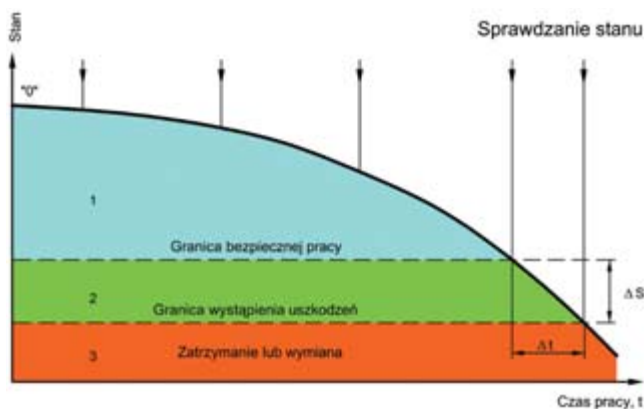


Dane	Poziom I ryzyko $R < 4$	Poziom II $4 < R < 6$	Poziom III $6 < R < 7$
Historia eksploatacji	zapisy i protokoły elektrowni	zapisy i protokoły elektrowni	zapisy i protokoły elektrowni
Wymiary	nominalne	pomierzone lub nominalne	pomierzone
Stan techniczny	nominalne	wyniki kontroli	wyniki szczegółowej kontroli
Temperatury i ciśnienia	projektowe	eksploatacyjne	pomierzone
Naprężenia	projektowe	proste obliczenia	złożone analizy
Własności materiałowe R_z	minimum wg normy	minimum wg normy	własności rzeczywiste
Pobór próbek	nie	nie	tak

Zakresy stosowanych przeglądów pomiarów i badań koniecznych dla dokonania wiarygodnej oceny stanu w zależności od poziomu ryzyka podano w tabeli 2 oraz na rysunku 1.



Rys. 1. Stan techniczny urządzenia w funkcji czasu eksploatacji

Ogólne zasady kontroli stanu:

- 1 – poziom bezpiecznej pracy (stan eksploatacyjny),
 - 2 – poziom wystąpienia uszkodzeń, 3 – poziom wymiany,
- Δt – czas, w którym należy przygotować wymianę
 Δs – stan sygnalizujący o konieczności dokonania wymiany

Uwagi

Jeżeli trwałość jednego z elementów jest wyczerpana w czasie krótszym niż spodziewany obliczeniowy dopuszczalny czas pracy dla całego urządzenia, to najekonomiczniej będzie wymienić ten element na identyczny lub naprawić (rewitalizacja) pod warunkiem, że naprawa jest możliwa, a jej realizacja przedłuży czas co najmniej do wartości oczekiwanej.

Wymiana elementów na nowe powinna być stosowana wtedy, gdy elementów tych jest dużo. Naprawa jest opłacalna, jeżeli wymagane koszty naprawy są mniejsze od kosztów elementu nowego, a trwałość elementu naprawianego nie skróci trwałości oczekiwanej całego urządzenia.

Większą trwałość i sprawność całego urządzenia może zapewnić zastosowanie lepszych materiałów, nowych rozwiązań konstrukcyjnych i technologii. Ma to sens wtedy, gdy trwałości pozostałych niewymienionych lub zmodernizowanych elementów są na tyle korzystne, że całe urządzenie będzie można eksploatować tak długo, aż zmodernizowany zostanie amortyzowany. Jeżeli wyczerpanie trwałości jednego elementu jest jednym lub jednym z wielu powodów rozważania jego wymiany totalna wymiana może być poprzedzona oceną pozostałych elementów urządzeń. Jest ona podstawą do podjęcia decyzji o celowości takiej operacji.

Jerzy Trzeszczyński

Zdalne systemy diagnostyczne do oceny stanu technicznego urządzeń ciepło-mechanicznych elektrowni w czasie rzeczywistym

System diagnostyczny to proces złożony z logicznie ze sobą powiązanych i wykonywanych w odpowiednim czasie procedur, wykorzystujących odpowiednio dobrane metody badań, obliczeń i interpretacji wyników. Diagnostyka jest jedną z dziedzin utrzymania technicznego urządzeń, co oznacza, że występuje w pewnym otoczeniu posiadając z nim określone relacje. Proces, jakim jest diagnostyka oraz relacje z jej otoczeniem mogą być – jak prawie zawsze dotychczas – realizowane tradycyjnie, „ręcznie” oraz automatycznie z wykorzystaniem odpowiedniego oprogramowania.

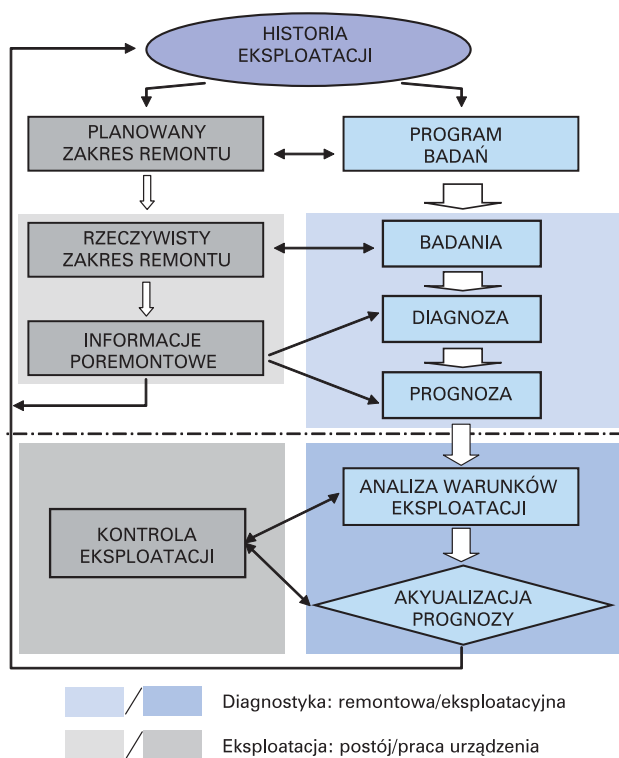
Uwzględniając fakt, że – najogólniej biorąc – diagnostyka to:

- badania i pomiary,
 - interpretacja wyników badań i pomiarów,
- „diagnostyka jest tam”, gdzie powstaje diagnoza, prognoza i zalecenia eksploatacyjne [1]. Dane wyjściowe można importować praktycznie w dowolny sposób pod warunkiem, że ich format został ujednoczony oraz że są kompletne ze względu na przyjętą metodykę.

System diagnostyczny jako proces

W najbardziej ogólny sposób system diagnostyczny można przedstawić w postaci algorytmu, jak na rysunku 1. Patrząc na schemat łatwo zauważyć, że diagnostyka to proces synchroniczny z eksploatacją i remontami. Jest on synchroniczny nie tylko w sensie czasowym. Przede wszystkim świadczy o tym, że zmiany stanu technicznego, które identyfikuje diagnostyka, muszą być powiązane z analizą:

- warunków pracy,
- wpływu czynności remontowych na trwałość.



Rys. 1. System diagnostyczny – ogólny algorytm procesu z uwzględnieniem powiązania z eksploatacją i remontem

Innymi słowy trzeba wiedzieć na ile eksploatacja urządzenia zmniejszyła jego trwałość oraz na ile spadek trwałości został odtworzony podczas remontu.

Najczęściej o tym się zapomina, niekiedy – co najgorsze – o tym nie wie, że każda prognoza żywotności (trwałości) jest warunkowa [2, 3], co oznacza, że wymaga okresowej weryfikacji (rys. 2 i 3) przede wszystkim dlatego, że:

- zawsze jest określana z jakimś błędem, często bardzo dużym, rzędu 30 – 50%,
- zależy od warunków eksploatacji.

Prognozę można weryfikować on-line w czasie rzeczywistym [1]. Prognozę **trzeba weryfikować** podczas postojów (przeглядów, remontów) urządzenia wykonując odpowiednie badania i pomiary. Weryfikacja prognozy trwałości podczas remontów różnych typów nie ma wiele wspólnego (lub nic wspólnego) z badaniami i pomiarami o charakterze remontowym.

Departamenty zarządzania majątkiem (przygotowania remontów) powinny dysponować aktualną wiedzą o stanie technicznym urządzeń, w przeciwnym przypadku trudno powiedzieć, że czymkolwiek zarządzają. Aby to osiągnąć muszą zagwarantować sobie wiedzę poprzez odpowiednie zorganizowanie badań diagnostycznych, serwisów i remontów.

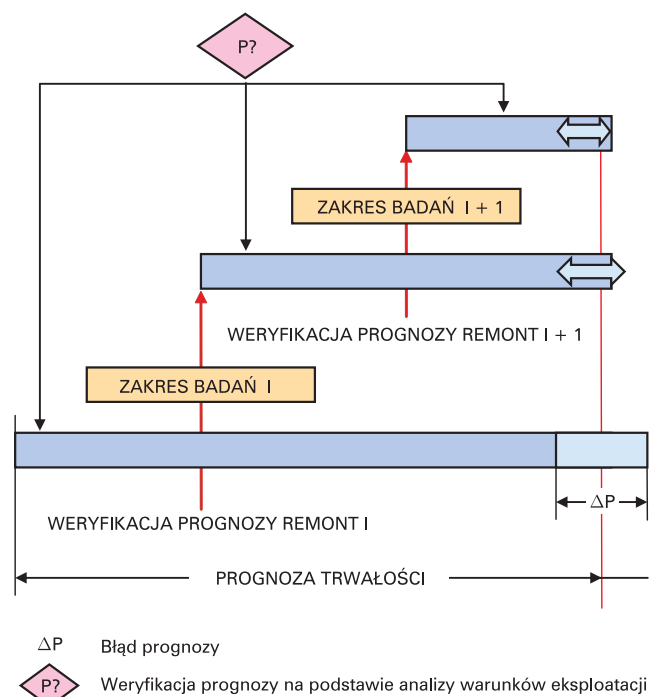
Problemy organizacyjne diagnostyki

Przyjmując, obowiązującą od pewnego czasu w elektrowniach, formułę organizacji utrzymania technicznego urządzeń energetycznych trzeba stwierdzić, że zawiera ona szereg słabości.

Konieczne do diagnozowania urządzeń informacje są rozproszone. Brak integracji bierze się nie tylko z powodu nieuświadomienia potrzeby, bardzo często taka interpretacja jest fizycznie niemożliwa ze względu na:

- nieujednolicone formaty zapisu danych i dokumentów,
- niekompletność danych,
- dominację „polityki” nad techniką, w szczególności w zakresie analizy awaryjności.

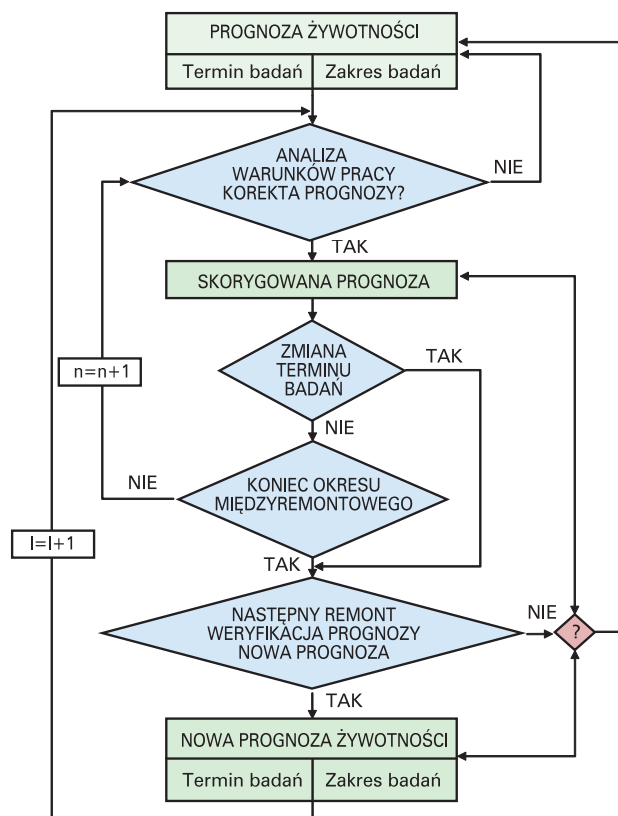
Podejście do diagnostyki jako procesu w ewidentny sposób implikuje potrzebę zastosowania oprogramowania nadającego mu ergonomiczną formę [1, 4, 5]. Najlepsze oprogramowanie nie stworzy jednak działającego systemu diagnostycznego. Zintegrowanie nawet najbardziej wyrefinowanego oprogramowania z infrastrukturą IT elektrowni nie przedstawia większych problemów. Zintegrowanie diagnostyki z pozostałymi procesami i procedurami utrzymania technicznego może okazać się barierą nie do pokonania.



ΔP Błąd prognozy

$P?$ Weryfikacja prognozy na podstawie analizy warunków eksploatacji

Rys. 2. Badania diagnostyczne podczas kolejnych remontów (wszystkich typów) jako weryfikacja prognozy trwałości (żywotności) i redukcja jej błędu



Rys. 3. Diagnostyka jako proces integrujący badania podczas postoju oraz analizę warunków eksploatacji

Diagnostyka jako zdalnie realizowany proces

Jeśli przyjąć, że bierzemy pod uwagę system wspierający wydziały zarządzania majątkiem (przygotowania remontów) to optymalnym rozwiązaniem wydaje się takie, którego ideę przedstawiono na rysunkach 4 i 5.

Jej istotne cechy to:

- systemowe zorganizowanie diagnostyki,
- selektywne, bezpieczne, udostępnianie informacji w celu rozwiązywania specjalistycznych problemów przez ekspertów o odpowiednich kompetencjach,
- możliwość wykorzystania przy organizowaniu centrów wiedzy diagnostycznej oraz maintenance'u,
- automatyzacja:
 - procesu tworzenia historii eksploatacji,

- procesów towarzyszącym relacjom, w szczególności z wykonawcami badań i remontów oraz opracowujących diagnozy, prognozy i zalecenia eksploatacyjne,
- niektórych procedur interpretacji danych,
- tworzenia raportów, zestawień tematycznych i udostępniania wiedzy.

Przy dzisiejszej wydajności systemów komputerowych oraz szybkości transmisji danych występują tylko dwa poważne problemy wymagające rozwiązania:

- stworzenie systemu diagnostycznego, który może być zarządzany przez program komputerowy,
- posiadanie grupy ekspertów, którzy dysponując zdalnym dostępem do potrzebnych informacji potrafią je interpretować i wyciągać wnioski w formie diagnoz, prognoz i zaleceń eksploatacyjnych.

W zależności od konkretnych potrzeb można sobie wyobrazić dowolnie skonfigurowany system [1, 6]. Uwzględniając obecne realia optymalny wydaje się system, który w elektrowni posiada hurtownie danych wszystkich typów i udostępnia je w selektywny sposób tym, którzy potrafią z nich wyciągnąć praktycznie użyteczne wnioski [3, 6]. Część systemu zlokalizowana w elektrowni powinna także integrować źródła danych oraz administrować dostępem.

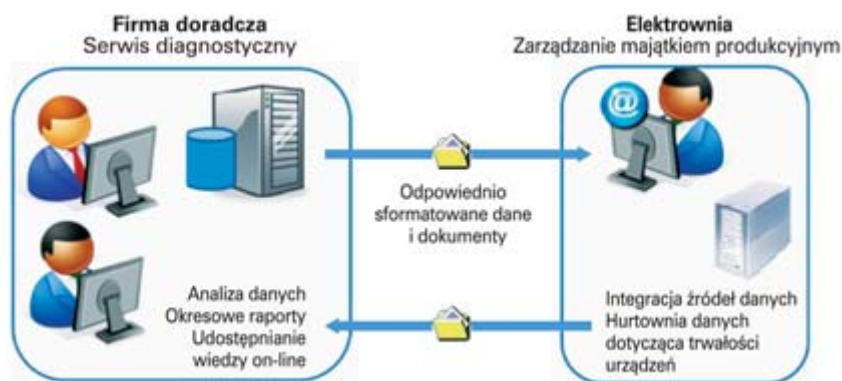
Podsumowanie i wnioski

Niezależnie od nazwy i rzeczywistych założeń technicznych strategii utrzymania, jej fundamentem musi być profesjonalny system diagnostyczny. System diagnostyczny to coś więcej niż diagnostyka, podobnie jak diagnostyka to zupełnie coś innego (znacznie więcej) niż badania.

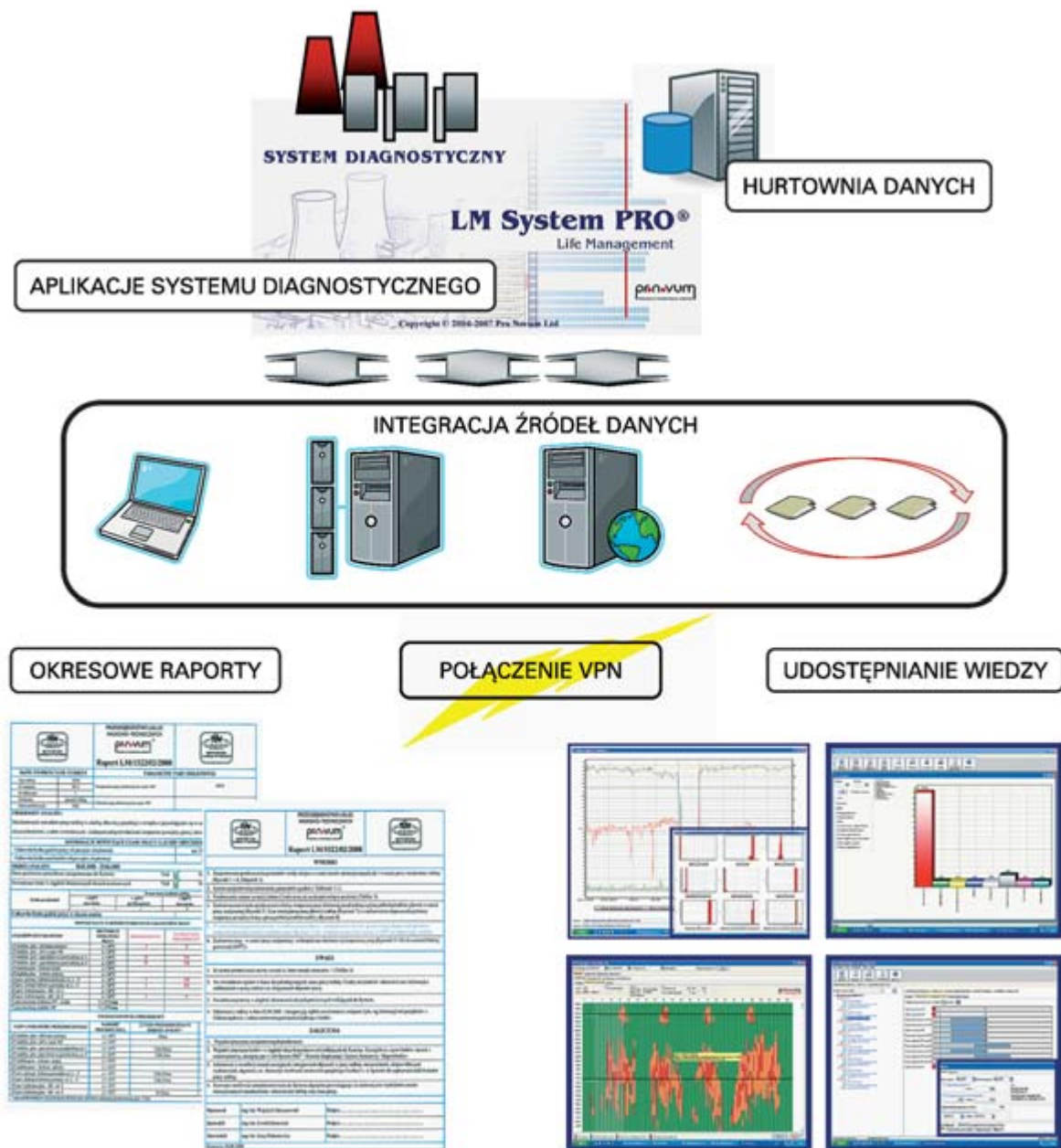
Jej wyjątkowo ważna rola w procesie utrzymania technicznego urządzeń bierze się stąd, że jest jedynym źródłem wiedzy o stanie technicznym urządzeń. Na ile źródłem wiedzy pełnej i aktualnej, to wynika ze sposobu jej wykonywania.

Wartością dodaną diagnostyki zorganizowanej systemowo, tj. jako procesu zsynchronizowanego z eksploatacją i remontami, jest możliwość zarządzania nią przy pomocy programu komputerowego. Daje to nie tylko korzyść pod względem komfortu pracy, przede wszystkim jednak obiektywizuje proces planowania i interpretacji oraz pozwala ją realizować w trybie zdalnym.

System diagnostyczny w tej postaci to jego najbardziej zaawansowana forma. Pozwala udostępniać swoje zasoby każdemu, kto potrafi wykorzystać je najlepiej.



Rys. 4. Wykorzystanie formuły outsourcingu do wykonywania serwisu diagnostycznego wspierającego pracę wydziałów zarządzania majątkiem produkcyjnym



Rys. 5. Koncepcja zdalnego systemu diagnostycznego w aktualnie zrealizowanej wersji

Zapewnia możliwość rzeczywistej pracy grupowej przy najmniejszych kosztach. Jego zaawansowane wersje mogą wykonywać wiele funkcji w trybie automatycznym, łącznie z interpretacją wyników i planowania badań.

LM System PRO® oferowany przez Pro Novum od kilku lat pozwala wykonywać diagnostykę w formie systemowej i zdalnej. Dotychczasowe doświadczenia przy jego wdrażaniu wskazują, że może być atrakcyjnym narzędziem wszędzie tam, gdzie strategie optymalizujące (nie redukujące!) nakłady na utrzymanie nie są traktowane wyłącznie jako hasło. Największe trudności przy jego wdrażaniu mają charakter nie techniczny, a organizacyjny. Bariery tę można pokonać lub znacznie zmniejszyć wdrażając System stopniowo, rozpoczynając od wybranych urządzeń lub/rozwiązywania niektórych ważnych problemów, np. organizując – z prawdziwego zdarzenia – analizę awaryjności urządzeń.

Literatura

- [1] Trzeczcyński J.: Diagnostyka on-line urządzeń ciepłomechanicznych elektrowni. Biuletyn Pro Novum Nr 1/2008. *Energetyka* 2008, nr 4
- [2] Dobosiewicz J.: Badania diagnostyczne urządzeń ciepłomechanicznych w energetyce. Część I i II. Biuro Gamma. Warszawa 1998/1999
- [3] Trzeczcyński J.: Kiedy diagnostyka przynosi korzyści? Biuletyn Pro Novum Nr 3/2007. *Energetyka* 2007, nr 12
- [4] Sturm F. A.: Efficient Operations. Intelligent Diagnosis and Maintenance. *VGB Power Tech.* 2003
- [5] Georg E. W., Sturm F. A.: The Environment for Plant Management, Monitoring and Maintenance. *VGB Power Tech.* 2003, nr 9
- [6] Sprawozdanie Pro Novum Nr LM/1522/01/2008