



XVIII Sympozjum Informacyjno-Szkoleniowe „Diagnostyka i remonty urządzeń ciepłno-mechanicznych elektrowni. Diagnostyka wspierająca pracę regulacyjną i efektywną produkcję elektrowni”



W dniach 6–7 października 2016 r. w Hotelu Qubus w Katowicach odbyło się zorganizowane przez Przedsiębiorstwo Usług Naukowo-Technicznych „Pro Novum” sp. z o. o. XVIII Sympozjum Informacyjno-Szkoleniowe „Diagnostyka i remonty urządzeń ciepłno-mechanicznych elektrowni. Diagnostyka wspierająca pracę regulacyjną i efektywną produkcję elektrowni”.

Sympozjum zostało zorganizowane przy współpracy z Towarzystwem Gospodarczym Polskie Elektrownie, Izbą Gospodarczą Energetyki i Ochrony Środowiska, TAURON Wytwarzanie SA, PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna SA Oddział Elektrownia Turów, EDF Polska SA oraz ENERGA Elektrownie Ostrołęka SA.

Urząd Dozoru Technicznego po raz kolejny objął Sympozjum honorowym patronatem. Dodatkowo w tym roku nad Sympozjum patronat sprawowały: Regional-

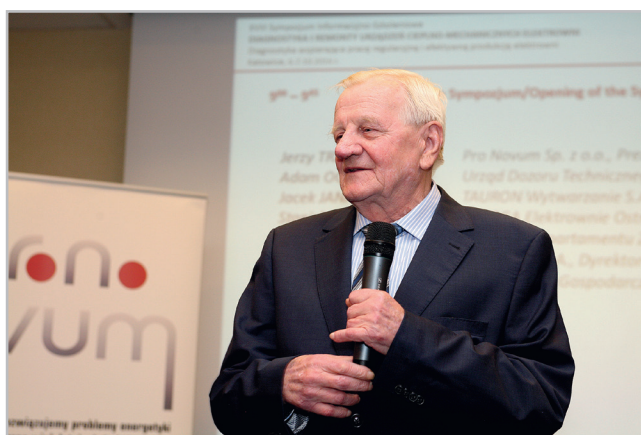
na Izba Gospodarcza w Katowicach i Polsko-Niemiecka Izba Przemysłowo-Handlowa (AHK).

Patronat medialny nad Sympozjum sprawowały branżowe czasopisma: „Energetyka”, „Dozór Techniczny”, „Przegląd Energetyczny”, „Energetyka Ciepła i Zawodowa”, „Nowa Energia”, a także Biuletyn Urzędu Dozoru Technicznego „Inspektor” i portal „Elektroenergetyka i przemysł online. Inżynieria w praktyce” oraz miesięcznik „Europerspektywę”.

W Sympozjum wzięło udział 130 przedstawicieli prawie wszystkich polskich elektrowni i elektrociepłowni, Urzędu Dozoru Technicznego, krajowych firm remontowych i diagnostycznych, innych podmiotów związanych z polską energetyką, a także zagranicznych firm i ośrodków naukowych. W ciągu dwóch dni Sympozjum wygłoszonych zostało 27 referatów, które dotyczyły aktualnych problemów i wyzwań branży energetycznej.

Sympozjum towarzyszyła wystawa, gdzie oprócz Przedsiębiorstwa Usług Naukowo-Technicznych „Pro Novum” sp. z o.o. stoiska wystawowe przygotowały: Conco East sp. z o.o., EthosEnergy sp. z o.o., Pentair

„Diagnostyka i remonty urządzeń wspierająca pracę regulacyjną i efektywną



Valves & Controls Polska sp. z o.o. i Romica Aparatura Elektroniczna.

Tegoroczne Sympozjum, podobnie jak jego poprzednie edycje, zdominowała aktualna dla polskiej energetyki tematyka oraz informacja, że „Pro No-

vum” rozpoczęło 30. rok swojej działalności. Tematyka XVIII Sympozjum była skoncentrowana w głównej mierze na pracy regulacyjnej bloków energetycznych, która jest rezultatem głębokiej transformacji, jaką przechodzi energetyka europejska i polska. Dotyczy ona prak-

20



XVIII Sympozjum Informacyjno-Szkoleniowe „Diagnostyka i remonty urządzeń regulacyjną i efektywną produkcję elektrowni”



tycznie wszystkich dziedzin jej funkcjonowania. Zmianom w technologiach wytwarzania i dystrybucji towarzyszą wyzwania charakterystyczne dla Gospodarki 4.0. Odbiorca energii ma coraz większe ambicje, aby ją także generować. Bloki węglowe stają się w coraz mniejszym stopniu źródłem energii, a w coraz większym stabilizatorem systemu elektroenergetycznego.

Zarządzanie majątkiem, a zwłaszcza efektywnością produkcji, to jedno z trudniejszych zadań. Wykonywanie dia-

gnostyki musi to uwzględniać zarówno, jeśli chodzi o możliwość identyfikowania nowych rodzajów uszkodzeń, jak i przetwarzania informacji online, zdalnego nadzoru i automatycznego kreowania wiedzy integrowanej ze wskaźnikami ekonomicznymi i szacowaniem ryzyka. Potrzebne są odpowiednie narzędzia do efektywnego zarządzania produkcją, w tym do systemowego zarządzania wiedzą o stanie technicznym urządzeń oraz prognozowania ich trwałości na podstawie analizy awaryjności.





Dla zmodernizowanych bloków 100–360 MW to jeden z podstawowych warunków ich pozostania w KSE. Spośród bloków zakwalifikowanych jako JWCD najlepiej nadają się one do regulacji.

Takie podejście od wielu lat proponuje „Pro Novum”, opracowując zarówno wytyczne przedłużania pracy długoeksploatowanych urządzeń, jak i systemy informatyczne umożliwiające zdalny nadzór diagnostyczny oraz planowanie remontów na podstawie strategii RCM i RBM.

Swoje doświadczenia w zakresie problemów i skutków pracy regulacyjnej zaprezentowali przedstawiciele elektrowni, zwłaszcza z EDF Polska SA oraz TAURON Wytwarzanie SA, a także specjaliści „Pro Novum”. Tematyka referatów „Pro Novum”, w tym jednego wspólnego z IASE, obejmowała praktycznie wszystkie aspekty pracy regulacyjnej, od propozycji standardów diagnostycznych poprzez zdalne systemy diagnostyczne monitorujące warunki pracy i bieżący stan techniczny bloków energetycznych oraz analizę jej skutków, w tym zwłaszcza uszkodzeń i awarii wywołanych pracą regulacyjną.

W sześciu sesjach Sympozjum znalazło się także miejsce na prezentacje nowych metod badań przedstawionych przez NNT sp. z o.o., Urząd Dozoru Technicznego oraz firmę Inspecta Technology, a nawet na prezentacje wyzwań, które stoją przed energetyką Republiki Po-



łudniowej Afryki uwarunkowanej nie tylko charakterystycznym dla niej klimatem, lecz także europejską/światową polityką klimatyczną.

Za największą nagrodę za wysiłek organizatorów Sympozjum należy uznać wysoką frekwencję, ciekawe dyskusje i liczne gratulacje od jej uczestników. Zobligowało to organizatorów do publicznego podania daty kolejnego XIX Sympozjum w 2017 r.



Diagnostyka 4.0 wspierająca przedłużanie

Jerzy Trzeszczyński

Przedsiębiorstwo Usług Naukowo-Technicznych „Pro Novum” sp. z o.o.

Zmianom w technologiach wytwarzania energii elektrycznej i jej dystrybucji towarzyszą wyzwania charakterystyczne dla Gospodarki 4.0. Odbiorca energii ma coraz większe ambicje, aby ją także generować. Bloki węglowe stają się w coraz mniejszym stopniu źródłem energii, a w coraz większym – stabilizatorem systemu elektroenergetycznego. Zarządzanie majątkiem stało się jednym z trudniejszych zadań. Wykonywanie diagnostyki musi to uwzględniać, zarówno jeśli chodzi o możliwość identyfikowania nowych rodzajów uszkodzeń, jak i przetwarzania informacji online, zdalnego nadzoru i automatycznego kreowania wiedzy integrowanej ze wskaźnikami ekonomicznymi i z szacowaniem ryzyka. Potrzebne jest nowe podejście do efektywnego zarządzania produkcją, w tym do systemowego zarządzania wiedzą o stanie technicznym urządzeń oraz prognozowania ich trwałości, zwłaszcza na podstawie analizy awaryjności. Dla zmodernizowanych bloków 100 MW – 360 MW to jeden z podstawowych warunków ich pozostania w KSE.

Pośród bloków zakwalifikowanych jako JWCD najlepiej nadają się one do stabilizowania systemu elektroenergetycznego. Takie podejście od wielu lat proponuje ProNovum, opracowując zarówno wytyczne przedłużania pracy długo eksploatowanych urządzeń^{1,2,3}, jak i systemy informatyczne umożliwiające zdalny nadzór diagnostyczny, a także planowanie utrzymania stanu technicznego urządzeń.

Nadchodzi Gospodarka 4.0

Jeśli przyjąć, że jedną z cech Gospodarki 4.0 jest elastyczne dostosowanie się do potrzeb klienta, to ener-

getyka, także polska, znalazła się w obszarze standardów 4.0. Elastyczne dostosowywanie się do potrzeb rynku/klienta dotyczy poszczególnych bloków energetycznych, a nawet urzędzeń. Czas eksploatacji urządzeń ma drugorzędne znaczenie, liczą się – i odpowiednio są wynagradzane – gotowość i stopień dostosowania do wymagań technicznych i prawnych. Zmiany dotyczyć będą także modeli biznesowych w obszarach wytwarzania, dystrybucji i sprzedaży. Zapewnienie efektywnej produkcji/wytwarzania to wyzwanie także dla utrzymania stanu technicznego, w tym diagnostyki. Pro Novum od ponad 10 lat rozwija ten rodzaj diagnostyki, który może wspierać takie potrzeby, opracowując standardy badań i oceny^{1,2,3} (rys. 1), implementując je w formie software'u oraz organizując wymianę informacji i wiedzy w skali grupy energetycznej oraz KSE. Dla Elektrowni 4.0 rozpoczęliśmy prace nad platformą informatyczną LM System PRO+® ver. 4.0 – będziemy wyposażać ją w zaawansowane algorytmy analityczne, w tym z dziedziny sztucznej inteligencji (rys. 2).

Wyzwania związane z regulacyjną pracą elektrowni

Duża, jak na wielkość naszego KSE, liczba niestabilnych źródeł energii, zwłaszcza farm wiatrowych, sprawia, że istotnemu skróceniu ulega rynkowo uzasadniony (zapewniający dodatnią marżę na kosztach zmiennych) czas wykorzystania mocy osiągalnej JWCD na węglu kamiennym. Bloki węglowe ewoluują od dłuższego czasu w kierunku źródeł podszczytowych i szczytowych. Zakres ich handlowego wykorzystania będzie mocno zależał od poziomu generacji farm wiatrowych.

Uzyskanie efektów ekonomicznych przez wytwórców mających JWCD na węglu kamiennym będzie uzależnione od zdolności poszczególnych elektrowni do elastycznej pracy, tj.:

- możliwości pracy bloków z niskim minimum technicznym,
- możliwości częstego (a nawet codziennego) uruchamiania,
- możliwości zapewnienia bezpieczeństwa elektrowni przy jak najmniejszej liczbie pracujących jednostek wytwórczych.

Regulacyjna praca elektrowni konwencjonalnych (rys. 3) sprawia, że wiele tradycyjnych wskaźników oceny ich pracy:

- sprawność,
- zużycie jednostkowe ciepła,
- efektywność,

zmienia sens, przestając być jednoznacznym kryterium optymalizacji strategii eksploatacji.



Rys. 1 Wytyczne przedłużania eksploatacji bloków 100 MW – 360 MW³

eksploatacji bloków 100 MW – 360 MW

Diagnostyka wspierająca bezpieczeństwo techniczne bloków energetycznych pracujących w intensywnej regulacji

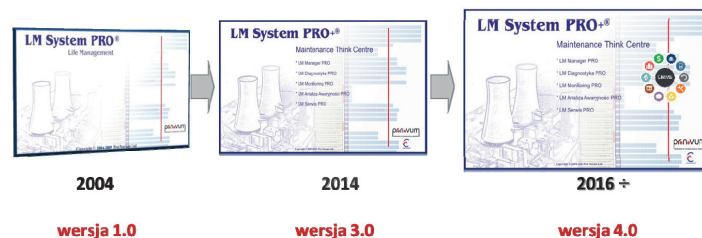
Rekomendowana w wytycznych³ diagnostyka uwzględnia aktualny stan techniczny bloków i spodziewane warunki przyszłej eksploatacji, eksponując przede wszystkim:

- systemowe podejście do diagnostyki pozwalające na:
 - identyfikację nowych i długo eksploatowanych – diagnozowanych w trybie nadzoru diagnostycznego – elementów krytycznych,
 - odpowiednie dokumentowanie wyników badań i ocen stanu technicznego,
 - rejestrację historii eksploatacji,
 - rejestrację i bieżącą analizę warunków pracy,
 - nadanie wysokiego statusu analizie awaryjności,
 - obligatoryjne badanie elementów wycofanych z eksploatacji,
 - zarządzanie informacją i wiedzą,
 - wymianę wybranych informacji i wiedzy pomiędzy użytkownikami bloków,
- integrację informacji z diagnostyki z wybranymi wskaźnikami ekonomicznymi (wolumen produkcji, koszty remontowe) w celu możliwości uzyskiwania kompromisu uwzględniającego:
 - aktualny stan techniczny obiektu,
 - przepisy Urzędu Dozoru Technicznego,
 - uwarunkowania produkcyjne użytkownika.

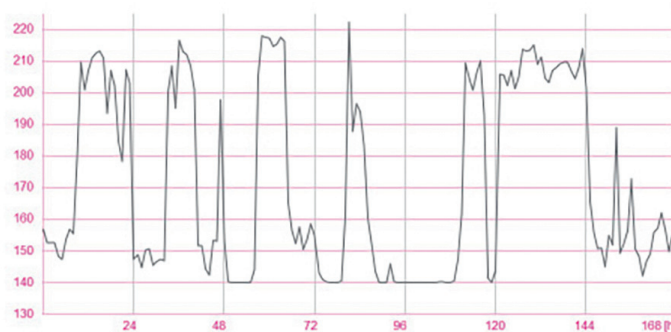
Praca regulacyjna może mieć negatywny wpływ na trwałość, zwłaszcza elementów kotła i turbiny. Diagnostyka powinna uwzględniać wyniki analizy cieplno-mechanicznych i chemicznych warunków pracy oraz w przypadku wykrycia uszkodzeń o charakterze eksploatacyjnym ustalać ich ewentualny związek z pracą regulacyjną.

Ogólnie postroje bloków należy traktować jako jedną z cech pracy regulacyjnej, stosując odpowiednie środki zabezpieczające przed korozją postojową w zależności od czasu trwania postoju.

Ze względu na występowanie obok siebie (rys. 4) elementów/węzłów konstrukcyjnych nowych i długo eksploatowanych oraz ewentualne negatywne skutki pracy regulacyjnej, w tym postojów, diagnostyka opisana w wytycznych³ nadaje wysoki status analizie awaryjności. Poprawnie wykonywana analiza awaryjności może nie tylko poprawiać jakość diagnostyki, lecz także w znacznym stopniu ją zastępować. Awaria to niepożądane zdarzenie, któremu towarzyszą utrata produkcji i koszty remontowe. Może i powinna być także okazją do wykonania diagnostyki pozwalającej na określenie przyczyny bezpośredniej uszkodzenia, stanu technicz-



Rys. 2 Ewolucja platformy informatycznej LM System PRO+®



Rys. 3 Przykładowe obciążenie bloku 200 MW

nego identycznych lub podobnych nieuszkodzonych elementów, ale także ustalenia przyczyny pośredniej, której usunięcie lub ograniczenie może poprawić dyspozycyjność urządzenia.

Diagnostyka opisana w wytycznych nadaje wyższy status wynikom badań materiałowych, w tym metalograficznych, niż obliczeniom, które zwłaszcza w zakresie określania stopnia wyczerpania i prognozowania trwałości mogą przyczyniać się do znacznych błędów i w nieuzasadniony sposób prowadzić do wykluczenia elementu z eksploatacji.

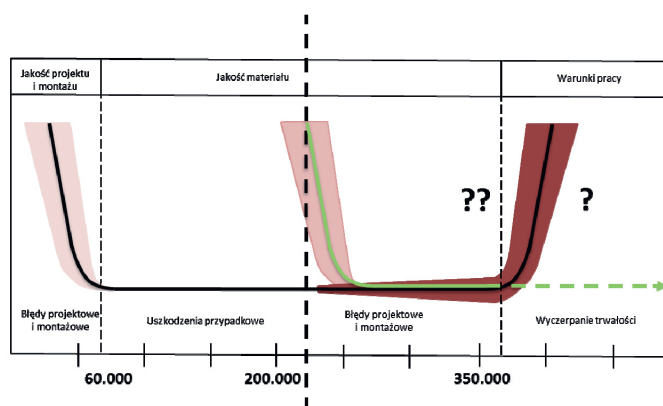
W tym celu wykorzystuje się badania specjalne weryfikujące, w określonych przypadkach, wyniki obliczeń SWT (stopnia wyczerpania trwałości).

Opisana w wytycznych¹⁻³ metodologia badań preferuje klasyczne badania NDT, w tym metalograficzne. Kilkudziesięcioletnia wiedza i doświadczenie na temat badań materiałowych elementów długo eksploatowanych wskazują na potrzebę unikania badań nietypowych, których wyniki bywają trudne do zweryfikowania i również mogą prowadzić do nieuzasadnionego wykluczenia elementów z eksploatacji.

Planowanie zakresów i harmonogramów badań rekomenduje się wykonywać, uwzględniając wyniki analizy bieżących warunków pracy bloków/urządzeń. W przypadku pracy urządzenia odbiegającego istotnie od pracy w trybie podstawowym, tj. gdy czas pracy w roku jest



Diagnostyka 4.0 wspierająca przedłużanie eksploatacji bloków 100 MW



Rys. 4 Skutki dla awaryjności/dyspozycyjności jednoczesnej obecności w urządzeniu elementów długo eksploatowanych i nowych/zmodernizowanych³

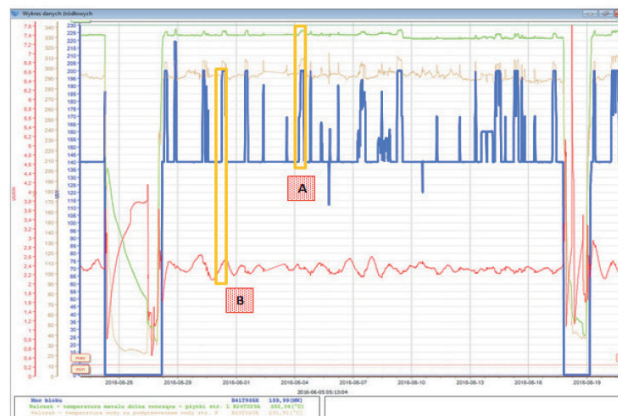
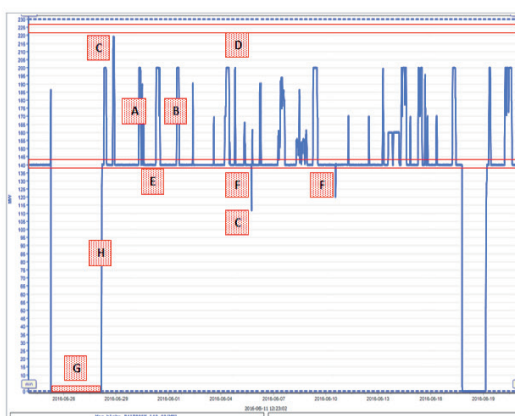
krótszy od 6000 godzin i liczba sumarycznych uruchomień przekracza 50 rocznie, należy indywidualizować harmonogramy badań, uwzględniając aktualny stan techniczny, jakość wiedzy, przepisy UDT i uwarunkowania produkcyjne. Działanie takie powinno być wspierane przez analizę ryzyka.

Jednym z istotnych czynników mających wpływ na bezawaryjną pracę bloków energetycznych jest utrzymywanie wysokiej czystości układu wodno-parowego. Wpływ na to ma właściwie dobrany i należyście kontrolowany reżim wodno-chemiczny. W warunkach pracy regulacyjnej nie zawsze można zapewnić jego stabilność. Skutkować to może m.in. pojawieniem się większej ilości zanieczyszczeń w układzie, które należy usuwać, wykonując okresowo badania i chemiczne czyszczenia, w tym także dmuchanie przegrzewaczy pary. Czynności te prawidłowo wykonywane zwiększają nie tylko trwałość elementów, zwłaszcza parownika kotła, lecz także poprawiają efektywność produkcji.

Zarządzanie informacją i wiedzą

Kluczowymi dla zapewnienia bezpieczeństwa technicznego urządzeń i ich wysokiej dyspozycyjności, zwłaszcza tych pracujących jako podszczytowe i szczytowe, są rejestracja i analiza dużej liczby informacji. Typowe informacje charakteryzujące dotąd historię i warunki pracy urządzeń, jak czas pracy, liczba uruchomień, parametry robocze czynnika, etc., to zdecydowanie za mało.

PRACA REGULACYJNA – ZAKRES ANALIZY	
Liczba / częstotliwość zjazdów i podjazdów mocy	Rys. 13 – A, B
Prędkość zjazdów i podjazdów mocy	Rys. 13 – A, B
Maksymalna i minimalna prędkość zjazdów i podjazdów mocy	Rys. 13 – A, B
Maksymalna i minimalna wartość obciążenia	Rys. 13 – C
Czas pracy bloku przy obciążeniu nominalnym	Rys. 13 – D
Czas pracy bloku przy minimum technologicznym	Rys. 13 – E
Liczba zjazdów mocy i czas pracy bloku poniżej minimum technologicznego	Rys. 13 – F
Liczba i czas trwania postojów	Rys. 13 – G
Liczba uruchomień, w tym z poszczególnych stanów cieplnych	Rys. 13 – H
Zmiana temperatury wody zasilającej synchronicznie do zmian mocy	Rys. 14 – A
Zmiana wartości wybranych parametrów chemicznych, zwłaszcza reżimowych	Rys. 14 – B



Rys. 5 Informacje służące do wyznaczenia indeksu pracy regulacyjnej bloku energetycznego³



Rys. 6 Kompleksowy system informatyczny sprawujący nadzór diagnostyczny nad urządzeniami bloków energetycznych oraz raportujący okresowo w zakresie pozwalającym na predykcję awarii/prognozowanie trwałości

Liczba istotnych informacji charakteryzujących cieplno-mechaniczne i chemiczne warunki pracy istotnie wzrosła. W ostatnim wydaniu wytycznych³ zaproponowaliśmy analizę online indeksu pracy elastycznej (IFO), który może być traktowany jako kryterium wyboru rodzaju i zakresu diagnostyki oraz maintenance'u.

W diagnostyce dostosowanej do pracy regulacyjnej bloków energetycznych rośnie status analizy awaryjności. Jakość predykcji awarii/prognozowania trwałości urządzeń zależeć będzie od jakości informacji, w tym od możliwości analizy jak największej liczby odpowiednio opisanych awarii. Można to osiągnąć poprzez integrację za pośrednictwem portalu internetowego systemów informatycznych klasy LM System PRO+[®] wyposażonych w odpowiednie moduły akwizycji i analizy parametrów pracy oraz zdarzeń eksploatacyjnych (rys. 6).

Podsumowanie i wnioski

- Odpowiednio diagnozowane i remontowane bloki 100 MW - 360 MW mogą, z wysoką dyspozycyjnością, pracować w każdym z trybów (praca podstawowa, podszczytowa, szczytowa) ok. 15 lat bez wymiany elementów krytycznych. To czas, który powinniśmy wykorzystać na mądrą transformację naszej elektroenergetyki.

- Można to osiągnąć, odpowiednio diagnozując i remontując bloki 100 MW - 360 MW oraz organizując wymianę informacji, wiedzy i doświadczeń pomiędzy ich użytkownikami.
- Diagnostyka wspierająca bezpieczeństwo techniczne i wysoką dyspozycyjność bloków pracujących w intensywnej regulacji powinna sprostać potrzebom akwizycji i analizy dużej liczby informacji. Status analizy awaryjności powinien wzrosnąć.
- Wiedza z diagnostyki powinna być odpowiednio integrowana z danymi ekonomicznymi dotyczącymi zarówno kosztów wytwarzania, jak i ceny energii. Utrzymanie stanu technicznego urządzeń powinno być w odpowiedniej relacji do warunków pracy urządzeń i efektu ekonomicznego wytwarzania.

LITERATURA

- ^[1] PN/20.2900/2013: Wytyczne przedłużania czasu eksploatacji urządzeń cieplno-mechanicznych bloków 200 MW. Część I. Założenia ogólne. Część II. Diagnostyka elementów krytycznych kotła oraz głównych rurociągów parowych i wodnych. Część III. Diagnostyka rur powierzchni ogrzewalnych, Katowice, luty 2013.
- ^[2] PN/30.2910/2013: Wytyczne przedłużania czasu eksploatacji urządzeń cieplno-mechanicznych bloków 200 MW. Część I. Założenia ogólne. Diagnostyka elementów krytycznych turbin i generatorów, Katowice, luty 2013.
- ^[3] PN/45.3360/2016/A (Wydanie II): Wytyczne przedłużania czasu eksploatacji urządzeń cieplno-mechanicznych bloków 100 MW - 360 MW, Katowice, czerwiec 2016.