

Szanowni Państwo,

Analogicznie jak w latach poprzednich, ukazujący się w grudniowej Energetyce Biuletyn Pro Novum wypełniają artykuły, które – w formie referatów – zostały wygłoszone w końcu września br podczas kolejnej edycji Sympozjum **DIAGNOSTYKA I REMONTY URZĄDZEŃ CIEPLNO-MECHANICZNYCH ELEKTROWNI**. Szerszą relację z tego Sympozjum zamieszczamy na stronach 838 – 839 niniejszego wydania Energetyki.

Podczas XII Sympozjum przebiegającego pod hasłem: „Modernizacja urządzeń energetycznych w celu przedłużenia ich eksploatacji powyżej 300.000 godzin” specjaliści Pro Novum zaprezentowali dokument: „Rekomendacje w zakresie kwalifikowania urządzeń ciepłno-mechanicznych bloków 200 MW do pracy do 350.000 godzin”

Inicjatywa Pro Novum i rezultat jej realizacji spotkały się z powszechną aprobatą uczestników XII Sympozjum. Mamy nadzieję, że część dokumentu odnosząca się do urządzeń podlegających UDT spotka się także z aprobatą Urzędu Dozoru Technicznego.

Publikujemy także artykuł, gościnnie występujących na łamach naszego Biuletynu, przedstawicielei Politechniki Warszawskiej. Autorzy przedstawiają dość pesymistyczny obraz naszej współczesnej energetyki, która pod presją ekologicznych dyrektyw Unii Europejskiej znalazła się w ślepych, a my za nią w ciemnym zaułku. Możliwe, że w obecnej sytuacji przedłużenie eksploatacji znacznej części majątku produkcyjnego należy uznać za jedyną, realistyczną strategię energetyki w Polsce.

Redakcja Biuletynu Pro Novum

Jerzy Trzeczyski  
Pro Novum Sp. z o.o.

## Ocena stanu technicznego i prognozowanie trwałości elementów krytycznych urządzeń ciepłno-mechanicznych przewidzianych do eksploatacji powyżej 300 000 godzin

### Assessment of and life prediction for the critical components of thermo-mechanical power equipment intended to be operated beyond 300 000 hours

Eksploatacja urządzeń ciepłno-mechanicznych bloków 200 MW przedłużana jest od dawna, tj. odkąd, ich czas pracy przekroczył 100 000 godz. Przedłużaniu eksploatacji towarzyszyły:

- okresowe badania i oceny stanu technicznego,
- proekologiczne modernizacje w celu ograniczenia emisji SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> i pyłów,
- wymiany części niskoprężnych (rozwiązania ABB Zamech oraz Westinghouse'a),
- modernizacje układów AKPiA,
- częściowe wymiany elementów o największym stopniu wyczerpania trwałości (w szczególności w częściach ciśnieniowych bloków),

- rewitalizacje stalowych elementów turbin,
- regeneracje, naprawy i remonty odtworzeniowe, m.in. walczków, elementów części przepływowych turbin, elementów i węzłów konstrukcyjnych urządzeń pomocniczych kotłów i turbozespołów.

Przyjmuje się, że po przekroczeniu 200 tys. godz. pracy trwałość projektowa dla elementów pracujących od pierwszego uruchomienia bloków została przekroczona, chociaż należy zaznaczyć, że w ścisłym rozumieniu tego słowa urządzenia nie były projektowane na określoną trwałość. Po przekroczeniu 100 000 godz. czas pracy walczków kotłów oraz głównych elementów turbozespołów, tj.: wirników turbin i generatorów, korpusów turbin i zaworów, tarcz kierowniczych – przedłuża się na podstawie:

## Metodyka oceny stanu technicznego i prognozowania elementów krytycznych urządzeń ciepłno-mechanicznych bloków 200 MW – propozycja *Pro Novum*

Wybór najlepszej metodyki wymaga przyjęcia określonych założeń i zdefiniowania najważniejszych pojęć<sup>\*)</sup>.

### Założenia i definicje

1. Postępując się określeniem „urządzenie ciepłno-mechaniczne” mamy na myśli poszczególne jego elementy, dla których powinna być znana ich indywidualna historia eksploatacji (co najmniej czas pracy i liczba uruchomień z typowych stanów ciepłych) oraz aktualny stan techniczny i prognozowana trwałość.

*Uwaga:*

- *Brak udokumentowanej historii eksploatacji elementu wyklucza możliwość przedłużenia jego eksploatacji.*
- *Brak wiedzy o aktualnym stanie technicznym i prognozowanej trwałości oznacza konieczność ich określenia (uzupełnienia).*

2. Kryterium 300 000 lub 350 000 godzin pracy jest określeniem czysto umownym, w szczególności dla tych elementów, które pracują w warunkach z dużym udziałem zmiennych naprężeń ciepłno-mechanicznych (wykazują uszkodzenia o charakterze zmęczeniowym). Bez dokładnej wiedzy, co najmniej odnośnie do uruchomień z typowych stanów ciepłych oraz odstawień awaryjnych, prognozowanie ich trwałości jest niemożliwe lub obciążone nadmiernym – z praktycznego punktu widzenia – błędem.

W związku z wyżej opisanym problemem zaleca się, przy ocenie historii eksploatacji oraz prognozowaniu trwałości elementów narażonych na zmęczenie ciepłno-mechaniczne, posiłkować tzw. czasem ekwiwalentnym, wyrażającym czas pracy jako odpowiednio określoną sumę fizycznego czasu pracy oraz liczby uruchomień.

*Uwaga:*

- *Jeśli istnieją techniczne warunki, to określenie czasu ekwiwalentnego powinno się także uzależnić od rzeczywistych warunków (prędkości) poszczególnych rozruchów (stanów niestacjonarnych).*

3. Niniejsza metodyka odnosi się do oceny stanu technicznego elementów, które:

- a) przepracowały ponad 200 000 godzin,
- b) planowany czas pracy przekroczy 300 000 godzin (i nie będzie istotnie większy od 350 000 godzin),
- c) przekroczyły czas projektowy i pracują w zakresie trwałości indywidualnej, ze względu na indywidualne wymiary, własności materiału oraz warunki pracy; oznacza to, że nie wolno stosować oceny stanu „przez analogię” (co może być warunkowo dopuszczalne w zakresie trwałości projektowej).

<sup>\*)</sup> Ogólne założenia metodyki mogą być, w większości przypadków, wykorzystywane przy przedłużaniu eksploatacji urządzeń ciepłno-mechanicznych nie tylko bloków 200 MW.

- doświadczeń eksploatacyjnych,
- napraw przywracających stan techniczny co najmniej do kolejnych remontów kapitalnych,
- wyników odpowiednio zaplanowanych (miejsce, metoda, termin) badań NDE i niszczących,
- obliczeń teoretycznego stopnia wyczerpania trwałości.

Planowane obecnie, kolejne przedłużenie eksploatacji bloków 200 MW skupia się, jak na razie, na wykonaniu prac pozwalających spełnić wymogi prawne (poziom emisji NO<sub>x</sub>) po 2016 roku. Panuje powszechne przekonanie, że eksploatacja bloków 200 MW przez następne 20 lat (ok. 350 000 godzin pracy) będzie możliwa (bezpieczna, przy zachowaniu wysokiej dyspozycyjności) bez wymian elementów krytycznych kotłów (walczaki) i turbozespołów (wirniki, korpusy turbin i zaworów) oraz głównych rurociągów parowych i wody zasilającej.

Powszechnie uważa się, że stan wiedzy nt. aktualnej kondycji urządzeń ciepłno-mechanicznych bloków 200 MW jest wystarczający, a prognozowanie ich trwałości do ok. 350 000 godzin pracy nie przedstawia większych problemów. Wystarczy badać, jak do tej pory, i co jakiś czas jakiś element wymienić. Z taką „koncepcją” nie sposób się jednak zgodzić.

Od ponad dwudziestu lat nie prowadzi się w polskiej energetyce zintegrowanych, systematycznych badań materiałowych długo eksploatowanych urządzeń ciepłno-mechanicznych, w szczególności badań niszczących elementów wycofywanych z eksploatacji, co było wcześniej w energetyce polskiej normalną praktyką i co jest, bez przerwy, kontynuowane w energetyce światowej (m.in. amerykańskiej, rosyjskiej). Wyniki, sporadycznie wykonywanych badań nie zawsze są powszechnie publikowane. Brakuje w polskiej energetyce koordynacji w zakresie badań, interpretacji ich wyników i udostępniania wiedzy.

Sytuację tę należy wziąć pod uwagę podejmując decyzje o przedłużaniu eksploatacji urządzeń ciepłno-mechanicznych (ich elementów krytycznych), które przepracowały dotychczas ponad 200 000 godzin, a których sumaryczny czas pracy może przekroczyć 350 000 godzin.

### Przedłużenie eksploatacji bloków 200 MW – problemy prawne i techniczne

Przedłużenie eksploatacji bloków 200 MW o następne 20 lat wymaga rozwiązania problemów prawnych, tj. spełnienia norm emisji NO<sub>x</sub> po 2016 roku oraz zapewnienia odpowiedniej trwałości wszystkich urządzeń: blokowych (głównych i pomocniczych), pozablokowych (we wszystkich branżach) oraz budynków i wszystkich instalacji naziemnych i podziemnych. Wybór dobrej instalacji do redukcji NO<sub>x</sub> to kosztowne, i nie pozbawione technicznego ryzyka, zadanie. Rozpoznanie aktualnego stanu infrastruktury technicznej oraz możliwości i warunków jej dalszej eksploatacji to żmudna praca, która powinna zostać wykonana przed przystąpieniem do modernizacji bloków. Składa się na nią:

- uporządkowanie istniejącej wiedzy,
- wykonanie badań uzupełniających wiedzę,
- opracowanie zakresu modernizacji, wymian i rewitalizacji (regeneracji).

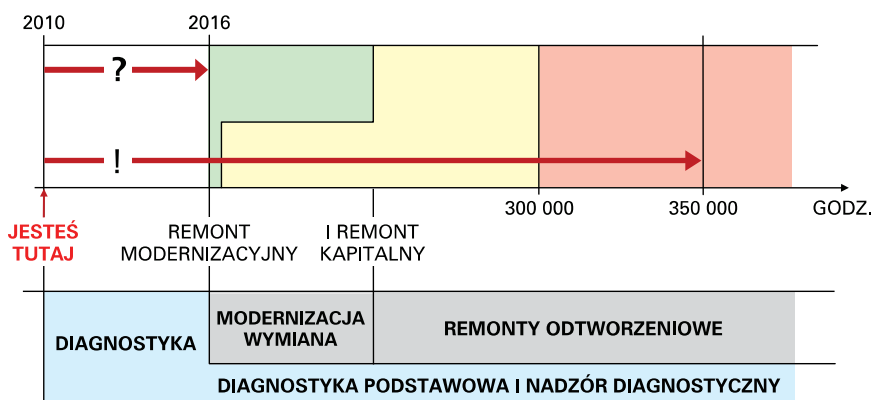
Jakość wykonania tych prac, rzutować będzie na dyspozycyjność urządzeń i ponoszenie, w przyszłości, dodatkowych, nieplanowanych kosztów utrzymania.

4. Przyjęto, że w przypadku gdy obliczenia stanu naprężenia, wymiarów dopuszczalnych (grubości ścianki) oraz stopnia wyczerpania trwałości wykonuje się w sposób przybliżony ze względu na jakość dostępnych danych:
  - a) konstrukcyjnych, w tym materiałowych (np. dotyczących czasowej wytrzymałości),
  - b) dotyczących historii eksploatacji,
  - c) odnoszących się rzeczywistych warunków pracy,
  - d) odnoszących się do udokumentowanej wiedzy nt. przyczyn awarii,
 rozstrzygające o stanie technicznym i prognozie trwałości (żywności) będą wyniki badań stanu materiału.
5. W związku z sytuacją opisaną w punkcie 4 preferuje się wyniki badań niszczących wszędzie tam, gdzie jest to technicznie możliwe i takie metody badania stanu mikrostruktury, które pozwalają wnioskować o jej degradacji w stopniu prowadzącym do obniżenia własności, przede wszystkim wytrzymałościowych.
6. Nie preferuje się żadnych konkretnych metod ani typów aparatury. Zaleca się unikania takich badań, których wyniki nie są bezpośrednio porównywalne, szczególnie gdy ich wykonawcą może być tylko jedna firma (wyniki badań muszą zachować praktyczną użyteczność przez okres ok. 20 lat).
7. Nie tracą ważności dotychczas obowiązujące przepisy oraz powszechnie stosowane procedury badań. Jednak dla elementów, których sumaryczny czas pracy może przekroczyć 300 000 godz., a obecny czas ich pracy wynosi ponad 200 000 godz., z powodów opisanych w punktach 4 – 7, należy stosować tryb Nadzoru Diagnostycznego.
8. Tryb Nadzoru Diagnostycznego to sposób na ograniczenie błędu prognozy, w szczególności, gdy określa się ją metodą obliczeniową. Ograniczona wiedza (często jej całkowity brak) nt. rzeczywistych własności materiałowych i rzeczywistych warunków pracy sprawiają, że błąd obliczeń ma nie tylko nieakceptowaną wielkość, bardzo często nawet nie można go oszacować.
9. Redukcję ryzyk związanych z nieuniknionymi błędami określania prognozy proponuje się osiągnąć poprzez okresowe jej weryfikacje nie tylko na drodze badań (co robi się standardowo), ale także analizując w odpowiedni sposób warunki pracy urządzeń (ich elementów).
10. Przez monitorowanie warunków eksploatacji rozumie się systemowo zorganizowaną analizę wybranych parametrów:
  - a) cieplno-mechanicznych,
  - b) chemicznych (wód i par).

Na podstawie ich wartości (czasowe przebiegi) można oszacować aktualny stan techniczny urządzenia oraz zweryfikować prognozę określoną podczas ostatniego postoju remontowego urządzenia.

Monitorowaniu powinny podlegać także niektóre czynności wykonywane podczas postojów, w szczególności wyniki badań, pomiarów i naprawy (wymiany).

11. Identyfikowanie i analizowanie stanów awaryjnych (przyczyna bezpośrednia, przyczyna pośrednia, sposób naprawy) ma podstawowe znaczenie dla prognozowania trwałości wszystkich urządzeń. Dla urządzeń długo eksploatowanych ma znaczenie szczególne. Niektóre stany awaryjne mogą być oznaką wyczerpania trwałości, zakończenia rezerwu elementu, węzła konstrukcyjnego, a nawet w skrajnym przypadku urządzenia.
12. Wielu czynników wpływających na trwałość elementów nie da się w sposób ścisły uwzględnić przy określaniu prognozy. Tylko okresowe badania miejsc narażonych np. na erozję i termosok pozwalają weryfikować prognozę. Jednak wpływ znacznej liczby czynników, nawet uszkodzeń korozyjnych na wewnętrznych powierzchniach elementów, można się oszacować analizując w odpowiedni sposób wybrane parametry chemiczne wód i par.
13. Pewna część uszkodzeń (np. niektóre uszkodzenia krawędzi otworów w częściach wodnych walczaków) mają charakter konstrukcyjny. Jeśli ich przyczyny nie zostały wyeliminowane, to prognoza trwałości może być obciążona sporym, trudnym do dokładnego określenia błędem. Problem ten w szczególności dotyczy tzw. głębokich modernizacji. Zaaplikowanie długo eksploatowanemu urządzeniu zmian konstrukcyjnych, nie zawsze dobrze przemyślanych, może być przyczyną obniżenia trwałości elementów „sąsiednich” (np. zastosowanie palników niskoemisyjnych wywołało obniżenie trwałości rur ekranowych, a współspalanie biomasy trwałości przegrzewaczy).
14. Elementy wycofane z eksploatacji podczas remontów modernizacyjnych i kolejnych postojów remontowych powinny podlegać odpowiednim badaniom niszczącym w zakresie umożliwiającym zdobycie użytecznej wiedzy do oceny bezpiecznego rezerwu elementów przeznaczonych do dalszej eksploatacji. Wyniki badań elementów wycofanych mogą być źródłem ważnej wiedzy dla oceny stanu technicznego elementów w trybie Nadzoru Diagnostycznego.



Rys. 1. Strategia modernizacji bloków 200 MW ze względu na kryterium zapewnienia wymaganej trwałości do 350 000 godzin pracy

## Diagnostyka jako proces towarzyszący modernizacji i eksploatacji

Znane nam programy modernizacji bloków w celu przedłużenia ich czasu eksploatacji koncentrują się na tym, co wymienić? lub/ co zmodernizować? Diagnostyka jako podstawowe źródło wiedzy pozwalając racjonalnie odpowiedzieć na obydwie pytania na ogół nie występuje jako merytorycznie i budżetowo określona pozycja. To konsekwencja organizacji utrzymania w elektrowniach. Dominuje raczej strategia: „jak wykorzystać przyznany budżet” niż jak wygenerować potrzeby na podstawie aktualnej, kompletnej wiedzy i jasno zdefiniowanych oczekiwań. Tylko drugie podejście prowadzi do powstania budżetu optymalnego. To oczywiste, bo prace niepotrzebne więcej kosztują, a prace konieczne, niewykonane w odpowiednim czasie kosztują ..... jeszcze więcej .

Ponieważ może się zdarzyć, że przystąpienie do modernizacji nie będzie się odbywać na podstawie kompletnej wiedzy o stanie technicznym urządzeń, czy szerzej infrastruktury technicznej, sugeruje się przyjąć (także ze względu na zapewnienie sobie w przyszłości „środków modernizacyjnych”) okres pomiędzy remontem modernizacyjnym a następnym remontem kapitalnym jako czas dopuszczalnych korekt i uzupełnień w zakresie badań, wymian i rewitalizacji. Takie podejście może być szczególnie użyteczne dla bloków modernizowanych w pierwszej kolejności, tj. w latach 2011 – 2012 (rys.1).

## Inwentaryzacja stanu technicznego, czyli od czego rozpocząć modernizację

Modernizację musi poprzedzić inwentaryzacja stanu technicznego. Jej celem jest:

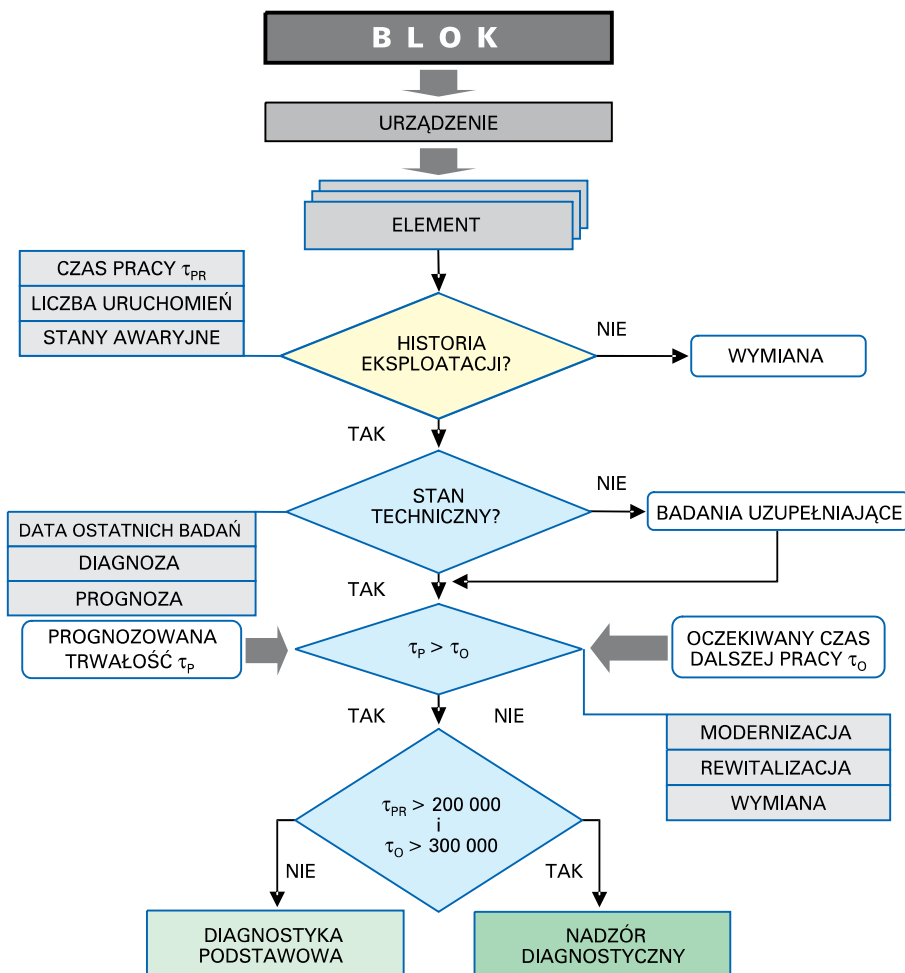
- przegląd wiedzy na temat stanu technicznego urządzeń,
- zaplanowanie badań wymagających uzupełnienia.

Czynności te powinny poprzedzać modernizację, to oczywiste jeśli, przyjąć, że strategia modernizacji i przedłużonej eksploatacji nie opiera się na intuicji.

Inwentaryzację zaleca się przeprowadzić w sposób systemowy (rys. 2). *Pro Novum* dysponuje oprogramowaniem, które automatycznie wskazuje braki wiedzy wymagające uzupełnienia oraz generuje zalecenia diagnostyczne, a także porządkuje informacje w zakresie historii eksploatacji i wyników badań, które mogą być systemowo uaktualniane i przetwarzane w całym okresie przedłużonej eksploatacji.

### Nadzór diagnostyczny jako optymalna koncepcja monitorowania stanu technicznego

Nadzór diagnostyczny to tryb diagnostyki wyłoniony z inwentaryzacji wiedzy o stanie technicznym urządzeń (elementów) przewidzianych do przedłużonej eksploatacji (rys. 2).



Rys. 2. Wybór rodzaju diagnostyki jako rezultat inwentaryzacji wiedzy o stanie technicznym elementów urządzenia – schemat procesu

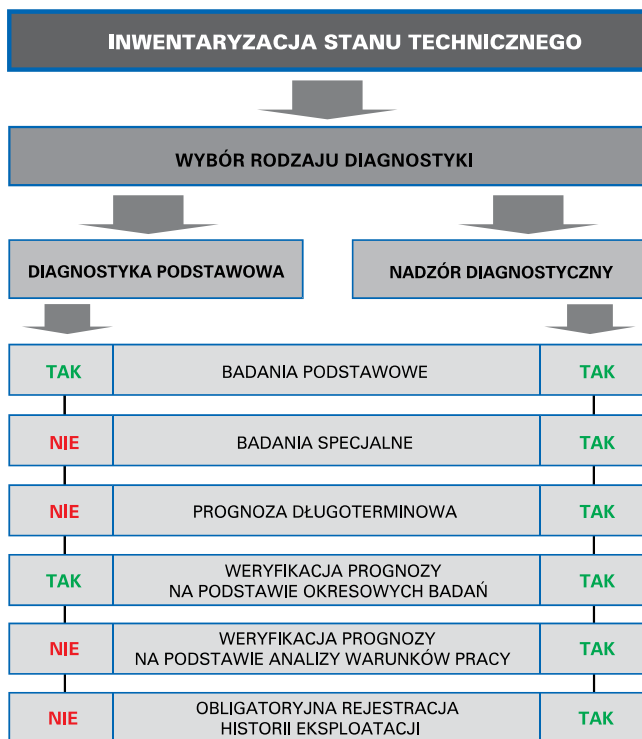
Nadzór diagnostyczny obejmuje:

- opracowanie programu badań diagnostycznych w zakresie:
  - podstawowych badań diagnostycznych (PBD),
  - specjalnych badań diagnostycznych (SBD),
- wykonanie podstawowych i specjalnych badań diagnostycznych,
- opracowanie diagnozy (oceny aktualnego stanu technicznego) oraz długoterminowej prognozy trwałości,
- weryfikację prognozy na drodze:
  - kolejnych badań wykonywanych podczas postojów urządzeń,
  - analizy warunków eksploatacji poprzez monitorowanie wybranych parametrów cieplno-chemicznych, w tym zakłóceń eksploatacyjnych,
- odpowiednie dokumentowanie historii eksploatacji.

Nadzór diagnostyczny redukuje do minimum ryzyka wynikające z:

- błędów kalkulacyjnych metod określania prognozy,
- braku wiedzy o rzeczywistych warunkach pracy,
- z ograniczonej często znajomości historii eksploatacji.

Porównanie Diagnostyki Podstawowej oraz Nadzoru Diagnostycznego przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Porównanie Diagnostyki Podstawowej i Nadzoru Diagnostycznego

### Badania specjalne jako ważny element Nadzoru Diagnostycznego

Celem badań specjalnych jest wsparcie klasycznych metod diagnostyki (badania, pomiary, obliczenia) w sposób umożliwiający określenie diagnozy i prognozy (w szczególności długoterminowej) na podstawie badań stanu materiału.

Badania specjalne należy podzielić na:

- niszczące – preferowane w największym stopniu,
- nieniszczące – zwłaszcza metalograficzne.

Należy dążyć do wykonywania badań na próbkach o geometrii (wielkości) wg norm na badania własności mechanicznych. Nie zaleca się stosować mikropróbek, np. takich, jakie oferuje metoda Small Punch Test. Mikroprobki można wykorzystać wyłącznie do badań mikrostruktury, określanie na podstawie ich badań własności wytrzymałościowych (niektórzy określają nawet parametry mechaniki pęknięcia) jest dla elementów długo eksploatowanych urządzeń w polskiej energetyce całkowicie pozbowione inżynierskiej użyteczności.

Z uwagi na znaczne trudności techniczne związane z pobieraniem wycinków (o odpowiednich rozmiarach) do badań niszczących rekomenduje się stosowanie badań metalograficznych metodą replik wykorzystując zaawansowaną preparatykę w celu możliwości identyfikowania składników fazowych mikrostruktury, ich morfologii, rozmieszczenia, ilościowego udziału.

Ważną funkcję pełnić mogą zaawansowane metody ultradźwiękowe, które można wykorzystywać do:

- wykrywania wskazań wewnętrznych o charakterze pęknięć,
- monitorowania ich wzrostu,
- pomiaru grubości warstwy tlenków na powierzchniach wewnętrznych elementów rurowych pracujących powyżej temperatury granicznej (węzownice p.p., rurociągi parowe, komory p.p.).

### Weryfikowanie prognozy, czyli jak zredukować ryzyka związane z błędami metod obliczeniowych i wpływem rzeczywistych warunków pracy urządzenia

Każdą prognozę trwałości należy weryfikować. Na ogół robi się to wykorzystując okresowo odpowiednio zaplanowane badania (zwykle NDE).

W przypadku weryfikacji długoterminowej prognozy dla elementów, które przekroczyły swój projektowy czas pracy należy to robić także analizując w odpowiedni sposób warunki pracy. Można to robić w różny sposób, naszym zdaniem możliwie najprościej, skupiając uwagę na związkach pomiędzy dominującymi procesami zniszczenia poszczególnych elementów a wartością wybranych parametrów:

- temperatura i ciśnienie czynnika,
- prędkość obrotowa,
- temperatura metalu,
- różnica temperatur na grubości ścianki elementów grubościennych (także pomiędzy górną i dolną tworzącą walczaków oraz kadłubów turbin).

Bloki 200 MW i zdecydowana większość innych bloków są opomiarowane bardzo dobrze, wystarczą więc pomiary ruchowe. Problemy mogą dotyczyć ciągłości zapisów i utraty jakości danych podczas archiwizacji. Dlatego należy dążyć do generowania online wiedzy zamiast archiwizacji informacji.

### Dokumentowanie historii eksploatacji

Historie eksploatacji bloków 200 MW (nie mówiąc o innych, starszych blokach) posiadają wiele luk i nieścisłości. Trzeba przyjąć, że nie da się ich uzupełnić. Można i trzeba je tylko zinwentaryzować i zapisać w odpowiednim formacie, natomiast kompleksowo rejestrować i aktualizować wszystko to, co jest potrzebne w całym okresie przedłużonej eksploatacji, począwszy od pierwszego uruchomienia po remonty modernizacyjne.



Na historię eksploatacji (rejestrowaną obligacyjnie jak o jeden z warunków Nadzoru Diagnostycznego, pkt. 7 – 10, rys. 3) powinny się składać poniższe informacje.

- Z okresu pracy bloku:
  - czas pracy stacjonarnej,
  - liczba uruchomień (z rozróżnieniem typowych stanów cieplnych),
  - średnie prędkości uruchomień,
  - największe różnice temperatur elementów grubościennych podczas uruchomień,
  - średnie temperatury pracy metalu,
  - odchylenia od wartości średnich (opracowane statystycznie),
  - zakłócenia eksploatacyjne (analiza wybranych informacji z kart awaryjnych).

Wszystkie te informacje można generować automatycznie i udostępniać zainteresowanym w formie okresowych raportów.

- Podczas postojów – przykład minimum informacji przedstawiono na rysunku 4, który zawiera odpowiednio sformatowany arkusz Excela. Potrzebne informacje można wpisywać także bezpośrednio (bez pośrednictwa arkusza Excela) do uruchamiającego się automatycznie podczas postoju urządzenia specjalnie sformatowanego interfejsu. Możliwości takie posiada LM Serwis PRO, pakiet programu LM System PRO®+.

### LM System PRO®+ program zarządzający diagnostyką i wiedzą o stanie technicznym urządzenia

Dokumentowanie pracy i remontów urządzenia oraz badań diagnostycznych to niewdzięczna, pracochłonna i powszechnie nie lubiana praca, m.in. stąd biorą się braki wiedzy w zakresie historii eksploatacji urządzeń. Można to robić ręcznie i klasycznie gromadzić papierową dokumentację. Można to robić także prawie

automatycznie wykorzystując specjalistyczne oprogramowanie wyposażone w następujące funkcje i możliwości:

- odpowiednio sformatowane bazy danych,
- integrację z obiektem podlegającym diagnostyce (np. poprzez DCS i sieć IT elektrowni),
- aplikacje pozwalające na automatyczny transfer danych:
  - z obiektu,
  - od wykonawców badań,
- aplikacje przetwarzające dane j.w. w trybie on-line i generujące okresowe raporty,
- aplikacje zapewniające grupową pracę rozproszoną (np. specjalistów elektrowni i centrów zarządzania pracą elektrowni, ekspertów zewnętrznych).

Takie możliwości posiada m.in. LM System PRO®+ platforma informatyczna wspierająca zarządzanie wiedzą dotyczącą stanu technicznego urządzeń ciepło-mechanicznych. Oprogramowanie jest w trakcie wdrażania w elektrowniach w Polsce.

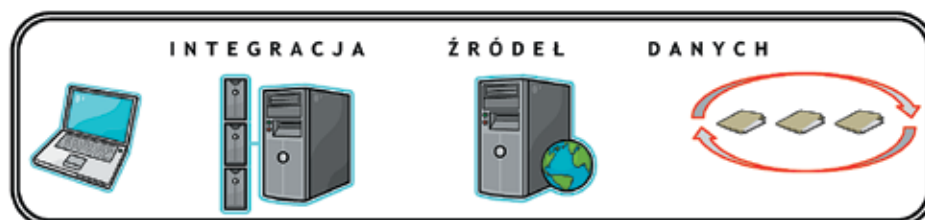
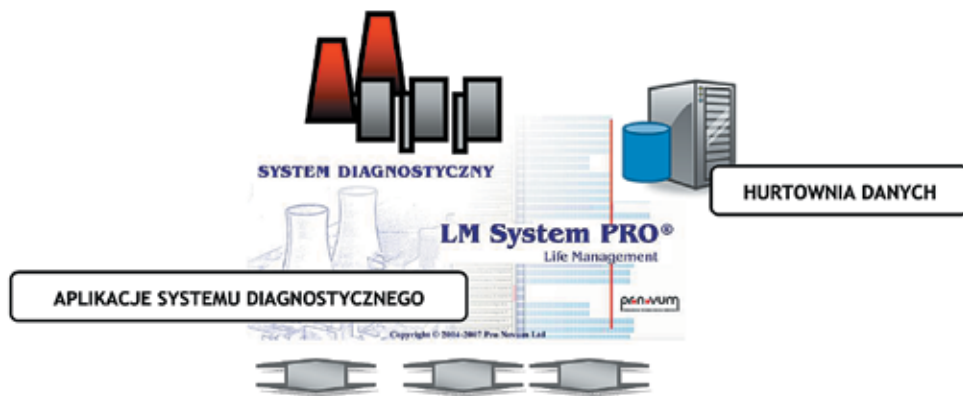
### Podsumowanie

Wbrew ekologicznym priorytetom najważniejszym celem modernizacji bloków 200 MW (także o innej mocy) powinno być zapewnienie – szczególnie elementom krytycznym kotła, turbiny i rurociągów – odpowiedniej trwałości (żywotności). Aby to osiągnąć trzeba zdobyć wiedzę przed modernizacją, uzupełnić ją w trakcie modernizacji i weryfikować podczas całej, przedłużonej pracy urządzeń.

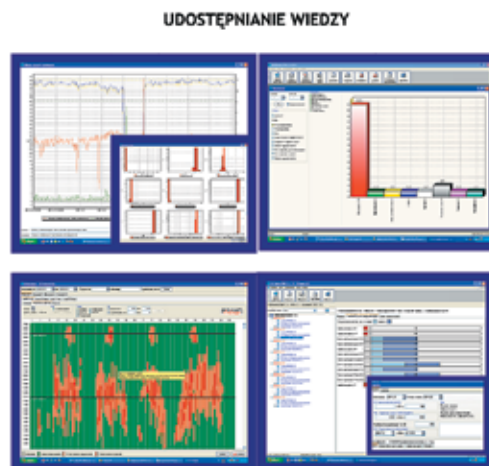
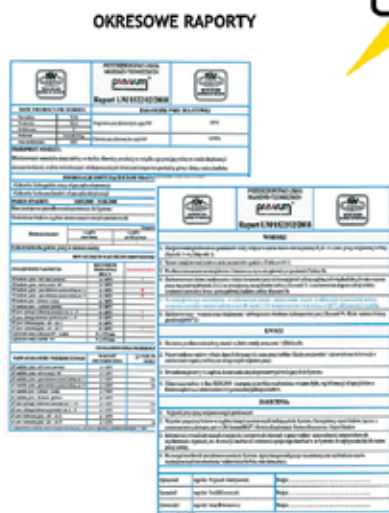
Dla elementów, które przepracowały ponad 200 000 godzin i których zaplanowany czas pracy może osiągnąć 350 000 godzin tryb Nadzoru Diagnostycznego jest szczególnie zalecany. Uwzględniając 20-letni horyzont dalszej eksploatacji bloków 200 MW systemowe przetwarzanie informacji, generowanie wiedzy oraz jej udostępnianie i archiwizowanie powinno być wspierane przez specjalistyczne oprogramowanie, którego możliwości powinny uwzględniać obecną i docelową organizację elektrowni i grup energetycznych.

WYKONANIE		WYKONANIE REZERW			WYKONANIE REZERW			WYKONANIE REZERW				
DATA	WYKONANIE	WYKONANIE	WYKONANIE	WYKONANIE	WYKONANIE	WYKONANIE	WYKONANIE	WYKONANIE	WYKONANIE	WYKONANIE	WYKONANIE	WYKONANIE
31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009
31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009
31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009	31-12-2009

Rys. 4. Przykładowy zestaw informacji dotyczący postoju urządzenia



**POLĄCZENIE VPN**



**LITERATURA**

- [1] Pro Novum PN/90/2522/2010: Rekomendacje w zakresie kwalifikowania elementów urządzeń ciepłno mechanicznych bloków 200 MW w elektrowniach PKE SA do pracy do 350.000 godzin. Katowice, wrzesień 2010
- [2] Dobosiewicz J.: Badania diagnostyczne urządzeń ciepłno-mechanicznych w energetyce. Część I i II. Biuro Gamma. Warszawa 1999
- [3] Dobosiewicz J.: Problemy przedłużania trwałości elektrowni. *Energetyka* 1984, nr 7
- [4] Dobosiewicz J.: Problemy przedłużania eksploatacji urządzeń ciepłno-mechanicznych elektrowni. *Energetyka* 2008, nr 12
- [5] Brunné W.: Korzyści związane z modernizacją rurociągów w celu wydłużenia czasu ich eksploatacji. Materiały XI Sympozjum: „Diagnostyka i remonty urządzeń ciepłno-mechanicznych elektrowni”. Wiśła. Hotel STOK. 30.09-2.10.2009
- [6] Instrukcja Pro Novum – I/PN-122/01 Instrukcja badań i pomiarów diagnostycznych oraz oceny stanu technicznego rurociągów

- wysokoprężnych i wysokotemperaturowych w elektrowniach i elektrociepłowniach (Zatwierdzona przez Urząd Dozoru Technicznego)
- [7] Trzszczyński J.: Concept and Present state of implementation of LM System PRO® - The System supporting Maintenance of Thermo-Mechanical Power Equipment. 3rd ETC Generation & Technology Workshop. Dublin, 30th October 2007
- [8] Trzszczyński J., Białek S.: Utrzymanie stanu technicznego urządzeń energetycznych – wspierane przez system informatyczny. *Nowa Energia* 2009, nr 3
- [9] Trzszczyński J.: Remote diagnostics systems for assessment of thermo-mechanical equipment of Power Plants. Proceedings of 2nd ECCC Creep Conference. 21-23 April 2009. Zurich Szwajcaria

