowych. Pierwszy rodzaj właściwości ma istotne znaczenie w procesie rozpuszczania gazowego  $SO_2$  w kropli opadającej mieszaniny reakcyjnej.



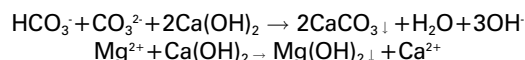
Rys. 3. Schemat układu dozowania kwasu adypinowego

Układ buforowy wytworzony przy udziale kwasu adypinowego stabilizuje pH w kropli zapobiegając jego gwałtownemu obniżeniu w miarę rozpuszczania dwutlenku siarki. Powoduje to utrzymanie szybkości rozpuszczania  $SO_2$  (które praktycznie ustaje przy niskich wartościach pH) na całej drodze spadku kropli.

Zastosowanie kwasu adypinowego podnosi skuteczność procesu odsiarczania spalin oraz zmniejsza zawartość węglanu wapnia w gipsie, co pozwala na pracę instalacji z ograniczoną liczbą pomp cyrkulacyjnych, a w wyprodukowanym gipsie na zmniejszenie nieprzereagowanego sorbentu. W związku z tym w grę wchodzi zmniejszenie kosztów eksploatacji IOS. Stwierdzono również pozytywny wpływ kwasu adypinowego na stabilizację zawiesiny sorpcyjnej i przeciwdziałanie blokowaniu sorbentu.

### Optymalizacja procesu przez dozowanie szlamów podekarbonizacyjnych jako sorbentu do IOS

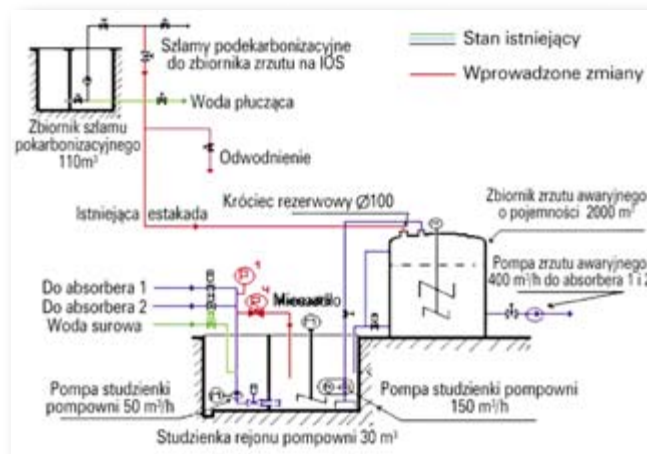
Szlamy podekarbonizacyjne są produktem odpadowym procesu dekarbonizacji i koagulacji mieszanki wód kopalnianych prowadzonego w akceleratorach. Proces ten polega na wytrąceniu jonów wodorowęglanowych i węglanowych stanowiących tzw. twardość węglanową oraz jonów magnezowych za pomocą wodorotlenku wapnia.



Wytrącone kryształy węglanu wapnia i wodorotlenku magnezu zostają zsedymetowane z pomocą flokulanta w akceleratorze, a następnie usuwane w postaci ok. 9% zawiesiny na składowisko szlamów podekarbonizacyjnych.

Skład chemiczny szlamów wskazuje na możliwość zastosowania ich jako sorbentu w procesie mokrego odsiarczania spalin.

Przeprowadzono analizę parametrów fizykochemicznych, które w znacznym stopniu odbiegają od parametrów stosowanej jako sorbent mączki kamienia wapiennego oraz wpływu proponowanego rozwiązania na proces technologiczny w zakresie oddziaływania na chemizm w mieszaninie absorpcyjnej i jakość produktu końcowego.



Rys. 4. Schemat układu dozowania szlamów podekarbonizacyjnych

Przeprowadzone analizy i próby ruchowe wykazały, że:

- możliwe jest zastosowanie szlamów podekarbonizacyjnych w IOS;
- substancje towarzyszące węglanowi wapnia w szlamach podekarbonizacyjnych nie pogorszą jakości gipsu.



Prognozowane efekty:

- zmniejszenie zużycia sorbentu przez instalację, oraz kosztów wynikających z zagospodarowania szlamów podekarbonizacyjnych na składowisku.
- Możliwe do osiągnięcia korzyści techniczne:
- uproszczenie układu technologicznego dotyczącego gospodarki szlamami podekarbonizacyjnymi poprzez wyeliminowanie składowania pośredniego na składowisku *Gostyń* i wykorzystanie ich bezpośrednio w procesie technologicznym IOS.
- zapewnienie bezproblemowego prowadzenia procesu dekarbonizacji wody niezależnie od odbiorców zewnętrznych szlamów podekarbonizacyjnych.
- ograniczenie ilości sorbentu zużywanego i rozładowywanego dla potrzeb IOS.

### Optymalizacja procesu przez dozowanie ścieków z IOS jako wody technologicznej dla półsuchego odsiarczenia spalin NID

W procesie technologicznym mokrego odsiarczenia spalin dla bloków 225 MW Elektrowni „Łaziska” powstaje do 20 m<sup>3</sup>/h ścieków technologicznych o zawartości chlorków do 20000 mg/l oraz zawartości siarczanów do 2000 mg/l. Ścieki z IOS po oczyszczeniu w oczyszczalni chemiczno-mechanicznej są kierowane do oczyszczalni ścieków przemysłowych, gdzie po rozcieńczeniu ściekami przemysłowymi są zrzucane do rzeki Gostynki.

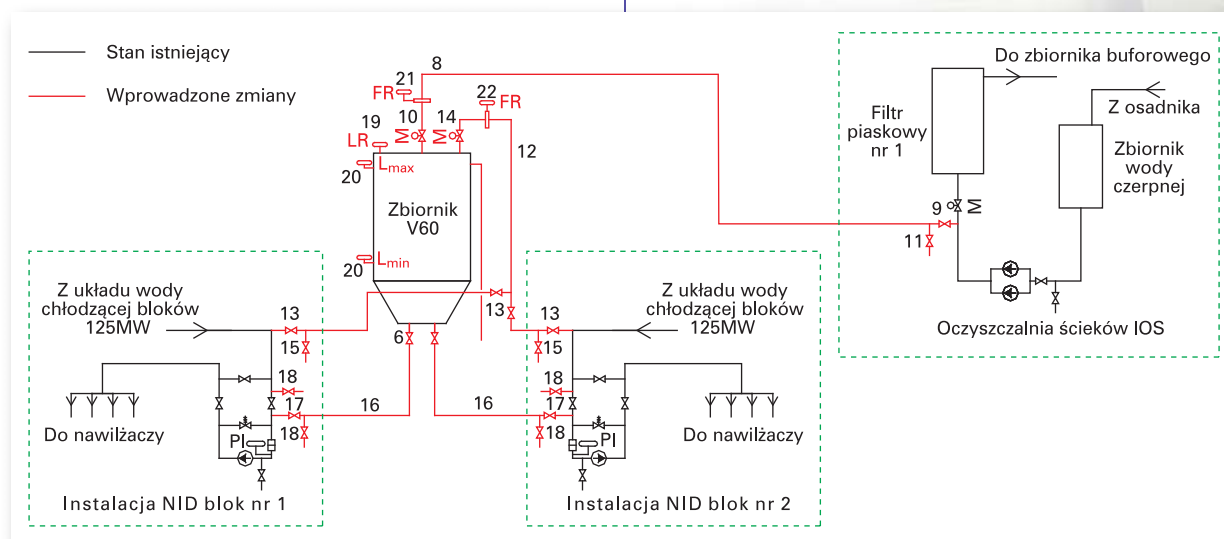
Podczas badań wykazano, że aby nie przekroczyć dopuszczalnego stężenia jonów chlorkowych w wyciągu wodnym 1000 mgCl<sup>-</sup>/l, stężenie chlorków w wodzie procesowej powinno być niższe od 13500 mg/l.

Obecność chlorków w produkcie NID (a tym samym w wyciągu wodnym, gdyż prawie wszystkie znane chlorki są rozpuszczalne w wodzie) zależy od zawartości chloru w paliwie oraz od stężenia jonów chlorkowych w wodzie procesowej NID.

W celu uniknięcia przekroczeń wartości dopuszczalnych stężenia chlorków w wyciągu wodnym (1000 mgCl<sup>-</sup>/l) opracowano koncepcję instalacji mieszania ścieków z odmulinami, oraz algorytm regulacji udziału ścieków w wodzie procesowej do NID w zależności od ich parametrów.

W skład układu przedstawionego na rysunku 5 wchodzi następujące podzespoły:

- zbiornik retencyjny wraz z opomiarowaniem i armaturą,
- rurociąg transportowy ścieków z IOS wraz z armaturą odcinającą i regulacyjną,
- rurociąg transportowy wody z odmulania chłodni wraz z armaturą odcinającą i regulacyjną,
- rurociągi zasilania pomp wody technologicznej NID wraz z armaturą odcinającą,
- układ automatycznej regulacji poziomu wody procesowej w funkcji ścieków z IOS i odmulin z chłodni.



Rys.5. Schemat instalacji dozowania ścieków z IOS do NID

Jako woda procesowa dla instalacji półsuchego odsiarczenia spalin NID bloków 125 MW wykorzystywane są odmuliny z układu wody chłodzącej bloków 125 MW, w ilości około 9 m<sup>3</sup>/h (dla jednego bloku 125 MW).

Przeprowadzono długookresowy test związany z wykorzystaniem ścieków do zasilania ¼ instalacji NID, w trakcie którego realizowany był program kontroli chemicznej.

Wykonano analizy chemiczne wody technologicznej, ścieków z IOS oraz analizy porównawcze produktów z NID. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że w porównaniu z dotychczas stosowaną wodą technologiczną ścieki z IOS w nieznacznym stopniu wpływają na podstawowy skład tlenkowy produktu z NID oraz na większość parametrów oznaczanych w wyciągu wodnym, a określonych w PN-G-11011. Jedynym parametrem, który nie spełnia wymagań norm jest stężenie jonów chlorkowych w eluacie wodnym.

### Podsumowanie

Przedstawione optymalizacje wykazały wymierne korzyści ekonomiczne wynikające ze zmniejszenia zużycia sorbentu, ograniczenia energii elektrycznej na potrzeby własne oraz kosztów remontów i czyszczeń urządzeń, a także ekologiczne – poprzez wykorzystanie szlamów podekarbonizacyjnych i ścieków w instalacjach odsiarczenia spalin.

Nasuwa się przy tym dodatkowy wniosek: nawet stosując najnowsze technologie w procesach energetycznych, należy prowadzić działania optymalizacyjne w celu uzyskania







mgr inż. Jarosław Świąder  
kierownik Wydziału Odpopielania  
i Odzūżlenia  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”

## Zmiana systemu odzūżlenia w Elektrowni

Gospodarka żużlem jest nieodłącznie związana z energią produkującą energię elektryczną i ciepło opartą na spalaniu węgla. Natomiast transport żużla pozostaje prawdopodobnie jednym z najbardziej odpornych na postęp technologiczny elementów energetyki.

Dopiero zwrócenie szczególnej uwagi na ochronę środowiska i usystematyzowanie gospodarki odpadami zwiększyło tempo zmian w tej części energetyki. *Elektrownia „Łaziska”* ze swoją 90-letnią historią jest typowym przykładem transformacji gospodarki żużlowej w energetyce: od transportu ręcznego, mechanicznego, hydraulicznego i ich odmian aż do rozpatrywania koncepcji systemu zamkniętego i doszczelnionego (zbliżonego do rozwiązań stosowanych przy gospodarce popiołami).

### Systemy dotychczas stosowane

#### Suche odprowadzenie żużla – lata 60.

Odzūżlenie było prowadzone w najprostszym sposób. Bezpośrednio z komory paleniskowej kotła żużel był ręcznie wygarniany z pochylni oraz załadowywany do podwieszono-ego wózka i dalej transportowany na „hałdę”.



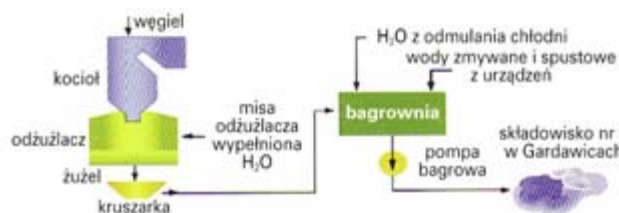
Suche odprowadzenie żużla - lata 60-te

### Mokre odprowadzenie żużla na składowisko odpadów paleniskowych



Pompownia bagrowa

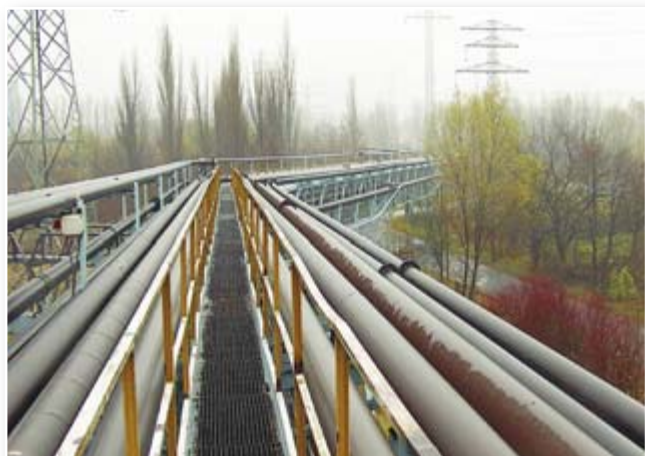
Najprostszym i najczęściej wykorzystywanym systemem odzūżlenia był obieg hydrauliczny transportu mieszaniny popiołowo-żużlowej w postaci pulpy w jedną stronę i powrót wody nadosadowej ze składowiska odpadów paleniskowych do elektrowni oraz ponowne jej użycie jako czynnika roboczego.



Uproszczony schemat obiegu hydraulicznego

W *Elektrowni „Łaziska”* żużel powstający w procesie spalania węgla w kotłach energetycznych spada do wypełnionych wodą wanien odzūżlaczy, skąd po ostudzeniu i rozdrobnieniu w kruszarkach przedostaje się do układu hydroodzūżlenia, który rozpoczyna się systemem wspólnych kanałów żużlowych dla czterech bloków 225 MW oraz układem ciśnieniowym dla dwóch bloków 125 MW. Następnie żużel spływa do zbiornika pulpy jednej z trzech bagrowni, skąd w do-tychczasowym układzie hydroodzūżlenia pompa bagrowa PH-250 lub HC 200 tłoczyła pulpę popiołowo-żużlową do czynnej kwatery składowiska odpadów paleniskowych nr 2 w Gardawicach. Długość rurociągów pulpy dochodzi do 5 km licząc od bagrowni do czynnej wylewki na koronie obwałowania składowiska. Wyseparowany żużel pozostaje w kwaterze składowiska, a odsączona woda nadosadowa wraca po przepompowaniu do układu hydroodzūżlenia elektrowni.

W opisanym hydroobiegu odzūżlenia całość wylapywanych odpadów paleniskowych, czyli nie tylko żużle, lecz również popioły wytwarzane w ilościach prawie 600 tys. ton rocznie były transportowane i lokowane na składowiskach odpadów paleniskowych. Wykorzystywanych gospodarczo było zaledwie ok. 10% odpadów. Pod koniec lat 80. zwiększona została ilość odpadów, głównie popiołów, które

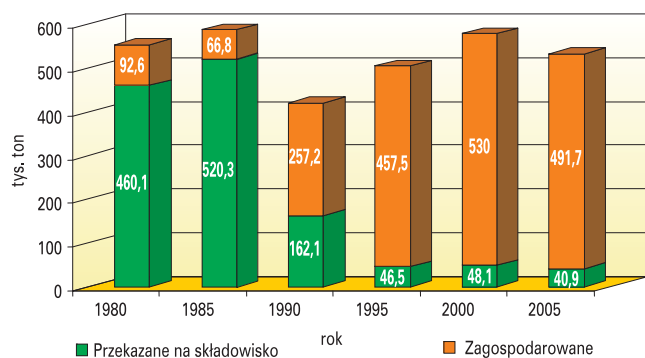


Estakada



Składowisko

wyspecjalizowane firmy zagospodarowywały w inny sposób, bardziej przyjazny środowisku naturalnemu i dzięki temu składowano ich zdecydowanie mniej.



Ilość odpadów paleniskowych wytwarzanych w Elektrowni „Łaziska”

Ta mocno zmniejszająca się masa zbieranego, transportowanego i składowanego żużla była dalej zbyt duża dla składowiska nr 2 w Gardawicach, które od 25 lat przyjmowało odpady. Składowisko było eksploatowane w trudnych warunkach, ponieważ woda nadosadowa była piętrowa na wysokości 20 m ponad poziomem gruntu, system wielu kilometrów drenaży

obwałowań zewnętrznych pracował przy ekstremalnym obciążeniu, a pojemność składowiska zapewniająca jego bezpieczne użytkowanie i tak pomniejszała się w szybkim tempie. Dodatkowo należało przewidywać duże nakłady remontowe i odtworzeniowe wielu kilometrów rurociągów tłoczących pulpę popiołowo-żużlową oraz konieczność odbudowy kolektora powrotnej wody nadosadowej.

### Konieczności zmian

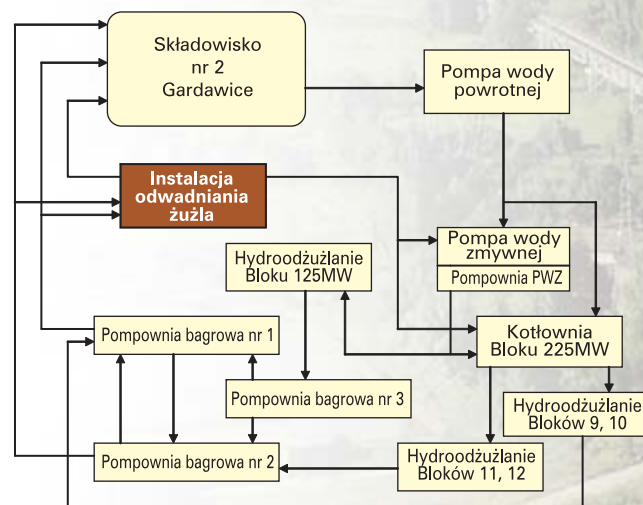
Zaistniałe w *Elektrowni „Łaziska”* utrudnienia w funkcjonowaniu systemu hydroodżuzłania wymagały od dyrekcji zakładu i jego służb technicznych znalezienia rozsądnego rozwiązania dla „problemu żużlowego”. Trzeba było rozwiązać dylemat zmiany technologii czy modernizacja istniejącego systemu, zastosowanie znanych i sprawdzonych rozwiązań czy prototypowych, kompleksowa modernizacja czy ingerencja tylko w najsłabszą część hydroodżuzłania. Należało dokonać wyboru optymalnego wariantu, który rozwiązałby najpoważniejsze zagrożenia w istniejącym obiegu żużla, a jednocześnie zminimalizował nakłady inwestycyjne i zostałyby zakwalifikowane jako niezbędna inwestycja dla *Południowego Koncernu Energetycznego*.

### Wybór wariantu

Do realizacji został wybrany wariant przedstawiony przez firmę *VET*, charakteryzujący się wysokimi wskaźnikami opłacalności i najmniejszym nakładem finansowym na inwestycję. Wybrany wariant tylko częściowo modernizuje system odżuzłania, wykorzystuje istniejące elementy infrastruktury przykolejowej i proponuje adaptację istniejącego budynku dla instalacji odwadniania żużla opartej na kubełkowym odwadniaczu kołowym, czerpiąc doświadczenia nie tylko z energetyki, ale i z branż pokrewnych. Zastosowany system minimalizuje znaczenie istniejącego składowiska odpadów paleniskowych, znacznie ogranicza najbardziej erozyjną część transportu pulpy popiołowo-żużlowej oraz umożliwia wielodniowe magazynowanie odpadu, a dodatkowo przenosi ciężar wywozu żużla transportem kołowym poza obszar zakładu.

### Opis instalacji

Zaprojektowany i zrealizowany nowy system hydroodżuzłania pozostawia niezmienny układ kanałów żużlowych do zbiornika pulpy w bagrowni i wykorzystuje dwa z czterech istniejących rurociągów spedycyjnych hydrotransportu.



Schemat hydroodżuzłania





Rurociągi te są zasilane pompami PH-250, z wydajnością regulowaną przekształtnikiem falownikowym. Na rurociągach w miejscach rozgałęzienia zostają zabudowane trudno ścieralne trójniki bazaltowe z systemem zaślepek pozwalających uniwersalnie je wykorzystać do wysyłki pulpy na instalację odwadniania żużla lub składowisko oraz do tłoczenia wody odciekowej.

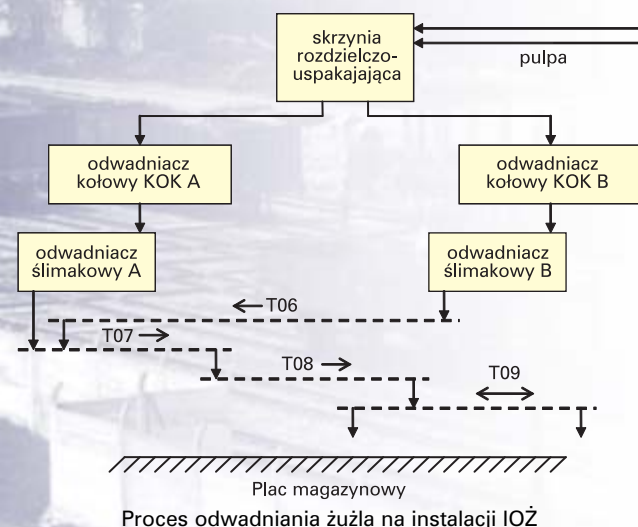
Działająca Instalacja Odwadniania Żużla (IOŻ) w systemie hydroodżużlania *Elektrowni „Łaziska”* wykonana jest w układzie dwóch ciągów: A oraz B, w skład których wchodzi:

- wspólna skrzynia rozdzielczo-uspokajająca z dwiema zasuwami odcinającymi z napędem ręcznym, odpowiednio dla ciągu A oraz dla ciągu B
  - w ciągu A: kubekowy odwadniacz kołowy S03A, odwadniacz ślimakowy S04A oraz przenośnik taśmowy pośredni T06,
  - w ciągu B: kubekowy odwadniacz kołowy S03B i odwadniacz ślimakowy S04B.

Dalszy transport odwadnianego żużla odbywa się wspólnym zestawem przenośników transportujących odwodniony żużel na teren czasowego gromadzenia, w tym:

- przenośnik taśmowy wznoszący T07,
- przenośnik taśmowy poziomy T08,
- przenośnik taśmowy przejezdny, rewersyjny T09.

Normalnie obydwa ciągi odwadniania pracują równolegle, a strumień pulpy doprowadzany jednym z rurociągów bagrowych jest uspokajany i rozdzielany po połowie na każdy ciąg w skrzyni rozdzielająco-uspokajającej. Głównymi elementami funkcjonującej instalacji odwadniania żużla są odwadniacze. Początkowe odwadnianie odbywa się w kubekowym odwadniaczu kołowym typu KOK/PS-SW 2004. KOK zbudowany jest z wanny sedimentacyjnej, wewnątrz której znajduje się koło czerpalne wyposażone w kubki odwadniające, wyłożone perforowanymi matami poliuretanowymi, wydobywające żużel spod lustra wody, nagarniany dodatkowo śrubowymi wstęgami. Wstępnie odwodniony w odwadniaczu kołowym żużel jest przesypany do kolejnego stopnia odwadniania, którym jest skośny odwadniacz ślimakowy typu SLO 2004 wyposażony w wolnoobrotowy ślimak nagarniający. Z odwadniacza ślimakowego żużel wędruje na plac magazynowy systemem przenośników taśmowych zakończonym taśmociągami rewersyjnymi, służącym do formowania odpowiedniej przymy żużla na placu magazynowym. Na wybetonowanym placu magazynowym, wyposażonym w liniowy system drenaży, zachodzi końcowe odwadnianie żużla. Uzyskiwana zawartość wilgoci w odwadnianym żużlu ma wartość poniżej 30%.



Woda odciekowa z odwadniaczy kołowych wraz z bardzo drobnymi frakcjami popiołowo-żużłowymi oraz z placu magazynowego, poprzez odstożniki i separator oleju, spływa grawitacyjnie rurociągiem do zbiornika wody zrutowej B10 o pojemności użytkowej ok. 124 m<sup>3</sup>. Ze zbiornika zrutowego woda odciekowa z całej instalacji odwadniania żużla jest ponownie wprowadzana do istniejącego systemu hydroodżużlania.

W przypadku awarii któregoś z urządzeń w jednym ciągu odwadniania, istnieje możliwość pracy tylko na drugim ciągu (nieczynny ciąg jest wtedy wyłączany z ruchu przez zamknięcie odpowiedniej zasuwki na skrzyni rozdzielczej). Sprawność procesu separacji żużla jest w tej sytuacji nieco gorsza, ale nie zachodzi potrzeba awaryjnego wyłączenia pompy podającej pulpę z pompowni bagrowej do IOŻ i skierowania pulpy na awaryjne składowisko odpadów paleniskowych.

## Optymalizacja

Instalacja Odwadniania Żużla będąc jeszcze w budowie, była już doświadczalnie eksploatowana w celu zebrania jak największej ilości doświadczeń i optymalizacji osiągniętych parametrów. W celu zapewnienia najlepszych efektów pracy instalacji odwadniania żużla szczególnej uwadze podlegają następujące parametry:

- wilgotność odwadnianego żużla,
- prędkość obrotowa odwadniaczy kołowych i ślimakowych,
- czystość wody odprowadzanej z odwadniaczy kołowych.

W zależności od wilgotności odwodnionego żużla, prędkości obrotowe odwadniaczy kołowych utrzymuje się zakresie od 1 do 5 obr/min. Natomiast odwadniacze ślimakowe w zależności od ilości odprowadzonej przez sito odpływowe zawiesiny obracają się z prędkością od 5 – 20 obr/min. Początkowo działania związane z regulacją i doбором optymalnych parametrów pracy instalacji prowadzili wykwalifikowani pracownicy obsługi, a następnie został opracowany i wdrożony program nadzoru i sterowania pracą urządzeń odwadniających i transportujących żużel. Wielkość wysterowania falownika odwadniacza kołowego została uzależniona od obciążenia prądowego pompy bagrowej podającej aktualnie pulpę do instalacji IOŻ oraz obciążenia prądowego silnika napędowego odwadniacza określającego stopień wypełnienia kubków odwadniacza odwadnianym żużlem. Natomiast stopień wysterowania falownika odwadniacza ślimakowego zależy od wysterowania odwadniacza kołowego oraz obciążenia prądowego silnika napędowego odwadniacza. Dodatkowo jest obserwowana także ilość i jakość odsączanej wody odwadniacza ślimakowego. Regulacja prędkości obrotowej odwadniaczy w największym stopniu wpływa na jakość odwadniania mieszaniny żużlowej.

## Podsumowanie

Zmodernizowana część systemu hydroodżużlania w *Elektrowni „Łaziska”* była w okresie „oswajania” instalacji bardziej wrażliwa na różnego rodzaju zakłócenia występujące w procesie produkcji energii. Do czasu odprowadzania odpadów paleniskowych na składowisko w Gardawicach nie miał większego znaczenia skład fizyczny pulpy w postaci mieszaniny popiołowo-żużlowej odprowadzanej z pompowni bagrowych. Odpowiednio dobrane układy pompowe bez większych problemów transportowały pulpę na znaczną odległość. Podczas pracy instalacji odwadniania żużla zdarzają się problemy przy pojawieniu się w pulpie niespalonych zrębków drewna z procesu spalania biomasy w kotłach, mazutu z niesprawnych palników rozpałkowych, przy zmianie granulacji podawanej zawiesiny wodno-żużlowej oraz poja-



wiających się innych zanieczyszczeniach mogących dostać się do otwartej sieci kanałów żuźlowych. Pojawiło się również szereg problemów, których wspólną cechą jest zanieczyszczenie wody powrotnej drobnymi cząstkami stałymi (najdrobniejsze frakcje żuźła, popioły lotne z drugiego ciągu kotła). Niewielkie zanieczyszczenia wody, które zdecydowanie nie przekraczają 1%, bardzo negatywnie wpływają na zużycie elementów instalacji, powodując ograniczenie możliwości bezpośredniego wykorzystania wody odciekowej w zmodernizowanym systemie odzūżlania. Podjęto i jest realizowanych szereg działań zarówno na terenie elektrowni jak i Instalacji Odwadniania Żuźła w celu likwidacji występujących problemów. Na dwóch ciągach kotłów energetycznych ograniczona zostanie ilość drobnych cząstek popiołowych obecnie wprowadzanych bezpośrednio do pulpy żuźlowej, zmieniony zostanie rozdział dostarczanych do systemu odzūżlania wód spełniających rolę transportową i użytkową. Natomiast na terenie Instalacji Odwadniania Żuźła prawdopodobnie zostaną zainstalowane odstojniki grawitacyjne z pakietami lamelowymi w celu doczyszczenia wody odciekowej z najdrobniejszych cząstek stałych unoszonych z pulpą.

Wymuszona zmiana systemu odprowadzenia żuźli paleniskowych jest bardzo korzystna dla *Elektrowni „Łaziska”*, ponieważ zostało wyeliminowane główne zagrożenie pojawiające się ze strony składowiska odpadów paleniskowych, które z intensywnej eksploatacji zostało zamienione na awaryjny bufor dla Instalacji Odwadniania Żuźła. Również zmiana miejsca magazynowania i uzyskanie odwodnionego żuźła

w formie gotowej do bezpośredniego załadunku na środki transportu kołowego w dogodnym dla elektrowni miejscu ułatwia spedycję tak przygotowanego odpadu. Istnieje też możliwość dalszej rozbudowy systemu odzūżlania o instalację do jego sortowania i tworzenia różnego rodzaju nowych kruszyw, czy zdecydowane zaangażowanie się w instalację aktywacji popiołów. Gotowy odpad w postaci odwodnionego żuźła w nowo utworzonym magazynie, następnie jego sortowanie i specjalna mieszalnia oraz aktywacja popiołu pozwolą stwarzać nowe produkty wykorzystywane następnie m.in. jako podbudowy w drogownictwie, ale również produkty przemysłu budowlanego.

Przewidywane jest także uzyskanie efektów ekonomicznych dzięki zmniejszeniu nakładów remontowych i odtworzeniowych na kilometry rurociągów pulpy, wody powrotnej oraz obiekt budowlany piętrzący wodę na wysokość 20 m, jakim jest składowisko odpadów paleniskowych nr 2. Po zakończeniu kompleksowej optymalizacji systemu hydroodzūżlania w *Elektrowni „Łaziska”* zmniejszy się również zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne.

#### Literatura

- [1] Dokumentacja projektowa, Biuro Inżynieryjno-Projektowe PRINT, Chorzów
- [2] Dokumentacja Techniczno-Ruchowa urządzeń IOŻ, VIBRO ECO TECH, Stanica
- [3] Materiały własne, PKE SA Elektrownia Łaziska



mgr inż. Ryszard Kózka  
kierownik Oddziału Przygotowania  
i Nadzoru Budowlanego  
*PKE SA Elektrowni „Łaziska”*



Stefan Cieluchowski  
inspektor nadzoru budowlanego

## Modernizacja układów wewnętrznych i ograniczenie emisji hałasu chłodni kominowych w Elektrowni

Rok 2007 jest kolejnym rokiem realizacji przedsięwzięcia pn. „Modernizacja układu chłodzenia i ograniczenie emisji hałasu w *Elektrowni Łaziska*”. Zadanie realizowane jest w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw - lata 2004 – 2006 (WKP-1/2.4.1/2/2005/35/44) i współfinansowane jest ze środków Europejskiego Funduszu

Rozwoju Regionalnego oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Integracja Polski z Unią Europejską wywołuje potrzebę prowadzenia intensywnych działań w celu zmniejszenia emisji zanieczyszczeń do środowiska. Jedną z fundamentalnych dyrektyw unijnych w dziedzinie ochrony środowiska jest Dyrektywa nr 96/61/WE z 24 września 1996 r., zwana też Dyrektywą IPPC. Celem tego aktu prawnego jest zapewnienie zintegrowanego zapobiegania i kontroli emisji zanieczyszczeń do środowiska, a w szczególności podejmowanie stosownych środków zapobiegających zanieczyszczeniom poprzez stosowanie najlepszych dostępnych technik (Best Available Techniques – BAT).

Wymagania Dyrektywy zostały przeniesione do prawa polskiego i zapisane w ustawie Prawo ochrony środowiska z 27 kwietnia 2001 r. (Dz. U. nr 62 poz. 627). Zgodnie z art. 201 Prawa ochrony środowiska „podmioty prowadzące instalację mogącą powodować znaczne zanieczyszczenie poszczególnych elementów przyrodniczych albo środowiska jako całości, zobowiązane są do uzyskania pozwolenia zintegrowanego”.

Jednym z zanieczyszczeń powstających w trakcie wytwarzania energii ze spalania paliw jest hałas. Standardy emisyjne z instalacji w zakresie emisji hałasu do środowiska określone zostały w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 29 lipca 2004 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. 178 poz. 1841) i Pozwoleniu Zintegrowanym wydanym przez Wojewodę Śląskiego (Decyzją nr ŚR.III./6618/PZ/17/13/03/04 z dnia 31.12.2004 r.). Stanowią one, że emisja hałasu powodowana pracą *PKE SA Elektrowni „Łaziska”* nie spełnia standardów emisyjnych określonych powyższymi dokumentami.

Podstawowym celem realizacji przedsięwzięcia jest wyłuszczenie tych urządzeń elektrowni, które są najpoważniejszymi





emitorami hałasu na tereny zabudowy mieszkaniowej, zlokalizowanych na kierunku północno-wschodnim od granic zakładu. Działanie to obejmie ograniczenie emisji hałasu z chłodni kominowych nr 9, 11 i 12 oraz czerpni powietrza do wentylatorów powietrza pierwotnego bloków nr 9 – 12, co pozwoli na redukcję tej emisji do poziomu określonego Pozwoleniem Zintegrowanym.

Jednocześnie zostanie przeprowadzona modernizacja chłodni kominowych bloków nr 11 i 12, której celem będzie przede wszystkim ograniczenie emisji zanieczyszczeń do powietrza. Dodatkowo w wyniku tych działań nastąpi zmniejszenie roszczenia na tereny wokół chłodni, a szczególnie w kierunku drogi krajowej Katowice-Wiśła, jak również eliminacja materiałów azbestowych.

W wyniku prowadzenia działań modernizacyjnych chłodni kominowych nr 11 i 12 poprawiony zostanie stan techniczny konstrukcji żelbetowych tych obiektów budowlanych.

Podkreślić należy, że realizacja inwestycji wpisuje się w proekologiczną strategię PKE SA Elektrowni „Łaziska”, która poprzez zintegrowany system zarządzania środowiskowego dąży do minimalizacji niekorzystnego wpływu na środowisko w procesie produkcji energii elektrycznej i ciepła, głównie w aspekcie eliminacji hałasu oraz dostosowania do wymogów BAT (Najlepszych Dostępnych Technik).

### Wyłumienie chłodni kominowych i czerpni powietrza

W wyniku działań podejmowanych w ostatnich latach przez Elektrownię „Łaziska” udało się uzyskać znaczne obniżenie emisji hałasu do środowiska i tym samym ograniczyć liczbę osób narażonych na ten rodzaj oddziaływania. Prace, które są obecnie prowadzone, stanowią etap końcowy wcześniejszych działań i pozwolą osiągnąć takie wartości emisyjne, które nie będą przekraczać standardów wyznaczonych Prawem ochrony środowiska. Działalność elektrowni powoduje przekroczenia dopuszczalnego poziomu hałasu na terenach podlegających ochronie akustycznej.

W celu dotrzymania warunku nieprzekraczania wartości dopuszczalnych po stronie północnej elektrowni w porze nocy – 45,0 dB(A) – na terenach zabudowy mieszkalnej, niezbędne jest obniżenie poziomu hałasu chłodni kominowych bloków energetycznych nr 9, 11 i 12.

Wyłumienie wspomnianych powyżej trzech chłodni kominowych jest zadaniem kosztownym i trudnym w realizacji ze względu między innymi na dużą powierzchnię, z jakiej jest emitowany hałas. Jednak efekt wyłumienia chłodni kominowych mógłby zostać zmniejszony poprzez hałas emitowany z czerpni powietrza do wentylatorów powietrza pierwotnego i wtórnego bloków nr 9 – 12. Elementy czerpni są zainstalowane na wysokości 28 m na ścianie północnej kotłowni bloków 225 MW i dlatego ich oddziaływanie akustyczne może objąć swoim zasięgiem znaczny obszar. Wspomniane czerpnie zostały w latach 90. wyposażone w urządzenia wyłumiające, ale ich stan uległ pogorszeniu.

Przeprowadzone symulacje wykazały, że niepodjęcie działań modernizacyjnych doprowadziłoby do sytuacji, w której emisja hałasu z tych czerpni objęłaby swym zasięgiem około 60 gospodarstw, a więc około dziesięć razy więcej niż obecnie.

Po analizie koncepcji wyłumienia hałaśliwych urządzeń w Elektrowni „Łaziska” zdecydowano się na wybór rozwiązania, w którym całe powietrze na długości zabudowy wyłumienia przepływa przez konstrukcję tworzącą tłumik przepływowy na wlocie powietrza do chłodni.

Kasety dźwiękochłonne, które są jednocześnie samonośnym elementem konstrukcyjnym, wykonane będą w konstrukcji spawanej z profili zamkniętych, ze stopu lekkiego aluminium z manganem i krzemem.

Czerpnie powietrza pierwotnego i wtórnego są zlokalizowane na poziomie +28,0 m, w ścianie północnej kotłowni. Zmierzony poziom hałasu w trakcie oceny stanu technicznego czerpni w listopadzie 2003 r. był bliski wartości dopuszczalnej.

Zaniechanie modernizacji spowoduje, że mimo ograniczenia emisji hałasu z chłodni kominowych, zasięg strefy przekroczenia wartości dopuszczalnych będzie większy niż obecnie.



Rys.1. Układ punktów pomiarowych hałasu w rejonie terenów podlegających ochronie





Rys. 2. Projektowany tłumik szczelinowy na wlocie do chłodni



Rys. 3. Czerpnia powietrza zewnętrznego bloku nr 9 przed modernizacją

Zdecydowano się na wybór tłumików, w których wszystkie kasety dźwiękochłonne wykonane zostaną jako nowe w konstrukcji aluminiowej, z siatki aluminiowymi.

Konstrukcje elementów dźwiękochłonnych zarówno dla chłodni jak i dla czerpni wykonane zostaną poprzez spawanie elementów ze stopów lekkich, zaś materiały tłumiące stanowią wełna mineralna, pianka poliuretanowa oraz tkanina szklana umieszczona w splocie siatek aluminiowych.

Efektywność akustyczna tłumików szczelinowych przewidywanych do zabudowania na wlotach chłodni kominowych wynosi około 10 – 15 dB/A, natomiast tłumików na czerpniach powietrza około 20 dB/A.

Takie obniżenie emisji hałasu z tych urządzeń spowoduje, że poziom hałasu emitowany z terenu elektrowni osiągnie dla pory nocnej poziom poniżej 45 dB na tereny chronione akustycznie.

Realizacja opisanych powyżej działań spowoduje, że emisja hałasu z *Elektrowni „Łaziska”* na tereny mieszkalnictwa nie będzie przekraczała wartości 45 dB(A) w porze nocnej i oczywiście 55 dB(A) w porze dziennej.

## Modernizacja układów chłodzenia chłodni kominowych

Po analizie koncepcji modernizacji układów chłodzenia bloków 225 MW o numerach 11 i 12 stwierdza się zasadność wybranego i opisanego tam wariantu modernizacji poszczególnych chłodni.

Modernizacja będzie dotyczyła elementów chłodni nr 11 i 12:

● W zakresie powłoki zewnętrznej i jej konstrukcji nośnej będzie to m.in.:

- modernizacja żelbetowej konstrukcji powłoki wraz z podbudową,
- wymiana drabiny wjazdowej na powłocę chłodni,
- modernizacja żelbetowej konstrukcji schodów na poziomie wodorozdziału.

● W zakresie urządzeń wewnętrznych, m.in.:

- modernizacja wewnętrznej powierzchni żelbetowej powłoki,
- modernizacja konstrukcji żelbetowych wewnątrz chłodni oraz zbiornika,
- modernizacja dolnego wieńca żelbetowego chłodni,
- modernizacja zraszalnika i wodorozdziału,
- modernizacja instalacji przeciw obmarzaniu,
- wykonanie nowych kładek inspekcyjnych i pomostu wokół kanału pionowego
- montaż eliminatora unosu.



Rys. 4. Zmodernizowany wodorozdział i eliminator unosu kropel chłodni kominowej nr 12

Modernizacja układów chłodzenia chłodni kominowych umożliwi:

- zwiększenie sprawności przemiany energii chemicznej paliwa i tym samym zmniejszenie jego zużycia, co w konsekwencji spowoduje ograniczenie ilości zanieczyszczeń wprowadzonych do powietrza,
- zmniejszenie ilości zużywanej wody zdekarbonizowanej,
- wdrożenie rozwiązań mających na celu ograniczenie emisji hałasu do środowiska,
- zmniejszenie roszczenia w rejonie drogi krajowej Katowice-Wiśła,
- eliminację oddziaływania azbestu,
- wykluczenie zagrożenia katastrofą budowlaną.

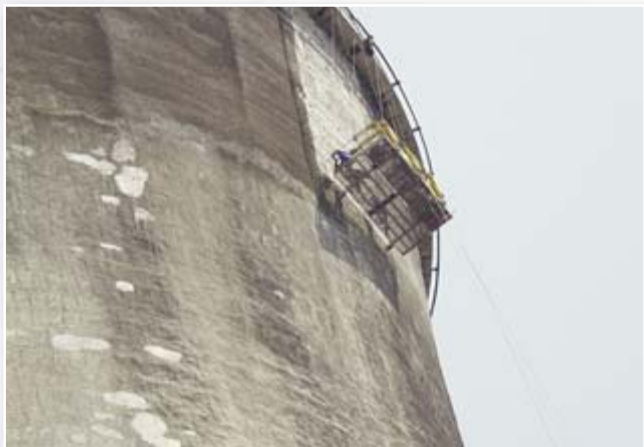
Wymierne efekty ekonomiczne i ekologiczne dla modernizacji chłodni nr 11 i 12 wynikają ze zmiany ich urządzeń wewnętrznych, przy czym obecny stan techniczny chłodni wymaga ich kompleksowej modernizacji, tj. z uwzględnieniem zewnętrznej części chłodni.





Na podstawie o przeprowadzonej analizie przyjęto, że:

- nastąpi zmniejszenie ilości spalanej paliwa poprzez obniżenie temperatury wody chłodzącej na wylocie z chłodni o 3,5°C, co dalej spowoduje obniżenie średniorocznego wskaźnika jednostkowego zużycia energii chemicznej paliwa brutto na produkcję energii elektrycznej o 30 kJ/kWh,
- nastąpi obniżenie zużycia wody zdekarbonizowanej o około 280 000 m<sup>3</sup>/rok.



Rys. 5. Naprawa powłoki zewnętrznej chłodni kominowej nr 12 – wymiana torkretu

W wyniku modernizacji urządzeń wewnętrznych chłodni 11 i 12:

- jednorazowo usunięte zostaną płyty oraz rurociągi azbestowo-cementowe, z których w trakcie eksploatacji wyfukiwane są włókna azbesu i unoszone z chłodni w postaci pyłu,
- ograniczony zostanie efekt oblodzenia lokalnych dróg wokół zakładu i drogi krajowej Katowice - Wisła oraz pośrednio zmniejszona zostanie ilość soli, jaka przedostaje się do gleby w wyniku działania drogowych służb utrzymania w okresie zimowym.

Zgodnie z założeniami Sektorowego Programu Operacyjnego Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw na lata 2004 – 2006 całość przedsięwzięcia zostanie zakończona do czerwca 2008 roku.

## Podsumowanie

Podjęte przedsięwzięcie wpisuje się w proekologiczną strategię *Elektrowni „Łaziska”*, która poprzez zintegrowany system zarządzania środowiskiem dąży do minimalizacji niekorzystnego wpływu na środowisko w procesie produkcji energii elektrycznej i ciepła, w aspekcie dostosowania do wymogów BAT - czyli Najlepszych Dostępnych Techniek. Realizacja podjętych zadań pozwoli na osiągnięcie zakładanych efektów ekologicznych i jednocześnie przyniesie wymierne korzyści ekonomiczne.



mgr inż. Helena Kopel  
kierownik Wydziału Gospodarki Wodnej  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”

## Zastosowanie nowych rozwiązań w celu poprawy pracy oczyszczalni ścieków bytowo-gospodarczych

Przy oczyszczaniu ścieków bytowo gospodarczych przeważają procesy biologiczne związane z działaniem żywym mikroorganizmów. Biologiczne sposoby oczyszczania ścieków opierają się głównie na procesach utleniania, natomiast fermentacja osadów ściekowych jest procesem redukcyjnym. Domieszki organiczne w ściekach są związkami pochodzenia zwierzęcego i roślinnego.

Te nietrwałe związki przekształcają się w procesach tlenowych w związki trwałe. Główną rolę w tych procesach odgrywiają bakterie tlenowe (aerobowe), które rozwijają się tylko w obecności wolnego tlenu z powietrza lub wody.

Z chwilą, gdy tlen zostaje wyczerpany, bakterie aerobowe ustępują miejsca bakteriom anaerobowym (beztlenowym), którym wystarcza tlen związany np. z azotanów, siarczanów. Bakterie powodujące rozkład związków należą do świata roślinnego. Występują w postaci mikroskopijnych komórek, silnie wypełnionych uwodnioną protoplazmą. Rozmnażają się przez podział komórki. Tworzą skupiska widoczne gołym okiem. W oczyszczalni ścieków występują w postaci dużych skupisk, najczęściej jako kłaczkosady czynnego. Bakterie są wrażliwe zarówno na kwasy jak i na zasady. Odczyn wody nie powinien odbiegać od pH równego 7. Mogą rozwijać się tylko w określonym zakresie temperatur, a pozbawione wody giną. Środki dezynfekcyjne, chlor paraliżują lub zabijają bakterie.

Prawie wszystkie procesy określane mianem „biologicznego oczyszczania ścieków” odnoszą się do procesów aerobowych, czyli do procesów w wodzie zawierającej tlen. Praca bakterii anaerobowych, czyli procesy beztlenowe są rzadko wykorzystywane do oczyszczania ścieków. Mają one duże znaczenie przy przeróbce osadów ściekowych w komorach fermentacyjnych.

W *Elektrowni „Łaziska”* w grupie urządzeń realizujących napowietrzanie ścieków bytowo-gospodarczych do roku 2003 pracowały szczotki Kessenera. Ścieki dopływały grawitacyjnie przez kratę mechaniczną do jednej z czterech komór z zabudowanymi szczotkami. W dalszym etapie ścieki kierowane były do osadnika Imhoffa, po którym następował zrzut ścieków do odbiornika. Opisany wyżej układ technologiczny był bardzo wrażliwy na nierównomierność dopływu ścieków. Nie zapewniał także usuwania związków azotu. Występujące usterki szczotek były przyczyną kłopotów zarówno po stronie remontowej, jak i ekonomicznej.



W roku 2003 przystąpiliśmy do modernizacji oczyszczalni ścieków bytowo-gospodarczych. Oczyszczanie oparliśmy na metodzie nisko obciążonego osadu czynnego z częściową symultaniczną stabilizacją tlenową osadu nadmiernego, z równoczesnym usuwaniem związków biogenych metodą biologiczną (azot).



Ścieki dopływające do oczyszczalni trafiają na kratę, gdzie podlegają cedzeniu. Następnie przepływają do zbiornika buforowego, wyposażonego w mieszadło. Zadaniem zbiornika jest gromadzenie ścieków w okresie ich intensywnego napływu i „dozowanie” w sposób kontrolowany do komór reakcji.



Mieszadło zapobiega osadzaniu się zawieszin w komorze, a także powoduje homogenizację zawartości komory buforowej. Mieszadło wytwarza odpowiedni strumień cieczy o podwyższonej energii, pozwalający uśrednić zawartość komory i usunąć z niej osady.

Proces kontrolowanego podawania ścieków do komór reakcji realizowany jest poprzez pompy zatapialne, zabudowane w zbiorniku buforowym. W celu uproszczenia układu sterowania zastosowano trzy niezależne instalacje pompowe umożliwiające sterowanie czasowe pracą pomp. Pompy transportują ścieki z komory buforowej do kolejnych komór reakcji zgodnie z zadanymi czasami.



Komory reakcji wyposażone zostały w wysoko sprawny system napowietrzania drobnopęcherzykowego z dyfuzorami membranowymi z EPDM.



Ruszt zasilany jest przez dmuchawę rotacyjną. Każda komora reakcji posiada niezależne źródło sprężonego powietrza. Powyższe rozwiązanie zapewnia proste i niezawodne sterowanie systemem układu czasowego oraz zastosowanie dmuchaw i rusztu do mieszania zawartości komór reakcji np. w czasie fazy niedotlenionej.

Ścieki oczyszczone biologicznie odpływają grawitacyjnie do osadnika Imhoffa, gdzie następuje oddzielenie osadu od oczyszczonych ścieków. Osady przefermentowane okresowo odprowadzane są na poletka do suszenia osadu.





Układ pracy komór realizowany działa w następujący sposób:

- ścieki pompowane są okresowo do kolejnych komór aeracji, w danej chwili napełniana jest jedna z trzech komór,
- przed rozpoczęciem pompowania ścieków do komory reakcji następuje okresowe wyłączenie dmuchaw w celu umożliwienia lepszej sedymentacji osadu za przegrodą oddzielającą koryto odpływowe,
- w czasie pompowania ścieków do komory reakcji nie są one napowietrzane, dlatego też ścieki dopływające ze zbiornika buforowego „wypychają” porcję ścieków do koryta odpływowego; ścieki te nie zawierają dużych ilości osadu, a jego resztki są zatrzymane w osadniku Imhoffa, po zakończeniu pompowania ścieki mogą być mieszane przez krótkotrwałe uruchamianie dmuchawy zasilającej ruszt w danej komorze, w tym czasie będzie przebiegała denitryfikacja (poszczególne czasy mogą być zmieniane w czasie eksploatacji dostosowując parametry technologiczne do rzeczywistych potrzeb),
- po określonym czasie mieszania dmuchawa uruchamia się na stałe i rozpoczyna się faza napowietrzania (nitryfikacja),
- przebieg procesów w poszczególnych komorach reakcji jest analogiczny i jedynie przesunięty w czasie tak, aby kolejne napełnianie komory (jeżeli będzie wystarczająca ilość ścieków w zbiorniku buforowym) następowało po ok. jednej godzinie,
- zbiornik buforowy pracuje w dwóch zakresach napełnień, przy zakresie niższych poziomów pompy pracują z pewnym zadanym czasem (z możliwością wprowadzenia dowolnych nastaw), przy przekroczeniu poziomu granicznego (wskazuje to na przepełnienie się zbiornika) czasy pomp automatycznie ulegną podwojeniu, co pozwoli szybciej opróżnić zbiornik buforowy,
- jeżeli w zbiorniku będzie odpowiednia ilość ścieków zapewniająca bezpieczną pracę mieszałki (ok. 1,3 m nad dnem komory), będzie ono pracować w systemie przerywanym, tj. 25% praca; 75% postój.

Praca komór reaktora jest oparta na sekwencyjnym systemie działania określonym odpowiednimi algorytmami opracowanymi dla poszczególnych procesów w cyklu.

Wszystkie operacje technologiczne są zaprogramowane i realizowane za pośrednictwem sterownika mikroprocesorowego. Poszczególne czasy operacji technologicznych mogą być korygowane stosownie do rzeczywistych potrzeb eksploatacyjnych.

Istniejący układ technologiczny pozwala na:

- wyrównanie nierównomierności dopływu ścieków, która wpływa niekorzystnie na pracę wszystkich urządzeń oczyszczalni i pogarsza znacznie efekt oczyszczania,
- uzyskanie możliwości prowadzenia procesu z zastosowaniem usuwania związków azotu.

Tabela 1

Ilość i jakość surowych ścieków bytowo gospodarczych

| Wskaźnik    | Jednostka  | Wielkość           |
|-------------|------------|--------------------|
| $Q_{sr,d}$  | $m^3/d$    | do 300 (i poniżej) |
| $Q_{max,d}$ | $m^3/d$    | 400                |
| $Q_{max,h}$ | $m^3/h$    | 45                 |
| $S_{BZT5}$  | $gO_2/m^3$ | 140                |
| $S_{ZO}$    | $g/m^3$    | 140                |
| $S_{Nog}$   | $g/m^3$    | 30                 |
| $S_{Pog}$   | $g/m^3$    | 6                  |

Zastosowany system oczyszczania ścieków bytowo-gospodarczych pozwala osiągnąć redukcję zanieczyszczeń:

- w zakresie zawartości BZT do 97%,
- w zakresie zawartości związków organicznych do 95%,
- w zakresie zawartości azotu ogólnego do 85%,
- w zakresie zawartości fosforu ogólnego do 92%.

Jakość ścieków oczyszczonych odpowiada parametrom określonym w obowiązującym *Elektrownię „Łaziska”* pozwoleniu zintegrowanym.

## Podsumowanie

Praktycznie tylko zastosowanie nowych rozwiązań umożliwia poprawę pracy urządzeń oczyszczalni ścieków. Oczyszczanie oparte na metodzie nisko obciążonego osadu czynnego z częściową symultaniczną stabilizacją tlenową osadu nadmiernego, z równoczesnym usuwaniem związków biogenych metodą biologiczną należy do metod skutecznych, pozwalających na efektywne zmniejszenie zanieczyszczeń.



inż. Dariusz Gajda  
dyżurny inżynier ruchu elektrowni  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”



mgr inż. Tomasz Macura  
kierownik Oddziału Zabezpieczeń  
Automatyki i Pomiarów Elektrycznych  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”

## Udział Elektrowni w obronie i odbudowie zasilania KSE

Awarię systemową potocznie nazywaną blackoutem definiuje się jako utratę napięcia w sieci elektroenergetycznej na znacznym obszarze. W wyniku nałożenia się takich zdarzeń losowych, jak awarie sieciowe czy wyłączenia elektrowni dochodzi do przekroczenia krytycznych wartości podstawowych parametrów technicznych pracy systemu (częstotliwość, napięcie), automatycznego odłączenia się od sieci elektrowni i utraty napięcia w całym obszarze objętym zakłóceniem.

Blackouty, jakie miały miejsce w sierpniu i wrześniu 2003 roku w USA i Kanadzie, Szwecji i Danii oraz we Włoszech uzmysłowiły wszystkim, że długotrwałe pozbawienie zasilania w energię elektryczną odbiorców jest realnym niebezpieczeństwem i może się zdarzyć praktycznie w każdym systemie elektroenergetycznym.

Problematyka niezawodności pracy systemów elektroenergetycznych skupiła uwagę opinii publicznej oraz organów decyzyjnych wielu krajów, nie tylko tych dotkniętych wspomnianymi awariami. Również w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym (KSE) zanotowano w ostatnim czasie zdarzenia, przy których doszło do załamania podstawowych parametrów.

W dniu 26 czerwca 2006 r. KSE znalazł się w stanie zagrożenia. Wszystkie elektrownie w centralnej i północnej Polsce pracowały z pełnym obciążeniem mocą bierną, tracąc tym samym możliwości dalszego utrzymywania zadanych wartości napięcia. Następstwem tego było obniżanie się napięcia w północnej i centralnej części kraju i samoczynne wyłączenia bloków energetycznych w wyniku działania zabezpieczeń.

W dniu 4 listopada 2006 r. miało miejsce poważne zakłócenie w połączonych systemach UCTE, które było zainicjowane w północnej części systemu niemieckiego.

Zakłócenie to doprowadziło do podziału systemu niemieckiego, a w dalszej kolejności podziału systemów UCTE na trzy części.

System polski, będąc największym systemem w wydzielonej części UCTE, miał decydujące znaczenie dla opanowania wzrostu częstotliwości w pierwszym okresie po wystąpieniu zakłócenia, przejmując na siebie zbilansowanie znacznej części pozostałej w tym obszarze nadwyżki mocy.

W procesie odbudowy systemu po blackoutie istotną rolę odgrywają elektrownie zdolne do samostartu, elektrownie wodne i elektrownie ciepłone, których jednostki przystosowane są do pracy na potrzeby własne (PPW). Do przetargu na usługę odbudowy zasilania KSE ogłoszonego przez PSE na wypadek blackoutu, w strukturach PKE została wytypowana również *Elektrownia „Łaziska”*. Dostosowywanie bloków elektrowni do usługi systemowej rozpoczęto w 2005 roku, a ostatnie odbiory z udziałem przedstawicieli PSE odbyły się z początkiem roku 2007.

Dla pracy na potrzeby własne (PPW) i dalszej pracy samotnej z potrzebami ogólnoelektrownianymi (PWE) bardzo duże znaczenie ma struktura układu wyprowadzenia mocy, zasilania potrzeb własnych elektrowni, a zwłaszcza potrzeb ogólnych. W trakcie awarii systemowej mamy do czynienia z brakiem napięcia w węzłach sieci przesyłowej, a bardzo często również w sieci rozdzielczej, do której przyłączone są transformatory zasilające potrzeby ogólne. Wyprowadzenie mocy i zasilanie potrzeb własnych bloków oraz potrzeb ogólnych w *Elektrowni „Łaziska”* zapewnia bardzo wysoką niezawodność zasilania potrzeb własnych, a także możliwość zasilania potrzeb ogólnych elektrowni w momencie wystąpienia awarii systemowej.

### Układ pracy elektrowni

#### Własności ruchowe bloków

W *Elektrowni „Łaziska”* zainstalowanych jest 6 bloków o łącznej mocy 1155 MW: bloki nr 1 i 2 o mocy 125 MW, blok nr 9 o mocy 230 MW oraz bloki 10, 11, 12 o mocy 225 MW. Wszystkie są jednostkami wytwórczymi centralnie dysponowanymi (JWCD), pracującymi na podstawie sygnałów zadawanych z regulatora centralnego w KDM. Ponadto są przewidziane do świadczenia regulacyjnych usług systemowych (RUS).

Z wyjątkiem bloku nr 1 pozostałe bloki przewidziane są do świadczenia usługi systemowej w zakresie gotowości do odbudowy zasilania KSE w ramach ich zdolności do pracy w układach wydzielonych, tj. PSW, PPW, PWE i pełnią funkcję rozruchowych jednostek wytwórczych wirujących (RJWw).

#### Wyprowadzenie mocy i zasilanie potrzeb własnych

Bloki nr 1 i 2 przyłączone są do rozdzielni *Łaziska* 110 kV, która jest własnością elektrowni, bloki nr 9 i 10 przyłączone są do rozdzielni *Kopanina* 110 kV, bloki nr 11 i 12 do rozdzielni *Kopanina* 220 kV, które są własnością PSE. Urządzenia potrzeb własnych bloków podczas ich ruchu zasilane są z przynależnych im transformatorów zaczepowych. Podczas postoju, rozruchu lub odstawienia bloków urządzenia te zasilane są z rozdzielni potrzeb ogólnych. Rozdzielnie potrzeb ogólnych zasilają także pozostałe urządzenia pozablokowe elektrowni.

W normalnym układzie zasilania potrzeby ogólne elektrowni realizowane są z rozdzielni *Łaziska* 110 kV poprzez transformatory TRO1 i TRO2 oraz z dodatkowych transformatorów zaczepowych: TR3 z bloku nr 9 i TR4 z bloku nr 12. Ponadto transformatory TR3 i TR4 zasilają potrzeby Instalacji Odsiarczania Spalin poprzez rozdzielnię R6IOS.

Takie rozwiązanie zasilania zapewnia wysoką niezawodność i gwarantuje utrzymanie bloków w ruchu w stanie PSW, PWE jako RJWw gotowe do świadczenia usługi odbudowy KSE.

Ponadto dla bloków 9 – 12, za obustronną zgodą PSE SA i PKE SA, istnieje możliwość pracy każdego z generatorów na dowolny transformator blokowy poprzez tzw. most synowy.





## Regulacja jednostek wytwórczych w procesie odbudowy KSE

### Wymagania techniczne dla jednostek wytwórczych w zakresie zdolności do obrony i odbudowy zasilania KSE

Szczegółowe wymagania techniczne są określane przez OSP odrębnie dla każdej jednostki wytwórczej przewidzianej do udziału w obronie i odbudowie zasilania KSE, zależnie od jej położenia w KSE oraz jej roli w procesie obrony i odbudowy zasilania KSE. Wymagania te są uwzględnione w planach działań w warunkach utraty połączenia z KSE lub całkowitego zaniku napięcia w tym systemie.

W ramach przystosowania jednostek wytwórczych elektrowni do udziału w obronie i odbudowie zasilania KSE wyróżnia się:

- zdolność elektrowni do pracy w układzie wydzielonym (PWE) – zdolność elektrowni do awaryjnego przejścia do pracy samodzielnej, przy braku zasilania z KSE, wg uzgodnionego z OSP planu, trwałej pracy w tym układzie oraz gotowość do realizacji poleceń OSP w zakresie zwiększania obszaru wydzielonego,
- zdolność elektrowni do samostartu – zdolność do uruchomienia elektrowni bez zasilania z KSE, wg uzgodnionego z OSP planu, i trwałej pracy w układzie wydzielonym oraz gotowość do realizacji poleceń OSP w zakresie uruchamiania kolejnych elektrowni i zwiększania obszaru wydzielonego.

Zgodnie z IRIESP regulatory turbin jednostek wytwórczych powinny mieć możliwość pracy w następujących trybach:

- regulacja mocy (RN) po synchronizacji (w trybie skoordynowanym pracy turbiny z kotłem) – regulator mocy typu PI,
- regulacja prędkości obrotowej (RO) przed synchronizacją – regulator typu PI,
- regulacja prędkości obrotowej po synchronizacji – regulator typu P.

W ramach działań obronnych wprowadza się zasadę, aby przy odchyłce częstotliwości o wartość 500 mHz, po wyczerpaniu innych dostępnych środków, następowała zmiana trybu pracy regulatorów turbin jednostek wytwórczych z regulacji mocy RN(PI) na tryb regulacji prędkości obrotowej RO(P). Przechodzenie w ten tryb pracy jest konieczne w przypadku fizycznego podziału KSE na niezależne wyspy i podsystemy.

Ręczna aktywacja „wyspy” może być również wykorzystana do prewencyjnego (wyprzedzającego) przechodzenia jednostek wytwórczych w tryb regulacji prędkości obrotowej, w celu skuteczniejszej obrony systemu elektroenergetycznego przed jego niekontrolowanym podziałem – odbywa się na polecenie dyspozytora KDM lub ODM.

Po opanowaniu zakłócenia w KSE polegającego na fizycznym podziale systemu, regulator turbiny pracujący w trybie RO(P) nie powinien automatycznie zmieniać trybu pracy z RO(P) na RN(PI), w przypadku gdy odchylenie częstotliwości będzie mniejsze niż 500 mHz. Załączenie regulacji mocy odbywa się na polecenie dyspozytora KDM (ODM).

### Wymagania techniczne dla układów regulacji pierwotnej, wtórnej i trójnej oraz automatycznych układów grupowej regulacji napięć jednostek wytwórczych w Elektrowni „Łaziska”

Po odłączeniu jednostek wytwórczych od sieci układy regulacji umożliwiają:

- bezpieczny zrzut mocy do pracy jałowej turbiny lub pracy na potrzeby własne,
- pracę bez ograniczeń czasowych w przedziale częstotliwości od 49 do 51 Hz i w przedziale napięcia na zaciskach górnego napięcia transformatora blokowego od 95 do 105% napięcia znamionowego, z zachowaniem mocy znamionowych i znamionowych współczynników mocy,
- synchronizację z siecią zamkniętą w przedziale częstotliwości od 48,0 do 51,5 Hz.

Napędy w urządzeniach jednostek wytwórczych powinny funkcjonować tak, aby moc czynna każdej jednostki wytwórczej przy obniżce częstotliwości do 47,5 Hz i spadku napięcia do 80% napięcia znamionowego nie obniżyła się poniżej mocy niezbędnej do zasilania potrzeb własnych jednostki wytwórczej.

#### Regulacja pierwotna (sekundowa)

Zadziałanie regulacji pierwotnej jednostek wytwórczych w przypadku zmiany częstotliwości zachodzi w czasie nie dłuższym od 30 s i osiąga cały zakres odpowiedzi, wynikający z ustawionego statyzmu regulatora oraz odchyłki częstotliwości z dokładnością  $\delta p = \pm 1 \% P_n$ .

Wszystkie JWCD w Elektrowni „Łaziska” są zdolne do wyzwolenia bardzo szybkiej zmiany mocy regulacyjnej pierwotnej  $P(f) = 0 \dots \pm 5\% P_n$ , dostępnej w całym paśmie ( $P_{min} - P_{os}$ ) wraz z brzegowymi zapasami regulacji  $+2,5\% P_n$  z pełną odpowiedzią na skok mocy zadanej  $P_z(f) = 0 \dots \pm 5\% P_n$  osiąganą w czasie 30 s (tab. 1).

Struktury układów regulacji turbin umożliwiają blokowanie działania regulacji pierwotnej poprzez odpowiednie ustawienie strefy martwej bez eliminacji sygnału korekcji mocy od częstotliwości (bez przerywania toru korekcji mocy od częstotliwości). Mówi się wtedy o tzw. uśpieniu regulacji pierwotnej, która mimo wyłączenia na polecenie dyspozytora (wyłączona handlowo) wchodzi do pracy automatycznie, jeżeli odchyłka częstotliwości  $f \pm 300$  mHz od wartości bazowej.

Tak działająca regulacja pierwotna stanowi jeden z elementów obronnych systemu w przypadku utraty stabilności.

#### Regulacja wtórna (minutowa)

Źródłem sygnału Y1 jest regulator centralny KDM, który generuje sygnał Y1 w zależności od wartości i kierunku przepływu mocy na liniach wymiany międzynarodowej.

Urządzenia do regulacji wtórnej w jednostkach wytwórczych El. „Łaziska” spełniają następujące wymagania:

- posiadają zdolność do wyzwolenia szybkiej zmiany mocy regulacyjnej wtórnej  $\Delta P(t)$  równomiernie nadążającej za zmianami mocy zadanej  $\Delta PY1(-31 \dots 0 \dots +31) = (-5\% \dots 0 \dots +5\%) P_n$ ,

Tabela 1

Dane układów regulacji mocy

|  | Jednostka | Blok 1    | Blok 2    | Blok 9     | Blok 10    | Blok 11    | Blok 12    |
|--|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Moc reg. pierwotnej $\Delta P(\Delta f)$ | MW        | 6 ; (3)** | 6 ; (3)** | 11 ; (5)** | 11 ; (5)** | 11 ; (5)** | 11 ; (5)** |
| Statyzm „s”                              | %         | 6         | 6         | 5          | 5          | 5          | 5          |
| Moc reg. wtórnej $\Delta P(Y1)$          | MW        | 6         | 6         | 11         | 11         | 11         | 11         |
| Strefa martwa                            | mHz       | 10 ; 300* | 10 ; 300* | 10 ; 300*  | 10 ; 300*  | 10 ; 300*  | 10 ; 300*  |
| BPP(t)                                   | MW/15min  | 20        | 20        | 30         | 30         | 30         | 30         |

\* dla wyłączonej regulacji pierwotnej, \*\* zapas brzegowy dla załączonej regulacji pierwotnej



– po interwencyjnym (Y1i) skoku sygnału  $\Delta PY1$  (0...+31 lub 0...-31) jest pełna odpowiedź w czasie  $t < 30$  s, tj.  $\Delta P$  ( $t < 30$  s) =  $\pm 5$  % Pn.

### Regulacja trójna

Wymaga się, aby układy regulacji, które w dniu wejścia IRIESP w życie posiadają zdolność realizacji obciążenia bazowego bloku zadawanego sygnałem Y0 utrzymały tę zdolność, przy spełnieniu następujących wymagań szczegółowych:

- jednostki wytwórcze elektrowni ciepłych powinny być przystosowane do sterowania zdalnego sygnałem Y0(i) z mocą regulacyjną P(t) nadążającą za zmianami mocy zadanej PY0(i) przy regulacji automatycznej (zdalnie sterowanej z regulatora centralnego) lub przy regulacji ręcznej, zmieniającej się z prędkością średnio 2 % Pn/min, z dokładnością regulacji mocy  $p < \pm 1$  % Pn ( $t > 5$  min) w całym dostępnym paśmie mocy regulacyjnej bloku,
- sygnał Y0(i) może być wykorzystywany jako rezerwowy sposób zadawania obciążenia bazowego jednostek w przypadku awarii systemów teleinformatycznych OSP lub w sytuacji zagrożenia bezpieczeństwa systemu elektroenergetycznego,
- wytwórcy muszą posiadać możliwość ręcznego lub automatycznego załączenia/wyłączenia do pracy układu regulacji z sygnałem Y0(i) na polecenie OSP.

Regulacja mocy na blokach *Elektrowni „Łaziska”* może odbywać się:

- wg sygnału RRC,
- wg sygnałów ARCM (Y0),
- wg wartości BPP (Bieżący Punkt Pracy).

Na podstawie decyzji Dyrektora SP-KDM obowiązującym sposobem regulacji dla prowadzenia ruchu jest sygnał BPP zadawany przez system SOWE. Pozostałe sygnały traktuje się jako rezerwowe, wykorzystywane awaryjne.

Źródłem wartości BPP dla poszczególnych okresów 15 - minutowych może być zarówno dokument BPKD, jak i dokument BPP.

Po przełączeniu regulacji bloku wg sygnału BPP, dojście do aktualnej mocy bloku do mocy wymaganej sygnałem BPP realizowane jest przez zmianę mocy bazowej z maksymalnym gradientem zmiany mocy odpowiednio dla bloków nr 1 i 2 – 1,5 MW/min, a dla bloków nr 9, 10, 11 i 12 – 3,5 MW/min przy wyłączonym sygnale Y1 i regulacji pierwotnej.

Przy załączonym sygnale Y1 i wyłączonej regulacji pierwotnej gradient zmiany mocy dla bloków 225 MW wynosi 2,7 MW/min, a dla bloków 125 MW 1,1 MW/min.

Przy załączonym sygnale Y1 i załączonej regulacji pierwotnej gradienty odpowiednio ustawiamy: dla bloków – 225 MW – 1,9 MW/min, dla bloków – 125 MW – 0,7 MW/min.

### Regulacja napięć w węzłach wytwórczych

Układ ARNE zapewnia równomierny rozdział mocy biernej dla jednostek wytwórczych o jednakowej mocy znamionowej, pracujących na dany system szyn rozdzielni, a dla jednostek wytwórczych o różnych mocach znamionowych – zapewnia rozdział mocy biernej proporcjonalny do ich mocy.

Zadawanie wartości regulowanych napięcia odbywa się miejscowo lub zdalnie na podstawie danych z nadrzędnych ośrodków dyspozycji mocy. Dla jednostek przyłączonych do rozdzielni *Kopanina* wartość napięcia zadawana jest przez dyspozytora *ODM Katowice*, dla jednostek przyłączonych do rozdzielni RS110 *Łaziska* wartość zadana napięcia wprowadzana jest przez operatora nastawni sieciowej na podstawie wytycznych z *ZDR Gliwice*.

Praca układu ARNE, zgodnie z umową o świadczenie usług regulacyjnych, odbywa się na podstawie zgłoszonych do *PSE SA* wykresów kołowych generatorów. Układy ARNE wykorzystują pełny zakres generacji mocy biernej zgodny z tymi wykresami.

W przypadku przejścia do PPW układy regulacji napięcia generatorów zapewniają poziom napięcia na szynach rozdzielni potrzeb własnych bloku gwarantujący poprawną pracę niezbędnych urządzeń (minimum 80%  $U_n$  i częstotliwość powyżej 47,5 Hz). Na podstawie prób stwierdzono, że urządzenia potrzeb własnych mogą pracować bez zakłóceń przy zmianach częstotliwości napięcia zasilania w granicach od 47,5 do 51 Hz niezależnie od obciążenia turbozespołu oraz zapewniają możliwość pracy turbozespołu na potrzebach własnych przy obniżeniu napięcia do  $U=5,2$ kV nie powodując niekontrolowanych przeciążeń i wyłączeń urządzeń. Uwzględniając możliwości regulacyjne napięcia na szynach rozdzielni potrzeb własnych przy pomocy przełącznika zacsepów transformatora TZ można stwierdzić, że zmiany napięcia w zakresie od 0,8 do 1,1  $U_n$  nie powodują konieczności ograniczenia mocy bloku ze względu na wydajność urządzeń blokowych oraz nie powodują wyłączeń tych urządzeń.

## Obrońa i odbudowa Krajowego Systemu Elektroenergetycznego Strategia obrony KSE

W przypadku wystąpienia zjawisk o charakterze dynamicznym, krytycznym czynnikiem jest szybkość podejmowanych działań, a tym samym wykorzystywanie dostępnych środków technicznych poprzez aktywację automatyczną, z pominięciem czynnika ludzkiego.

Informacje pozyskiwane drogą operatywnej współpracy dyspozytorskiej mogą zostać przekazane z dużym opóźnieniem lub też przekazanie informacji ruchowej o przyczynie i miejscu awarii nie nastąpi ze względu na uszkodzenie systemów łączności.

Dlatego w ramach obrony KSE przyjęto częstotliwość jako podstawowy, wiodący parametr określający stan pracy systemu i zmiany tej wielkości stanowią czynnik inicjujący działanie automatyk prewencyjnych.

Podczas obrony KSE występują na ogół dwie fazy:

- faza I obejmuje stosunkowo powolne narastanie zagrożenia jako skutek kolejno występujących awarii lub zmian pogodowych; w tym okresie przewidziane jest podejmowanie działań przez służby dyspozytorskie,
- faza II występuje po przekroczeniu krytycznych parametrów pracy systemu i ma przebieg bardzo szybki, praktycznie wykluczający możliwość działań służb dyspozytorskich; w tej fazie działają jedynie układy automatyki pozwalające na ograniczenie rozmiaru awarii, a w skrajnym przypadku niedopuszczenie do uszkodzenia urządzeń i przygotowanie do odbudowy KSE.

Podstawowymi elementami drugiej fazy planu obrony KSE są:

- regulacja pierwotna – szybka regulacja mocy na blokach energetycznych,
- zmiany trybów pracy regulatorów turbin jednostek wytwórczych oraz regulatora centralnego, wspomagające opanowanie dużych zmian częstotliwości,
- źródła szybkich rezerw mocy, w szczególności hydrozespoły odwracalne elektrowni szczytowo-pompowych,
- automatyka Samoczynnego Częstotliwościowego Odciążenia (SCO), pozwalająca przy spadku częstotliwości na wyłączenie zasilania fragmentów sieci dystrybucyjnej.





## Warunki przechodzenia elektrowni do pracy wyspowej i samotnej

### Praca na sieć wydzieloną (PSW) – praca wyspowa

Tworzenie układu wydzielonego z udziałem bloków nr 2, 9, 10, 11, 12 w *Elektrowni „Łaziska”* odbywa się poprzez:

- ręczne pobudzenie aktywnej wyspy (AW) na polecenie dyspozytora KDM w sytuacji zagrożenia KSE,
- automatyczne pobudzenie sygnału aktywnej wyspy (AW), jeżeli odchyłka częstotliwości sieci osiągnie wartość  $f \pm 500$  mHz.

Przy przejściu w ten tryb pracy, jednostki wytwórcze pozostają poza sterowaniem regulatora centralnego – ich moc wyjściowa nie jest funkcją sygnałów sterujących regulatora centralnego, lecz jest wielkością wypadkową, wynikającą z jej charakterystyki statycznej.

W takim trybie pracy regulatora turbiny wielkością regulowaną lokalnie (przez obiektowe układy regulacji na turbinie) jest tylko i wyłącznie częstotliwość.

Po aktywacji trybu pracy wyspowej:

- 1) następuje wyłączenie regulacji mocy/ciśnienia w regulatorze turbiny, czynny pozostaje tylko regulator obrotów RO(P) – nie będzie realizowany plan BPKD; JWCD nie reaguje na sygnały zadawane z regulatora centralnego w KDM, w systemie Procontrol/Unimat pojawia się informacja „Praca Wyspowa”,
- 2) zmiany mocy bloku zależą od stopnia zawężenia strefy martwej i aktualnej odchyłki częstotliwości od wartości bazowej,
- 3) zawężenie strefy martwej z 300 mHz do 0 mHz odbywa się łagodnie w czasie 5 minut, przez co unika się gwałtownych zmian mocy w początkowej fazie aktywacji wyspy,
- 4) układ rozruchowy bloku przechodzi w tryb regulacji ciśnienia, UAR ciśnienia pary przed stacją obejściową WP i UAR ciśnienia pary przed stacją NP przyjmują wartość zadaną równą ciśnieniu w chwili poprzedzającej uaktywnienie pracy wyspowej,
- 5) następuje przełączenie UAR paliwa do kotła w tryb pracy wyspowej, tzn. ma miejsce „rozsprzęglenie” kotła i turbiny tak, że UAR paliwa utrzymuje nadwyżkę mocy kotła w stosunku do aktualnego obciążenia turbiny: dla bl. nr 9 – 12 – zwiększenie ilości podawanego paliwa tak, by wydajność parowa kotła wzrosła o ok. 10 %  $F_n$  (ok. 65 t/h) w stosunku do aktualnego zapotrzebowania turbiny; dla bl. nr 2 – zwiększenie ilości paliwa podawanego do kotła o ok. 10%  $P_n$  (o ok. 12,5 MW) w stosunku do aktualnego obciążenia turbiny.

### Praca wydzielona elektrowni (PWE)

Przygotowania do skutecznej odbudowy są ostatnim elementem działań obronnych, które w związku z istnieniem dużego prawdopodobieństwa rozpadu KSE i/lub całkowitego zaniku napięcia w KSE mają zapewnić bezpieczne odstawienie jednostek wytwórczych oraz zabezpieczyć urządzenia infrastruktury sieciowej przed zniszczeniem w celu ich późniejszego wykorzystania do odbudowy KSE.

Dla bloków nr 2 i 9 – 12 w *Elektrowni „Łaziska”* przyjmuje się poziom częstotliwości 47,5 (52,5)Hz i napięcia 0,85 Un jako wartości progowe, po osiągnięciu których jednostki wytwórcze automatycznie odłączają się od KSE w celu ochrony przed uszkodzeniem. Jednostki te ze stanu wirującego po udanym przejściu do pracy na potrzeby własne wraz z jednostkami posiadającymi zdolność do samostartu są zdolne do zasilenia linii ciągu rozruchowego i uruchomienia

innych elektrowni oraz zasilenia wybranych ważnych lokalnych odbiorców. Z bloków, które utrzymują się na PPW zasilają się potrzeby ogólne elektrowni według jednej z ośmiu opracowanych procedur.

Podczas pracy na PWE, czekając na polecenia dyspozytorów KDM, ODM, *Elektrownia „Łaziska”* jest gotowa do świadczenia usługi odbudowy zasilania KSE.

### Strategia odbudowy KSE

W sytuacji nieskutecznej obrony systemu dochodzi do wystąpienia awarii katastrofalnej. Za taką przyjmuje się awarię, której skutkiem jest zanik napięcia w całym KSE lub jego znacznej części, jego podział na duże niezbalansowane podsystemy pracujące asynchronicznie lub też wyłączenie ponad 50% aktualnego zapotrzebowania. W takim przypadku OSP we współpracy z OSR i wytwórcami przystępują do odbudowy systemu.

Stan awarii katastrofalnej stwierdza, a następnie ogłasza OSP – w tym przypadku kierownik zmiany – dyspozytor KDM, o czym informuje dyspozytorów ODM-ów oraz DIRE elektrowni z JWCD, wykorzystując dostępne środki łączności fonicznej i komputerowej. Informacja o wystąpieniu awarii katastrofalnej jest sygnałem dla służb ruchowych do podjęcia szczególnych zadań określonych w opracowanych procedurach. W elektrowniach priorytetem są działania polegające na maksymalnym przedłużeniu pracy jednostek wytwórczych przełączonych w stan PPW lub PWE na skutek działania zabezpieczeń podczęstotliwościowych lub podnapięciowych, a następnie przygotowanie ich do przyjmowania dołączanych odbiorów.

### Działania przygotowawcze

Podstawową czynnością służb ruchowych wszystkich szczebli po wystąpieniu katastrofalnej awarii systemowej jest identyfikacja stanu systemu oraz sprawdzenie systemów łączności ruchowej. Działania przygotowawcze prowadzone są równolegle przez służby dyspozytorskie wszystkich szczebli. Mają na celu szybkie uzyskanie warunków do zapoczątkowania procesu odbudowy i polegają na:

- wyizolowaniu elementów uszkodzonych,
- wyborze scenariuszy odbudowy systemu,
- przygotowaniu dróg rozruchowych.

Funkcje koordynacyjne działań przygotowawczych prowadzi ODM w uzgodnieniu z KDM i przy współdziałaniu ze służbami dyspozytorskimi OSR i wytwórców.

### Odbudowa źródeł wytwarzania

Najwyższym priorytetem OSP po wystąpieniu awarii katastrofalnej jest odbudowa źródeł wytwarzania (elektrowni, elektrociepłowni) w celu jak najszybszego przywrócenia zasilania odbiorcom końcowym.

W tym celu należy:

- przygotować drogi elektryczne do podania energii rozruchowej od źródeł tej energii do elektrowni uruchamianych,
- uruchomić źródła energii rozruchowej,
- podać napięcie do elektrowni uruchamianych i uruchomić jednostki wytwórcze wykorzystując opracowane i uzgodnione scenariusze.

Stacje biorące udział w odbudowie powinny mieć zapewnione zasilanie potrzeb własnych. Wybór jednego ze scenariuszy uzgadnia dyspozytor ODM z DIRE w zależności od sytuacji zastanej po awarii.

### Tworzenie wysp obciążeniowych

Po uruchomieniu jednostek wytwórczych następnym procesem jest tworzenie wysp obciążeniowych zgodnie z rozpoznanymi wcześniej możliwościami poszczególnych źródeł zasilania.



W ramach zasad ogólnych dopuszcza się jednorazowo załączać odbiór nie większy niż 5% mocy znamionowej wszystkich bloków pracujących na wyspie. O załączeniu kolejnego obciążenia każdorazowo decyduje DIRE elektrowni, będący w stałym kontakcie z właściwym organem dyspozytorskim. Poszczególne JWCD w El. „Łaziska” przystosowane są do jednorazowych skoków mocy rzędu 10%Pn co 10 minut, tzn. o 12 MW dla bl. nr 2 oraz o 20 MW dla bl. nr 9 – 12.

Zakłada się, że częstotliwość wyspy powinna mieścić się w granicach od 49 do 51 Hz, napięcie nie powinno przekraczać 10% napięcia znamionowego dla sieci 110 kV i 220 kV lub 5% dla sieci 400 kV, natomiast trwała rezerwa wirująca mocy urządzeń wytwórczych zasilających wyspę nie powinna być mniejsza niż 20%.

Wyspy obciążeniowe tworzy się aż do obciążenia bloków przynajmniej mocą bliską ich minimum technicznemu. Nie zaleca się synchronizacji do wyspy jednostek wytwórczych nieobciążonych, lecz w stanach szczególnych (stan pracy urządzeń wytwórczych) synchronizację nieobciążonego bloku do wyspy można dopuścić, gdy obciążenie wyspy wynosi przynajmniej 30% sumy mocy znamionowych bloków pracujących w wyspie, łącznie z blokiem synchronizowanym. W przypadku pracy równoległej kilku bloków na jedną wyspę obciążeniową wszystkie jednostki wytwórcze powinny pracować w trybie regulacji prędkości obrotowej z jednakowo nastawionym statyzmem. Szczegółowe warunki pracy bloków w obrębie wyspy ustala dyspozytor ODM (np.: jedna z elektrowni na wyspie jest wiodąca w stosunku do pozostałych i tylko jej jednostki będą regulować częstotliwość).

#### Synchronizacja fragmentów KSE (wysp obciążeniowych)

W ramach realizacji procesu odbudowy należy dążyć do w miarę szybkiej synchronizacji powstających wysp tworzonych z pojedynczych jednostek wytwórczych tak, aby uniknąć powstania dużej liczby pracujących asynchronicznie wobec siebie wysp obciążeniowych.

Jak wykazały doświadczenia innych systemów elektroenergetycznych dotkniętych awariami katastrofalnymi, często próby synchronizacji wysp jednomaszynowych kończyły się niepowodzeniem. Łączenie do pracy równoległej niewielkich fragmentów systemu stwarza bowiem warunki trudniejsze niż synchronizacja bloku do sieci sztywnej i będzie wykonywane na stacjach, na których w normalnym ruchu systemu takie operacje nie są realizowane. Między innymi z tego powodu zaleca się, aby stacje, na których przewiduje się synchronizację fragmentów KSE w warunkach odbudowy, były wyposażone w urządzenia do kontroli synchronizmu. W El. „Łaziska” operacja taka jest możliwa na sprzęgłe rozdzielni RS110 kV Łaziska.

Synchronizacja asynchronicznie pracujących wysp jest możliwa po spełnieniu odpowiednich warunków dotyczących różnicy częstotliwości i napięć (modułów i kątów).

#### Zakończenie procesu odbudowy

Proces odbudowy KSE uważa się za zakończony, jeżeli zostaną spełnione następujące warunki:

- KSE będzie pracował synchronicznie z systemem UCTE, a wszystkie technicznie sprawne linie międzynarodowe NN (łącznie KSE z UCTE) zostaną załączone,
- regulator centralny będzie funkcjonował poprawnie,
- zostanie załączonych min. 90% elementów KSE pracujących przed wystąpieniem awarii katastrofalnej.

Zakończenie procesu odbudowy KSE nie jest równoznaczne z zakończeniem stanu awarii katastrofalnej.

Zakończenie stanu awarii katastrofalnej ogłasza OSP w chwili, gdy możliwe będzie prowadzeniu ruchu KSE zgodnie z normalnymi procedurami.

#### Podsumowanie

Przed awarią systemową, czyli inaczej blackoutem, nie możemy się niestety w pełni zabezpieczyć, ale można podjąć działania mające na celu ograniczenie możliwości wystąpienia tego typu zdarzeń, przygotować jednostki wytwórcze do obrony systemu przy zmianach napięcia i częstotliwości, a w przypadku wystąpienia awarii zminimalizować jej skutki i umożliwić, aby system elektroenergetyczny w krótkim czasie wrócił do normalnej pracy.

Prace związane z dostosowaniem jednostek *Elektrowni „Łaziska”* do świadczenia usługi systemowej ochrony i odbudowy KSE rozpoczęto już w zasadzie przygotowując się do wejścia w nowe tysiąclecie (problem Y2k). W 2005 roku, po kilku blackoutach w energetyce światowej, działania te nabrały przyspieszenia. Po przeprowadzeniu wielu analiz i wykonaniu szeregu prób na poszczególnych jednostkach działania przystosowawcze zostały zakończone pomyślnie w pierwszej połowie 2007 roku. Z pierwszą próbą pozytywnej reakcji naszych jednostek na awarię systemową mieliśmy do czynienia w trakcie zakłócenia 4 listopada 2006 roku. Potwierdziła się słuszność podjętych działań.

#### Literatura

- [1] IRiESP
- [2] *Elektroenergetyka* nr 1, 2005(52)
- [3] „Procedury awaryjne w *Elektrowni Łaziska* dla obiektów technologicznych”
- [4] „Instrukcja prowadzenia *Elektrowni Łaziska* podczas obrony i odbudowy zasilania KSE”







inż. Bogusław Kocima  
specjalista ds. elektrycznych  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”



mgr inż. Tomasz Klistala  
specjalista ds. elektrycznych  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”



mgr inż. Krystian Karpeta  
specjalista ds. elektrycznych  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”

## Modernizacja układu zasilania elektrycznego

Historia *Elektrowni „Łaziska”* sięga początków elektroenergetyki w Polsce. Przez 90 lat swego istnienia elektrownia była wielokrotnie przebudowywana – zmianom ulegała liczba, wielkość i konfiguracja urządzeń wytwórczych oraz układów pomocniczych. Oczywiście jest fakt, że takim zmianom ulegały również wszystkie elementy układu elektrycznego.

Jednak zmiany układu elektrycznego dokonane w ciągu ostatnich kilkunastu lat nie były związane z budową nowych jednostek wytwórczych. Ich najważniejszym celem było uporządkowanie układu zasilania elektrycznego i dostosowanie go do współczesnych wymagań.

### Połączenia z systemem elektroenergetycznym

*Elektrownia „Łaziska”* wyprowadza energię do trzech rozdzielni sieciowych: *Łaziska* 110 kV, *Kopanina* 110 kV i *Kopanina* 220 kV.

Pierwsza z nich – *Łaziska* 110 kV jest własnością elektrowni i znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie bloków energetycznych. Rozdzielnia ta powstała w latach 40., a w latach 60. została zmodernizowana i rozbudowana. W latach 90. pola bloków 125 MW oraz transformatorów 25 MVA potrzeb ogólnych zostały wyposażone w aparaturę SF<sub>6</sub>.

Energia z bloków 225 MW wyprowadzona jest do zewnętrznych rozdzielni *Kopanina* 110 kV (bloki 9 i 10) i *Kopanina* 220 kV (bloki 11 i 12), wybudowanych na przełomie lat 60. i 70., jednocześnie z tymi blokami.

Układ wyprowadzenia mocy bloków 225 MW został uzupełniony o nietypowe urządzenie zwane mostem poprzecznym. W roku 1995 zbudowany został szynoprzewód trójfazowy na napięcie generatorowe 15,75 kV, którym można połączyć wyprowadzenie każdego z generatorów 9, 10, 11 lub 12 z dowolnym transformatorem blokowym.

Most poprzeczny już wielokrotnie był wykorzystywany, a korzyści wynikające z jego budowy trudno przecenić, gdyż umożliwia on pracę bloku w sytuacji potrzeby remontu transformatora blokowego lub zapotrzebowania mocy na innym poziomie napięcia sieciowego.



Rys. 1. Most poprzeczny wyprowadzenia mocy bloków 225 MW

### Układ zasilania przed zmianami

Układ elektryczny *Elektrowni „Łaziska”* przed modernizacją tworzył bardzo skomplikowany i mało przejrzysty obraz. Elektrownia była podzielona na dwa odrębne układy zasilania.

- „Stara część”, czyli bloki 120 MW oraz część potrzeb ogólnych, były zasilane poprzez 3 transformatory 60/6 kV z rozdzielni sieciowej 60 kV oraz jeden transformator 110/6 kV z rozdzielni sieciowej 110 kV *Łaziska*. Dla zasilania potrzeb bloków 120 MW istniały dwie podstawowe rozdzielnie 6 kV oraz jedna dla zasilania rezerwowych, natomiast dla potrzeb odpopielania, odzūżlania, nawęglania i gospodarki wodnej – dwie kolejne rozdzielnie 6 kV. Warto zaznaczyć, że urządzenia uzdatniania wody były zasilane z sieci 500 V.
- „Nowa część”, czyli bloki 200 MW, posiadała 2 zasilania potrzeb ogólnych z uzwojeń wyrównawczych autotransformatorów 220/110/15,75 kV, umieszczonych w stacji *Kopanina*, poprzez 2 transformatory 15,75/6 kV. Transformatory te zasilają rozdzielnię potrzeb ogólnych RO6, która przeznaczona była (i nadal jest) zarówno do rezerwacji zasilania wszystkich rozdzielni potrzeb własnych bloków 200 MW jak i zasilania urządzeń pomocniczych bloków 200 MW (nawęglanie, odzūżlanie).

Nie istniało bezpośrednie połączenie na poziomie 6 kV pomiędzy głównymi rozdzielniemi obu części. Nieliczne odbiory miały możliwość zasilania zarówno ze starej jak i z nowej części, ale przełączenia zasilania musiały odbywać się z przerwą napięciową, ze względu na różne grupy połączeń transformatorów w obu częściach układu zasilania.

### Uzasadnienie dla modernizacji układu zasilania

W latach 90. *Elektrownia „Łaziska”* stanęła przed koniecznością modernizacji układów zasilania elektrycznego potrzeb własnych i ogólnych. Konieczność zmian była spowodowana poniżej wymienionymi czynnikami.



1. Likwidacja sieci 60 kV i przestarzałej rozdzielni sieciowej 60 kV, z której zasilane były potrzeby ogólne „starej części” 120 MW
2. Wypowiedzenie warunków zasilania dla „nowej części” 200 MW ze strony PSE SA, ze względu na awarie auto-transformatorów 220/110/15,75 kV w stacji *Kopanina*.
3. Minimalizacja kosztów zakupu energii do zasilania potrzeb ogólnych.
4. Potrzeba stworzenia jednorodnego układu zasilania umożliwiającego wykorzystanie własnych źródeł zasilania.
5. Potrzeba wymiany wszystkich rozdzielni 6 kV (blokowych i ogólnych) ze względu na przekroczone parametry zwarciowe, zużycie aparatury i konieczność poprawy bezpieczeństwa obsługi.
6. Potrzeba wykonania niezawodnego układu zasilania dla budowanej Instalacji Odsiarczania Spalin metodą mokrą dla bloków 200 MW.



Rys. 2. Rozdzielnia 6 kV potrzeb własnych przed wymianą (typ GIPO)



Rys. 3. Rozdzielnia 6 kV potrzeb własnych po modernizacji

### Zmiany układu zasilania

Pierwszym krokiem modernizacji układu zasilania było opracowanie koncepcji docelowego układu, opartego na transformatorach 110/6 kV oraz 15,75/6 kV, zapewniającego pełne zapotrzebowanie mocy z dowolnego transformatora, z uwzględnieniem Instalacji Odsiarczania Spalin (IOS).

**Etap 1**, realizowany w latach 1993 – 1995, dotyczył modernizacji układu 6 kV potrzeb ogólnych. Zabudowano dwa nowe transformatory TRO1, TRO2 110/6 kV, o mocy 25 MVA każdy, produkcji *Elta Łódź* (obecnie *ABB*), zasilających rozdzielnię potrzeb ogólnych bloków 120 i 200 MW oraz rozdzielnię instalacji IOS. Transformatory te zostały przyłączone do zmodernizowanych pól rozdzielni sieciowej *Łaziska* 110 kV, co pozwoliło na likwidację wyeksploatowanej rozdzielni 60 kV oraz transformatorów 60/6 kV.

W ramach tego etapu wymieniono wyeksploatowane rozdzielnie 6 kV potrzeb ogólnych i potrzeb własnych bloków 120 MW (125 MW po modernizacjach).

W tym czasie uległy likwidacji dwie pomocnicze rozdzielnie 6 kV, szczytkowe sieci 500 V i 3x220 V. Budynek dawnej rozdzielni 60 kV mieści obecnie Muzeum Energetyki.

**Etap 2** realizowany był w latach 1996 – 2000. Zabudowano dwa wyłączniki generatorowe typu HEC-3 produkcji *ABB*, o prądzie znamionowym 12 kA na wyprowadzeniu mocy bloków nr 9 i 12 oraz zainstalowano dwa nowe transformatory TR3, TR4 15,75/6 kV, o mocy 20 MVA każdy, zasilających rozdzielnię instalacji IOS oraz rozdzielnię RO6 potrzeb ogólnych bloków 200 MW (225 MW po modernizacjach). Transformatory te włączono po stronie 15,75 kV do szynoprzewodów wyprowadzenia mocy generatorów bloków 225 MW nr 9 i 12.

W wyniku tych prac uległy likwidacji dwie linie kablowe o napięciu 15,75 kV służące do zasilania potrzeb ogólnych bloków 225 MW z uzwojeń wyrównawczych autotransformatorów sprzęgłowych 220/110/15,75 kV w stacji *Kopanina*.

Schemat układu zasilania po przeprowadzeniu zmian jest przedstawiony na rysunku 4.

Modernizacja układu zasilania wiązała się z wymianą wyeksploatowanych rozdzielnic, zarówno w układzie zasilania potrzeb ogólnych, jak i potrzeb własnych blokowych. Rozdzielnie potrzeb własnych były wymieniane sukcesywnie, razem z modernizacją bloków, w latach 1994 – 1999.

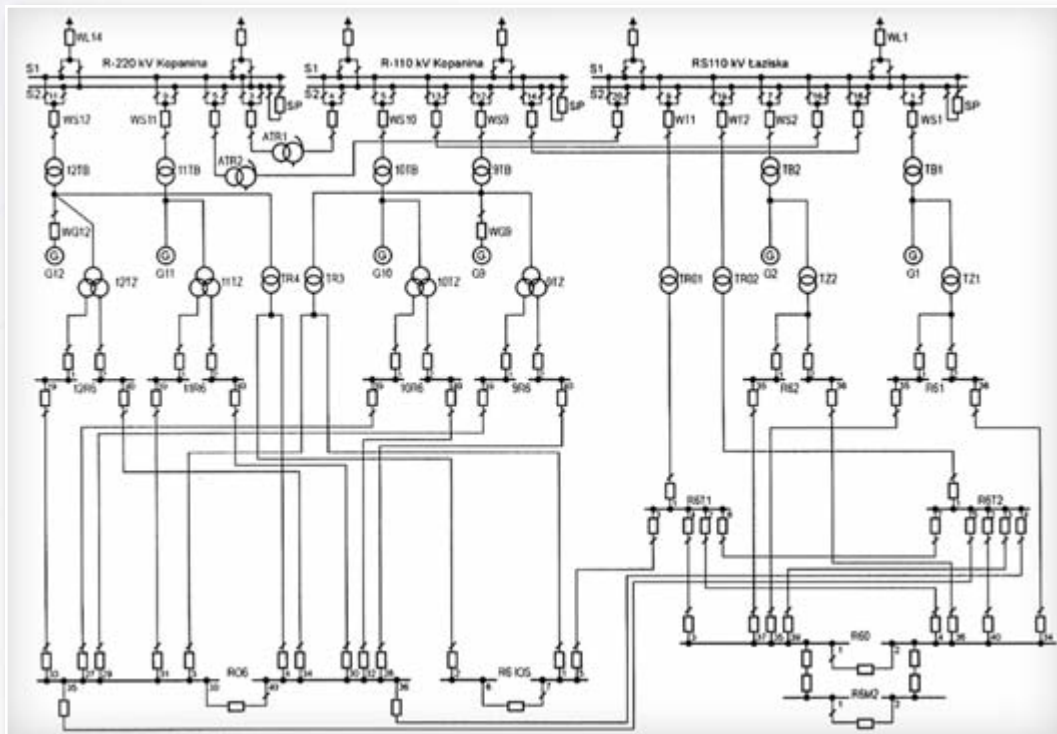
Zastosowanie znalazły rozdzielnice serii PREM-11, -12, -14 produkcji *Elektrobudowy SA*. Nowe rozdzielnice 6 kV zostały dobrane na warunki zwarciowe dla nowego układu, o prądzie zwarciowym 1-sekundowym 31,5 kA. Spełniają wymagania łukoochronności (wszystkie operacje łączeniowe dokonywane są przy zaryglowanych drzwiach) i łukoodporności (pole rozdzielnic podzielone jest na przedziały ograniczające działanie łuku elektrycznego do jednego przedziału). Pola rozdzielnic wyposażone są w klapy bezpieczeństwa zapewniające odprowadzenie gazów powybuchowych. W chwili wystąpienia zwarcia zabezpieczenie nadciśnieniowe powoduje wyłączenie danego pola w czasie nie dłuższym niż 10 ms.

Rozdzielnice wyposażone są w wyłączniki próżniowe typu VA 806 i 8016 produkcji *AEG* (obecnie *Areva*) oraz zabezpieczenia mikroprocesorowe typu PQ-721, PS 451, PS-431 produkcji *AEG*, oraz CZAZ serii M i T produkcji *ZEG-Energetyka Tychy*.

Przy okazji wymiany rozdzielni dokonano modernizacji głównych linii zasilających, aby zapewnić pełny przesył mocy. Zastosowanie znalazły kable w izolacji polwinitowej, prowadzone po ocynkowanych konstrukcjach kablowych. Pomieszczenia i trasy kablowe wyposażone zostały w system sygnalizacji pożarowej oraz instalacje gaśnicze.

W ramach prac modernizacyjnych w 1994 roku został zainstalowany nadrzędny system sterowania i wizualizacji SYDEL ze sterownikami Modicon produkcji *Technicon Gliwice*. System przeznaczony jest do sterowania aparaturą łączeniową rozdzielni 110 kV *Łaziska* oraz rozdzielni 6 kV potrzeb ogólnych.





Rys. 4. Uproszczony schemat wyprowadzenia mocy i zasilania rozdzielni potrzeb własnych bloków nr 1 i 2 oraz 9 – 12 i potrzeb ogólnych *Elektrowni Łaziska*

Rozdzielnie potrzeb własnych bloków 225 MW są wprowadzone do systemu sterowania, wizualizacji i pomiarów bloków Procontrol firmy ABB.

Ważnym elementem modernizacji były prace związane z zapewnieniem zasilania niezbędnych urządzeń na wypadek blackoutu. W ramach tych prac zainstalowano nowy agregat prądowórczy o mocy 460 kVA oraz wykonano odpowiednie połączenia z siecią 0,4 kV.

### Korzyści wynikające ze zmian układu zasilania

Zmiany układu elektrycznego przyniosły szereg korzyści wynikających z większej przejrzystości układu elektrycznego, wynikającej z kolei z wprowadzenia jednej grupy połączeń transformatorów oraz rezygnacji z nietypowych poziomów napięć.

Dwie podstawowe rozdzielnie układu zasilania potrzeb ogólnych (R60 i RO6) posiadają trójstronne zasilanie, co nabiera znaczenia w stanach awaryjnych, gdy poprzez odpowiednią konfigurację układu można zapewnić zasilanie potrzeb własnych i ogólnych z różnych źródeł.

W wyniku przeprowadzonych zmian osiągnięto większą elastyczność układu zasilania na wypadek blackoutu lub dużych pobliskich zakłóceń sieciowych, z powodu posiadania jednolitej, wewnętrznej, własnej sieci potrzeb ogólnych 6 kV, którą można zasilic z:

- szyn rozdzielni 110 kV Łaziska znajdującej się na terenie elektrowni, poprzez transformatory 110/6 kV (układ normalny),
- szynoprzewodów generatorów bloków nr 9 i 12, poprzez transformatory 15,75/6 kV (układ normalny),

- szyn rozdzielni 110 kV lub 220 kV stacji *Kopanina* (przy wyłączonych wyłącznikach generatorowych bl. nr9 i 12), poprzez transformatory blokowe 110/15,75 kV lub 220/15, 75 kV oraz transformatory potrzeb ogólnych 15,75/6 kV (układ awaryjny),
- rozdzielni 6 kV potrzeb własnych pracującego bloku energetycznego, który zdołał się utrzymać w pracy na potrzeby własne, jeżeli w warunkach blackoutu nie byłoby możliwości wykonania uzgodnień dotyczących wykorzystania szyn rozdzielni wysokiego napięcia, w celu zasilania potrzeb ogólnych *Elektrowni „Łaziska”*.

### Podsumowanie

Zainstalowanie nowych urządzeń znacząco poprawiło jakość zasilania, jego niezawodność, bezpieczeństwo obsługi, obniżenie kosztów remontowych, a także strat biegu jałowego transformatorów.

Modernizacja układu zasilania pozwoliła w pełni wykorzystać nowoczesne metody regulacji bloku energetycznego, umożliwiające jego utrzymanie się w pracy tylko na potrzeby własne (przy opalaniu kotła pyłem węglowym), aż do odbudowy systemu elektroenergetycznego.

Układ zasilania pracuje niezawodnie i bezawaryjnie. Spełnia wszystkie wymagania i założenia postawione przez *Elektrownię „Łaziska”* przed rozpoczęciem prac.



mgr inż. Jacek Ciesielski  
kierownik Działu Pomiarów,  
Modernizacji i Remontów  
*Energotechnika-Energozruch SA-Gliwice*



inż. Henryk Danielczyk  
kierownik Oddziału Przygotowania  
Nadzoru Kotłów i Urządzeń Pomocniczych  
*PKE SA Elektrowni „Łaziska”*



mgr inż. Tomasz Sojka  
specjalista techniczny ds. kotłów  
i urządzeń pomocniczych  
*PKE SA Elektrowni „Łaziska”*

## Wpływ niskoemisyjnego spalania na stan techniczny podzespołów kotłów eksploatowanych w Elektrowni

Kraje uprzemysłowione już wiele lat temu dostrzegły konieczność ograniczenia negatywnego wpływu przemysłu (w tym energetyki) na środowisko, wprowadzając dopuszczalne normy emisji zanieczyszczeń gazowych. Prekursorem wprowadzenia regulacji prawnych w tym zakresie była Japonia, która jako pierwsza już w lipcu 1970 r. przypisała gwałtowny wzrost zachorowań mieszkańców Tokio zanieczyszczeniem powietrza tlenkami azotu w postaci występujących smogów fotochemicznych.

W Polsce pierwsze działania zmierzające do dostosowania krajowych jednostek wytwórczych do standardów światowych w zakresie redukcji emisji NO<sub>x</sub> datuje się na początek lat 90. W latach 80. i wcześniejszych ograniczano się do separacji ze spalin wylotowych pyłu za pomocą elektrofiltrów. Obecnie członkostwo Polski w Unii Europejskiej zobowiązuje krajowych producentów energii elektrycznej do przestrzegania unijnych dyrektyw. Działania proekologiczne będące kilkanaście lat temu przejawem dobrej woli i inwestycją w przyszłość dla producentów energii, obecnie stają się koniecznością. Alternatywą są bowiem wysokie kary nakładane za przekroczenie dopuszczalnych stężeń i norm emisji zanieczyszczeń.

Pisząc o negatywnym oddziaływaniu na środowisko emitowanych do atmosfery tlenków azotu konieczne jest zdefiniowanie kilku podstawowych zagadnień.

### Mechanizm powstawania tlenków azotu

Podczas spalania paliw stałych, w tym węgla kamiennego, tlenki azotu tworzą się na dwa główne sposoby.

Pierwszym z nich są termiczne NO<sub>x</sub> powstające z połączenia azotu i tlenu zawartego w powietrzu.

Jest to cały zespół złożonych reakcji, które – jak sugeruje nazwa – zachodzą w wysokich temperaturach (powyżej 1400°C).

Drugą istotną grupę stanowią paliwowe NO<sub>x</sub>, które powstają w wyniku utlenienia azotu związanego chemicznie w paliwie. Temperatura reakcji jest znacznie niższa niż w przypadku termicznych tlenków azotu i wynosi ok. 900°C.

### Istota negatywnego wpływu na środowisko

W chemii środowiska przez tlenki azotu, ogólnie oznaczane jako NO<sub>x</sub>, rozumie się głównie dwa tlenki: NO i NO<sub>2</sub>. Największe zagrożenie dla środowiska stanowi ich równocząstkowa mieszanina, która w połączeniu z wodą tworzy kwas azotowy będący powodem obniżenia pH opadów z 7 do 5 – 6, a w regionach silnie zurbanizowanych i uprzemysłowionych nawet do 3. Efektem są tzw. kwaśne deszcze powodujące degradację środowiska i destabilizujące funkcjonowanie ekosystemów.

Ponadto tlenki azotu odgrywają główną rolę w cyklu procesów z udziałem związków organicznych prowadzących do powstawania wspomnianego smogu fotochemicznego, który objawia się podwyższonym stężeniem ozonu w dolnych warstwach atmosfery.

### Metody ograniczenia emisji tlenków azotu

Najbardziej elementarny podział określa sposób podejścia do zagadnienia. W przypadkach, w których, dzięki umiejętnie prowadzonemu procesowi spalania maksymalnie ograniczamy ilość tworzących się tlenków azotu – mówimy o tzw. metodach pierwotnych. Inaczej, kiedy dopuszczając do powstania NO<sub>x</sub> staramy się je na późniejszym etapie ze spalin wyeliminować – zmuszeni jesteśmy wówczas do skorzystania z jednej z tzw. metod wtórnych.

W praktyce zarówno w jednym, jak i drugim przypadku do pokonania jest wiele trudności. Będąca podstawą metod pierwotnych zmiana procesu spalania i wprowadzenie tzw. spalania niskoemisyjnego nie pozostaje bez wpływu na pracę całego kotła.

Natomiast metody wtórne polegające na oczyszczaniu spalin są znacznie kosztowniejsze i nastęrczają wiele problemów technicznych. Zastosowanie metod typu SCR (selektywna metoda katalityczna) lub SNCR (selektywna metoda niekatalityczna) wymaga daleko idących zmian konstrukcyjnych – zabudowy dodatkowych elementów w kotle, co nie zawsze jest możliwe dla istniejących obiektów.

### Istota rozwiązania opracowanego i eksploatowanego w PKE SA Elektrowni „Łaziska”

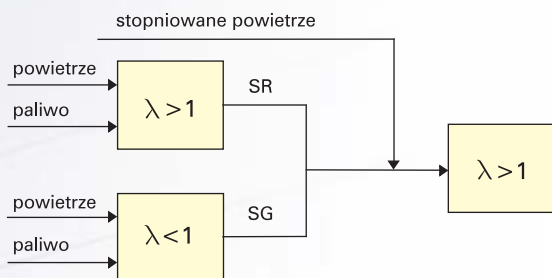
Dysponując konkretnymi urządzeniami, ale także wiedzą i doświadczeniem eksploatacyjnym kadra inżynierska Elektrowni „Łaziska” stanęła przed koniecznością dokonania wyboru jednej z możliwych dróg prowadzących do ograniczenia emisji NO<sub>x</sub>.

Biorąc pod uwagę fakt, że eksploatowane w „Łaziskach” kotły OP-380k powstały w latach 60., a kotły OP-650k w latach 70. ubiegłego wieku, podjęto decyzję o rozpoczęciu prac nad własną, możliwie najlepiej zoptymalizowaną do posiadanych jednostek technologią. Dzięki wykorzystaniu własnego potencjału oraz przy współpracy z Politechniką Śląską, firmą *Energotechnika-Energozruch SA* i innymi firmami branży energetycznej opracowano skuteczne rozwiązanie, które w chwili obecnej eksploatowane jest nie tylko w Elektrowni „Łaziska”, ale również w Elektrociepłowni Łódź, Elektrociepłowni Siersza, czy Elektrociepłowni Zofiówka.





Założenia układu oparte są na koncepcji stopniowania powietrza i paliwa w strugach o zróżnicowanej koncentracji.



Rys. 1. Zasada redukcji NO<sub>x</sub> poprzez stopniowanie powietrza i paliwa w strugach o zróżnicowanej koncentracji  
SR - struga rozrzedzona, SG - struga zagęszczona

Istota modernizacji polega na przebudowie i modyfikacji elementów układu paleniskowego, tak, aby doprowadzić do zmiany sposobu spalania w palenisku kotła, tworząc w nim spalanie strefowe, regulowane odpowiednio zaprogramowanym układem automatyki (UAR).



Rys. 2. Rozkład stref spalania w komorze paleniskowej kotła OP-650k w *Elektrowni „Łaziska”*

- Strefa spalania z niedomiarem tlenu: dolna części komory paleniskowej zasilana mieszkanką zagęszczoną (ok. 70 – 80% całości pyłu węglowego). Następujący tam proces spalania podstechiometrycznego ( $\lambda < 1$ ) skutecznie ogranicza ilość tworzonych NO<sub>x</sub>
- Strefa redukcji: środkowa strefa obejmująca górne rzędy palników pyłowych zasilana mieszkanką rozrzedzoną (ok. 20–30% najdrobniejszych frakcji pyłu węglowego). W tej części komory paleniskowej następuje redukcja powstałych w najniższej strefie tlenków azotu do azotu molekularnego (w warunkach niedoboru tlenu i w obecności paliwowych rodników CH<sub>x</sub> i NH<sub>x</sub>),
- Strefa dopalania: najwyżej położona strefa, w której następuje dopalenie niespalonych składników palnych (głównie CO) dzięki czemu do minimum ograniczona zostaje strata niepełnego spalania. Ta część procesu realizowana jest za pomocą zabudowanych na ścianie przedniej i tylnej dysz o regulowanym kącie wypływu, którymi doprowadzane jest powietrze OFA.

Zarówno jednostki OP-380k jak i OP-650k projektowane i konstruowane były jako konwencjonalne kotły pyłowe, w żaden sposób nieprzystosowane do spalania niskoemisyjnego.

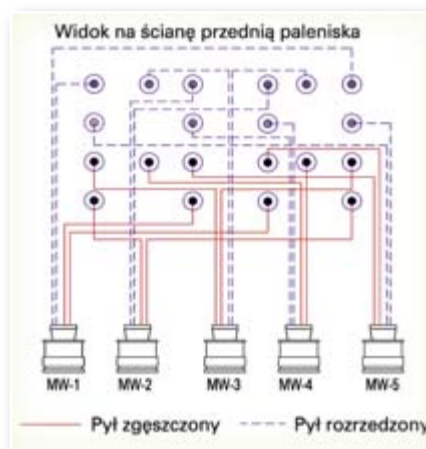
W celu wydzielenia w komorze paleniskowej opisanych stref spalania przebudowano lub zmodernizowano następujące układy i podzespoły:

- młyny węglowe – wprowadzone w części wylotowej odsiewacza zmiany konstrukcyjne pozwoliły na wyprowadzenie z młyna dwóch rodzajów mieszanki różniących się koncentracją pyłu (ok. 70% w mieszance zagęszczonej i ok. 30% w mieszance rozrzedzonej);

- układ powietrza wtórnego – podlega największej przebudowie; zasadniczą zmianą jest konieczność zabudowy dodatkowych dysz OFA na ścianach przedniej i tylnej, za pomocą których do strefy dopalania doprowadzane jest ok. 15% całości powietrza wtórnego;

- palniki pyłowe mieszanki rozrzedzonej – wyeliminowane lub zmienione zostały elementy regulacyjne po stronie zasilania palników powietrzem wtórnym;

- układ pyłoprzewodów – przeprowadzona adaptacja ma na celu wprowadzenie mieszanek o wymaganej koncentracji do odpowiednich stref spalania; bez zmian pozostają natomiast zasadnicze parametry geometryczne pyłoprzewodów, tj. średnice i długości.



Rys. 3. Układ zasilania mieszanką pyłowo – powietrzną palników kotła OP-650 w *Elektrowni „Łaziska”*

Możliwości zastosowania opisywanej technologii nie ograniczają się wyłącznie do kotłów z frontowym układem palników. Opracowano kompleksowe rozwiązania pozwalające analogicznie modernizować paleniska kotłów ze spalaniem przeciwnym i narożnikowym, współpracujące z różnymi typami młynów.

### Diagnozowanie stanu technicznego podzespołów kotłów w celu określenia zagrożeń związanych ze zmianą technologii spalania

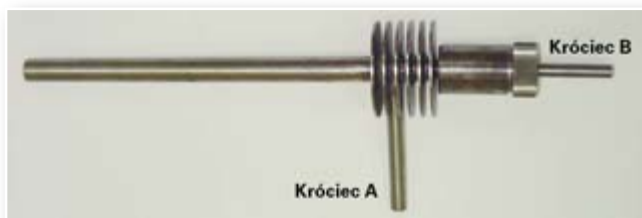
Spalanie niskoemisyjne, korzystne z punktu widzenia obniżenia emisji tlenków azotu, nie pozostaje bez wpływu na stan techniczny podzespołów kotła. Głównym problemem, który pojawił się wraz z upowszechnieniem technik spalania przy obniżonym nadmiarze powietrza jest intensyfikacja procesów korozji rur tworzących ściany komór paleniskowych. Korozja ta najczęściej dotyczy obszarów w pobliżu pasa palnikowego, a jej względna szybkość dochodzić może do 600 nm/h (normalnie kilka nm/h). Z dotychczas prowadzonych badań wynika, że mechanizm korozji niskotlenowej,



a ściślej wysokotemperaturowej w atmosferze redukującej prawdopodobnie jest wypadkową dwóch zjawisk: wysokotemperaturowej korozji siarczanowo-siarczkowej oraz wysokotemperaturowej korozji chlorkowej.

Problemy tego typu w mniejszym bądź większym stopniu dotyczą wszystkich kotłów eksploatowanych w *Elektrowni „Łaziska”*. W celu analizy zjawiska korozji w atmosferze redukcyjnej, a w dalszej perspektywie podjęcia skutecznych działań zapobiegawczych, konieczne jest pozyskanie informacji o składzie spalin w rejonie warstwy przyściennej ekranów komory paleniskowej.

W *Elektrowni „Łaziska”* na wybranych kotłach pomiary takie funkcjonują i realizowane są za pomocą zespołu sond pomiarowych zabudowanych w obszarach paleniska zagrożonych wystąpieniem korozji niskotlenowej. Sam pomiar polega na zassaniu przez analizator próbki spalin z bezpośredniego sąsiedztwa ściany ekranu komory paleniskowej, a następnie określeniu procentowego udziału w spalinach CO i O<sub>2</sub> (których stężenia informują o ewentualnym wystąpieniu atmosfery redukcyjnej). Co istotne, sondy zaprojektowano i skonstruowano w taki sposób, aby w przeszłości istniała możliwość prowadzenia pomiarów w sposób ciągły.



Rys. 4. Sonda do poboru spalin z warstwy przyściennej parownika

Króciec A – powietrzny, służy do ochrony sondy przed spalaniem poprzez podawanie powietrza chłodzącego (powietrze jest odcinane tylko na czas pomiaru)  
Króciec B – pomiarowy, służy do poboru próbki spalin

Wystąpienie atmosfery redukcyjnej, choć nie determinuje pojawienia się korozji jest wyraźnym sygnałem, że istnieje duże prawdopodobieństwo jej wystąpienia. Należy wówczas zwrócić szczególną uwagę na stopień zużycia i stan powierzchni rur ekranowych w zagrożonych rejonach (przede wszystkim pasa palnikowego).

Ocena skali ewentualnych uszkodzeń polega na okresowych pomiarach grubości ścianek rur w zagrożonych rejonach. W „*Łaziskach*” pomiary tego typu prowadzone są w cyklu wyznaczanym przez kolejne remonty średnie i kapitalne. Taki dobór okresów międzypomiarowych wynika

z konieczności wykonania dużej ilości rusztowań w komorze paleniskowej, co jest zarazem kosztowne i czasochłonne.

Empiryczne potwierdzenie zależności pomiędzy składem spalin w warstwie przyściennej a intensyfikacją uszkodzeń korozyjnych można uzyskać np. zestawiając wyniki pomiarów stężeń CO i O<sub>2</sub> w spalinach z pomiarami grubości rur ekranów komory paleniskowej dla kotła OP-650k bloku nr 11.

Prowadzone w pierwszym kwartale 2002 roku pomiary stężeń CO i O<sub>2</sub> w spalinach dały alarmujące wyniki. Zarówno na ekranach bocznych jak i tylnym zaobserwowano rozległe obszary, w których stwierdzono występowanie atmosfery redukcyjnej (duże stężenia CO, przy niewielkich udziałach O<sub>2</sub>).

Kontynuując analizy składu spalin w warstwie przyściennej przy różnej konfiguracji układu paleniskowego wypracowano optymalne rozpyły strumieni powietrza i pyłu, które znacznie ograniczyły zagrożenie korozją niskotlenową.

Jednak porównując wyniki pomiarów grubości ścianki ekranu tylnego kotła bloku nr 11 z lat 2001 i 2003 (rys. 5) można zaobserwować, że zanim przeprowadzono regulację pracy paleniska dynamika zjawiska korozji wysokotemperaturowej była znaczna. Szacunkowe obliczenia względnej prędkości ubytku ścianki rur ekranu tylnego wykazały, że miejscami dochodziła ona do 83 nm/h (przy normalnej prędkości kształtującej się na poziomie kilku nm/h).

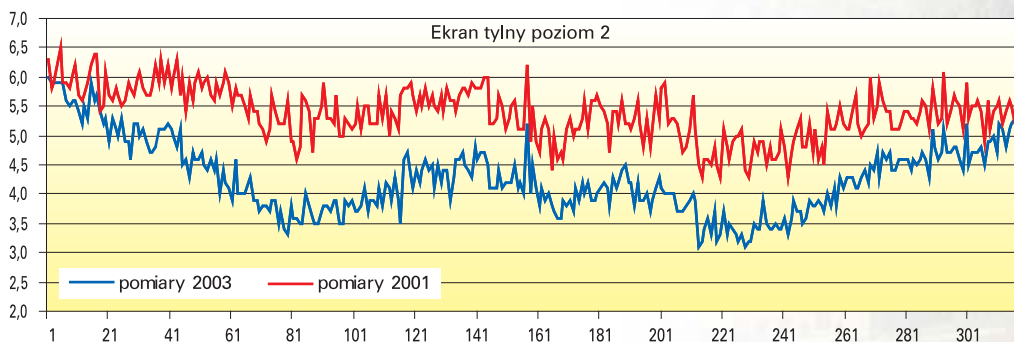
Zebrane do tej pory informacje wskazują, że spośród systemów niskoemisyjnego spalania jednym z najbardziej perspektywicznych jest układ ze stopniowaniem powietrza i paliwa w strugach o zróżnicowanej koncentracji, na którym oparte jest m.in. rozwiązanie opracowane i eksploatowane w *Elektrowni „Łaziska”*. Z jednej strony posiada ono znaczną rezerwę w zakresie dalszego obniżenia emisji NO<sub>x</sub>, z drugiej przy obecnych limitach dzięki odpowiedniej regulacji układu paleniskowego (różnicowanie strumieni powietrza i paliwa w poszczególnych palnikach) stosunkowo najmniej uszkadza ekrany.

### Charakterystyka działań zmierzających do dostosowania poziomu emisji NO<sub>x</sub> do nowych wymagań ekologicznych

Wstąpienie Polski do Unii Europejskiej przyniosło kolejne wyzwania w zakresie redukcji emisji tlenków azotu.

Obecnie uzyskiwane poziomy emisji z kotłów energetycznych typu OP-650k zainstalowanych w *Elektrowni „Łaziska”* wynoszące 450-540 mg/m<sup>3</sup> już w roku 2008 okażą się niewystarczające.

Jak wcześniej wspomniano kotły eksploatowane w „*Łaziskach*” posiadają jeszcze znaczną rezerwę w zakresie ograniczenia powstawania tlenków azotu. Skorzystanie z tych rezerw wymaga jednak wprowadzenia kolejnych zmian konstrukcyjnych w układzie paleniskowym.



Rys. 5. Porównanie wyników pomiarów grubości ścianki rur przeprowadzonych na ekranie tylnym komory paleniskowej kotła bloku nr 11 w latach 2001 i 2003





Pierwsze prace adaptacyjne w tym kierunku przeprowadzono podczas remontu średniego kotła OP-650k bloku nr 12 w czerwcu br. Zgodnie z opracowaną wcześniej koncepcją wykonano:

- linalizację klap powietrza wtórnego palników pyłowych I i II rzędu w celu poprawy regulacyjności układu,
- zabudowę na palnikach pyłowych I i II rzędu elementów poprawiających skuteczność mieszania produktów spalania,
- zmiany konstrukcji dyszy zrzutowej III rzędu,
- modyfikację układów regulacyjnych młynów węglowych w celu zmiany koncentracji mieszanek pyłowo – powietrznych,
- zabudowę dodatkowych wysokociśnieniowych dysz OFA z przodu kotła poprawiających skuteczność dopalenia produktów spalania.

Po zakończeniu remontu i przekazaniu obiektu do eksploatacji planowane jest wykonanie kompleksowych badań i diagnostyki kotła w różnych stanach pracy.

Doświadczenia uzyskane podczas remontu średniego bloku nr 12 posłużą jako punkt wyjścia do wypracowania docelowych rozwiązań konstrukcyjnych, które w zoptymalizowanej postaci zostaną wykorzystane podczas remontu kapitalnego kotła OP – 650k bloku nr 11 w terminie 22 październik 2007 – 11 styczeń 2008.



**Marian Stachura**  
specjalista techniczny ds. turbin  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”

## Badania wiropądowe rur skraplaczy turbin

Metoda prądów wirowych należy do metod powierzchniowych, tzn. umożliwia wykrywanie najbardziej niebezpiecznych wad wychodzących na powierzchnię lub leżących blisko powierzchni, takich jak: pęknięcia, przyklejenia, zawalcowania, łuski. Może być wykorzystywana do porównania materiałów. Stosowana do materiałów magnetycznych i niemagnetycznych.

Badaniu tą metodą mogą być poddane tylko te materiały, które przewodzą prąd elektryczny. Badanie metodą prądów polega na wytworzeniu w warstwie powierzchniowej badanego obiektu prądów wirowych w obszarze oddziaływania na obiekt szybkozmiennego pola magnetycznego, wytwarzanego przez przetworniki indukcyjnościowe.

Diagnostyka wiropądowa rurek w urządzeniach wymiany ciepła jest jedną z kilku metod nieniszczących. Do rurki skraplacza wprowadzana jest sonda, która indukuje w materiale rurki prądy, a z oddziaływania pola elektromagnetycznego tych prądów na sondę można ocenić stan rurek. Spośród firm stosujących tę metodę można wyróżnić m.in. *Delta Test* i *Conco East*.

W *Elektrowni „Łaziska”* po raz pierwszy zastosowano tę metodę na bloku nr 12 w celu określenia stopnia ubytków grubości rurek skraplacza, w związku z planowanym remontem rekonstrukcyjnym i modernizacją turbozespołu.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono dużą ilość wad, co spowodowało konieczność podjęcia decyzji o pełnej wymianie rur, z zastosowaniem nowego gatunku MA 77z4r, w miejsce dotychczasowych MC 70.

W kolejnych latach, mając w perspektywie dalsze obniżenie normy emisji NO<sub>x</sub> do poziomu 200mg/m<sup>3</sup> konieczne będzie wprowadzenie ciągłego monitoringu składu spalin w warstwie przyściennej, a także zastosowanie jednego z rozwiązań prewencyjnych chroniących ekrany (powietrze osłonowe, napawanie rur środkami odpornymi na korozję).

### Literatura

- [1] Pronobis M., Modernizacja kotłów energetycznych, WNT, Warszawa 2002
- [2] Materiały własne *Energetyka - Energorozruch SA*
- [3] Materiały własne *PKE SA Elektrownia „Łaziska”*
- [3] Materiały konferencyjne „Przemysł kotłowy u progu XXI wieku” Jubileuszowa Konferencja Kotłowa, Szczyrk, 14 – 16 września 1999
- [4] Pronobis M., Ostrowski P., Kalisz S., Wejkowski R.: Praca badawcza: „Badania dla określenia wpływu warunków pracy paleniska kotłów *Elektrowni Łaziska* i *Siersza* na korozję wysokotemperaturową rur ekranowych”



Metoda wiropądowa stosowana była w elektrowni również na innych blokach (skrócony wykaz w dalszej części artykułu) w celu zlokalizowania również innych wad.

Wymienić tutaj można m.in: pęknięcia zmęczeniowe, ubytki korozyjne, erozyjne, wyszlifowane wgniecenia czy nawet różnice w błędnie zastosowanym gatunku materiałowym rur. Przyczyny takiego stanu rzeczy były na przestrzeni kilkudziesięciu lat różne, począwszy od błędów w procesie produkcyjnym i wadliwym składowaniu rur w magazynach, poprzez konieczność stosowania zasolonych wód kopalnianych, po uchybienia remontowo-eksploatacyjne w pierwszym okresie eksploatacji bloków.

W latach dziewięćdziesiątych zabudowano w układach skraplaczy instalacje do ciągłego oczyszczania rur kulkami gąbczastymi i filtry obrotowe na wlotach wody chłodzącej do skraplaczy. Złagodziło to w dużym stopniu problem wpływu jakości wody chłodzącej na stan skraplaczy i wyniki ich eksploatacji.

### Wykaz badań rur skraplaczy bloków 125 i 225 MW w latach od 1994 do 2006:

#### Badania rur skraplacza bloku nr 12 (1994 r.)

Badania rur skraplacza bloku zostały wykonane w niedługim okresie po modernizacji, polegającej na wymianie den sitowych, przegród i rur. Badania wykonano ze względu na występujące nieszczelności niektórych rur.

Wykonano badania 50% rur skraplacza z materiału MA 77z4r. Wymiary rurek Ø 25 x 1 i 26 x 1,5 mm. Wyniki bardzo dobre.

Wykryto nieciągłości jedynie w 48 rurkach. Część nieciągłości była położona od strony zewnętrznych ścianek rur. Głębokość niektórych ubytków przekraczała 60% grubości ścianki rur. W niektórych rurach wykryto wgniecenia. Nieszczelności mogły wynikać z perforacji ścianek rur, z powodu wytarcia i wgniecen ścianek rur przez kulki czyszczące.

#### Badania rur skraplacza bloku nr 9 (1997 r.)

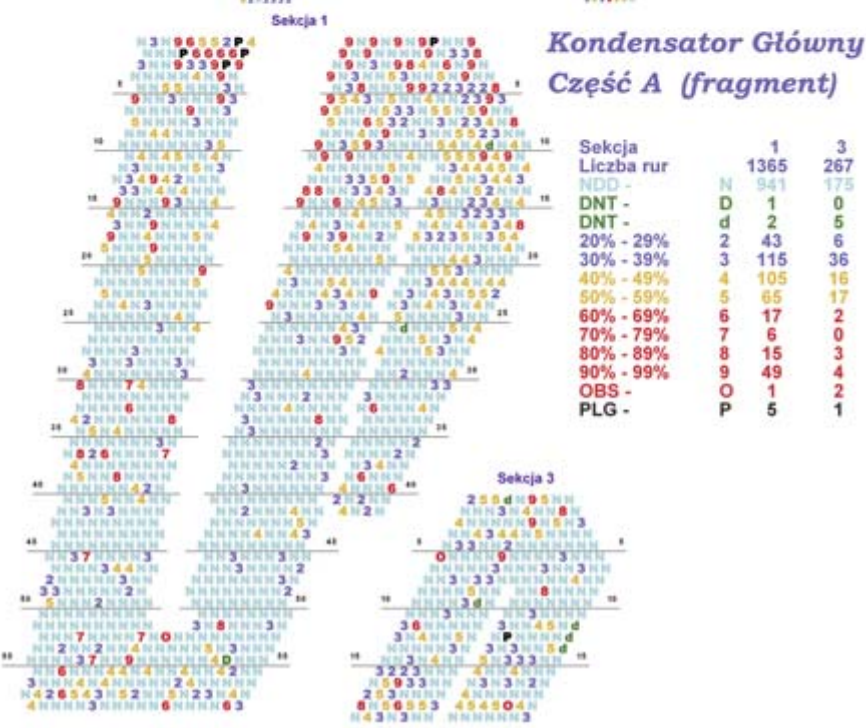
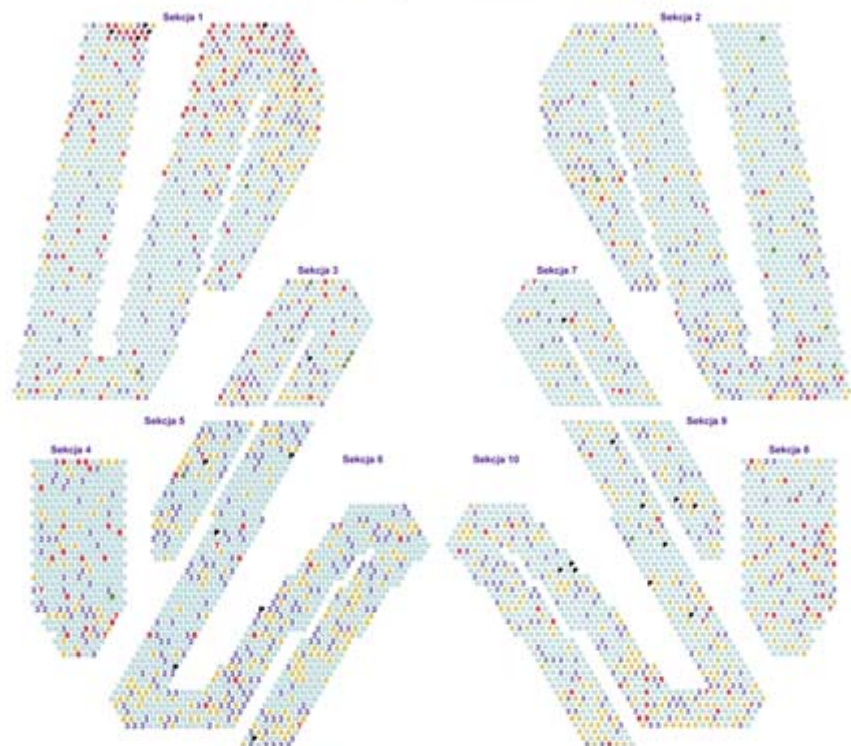
Badania rur skraplacza zostały wykonane w trakcie zakrojonej na szeroką skalę modernizacji tego bloku. Celem wyko-





## Elektrownia Łaziska S.A. BLOK TG-1 Część A

Widok na dno sitowe od strony dolotu-wylotu wody chłodzącej  
Stan we wrześniu 2006 Opracowanie: Conco East Sp. z o.o.



Rys. 1. Fragment mapy, na planie dna sitowego, przedstawiającej nieciągłości rur dwóch sekcji połówki A skraplacza bloku TG-1 w Elektrowni „Łaziska”. Mapa stanowi wynik nieniszczących badań diagnostycznych, metodą prądów wirowych

Objaśnienia oznaczeń:

N – nie wykryto nieciągłości lub wykryto nieciągłości o głębokości < 20 % G,

Głębokości nieciągłości:

2 – 20 - 29% G, 3 – 30 - 39% G, 4 – 40 - 49% G, 5 – 50 - 59% G,

6 – 60 69% G, 7 – 70 - 79% G, 8 – 80 - 89% G, 9 – 90 - 99% G,

D, d – wgniecenie (duże i małe), O – rura niedrożna,

P – rura zakończona, G – grubość ścianki rur

nania badań rur było upewnienie się, czy rury są w wystarczająco dobrym stanie, aby mogły bezawaryjnie pracować przez następne lata.

Wykonano wówczas badania wszystkich rur o wymiarach 30 mm x 1 mm. Zbadane rury skraplacza były wówczas w dość dobrym stanie.

### Badania rur skraplacza bloku nr 1 (1998 r.)

Badania rur skraplacza wykonano ze względu na to, że w kilka lat po jego zarurowaniu pojawiły się liczne nieszczelności w różnych miejscach dna sitowego.

Badaniu podlegało 100% rur skraplacza. Badania rur wykazały znaczną liczbę rur zawierających istotne uszkodzenia eksploatacyjne. W połówce A było około 6% rur, a w połówce B około 3% rur, w których wykryto ubytki o głębokości przekraczającej 60% grubości ścianki rur. W wielu rurach wykryto ubytki spowodowane korozją selektywną. Wystąpiła ona w rurach z mosiądźów M63 i M65, które zarurowano obok zamówionych rur z MA 73z4r. W 86 rurach wykryto wgniecenia.

Na podstawie wyników badań, metodą prądów wirowych, wymieniono ponad 600 rur, w których wystąpiły znaczne ubytki. Zapewniło to kilkuletnią, bezawaryjną pracę skraplacza.

### Badania rur skraplacza bloku nr 1 (2006 r.)

Wykonano badania rur skraplacza, gdyż w 8 lat po poprzednim badaniu diagnostycznym zaczęły się pojawiać nieszczelności rurek.

W 397 rurach skraplacza wykryto niebezpieczne dla szczelności rur ubytki o głębokościach przekraczających 60% grubości ścianki rur, wynoszącej 1,5 mm. Znaczną część spośród tych ubytków stanowiły ubytki rozległe. W 34 rurach wykryto wgniecenia.

### Podsumowanie

W związku z perspektywą dalszej długoletniej pracy bloków w Elektrowni „Łaziska” (w strategii PKE to lata 2017 – 2027), zachodzi potrzeba prowadzenia zarówno bieżącej, jak i długofalowej diagnostyki stanu technicznego skraplaczy. Ważnym fragmentem diagnostyki mogą być również badania wiroprądowe. W powiązaniu np. z badaniami materiałowymi mogą one pozwolić na pełną ocenę stanu technicznego skraplaczy w danej chwili. Ocena taka jest zazwyczaj wymagana w przypadku większej częstotliwości występowania nieszczelności rurek.





inż. Jan Bańczyk  
kierownik Wydziału Profilaktyki  
i Diagnostyki - główny specjalista  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”



inż. Janusz Kantor  
kierownik Oddziału  
Profilaktyczno-Technologicznego  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”



inż. Stanisław Myszor  
kierownik Oddziału Diagnostyki  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”

## Diagnostyka materiałowa, wibrodiagnostyka i termowizja w działalności remontowej Elektrowni

### Profilaktyka urządzeń ciepno-mechanicznych

Organizacja struktur wydziału profilaktyki przypada na lata 1965 – 1972. W polskich elektrowniach stworzono wtedy komórki, których zadaniem było prowadzenie badań na urządzeniach energetycznych. W wyniku reorganizacji energetyki

zaistniała konieczność wystąpienia do Urzędu Dozoru Technicznego o nadanie uprawnień do wykonywania badań na urządzeniach ciśnieniowych. Świadectwo Uznania Laboratorium Badawczego stopnia II nadane zostało Elektrowni przez Centralne Laboratorium Dozoru Technicznego w 1998 roku.

Z wejściem Polski do Unii Europejskiej wszystkie laboratoria badawcze posiadające uznanie UDT II stopnia zmuszone zostały do spełnienia wymagań PN EN ISO/IEC 17025. W myśl dyrektywy europejskiej 79/23/WE badania na urządzeniach ciśnieniowych mogą być wykonywane tylko przez kwalifikowany personel. Pracownicy wydziału skierowani zostali na specjalistyczne szkolenia, zakończone egzaminem certyfikacyjnym przed komisją UDT-CERT.

Obecnie pracownicy laboratorium posiadają indywidualne certyfikaty II i III stopnia dotyczące metod badań nieniszczących, na podstawie których mogą samodzielnie wykonywać lub nadzorować badania elementów w sektorach przemysłowych.

Elektrownia „Łaziska” po kilkuletnich staraniach uzyskała w 2001 roku decyzję UDT nr UC-09-82-N/1-01, uprawniającą do dokonywania napraw urządzeń ciśnieniowych oraz zbiorników bezcisnieniowych. Wydział Profilaktyki i Diagnostyki spełnia w tym procesie ważną rolę, szczególnie w zakresie dokumentacji i badań z tym związanych. Rozwój i znaczenie profilaktyki na urządzeniach technicznych w *Elektrowni „Łaziska”* zaobserwować można było zarówno w trakcie realizacji kompleksowych modernizacji podstawowych urządzeń elektrowni, jak i np. w czasie procesu przekazywania głównych rurociągów parowych łączących kocioł z turbiną pod nadzór UDT. Rozpoczęto wtedy tworzenie szerokiej bazy danych, która pozwoliła poszerzyć wiedzę o stanie technicznym urządzeń i układów objętych programem modernizacyjnym. W 2006 roku pozwoliło to na udokumentowanie i udowodnienie zasadności wydłużenia okresów międzyremontowych, zmniejszenia zakresów remontów, a tym samym możliwości osiągnięcia wymiernych efektów ekonomicznych przy równoczesnym podniesieniu poziomu bezpieczeństwa technicznego badanych urządzeń. Wynikiem tych działań było również uzyskanie pozytywnej opinii UDT na wykonywanie badań okresowych, tj: rewizji wewnętrznych i prób ciśnieniowych w cyklu wydłużonym z utrzymaniem spójności cykli w jednym czasie dla danego bloku energetycznego.





W zakresie działalności wydziału wynikającej z potrzeb elektrowni znalazły się:

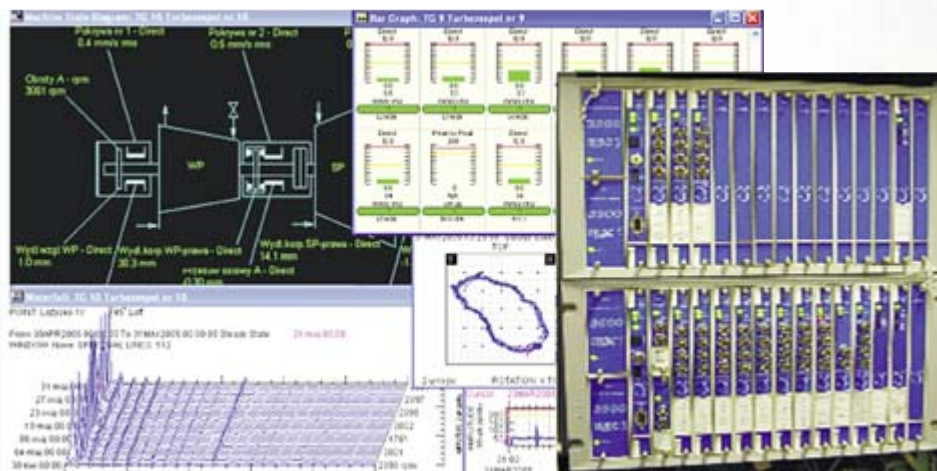
- organizacja, realizacja i nadzór nad prowadzeniem badań profilaktycznych i diagnostycznych, kontrolnych i jakościowych urządzeń produkcyjnych, ich podzespołów oraz części zamiennych, zgodnie z posiadanym uznaniem UDT II stopnia nr LB-085/09 oraz kryteriami normy PN-EN ISO/IEC 17025:2005;
- weryfikacja danych statystycznych dotyczących:
  - czasu pracy elementów w urządzeniach,
  - ilości i zakresów wymian elementów na nowe, modernizacji urządzeń,
  - awaryjności, lokalizacji uszkodzeń oraz napraw;
- kontrola i nadzór nad przestrzeganiem przepisów, norm oraz instrukcji eksploatacyjnych i remontowych;
- kontrola kompletności i aktualizacji dokumentacji technicznej maszyn i urządzeń.



## Wibrodiagnostyka

Wśród wielu czynników mających istotne znaczenie dla bezpiecznej i ekonomicznej eksploatacji maszyn i urządzeń ważną rolę odgrywa diagnostyka drganiowa, czyli wibrodiagnostyka. Diagnostyka drganiowa jest jedną z dziedzin tzw. metod bezinwazyjnych, tzn. nie zakłóca normalnego procesu produkcyjnego. Zastosowanie nowoczesnych przyrządów i aparatury pomiarowo-diagnostycznej umożliwiające bieżący pomiar, rejestrację i archiwizowanie w czasie rzeczywistym wielu parametrów pracy urządzeń umożliwia prowadzenie pogłębionych analiz ich stanu dynamicznego. Uzyskane w ten sposób informacje wzbogacają bazę danych technicznych w czasie pracy urządzeń, wspomagając ich ocenę i podejmowanie decyzji zapobiegających rozwojowi uszkodzeń i awarii oraz ułatwiających przygotowanie optymalnych zakresów rzeczowo-finansowych planowanych remontów maszyn.

Współczesna wibrodiagnostyka to wiele nowoczesnych metod pomiarowych i zminiaturyzowana aparatura pomiarowa oparta na mikroelektronice. W *Elektrowni „Łaziska”* stosowane są metody diagnostyki ciągłej (on-line) oraz okresowej (off-line). Diagnostyka ciągła zainstalowana została na czterech turbozespołach bloków 225/230 MW. Nowoczesna aparatura systemu nadzoru 3500 – czujniki, przetworniki, kasety mikroprocesorowe wraz z oprogramowaniem Data Manager 2000 amerykańskiej firmy *Bently Nevada* umożliwia ciągły nadzór stanu dynamicznego turbozespołu wraz z wysyłaniem sygnałów alarmowych i zabezpieczających. Na każdym turbozespośle zainstalowane są łącznie 34 czujniki do pomiarów drgań względnych i bezwzględnych, wydłużeń względnych, przesuwu osiowego wału turbiny, obrotów oraz wydłużeń kadłubów turbiny. Wielkości pomiarowe z czujników są przetwarzane i archiwizowane, umożliwiając prowadzenie analiz bieżących i długoterminowych. Za pomocą oprogramowania diagnostycznego możemy obserwować ruch środka wału w łożysku ślizgowym, czyli tzw. orbitę, analizę widma częstotliwości drgań, wykresy amplitudowo-częstotliwościowe, trendy krótko- i długoterminowe wraz z wieloma wykresami pomocniczymi. Część danych pomiarowych przesyłana jest drogą cyfrową do systemu prowadzenia bloku PROCONTROL. Pomiaru te umożliwiają operatorom prowadzenie bloku oraz wkomponowane są w układy zabezpieczeń turbozespołu. Specjaliści na bieżąco mogą śledzić i oceniać stan dynamiczny wybranych turbozespołów na stanowiskach operatorskich połączonych siecią komputerową z serwerami na blokach. Możliwe jest również przeglądanie danych archiwalnych zapisanych na płytach CD.



Widok kaset i przykłady diagramów wykorzystywanych w diagnostyce





Poprawne wyniki pomiarów zapewniają wysokiej klasy czujniki wraz z całym torami pomiarowymi. Bardzo ważny jest dokładny montaż i skalowanie torów pomiarowych – wykreślanie charakterystyk czułości czujników wraz z przewodami i przetwornikami. Fachowość i precyzja naszych wyszkolonych pracowników zapewniają odpowiednią dokładność pomiarów systemu monitorowania turbozespołu.

Urządzenia pomocnicze – wentylatory, pompy, sprężarki, przekładnie młynowe oraz silniki elektryczne nadzorowane są diagnostyką off-line. Pomiarów wibrodiagnostyczne (przemieszczenie, prędkość, przyspieszenie drgań, obwiednia) wykonywane są okresowo w ustalonych cyklach czasowych za pomocą aparatury przenośnej. Dla tych celów w *Elektrowni „Łaziska”* wykorzystywane są przyrządy firmy *Brüel & Kjaer* oraz najnowszy analizator VB3000 firmy *Commtest*. Zebrane wyniki pomiarów przekazywane są do odpowiedniej bazy diagnostycznej w komputerze. Specjalistyczne oprogramowania Sentinel oraz Ascent umożliwiają przegląd zarchiwizowanych pomiarów w postaci trendów, widm, itp.

Analiza diagnostyczna tych danych pozwala określić aktualny stan dynamiczny oraz niedomagania urządzeń, np. uszkodzenia łożysk, niewyważenie wirnika, nieosiowość linii wału, kawitację pomp.



Pomiary drgań urządzeń za pomocą analizatora przenośnego

Wykrycie i usunięcie niedomagań w odpowiednio szybkim czasie pozwala na bezpieczną i długotrwałą eksploatację urządzeń wirujących. Diagnostyka pozwala także na zdecydowane zmniejszenie liczby nagłych awarii, a nawet ich wyeliminowanie. Bazując na wynikach pomiarów maszynę można wcześniej wyłączyć i poddać naprawie, zanim wystąpi poważna awaria. Eliminacja systemu pracy „od awarii do awarii” przynosi konkretne efekty ekonomiczne, bowiem często wystarcza drobna regulacja, korekta luzów, poprawa geometrii ustawienia maszyny czy też stanu wyważenia układu wirującego, by doprowadzić ją do stanu normalnej sprawności technicznej.

### Wykorzystanie termowizji w diagnostyce urządzeń

Rozwój techniczny kamer na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat pozwolił na ich zmniejszenie do rozmiaru małych kamer przenośnych, a to umożliwiło wzrost wszechstronności ich zastosowań. W *Elektrowni „Łaziska”* diagnostykę urządzeń kamerą termowizyjną w szerokim zakresie zaczęto stosować od roku 2000, z chwilą zakupu kamery *ThermaCam 595* firmy *FLIR*. Profilaktycznymi badaniami termowizyjnymi objętych jest ok. 120 urządzeń elektrycznych,

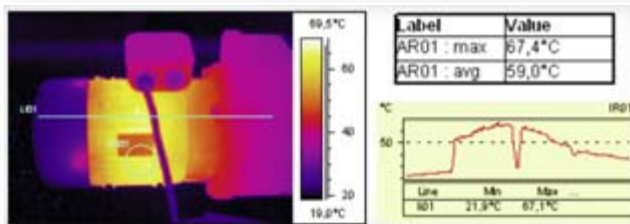
głównie rozdzielnie wysokich i niskich napięć, transformatory, układy wzbudzenia generatorów itp. Na każdym z tych obiektów występuje duża ilość połączeń prądowych i styków elektrycznych stanowiących potencjalne źródła zwiększonych rezystancji, a tym samym grzania się tych miejsc. Wczesne wykrycie miejsc o zwiększonej temperaturze umożliwia usunięcie usterek i zapobieganie większym uszkodzeniom.

Oprócz badań wykonywanych wg harmonogramów, bardzo często doraźnie wykonywane są pomiary temperatur silników, obudów łożysk, rozgrzewających się urządzeń mechanicznych nie objętych profilaktyką. Prowadzone są badania stanu izolacji cieplnej kotłów, rurociągów parowych, zaworów i turbozespołów. Często wykorzystuje się termowizję w poszukiwaniu nieszczelności parowych pod izolacjami cieplnymi.

Komputerowa analiza obrazów termograficznych umożliwia dokładną ich analizę pod względem wartości temperatury, zaznaczanie izoterm (obszarów o tej samej temperaturze) tworzenie tabel z wartościami temperatury w punktach lub obszarach oraz tworzenie wykresów.



Kilka przykładowych termogramów urządzeń elektrycznych z elementami o podwyższonych temperaturach (miejsca o jaśniejszej barwie).



Przykład analizy termograficznej

Obszar zastosowań kamer termowizyjnych nieustannie się rozszerza i dawno już wykroczył poza zakres związany bezpośrednio z problemami pomiaru temperatury przy urządzeniach elektrycznych i termoizolacji.



## Podsumowanie

Wejście Polski do struktur Unii Europejskiej spowodowało również szereg zmian w branży energetycznej. Z kolei próby integracji polskiej energetyki, wobec ostrej konkurencji ze strony energetyki zachodniej, przebiegają dotychczas zbyt opieszale. Skutkuje to dla nas tym, że musimy dokładać maksimum starań, by nasze urządzenia pracowały pod każdym względem na właściwym poziomie. Z tego też wynika ogromna rola bardzo dobrej diagnostyki i profilaktyki technicznej, nadążającej za wymogami współczesnej techniki. Sprawa ta jest o tyle ważna, że podstawowe urządzenia energetyczne w „Łaziskach” zostały wprowadzone w ostatnich latach w dużym stopniu zmodernizowane i zrekonstruowane, ale perspektywa ich pracy to lata 2017 – 2027.



inż. Tadeusz Szwerthaler  
kierownik Oddziału Profilaktyki  
Elektrycznej  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”

## Diagnostyka maszyn, urządzeń i instalacji elektrycznych

Moc dyspozycyjna *Elektrowni „Łaziska”* w dużej mierze zależna jest od działań profilaktyczno-diagnostycznych. Działania te mają na celu ograniczenie awaryjności maszyn, urządzeń i instalacji przez prawidłową ocenę ich stanu technicznego oraz podjęcie decyzji, co do dalszych działań zapobiegających ewentualnym awariom. Stan techniczny, na który mamy wpływ, określony jest warunkami eksploatacyjnymi, w jakich maszyny, urządzenia i instalacje pracują. Dodatkowo mamy do czynienia z czynnikami losowymi, które w jakimś stopniu wpływają na dyspozycyjność. Aby ograniczyć wpływ czynników losowych na dyspozycyjność elektrowni, decydujące znaczenie ma szybkość lokalizacji i usuwania awarii.



Rys. 1. Lokalizacja uszkodzenia kabla 6 kV generatorem udarowym

Najważniejsze bieżące potrzeby organizacyjno-techniczne w zakresie naszej diagnostyki, to między innymi:

- utworzenie przygotowywanej bazy informacyjnej w zakresie kompleksowego monitoringu stanu technicznego podstawowych urządzeń elektrowni,
- bliższa współpraca służb diagnostycznych poszczególnych elektrowni oraz firm i instytucji działających w tej dziedzinie,
- stałe poszerzanie wiedzy poprzez udział w szkoleniach, sympozjach i innych spotkaniach w zakresie szeroko rozumianej diagnostyki.

Problematyka ta znajduje pełne zrozumienie kierownictwa naszej firmy.



Zdecydowana większość badań diagnostycznych maszyn, urządzeń i instalacji elektrycznych oraz lokalizację uszkodzeń, które są przyczynami awarii, jest realizowana przez odpowiednie służby techniczne *Elektrowni „Łaziska”*, w tym przez Oddział Profilaktyki Elektrycznej.

Na początku każdego roku Oddział we współpracy ze specjalistami ds. elektrycznych tworzy harmonogramy badań poszczególnych maszyn, urządzeń i instalacji, zwracając szczególną uwagę na wymagane okresy sprawdzeń oraz przewidziane postoje i remonty na dany rok.

Badania diagnostyczne opierają się na:

- a) wynikach badań i pomiarów specjalistycznych podczas pracy lub postoju obiektów,
- b) wskazaniach i zapisie aparatury kontrolno pomiarowej,
- c) meldunkach personelu dyżurnego.

Większość badań odbywa się na stanowiskach pracy poszczególnych urządzeń. Oddział dysponuje dwoma stacjami prób, gdzie można przeprowadzić szczegółową diagnostykę:

- stacja wysokich napięć jest wyposażona w stanowiska pomiarowe 110 kV, 15 kV, 5 kV oraz generator udarowy o napięciu udaru do 16 kV,
- stacja prób silników jest wyposażona w płytę stalową o masie 13,8 t i dwa pola zasilające 6 i 0,4 kV wraz z układem sterowania.

### Zakres diagnostyki, jaka przeprowadzana jest w ramach profilaktyki elektrycznej

- Diagnostyka generatorów:
  - pomiar rezystancji izolacji uzwojeń stojana i wirnika,
  - pomiar rezystancji uzwojeń stojana i wirnika,
  - próby napięciowe uzwojeń stojana,
  - lokalizację uszkodzeń uzwojenia stojana i wirnika,
  - pomiary wzbudnic i prostowników wzbudzenia;
 Pomiary są wykonywane na stanowiskach pracy z wykorzystaniem takiej aparatury pomiarowej, jak: transformatory probiercze TP60 kV i TP30 kV, kilowoltomierz KVM100-B, mierniki rezystancji izolacji AD2025 i AD1050, cyfrowy mikrooomierz 2226.
- Diagnostyka transformatorów:
  - pomiar rezystancji izolacji uzwojeń,
  - pomiar rezystancji uzwojeń.
 Pomiary są wykonywane na stanowiskach pracy z wykorzystaniem takiej aparatury pomiarowej, jak: miernik rezystancji izolacji AD2025, cyfrowy mikrooomierz 2226, miernik małych rezystancji MMR-610.





- Diagnostyka silników:
  - pomiar rezystancji izolacji stojana,
  - pomiar symetrii elektrycznej i magnetycznej,
  - diagnostyka klatki wirnika na podstawie analizy widmowej prądu stojana,
  - diagnostyka klatki poprzez pomiar drgań silnika,
  - pomiary stanu łożysk,
  - pomiary drgań ogólnych silnika.

Pomiary są wykonywane na stanowiskach pracy oraz na stacji prób silników z wykorzystaniem takiej aparatury pomiarowej, jak: mierniki rezystancji izolacji AD2025 i AD1050, miernik małych rezystancji MMR-610, analizator mocy D6133XE, analizator drgań VIBROTEST 60. Ocenę stanu klatki silnika wykonuje się dla stanu ustalonego i jeżeli jest taka możliwość – dla stanu nieustalonego pracy silnika. Warto nadmienić, iż zarówno do analizy widmowej prędkości drgań, jak i natężenia prądu wykorzystywany jest wspomniany miernik drgań VIBROTEST 60.

- Diagnostyka urządzeń i aparatów rozdzielczych oraz sprzętu pomocniczego:

- a) badanie rozdzielnic, szaf kablowych, skrzynek przyłączeniowych;
- b) badanie diagnostyczne łączników
  - pomiar czasów własnych,
  - pomiar czasów niejednoczesności,
  - pomiar rezystancji torów prądowych,
  - pomiar stanu próżni;
- c) diagnostyka przekładników prądowych i napięciowych
  - pomiar rezystancji izolacji,
  - próby napięciowe;
- d) badanie sprzętu elektroizolacyjnego.

Pomiary są wykonywane na stanowiskach pracy oraz na stacji wysokich napięć z wykorzystaniem takiej aparatury pomiarowej, jak: kilowoltomierz KVM100-B, mierniki rezystancji izolacji AD2025 i AD1050, stanowiska pomiarowe 110 kV, 15 kV i 5k V, cyfrowy wymuszalnik prądu EMEX400DC, miernik niejednoczesności MND-12, mostki TMW5 i TMT5.

- pomiary ochron przeciwporażeniowych i odgromowych oraz natężenia oświetlenia:

- pomiar pętli zwarcia,
- badanie zabezpieczeń różnicowo-prądowych,
- pomiar uziemień ochrony przeciwporażeniowej i odgromowej,
- pomiar rezystywności gruntu,
- pomiar natężenia oświetlenia awaryjnego, miejscowego i ogólnego.

Pomiary są wykonywane na obiektach i stanowiskach pracy z wykorzystaniem takiej aparatury pomiarowej, jak: mierniki instalacji elektrycznych MIE-500 i UNILAP 100E/XE, miernik rezystancji uziemień MRU-101, lukso-mierz L-100.

- lokalizacja uszkodzeń oraz wyznaczanie tras:

- lokalizacja uszkodzeń kabli i przewodów o dowolnej wartości napięcia,
- wytyczanie tras kabli, przewodów pod i bez napięcia oraz rurociągów,
- sprawdzanie zgodności i ciągłości faz.

Pomiary są wykonywane na obiektach i stanowiskach pracy z wykorzystaniem takiej aparatury pomiarowej, jak: zestaw do lokalizacji uszkodzeń kabli za pomocą generatora udarowego SEBA DYNATRONIC wraz z przystawką KABELLUX do określenia długości i miejsca uszkodzenia

kabla metodą echa sygnału, zestaw do lokalizacji RADIO-DETECTION i LKZ-700 wykorzystujący metodę sygnału radiowego.

Diagnostyka maszyn, urządzeń i instalacji elektrycznych jest ważnym elementem nowoczesnej eksploatacji, a właściwa diagnoza umożliwia eksploatację tych urządzeń z odpowiednim stopniem bezpieczeństwa i dyspozycyjności.



Rys. 2. Lokalizacja uszkodzenia kabla metodą sygnału radiowego

## Podsumowanie

Systemy ciągłego monitoringu wsparte nowoczesnymi pomiarami diagnostycznymi powodują zmniejszenie kosztów eksploatacji dzięki wydłużeniu czasu eksploatacji maszyn, urządzeń i instalacji elektrycznych, dostosowanie zakresu remontów do rzeczywistego zużycia poszczególnych podzespołów, utrzymanie optymalnej sprawności urządzeń oraz – co najważniejsze – wczesne wykrywanie stanów awaryjnych.

Dzięki zastosowaniu tych systemów możliwe jest utrzymanie optymalnego poziomu sprawności i dyspozycyjności urządzeń energetycznych. Dzieje się to dzięki temu, że wyżej wymienione systemy pozwalają na uzyskanie wysokiego poziomu wiedzy o eksploatowanych urządzeniach, określenie faktycznej oceny stanu technicznego.

Szeroko rozwinięta diagnostyka pozwala na tworzenie długoterminowych archiwów pracy poszczególnych urządzeń, dzięki czemu można podejmować trafne decyzje i działania eksploatacyjne.



mgr inż. Waldemar Guzy  
kierownik Wydziału Nawęglania  
PKE SA Elektrowni "Łaziska"

## Odnawialna energia z Elektrowni

Perspektywa wyczerpania się konwencjonalnych źródeł energii pierwotnej (węgiel kamienny, ropa naftowa, gaz ziemny) oraz względy ochrony środowiska sprawiły, że ludzie zaczęli poszukiwać alternatyw dla tych paliw. Zmiany klimatyczne okazały się na tyle niebezpieczne, że społeczność międzynarodowa zareagowała na nie konkretnymi postanowieniami: w 1992 roku podpisano Ramową Konwencję Narodów Zjednoczonych w Sprawie Zmian Klimatu, a w 1997 roku uzupełniono ją Protokołem z Kioto. Państwa – sygnatariusze obu dokumentów zobowiązały się dążyć do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych, zaś jednym ze sposobów osiągnięcia tego celu ma być zastępowanie kopalnych surowców energetycznych odnawialnymi źródłami energii.

Unia Europejska, poza międzynarodowymi dokumentami, przyjęła także własne postanowienia dotyczące energetyki odnawialnej. Jednym z nich jest opracowana w 1997 roku Biała Księga „Energia dla przyszłości – odnawialne źródła energii”. Założono w niej, że do roku 2010 udział odnawialnych źródeł energii (OZE) w bilansie energetycznym krajów członkowskich zwiększy się dwukrotnie i wyniesie 12%.

W ślad za przepisami unijnymi Sejm RP przyjął w 2001 roku Strategię Rozwoju Energetyki Odnawialnej - dokument przewidujący 7,5% udział OZE w bilansie energetycznym kraju w roku 2010 i 14% w roku 2020. Przyjęte zostały przez Sejm również inne dokumenty regulujące kwestie produkcji z OZE. Zgodnie z zapisami Rozporządzenia Ministra Gospodarki z 19 grudnia 2005 roku w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej oraz zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii, firmy realizujące dostawę energii elektrycznej do końcowych odbiorców zobligowane są do wytworzenia lub zakupu energii ze źródeł odnawialnych w ilości odpowiednio:

- w roku 2005 - 3,1% energii sprzedanej odbiorcom końcowym,
- w roku 2006 - 3,6% energii sprzedanej odbiorcom końcowym,
- w roku 2007 - 4,8% energii sprzedanej odbiorcom końcowym,
- w roku 2008 - 6,0% energii sprzedanej odbiorcom końcowym,
- w roku 2009 - 7,5% energii sprzedanej odbiorcom końcowym,
- w latach 2010/2014 - 9,0% energii sprzedanej odbiorcom końcowym.

Rozporządzenie to nakłada również inny obowiązek, a mianowicie, że w przypadku jednostek wytwórczych, w których spalana jest biomasa, do energii wytworzonej

w odnawialnych źródłach energii zalicza się energię elektryczną lub ciepło, o ile udział wagowy biomasy pochodzącej z upraw energetycznych lub odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz przemysłu przetwarzającego jej produkty, a także części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji, z wyłączeniem odpadów i pozostałości z produkcji leśnej, a także przemysłu przetwarzającego jej produkty, w łącznej masie biomasy dostarczanej do procesu spalania, wynosi nie mniej niż:

|             |        |
|-------------|--------|
| w roku 2008 | – 5%,  |
| w roku 2009 | – 10%, |
| w roku 2010 | – 20%, |
| w roku 2011 | – 30%, |
| w roku 2012 | – 40%, |
| w roku 2013 | – 50%, |
| w roku 2014 | – 60%. |

Polska energetyka odnawialna znajduje się dopiero na początku drogi wiodącej do uzyskania znaczącej pozycji w krajowym systemie zaopatrzenia w energię. Energia pozyskiwana z biomasy stanowi obecnie marginalne źródło, jednak uregulowania prawne, zarówno krajowe jak i unijne, nakładają na wytwórców energii konkretne zadania w tym zakresie.

Realizacja tych założeń uzależniona jest od intensyfikacji programów wdrażania stosowania różnych postaci biomasy, szczególnie w energetyce przemysłowej. Aktualny stan techniki i technologii w energetyce zawodowej i przemysłowej stwarza największe możliwości intensyfikacji energetycznego wykorzystania biomasy poprzez wdrażanie procesu jej współspalania z węglem.

Pierwsze próby współspalania biomasy w kotłach OP-650k w *Elektrowni „Łaziska”* rozpoczęto w 2004 roku. Z uwagi na brak instalacji do podawania biomasy przeprowadzono je na bazie gotowych mieszanek węgla ze zrębkami drewna. Gotowe mieszanki zawierały 10% biomasy. Następne próby przeprowadzono z wykorzystaniem prowizorycznego układu podającego biomasę na istniejący układ przenośników taśmowych, transportujących węgiel do zasobników przykotłowych bloków 225 MW.

W wyniku przeprowadzonych prób współspalania biomasy opracowany został projekt instalacji. Z uwagi na duży koszt konieczne było rozłożenie ciężaru finansowego i realizacji przedsięwzięcia na dwa etapy. Równoległe z pracami nad instalacją docelową trwały prace nad stworzeniem uproszczonego układu, spełniającego wszelkie wymagania. Po opracowaniu i uzyskaniu wszystkich pozwoleń przystąpiono do budowy instalacji uproszczonej.

Zgodnie z uzyskaną koncesją, *Elektrownia „Łaziska”* może współspalać w kotłach energetycznych bloków 225 MW biomasę w postaci zrębków drewna liściastego i iglastego o granulacji < 10 mm, bez udziału lepiszczy, o wartości opałowej w stanie roboczym od 7 MJ/kg do 18 MJ/kg oraz w postaci ścieru drzewnego o średnicy < 2 mm, nie zawierającego organicznych związków chlorowcopochodnych, metali ciężkich lub związków tych metali powstałych w wyniku obróbki drewna z użyciem środków do konserwacji lub powlekania drewna. Ścier nie może być wytwarzany z drewna pochodzącego z prac budowlanych lub rozbiórkowych. Przygotowanie mieszanki paliwa konwencjonalnego i biomasy może odbywać się w instalacji na terenie *Elektrowni „Łaziska”*, a udział wagowy biomasy w ogólnym strumieniu paliwa nie może przekraczać 10%. *Elektrownia* jest zobowiązana do przeprowadzania pomiarów parametrów paliw stosowanych do wytwarzania części energii elektrycznej uznawanej jako pochodzącej ze źródła odnawialnego.





Uproszczona instalacja podawania biomasy

Na instalację podającą biomasę składają się z następujące elementy:

- zbiornik biomasy z kratą wibracyjną i wygarniaczem (kratą przesuwną),
- przenośnik zgrzeblowy,
- przenośnik taśmowy,
- przesyp,
- zsuwnia dwudrogowa z zabudowaną instalacją zraszającą i próbobiornikiem,
- automatyczna waga przenośnikowa,
- waga samochodowa.

Zrębki dostarczane transportem samochodowym, rozładowane są bezpośrednio na utwardzony plac. Samochody przed rozładowaniem ważone są na wadze samochodowej. Na składowisku, na którym rozładowywane są zrębki, można złożyć jednorazowo ok. 200 ton biomasy. Zrębki są następnie przymowane przez ładowarkę kołową.

Zrębki za pomocą ładowarki kołowej są transportowane do zbiornika biomasy z kratą wibracyjną. Ze zbiornika są wygarniane za pomocą przenośnika zgrzeblowego, umieszczonego w dolnej jego części. Przenośnik zgrzeblowy podaje biomasę przez przesyp na przenośnik taśmowy, na którym biomasę jest ważona za pomocą automatycznej wagi przenośnikowej. Biomasa, zanim trafi do zbiorników przykotłowych

bloków 225 MW, ulega wymieszaniu z węglem na poszczególnych przesypach, znajdujących się na drodze transportu przenośnikami taśmowymi.

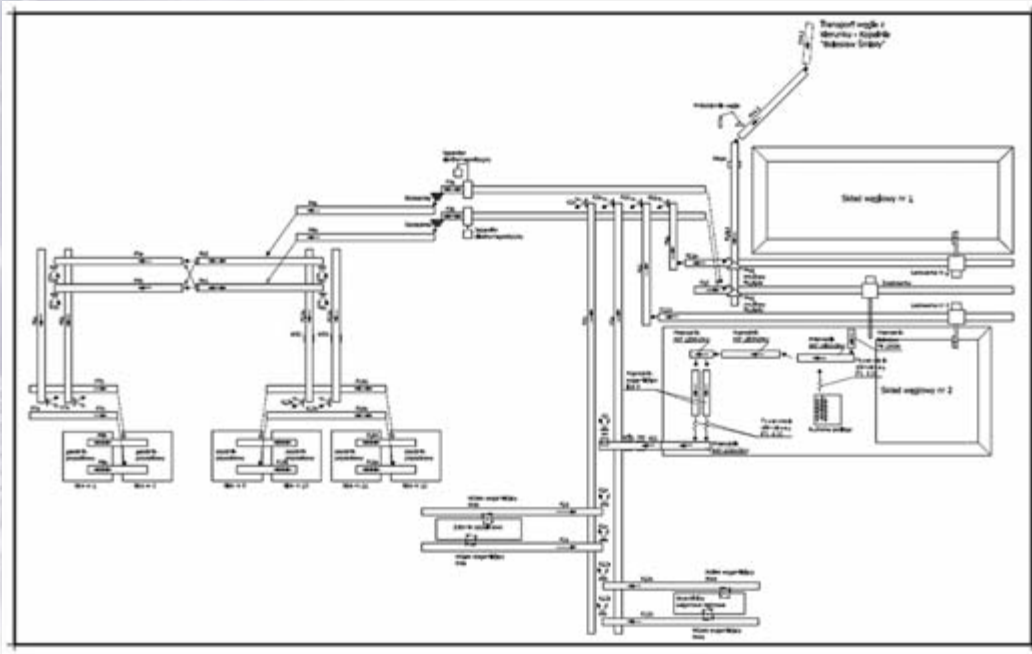
Na zsuwni zabudowana jest instalacja zraszająca oraz próbobiornik typu szufladowego. Każdy przesyp instalacji podającej biomasę wyposażony został w izotopowy czujnik zapelnienia przesypu.

Eksploatowana obecnie instalacja podawania biomasy jest instalacją uproszczoną. Chociaż jest ona kompletna, to posiada jednak znaczne ograniczenia i utrudnienia w eksploatacji. Z tego powodu trwają prace nad jej dalszą rozbudową wg przyjętych wcześniej założeń. Przewiduje się, że rozbudowa instalacji zostanie zakończona w drugiej połowie 2008 r.

Podstawowym założeniem planowanej obecnie rozbudowy jest doposażenie instalacji w takie urządzenia, które poprawią jej funkcjonalność, a więc jeden lub dwa zbiorniki magazynowe, przesiewacz i lej zasypowy wraz z łączącymi je przenośnikami. Poprzez rozbudowę spodziewane jest uzyskanie następujących korzyści:

- zwiększenie produkcji „energii odnawialnej”,
- uzyskanie równomiernej strugi biomasy,
- zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych związanych z obsługą instalacji,
- zwiększenie funkcjonalności, stabilności i regulacyjności instalacji w odniesieniu do bieżącej pracy bloków i rytmiczności dostaw biomasy,
- wyeliminowanie występujących obecnie niedomagań i uciążliwości, jak:
  - wyeliminowanie lub znaczne ograniczenie pylenia na ciągach transportowych aż do zbiorników węgla,
  - wyeliminowanie tzw. nadziarna poprzez przesiewanie biomasy,
  - wyeliminowanie wpływu warunków atmosferycznych na biomasę.

Od chwili rozpoczęcia współspalania w styczniu 2006 r., do końca II kwartału 2007 r. zużyła 95 443,49 Mg biomasy, co pozwoliło na wyprodukowanie 96 726,370 MWh energii elektrycznej odnawialnej. Średnie parametry spalanej do tej pory biomasy wynoszą: wartość opałowa – 9 540 kJ/kg, wilgotność – 43,32%.



Projekt pierwszego etapu rozbudowy instalacji docelowej



mgr inż. Tomasz Macura  
kierownik Oddziału Zabezpieczeń  
i Pomiarów Elektrycznych  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”



mgr inż. Ryszard Piecha  
kierownik Wydziału Wykonawstwa  
Remontów Automatyki  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”

## Modernizacje zabezpieczeń elektrycznych i układów wzbudzenia bloków 225 MW

W Elektrowni „Łaziska” w latach 1996 – 1999 przeprowadzono gruntowne modernizacje bloków nr 9 – 12 o mocy 200 MW, prowadzące do zwiększenia ich mocy do 225 MW. Zakres modernizacji objął między innymi wymianę wyeksploatowanych i pamiętających początki lat siedemdziesiątych przekaźników elektromechanicznych na nowoczesne i funkcjonalne zabezpieczenia cyfrowe. Modernizacji został poddany również pracujący od powstania bloków układ regulacji napięcia i wzbudzenia generatorów.

### Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa bloków 225 MW

Na zmodernizowanych w latach 1996 – 1997 blokach nr 10 i 11 zainstalowano zabezpieczenia cyfrowe firmy AEG. Zabezpieczenia zostały rozdzielone na dwa niezależne układy umieszczone w dwóch szafach. Dobór urządzeń, ich liczba, sposób zasilania oraz sposób dystrybucji impulsów wyłączających zapewniają praktycznie 100 procentowe rezerwowanie się zabezpieczeń dla wszystkich rodzajów zwarć i zakłóceń.

#### Specyfikacja urządzeń dla bloku nr 10 i 11

##### Szafa A

- zabezpieczenie generatora M3430 (produkcji firmy *Beckwith Electric*),
- zabezpieczenie różnicowe bloku PQ721 (AEG),
- zabezpieczenie nadprądowe GN transformatora potrzeb własnych PS441 (AEG),
- zabezpieczenie ziemnozwarciowe wirnika PG811 (AEG),
- zabezpieczenie do kontroli izolacji łożysk RIŁ-20 dla bloku 10 (*Energotest-Energopomiar*),
- mikroprocesorowy synchronizator SM-05 (*Kared Gdańsk*).

##### Szafa B

- zabezpieczenie generatora M3420 (*Beckwith Electric*),
- zabezpieczenie różnicowe transformatora potrzeb własnych TZ,
- PQ721 (AEG),
- zabezpieczenie ziemnozwarciowe lo str. GN transformatora blokowego PS441 (AEG).

Obwody wyjściowe przekaźników współpracują z diodowym dystrybutorem impulsów, umożliwiającym powielenie i rozdział impulsów z zabezpieczeń zainstalowanych w szafach

oraz wprowadzenie i rozdział impulsów z urządzeń zewnętrznych, tj. zabezpieczeń sieciowych, zabezpieczeń układu wzbudzenia oraz zabezpieczeń technologicznych. Przesyłanie impulsów wyłączających do urządzeń wykonawczych odbywa się dwoma torami: bezpośrednio i za pomocą wspomnianego dystrybutora. Dystrybutor oparty jest na matrycy diodowej, a jego programowanie polega na wkładaniu w odpowiednie miejsca diod kołków. Rozwiązanie to umożliwia prosty i przejrzysty sposób programowania poszczególnych torów wyłączających. Na drzwiach uchylnych zabudowana została kasetka sygnalizacyjna, odzwierciedlająca przy pomocy diod LED tor przesyłanych impulsów wyjściowych.

Modernizacje na bloków nr 9 i 12 zrealizowane w latach 1998 – 1999 wiązały się z zabudowaniem wyłącznika generatorowego i włączeniem na napięcie generatora dodatkowego transformatora dla zasilania instalacji odsiarczenia spalin. W związku z tym układ zabezpieczeń tych bloków różni od układu zabezpieczeń bloków nr 10 i 11. Zabezpieczenia rozdzielono na dwie grupy zapewniające praktycznie 100 procentowe rezerwowanie się zabezpieczeń podczas zwarć i zakłóceń.

#### Specyfikacja urządzeń dla bloków nr 9 i 12

##### Szafa A

- zabezpieczenie generatora GAMMA 2,
- zabezpieczenie różnicowe bloku DUOBIAS,
- zabezpieczenie ziemnozwarciowe Uo za wyłącznikiem generatora ARGUS 8,
- zabezpieczenie do kontroli izolacji łożysk RIŁ-20,
- mikroprocesorowy synchronizator SM-05.

##### Szafa B

- zabezpieczenie generatora GAMMA 4,
- zabezpieczenie różnicowe transformatora potrzeb własnych TZ DUOBIAS,
- zabezpieczenie różnicowe transformatora zasilania odsiarczenia TR DUOBIAS.

Zastosowane zabezpieczenia GAMMA zaoferowane przez firmę *Reyrolle* są odpowiednikami zastosowanych na blokach nr 10 i 11 zabezpieczeń M3430 oraz M3420.

Zastosowanie zabezpieczeń DUOBIAS pozwoliło zrealizować zabezpieczenia różnicowe bloku, TZ i TR, zwarciowe transformatorów TZ i TR, zerowo prądowe transformatora blokowego oraz sygnalizację przeciążenia TZ, TR i generatora.

Dodatkową zaletą zabezpieczenia DUOBIAS jest możliwość skonfigurowania 16 niezależnych wejść i wyjść, co pozwoliło na realizowanie cyfrowego dystrybutora impulsów z możliwością rejestracji.

W trakcie eksploatacji zabezpieczeń bloku wystąpiła konieczność doposażenia bloku w zabezpieczenie reagujące na poślizg biegunów wirnika. W latach 2001 i 2002 rozszerzono zabezpieczenia GAMMA 4 o wspomnianą funkcję, a przekaźniki M3420 na blokach nr 10 i 11 zastąpiono przekaźnikiem GAMMA 4.

Zastosowane na blokach cyfrowe zabezpieczenia posiadają bogate możliwości pomiarowe i rejestracyjne. Wielkości pomiarowe wyświetlane są na panelu miejscowego sterowania oraz na ekranie komputera w przypadku wykorzystania programu obsługi. Każde zabezpieczenie posiada rejestratory zdarzeń i zakłóceń zapamiętywane w wewnętrznej pamięci przekaźnika. Bogate możliwości zabezpieczeń pociągnęły za sobą wykonanie nadrzędnego systemu komunikacji z zabezpieczeniami dla każdego bloku.

System realizuje komunikację z wszystkimi typami zabezpieczeń zainstalowanych na blokach. Zabezpieczenia są połączone w sieć RS 485, która podłączona jest do standardowego komputera klasy PC. Komputer stacjonarny włączony jest w sieć zakładową, dzięki czemu informacje o pracy zabezpieczeń dostępne są na wybranych stanowiskach komputerowych.





System realizuje następujące funkcje:

- zbiera dane pomiarowe z zabezpieczeń i umieszcza je na serwerze,
- w przypadku zadziałania któregoś z zabezpieczeń system dokonuje automatycznie odczytu bufora zdarzeń i zakłóceń, zapisuje je w pliku i umieszcza na serwerze,
- dokonuje synchronizacji czasu w zabezpieczeniach zgodnie z czasem komputera,
- umożliwia dokonywanie zmian nastaw zabezpieczeń,
- wizualizuje pracę zabezpieczeń bloku (rys. 2) oraz zabezpieczeń pół rozdzielni 6 kV,
- zapisuje dane konfiguracyjne bieżące do pliku na serwerze.

Zmodernizowane bloki zostały wyposażone w cyfrowe rejestratory zakłóceń Amepol, które znacznie ułatwiają analizę wszelkiego rodzaju zakłóceń i nieprawidłowości w pracy bloku. Każdy blok wyposażony został w 4 rejestratory oraz koncentrator zapisujący dane z rejestratorów. Każdy rejestrator ma 8 wejść analogowych i 16 wejść dwustanowych. Włączenie koncentratora do zakładowej sieci komputerowej pozwala na przegląd rejestracji na wybranych stanowiskach.

Bogate oprogramowanie koncentratora dostarcza wielu narzędzi do analizy, takich jak:

- wyświetlenie wykresów zarejestrowanych przebiegów,
- analiza wartości chwilowych,
- wyświetlenie na jednym wykresie przebiegów z różnych rejestracji,
- wydruk rejestracji,
- chronologiczne zestawienie zmian sygnałów dwustanowych.

Obecnie w rejestratorze dokonuje się rejestracji prądu i napięcia wzbudzenia generatora, a dysk twardy koncentratora zastąpiono pamięcią typu Flash.

### Układy regulacji napięcia i wzbudzenia bloków 225 MW

Bloki 225 MW wyposażone były w układ wzbudzenia ze wzbudnicą prądu przemiennego 500 Hz i statycznym prostownikiem diodowym. Taki układ wzbudzenia zapewniał dobre właściwości regulacyjne. Wadę tego rozwiązania stanowiła podwzбудnica zasilająca regulator napięcia oraz sam regulator składający się ze wzmacniaczy magnetycznych – wymagający bardzo częstych przeglądów i regulacji. Podwzбудnica z uwagi na częste awarie mechaniczne była najsłabszym elementem układu wzbudzenia. W związku z tym, w trakcie szeroko zakrojonych wspomnianych prac modernizacyjnych, w miejsce regulatora ze wzmacniaczami magnetycznymi i podwzбудnicy zastosowano nowoczesny mikroprocesorowy regulator napięcia ETEF-200C oparty na tranzystorowych wzmacniaczach mocy wykorzystujących tranzystory IGBT. Wymiana regulatorów napięcia i modernizacja układów odwzbudzenia na poszczególnych blokach 225 MW połączona została z modernizacją prostowników wzbudzenia. W prostownikach zastosowano diody o wyższym napięciu pracy, co pozwoliło na likwidację ich połączeń szeregowych. Dzięki temu uzyskano bardzo wydajny, naturalnie chłodzony prostownik.

W skład zespołu regulatora napięcia ETEF-200C wchodzi dwa układy regulacji: cyfrowy układ regulacji automatycznej oraz rezerwujący go analogowy układ regulacji ręcznej.

Układ regulacji automatycznej wyposażony jest w następujące funkcje programowe:

- ogranicznik pojemnościowej mocy biernej,
- ogranicznik maksymalnego prądu stojana i wirnika,
- ogranicznik indukcji,
- ogranicznik pułapu wzbudzenia,
- stabilizator systemowy,
- kompensację prądową,



Rys. 1. Szafa A zabezpieczeń bloku nr 12



Rys. 2. Szafa B zabezpieczeń bloku nr 11 z komputerem systemu nadrzędnego

- układ zabezpieczeń regulatora,
- wewnętrzny rejestrator zakłóceń,
- samotestowanie.

Układ regulacji ręcznej jest rezerwowym układem dla regulacji automatycznej, wykorzystywanym w przypadku jej uszkodzenia. Jest on całkowicie niezależny od układu procesorowego. Nawet całkowita awaria procesora lub układów z nim związanych nie powoduje wyłączenia wzbudzenia, a jedynie przejście na regulację ręczną. Wszystkie funkcje sterujące są nadal dostępne, co zapewnia dużą niezawodność pracy.

Regulator wyposażony jest w panel operacyjny pozwalający na zmianę parametrów, pełni on funkcję rejestratora zdarzeń wyświetlając opisy zakłóceń i niesprawności oraz pokazuje aktualne wartości pomiarowe.

Regulator współpracuje z nadrzędnym systemem sterowania Procontrol oraz z układem regulacji napięcia i mocy biernej ARNE.

### Doświadczenia eksploatacyjne

W okresie ponad dziesięciu lat użytkowania zmodernizowanych układów zabezpieczeń i regulacji napięcia, nie stwierdzono nieprawidłowej pracy wspomnianych układów.

Wystąpiła tylko jedna niesprawność zasilacza zabezpieczenia na bloku nr 11. Przyczyną była zbyt duża reaktancja



Rys. 3. Szafa regulatora napięcia ETEF-200C

obwodów wejściowych wprowadzających do zabezpieczenia informacje o stanie położenia wyłącznika blokowego ze stacji *Kopanina* bezpośrednio ze styków pomocniczych. W celu uniknięcia w przyszłości podobnych sytuacji zastosowano przekaźniki pomocnicze zapewniające separację wejść zabezpieczenia od styków pomocniczych wyłącznika bloku.

Na bloku nr 9 doszło do jego wyłączenia przy zwarciu w zewnętrznej sieci 110 kV w wyniku zadziałania zabezpieczenia od przepięć w obwodach wzbudzenia. Wynikało to ze zbyt niskiego progu działania tego zabezpieczenia.

Po analizie zakłócenia podwyższono próg działania zabezpieczenia z 1,8 kV do 2,1 kV.



mgr inż. Ryszard Ryguła  
kierownik Oddziału Przygotowania  
i Nadzoru Turbin i Urządzeń Pomocniczych  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”



mgr inż. Radosław Fechner  
specjalista techniczny ds. turbin  
i urządzeń pomocniczych  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”

## Kompleksowe modernizacje turbin w Elektrowni

*Elektrownia „Łaziska”* posiada obecnie 6 turbin kondensacyjnych, w tym dwie typu TK120 (po modernizacjach oznaczane jako TK-125), zainstalowane w roku 1967, trzy turbiny typu TK200 oraz jedną 13K200 (po modernizacjach, w zależności od ich zakresu, oznaczane TK225, TK230 i 13K225), zainstalowane w latach 1970 – 1972. Każda z turbin przepracowała ponad 200 000 godzin (i ponad 1000 uruchomień z różnych stanów cieplnych), mimo to ich obecny stan

### Podsumowanie

Wprowadzenie w *Elektrowni „Łaziska”* na blokach 225 MW układów zabezpieczeń elektrycznych i regulacji napięcia opartych na technice cyfrowej dało wiele nowych możliwości, niespotykanych wcześniej w eksploatacji zabezpieczeń elektro-mechanicznych czy analogowych układów regulacji napięcia. Układy cyfrowe realizują funkcję samotestowania, dzięki czemu wzrasta ich niezawodność, gdyż pojawiające się uszkodzenia są wykrywane wkrótce po ich powstaniu.

Istotną cechą zastosowanych rozwiązań jest łatwość komunikowania się z poszczególnymi zabezpieczeniami przy użyciu komputera PC oraz łatwość zmiany nastawień i logiki za pomocą dostarczonych, fabrycznych oprogramowań. Zabezpieczenia powyższe posiadają funkcje rejestratora zdarzeń i zakłóceń, co przy wykorzystaniu niezależnie zainstalowanych na blokach rejestratorów autonomicznych daje nowe możliwości analizy sytuacji awaryjnych. Praktycznie każda funkcja zabezpieczenia jest kilkustopniowa, dzięki czemu uzyskano dużą elastyczność wprowadzania zmian w układzie. Wymieniając zalety zabezpieczeń cyfrowych nie należy zapominać o takich aspektach, jak szybszy czas reakcji zabezpieczeń w stanach zakłóceńowych, większa selektywność i czułość.

Zastosowanie cyfrowego regulatora napięcia pozwoliło wyeliminować zawodne układy analogowe, znacznie ułatwiło prowadzenie eksploatacji oraz pozwoliło wyeliminować często uszkadzającą się podwzбудnicę. Zmodernizowany układ charakteryzuje się bardzo dobrymi własnościami regulacyjnymi.



techniczny można uznać za dobry i pozwala on przewidywać jeszcze dość długi okres dalszej eksploatacji. Osiągnięcie takiego stanu technicznego możliwe było dzięki sukcesywnej realizacji programu modernizacji elektrowni, opartego na szerokiej diagnostyce, zarówno w działalności eksploatacyjnej jak i remontowej. Szeroka wiedza zdobywana dzięki stosowaniu wielu narzędzi i procedur (jak choćby zastosowanie CSKR na długo przed wprowadzeniem systemów sterowania i kontroli, badania wiropędowe rurek skraplaczy, diagnostyka maszyn wirujących, systemy badania i oceny wałów wirników turbin i generatorów oraz kołpaków wirników generatorów, ciągłe badania defektoskopowe elementów grubościennych i wiele innych) pozwoliła opracowywać i od początku lat 90. skutecznie wdrażać program modernizacji i remontów turbin. Głównym partnerem modernizacji turbin była firma *ALSTOM Power* (dawniej *ABB Zamech*, *Z. M. Zamech Elbląg*), zaś modernizacje układów pomocniczych to na ogół rozwiązania wprowadzane we własnym zakresie.

Proces modernizacji rozpoczęto od turbin 120 MW, których głównymi niedoskonałościami rozwiązań konstrukcyjnych z punktu widzenia osiągnięć dzisiejszej techniki były:

- stopień Baumana o niskiej sprawności,
- wirnik NP ze stellitami na łopatkach dwóch ostatnich stopni,
- blaszane, o nieaerodynamicznym profilu, łopatki kierownicze części NP,
- jednopowłokowy kadłub SP,
- niedociążone łożysko nr 2 i przeciążone łożysko nr 3 w stojaku środkowym,
- regulacja hydrauliczna z dużą liczbą elementów,
- uszczelnienia wodne zewnętrznych dławic turbiny,
- brak układu rozruchowo-zrzutowego.





Uwzględniając powyższe uwarunkowania podjęto decyzję o modernizacji turbin TK120 w zakresie obejmującym między innymi: część NP, część SP, część WP, ułożyskowanie turbiny, układ regulacji, układ olejowy, układu uszczelnień wału turbiny, montaż układu obejściowego turbiny i układu grzania kadłubów WP i SP.

Istotą modernizacji części niskoprężnej była wymiana układu łopatkowego na nowy, wysokosprawny układ typu reakcyjnego. Zmodyfikowano konstrukcje wzmacniające kadłub, zabudowano dyfuzor wylotowy ND063 oraz zainstalowano układ wtrysku kondensatu chłodzącego korpusu. W ramach modernizacji dokonano wymiany: kompletnego wirnika, obejm z łopatkami kierowniczymi, łożysk nr 4 i nr 5 oraz dławnic zewnętrznych. Modernizacji poddano także układ połączeń sprzęgłowych.

Najważniejszym celem modernizacji węzła stojaka środkowego i części średnioprężnej turbiny było zastąpienie jednopowłokowego kadłuba SP kadłubem dwupowłokowym oraz zastąpienie w nowym stojaku środkowym dotychczasowych łożysk nr 2 i nr 3 jednym łożyskiem oporowo nośnym.

W ramach modernizacji części wysokoprężnej turbiny wymieniono kadłub wewnętrzny, wirnik i tarcze kierownicze i zabudowano uszczelnienia nadbandażowe w części WP turbiny. Pozwoliło to na zwiększenie sprawności i wydłużenie przewidywanego czasu eksploatacji.



Rys. 1. Układ przepływowy turbiny TK-125 w trakcie montażu

Modernizacja układu regulacji turbiny miała na celu uproszczenie układu i przystosowanie go do wymagań w zakresie regulacji pierwotnej i wtórnej bloku. Szeroki zakres modernizacji, opartej na wykorzystaniu przetworników elektrohydraulicznych, pozwolił na zastosowanie m.in.:

- elektronicznego regulatora turbiny UNIMAT, zbudowanego w technice mikroprocesorowej, który realizuje funkcje automatycznego naboru obrotów, automatycznego naboru obciążenia, kontrolę stanu cieplnego kadłuba i wirnika podczas pracy przy stanach nieustalonych turbiny i zapewnia pełną współpracę z regulacją bloku,
- regulatora obejścia NP, utrzymującego zadane ciśnienie pary w przegrzewaczu wtórnym w okresie uruchamiania bloku i małego obciążenia; umożliwia to niezależne sterowanie kotłem i turbiną oraz dopasowanie parametrów pary do stanu cieplnego,
- zdwojonego układu zabezpieczeń niezależnego od układu regulacji, zapewniającego pełne bezpieczeństwo turbiny, umożliwiające wykonywanie prób podstawowych elementów układu podczas pracy turbiny.

W ramach działań zmierzających do eliminacji niekorzystnych efektów naprężeń cieplnych wymieniono uszczelnienia wodne na dławnicie parowe części WP, SP i NP turbiny, z podciśnieniową chłodnicą pary z dławnic i schładzaczami pary do uszczelnień. W związku z zastąpieniem uszczelnień wodnych parowymi, zmodernizowano wirniki WP, SP i NP w rejonie dławnic.

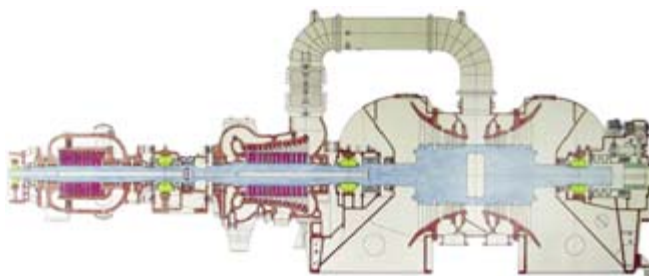
Bloki 120 MW „fabrycznie” bez układu obejściowego nie pozwalały na oddzielenie pracy kotła i turbiny z wszelkimi tego konsekwencjami. Głównym celem instalacji obejścia turbiny była poprawa elastyczności bloku podczas uruchomienia i pracy z niskimi obciążeniami oraz poprawa warunków ochrony środowiska przy zrzutach mocy. Zastosowano układ obejścia części WP turbiny z instalacją opróżniania korpusu WP i klapami zwrotnymi na wylocie z części WP oraz układ obejścia części SP i NP turbiny.

Do najważniejszych zalet zmodernizowanego układu należą:

- możliwość niezależnej regulacji kotła i turbiny,
- zasilanie turbiny parą o odpowiedniej temperaturze,
- podniesienie dyspozycyjności bloku,
- wydłużenie żywotności turbiny.

Oprócz wymienionych modernizowanych węzłów, warto przytoczyć również inne działania, jakie miały istotny wpływ na obecny stan turbozespołu. Były to m.in.:

- modernizacja układu olejowego, obejmująca m.in. wymiany pomp, modyfikację układu rurociągów oraz armatury i zabudowę układów filtracji (pełnoprzepływowej i bocznikowej) – zwiększającej znacząco bezpieczeństwo pracy układu olejowego, żywotność łożysk turbozespołu i niezawodności działania układów hydraulicznych,
- zabudowa instalacji ciągłego oczyszczania rurek skraplaczy (firmy *Taprogge*),
- zabudowa instalacji filtracji kondensatu,
- zabudowa smoczków parowych wraz z instalacją w zamian za pompy próżniowe,
- montaż sprzęgieł hydrokinetycznych na pompach głównych wody zasilającej,
- modernizacja głównych kołnierzy komór parowych (przystosowanie do uszczelnień grafitowych) podgrzewaczy SP,
- modernizacja systemów rurowych (kwasoodporne dna sitowe i rurki) podgrzewaczy regeneracyjnych SP4, 5, 6,
- zabudowa uszczelnień mechanicznych pomp.



Rys. 2. Przekrój osiowy zmodernizowanej turbiny TK125

Całkowite zakresy modernizacji różnią się nieznacznie pomiędzy turbozespołami bloków nr 1 i 2 na skutek różnych czasów i przyjętych metod ich realizacji, jednak jak już wcześniej wymieniono, zasadniczymi efektami zrealizowanych modernizacji jest:

- zwiększenie mocy turbiny,
- zmniejszenie jednostkowego zużycia ciepła i tym samym zmniejszenie zużycia paliwa (z ok. 9260 kJ/kWh do ok. 8615 kJ/kWh),



- zmniejszenie obciążenia środowiska naturalnego (zmniejszenie zużycia paliwa daje zmniejszenie sumarycznej emisji  $SO_2$  i  $NO_x$  oraz pyłów),
- przedłużenie żywotności turbiny i innych urządzeń maszynowni,
- podwyższenie dyspozycyjności i pewności ruchowej,
- umożliwienie prowadzenia poprawnego rozruchu z każdego stanu cieplnego,
- przystosowanie regulacji turbiny do spełnienia założonych wymagań,
- umożliwienie programowanego, automatycznego lub pół-automatycznego ruchu turbozespołu,
- poprawa stanu dynamicznego turbozespołu,
- zmniejszenie naprężeń termicznych i deformacji elementów grubościennych,
- skrócenie czasu remontów i ich zakresów, wydłużenie okresów międzyremontowych,
- poprawa warunków bezpieczeństwa i pracy.

Przedstawiony zakres prac i efekty ich realizacji sytuują obecnie stan techniczny turbozespołów bloków 120 MW na poziomie standardów określających dobry stan techniczny w kraju dla tego typu bloków. Zastosowano wiele rozwiązań, które nawet dziś (po blisko dwóch dekadach od ich wdrożenia) zaliczyć można do stosunkowo nowoczesnych czy też tzw. dobrych standardów, wciąż potwierdzających swoją niezawodność.

W kolejnym etapie w *Elektrowni „Łaziska”* przeprowadzono modernizację turbin bloków 200 MW, w tym trzech turbin typu TK200 (bloków nr 9, 10 i 11) oraz jednej turbiny typu 13K200 bloku nr 12. Podstawowe cele realizacji zadań modernizacyjnych to: zmniejszenie jednostkowego zużycia ciepła turbozespołu, zwiększenie mocy turbozespołu oraz poprawa własności ruchowych i żywotnościowych turbozespołu.

Cechami wspólnymi przeprowadzonych modernizacji wszystkich bloków 200 MW były:

- modernizacja układu przepływowego części niskoprężnej turbiny, polegająca na zastąpieniu akcyjnego układu przepływowego reakcyjnym, z zastosowaniem bębnowego spawanego wirnika z wolnonośnymi łopatkami ostatnich i przedostatnich stopni oraz z wylotem typu ND37,
- modernizacja układu upustów do regeneracji WP,
- modernizacja posadowienia kadłubów części NP turbiny,
- zastąpienie istniejącego układu rozruchowo-zrzutowego nowym układem stacji, o wydajnościach przewyższających połowę wydajności nominalnej kotła i szybkości oraz niezawodność sterowania pozwalającymi na „oddzielenie” pracy kotła i turbiny w różnych stanach, co znacznie poprawia ekonomikę prowadzenia bloku oraz zapewnia możliwość uruchomienia z każdego stanu cieplnego,
- modernizacja układu regulacji turbiny obejmująca montaż wysokociśnieniowego układu regulacji elektrohydraulicznej, opartego na bazie regulatora turbiny Turbotrol i odseparowanym układzie oleju regulacyjnego z zaworami proporcjonalnymi Vickersa,
- modernizacja układów olejowych, gdzie wydzielono i odseparowano poszczególne układy oraz zabudowano wysokosprawne instalacje filtracyjne,
- zastosowanie stopu łożyskowego typu TEGO (firmy *Goldschmidt*) na łożyskach turbiny, pozwalającego na bezpieczną pracę łożysk w większym zakresie temperatur,
- modernizacja układu uszczelnień dławnicowych turbiny, polegająca na rozdzieleniu dławnic wysokotemperaturowych i niskotemperaturowych.

Znacznie szerzej zmodernizowane zostały turbozespoły bloków nr 9 i 12. Poza wymienionym wcześniej zakresem, w bloku nr 9 wymieniono kompletną część wysokoprężną turbiny na nową, reakcyjną, typu HDY100, charakteryzującą się:

- zwartą dwupowłokową budową wraz z układem zasilania tworzącym integralną całość,
- bardzo korzystnym sposobem regulacji dyszowej, pozwalającej na eksploatację turbiny w optymalnych punktach obciążenia, wykonaniem koła wirnikowego stopnia regulacyjnego metodą drażenia elektroerozyjnego,
- zastosowaniem układu łopatkowego z profilami najnowszej generacji o wysokiej sprawności.



Rys. 3. Montaż części wysokoprężnej typu HDY100

Na bloku nr 12, obok przedsięwzięć zrealizowanych jednakowo dla wszystkich turbin 200 MW, wykonano:

- modernizację części SP turbiny, obejmującą wymianę istniejącego kadłuba na dwupowłokowy, wymianę załopatkowanego wirnika i modernizację układu zasilania.

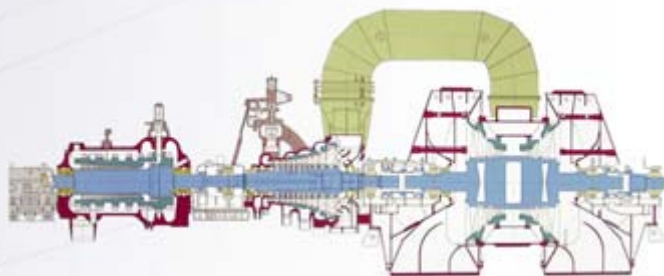
Na wszystkich blokach, gdzie nie dokonano wymian kompletnych podzespołów, wykonano znaczny zakres prac adaptujących układ przepływowy turbiny i układ regeneracji WP do pracy z większymi obciążeniami. Szczególnie istotna jest modernizacja układu podgrzewaczy wysokoprężnych (PWS).

Zabudowa nowych podgrzewaczy regeneracyjnych, pozwoliła na:

- dostosowanie układu regeneracji WP do zwiększonej mocy bloku – 225 MW i rzeczywistego przepływu wody zasilającej,
- zmniejszenie jednostkowego zużycia ciepła przez turbozespół o ok. 80 kJ/kWh,
- zastosowanie nowej generacji układu zabezpieczeń, zabezpieczającego m.in. przed uszkodzeniem komory parowe wymienników również w trakcie prób szczelności,
- ograniczenie zakresu prac remontów i zmniejszenie kosztów remontów.

Dodatkowo wykonano rewitalizację kadłubów części WP, SP turbin i komór zaworowych zaworów odcinających i regulacyjnych, które nie zostały wymienione w ramach modernizacji, co zapewniło przywrócenie właściwości materiałowych elementów grubościennych i tym samym znacząco wydłużyło okres bezpiecznej eksploatacji.





Rys. 4. Przekrój osiowy zmodernizowanej turbiny TK230 (bloku nr 9)

W celu zapewnienia pewnej i bezawaryjnej pracy skraplaczy wykonano ich rekonstrukcję, a w przypadku bloku nr 12 modernizację polegającą na wymianie wstęgowego pęku rur skraplacza na nowy. W celu utrzymania wysokiej czystości powierzchni wymiany ciepła w układzie kondensacji, sięgnięto po rozwiązania firmy *Taprogge GmbH*, montując instalacje składające się z filtrów wody chłodzącej (typu PR-BW 800 i PR-BW 600) oraz z instalacji do ciągłego czyszczenia rurek skraplacza.

Na bardzo szeroką skalę zmodernizowano uszczelnienia pomp, stosując szeroką paletę uszczelnień mechanicznych pomp: zasilających (HD150x8), kondensatu (20K37A), PSR (W14Px7), wody chłodzącej (140D40) – pierwsze w Polsce aplikacje uszczelnień typu BE 155 na pompach 140D40.



Rys. 5. Przykład zmiany stanu pomp po aplikacji uszczelnień mechanicznych

Oprócz uszczelnień pomp w 100% z powodzeniem zastąpiono azbestowe materiały uszczelniające, stosowane głównie w technikach uszczelnień kołnierzowych i dławikowych, nowoczesnymi materiałami, głównie grafitowymi i aramidowymi.

Pozostałe istotne zmiany zastosowane w turbozespołach 200 MW to:

- zabezpieczenie antykorozyjne powierzchni wewnętrznych głównych rurociągów wody chłodzącej metodą ochrony katodowej,

- zastosowanie wirników pomp 140D40 wykonanych z kompozytów epoksydowych z integralnym zabezpieczeniem ich powierzchni,
- modernizacja wielu innych węzłów, jak np. obejścia głównych zasuw parowych.

We wszystkich etapach modernizacji elektrowni zrealizowano z sukcesem znacznie szerszy zakres prac modernizacyjnych niż tylko wymienione. Wszystkie podjęte w przeszłości działania w zdecydowany sposób wpływają na obecny stan techniczny turbozespołów i pozwalają wysoko oceniać aktualny stan techniczny urządzeń maszynowni.

Zgodnie z przyjętymi założeniami osiągnięto:

- wymierne efekty termodynamiczne – wzrost mocy oraz obniżenie jednostkowego zużycia ciepła przez turbozespół,
- wydłużenie okresów międzyremontowych turbiny,
- zwiększenie niezawodności pracy turbozespołu,
- wydłużenie żywotności głównych elementów turbiny,
- podniesienie dyspozycyjności,
- poprawę stanu dynamicznego,
- zmniejszenie czasu rozruchu turbozespołu,
- niezależne sterowanie pracą kotła i turbiny w czasie rozruchu,
- utrzymanie kotła w ruchu po zrzuceniu obciążenia i przejściu turbiny na bieg jałowy lub pracę na potrzeby własne,
- prawidłowe stany cieplne w fazie rozruchu,
- duża czułość układu regulacji turbiny i pewność ruchowa,
- spełnienie wymagań stawianych układom regulacji turbin przez Krajową Dyspozycję Mocy, organizację UCPTe i międzynarodową normę IEC45-1 (turbiny parowe).

## Podsumowanie

Dzięki szerokiemu i dobrze dobranemu programowi modernizacji *Elektrownia „Łaziska”* spełnia obecnie liczne, stawiane przez rynek i system energetyczny wymagania, może świadczyć dodatkowe usługi systemowe, w tym usługę pracy wyspowej, a przy zachowaniu wypracowanej strategii remontowej – prowadzić dalszą, nieprzerwaną i bezpieczną eksploatację głównych jednostek wytwórczych.

Według założeń najnowszej wersji strategii *PKE*, eksploatacja istniejących bloków energetycznych o mocy 125 i 225/230 MW powinna być prowadzona odpowiednio do lat 2017 i 2026 – 2027. Pierwotne wersje planów długoterminnych określały te terminy na 2010 – 2020. Ponadto dyrektywy Unii Europejskiej w zakresie ochrony środowiska stawiają przed wytwórcami energii elektrycznej i cieplnej nowe, wyższe wymagania, szczególnie w zakresie emisji CO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>. Fakty te na nowo stawiają przed dyrekcją i służbami technicznymi problem takiego przygotowania urządzeń wytwórczych (w tym również turbin), by te wymagania spełnić. Jak widać, modernizacje i adaptacje nie są etapem zamkniętym, lecz muszą być realizowane sukcesywnie, by spełniać aktualne wymagania, a w obszarze koncepcyjnym nawet je wyprzedzić.

Ponieważ problem ten dotyczy całego *PKE*, rozpoczęto zarówno w ramach Centrum Zarządzania *PKE*, jak i elektrowni intensywne prace przygotowawcze do wyznaczenia i realizacji koniecznych zadań w szerokim zakresie techniki i finansów.



inż. Jan Bańczyk  
kierownik Wydziału Profilaktyki i  
Diagnostyki  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”



Henryk Szroborz  
kierownik Oddziału Przygotowania  
i Nadzoru Urządzeń Pozablokowych  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”



Stefan Cieluchowski  
inspektor nadzoru budowlanego  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”

## Ochrona wewnętrznych powierzchni głównych rurociągów wody chłodzącej

Woda stosowana jest w elektrowniach do różnych potrzeb technologicznych, począwszy od układów chłodzenia, poprzez układy dekarbonizacji i demineralizacji, aż do głównego układu parowego - jako czynnik roboczy w kotłach i turbinach. Woda ta w swej głównej masie pobierana jest z różnych źródeł, m.in. z rzek i jezior, studni głębinowych i z układów odwodnień kopalni.

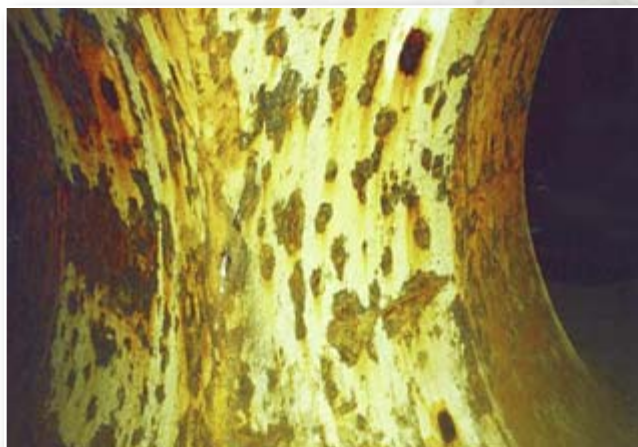
Do elektrowni woda transportowana jest systemem rurociągów stalowych o dużych średnicach (do 2,5 m), ułożonych w ziemi i biegnących pod budynkami, drogami, torami kolejowymi i np. pod liniami wysokiego napięcia. Narażone są one również na działanie szkód górniczych, mimo stosowanych zabezpieczeń terenu. W przypadku *Elektrowni „Łaziska”*, ze względu na naturalne położenie, woda uzyskiwana jest ze studni głębinowych i wyrobisk górniczych, uzupełniana okresowo z sieci wody pitnej. Ze względu na znaczną ilość agresywnych zanieczyszczeń woda ta jest przyczyną wielu zjawisk korozyjnych zarówno w rurociągach, jak i w urządzeniach układów wodnych, np. skraplaczach, wymiennikach i w armaturze.

Przedmiotem artykułu jest problematyka związana z awaryjnością rurociągów i działalnością zapobiegawczą w tym zakresie. W *Elektrowni „Łaziska”* po ponad 20-letniej eksploatacji stalowych rurociągów wody chłodzącej o średnicach 1 – 2,5 m woda kopalniana o wysokiej zawartości chlorków, siarczanów oraz tlenu wywołała silną, nierównomierną korozję, uzależnioną również od takich czynników, jak temperatura czy silne natlenienie połączone z ruchem roztworu.

Grube, dochodzące do kilkunastu milimetrów osady kamienia wodnego w pewnym stopniu zmniejszają szybkość korozji, jednocześnie te same osady, jak i źle położone, nieszczelne i łuszczące się powłoki malarskie, różnicują dostęp tlenu i świeżego roztworu do powierzchni metalu, powodując powstawanie i rozwój lokalnych ogniw stężeńowych, wywołując korozję podosadową. Sprzyjają temu różnice w prędkościach przepływu wody w różnych fragmentach rurociągu, gwałtowne zawirowania i poduszki powietrzne.

Na podstawie pobranych wycinków rurociągów stalowych stwierdzono ubytki metalu ok. 5 – 7 mm (tj. ok. 0,25 – 0,35 mm/rok). Jeszcze większe zniszczenia wykazały pomiary grubości na dnie rurociągu wykonane metodą ultrasonograficzną, za pomocą której stwierdzono głębokie ubytki korozyjne, ponieważ związane jest to z dodatkowym oddziaływaniem drobnych mechanicznych cząstek opadających na dno i przesuwanych silnym strumieniem wody.

W wyniku pomiaru stwierdzono grubość ścianek, która z początkowej wartości 16 – 18 mm uległa lokalnie zmniejszeniu do zaledwie 3 – 6 mm, zagrażając dalszej bezpiecznej eksploatacji rurociągów.



Rys. 1. Fragment rurociągu przed ochroną katodową



Rys. 2. Fragment zawiesia ochrony katodowej

Dotychczasowe sposoby zabezpieczania rurociągów wody chłodzącej przed korozją okazały się niestety mało skuteczne.





Po kilkunastu latach eksploatacji powierzchnia rurociągów pokryta była grubą warstwą osadów, będących mieszaniną produktów korozji, kamienia wodnego i resztek żle przy czepionej i zniszczonej powłoki malarskiej.

W artykule przedstawiono dwie metody ochrony powierzchni, które w toku prowadzonych prób oraz na podstawie uzyskanych informacji i referencji zewnętrznych zastosowano w *Elektrowni „Łaziska”* na szerszą skalę.

Metody te to:

- ochrona katodowa wewnętrznych powierzchni,
- metoda nakładania cienkiej warstwy na bazie zaprawy cementowej.

### Ochrona katodowa

Jest to technika aktywnej – elektrochemicznej ochrony przeciwkorozyjnej. Polega na bezpośrednim oddziaływaniu na mechanizm i kinetykę procesów korozyjnych poprzez wymuszenie zmiany potencjału wewnętrznych powierzchni rurociągów w kierunku bardziej elektroujemnych wartości, zwana polaryzacją katodową. Zmianę potencjału osiąga się przez generowanie z zewnętrznego źródła niewielkiego prądu stałego o niskim napięciu przy zastosowaniu pomocniczej anody.

Instalacja ochronna składa się z:

- wielosegmentowego układu anodowego z nieroztwarzalnymi anodami typu DSA, zainstalowanego centrycznie wewnątrz rurociągu umocowanego do konstrukcji nośnej,
- urządzeń polaryzujących (stacji ochrony katodowej – SOK) usytuowanych w dostępnych miejscach na zewnątrz rurociągów, których działanie może być monitorowane np. w nastawni bloku,
- elementów kontrolno-pomiarowych montowanych wewnątrz rurociągów, umożliwiających kontrolę pracy i skuteczność działania instalacji ochronnej w trakcie ich eksploatacji poprzez transmisję danych do punktów kontrolno-pomiarowych.

W *Elektrowni „Łaziska”* wdrożono ochronę katodową na całym układzie rurociągów od chłodni kominowych do budynków maszynowni w zakresie średnic 1,6 – 2,4 m (poza blokiem nr 9).

Ze względu na brak ciągłości elektrycznej i ekranowanie, niewielkie odcinki rurociągów (np. końcówki rurociągów ssących przy misach chłodni, krótkie odcinki w pompowni, odcinki pionowe) nie podlegają polaryzacji katodowej.

System jest od prawie dziesięciu lat systematycznie kontrolowany i serwisowany zarówno przez autorów wdrożonych rozwiązań technicznych, jak i przez obsługę. Najlepszym potwierdzeniem uzyskanej skuteczności działania ochrony katodowej jest praktycznie całkowite wyeliminowanie awarii rurociągów, co w latach wcześniejszych stanowiło jeden z najbardziej dokuczliwych problemów dla służb eksploatacyjnych elektrowni.

Dotychczasowe kilkuletnie obserwacje potwierdzają wysoką skuteczność ochrony katodowej w hamowaniu korozji wewnętrznych powierzchni stalowych rurociągów. Zastosowane rozwiązania techniczne spełniają wcześniejsze założenia projektowe, ponieważ mineralna warstwa ochronna współpracuje z ochroną katodową i zapewnia korzystny rozkład prądu oraz zmniejsza zapotrzebowanie na prąd ochronny.

Obliczona szybkość korozji stali, liczona od chwili włączenia ochrony katodowej, wskazuje na ok. 6-krotnie mniejsze

ubytki korozyjne w miejscach podlegających ochronie w stosunku do powierzchni rurociągu niechronionego.

Należy przypomnieć, że największa korozja miała miejsce w początkowym okresie ekspozycji, zanim powierzchnia rurociągu nie została spolaryzowana do potencjału ochronnego.

Zapewnienie systematycznej kontroli pracy instalacji, serwisu, konserwacji i okresowych przeglądów (remont średni lub kapitalny bloków) gwarantuje ciągłość pracy instalacji i skuteczność ochrony.

Przykładowo: w okresie wspólnego postoju bloków 125 MW w 2005 roku, firma *Corrpol* przeprowadziła kontrolę wewnętrznych powierzchni rurociągów wody chłodzącej wraz z założoną instalacją ochrony katodowej, w wyniku której nie stwierdzono żadnych poważnych uszkodzeń wielosegmentowych układów anodowych w obrębie maszynowni i w rurociągach wody chłodzącej. Wymieniono profilaktycznie tylko zawiesia kabla zasilającego.

W kolektorze tłocznym PWCH 1-4 (za budynkiem centralnej pompowni) zaistniała konieczność zastosowania protektorów cynkowo-stalowych, ponieważ w wyniku kontroli stwierdzono korozję tego odcinka. Była ona spowodowana brakiem możliwości zastosowania ochrony katodowej ze względu na występujące w tym rejonie zawirowania, jak i zwiększony nierównomierny przepływ, drgania i tarcia zawiesi. Dlatego niemożliwe było wykonanie na tym odcinku instalacji ochrony katodowej.

Mimo to, że ochrona katodowa jako najskuteczniejsza metoda ochrony przeciwkorozyjnej znana jest od wielu lat, to zakres jej powszechnego wykorzystania jest ciągle niewielki i ograniczony do klasycznych przypadków, np.: rurociągów wody chłodzącej, rurociągów magistralnych.

Wzrastające potrzeby ochrony środowiska naturalnego narzucają konieczność znacznie szerszego stosowania ochrony katodowej, w szczególności dla podziemnych i podwodnych rurociągów, zbiorników i innych konstrukcji metalowych, konstrukcji żelbetonowych, wymienników ciepła oraz oczyszczalni ścieków.

### Cementacja

Technologię zwaną cementacją wykorzystuje się jako jedną z najbardziej efektywnych metod renowacji rurociągów stalowych, żeliwnych i azbestowo-cementowych. Idea zabezpieczenia wewnętrznych powierzchni rurociągów powstała już w 1836 roku, ale dotyczyła rur nowych, używanych do budowy sieci wodociągowych. Dopiero sto lat później zapoczątkowano w USA stosowanie cementacji jako technologii renowacji istniejących rurociągów. Ponowny wzrost zainteresowania technologią cementacji nastąpił po roku 1950, kiedy to wdrożono cementację rurociągów nieprzełazowych.

Przed podjęciem decyzji o wyborze metody renowacji rurociągu konieczna jest dokładna ocena jego stanu technicznego. Badania w tym zakresie musi poprzedzać wyczyszczenie rurociągu umożliwiające zinventaryzowanie wszelkich uszkodzeń. Bardzo ważnym warunkiem pozwalającym na zastosowanie cementacji jest, aby ścianka rurociągu nie była nadmiernie osłabiona np. przez głęboką korozję wżerową.

Do standardowych czynności związanych z renowacją rurociągów metodą cementacji można zaliczyć:

- ocenę stanu technicznego najczęściej przez inspekcję kamerą TV,
- podział rurociągu na odcinki optymalne z uwzględnieniem wielu czynników (załamań trasy, lokalizacji armatury, ilości nagromadzonych zanieczyszczeń, dostępności terenu, parametrów sprzętu użytego do renowacji),



- zasadnicze czyszczenie rurociągu (hydrodynamiczne, mechaniczne, hydrauliczne),
- cementację głowicą obrotową napędzaną pneumatycznie lub elektrycznie z wygładzaniem lub bez, dodatkowo ręcznie,
- przygotowanie rurociągu do wznowienia jego eksploatacji.

Ze względu na to, iż polska norma PN-92/H-74108 dotyczy w zasadzie rur cementowanych fabrycznie, podczas renowacji częściej korzysta się z normy niemieckiej DVGW W343, która jest bardziej szczegółowa i przewiduje szereg badań, którym podlegają m.in. własności składników zaprawy, rozptył świeżej zaprawy i grubość jej warstwy, wytrzymałość zaprawy na ściskanie i rozciąganie, szerokość rozwarcia rys (do 0,8 mm) oraz jakość powierzchni wykładziny.

Działanie ochronne wykładziny z zaprawy cementowej polega na ochronie biernej przez stworzenie skutecznej zapory oddzielającej materiał rury od transportowanego medium, a także na ochronie czynnej przez stworzenie w strefie kontaktowej wykładziny z materiałem rury – środowiska silnie zasadowego ( $\text{pH} \approx 12$ ), gdzie nie dochodzi do korozji nawet w obecności tlenu.

Zalety wykładziny z zaprawy cementowej wynikają głównie z:

- zdolności do samoregeneracji poprzez zasklepienie rys,
- odporności na uszkodzenia mechaniczne,
- szczelności strukturalnej.

Poprzez zastosowanie wewnętrznej powłoki z zaprawy cementowej uzyskuje się następujące korzyści:

- poprawę jakości wody,
- odporność na korozję,
- odporność na tworzenie osadów,
- zmniejszenie oporów przepływu,
- wyższą trwałość i niezawodność.

W *Elektrowni „Łaziska”* cementację rurociągów zastosowano głównie w celu poprawy stanu rurociągów wody kopalnianej do uzupełniania układów chłodzenia.

Do tej pory zabezpieczono w ten sposób ok. 19 km rurociągów o średnicy 500 – 600 mm (rurociągi wody kopalnianej nr 1 i 10) oraz 1,5 km rurociągu DN 800 (układ „A” i „B”). Wykładzinę cementową użyto również do zabezpieczenia rurociągów wody komunalnej 2 x DN 250.

Na podstawie dotychczasowej eksploatacji wyżej wymienionych rurociągów, która trwa od 4 do 9 lat, można



Rys. 3. Rurociąg przed cementacją



Rys. 4. Rurociąg po cementacji

zdecydowanie potwierdzić skuteczność przeprowadzonej renowacji.

### Inne metody renowacji

Oprócz opisanych w artykule metod: ochrony katodowej i cementacji wewnętrznej powierzchni rurociągów, w *Elektrowni „Łaziska”* stosowano również z powodzeniem inne metody renowacji, tj. relining i mikrotuneling. Technologie te również posiadają wiele zalet. Dobór zależy od szczegółowych uwarunkowań.

### Podsumowanie

Perspektywa dalszej eksploatacji bloków energetycznych w okresie ok. 15 – 20 lat wymusza na służbach technicznych szereg działań bieżących i również perspektywicznych, m.in.:

- stały monitoring i okresową diagnostykę stanu technicznego rurociągów, niezależnie od zastosowanych środków ochrony powierzchni,
- planowanie wymian najbardziej uszkodzonych odcinków, które mimo zabezpieczeń nie gwarantują bezawaryjnej eksploatacji,
- poszukiwania nowych środków i rozwiązań technicznych, poprzez kontakty robocze i udział w spotkaniach specjalistycznych.





mgr inż. Ewald Grzesiczek  
specjalista ds. turbin  
*Pro Novum Sp. z o.o. Katowice*



mgr inż. Jan Mendecki  
główny specjalista ds. remontów  
i modernizacji mechanicznych  
*PKE SA Elektrowni „Łaziska”*



Zbigniew Komarnicki  
specjalista techniczny ds. turbin  
i urządzeń pomocniczych  
*PKE SA Elektrowni „Łaziska”*

## Optymalizacja przepływu wody chłodzącej przez skraplacz turbiny o mocy 225 MW

Podczas remontu kapitalnego bloku 225 MW (nr 12) w 2004 r. wykonano modernizację układu chłodzenia turbozespołu. Na blokach o mocy 225 MW do chłodzenia skraplacza standardowo zainstalowane są dwie pompy o stałej wydajności, pracujące w zamkniętym układzie chłodzenia. Wielkość próżni w tych w skraplaczach wynika z obciążenia turbozespołu i temperatury wody chłodzącej. Przy instalowaniu dwóch pomp wychodzono z założenia, że przy niskiej temperaturze wody chłodzącej i niskim obciążeniu cieplnym skraplacza, jedna z nich może zostać wyłączona. Wyłączenie jednej z pomp przy istniejącej konstrukcji skraplacza powoduje obniżenie szybkości przepływu wody chłodzącej do wielkości, przy której może wystąpić korozja podsłamowa na rurkach skraplacza.

Pompy charakteryzują się niską sprawnością i pracują przy występowaniu kawitacji. Intensywność kawitacji jest łagodzona przez doprowadzenie na ssaniu pompy pewnej ilości powietrza. Niestety, jest to okupione gorszą wymianą ciepła w skraplacz. Częste naprawy wirników pomp spowodowały, że każda pompa posiada inną charakterystykę i pracuje z różną sprawnością. Pompy te przepracowały już ponad 200 tys. godzin i kwalifikują się do wymiany.

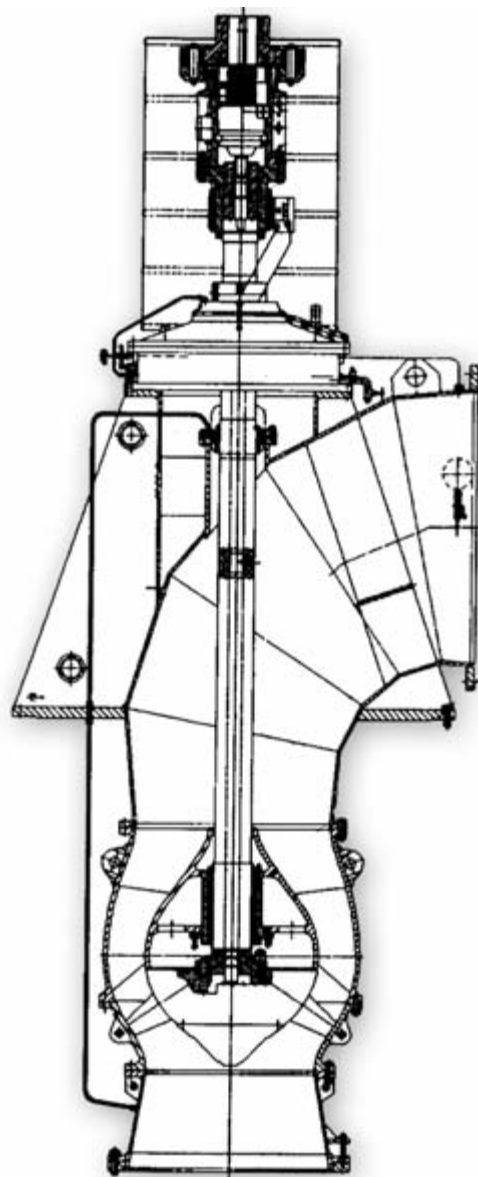
Na bloku nr 12 postanowiono wymienić jedną z pomp ze względu na jej stan techniczny, przy jednoczesnym założeniu poprawy efektywności wytwarzania energii elektrycznej.

Na podstawie danych projektowych dobrano pompę firmy *Sigma* 1400-BQDV-1290-36 (rys. 1). Jest to pompa o zmiennej wydajności 2000 – 4000 kg/s i wydajności nominalnej 3480 kg/s. Pompa ta pracuje równolegle z istniejącą pompą o stałej wydajności 4236 kg/s.

Przyjęto również założenia, że:

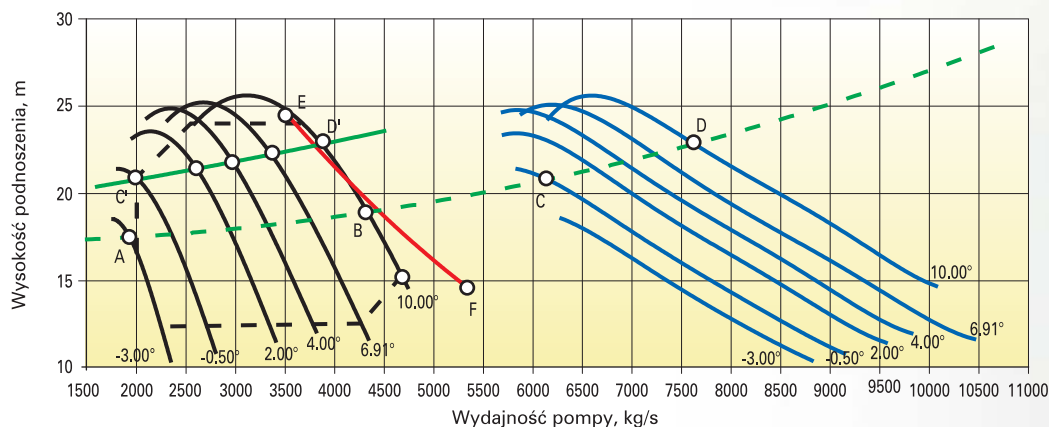
- do napędu pompy o regulowanej wydajności zostanie wykorzystany istniejący silnik (ze zdemontowanej pompy),
- pompa będzie zabudowana na istniejącym fundamencie bez konieczności przebudowy króćca ssawnego,
- regulacja wydajności pompy będzie odbywała się przy pomocy regulacji kąta ustawienia łopat w zakresie od  $-3^\circ$  do  $+10^\circ$ ,
- pompa będzie przystosowana do istniejących warunków pracy na ssaniu oraz będzie posiadać odpowiednią wysokość podnoszenia dla bloków 9 – 12.

Warunkiem dodatkowym była praca pompy poza zakresem kawitacji.

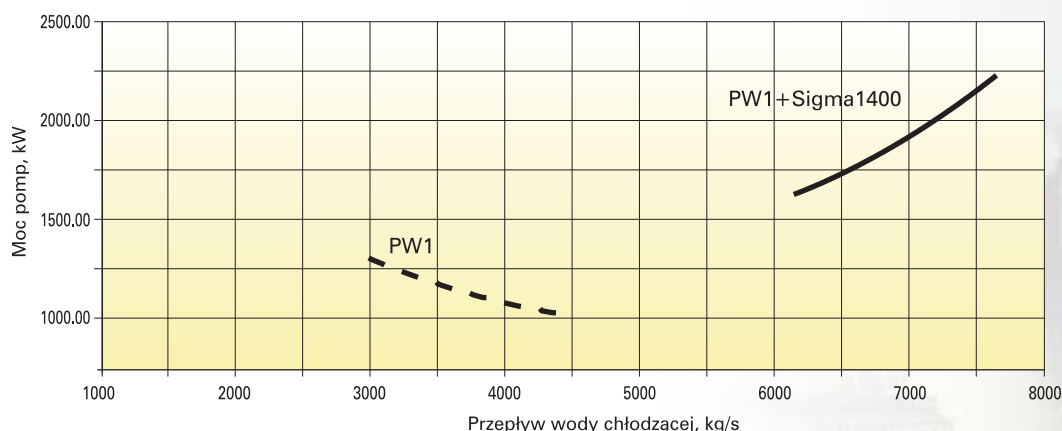


Rys. 1. Pompa o regulowanej wydajności

Na podstawie danych dotyczących rurociągów i skraplacza wyznaczono charakterystykę zbiorczą dla równoległej pracy obu pomp (rys. 2). Wyznaczono również charakterystykę poboru mocy w czasie równoległej pracy obu pomp (rys. 3).



Rys. 2. Charakterystyka równoległej pracy obu pomp



Rys. 3. Charakterystyka poboru mocy dla pracy równoległej obu pomp

Optymalne wykorzystanie możliwości regulacji przepływu wody przez skraplacz wymagało opracowania algorytmu i wprowadzenia automatycznej regulacji przepływu wody przez skraplacz dla danego obciążenia cieplnego skraplacza oraz temperatury wody chłodzącej.

Obsługa turbiny posiada wystarczające informacje, by podjąć próbę poprawnej korekty przepływu wody przez skraplacz wykorzystując system SAT (System Analiz Technicznych), jednak zabudowano system automatycznej regulacji. Istota rozwiązania automatycznej regulacji przepływu wody przez skraplacz polega na wyznaczeniu wielkości próżni w skraplaczu, po przekroczeniu której nie następuje już dalszy spadek entalpii pary w turbinie.

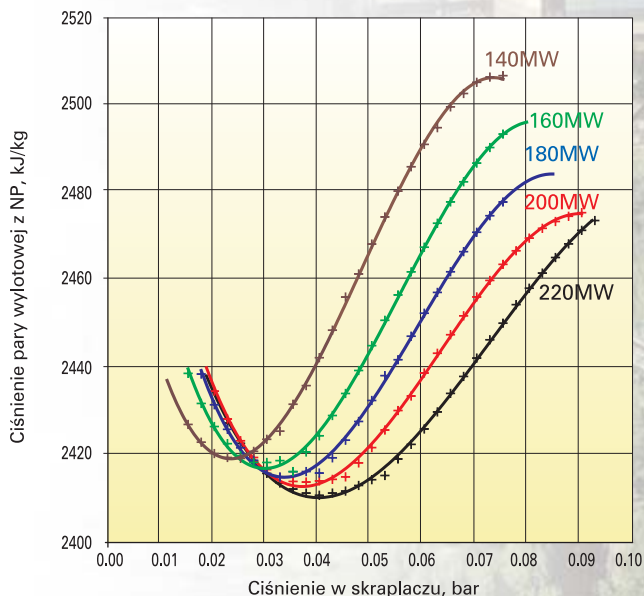
Znając przebieg ekspansji w turbinie wyznaczono entalpię pary wylotowej z NP w zależności od obciążenia turbiny i ciśnienia w skraplaczu (rys. 4).

Z wykresu wynika, że dla każdego obciążenia istnieje jeden punkt minimalnej entalpii pary wylotowej (maksymalnej sprawności wewnętrznej). Obniżenie ciśnienia w skraplaczu poniżej tego punktu powoduje spadek sprawności.

Następnym krokiem było wyznaczenie optymalnej próżni dla danego obciążenia turbiny, temperatury wody chłodzącej oraz stanu technicznego skraplacza.

Optymalna próżnia oznacza taką wielkość, której zwiększenie powodowałoby zużycie większej ilości energii na pompowanie wody chłodzącej niż uzyskana moc turbiny w wyniku obniżenia próżni w skraplaczu.

Na podstawie danych konstrukcyjnych skraplacza (średnica wewnętrzna rurek, grubość ścianki, powierzchnia



Rys. 4. Zależność entalpii pary wylotowej z części NP od ciśnienia pary wylotowej z turbiny

wymiany ciepła, przewodność cieplna materiału rurek i zasolenie wody chłodzącej) wyznaczono wielkości próżni dla danej temperatury wody chłodzącej. Zależności te wyznaczono dla kilku obciążeń turbiny.





Przykładową charakterystykę skraplacza dla 160 MW przedstawiono na rysunku 5.

Znając charakterystyki poboru mocy silników w zależności od przepływu wody chłodzącej przez pompę oraz krzywe wielkości spadku entalpii w turbinie w zależności od wielkości próżni, wyznaczono krzywą równowagi pomiędzy wielkością próżni, przy której dalszy wzrost wymaga większej mocy na pompowanie wody chłodzącej niż moc uzyskana w turbinie przy dalszym spadku próżni.

Przykładowa charakterystyka pomp wody chłodzącej, entalpii pary wylotowej oraz charakterystyki skraplacza dla 160 MW przedstawiono na rysunku 6.

Z wykresu (rys. 6) wynika, że turbina przy mocy 160 MW i temperaturze wody chłodzącej ~15°C, zgodnie z wykresem maksymalnej sprawności wewnętrznej, powinna pracować z maksymalnym przepływem wody chłodzącej. Natomiast wg kryterium optymalnej próżni – przy minimalnym przepływie wody chłodzącej. Na podstawie krzywych regulacji pomp wyznaczono algorytm automatycznej regulacji.

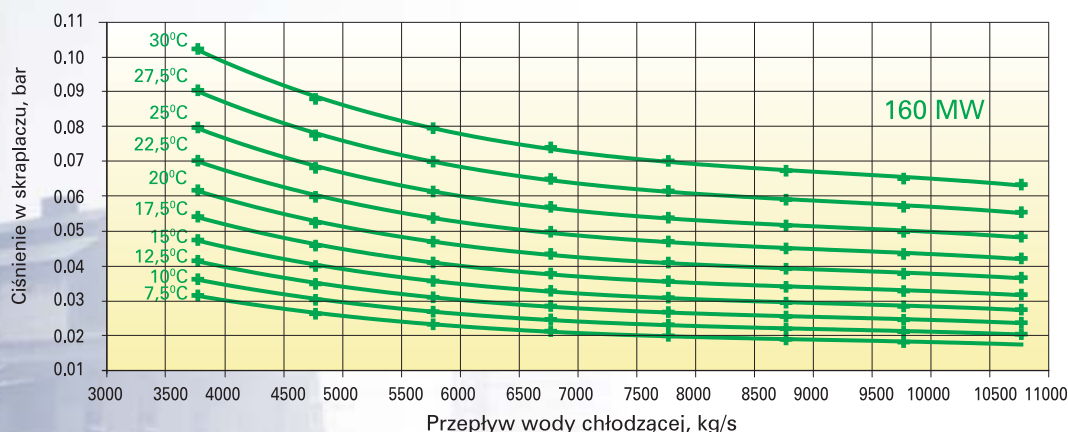
Wyznaczone wielkości zostały zaprogramowane w module, który w zależności od obciążenia bloku i temperatury wody chłodzącej steruje wydajnością pompy o zmiennej wydajności.

Wykonane przez *Energopomiar* [1] pomiary poremontowe sprawności pompy PW1 i PW2 (nowa pompa *Sigma*) przy maksymalnym obciążeniu wynoszą:

PW1 – 76,7%, PW2 – 85,4%.

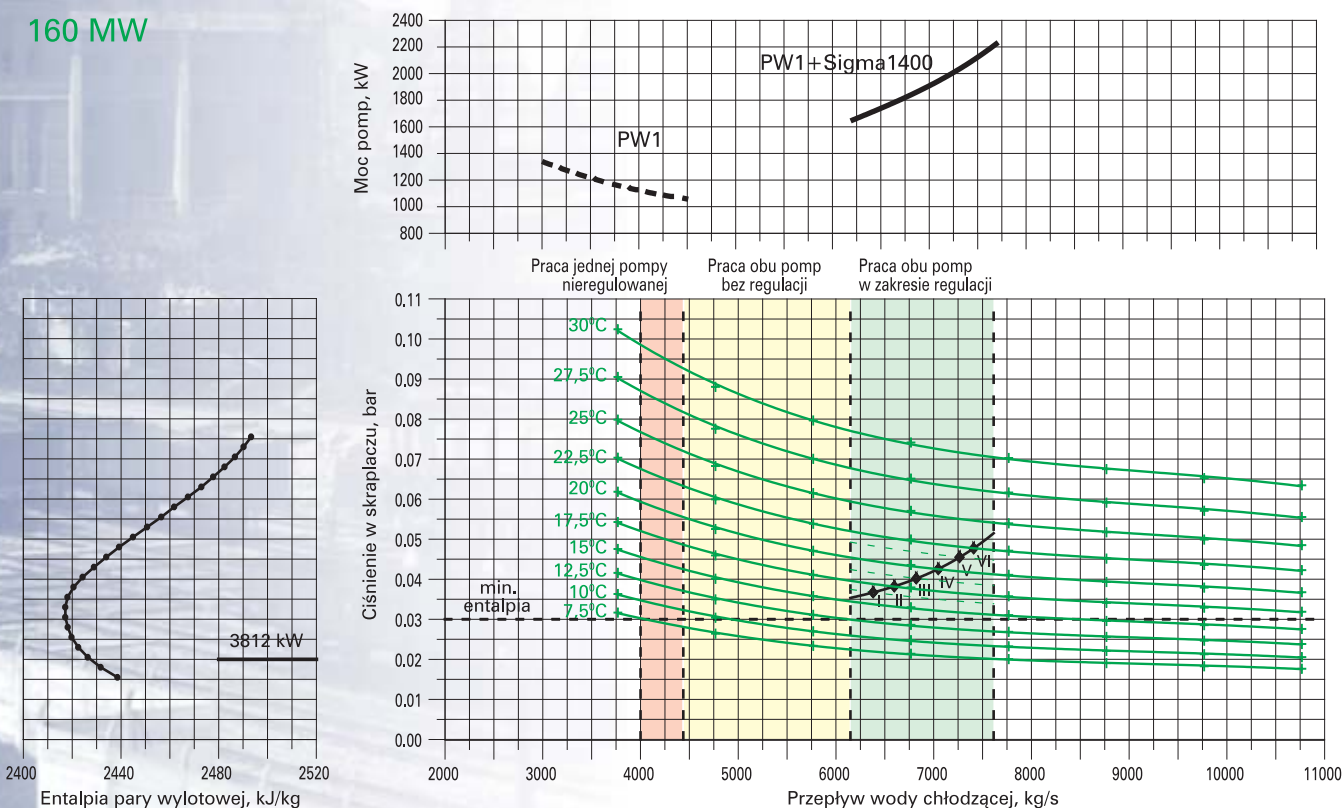
Pomiary poremontowe wykonano przy temperaturze wody chłodzącej 14,5°C – 17,3°C (średnia 15,8°C) w zakresie mocy turbozespołu od maksymalnej do około 124 MW. Praca z regulowaną wydajnością pompy w porównaniu z pracą obu pomp o stałym przepływie dała poprawę sprawności pracy turbozespołu (bloku) 0,22 – 0,68 %, co odpowiada zużyciu ciepła 18 – 58 kJ/kWh lub zwiększeniu mocy turbozespołu w zakresie 500 – 840 kW.

Po uruchomieniu pompy PW2 nie stwierdzono występowania oznak kawitacji, pompa pracuje równomiernie bez potrzeby podawania powietrza na ssaniu. Na pompie PW1 nadal występuje kawitacja i jest podawane powietrze na ssaniu.

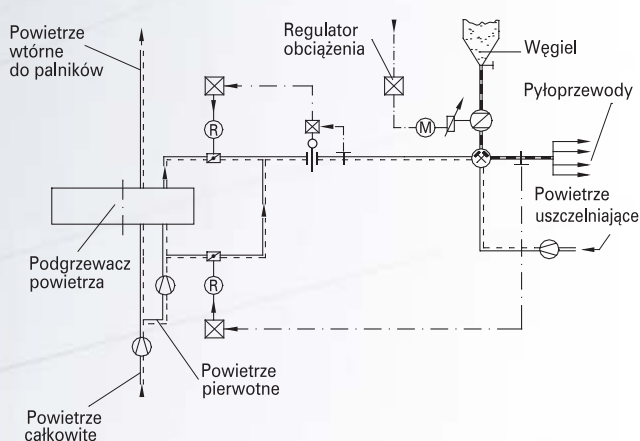


Rys. 5. Charakterystyka skraplacza dla 160 MW

160 MW



Rys. 6



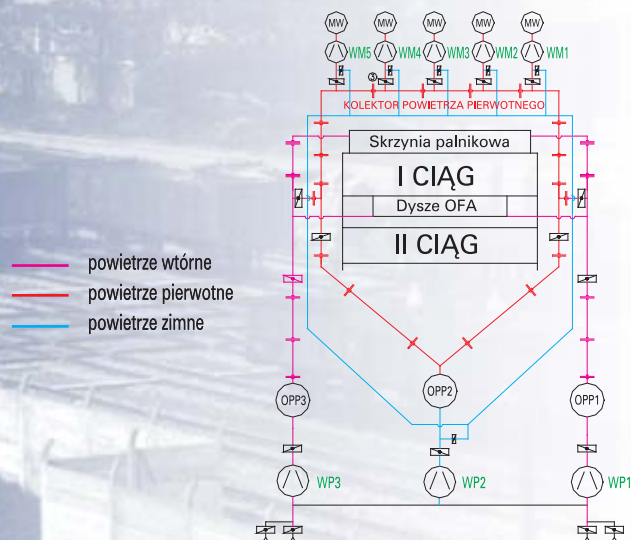
Rys. 2. Schemat układu doprowadzenia powietrza do kotła z wentylatorem powietrza pierwotnego na zimnym czynniku

Układ doprowadzenia powietrza jak na rysunku 2 znalazł zastosowanie dla nowo budowanych kotłów pyłowych, energetycznych w kraju jak i zagranicą. Jednak nie znajduje odzwierciedlenia w modernizacjach układów przy kotłach o niekorzystnych energetycznie układach. Wyjątkiem są zmodernizowane układy powietrza przy kotłach OP650k w *Elektrowni „Łaziska”*, gdzie wprowadzony nowatorski projekt przyniósł oczekiwane efekty.

Celem modernizacji jest również ochrona środowiska naturalnego. Ograniczenia zużycia energii elektrycznej do napędów wentylatorów w układzie powietrza pierwotnego niesie za sobą zmniejszenie ilości spalanej węgla, a tym samym zmniejszenie emisji substancji szkodliwych zawartych w spalinach wylotowych. Istotnym aspektem środowiskowym modernizacji jest także ograniczenie emisji hałasu poprzez stosowanie izolacji akustycznej w urządzeniach układu.

### Nowatorska technologia zasilania kotła powietrzem pierwotnym na przykładzie wdrożonego projektu w *Elektrowni „Łaziska”*

#### Układ technologiczny doprowadzenia powietrza do kotła przed modernizacją



Rys. 3. Schemat doprowadzenia powietrza do kotła OP 650k

Układ doprowadzenia powietrza do kotłów OP 650k w *Elektrowni „Łaziska”* został zabudowany wraz z blokami energetycznymi 200 MW, uruchomionymi w latach 1970 – 1972. Zaproponowany przez projektantów kotłów w ówczesnych latach spełniał wysokie standardy stosowane w energetyce polskiej. Układ ten posiada wydzielony ciąg technologiczny powietrza pierwotnego i wtórnego (rys. 2).

Powietrze wtórne tłoczone jest kanałami przez wentylatory osiowe WP1 i WP3 do skrzyni palnikowej, a pierwotne przez wentylator osiowy WP2 do kolektora. Kolektor połączony jest z wentylatorami młynowymi. Konfiguracja kanałów i klap pozwala na pracę bloku przy zaniżonych parametrach w przypadku awarii jednego spośród trzech wentylatorów. W skład układu powietrza wchodzi również instalacja powietrza zimnego zasilana przez wentylator WP2, służąca do regulacji temperatury mieszanki pyłowo-powietrznej.

#### Geneza modernizacji

Urządzenia zainstalowane w *Elektrowni „Łaziska”* w układzie zasilania kotła powietrzem, ze względu na ilość przeprowadzonych godzin osiągnięty kres swojej eksploatacji. Utrzymanie ich dyspozycyjności wymagało coraz częstszych przeglądów i wysokich nakładów remontowych. Przystarzałe rozwiązania konstrukcyjne wymagały również modernizacji. Zdecydowano więc o przeprowadzeniu modernizacji układu, stworzono kilka jej wariantów i poddano je analizie. Kierowano się przede wszystkim założeniem optymalizacji pracy wentylatorów zabudowanych na gorącym powietrzu tak, by maksymalnie ograniczyć zużycie energii na ich napędy elektryczne.

Przeprowadzona analiza wykazała, iż najniższym zużyciem energii elektrycznej charakteryzuje się wariant o założeniach, z których wynikają możliwości wyeliminowania pracy wentylatorów na gorącym powietrzu, tj. wentylatorów młynowych. Wymaga on jednak znacznych, dodatkowych nakładów związanych z wytrzymałością kanałów oraz doszczelnieniem obrotowego podgrzewacza powietrza. Kanały powietrza pierwotnego zostały bowiem zaprojektowane na ciśnienie robocze 3,5 kPa i ich współpraca z wentylatorem o ciśnieniu tłoczenia ok. 10 kPa byłaby niemożliwa. Przeciek w podgrzewaczu przy takim ciśnieniu powodowałby znaczne straty ilości powietrza, nawet po optymalizacji systemu doszczelniającego.

Układ z taką technologią musi być również wyposażony w elementy regulacyjne (klapy regulacyjne) dla zapewnienia właściwej ilości powietrza do poszczególnych młynów. Ze względu na duży zakres prac obejmujący całkowitą wymianę kanałów powietrza pierwotnego, przedsięwzięcie dla wszystkich bloków musiałoby być przeprowadzone w cyklach remontów kapitalnych, tj. w bardzo długim czasie. Wysokie nakłady, uwarunkowania możliwości finansowania inwestycji w kolejnych latach wykluczyły jej zastosowanie w *Elektrowni „Łaziska”*.

Analizie poddano również wariant, z którego wynika możliwość ograniczenia pracy wentylatorów na gorącym powietrzu. Możliwość taką daje zwiększenie przyrostu ciśnienia wentylatora podmuchu WP2 i obniżenia przyrostu ciśnienia szeregowo z nim połączonych wentylatorów młynowych.

Takie rozwiązanie nie wymaga całkowitej wymiany kanałów, a jedynie ich wzmocnienie. Zwiększony przeciek obrotowego podgrzewacza powietrza można ograniczyć przez optymalizację systemu doszczelniającego do poziomu ok. 10%. Na podstawie przeprowadzonych analiz efektywności przedsięwzięcia zdecydowano się na wykonanie modernizacji według tego wariantu.





### Założenia techniczne modernizacji

Parametry pracy nowych wentylatorów w układzie zasilania kotła powietrzem, a przede wszystkim zwiększenie przyrostu ciśnienia wentylatora poddmuchu WP2, całkowicie zmieniły założenia techniczne dotychczasowego układu. Dotyczą one przede wszystkim:

- utrzymania szczelności układu powietrza pierwotnego na wymaganym poziomie,
- zachowania wytrzymałości kanałów powietrza pierwotnego,
- zachowania wytrzymałości obudowy obrotowego podgrzewacza powietrza zainstalowanego na powietrzu pierwotnym,
- utrzymania szczelności klap odcinających w kanałach łączących powietrze pierwotne i wtórne,
- utrzymania szczelności klap odcinających w kolektorze powietrza zasilającego młyny.

Wysoka szczelność układu jest jednym z istotnych warunków jego poprawnej pracy. Znaczący wpływ na jej poziom mają obrotowe podgrzewacze powietrza. W *Elektrowni „Łaziska”* dla parametrów wentylatorów sprzed modernizacji nieszczelność podgrzewaczy była niska, nie przekraczała 7%.

Wynikało to z zastosowania na tych urządzeniach nadążnego, aktywnego systemu uszczelnień oraz niskiej różnicy ciśnień pomiędzy powietrzem a spalinami. W nowej technologii zasilania kotła powietrzem wskutek wymiany wentylatora powietrza pierwotnego wzrasta ciśnienie przed podgrzewaczem przy mocy bloku 225 MW z ok. 1,2 – 1,5 kPa do ok. 4,5 – 5,5 kPa. Zwiększa to różnicę ciśnień pomiędzy powietrzem a spalinami i tym samym nieszczelność.

Istotnym elementem jest również szczelność klapy umieszczonej w kanale łączącym powietrze wtórne i pierwotne. Znacznie wyższe ciśnienie powietrza pierwotnego powoduje zwiększenie przecieku w kierunku powietrza wtórnego.

Nie bez znaczenia jest szczelność klap odcinających pomiędzy kolektorem, w którym panuje nadciśnienie, a kanałami ssącymi wentylatorów młynowych. Zwykle pracują cztery spośród pięciu zainstalowanych zespołów młynowych. Niepracujący wentylator ma zamkniętą klapę w kanale ssącym. Nieszczelna klapa powoduje utratę powietrza, a w przypadku konieczności remontu młyna podczas ruchu bloku – znaczne jego nagrzewanie.

Dla zwiększonego ciśnienia powietrza pierwotnego właściwości wytrzymałościowe kanałów i obrotowego podgrzewacza powietrza są również niewystarczające. Jak wspomniano, kanały i podgrzewacz zaprojektowane zostały na ciśnienie robocze 3,5 kPa. Obciążenie ich ciśnieniem wyższym spowoduje trwałe odkształcenia poszycia oraz rozszczelnienia.

Założenia techniczne modernizacji były następujące:

- maksymalne ciśnienie na tłoczeniu wentylatora poddmuchu WP2 – 6,5 kPa,
- ciśnienie całkowite na tłoczeniu wentylatora gorącego powietrza przed młynem węglowym – 8,0 kPa,
- wzrost oporów w układzie powietrza pierwotnego w stosunku do stanu przed modernizacją 10%,
- nieszczelność obrotowego podgrzewacza powietrza po wzroście ciśnienia nie będzie przekraczać 12%,
- ilość powietrza do młynów zapewniająca właściwe wentylacje młynów będzie wynosić 13 m<sup>3</sup>/s.

### Przyjęty zakres modernizacji

Wykonanie modernizacji układu doprowadzenia powietrza pierwotnego do kotła objęło swoim zasięgiem:

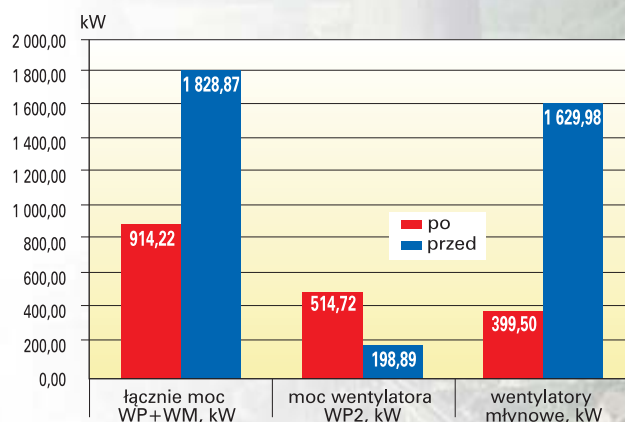
- wymianę wentylatora poddmuchu powietrza pierwotnego WOR 1700/1000 na wentylator WPX 134/712A,

- wymianę wentylatorów młynowych WPM 95/II na wentylatory WPX 85/502,
- wzmocnienie kanałów powietrza pierwotnego,
- wzmocnienie obudowy obrotowego podgrzewacza powietrza,
- montaż dodatkowych uszczelnień na zimnym końcu obrotowego podgrzewacza powietrza,
- optymalizację nadążnego aktywnego systemu uszczelnień obrotowego podgrzewacza powietrza,
- wymianę klap odcinających w kanale łączącym powietrze wtórne i pierwotne,
- wymianę klap odcinających w kolektorze powietrza pierwotnego.

### Efekty modernizacji

Zastosowana modernizacja układu powietrza pierwotnego kotłów OP-650k przyniosła oczekiwane efekty energetyczne. Zmiany technologiczne w układzie powietrza pierwotnego nie wpłynęły negatywnie na pracę kotła, nie zmieniły jakości spalania oraz nie zmieniły dynamiki związanej z wymogami regulacji zespołów młynowych.

Na rysunku 4 przedstawiono porównanie obciążenia napędów wentylatorów powietrza pierwotnego przy maksymalnej pracy bloku energetycznego przed i po modernizacji.



Rys. 4. Obciążenie wentylatorów powietrza pierwotnego przed i po modernizacji

### Możliwości wdrożeniowe projektu modernizacji układu doprowadzenia powietrza pierwotnego do kotłów

Na podstawie przedstawionej w artykule istoty modernizacji układów powietrza powstał nowatorski projekt, który został wdrożony dla kotłów OP650k w *Elektrowni „Łaziska”*. Jest to przykład istniejących możliwości wykonania takiej modernizacji na jednostkach wytwórczych, energetycznych o podobnych układach zarówno w kraju jak i zagranicą.

Kotły OP 650k zostały zaprojektowane dla jednostek wytwórczych, energetycznych o mocy zainstalowanej 200 MW. Pierwsze z nich w Polsce uruchomiono przy blokach energetycznych właśnie w *Elektrowni „Łaziska”* w latach 1970 – 1972.

Na mapie energetycznej kraju pojawiły się one również w następujących elektrowniach: *Ostrołęka* – 3 bloki, *Pątnów II* – 8 bloków, *Kozienice I* – 8 bloków, *Łaziska* – 4 bloki, *Jaworzno III* – 6 bloków, *Rybnik* – 8 bloków, *Dolna Odra* – 8 bloków, *Połaniec* – 8 bloków,



Po uruchomieniu pompy o regulowanej wydajności, producent dopuścił pompę do pracy z kątem ustawienia łopaty do 12°, co dało przyrost wydajności oraz umożliwiło poprawę sprawności także przy dużych mocach i wyższych temperaturach wody chłodzącej.

### Wnioski

- pompa o regulowanej wydajności ma wysoką sprawność w całym zakresie pracy oraz zdecydowanie wyższą sprawność niż pompa o stałej wydajności,
- pomiary [1] wykazały, że praca pompy z regulowaną wydajnością (PW2) w stosunku do pracy pomp o stałej wydajności daje poprawę ekonomii pracy bloku,
- pompa z regulowaną wydajnością pracuje poza zakresem występowania kawitacji,



inż. Krzysztof Szczepanek  
specjalista techniczny  
ds. kotłów i urządzeń pomocniczych  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”

## Modernizacja układu doprowadzenia powietrza pierwotnego do kotłów OP 650k

### Istota modernizacji układu powietrza pierwotnego

Podstawowym celem modernizacji układu doprowadzenia powietrza pierwotnego do kotła jest zmniejszenie zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne bloku energetycznego, przy jednoczesnym zapewnieniu właściwych parametrów eksploatacyjnych kotła.

Stosowany powszechnie sposób doprowadzenia powietrza do kotłów w wielu polskich elektrowniach jest energetycznie niekorzystny. Wynika to z zastosowania wentylatorów, które wchodzi w skład zespołów młynowych i pracują na gorącym powietrzu.

Praca potrzebna do napędu wentylatorów jest proporcjonalna do objętości spięznanego powietrza. Objętość powietrza wzrasta w miarę wzrostu temperatury. Zmiana objętości powietrza w wyniku podgrzania go w regeneracyjnym podgrzewaczu do temperatury około 300°C skutkuje dwukrotnie większym zużyciem energii do napędów wentylatorów młynowych niż gdyby wymagane spięznienie realizować w temperaturze otoczenia, a następnie podgrzewać.

Powietrze pierwotne w kotłach pyłowych musi pokonać opory przepływu występujące między wylotem wentylatora poddmuchu a palnikami, w tym znaczne opory układu młynowego. W rezultacie konieczne jest wytworzenie nadciśnienia rzędu 10 – 12 kPa. W dotychczasowych rozwiązaniach stosowanych w kraju, wentylator poddmuchu służy tylko do doprowadzenia powietrza do kolektora, a spięznienie potrzebne do doprowadzenia mieszanki pyłowo-powietrznej do kotła realizowane jest przez wentylator młynowy.

- uzyskano dodatkowo przyrost maksymalnej wydajności pompy, co ma istotne znaczenie przy pracy bloku z wyższymi temperaturami wody chłodzącej.

### Literatura

- [1] *Energopomiar*: Sprawozdanie z analizy pracy układu pompowego wody chłodzącej oraz badania wskaźników pracy turbosespołu i bloku w różnych warunkach pracy układu pompowego wody chłodzącej (nie publikowane)
- [2] Dembiński K.: *ZRE Katowice SA* Zależności pracy układu skraplania na turboszeplach o mocy 200 MW (nie publikowane)



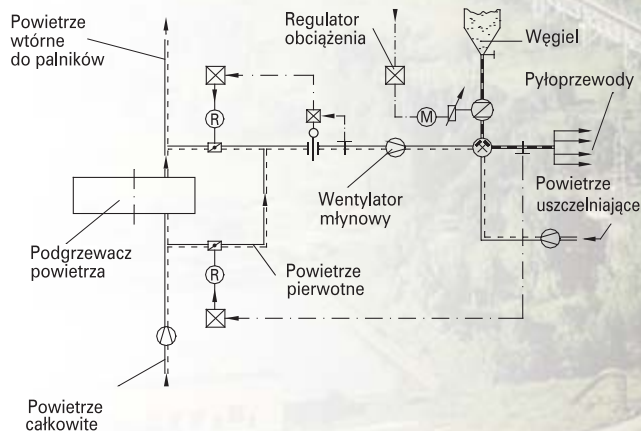
Poszukiwanie oszczędności energii oraz dążenie do zwiększenia trwałości układu spowodowało opracowanie rozwiązań, które pozwalają uniknąć przetłaczania gorącego powietrza przez wentylatory młynowe. Zapotrzebowanie mocy wewnętrznej przez wentylatory młynowe można określić następującą zależnością:

$$N_{wm} = \frac{n_{wm} \dot{V}_{wm} (t_{wm} + 273) \Delta p_{wm} p_n}{273 \cdot 10^3 \eta_{wm} p_{wm}}$$

gdzie :

- $n_{wm}$  - liczba pracujących wentylatorów młynowych
- $\dot{V}_{wm}$  - ilość powietrza (strumień masy) tłoczona przez wentylator młynowy, m<sup>3</sup>/s
- $t_{wm}$  - temperatura powietrza na wlocie do wentylatora młynowego, °C
- $p_{wm}$  - ciśnienie powietrza na wlocie do wentylatora młynowego, Pa
- $p_n$  - ciśnienie odniesienia dla warunków normalnych, Pa
- $\Delta p_{wm}$  - spięznienie ciśnienia w wentylatorze młynowym, Pa
- $\eta_{wm}$  - sprawność wentylatora młynowego.

Na schematach przedstawionych na rysunkach 1 i 2 pokazano dwa różne sposoby dostarczenia powietrza do kotła. Zastosowanie układu jak na rysunku 2 powoduje zmniejszenie mocy pobieranej przez wentylatory powietrza w stosunku do łącznej mocy wentylatorów w układzie pokazanym rysunku 1. Wynika to z istotnego zmniejszenia objętościowego strumienia powietrza przepływającego przez wentylatory.



Rys. 1. Schemat układu doprowadzenia powietrza do kotła z wentylatorem młynowym na gorącym powietrzu





W dobie głębokich przemian gospodarczych zachodzących w sektorze energetycznym, w dążeniu do sukcesywnego zmniejszenia kosztów produkcji energii elektrycznej istnieje możliwość podjęcia prób racjonalizacji układów powietrza w tych elektrowniach. W tym celu w pierwszej kolejności należy określić możliwości zastosowania racjonalizacji, przeprowadzić identyfikację technologiczną układów powietrza z uwzględnieniem ich energochłonności, a w drugiej fazie określić możliwości i sposoby jej przeprowadzenia.

Do tej pory taką identyfikację przeprowadzono w PKE SA Elektrowni „Jaworzno”, gdzie przedstawiono możliwości wdrożenia nowego układu.

Przedstawiona istota modernizacji może również znaleźć zastosowanie w innych gałęziach przemysłu, gdzie transport czynnika w układach wentylatorowych realizowany jest po stronie powietrza gorącego.

### Podsumowanie

Podstawowym celem modernizacji układu doprowadzenia powietrza pierwotnego do kotła jest zmniejszenie zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne bloku energetycznego, przy jednoczesnym zapewnieniu właściwych parametrów eksploatacyjnych kotła.

Istotą modernizacji jest również ochrona środowiska naturalnego. Polega ona na ograniczeniu emisji szkodliwych substancji oraz na ograniczeniu emisji hałasu.

Modernizację układu doprowadzenia powietrza pierwotnego do kotła przeprowadzono w Elektrowni „Łaziska”



inż. Jan Bańczyk  
kierownik Wydziału Profilaktyki  
i Diagnostyki – główny specjalista  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”



inż. Janusz Kantor  
kierownik Oddziału  
Profilaktyczno-Technologicznego  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”

## Wydlużanie czasu pracy elementów stalowych turbin i głównych rurociągów parowych jako technicznie i ekonomicznie uzasadniona alternatywa ich wymiany

W ubiegłym roku minęło 50 lat od wyprodukowania w Zakładach Mechanicznych w Elblągu pierwszej polskiej turbiny typu TC-25, zainstalowanej w Elektrociepłowni Żerań. W okresie tym Zamech wyposażył polską energetykę w dziesiątki turbozespołów średniej i dużej mocy.

na podstawie nowatorskiego projektu polegającego na optymalizacji pracy wentylatorów zabudowanych na gorącym powietrzu, tj. wentylatorów młynowych, tak by maksymalnie ograniczyć zużycie energii do ich napędów elektrycznych. Modernizacja przyniosła ok. 1 MW oszczędności po stronie potrzeb własnych bloku energetycznego elektrowni.

Istnieje możliwość przeprowadzenia modernizacji na innych jednostkach energetycznych przy kotłach pyłowych z wydzielonym ciągiem powietrza pierwotnego zarówno w kraju jak i zagranicą.

Możliwe jest wdrożenie projektu w innych gałęziach przemysłu, gdzie transport czynnika w układach wentylatorowych odbywa się po stronie powietrza gorącego.

### Literatura

- [1] Zbiór referatów. Sympozjum naukowe techniczne „Zmiana technologii doprowadzenia powietrza pierwotnego do kotła OP 650k”, Łaziska Górne 2002



Wiele z nich przekroczyło lub niedługo przekroczy 200 000 godzin pracy. Po przepracowaniu przez urządzenia cieplno-mechaniczne bloków energetycznych takiej ilości godzin powstaje problem, co do dalszego kierunku działań.

Strategie mogą być różne, w zależności od:

- stanu technicznego urządzenia,
- wymagań, jakie narzuca szeroko rozumiany rynek energii.

Stan techniczny bloku energetycznego określa w największym stopniu kondycja elementów wysokotemperaturowych (walczak kotła, główne rurociągi parowe, wirniki turbiny, kadłuby), mających wpływ na poziom techniczny i specyfikę rozwiązań najważniejszych węzłów konstrukcyjnych (parownik kotła, układ przepływowy turbiny).

Wymagania rynku w zakresie efektywności wytwarzania energii elektrycznej i ciepła oraz norm ekologicznych determinują z kolei zakres i sens ekonomiczny modernizacji. Spełnienie wymagań ekologicznych po 2008 roku (Dyrektywa LCP) było wcześniej – i jest nadal – progowym warunkiem ekonomicznego sensu modernizacji bloków energetycznych lub zwykłego wydłużania czasu ich pracy.

Jeśli założenie, że łączny czas eksploatacji bloku ( $t = 535^{\circ}\text{C}$ ,  $p = 14 \text{ MPa}$ ) powinien wynieść max 300 000 godzin, to klasyczne zakresy remontowe bez uwzględnienia: wymian, regeneracji, rewitalizacji, modernizacji niektórych elementów i węzłów konstrukcyjnych oraz pominięcie odpowiednich działań profilaktycznych, nie są w stanie zapewnić tak długiego czasu pracy. Tym bardziej że wydłużanie czasu pracy nie powinno wpłynąć na obniżenie dyspozycyjności i wzrost nakładów na utrzymanie techniczne.

Problem jest o tyle skomplikowany, że w zakresie turbiny opinia producenta (ABB Zamech) była już w latach dziewięćdziesiątych dość kategoryczna, a mianowicie:



Podczas długotrwałej eksploatacji turbin wzrasta podatność do trwałych odkształceń, a równocześnie maleje plastyczność materiałów (wzrasta kruchość eksploatacyjna) w najbardziej wyężonych obszarach poszczególnych elementów. W tej sytuacji materiał uwarżliwia się na działanie karbu i traci swoją odporność korozyjną, przez co wzrasta skłonność do pęknięcia. Równocześnie materiał traci swoją podatność do spawania, przez co zostaje ograniczona możliwość skutecznych napraw remontowych.

Po 100 – 150 tys. godzin eksploatacji materiał kadłubów turbin TK200 przechodzi w stan półkruchy, a po 170 tys. godzin – w stan kruchy. Staje się on wówczas podatny na kruche pęknięcie.

Z punktu widzenia trwałości materiałowej faza eksploatacji kontrolowanej (dodatkowe przeglądy i ograniczenia częstotliwości uruchomień ze stanu zimnego) w turbinach TK200 występuje po okresie pracy:

- 100 – 150 tys. godzin dla kadłubów,
- 150 – 180 tys. godzin dla komór zaworowych,
- 180 – 220 tys. godzin dla łopatkowania, tarcz kierowniczych i odkuwek wałów.

Producent sugerował wtedy w zasadzie jedyne rozwiązanie polegające na wymianie części WP i SP turbin w ramach kompleksowych retrofitów.

Analizując takie oferty należało oczywiście brać pod uwagę taki, a nie inny interes producenta.

Kierując się wymienionymi przesłankami w połowie lat 90. wdrożono w znacznej części krajowych elektrowni oraz niektórych zagranicznych, dwa rozwiązania, a mianowicie: rewitalizację stalowych elementów turbin (kadłuby turbin, korpusy zaworów, korpusy sit parowych i obejm) oraz modernizację głównych rurociągów parowych. Rozwiązania te wprowadzono podczas modernizacji bloków energetycznych 120 MW i 200 MW w zakresie proekologicznym i w celu podwyższenia sprawności (zabudowa nowych reakcyjnych części niskoprężnych).

Po około kilkunastu latach stosowania tych rozwiązań powstają warunki, aby ocenić ich skuteczność zarówno w zakresie technicznym jak i ekonomicznym.

W zakresie rurociągów parowych doświadczenia eksploatacyjne wskazują, że po 150 000 – 200 000 godzinach pracy uszkodzeniom pęczaniowym ulegają stalowe elementy rurociągów (czwórniki, trójniki) oraz najbardziej wyężone kolana. W przypadku źle wyregulowanych zamocowań dodatkowo uszkodzeniom ulegają spoiny, a w przypadku występowania przeciśpadów – pęknięcia pojawiają się na dolnych tworzących długich odcinków poziomych.

Alternatywą dla zabudowania nowych rurociągów może być częściowa wymiana elementów, połączona z modernizacją zamocowań i poprawną ich regulacją. W ten sposób czas eksploatacji rurociągów można wydłużyć w dowolny sposób dostosowując się do indywidualnych wymagań użytkownika. Oczywiście im większe wydłużenie czasu pracy, tym większy zakres wymian i innych prac towarzyszących modernizacji. Warunkiem podejmowania się takich zadań jest bardzo dobra znajomość stanu technicznego wszystkich elementów rurociągów.

### Działania w Elektrowni „Łaziska”

W przypadku Elektrowni „Łaziska” można powiedzieć, że przyjmowana teoria 200 000 godzin pracy dla elementów wysokotemperaturowych znalazła w dużym stopniu potwierdzenie, do czego w niemałym stopniu przyczyniła się praca bloków, w tym turbin, w anormalnych warunkach eksploatacyjnych w latach 70. i 80. (kiepska jakość węgla, niedotrzymywanie

parametrów pary, nadmierna eksploatacja w różnych zakresach mocy). Dla przestarzałych konstrukcji turbin było to często zabójcze, gdyż działające szoki temperaturowe powodowały pęknięcia grubościennych elementów do głębokości 160 mm, rozwarcia kadłubów do 8 mm, skrzywienia wirników, szczególnie WP i SP, przyspieszoną erozję łopatek wirnikowych, szczególnie ostatnich i przedostatnich rzędów wirników NP.

Dodatkowym utrudnieniem przy próbach opanowywania negatywnych przyczyn i skutków był brak takiego oprządowania pomiarowego, które pozwoliłoby na bieżąco ustalać i narzucać optymalne warunki pracy (gradienty temperatur i ciśnień, w zależności od ich wpływu na rozszerzalność, pęczanie i inne parametry materiałowe).

Głównym celem prowadzonych w latach 80. remontów kapitalnych było w zasadzie przywrócenie stanu technicznego pozwalającego na bezawaryjną pracę (w miarę możliwości) do następnego remontu średniego lub kapitalnego.

Realizowane wtedy prace modernizacyjne ograniczały się do niewielu rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych, a w większości były to raczej rozwiązania racjonalizatorskie.

Nie miało to istotnego wpływu na ekonomię pracy bloku, a żadnego – np. na ekologię. Wypracowano jednak wtedy również ważne doświadczenia techniczne i organizacyjne w zakresie wymuszonych, nietypowych remontów podstawowych elementów, jak kadłuby, wirniki, komory zaworowe, a również: pomp, armatury i urządzeń regeneracji.

Na początku lat dziewięćdziesiątych podjęto w elektrowni próbę wykonania kompleksowej oceny stanu technicznego turbin i przygotowania na tej bazie szerokiego programu napraw i modernizacji, uwzględniającego najnowszą wiedzę i doświadczenia własne oraz firm i instytucji współpracujących.

W przypadku Elektrowni „Łaziska” było to tym ważniejsze, ale i zarazem trudniejsze, ponieważ rozwiązania konstrukcyjne w zakresie turbin pochodziły z lat sześćdziesiątych XX wieku, a liczba przepracowanych godzin była w przedziale od 150 do 180 tysięcy.

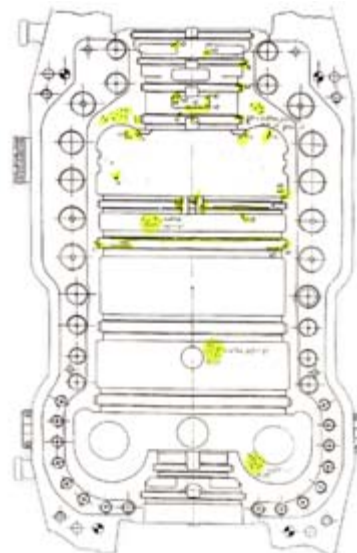
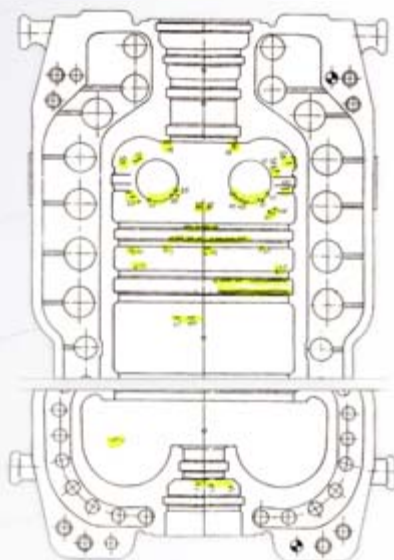
Dla elementów wysokotemperaturowych opracowano szczegółowe technologie w zakresie zabiegów spawalniczych, obróbki cieplnej i mechanicznej, pozwalających:

- przywrócić pierwotne własności materiałowe, szczególnie w zakresie plastyczności,
- usunąć naprężenia pospawalnicze i poeksploatacyjne,
- uzyskać nominalne wymiary kadłuba i luzów w układzie przepływowym części WP i SP turbiny,
- zregenerować gwinty,
- wykonać drobne modernizacje podwyższające trwałość.

### Ważniejsze wykonane prace naprawcze

- prostowanie termiczne wirników SP TK 120 i prostowanie poprzez korekcję osi wirników WP i SP TK 200,
- kompleksowa naprawa pęknięć i deformacji kadłubów WP i SP związana z demontażem całych kadłubów, badania, szlifowania, spawania z obróbką cieplną, wytaczanie, toczenie i frezowanie,
- demontaż dolnych kadłubów NP w celu usunięcia deformacji i ponownego, właściwego posadowienia,
- naprawa i wymiana komór zaworowych w układzie pary świeżej i wtórnej, łącznie z opanowaniem wszelkich koniecznych technologii,
- demontaż, naprawa z niewielką modernizacją płaszczyzn ślizgowych stojaków łożyskowych przedniego i środkowego,





Rys. 1. Korpus WP turbiny TK 200 część górna od wewnątrz

Rys. 2. Korpus WP turbiny TK 200 część dolna od wewnątrz

- weryfikacja i naprawa głównych rurociągów parowych:
  - kontrola, naprawa i korekta zawiesznień w stosunku do przemieszczeń cieplnych,
  - naprawa lub wymiana kształtek (kolan, trójników, czwórników), w zależności od wyników badań nieniszczących i obliczeń wytrzymałościowych.

Wymienione prace naprawcze, w tym rewitalizacje kadłubów turbin oraz naprawy i wymiany elementów głównych rurociągów parowych, prowadzone były w różnym zakresie przez cały okres lat dziewięćdziesiątych.

### Podsumowanie.

Najlepszym kryterium skuteczności obydwóch rozwiązań są wyniki badań i pomiarów wykonywane przy kolejnych remontach kapitalnych, tj. po przepracowaniu ca 40 000 godzin (najwcześniej zrewitalizowane kadłuby turbin parowych pracują ponad 70 000 godzin).

Zregenerowany materiał kadłubów (podwyższona plastyczność) sprawia, że elementy te są o wiele bardziej odporne na zmęczenie cieplne, a nawet termoszoki towarzyszące błędowi eksploatacyjnym. Zregenerowana struktura (rozdrobione ziarno, skład fazowy) oraz własności mechaniczne (udarność, twardość) nie ulegają istotnym zmianom po

wymienionym czasie pracy. Pojedyncze pęknięcia (po ca 40 tys. godzin pracy) nie wymagają naprawy przez spawanie. Dotychczas brak również jakichkolwiek zastrzeżeń w stosunku do pracy zmodernizowanych rurociągów. Stan „starych” i nowych elementów nie budzi zastrzeżeń po badaniach defektoskopowych.

Układy zamocowań pracują stabilnie, praktycznie bez potrzeby wykonywania korekcyjnej regulacji. Rurociągi po modernizacji, jako urządzenia podlegające nadzorowi Urzędu Dozoru Technicznego, spełniają także wszystkie rygorystyczne kryteria oceny określone przez tę instytucję.

Wykonana na zlecenie elektrowni kompleksowa ocena stanu technicznego poszczególnych turbin w pełni potwierdza słuszność obranego kierunku działań.

W programie dalszej eksploatacji napisano m.in.:

- stan techniczny turbin pozwala na ich dalszą bezawaryjną pracę przez ok. 40 – 45 tys. godzin, przy założeniu, że liczba uruchomień nie przekroczy 200,
- czas dalszej pracy można przyjąć na 100 tys. godzin, licząc od daty rewitalizacji,
- podano wykaz zaleceń eksploatacyjnych i diagnostycznych.



inż. Adam Wieczorek  
kierownik Oddziału Nowych Technologii  
i Napraw  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”

## Filtracja olejów w podstawowych układach turbozespołu energetycznego

Zanieczyszczenie oleju jest główną przyczyną uszkodzeń w układach hydraulicznych i smarowniczych. Badania niezależnych instytucji, jak np. British Hydromechanics Research Association wykazały, że 70–80% wszystkich uszkodzeń elementów układów hydraulicznych spowodowanych jest zanieczyszczeniem cieczy roboczych. Przeprowadzona przez nasz zakład analiza laboratoryjna próbek oleju ze wszystkich eksploatowanych układów oleju uwiaryściła rodzaj i wielkość zanieczyszczeń.

W trakcie remontów i eksploatacji dostaje się do układów bardzo dużo zanieczyszczeń wielocząsteczkowych (np. pozostałości po szlifowaniu, obróbce skrawaniem, spawaniu, rdza, piasek itp.) – prowadzi to z jednej strony do nagłych awarii – zacinanie się zaworów, zatarcie pomp, uszkodzenie łożysk; z drugiej strony prowadzi to także do tzw. uszkodzeń inicjujących przedwczesne zużycie się części podczas pracy układu.

Chcąc poprawić jakość oleju opracowano i wprowadzono kompleksowy system filtracji i kontroli oleju. W układzie oleju turbiny zainstalowano boczny agregat filtrujący, który w sposób ciągły filtruje olej w zbiorniku. Przepływ przez filtr boczny powoduje stały wymuszony ruch medium i wychwytywanie zanieczyszczeń znajdujących się w zbiorniku.



Rys. 1. Agregat boczny głównego zbiornika oleju – GZO

Zainstalowanie tylko agregatu bocznego było dopiero częścią zagadnienia skutecznej filtracji, gdyż zanieczyszczenia krytyczne krążące w obiegu zanim zostaną przechwycone przez filtr mogą dojść do łożysk i innych wrażliwych elementów turbiny. Dlatego oprócz agregatu bocznego w każdym układzie olejowym turbiny, czyli oleju smarowego, uszczelniającego, regulacyjnego (bl.125 MW), lewarowego zainstalowano filtry sieciowe. Są to filtry podwójne, przełączalne z wkładami do filtracji absolutnej o dokładności filtracji 10 m, charakteryzujące się wysokim stopniem zatrzymywania zanieczyszczeń.



Rys. 2. Filtr sieciowy oleju smarowego bloku 225 MW

Dla przekładni VOITH'a pomp zasilających najbardziej optymalnym rozwiązaniem było zainstalowanie stacjonarnego agregatu bocznego. Ciągła praca agregatu pozwala na wychwycenie znajdujących się w układzie zanieczyszczeń, a dodatkową zaletą takiego rozwiązania jest możliwość przedfiltrowania oleju podczas postoju przekładni.

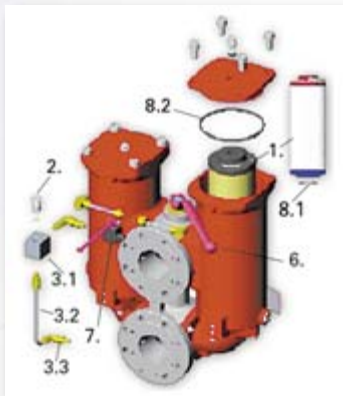
Analizy laboratoryjne próbek oleju przekładni młynowych węglowych wykazały bardzo dużą koncentrację szlamu pyłu węglowego, kwarcu, włókien wełny mineralnej, itp. Tak ogromna ilość zanieczyszczeń powoduje przyspieszone starzenie się oleju, a przede wszystkim ścieranie się powierzchni współpracujących łożysk i kół zębatych. Doszczelnienie przekładni i zastosowanie filtrów sieciowych podwójnych pozwoliło na osiągnięcie i utrzymywanie stałej klasy czystości 7 – 8 wg NAS, 1638 podczas gdy olej przed zastosowaniem filtrów był wybitnie pozaklasowy. Podobne rozwiązania zastosowano w układach oleju wentylatorów młynowych i wentylatorów ciągu.

Dużą rolę odgrywa także odpowiedni dobór wielkości i umiejscowienie filtrów oraz dokładność oczyszczania zespołów filtracyjnych. Istnieje bezpośrednia zależność między dobrą filtracją a trwałością i niezawodnością pomp, rozdzielaczy, zaworów itp., przy czym nie należy zapominać o kosztach elementów filtracyjnych.

Wielu użytkowników urządzeń nie docenia często w pełni roli, jaką odgrywa wstępna filtracja cieczy roboczych przed uruchomieniem urządzeń – zarówno na etapie jego rozruchu jak i po naprawach, przeglądach czy też w ramach bieżącej obsługi.

Ponadto, na ogół zapomina się, że nowo dostarczony olej w „czystych” beczkach jest przeważnie o dwie klasy czystości gorszy od czystości wymaganej.





Rys. 3. Schemat filtrów sieciowych dla urządzeń pomocniczych



Rys. 4. Przewoźna stacja filtrująca

Dlatego stosujemy dodatkowe pomocnicze (przewoźne) urządzenia filtrująco-przepompowujące. Umożliwiają one opróżnianie i napełnianie układów olejowych, filtrowanie, przepompowywanie olejów, a także dzięki odpowiedniemu oprzyrządowaniu określanie na bieżąco klasy czystości olejów.

Wysokie wymagania stawiane współczesnym układom smarnym i hydraulicznym są związane z koniecznością stosowania możliwie czystej cieczy roboczej i systematycznego nadzoru jej własności. Faktem jest, że współczesne filtry hydrauliczne są urządzeniami o wysokiej jakości.

Można więc postawić tezę, że systemy filtracyjne są tak dobre, jak chce tego użytkownik urządzeń – to od niego zależy taki dobór filtrów, przy którym pogodzimy filtrację optymalną z ekonomiczną – konieczne jest przy tym systemowe potraktowanie całego problemu filtracji na danym obiekcie lub urządzeniu.

## Podsumowanie

Zastosowanie filtracji olejów w układach olejowych elektrowni znacznie wydłużyło żywotność oleju, spowolniło proces jego starzenia, pozwoliło na utrzymywanie stałej wysokiej klasy czystości oleju, co z kolei ma bezpośredni wpływ na trwałość pomp, siłowników, przekładni i łożysk. Dzięki filtracji nie ma mowy o awariach i usterkach wywołanych pogorszeniem się własności smarnych i chłodzących oraz zanieczyszczeniami zawartymi w oleju. Z ekonomicznego punktu widzenia każda złotówka wydana na filtrację przynosi wymierne korzyści dla energetyki i nie tylko.



mgr inż. Artur Rzepka  
specjalista ds. nowych technologii i napraw  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”



Roman Masek  
BELSE Sp. z o.o.

## Materiały kompozytowe w energetyce

Postęp techniczny oraz konkurencyjność w wytwarzaniu energii elektrycznej sprawiły, że konieczne stało się zwiększenie trwałości, niezawodności maszyn i urządzeń eksploatowanych w energetyce. Poprawa trwałości związana jest ze wzrostem wymagań stawianych materiałom w zakresie właściwości mechanicznych, odporności na zmęczenie,

oddziaływania cieplnego oraz właściwości fizykochemicznych związanych z korozyjnym atakiem środowiska.

Właściwości materiałów oraz ich trwałość w dużej mierze zależą od stanu powierzchni (ściślej cienkiej mającej grubość kilkuset nanometrów, warstwy wierzchniej materiału). Fizyczny i chemiczny stan warstwy wierzchniej może się bardzo różnić od właściwości materiału (rdzenia otoczonego warstwą wierzchnią), jednak szereg użytkowych funkcji części maszyn jest określony tylko stanem ich powierzchni.

W celu zwiększenia trwałości eksploatacyjnej wytwarza się na ich powierzchniach specjalne warstwy o z góry założonych powtarzalnych własnościach. Do tych technik modyfikacji powierzchni różnych materiałów zaliczamy także technologie regeneracji oraz modernizacji powierzchni kompozytami polimerowymi. Nakładanie kompozytów na powierzchnie możliwe jest w przedziale temperatur od 5°C do 35°C, a w niektórych przypadkach od -5°C do 150°C.

A zatem zasadniczą zaletą, w stosunku do nakładania warstw techniką wysokoenergetyczną (np. napawanie, metalizacja i inne), jest możliwość zastosowania kompozytów w warunkach normalnych, tj. w temperaturze otoczenia. Kompozyty polimerowe zaprojektowane są tak, aby osiągnęły optymalną odporność na czynniki działające bezpośrednio na warstwę kompozytową. W warunkach agresji chemicznej kompozyty zbudowane są ze składników odpornych na działanie danego medium lub, gdy np. element maszyny narażony jest na silną erozję (wycieranie), można go pokryć kompozytem, który wzmacnia się odpornymi na wycieranie cząstkami z Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.



Rys. 1.

- a) pokrywa ochronna łożyska wahacza w młynie węglowym zabezpieczona przed wycieraniem kompozytem Belzona®(1811),  
b) zgarniacz taśmociągu zabezpieczony przed erozyjnym działaniem węgla za pomocą kompozytu Belzona®(1811)

Gdy do osnowy polimerowej będącej bazą (substancją rozpraszającą) dodamy innego materiału wzmacniającego, to możemy otrzymać zupełnie nowe, dużo lepsze właściwości kompozytu w stosunku do właściwości, jakie mają jego poszczególne składniki. Tak właśnie wytworzono najpopularniejszy kompozyt stosowany w regeneracji i w modernizacji części maszyn, tj. Belzona®(1111). Kompozyt ten został umocniony poprzez napełnienie jego osnowy cząsteczkami stali stopowej wyższej jakości z dodatkiem krzemu. W tym wypadku cząsteczka oznacza kryształ stali stopowej, który otoczony osnową polimerową tworzy kompozyt wzmocniony dyspersyjnie.

Kompozyt Belzona®(1111) posiada niespotykane wśród innych tworzyw sztucznych właściwości mechaniczne, tzn. zachowuje się pod obciążeniem prawie tak jak stal, wykazując sprężystość (brak pełzania) oraz znakomitą wytrzymałość na pełzanie. Kompozyt ten możemy stosować do odpowiedzialnych napraw oraz modyfikacji powierzchniowych wielu elementów maszyn i urządzeń.

Do najczęściej naprawianych kompozytem elementów zaliczamy:

- czopy wałów – rysunek 1,
- oprawy łożyskowe,
- korpusy maszyn,
- osadzenia elementów maszyn – rysunek 3,
- wzmocnianie konstrukcyjne – rysunek 4.



Rys. 2. Regeneracja wybitego czopa wału wentylatora podmuchu kompozytem Belzona®(1111)



Rys. 3. Osadzenie łożyska obrotu zwalowarko-ładowarki na kompozycie Belzona®(1111). Wydział nawęglania



Rys. 4. Osadzenie tulei na kompozycie Belzona®(1321). Obciążalność węzła wzrosła siedmiokrotnie

## Podsumowanie

Dzięki zastosowaniu kompozytów polimerowych Belzona uzyskujemy wydłużenie trwałości urządzeń, zmniejszenie w znacznym stopniu ich awaryjności, wydłużenie okresów międzyremontowych. W przypadku urządzeń przepływowych możemy także mówić o wzroście efektywności pracy pomp po zastosowaniu aplikacji Belzona, ponieważ przez pokrycie kanałów hydraulicznych pompy zmniejszamy opór przepływu medium przez pompę, a to z kolei wpływa na wzrost sprawności urządzenia.





mgr Adam Kozera  
kierownik Wydziału Analiz Chemicznych  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”



inż. Alfred Śliwa  
kierownik Zakładu Chemii Energetycznej  
Przedsiębiorstwa Usług  
Naukowo-Technicznych „Pro Novum”

## Udział chemii w rozwiązywaniu problemów eksploatacyjnych maszyn i urządzeń energetycznych w Elektrowni

W bieżącym roku *Elektrownia „Łaziska”* obchodzi jubileusz 90 lat swojego istnienia. Skłania to do wspomnień o latach, w których elektrownia w wyniku rozbudowy i rozwoju pokonywała szereg problemów wynikających z eksploatacji nowych, często prototypowych urządzeń energetycznych. W rozwiązywaniu tych problemów znaczący udział mieli elektrowniani chemicy i służba chemiczna *ZEOPd*, którego „Łaziska” były jednym z zakładów. Kolejne etapy rozbudowy stawiały przed grupą inżynierów chemików nowe wyzwania, w wyniku których rodziły się nowatorskie rozwiązania techniczno-technologiczne, często powielane i wdrażane w kolejnych polskich elektrowniach. Z doświadczeń tych korzystały biura projektowe, producenci urządzeń oraz pionierzy eksploatacji i remontów krajowych elektrowni.

Również przy obecnym rozwoju techniki i technologii inżynierowie chemicy rozwiązują złożone problemy eksploatacyjne obejmujące szeroko pojętą problematykę chemiczną i ochrony środowiska.

Tym niemniej warto wspomnieć i przytoczyć kilka przykładów problemów eksploatacyjnych, jakie były rozwiązywane przez chemików zatrudnionych w *Elektrowni „Łaziska”* i *ZEOPd*.

### Pierwszy etap rozbudowy elektrowni

W latach 1963 – 1967 w *Elektrowni „Łaziska”* zainstalowano dwa bloki energetyczne o mocy 120 MW. Bloki te, a szczególnie kotły OP-380, wymuszają konieczność zapewnienia właściwych parametrów fizykochemicznych wód i par. Dlatego równoległe z instalacją tych bloków zbudowano Stację Uzdadniania Wody z obróbką wstępną na akceleratorach i obróbką końcową w technologii demineralizacji j onitowej.

Doświadczenia zdobyte przy budowie i rozruchu tej stacji, a szczególnie przy uruchamianiu akceleratorów (pierwsze w Polsce), były wykorzystane przy projektowaniu i rozruchach innych dużych polskich elektrowni. W tym czasie wykonano szereg prac naukowo-badawczych finansowanych z funduszu postępu techniki, które miały na celu optymalizację warunków wodno-chemicznych w obiegach wodno-parowych, chłodzących i ciepłowniczych.

Z całą pewnością można stwierdzić, że w tym czasie w *Elektrowni „Łaziska”* nastąpił bardzo silny rozwój techniczno-technologiczny chemii energetycznej, co znajduje swoje odzwierciedlenie w licznych publikacjach książkowych i w czasopiśmie technicznych.

### Drugi etap rozbudowy

Kolejny etap rozbudowy „Łazisk” przypada na lata 1987 – 1972. W tych latach w elektrowni zainstalowano cztery bloki po 200 MW każdy. W skład tych bloków wchodziły prototypowe kotły produkcji *Rafako*, w eksploatacji których napotymano szereg problemów, w tym także chemicznych. Główne problemy dotyczyły uzyskania właściwej czystości pary (zła praca separacji) i związanego z tym zasilania łopatek turbin. Optymalizacja reżimu chemicznego, wprowadzone zmiany w zamocowaniu urządzeń separacyjnych pozwoliły na wyeliminowanie tych problemów. Innym kłopotem w tym czasie była korozja obiegów olejowych turbin, przy montażu których wprowadzono technologię chemicznego ich trawienia. Kolejne technologie, od kwasu ortofosforowego poprzez różne technologie trawienia i pasywacji oparte na kwasie solnym pogłębiały jedynie problem. Dlatego też w tym czasie chemicy elektrowni i *ZEOPd* wspólnie z Instytutem Technologii Nafty w Warszawie opracowali i wdrożyli nowe gatunki inhibitowanych olejów turbinowych, dla których poligonem doświadczalnym była *Elektrownia „Łaziska”*. Inne tematy z zakresu chemii energetycznej realizowane w tym czasie, to:

- wykorzystanie odsolin i spustów z bloków 200 MW i 125 MW oraz z części 38 – 80 ata do zasilania Stacji Demineralizacji Wody,
- wykorzystanie wód odpadowych ze składowiska żużla i popiołu do procesu dekarbonizacji wody dodatkowej do obiegu chłodzącego,
- sposób korekcji wód w zamkniętych obiegach chłodzących przy pomocy silenali i fosforanów,
- sposób chemicznego usuwania osadów z rurek chłodnic wodorowych generatorów 200 MW oraz chłodnic wzbudnic,
- w celu poprawy sprawności pracy skraplaczy turbin opracowanie metody chemicznego ich oczyszczania,
- w „Łaziskach” – jako pierwszej elektrowni – zastosowano sposób chemicznego podczyszczania kotłów przy pomocy związków kompleksujących, który z dobrym rezultatem jest stosowany do dzisiaj.

Powyżej podano tylko kilka przykładów świadczących o aktywnym udziale chemików energetyków w rozwiązywaniu problemów eksploatacyjnych elektrowni. Przykładów tych jest znacznie więcej, zarówno tych, które były bardzo znaczące dla poprawy eksploatacji urządzeń i tych doraźnych, które na bieżąco były rozwiązywane w czasie modernizacji elektrowni. Przytoczone dane historyczne wskazują na istotny wpływ działań *Elektrowni „Łaziska”* na rozwój szeroko rozumianej chemii energetycznej w tych latach w Polsce.



## Okres modernizacji w latach 90. XX w. i początku XXI w.

W kolejnych latach po zakończeniu rozbudowy elektrowni nie brakowało problemów z zakresu chemii, jakie rozwiązywano w okresie modernizacji zakładu. Rozwój chemii energetycznej i tempo tego rozwoju na świecie wykazują bardzo szerokie możliwości stosowania technologii chemicznych w rozwiązywaniu problemów eksploatacyjnych. Praktycznie wszystkie podstawowe procesy w elektrowniach są procesami chemicznymi bądź fizykochemicznymi. Spalanie paliw, przygotowywanie wód uzupełniających, odsiarczenie i odzotowanie spalin, korozja i ochrona przed nią, wypadanie osadów, oczyszczanie ścieków – to procesy, w których nowoczesna chemia energetyczna może znaleźć swoje zastosowanie z dobrym techniczno-ekonomicznym skutkiem. Oczywiście, że zastosowanie nowoczesnych technologii w elektrowni musi uwzględniać aktualne warunki pracy, stan techniczny posiadanych urządzeń oraz możliwości ekonomiczne zakładu.

Elektrownia „Łaziska” uwzględniając powyższe realia oraz wykorzystując pojawiającą się w tym okresie dostępność sprawdzonych w świecie środków i technologii doprowadziła do ich zastosowania praktycznie we wszystkich etapach procesu wytwórczego energii elektrycznej.

### Spalanie

Warunki ekonomiczne, a szczególnie działalność na rynku energii wymusza u wytwórców redukcję kosztów wytwarzania. Osiągnięcie tego celu jest możliwe m.in. poprzez obniżenie podstawowego kosztu: paliwa. W związku z powyższym w elektrowniach, w tym także w „Łaziskach” spala się węgle tańsze, gorszej jakości. Powoduje to szereg problemów, z których najbardziej dokuczliwe jest tzw. szlakowanie powierzchni wewnętrznej paleniska. Podjęte działania modernizacyjne (montaż strzepywaczy) oraz organizacyjne (struktura dostaw, organizacja rozładunku i nawęglania) w znacznym stopniu ograniczyły zjawisko szlakowania, jednakże nie usunęły go całkowicie. Dopełnieniem wymienionych działań było zastosowanie chemicznego środka ograniczającego nalepotwórcze właściwości popiołu. Zastosowany środek podwyższa charakterystyczne temperatury przemian fazowych, nie dopuszczając do tworzenia się form ciekłych i plastycznych, będących początkiem zjawiska szlakowania. Przedstawiony przykład wskazuje, że w dzisiejszej rzeczywistości skoordynowanie działań w różnych obszarach – technicznych, organizacyjnych oraz technologicznych – przynosi odpowiedni skutek, jakim w tym przypadku było wyeliminowanie problemów szlakowania.

### Obieg wodno-parowy

Wymagania jakościowe stawiane czynnikom w obiegu wodno-parowym zmierzają do jak najlepszej ochrony przed korozją urządzeń wchodzących w skład bloku energetycznego. Jednak obecne warunki eksploatacji bloków, takie jak:

- niska moc bloku,
- krótkie okresy eksploatacji,
- wymuszanie szybkich zmian obciążeń,
- wzrost obciążeń cieplnych kotła,
- nowe konstrukcje palników,
- problemy eksploatacyjne związane z koniecznością spełnienia coraz ostrzejszych wymagań ochrony środowiska,

nie ułatwiają chemikom dotrzymywania takich własności reżimu chemicznego, które zabezpieczałyby urządzenia blokowe przed uszkodzeniami.

Przez szereg lat *Elektrownia „Łaziska”* poszukiwała skuteczniejszej korekcji niż stosowana hydrazynowo-fosforanowa. Zastosowanie przez pewien okres amin błonotwórczych potwierdziło opinie wielu fachowców, że korekcja ta nie zdaje egzaminu na kotłach starych, nieodpowiednio przygotowanych. Po wielu awariach zdecydowano o powrocie do korekcji odtleniająco(pasywująco)-fosforanowej, a zamiast hydrazyny zastosowano N,N-dietylohydroksyloaminę (DEHA). Związek ten, obok większego powinowactwa do tlenu poprzez swoją termostabilność, alkalizuje i pasywuje także sieć kondensatu. Zoptymalizowane w ten sposób warunki reżimu w układzie wodno-parowym przyniosły wymierne skutki w postaci ograniczenia ilości osadów na powierzchniach wewnętrznych rur ekranowych oraz wyeliminowania kancerogennej hydrazyny. Na uwagę zasługuje fakt, że parametry fizykochemiczne uzyskiwane przy pomocy N,N-dietylohydroksyloaminy (DEHA) i fosforanu trójssodowego niewątpliwie przyczyniły się do całkowitego wyeliminowania awarii kotła od strony układu wodno-parowego.

### Obieg chłodzący

Z końcem 1997 roku w *Elektrowni „Łaziska”* zaczęły nasilać się problemy ruchowe związane z wytrącaniem się krystalicznych osadów węgla wapnia w różnych odcinkach układu chłodzącego. Trudności te były powodowane stałym pogarszaniem się jakości wody surowej pozyskiwanej z odwadniania sąsiednich kopalń, a szczególnie wzrostem twardości magnezowej wpływającej negatywnie na proces dekarbonizacji w akceleratorach. Zastosowanie odpowiedniego flokulanta będącego polimerem anionowym, którego ładunek powierzchniowy określany jest jako średni, w istotny sposób ograniczyło ten problem. Uzyskano prawie dziesięciokrotne obniżenie zawiesin wynoszonych wraz z wodą zdekarbonizowaną oraz wyższą stabilność wody chłodzącej. Nie wyeliminowano jednak wtórnej dekarbonizacji, która szczególnie intensywnie przebiegała w różnego rodzaju chłodnicach, doprowadzając do powstawania krystalicznego węgla wapnia skutecznie hamującego przepływ ciepła. Kolejnym więc krokiem było wprowadzenie do korekcji wody w obiegu chłodzącym preparatu ograniczającego tworzenie i dyspergującego osady wapienne. Zastosowane środki znacząco ograniczyły potrzeby mechanicznego i chemicznego usuwania osadów z obiegu chłodzącego oraz w zdecydowany sposób poprawiły dyspozycyjność urządzeń. Kilkuletnie obserwacje obiegu chłodzącego, a szczególnie brak trudności w wymianie ciepła, świadczą o skuteczności podjętych działań oraz zastosowanych preparatów.

### Ochrona środowiska

W 2000 roku oddano do eksploatacji Instalację Odsiarczania Spalin dla czterech bloków 225/230 MW. Instalacja ta (IOS) opiera się na technologii mokrej wapienno-gipsowej. W trakcie eksploatacji IOS wystąpiły problemy spośród których najpoważniejsze, to:

- wysoka wrażliwość mieszaniny sorpcyjnej w absorberach na zmianę warunków pracy (zmienność obciążenia, jakości węgla, itp.) objawiająca się częstym blokowaniem sorbentu,
- korozja elementów obrotowego podgrzewacza GAVO,
- wytrącanie twardych osadów w rurociągach instalacji.





Z uwagi na fakt, że w Instalacji Odsiarczania Spalin dominują procesy chemiczne, w celu stabilizacji pracy poszukiwano metod chemicznych. Zdecydowano się zastosować modyfikator organiczny, jakim jest kwas adypinowy. Jest to słaby kwas organiczny z dwoma grupami karboksylowymi (wzór półstrukturalny  $C_4H_8(COOH)_2$ ). W związku z budową chemiczną kwas ten wykazuje w roztworach wodnych określone właściwości buforujące, podnosząc sprawność procesu odsiarczania poprzez stabilizację odczynu pH w opadającej kropli mieszaniny sorpcyjnej. Uzyskane efekty oprócz stabilizacji procesu i wyeliminowania zjawiska blokowania sorbentu, to także obniżenie kosztów eksploatacji. Podwyższona sprawność pozwala na uzyskanie zadowalającego stopnia redukcji  $SO_2$  przy użyciu mniejszej liczby energochłonnych pomp cyrkulacyjnych.

Wykorzystanie jako sorbentu w IOS odpadu z procesu dekarbonizacji wody przyniosło podobne efekty – technologiczne (obecność nieorganicznego stabilizatora procesu odsiarczania jakim są jony magnezu) i ekonomiczne w postaci oszczędności sorbentu wapniowego. Podobne właściwości, co kwas adypinowy, wykazuje bardziej dostępna na rynku i stosowana obecnie mieszanina kwasu adypinowego i jego dwóch sąsiednich homologów.

Warunki pracy urządzeń w Instalacji Odsiarczania Spalin są niezwykle trudne. Występowanie zawiesin i pyłów o działaniu erozyjnym oraz jednocześnie występująca zmienność odczynu pH i temperatury stwarzają środowisko, w którym procesy korozyjne przebiegają bardzo intensywnie. Zjawisko to najwyraźniej uwidacznia się w obrotowym podgrzewaczu spalin GAVO. Podjęte działania w zakresie zmian sposobu eksploatacji oraz zastosowanie koregenta aminowego pozwalają w znacznym stopniu ograniczyć degradację elementów tego urządzenia. Przeprowadzone pod kierunkiem *Energopomiaru Gliwice* badania wskazują, że zastosowanie zaproponowanego przez *Energopomiar* koregenta pozwala ograniczyć postęp korozji o ok. 40%.

Te same przyczyny, co w przypadku korozji, leżą u podstaw zjawiska permanentnego zarastania twardymi osadami pewnych odcinków rurociągów w obrębie IOS. I w tym przypadku dozowanie w wytypowane miejsca specyficznego dyspergatora osadów ograniczyło problemy ruchowe do minimum.

## Spalanie paliw ze źródeł odnawialnych

Wprowadzenie obowiązku produkcji energii ze źródeł odnawialnych spowodowało nową sytuację w energetyce. W publikacjach technicznych sygnalizuje się szereg problemów, jakie występują przy spalaniu tych paliw, począwszy od oceny przydatności do spalania określonej biomasy, poprzez procesy korozyjne temu towarzyszące, a skończywszy na problemach szlakowania przegrzewaczy (wzrost obciążeń cieplnych komory paleniskowej).

*Elektrownia „Łaziska”*, dostrzegając te problemy prowadzi obserwacje i zbiera wyniki oraz doświadczenia dotyczące całego ciągu technologicznego spalania biomasy.

Szczególnie istotne obecnie wydają się odpowiedzi na następujące pytania:

- jaki optymalny układ procentowy biomasy i węgla można spalać bezpiecznie w określonych konstrukcjach kotła?
- jaki wpływ wywiera podwyższona zawartość części lotnych biomasy na proces spalania i pracę młynów (możliwość eksplozji)?
- jaki będzie wpływ spalania określonej biomasy na procesy szlakowania kotła i czy współspalanie wpłynie na wzrost obciążenia cieplnego komory kotła?

- jaki będzie wpływ spalania biomasy na procesy korozyjne?

Wszystkie te potencjalne problemy, jak również obserwowana ogromna zmienność właściwości biomasy, stanowiąc będą między innymi dla inżynierów chemików wyzwania i konieczność udziału przy ich rozwiązywaniu.

Omawiając udział chemii w procesie wytwarzania energii elektrycznej nie sposób pominąć jeszcze jednej, dla wielu być może podstawowej jej roli – kontrolno-pomiarowej. To właśnie podczas systematycznych pomiarów laboratoryjnych szereg problemów „chemicznych” zostało ujawnionych i zidentyfikowanych. Także m.in. te właśnie pomiary potwierdziły słuszność podjętych działań.

Przemiany dokonujące się w *Elektrowni „Łaziska”*, a co za tym idzie konieczność uzyskiwania pewnych i pełnych informacji na temat parametrów fizykochemicznych szeregu obiektów badawczych, przyczyniły się do rozwoju dziedziny kontrolno-pomiarowej. W chwili obecnej dobrze wyposażone, akredytowane laboratorium chemiczne *Elektrowni „Łaziska”* stanowi silne ogniwo w jej walce z negatywnym oddziaływaniem czynników chemicznych na proces wytwórczy energii elektrycznej oraz jest ważną podporą szeregu procesów modernizacyjnych.

W artykule zawarto szereg historycznych danych, jak również pokazano udział chemii energetycznej w rozwiązywaniu aktualnych problemów z eksploatacją maszyn i urządzeń elektrowni. Stwierdzić można, że udział ten jest duży i odczuwalny tak po stronie technicznej, jak i ekonomicznej. Ponieważ życie biegnie dalej, rodzą się następne technologie, następuje ciągły rozwój myśli technicznej. Pewnym jest więc, że i w kolejnych latach będą występowały problemy, przy rozwiązywaniu których udział inżynierów chemików będzie nieodzowny.





inż. Jan Bańczyk  
kierownik Wydziału Profilaktyki  
i Diagnostyki  
– główny specjalista  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”



mgr inż. Ryszard Kózka  
kierownik Oddziału Przygotowania  
i Nadzoru Budowlanego  
PKE SA Elektrowni „Łaziska”

## Wytłumienie urzędzeń i obiektów energetycznych w Elektrowni

Na początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, na bazie ogólnych przemian społeczno-gospodarczych kraju, zmieniło się również w sposób radykalny podejście do spraw ochrony środowiska. W ramach podjętych wtedy konkretnych działań Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa ogłosiło listę zakładów uciążliwych dla środowiska, na której znalazła się również *Elektrownia „Łaziska”*.

W ślad za tym Wydział Ochrony Środowiska Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach wydał konkretną decyzję z dnia 21 czerwca 1990 r., zobowiązując elektrownię do podjęcia działań w zakresie ograniczenia różnych szkodliwych oddziaływań.

Decyzja obejmowała problematykę: nadmiernej emisji dwutlenku siarki i tlenków azotu, nadmiernego pylenia składników żużla i popiołu, wykorzystania odpadów w podziemnych kopalniach i nadmiernego hałasu emitowanego do otoczenia.

W związku z tą decyzją elektrownia podjęła w 1991 roku działania mające na celu m.in. zmniejszenie oddziaływania obiektów i urządzeń zakładu na środowisko. W październiku 1991 r. firma *INTEREKO* przeprowadziła na zlecenie elektrowni ocenę wpływu hałasu na otoczenie i określiła kierunki prac mających na celu ograniczenie jego poziomu.

Na podstawie powyższego opracowania w lipcu 1992 roku firma *GORPROJEKT* wykonała pomiary i opracowała koncepcję programową wyciszenia obiektów elektrowni. Po przeanalizowaniu koncepcji zawarto stosowne umowy i przystąpiono do realizacji.

### Realizacja

W 1992 roku *Elektrownia „Łaziska”* rozpoczęła realizację programu mającego na celu zmniejszenie oddziaływania obiektów i urządzeń na poziom hałasu w środowisku. W latach 1992 – 1995 wykonano:

- wytłumienie instalacji odpylania zbiornika przesypowego pyłu,
- wytłumienie instalacji odpylania dwu zbiorników przygotowania emulgatu,

- wytłumienie czerpni zewnętrznych i wewnętrznych wentylatorów podmuchu kotłów bloków 200 MW (obecnie 3x225 i 1 x230 MW),
- wytłumienie otwieranych kwater okien w ścianie płd. maszynowni bloków 200 MW (obecnie 3x225 i 1x230 MW),
- wytłumienie chłodnic wentylatorowych transformatorów blokowych 200 MW z tym, że instalacje te po modernizacji transformatorów blokowych obejmującej między innymi odsunięcie chłodnic od korpusów, zostały zdemontowane,
- wytłumienie stacji sprężarek wirowych,

Prace te traktowane były jako I etap wytłumienia obiektów *Elektrowni „Łaziska”*. Przed przystąpieniem do realizacji programu, przekroczenia wywołane oddziaływaniem elektrowni sięgały centrum Łazisk Górnych i centrum Łazisk Średnich. Po zrealizowaniu I etapu wytłumienia, przekroczenia występowały przy kilku zabudowach zagrodowych położonych na północ od elektrowni i na terenie zabudowy mieszkaniowej położonej bezpośrednio przy południowej granicy zakładu.

W latach 1995 – 2000 z uwagi na prace modernizacyjne w elektrowni, w tym budowę instalacji odsiarczania spalin, wstrzymano prace związane z realizacją programu wytłumienia obiektów.

Z programu przewidywanego do realizacji w II etapie wytłumienia obiektów zakładu, w latach 2000 – 2002 wykonano szereg prac mających wpływ na klimat akustyczny i poziom hałasu przenikający do środowiska. Były to:

- wymiana elewacji maszynowni bloków 225 MW wraz z wymianą okien,
- wymiana elewacji kotłowni bloków 225 MW,
- przebudowa czerpni powietrza (w ramach gwarancji) w instalacji odsiarczania spalin,
- zabudowa tłumików (w ramach gwarancji) na wylotach z pomp próżniowych w instalacji odsiarczania spalin,
- zabudowa tłumików na chłodnicach wentylatorowych transformatorów blokowych bloków nr 9 – 12.

W związku z tym, że przedstawiony zakres wykonanych prac miał wpływ na równoważny poziom hałasu „A”, przenikającego na tereny zlokalizowane po stronie południowej zakładu, podjęto decyzję o przeprowadzeniu aktualizacji opracowania z 2000 r. Celem tego opracowania było wprowadzenie ewentualnych korekt dotyczących zakresu wytłumienia dla etapu II i III.

W ramach realizacji prac objętych powyższym opracowaniem do listopada 2004 roku wykonano następujące zabezpieczenia przeciwhałasowe:

- wytłumienie transformatorów zaczepowych w rejonie maszynowni 225 MW (6 sztuk),
- zabudowę wytłumionych zespołów wentylacyjnych doprowadzających powietrze na poz. 0,0 maszynowni bloków 225 MW, co umożliwiła prowadzenie ruchu urządzeń w okresie letnim przy zamkniętych bramach maszynowni – zabudowano 4 zespoły o łącznej wydajności 160 000 m<sup>3</sup>/godz.,
- wytłumienie korpusów transformatorów blokowych bloków 225 MW nr 9, 10, 11 i 12,
- remont oraz modernizacja świetlików dachowych maszynowni 225 MW w zakresie zwiększenia izolacyjności okien i wykorzystania istniejących osłon jako ekranów akustycznych (3 szt),
- zabudowę osłon akustycznych rejonów wzbudnic turbogeneratorów wszystkich bloków 225/230 MW (bloki nr 9, 10, 11 i 12),
- wytłumienie pomp zasilających bloku nr 9.





W tabeli 1 zestawiono wyniki pomiarów źródeł hałasu przed i po wytlumieniu. Podane wyniki pomiarów po wytlumieniu są zgodne z wynikami pomiarów wykonywanych komisyjnie na etapie odbiorów poszczególnych instalacji.

Przeprowadzone pomiary wykazują, że przy aktualnym stanie technicznym wszystkie zrealizowane wytlumienia, w tym wykonane w latach 1993 – 1994, spełniają założone wymagania.

### Warunki techniczne przeprowadzania pomiarów

Lokalizacja źródeł hałasu na terenie zakładu oraz lokalizacja terenów mieszkalnych w sąsiedztwie *Elektrowni „Łaziska”*, stwarzają obecnie sytuację, w której o poziomie hałasu przenikającego na tereny położone po stronie południowej decyduje hałas emitowany przez urządzenia maszynowni oraz przez urządzenia wyprowadzania mocy (transformatory).

Natomiast o hałasie przenikającym na tereny po stronie północnej zakładu decyduje emisja hałasu z chłodni kominowych. Sytuacja taka występuje po wytlumieniu źródeł hałasu, zrealizowanego w ramach pierwszego etapu, tj. do 2000 r.



Tabela 1

| Źródło hałasu   | Rok realizacji               | Równoważny poziom dźwięku „A” (zmierzony) $L_{Aeg, Te}$ , dB/A |                                      | Dopuszczalny poziom emitowanego hałasu $L_{Aeg, dop}$ , dB/A | Uwagi                   |
|---|------------------------------|--|--------------------------------------|--|-------------------------|
|   |                              | przed wytlumieniem   | po wytlumieniu                       |  |                         |
| <b>Etap I wytlumienia (lata 1993 – 2000)</b>  |                              |  |                                      |  |                         |
| Wentylator odpylania zbiornika przesypowego popiołu   | 1993                         | 69,9   | 81,5                                 | 86,7   | spełnia wymagania       |
| Wentylatory odpylania dwóch zbiorników przygot. emulgatu (zb. nr 1 i 2)   | 1993-94                      | 88,2   | 66,0                                 | 77,2   | spełnia wymagania       |
| Czernie zewnętrzne went. podmuchu kotłów bl. nr 9 – 12  | 1994                         | 105,6  | 76,0                                 | 83,0   | spełnia wymagania       |
| Czernie wewnętrzne went. podmuchu kotłów bl. nr 9 – 12  | 1994                         | 107,2  | 81,5                                 | 91,0   | spełnia wymagania       |
| Wloty do okien na poz. +10,5 m  | 1994                         | ok. 85,0   | ok. 66,0                             | 70,5   | spełnia wymagania       |
| Chłodnice transf. blokowych zabudowane na transformatorach  | 1994                         | 90,4   | 70 – 77,0                            | -  | instalacja zlikwidowana |
| Stacja sprężarek wirowych:<br>- wydmuchy<br>- obudowy sprężarek<br>- rejon fundamentów<br>- wytlumienie silników    | 1994<br>1995<br>1996<br>1996 | do środowiska do 102,0   | poniżej 80,0                         | 85,0   | spełnia wymagania       |
| <b>Etap II wytlumienia po 2000 r.</b>   |                              |  |                                      |  |                         |
| Wloty do okien na poz. +10,5 po remoncie elewacji maszynowni 225 MW wraz z wymianą okien i bram /ściana południowa/ | 2001                         | ok. 85,0   | poniżej 69,9                         | 67,0   | spełnia wymagania       |
| Zabudowa tłumików chłodnic transformatorów blokowych bl. 9 – 12 (chłodnice powietrza)                               | 2001                         | do 90,4  | 67,0<br>każda chłodnica              | 67,0<br>każda chłodnica                                      | spełnia wymagania       |
| Wytlumienie transf. zaczepowych (6 kpl) (chłodnice powietrza)   | 2003                         | 83,0   | 62,4                                 | 67,0   | spełnia wymagania       |
| Wytlumienie korpusów transf. bl. nr 9 – 12  | 2003-04                      | 86,4<br>(przy mocy 225 MW)                                     | 67,4<br>(przy mocy 225 MW)           | 70,0   | spełnia wymagania       |
| Wzbudnice turbogeneratorów bloków nr 9 – 12   | 2003-04                      | do 103,0   | ok. 76,0                             | 82,5   | spełnia wymagania       |
| Zabudowa instalacji tłumienia na świetlikach dachowych maszynowni 225 MW  | 2003-04                      | 82,0   | poniżej 70,0<br>niewyróżnialne z tła | do 70,5  | spełnia wymagania       |
| Zespoły wentylacyjne w maszynowni 225 MW (4 kpl)  | 2003                         | -  | 67,0<br>od strony czerpni            | do 70,5  | spełnia wymagania       |



W świetle powyższego pomiary równoważnego poziomu hałasu „A” przenikającego z *Elektrowni „Łaziska”* na tereny mieszkalne podlegające ochronie przeciwhałasowej przeprowadzono:

- na terenach położonych po stronie południowej w nocy dnia 28/29 października 2004 r. podczas pracy wszystkich bloków 225 MW i jednego bloku 125 MW, tj. dla maksymalnej ciągłej pracy elektrowni,
- na terenach położonych po stronie północnej zakładu, w nocy z 11/12 listopada 2004r. podczas pracy pięciu chłodziń i wyłączzonej chłodziń nr 11 (szóstej).

### Wnioski

- Na podstawie przeprowadzonej oceny stwierdza się, że równoważny poziom hałasu „A” emitowany przez źródła hałasu, przenikający z *Elektrowni „Łaziska”* na tereny podlegające ochronie przeciwhałasowej, nie powoduje przekroczenia wartości dopuszczalnych w porze dziennej i w porze nocnej.



mgr inż. Barbara Szendzielorz  
kierownik Wydziału Organizacji  
i Zarządzania  
*PKE SA Elektrowni „Łaziska”*

## Działalność Koła SEP przy Elektrowni

Warunkiem nieprzekraczania wartości dopuszczalnych w porze nocnej dla terenów po stronie północnej zakładu jest prowadzenie układu chłodzenia bloków energetycznych przy wyłączonej chłodziń nr 11.

- Zakończenie wytlumienia pomp zasilających bloku nr 9 spowodowało dalsze obniżenie poziomu hałasu przenikającego do środowiska z terenu *Elektrowni „Łaziska”*. Osiągnięto poziom 81,6 dB/A, wobec wymaganego poziomu 82 dB/A, w związku z czym nie zachodzi konieczność wytlumienia silników tych pomp.
- Zakończenie realizacji programu wytlumienia przez *Elektrownię „Łaziska”* chłodziń kominowych bloków 225 MW oraz czepni wentylatorów powietrza pierwotnego również powinno przynieść wymierne efekty. Temat ten jest przedmiotem odrębnego opracowania.



Działalność naszego Koła koncentruje się na organizowaniu szeregu przedsięwzięć dających zainteresowanym możliwość rozwoju w sferze techniki, kultury, kontaktów międzyludzkich.

Do najważniejszych imprez należą zebrania wszystkich członków koła, organizowane 4 razy do roku, w tym jedno zebranie w formie biesiady. Podczas spotkań wygłaszane są odczyty, dotyczące głównie nowych technologii, wynalazczości, Internetu, ekologii czy zmieniającego się prawa.

Kilka razy w roku zapraszamy naszych członków na jednodniowe wyjazdy techniczne i prezentacje firm związanych z energetyką.

Koło SEP przy *PKE SA Elektrowni „Łaziska”* to koło duże, liczące obecnie 207 członków i działające już ponad pół wieku – od 54 lat. Przez kolejne 24 lata, w okresie od 1981 do 2005 roku, prezesem Zarządu Koła był kolega Gustaw Grechuta. Obecnie prezesem jest kolega Eugeniusz Białoń. W grupie dużych zakładowych kół jesteśmy obecnie najlepsi w kraju. W konkursie na najaktywniejsze koło SEP za działalność w roku 2006 otrzymaliśmy 4446 punktów, drugie z kolei koło miało 3536 punktów, a trzecie – 1593 punkty.



### Stowarzyszenie Elektryków Polskich



## DYPLOM

dla

**Koła SEP nr 4  
przy PKE SA  
Elektrownia Łaziska  
z Oddziału Zagłębia Węglowego SEP**

za

zajęcie I miejsca w grupie C  
w konkursie na „Najaktywniejsze Koło SEP”  
w 2006 r.

Prezes  
Stowarzyszenia Elektryków Polskich  
*Jerzy Barglik*  
Jerzy Barglik

Warszawa, 14 czerwca 2007 r.





Do najciekawszych wydarzeń w ostatnim czasie należały wyjazdy mające na celu zapoznanie się z instalacją klimatyzacyjną w kopalni *Pniówek*, polami wydobywczymi kopalni „*Bolesław Śmiały*”, radiowo-telewizyjnym ośrodkiem nadawczym *Wisła/Skrzyczne*, prototypowymi kotłami w *PEC Tychy*, instalacjami rybnickiego *Utexu* czy budową nowego bloku energetycznego w *Łagiszy*. Interesujące było również zwiedzanie obiektów na „szlaku zabytków techniki województwa śląskiego”: osiedla robotniczego *Giszowiec* i *Nikiszowiec*, zabytkowej stacji wodociągowej w *Karchowicach* i muzeum chleba w *Radzionkowie*.

Tradycją jest organizowanie wyjazdów na targi techniczne: do *OPT Chorzów*, na *Targi Energetyczne* w *Bielsku Białej* oraz *Międzynarodowe Targi* w *Hanowerze* i *Poznaniu*.

Raz w roku organizujemy wyjazd turystyczny zagraniczny; do ciekawszych należały wyjazdy do *Wiednia*, *Lwowa*, *Wilna*, *Sankt Petersburga*, *Rzymu*.

Na terenie *Elektrowni „Łaziska”* działa *Muzeum Energetyki*. Członkowie naszego koła są zaangażowanymi przewodnikami zarówno po tym *Muzeum*, jak i po *elektrowni*. W latach 2003 – 2006 oprowadzili ponad 14 000 osób z różnych krajów świata: studentów, licealistów, gimnazjalistów, członków stowarzyszeń naukowych, SEP-owców, osób indywidualnych zainteresowanych techniką.

W *Muzeum*, oprócz ekspozycji stałej, organizowane są również przez naszych członków wystawy: wynalazków, fotografii, obrazów, filatelistyczne, związane z pożarnictwem, orkiestrami dętymi.

Wieloletnią tradycją Koła SEP jest także organizowanie corocznego konkursu na najlepszy projekt wynalazczy poprawiający warunki bhp. Dodatkowo w tym roku, z okazji 90-lecia *Elektrowni „Łaziska”*, organizujemy konkurs fotograficzny i konkurs dla uczniów szkoły przykładowej „Z elektroenergetyką na ty”.



mgr inż. Adam Wisthal  
specjalista ds. elektrycznych  
*PKE SA Elektrowni „Łaziska”*  
wiceprezes Polskiego Towarzystwa  
Przyjaciół *Muzeum Energetyki*

## Muzeum Energetyki

W kwietniu 2000 roku *Klemens Ścierański*, dyrektor *Elektrowni „Łaziska”* podczas posiedzenia Zarządu elektrowni wystąpił z pomysłem stworzenia stałej ekspozycji dokumentującej historię zakładu. Wydarzenie to poprzedzało wiele rozmów z pracownikami i emerytami elektrowni, którzy podobnie jak on czuli potrzebę zachowania materialnych świadectw pracy i życia ludzi związanych z tą elektrownią. I chociaż podczas tych spotkań często przewijały się różne nazwy przyszłej placówki, od *muzeum zakładowego*, przez *zakładową izbę pamięci* po *centrum informacyjne* – to wszyscy w gruncie rzeczy myśleli o tym samym. O stworzeniu miejsca i instytucji, która zajęłaby się gromadzeniem przedmiotów, zdjęć i dokumentów mówiących o przeszłości *Elektrowni „Łaziska”* oraz jej załogi.

W efekcie tego posiedzenia powołano zespół roboczy, który pod przewodnictwem *Zbigniewa Lorka* przystąpił do pierwszych działań organizacyjnych.

W ramach współpracy z innymi organizacjami, nasze koło zaangażowało się ostatnio w następujące seminaria i sympozja: „*Katowickie Dni Elektryki*”, *IV Ogólnopolską Konferencję „Systemy zarządzania w Energetyce”*, „*Ochrona przeciwpożarowa w obiektach przemysłowych*”, „*Zielona Akademia PKE*”, „*Zagrożenie wybuchem w przemyśle oraz czynne i bierne systemy zabezpieczeń przeciwpożarowych*”.



W jego skład weszli: *Jan Bańczyk*, *Józef Bańczyk*, *Alojzy Debudaj* i *Marek Gralec*. Tymczasową siedzibą zespołu było biuro poselskie dyrektora *Klemensa Ścierańskiego*, który w latach 1993 – 1996 był posłem na Sejm RP.

Także w kwietniu 2000 r. w gazecie zakładowej pojawiły się dwa artykuły, w których zaapelowano do byłych i obecnych pracowników elektrowni o pomoc w realizacji tego zamierzenia. Temat okazał się bardzo trafiony i wkrótce zespół roboczy znacznie się powiększył.

Postanowiono również zorientować się, jak funkcjonują podobne placówki w innych zakładach na terenie Śląska. W tym celu przedstawiciele zespołu odwiedzili *Muzeum Zakładowe przy Hucie „Batory”* w *Chorzowie* oraz *Izbę Pamięci przy Hucie Metalu Nieżelaznych* w *Katowicach-Szopienicach*.

Od samego początku wszystkie działania dotyczące powstającego muzeum były szczegółowo opisywane na łamach pisma „*elektroŁaziska*”. Dzięki tym artykułom z zespołem zaczęła kontaktować się coraz większa liczba osób, które nie tylko przekazywały osobiste pamiątki, ale również zgłaszały chęć społecznej pracy przy tworzeniu muzeum. Już pod koniec czerwca 2000 roku w siedzibie zespołu zebrano tak dużą liczbę pamiątek, że prowadzenie w niej jakichkolwiek spotkań było praktycznie niemożliwe. Do końca roku zgromadzono ponad 100 eksponatów, które dały początek muzealnemu zbiorom.

Z początkiem 2001 roku na terenie elektrowni zorganizowano spotkanie, w którym wzięli udział wszyscy dyrektorzy i kadra kierownicza *Elektrowni „Łaziska”* oraz sympatycy powstającego muzeum. Podczas spotkania rozwiązano





Kolumna synchronizacyjna z 1923 roku

o Wojciecha Piechę. Klemens Ścierański, zadowolony z osiągnięć Towarzystwa, powiedział wtedy m.in.: *Ostatnio coraz częściej odbieram telefony z wielu instytucji z zapytaniami, czy ekspozycję mogą zwiedzać goście z zagranicy? To cieszy i stanowi dowód, że praca grupki zapaleńców skupionych wokół Zbigniewa Lorka przyniosła efekty przekraczające nasze najśmielsze oczekiwania.*

Jednak najważniejszym dla nas wydarzeniem tego roku stało się uroczyste otwarcie, 9 grudnia, nowej siedziby Muzeum Energetyki o powierzchni ponad 500 m<sup>2</sup>.

Wśród zaproszonych gości byli m.in. wiceprezes *Południowego Koncernu Energetycznego SA*, przewodniczący Rady Powiatu Mikołowskiego, burmistrz Łazisk Górnych, dziekan Dekanatu Łaziskiego, dyrektor Muzeum Śląskiego, dyrektor Muzeum Pszczyńskiego, dyrektor *Południowego Koncernu Energetycznego SA*, dyrektor *Elektrowni Jaworzno III*.

W imprezie wzięli także udział wielce zasłużeni dla polskiej energetyki emerytowani dyrektorzy. Podczas uroczystości w holu Muzeum odsłonięto kilkanaście marmurowych tablic z nazwami zakładów pracy szczególnie zasłużonych dla powstania Towarzystwa i Muzeum Energetyki.

Pod koniec 2003 roku zbiory muzeum liczyły ponad 1 000 eksponatów. Z każdym miesiącem przybywało zwiedzających, wśród których były grupy młodzieży szkolnej z różnych miast województwa śląskiego, studenci wyższych uczelni, a nawet przedszkolacy.

Nasi przewodnicy udzielali odpowiedzi na najbardziej dociekliwe pytania, w tym „skąd się bierze prąd” i „dlaczego w elektrowni te grube kominy tak dymią” (chodzi oczywiście o kłęby pary nad chłodniami kominowymi).

W połowie lipca 2004 roku, w salach Muzeum, otwarto wystawę obrazów Jana Piątka, pracownika *Elektrowni „Łaziska”*. Ekspozycja cieszyła się dużym zainteresowaniem, co było asumptem do zorganizowania innych wystaw, w tym: fotograficznych, sprzętu przeciwpożarowego, urządzeń telekomunikacyjnych oraz filatelistycznej. Na tej ostatniej zaprezentowano m.in. znaczki wydane przez Poczta Republiki Czeskiej w 1993 roku z podobiznami polskich energetyków.

W 2004 roku Muzeum Energetyki odwiedziło ponad 5000 osób, z czego 3200 w grupach zorganizowanych i 1800 indywidualnie. Wśród tych ostatnich byli m.in. goście szczególnie: profesor Bronisław Geremek, ksiądz biskup Stefan Cichy i Jan Kurp, prezes *Południowego Koncernu Energetycznego SA*.

Gościliśmy grupy z: Niemiec, Czech, Słowacji, Słowenii, Szwecji, Anglii, Francji, Włoch, Kanady i Korei Południowej.

Naszą stronę internetową odwiedziło wiele tysięcy internautów. Jeden z nich, w księdze gości tak odnotował swoje wrażenia: *Jakoś tak tu wszedłem i pozostałem cały wieczór. Pracując w jednej z najnowocześniejszych elektrowni w Polsce, nigdy nie zobaczyłbym tych wszystkich urządzeń, przy których pracowali nasi ojcowie, czy dziadkowie, gdyby nie takie muzeum. Naprawdę dawno nie byłem na stronie, która zajęłaby mi tyle czasu.*

Przez cały okres działalności Muzeum Energetyki nie wydało nawet przysłowiowej złotówki na prezentowane w nim zbiory. Ten swoisty fenomen to efekt wielkiego serca ofiarodawców. Wśród nich znajdują się osoby prywatne, firmy oraz instytucje z Polski i zagranicy. Lista wszystkich ofiarodawców znajduje się w Muzeum i na stronie internetowej. Najbardziej zasłużeni ofiarodawcy i dobroczyńcy honorowani są specjalnymi „cegiełkami” w holu Muzeum. Obecnie liczba ofiarodawców zbliża się do 400.



Ksiądz pszczyński Bolko von Hochberg  
– sprawujący honorowy patronat nad obchodami 90-lecia Elektrowni  
– podczas wizyty w Muzeum Energetyki

Towarzystwo od samego początku miało dobre kontakty z mediami. Artykuły w prasie, audycje radiowe i telewizyjne przysporzyły nam wielu zwiedzających oraz ofiarodawców. W lutym 2005 roku Muzeum odwiedziła ekipa programu trzeciego TVP. Efektem ich pracy stał się film, który wyemitowano w ramach cyklu programów poświęconych działalności placówek kulturalnych i muzealnych na Śląsku.





W 2006 roku powstał Szlak Zabytków Techniki Województwa Śląskiego, który tworzy 29 wybranych obiektów, o wyjątkowych walorach historycznych i architektonicznych, które w minionych wiekach były świadkami rewolucji przemysłowej. Nasze Muzeum jest jednym z ciekawszych miejsc na tym szlaku.

W bieżącym roku udało się nam poszerzyć powierzchnię wystawy prawie do 1000 m<sup>2</sup>. W związku z rocznicą powstania elektrowni w nowych salach zorganizowano Archiwum Dokonań *Elektrowni „Łaziska”*. W ten sposób historia zatoczyła koło. Archiwum, które na początku naszej działalności miało być jedynym celem, zostało częścią Muzeum Energetyki.

Od początku roku trwa również wystawa osiągnięć naszych sportowców. Samych pucharów, zdobytych w wielu dyscyplinach, wystawiono ponad ćwierć tysiąca.

W ciągu kilku lat działalności Towarzystwa udało się nam zorganizować ekspozycję z wielu dziedzin. Jest między innymi ocalony fragment rozdzielni ze szwajcarskim wyłącznikiem wysokiego napięcia, który jest głośniejszy podczas pracy niż armata. Jest turbina parowa z czasów wojny, przedwojenny silnik na biogaz, przyrządy pomiarowe, aparatura zabezpieczeniowa i laboratoryjna, domowe odbiorniki prądu, komputery, żarówki, lampy elektronowe, elektronika, sprzęt strażacki. Są też filmy, zdjęcia, mapy i dokumenty.

Specjalnym zainteresowaniem zwiedzających cieszą się ciekawostki, takie jak: żarówki o mocy 5000 W, skórzany łańcuch do przedwojennego motocykla, karbidowa lampa do roweru i wiele innych.

Osobną kategorią są stanowiska do demonstracji zagrożeń, jakie niesie ze sobą prąd elektryczny. Pokazujemy zwarcie przewodów przy napięciu 2V i 230V, łuk elektryczny na napięciu 15 kV i wyładowanie powierzchniowe po izolacji szklanej pod napięciem 45 kV. Ostatnim nabytkiem jest pierwszy polski kombinezon do prac pod napięciem, który demonstrujemy na stanowisku o napięciu ponad 300kV. Pokazy na tych stanowiskach robią największe wrażenie na wszystkich zwiedzających.

Mamy nadzieję, że dzięki takim pokazom odwiedzająca nas młodzież nabierze należytego respektu dla urzędzeń pod napięciem.

**Zapraszamy do odwiedzenia naszego muzeum, które jest czynne w dni robocze w godzinach od 8.00 do 15.00. Możliwe jest także zwiedzanie elektrowni (wymagane uzgodnienie – tel. 032 324 37 00)**

## **Polskie Towarzystwo Przyjaciół Muzeum Energetyki**

**43-170 Łaziska Górne, ul. Wyzwolenia 30**

[www.muzeumenergetyki.pl](http://www.muzeumenergetyki.pl)  
e-mail: [muzeum@ellaz.pke.pl](mailto:muzeum@ellaz.pke.pl)

W sprawach związanych z Muzeum Energetyki informacji udzielają:

|                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| Zbigniew Lorek  | tel. 032 324 35 55 |
| Jan Bańczyk     | tel. 032 324 36 50 |
| Wojciech Piecha | tel. 032 324 34 82 |
| Adam Wisthal    | tel. 032 324 34 51 |

**Turbozespół  
z cukrowni Ostrowy  
z 1942 roku**







problem pozyskania dodatkowych pomieszczeń, które tymczasowo mogłyby służyć do prezentacji zbiorów. Dyrektor szkoły przykładowej wyraził zgodę na udostępnienie placówki pomieszczeń po warsztatach szkolnych, o powierzchni 70 m<sup>2</sup>.

W miarę powiększających się zbiorów muzealnych stale wzrastała liczba osób odwiedzających wystawę. Oprócz pracowników i emerytów elektrowni wśród zwiedzających pojawiła się młodzież szkół powiatu mikołowskiego, goście elektrowni oraz pracownicy pobliskich przedsiębiorstw. Rosnącej popularności Muzeum bardzo przysłużyły się artykuły w prasie lokalnej, zakładowej i piśmie PKE SA „Koncern”. Działania placówki zyskały też dużą pomoc ze strony Koła Stowarzyszenia Elektryków Polskich przy Elektrowni „Łaziska”. Jego przewodniczący pośredniczył w kontaktach z kołami OZW SEP. Dzięki temu szczególnie bliska współpraca została nawiązana z Zarządem Koła SEP istniejącym przy Elektrociepłowni „Miechowice” w Bytomiu. Jego członkowie dobrą radą i przekazywanymi eksponatami znacznie wzbogacili Muzeum.

Pod koniec roku 2001 w zbiorach muzealnych było już ponad 350 eksponatów, prezentowanych w przeszklonych gablotach i na regałach. Bardzo dobrym rozwiązaniem, które od samego początku przyczyniło się do stałego powiększania ekspozycji, było umieszczanie przy każdym wystawionym przedmiocie informacji z nazwiskiem ofiarodawcy.

Ciągle otwarta pozostawała forma organizacyjna całego przedsięwzięcia. Co prawda w powszechnym użytku funkcjonowała nazwa „muzeum zakładowe”, ale miała ona charakter czysto potoczny. Z drugiej strony do zbiorów placówki coraz częściej trafiały urządzenia, przedmioty i dokumenty, które nie tylko obrazowały przeszłość Elektrowni „Łaziska”, ale również historię szeroko pojętej energetyki. To wszystko spowodowało konieczność nowego spojrzenia na pracę zespołu i znalezienia dla niego właściwych struktur organizacyjnych.

5 sierpnia 2002 roku w Elektrowni „Łaziska” pod przewodnictwem Stanisława Karpety doszło do utworzenia Komitetu Założycielskiego Polskiego Towarzystwa Przyjaciół Muzeum Energetyki. Tego samego dnia uchwalono statut Towarzystwa i spośród 21 jego członków-założycieli wyłoniono pierwszy zarząd PTP Muzeum Energetyki. W jego skład weszli Zbigniew Lorek – przewodniczący oraz dwaj wiceprzewodniczący Adam Wiśthal i Jan Bańczyk.



Silnik spalinowy na biogaz wraz z generatorem 100 kW z 1938 roku



Zabytkowa stacja transformatorowa z Bytomia przed budynkiem muzeum

Na tym spotkaniu Klemens Ściński powiedział: *Zbigniew Lorek potrafił skupić wokół siebie ludzi wielkiego serca, pasjonatów historii i energetyki. Dotąd inne branże miały swoje muzea, a energetyka nie. Teraz pojawiła się szansa. Mamy bowiem odpowiednich ludzi i możliwości techniczne dla takiego przedsięwzięcia.*

W listopadzie 2002 roku PTP Muzeum Energetyki zostało oficjalnie zarejestrowane w sądzie i uzyskało osobowość prawną. Do najważniejszych celów towarzystwa określonych w statucie należy m.in.: gromadzenie pamiątek i eksponatów dawnej energetycznej kultury technicznej, osobistych pamiątek pracowników i emerytów związanych z pracą w energetyce oraz współpraca i wymiana doświadczeń z innymi placówkami muzealnictwa technicznego.

W 2002 roku podjęto decyzję o przeniesieniu dotychczasowej siedziby muzeum z warsztatów szkolnych do budynku po starej rozdzielni 60 kV z 1928 roku.

Z miesiąca na miesiąc przybywało zwiedzających, wśród których coraz więcej było grup zorganizowanych. Pod koniec 2002 roku w zbiorach muzeum było już ponad 550 eksponatów. Otrzymywaliśmy wiele przedmiotów powszechnie uznanych do tej pory za zaginione.

Zarząd PTP Muzeum Energetyki na początku postawił przed sobą trzy główne cele: pozyskanie jak największej liczby ciekawych przedmiotów i urządzeń, poszerzenie składu osobowego Towarzystwa i zakończenie prac adaptacyjnych nowej siedziby muzeum.

Powiększanie zbiorów Muzeum było w dużej mierze wynikiem nagłaśniania jego działalności w prasie zakładowej i lokalnej. To dzięki artykułom i informacjom zgłaszali się do niego przyszli ofiarodawcy. Ten stan rzeczy uległ zasadniczej zmianie po uruchomieniu 24 kwietnia 2003 roku własnej strony internetowej [www.muzeumenergetyki.pl](http://www.muzeumenergetyki.pl).

Wiosną w Muzeum gościła grupa młodzieży z niemieckiej szkoły zawodowej w Bad Segebergu. Pobyt w Łaziskach Górnych musiał na uczniach wywrzeć duże wrażenie, ponieważ kilka miesięcy później przekazali szczególny dar – własnoręcznie wykonany model silnika „Sterlinga”.

Popularyzacji Muzeum dobrze też przysłużyła się impreza zorganizowana we wrześniu pod nazwą „Dzień otwartych drzwi elektrowni”. W ciągu siedmiu godzin Elektrownię i Muzeum zwiedziło ponad 400 gości, z których najmłodszy miał niespełna rok, a najstarszy 77 lat!

W październiku 2003 r. odbyło się I Walne Zgromadzenie PTP Muzeum Energetyki, które poszerzyło skład zarządu



# Etrans

**Autoryzowany  
dystrybutor  
samochodów  
marki KIA**

## Kompleksowe usługi motoryzacyjne

- sprzedaż samochodów nowych i używanych
- serwis gwarancyjny i pogwarancyjny
- serwis ogumienia
- stacja paliw
- okręgowa stacja kontroli pojazdów
- usługi finansowe: kredyt, leasing

[www.etrans.kia.pl](http://www.etrans.kia.pl)    tel. 032/ 32 44 601



## Usługi transportowe i specjalistyczne

- samochody osobowe i autobusy
- samochody ciężarowe
- sprzęt specjalistyczny
- obsługi i naprawy samochodów ciężarowych i specjalistycznych

[www.etrans.pl](http://www.etrans.pl)    tel. 032/ 32 43 268



## Przedsiębiorstwo Usług Medycznych Sp. z o.o.

**ul. Wyzwolenia 30**

**43 - 170 Łaziska Górne**

### ZESPÓŁ PORADNI "CENTRUM MEDYCZME"

**Poradnia Wielospecjalistyczna Nr 1**  
**ul. Wyzwolenia 30, Łaziska Górne**  
**tel. (032) 324 32 80, 324 31 23**

- Poradnia Podstawowej Opieki Zdrowotnej
- Poradnia internistyczna
- Poradnia kardiologiczna
- Poradnia okulistyczna
- Poradnia laryngologiczna
- Poradnia alergologiczna
- Poradnia neurologiczna
- Poradnia stomatologiczna
- Poradnia ginekologiczna
- Poradnia diabetologiczna
- Poradnia Leczenia Bólu
- Poradnia Reumatologiczna
- Poradnia medycyny pracy
- Laboratorium analityczne
- Gabinet zabiegowy
- Punkt szczepień
- Pracownia audiometrii i Eng
- Pracownia USG
- Pracownia Ekg

**Poradnia Wielospecjalistyczna nr 2**  
**ul. Chopina 17, Łaziska Górne**  
**tel. (032) 736 76 55, 736 76 56**

- Poradnia Lekarza Rodzinnego
- Poradnia kardiologiczna
- Poradnia neurologiczna
- Poradnia ginekologiczna
- Poradnia stomatologiczna

**Poradnia Wielospecjalistyczna nr 3**  
**ul. Staszica 4a, Łaziska Górne**  
**tel. (032) 737 02 30, 737 02 31**

- Poradnia Podstawowej Opieki Zdrowotnej
- Poradnia laryngologiczna
- Poradnia neurologiczna
- Poradnia ginekologiczna
- Poradnia dermatologiczna
- Poradnia medycyny pracy
- Poradnia rehabilitacyjna
- Poradnia Chirurgii urazowo-ortopedycznej
- Pracownia Rtg

Wszystkie placówki czynne:  
poniedziałek - piątek  
8:00 - 18:00





PUH "EKO-WAR" Sp. z o.o.

w Łaziskach Górnych, ul. Wyzwolenia 30

Jesteśmy firmą świadczącą szeroko pojęte usługi gastronomiczno cateringowe dla klientów grupowych i indywidualnych! Z równym powodzeniem towarzyszymy Państwu również w czasie pracy dostarczając posiłki do miejsc zatrudnienia!

A WIĘC JEŻELI JESTEŚ GŁODNY, A CHCESZ SMACZNIE ZJEŚĆ ZADZWOŃ DO NAS - 032 32 43 822, 032 32 44 122

ORGANIZUJEMY :

- Przyjęcia okolicznościowe w miejscu wskazanym przez klienta (komunie, wesela, bankiety, urodziny, itp.)
- Imprezy plenerowe
- Festyny



OFERTA PRACY:

Poszukujemy osób na stanowisko:

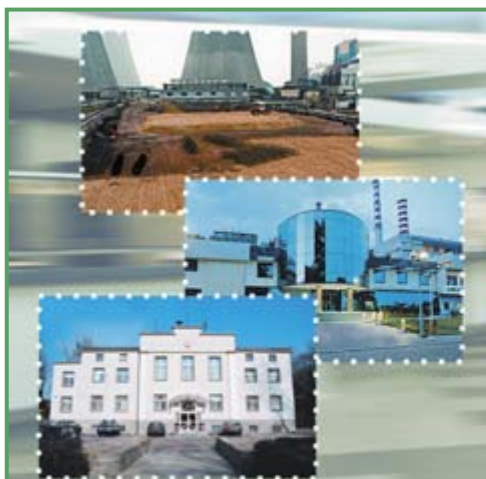
- KUCHARZ
- KELNER
- PRACOWNIK GOSPODARCZY (mile widziani studenci)
- SPECJALISTA DO SPRAW MARKETINGU I ORGANIZACJI IMPREZ (wyszkolenie wyższe, doświadczenie w zawodzie)

elektro

GRUPA PKE



43-170 Łaziska Górne, ul. Wyzwolenia 30  
www.elektro.net.pl, e-mail: elektro@elektro.net.pl  
tel. +48 32 324 35 33, 32 324 37 33  
fax. +48 32 324 35 33 w.217



Oferujemy usługi w zakresie:

- kompleksowych usług budowlanych począwszy od fazy projektowania, a kończąc na wyposażeniu wnętrza i oddaniu obiektu pod klucz,
- robót modernizacyjno-adaptacyjnych,
- generalnego wykonawstwa robót inwestycyjnych,
- kompleksowych robót remontowo-modernizacyjnych obiektów przemysłowych, mieszkaniowych oraz użyteczności publicznej.



Przedsiębiorstwo Budowlano-Handlowe „EXTEM” Sp. z o.o.

ISO 9001

43-170 Łaziska Górne, ul. Wyzwolenia 30  
tel.: (32) 324 36 82, 324 36 83, fax: (32) 324 37 82  
www.extem.pl, e-mail: extem@ellaz.pl

**ENERGOSERWIS**

Lubliniec, Poland

KONFERENCJA  
15  
ENERGETYKI  
RYN 2007

Energoserwis S.A. ma zaszczyt poinformować Państwa o organizowanej XV Konferencji Energetyki pt. **ENERGETYKA: PRZEMIANY - INNOWACJE - WYZWANIA**, która odbędzie się w dniach 5 - 7 września 2007 roku w Mazurskim Centrum Kongresowo-Wypoczynkowym Zamek Ryn.

Tematyka tej konferencji obejmuje szeroki zakres zagadnień, począwszy od rynku energii i polityki energetycznej, poprzez problematykę projektowania, eksploatacji, diagnostyki maszyn i urządzeń elektroenergetycznych, a skończywszy na zagadnieniach dotyczących ochrony środowiska i technologii informatycznych w energetyce.

Mamy nadzieję, że prezentowana tematyka spotka się z Państwa zainteresowaniem i że będzie to doskonała okazja do dyskusji o osiągnięciach i nowoczesnych rozwiązaniach technicznych w naszej branży.

Osoby zainteresowane uczestnictwem w niniejszej konferencji prosimy o kontakt drogą elektroniczną:  
konferencja@energoserwis.pl  
Zachęcamy także do odwiedzenia naszej strony internetowej:  
www.energoserwis.pl







ENERGOPOMIAR

# Z EKSPERTEM ŁATWIEJ

## Doradztwo inwestycyjne

- Doradztwo przy pozyskiwaniu środków unijnych na inwestycje ekologiczne
- Inżynier Kontraktu

## Poprawa efektywności, eksploatacja

- Audyty energetyczne pod kątem poprawy wskaźników eksploatacyjnych
- Kompleksowe pomiary i badania instalacji oraz urządzeń energetycznych, analizy paliw, popiołów, odpadów, wód i ścieków
- Określanie zużycia i oszczędności paliw, rachunek błędów
- Systemy bilansowania TKE dla elektrowni i elektrociepłowni, m.in. dla układów pracy kolektorowej, moduły symulacyjne i testowe
- Pomiary i próby odbiorcze gotowości bloków do obrony i odbudowy zasilania, obrona przed black-outem
- Konserwacja bloków na okres długotrwałego postoju
- Ciągły pomiar temperatury kwaśnego punktu rosy spalin



## Ochrona środowiska

- Koncepcje, pomiary i ocena współspalania biomasy, paliw alternatywnych i odpadów
- Pomoc w uzyskaniu certyfikatów energii zielonej i czerwonej
- Wnioski o wydanie pozwolenia zintegrowanego
- Pomiary siatkowe absorberów IOS, optymalizacja pracy Instalacji Odsiarczania Spalin
- Badania stężenia i emisji rtęci, bilanse rtęci
- Pomiary stężeń N<sub>2</sub>O w spalinach odlotowych
- Wzorcowanie aparatury pomiarowej pracującej w systemach ciągłego pomiaru emisji
- Mapy akustyczne
- Ocena własności popiołów zdeponowanych na składowiskach, kontrola pojemności i pracy składowisk popiołów

## Remonty i modernizacje

- Ocena żywotności elementów oraz całych bloków energetycznych
- Koncepcje modernizacji obiektów energetycznych
- Badania i pomiary instalacji energetycznych
- Chemiczne czyszczenie kotłów, wymienników, skraplaczy za pomocą przenośnego stanowiska, bez użycia instalacji pomocniczych



ENERGOPOMIAR

[www.energopomiar.com.pl](http://www.energopomiar.com.pl)





# ENERGICZNY GRACZ

## Elektromontaż Poznań S.A.

Zależy nam, żeby zdjąć Ci problem z głowy!

Oferujemy najnowocześniejsze i najbezpieczniejsze

systemy urządzeń elektroenergetycznych średniego i niskiego napięcia.

Od prawie 50 lat pracujemy z energią na rynkach budownictwa, przemysłu i energetyki.

[zpue@elektromontaz.com](mailto:zpue@elektromontaz.com)



**W** WARTA



**O** ODRA



**D** DRAWA



**N** NAREW



**M** MAMRY



# ELEKTROWNIA ŁAZISKA



# 2007

**120.** rocznica urodzin twórcy polskiego przemysłu aparatów elektrycznych Kazimierza Szpotkańskiego, Prezesa SEP w latach 1938–1939 i 1939–1946

**90.** rocznica powstania Elektrowni Łaziska

**80.** rocznica urodzin Jacka Szpotkańskiego, Prezesa SEP w latach 1981–1987 i 1990–1994

**60.** rocznica powstania czasopisma *Energetyka*

## SIERPIEŃ

| P  | W  | Ś  | Cz | Pi | S  | N  |
|----|----|----|----|----|----|----|
|    |    | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  |
| 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |    |    |