

Jerzy Trzeszczyński, Wojciech Murzynowski, PRO NOVUM Sp. z o.o.,
Sławomir Białek, NetInfo Sp. z o.o.

LM System PRO[®] +

OPROGRAMOWANIE WSPIERAJĄCE ZARZĄDZANIE MAJĄTKIEM PRODUKCYJNYM ELEKTROWNI

To ewidentny paradoks, że elektrownie dążąc do coraz efektywniejszego zarządzania swoimi wszystkimi zasobami zrobiły bardzo niewiele, aby majątkiem produkcyjnym zarządzać w sposób równie sprawny jak finansami, zakupami, sprzedażą, czy zasobami ludzkimi. Utrzymanie majątku produkcyjnego to obszar wymagający zarządzania wielu kategoriami ryzyk oraz kosztów (remonty, diagnostyka, dyspozycyjność, bezpieczeństwo). Dzisiaj coraz lepiej można dostrzec przyczyny takiej sytuacji oraz zaproponować rozwiązania prowadzące do jej szybkiej poprawy.

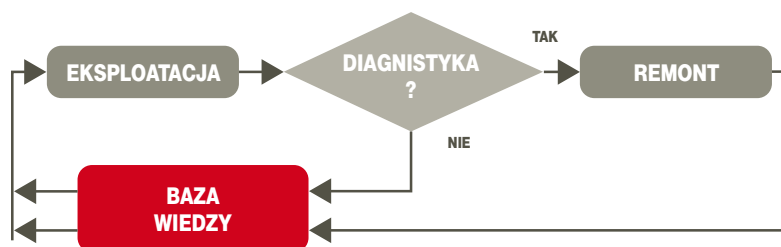
skoordynowana, niezależna działalność produkcyjna, inwestycyjna i modernizacyjna parędziesięciu elektrowni i elektrociepłowni nie stwarzała warunków do wdrażania systemowych rozwiązań w obszarze zarządzania utrzymaniem majątku produkcyjnego. Rozpoczęto jedynie wdrażanie systemów klasy ERP, które w minimalnym stopniu dotyczyły problematyki utrzymania majątku produkcyjnego, praktycznie wogóle nie wpływając na poprawę jego efektywności. Bariery okazały się: brak jasnej koncepcji zarządzania infrastrukturą techniczną oraz powolne zmiany organizacyjne. Wydawało się, że lepsze możliwości stworzy konsolidacja elektrowni w grupy z centrum zarządzania posiadającym m.in. odpowiednie kompetencje techniczne.

■ Przyczyny niepowodzeń i opóźnień

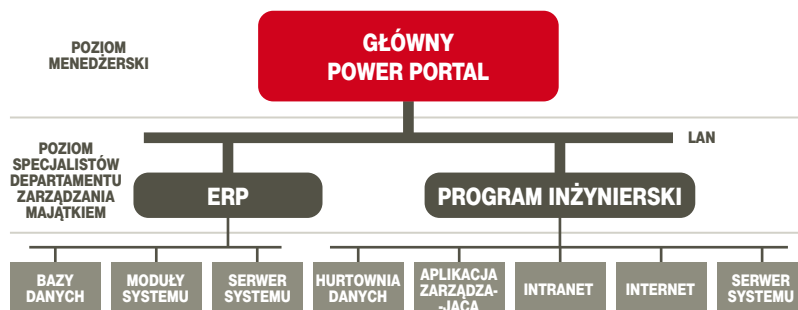
Wśród wielu przyczyn niepowodzeń i opóźnień wskazać można na dwie o kluczowym charakterze:

- organizacyjnym,
- metodologicznym.

Kuriozalna od 1990 r. organizacja polskiej energetyki, tj. w niewielkim stopniu,



Rys. 1. Przetwarzanie informacji z diagnostyki, eksploatacji i remontów jako warunek tworzenia wiedzy wspierającej utrzymanie. Decyzja remontowa jako rezultat zintegrowanej analizy eksploatacji i wyników badań diagnostycznych



Rys. 2. Optymalna lokalizacja systemu wspomaganie zarządzania majątkiem produkcyjnym elektrowni w informatycznym systemie wspomaganie zarządzania elektrownią (organizacją energetyczną)

Jak na razie centra zarządzania (usług wspólnych) w niewielkim lub w żadnym stopniu nie zmieniły wyżej opisanej strategii. Spełniają jednak progowe warunki do wdrażania prawidłowego podejścia systemowego. Podejście takie zakłada, że grupa elektrowni powinna dysponować czymś na kształt Centrum Diagnostyki, czyli miejscem, posiadającym ciągle aktualizowaną bazę wiedzy (z diagnostyki, eksploatacji i remontów, rys. 1), umożliwiającą planowanie remontów wg obiektywnie określonego stanu techniki. W roli Centrum może występować grupa własnych, odpowiednio wyposażonych specjalistów lub firma zewnętrzna współpracująca ze specjalistami Centrum. Stopniowo umacniająca się tendencja do specjalizacji działalności wskazuje, że rozwiązania oparte na wyspecjalizowanych firmach zewnętrznych mogą być bardziej atrakcyjne.

Nieprowadzenia i opóźnienia w zakresie systemowego wsparcia zarządzania majątkiem produkcyjnym, zwłaszcza w zakresie jego utrzymania stanu technicznego wiążą się także z błędną koncepcją metodologiczną, zakładającą, że programy ERP można dostosować do potrzeb w zakresie zarządzania infrastrukturą techniczną. Wprawdzie teoretycznie można uzasadniać takie podejście, praktycznie nie da się w ten sposób wiele osiągnąć.

Programy inżynierskie, wspierające zarządzanie wiedzą o aktualnym stanie urządzeń elektrowni to całkowicie odrębna dziedzina oprogramowania. Ocena bieżącego stanu technicznego

urządzenia, jego potrzeb w zakresie badań, remontów, ryzyk związanych z awaryjnością i nakładów adekwatnych do obecnego i prognozowanego stanu urządzenia wymaga rozwiązania transferu koniecznych informacji (często niedostępnych w istniejących hurtowniach danych) oraz zastosowania odpowiednich algorytmów przetwarzania i udostępniania wiedzy w odpowiedniej formie. Optymalne rozwiązanie preferowane m.in. przez firmę Siemens w nowych elektrowniach niemieckich [1] przedstawiono na rys. 2.

■ Platforma LM System PRO®+ - środowisko informatyczne realizujące wsparcie dla utrzymania stanu technicznego urządzeń energetycznych

Program LM System PRO® (LM od Life Management) rozwijany jest od 5-ciu lat. Aktualnie powstaje jego nowa wersja LM System PRO®+ (Maintenance Think Centre), która z informatycznego punktu widzenia jest platformą tworzącą środowisko dla kilku programów systemowych oraz stwarza możliwość tworzenia (poprzez API) własnych programów wg indywidualnych potrzeb.

Systemowe pakiety oprogramowania to:

- **LM Manager PRO** – pakiet inicjujący budowę platformy udostępnia n/w funkcje:

Centrum zarządzania Platformy LM System PRO+® w zakresie:

- integracji z systemami IT elektrowni,
- integracji z systemem IT Pro Novum,
- administrowania dostępem użytkowników systemu do poszczególnych jego części zasobów bazodanowych oraz funkcjonalności.

■ **Kreatory:**

- konfiguracji architektury sieci,
- modeli obiektów, opisów ich elementów i archiwizacji danych,
- słowników.

Zarządzanie relacjami z wykonawcami badań oraz remontów.

Manager projektów (zadań) i dokumentów pozwalający na:

- definiowanie zadań,
- zarządzanie relacjami z wykonawcami badań i remontów,
- definiowanie formatów dokumentów,
- definiowanie works flows dla dokumentów,
- zarządzanie archiwum dokumentów (z wersjonowaniem zadań, statusem plików oraz historią ich aktualizacji),
- automatyczny transfer,
- zaawansowane wyszukiwanie dokumentów,
- zarządzanie biblioteką dokumentacji praktycznie we wszystkich powszechnie stosowanych formatach.

■ **LM Diagnostyka PRO** – software'owo zaimplementowano kompletny system diagnostyczny wykorzystujący ponad 20-letnie doświadczenia Pro Novum w zakresie diagnostyki urządzeń ciepłno-mechanicznych elektrowni i elektrociepłowni.

■ **LM Monitoring PRO** – pakiet pozwalający na monitorowanie istotnych parametrów pracy oraz zdarzeń eksploatacyjnych – sprawia, że historia eksploatacji obiektu może powstawać, w znacznej mierze, w bezobsługowy sposób.

■ **LM Analiza Awaryjności PRO**

– pozwala na rejestrację zdarzeń awaryjnych oraz ich analizę w czasie rzeczywistym.

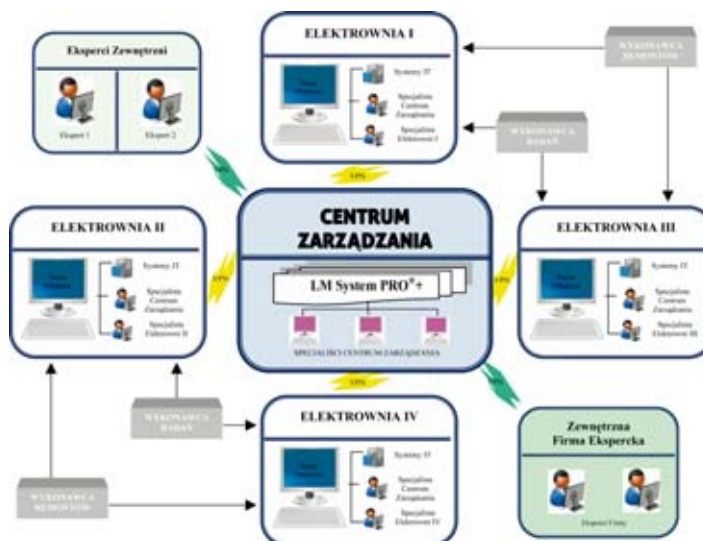
■ **LM Remonty PRO** – program wspiera:

- planowanie remontów,
- weryfikację zakresu remontów w oparciu o stan techniczny urządzenia określony na podstawie ostatnich badań (wymaga wdrożenia programu **Diagnostyka PRO**) oraz aktualnego stanu urządzenia (wymaga wdrożenia programów **Diagnostyka PRO** oraz **Monitoring PRO**).
- archiwizację dokumentacji poremontowej,
- zarządzanie remontem i dokumentacją remontową – Karta Remontowa (wymaga wdrożenia programu **LM Manager PRO**).

■ **LM Procesor PRO** – umożliwia definiowanie algorytmu przetwarzania informacji w wiedzę oraz zarządzania nią. Zawiera kreator nastaw limitów dla poszczególnych parametrów pracy, kryteriów analizy przekroczeń, reguł synchronicznej analizy wielu przebiegów czasowych pracy. Wymaga wdrożenia programów: **Diagnostyka PRO** i **Monitoring PRO** oraz obsługi na poziomie eksperckim.

■ **LM Serwis PRO** – zapewnia wykonywanie diagnostyki w sposób zdalny z wykorzystaniem Stacji Obiektowej połączonej przez VPN z **Platformą LM System PRO®+** rejestrującej i wstępnie przetwarzającej dane pomiarowe oraz inne informacje dot. historii pracy urządzenia. Serwis Diagnostyczny może być realizowany wyłącznie w trybie usługi. Klient nie ponosi więc kosztów zakupu oprogramowania licencji ani wyposażenia stacji obiektowej.

Integrowane ze sobą pakiety programów **Platformy LM System PRO®+** tworzą kompletne środowisko informatyczne, które można skonfigurować praktycznie w dowolny system wspierający utrzymanie stanu technicznego



Rys. 3. Ogólna architektura Systemów IT Centrum Zarządzania Grupy Elektrowni

urządzeń elektrowni. Na rys. 3 przedstawiono jego konfigurację w wersji wspierającej Centrum Zarządzania grupy elektrowni pozwalający na maksymalnie rozproszoną pracę przy zachowaniu pełnej kontroli nad procesami i dokumentacją.

Ewolucja rynku energii i związane z nią strategie większości europejskich grup energetycznych sprawiają, że zmiany organizacyjne w polskiej energetyce są nieuniknione.

Dyskutować można wyłącznie nad tempem tych zmian oraz sposobem rozwiązania niektórych problemów szczegółowych. Zagadnienie nie jest proste ze względów organizacyjnych (społecznych) oraz technicznych. Technicznych dlatego, że poza nielicznymi wyjątkami majątek produkcyjny jest skrajnie niezunifikowany. Dotyczy to nie tylko urządzeń długoeksploatowanych.

Dodatkowym problemem wymagającym uwzględnienia jest luka pokoleniowa, która sprawia, że specjalistów w odpowiedniej liczbie i wymaganych kompetencjach będzie można zgromadzić wyłącznie w centrach wiedzy, a pozostającym poza nimi specjalistom zapewnić odpowiednie formy współpracy.

Z myślą o zmianach, które można przewidzieć oraz tych, które na razie trudno prognozować powstaje wyżej opisana, druga już generacja oprogra-

mowania, która w postaci platformy LM System PRO®+ tworzy elastyczne środowisko informatyczne wspierające zarządzanie majątkiem produkcyjnym. W warstwie procesowej – na podstawie ponad 20 letnich doświadczeń Pro Novum – zaimplementowano kompletny system diagnostyczny z on-linową analizą awaryjności oraz analizą warunków pracy w zakresie ciepłno-mechanicznym i chemicznym.

System, w znacznej mierze bez bezpośredniego zaangażowania specjalistów zarządzania majątkiem elektrowni generuje historię eksploatacji urządzeń, wspiera proces tworzenia wiedzy korporacyjnej oraz udostępnia ją w formie okresowych raportów.

Koncepcja, najważniejsze funkcjonalności, a nawet niektóre fazy realizacji oprogramowania były wielokrotnie publikowane w branżowych pismach oraz prezentowane podczas krajowych i zagranicznych konferencji naukowo-technicznych [2-8].

■ **Centrum Diagnostyki & Profilaktyki – najbardziej zaawansowana forma implementacji LM System PRO®+**

Najnowsza wersja oprogramowania LM System PRO®+ zapewni większą

użyteczność niż poprzednie m.in. przez to, że posiada nowe funkcje jeszcze lepiej dostosowane do potrzeb scentralizowanego zarządzania majątkiem produkcyjnym. Przyjęto, że użytkownik urządzeń energetycznych nie musi kupować oprogramowania ani licencji na jego używanie, może mieć udostępnioną usługę – serwis diagnostyczny, co oznacza, że akceptując zewnętrznie zdefiniowany system diagnostyczny otrzymuje wyłącznie wiedzę jako wynik jego funkcjonowania. Na systemowo udostępnianą wiedzę składa się:

- półautomatycznie zapisywana historia eksploatacji,
- okresowe raporty dot. stanu urządzenia,
- bieżące doradztwo realizowane za pośrednictwem systemowego komunikatora.

Badania może realizować dowolna firma wg programu i harmonogramu powstającego systemowo. Przyjęto, że zmiany organizacyjne w elektrowniach będą sprzyjać takiemu podejściu do

diagnostyki. Zarówno specjaliści działów utrzymania majątku produkcyjnego samodzielnych elektrowni, jak również centrów usług wspólnych grup elektrowni powinni mieć szereg korzyści ze współpracy z wyspecjalizowanym w diagnostyce Centrum.

System informatyczny wspierający Centrum Diagnostyki i Profilaktyki zarządza kompletnym procesem diagnostycznym, na który składa się:

- rejestracja historii eksploatacji,
- wsparcie przy opracowywaniu zakresów badań,
- rejestracja wyników badań,
- wsparcie przy powstawaniu ocen stanu technicznego i prognoz,
- monitorowanie w trybie on-line stanu technicznego,
- zarządzanie projektami (zadaniami) i dokumentami,
- archiwizacja dokumentacji z badań i ocen stanu technicznego.

System j.w. wspiera pracę ekspertów Pro Novum oraz personel wykonujący badania (elektroniczne szablony protokołów i raportów, automatyczny transfer wyników badań). Funkcje pracy rozproszonej zapewnią także możliwość udziału zewnętrznych wykonawców badań i ekspertów w realizacji projektów. Ogólną architekturę Centrum D&P przedstawiono na rysunku 4.

Integracja z Systemami IT elektrowni oraz terminalami inspektorów zarządzania majątkiem zorganizowana jest za pośrednictwem stacji obiektowej zlokalizowanej w elektrowni, do której powinien być zapewniony zdalny dostęp za pośrednictwem VPN. W identyczny sposób specjaliści elektrowni posiada dostęp do

zgrupowanych informacji oraz wiedzy generowanej półautomatycznie (wnioski i zalecenia eksperta wprowadzane są ręcznie) w formie okresowych raportów. W najbliższym czasie udostępnianie wiedzy oraz komunikacja z użytkownikiem będą realizowane za pośrednictwem przeglądarki internetowej.

■ Literatura

- [1] Aydt J., Kraft H.R.: *Das PowerPortal für die EnBW Krawtwerke AG*. VGB Power Tech. 9/2006.
- [2] Trzeszczyński Jerzy, Białek Sławomir: *Monitorowanie żywotności urządzeń ciepłno-mechanicznych elektrociepłowni. Materiały konferencyjne VI Sympozjum: Diagnostyka i Remonty Długoeksploatowanych Urządzeń Energetycznych*. Ustroń, 2004.
- [3] Trzeszczyński 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.
- [4] Duda A., Gawron P., Śliwa A.: *Rejestracja wybranych wielkości chemicznych w LM System PRO® elementem oceny stanu technicznego urządzeń energetycznych i prognozy ich trwałości. Materiały konferencyjne X Sympozjum: Diagnostyka i Remonty Długoeksploatowanych Urządzeń Energetycznych*. Hotel BELWEDER. Ustroń 2008.
- [5] Trzeszczyński J., Murzynowski W.: *On-Line Diagnostics Of Steam Pipelines Operated In Creep Conditions. Proceedings of 2nd ECCO Creep Conference. 21-23 April 2009, Zurich – Szwajcaria*.
- [6] Trzeszczyński J.: *Remote diagnostic systems for assessment of thermo-mechanical equipment of Power Plants. 2nd ECCO Creep Conference. 21-23 April 2009, Zurich – Szwajcaria*.
- [7] Trzeszczyński J., Słota K.: *Serwis pogwarancyjny – optymalna strategia utrzymania technicznego urządzeń ciepłno-mechanicznych elektrowni. Energetyka XII/2008. Biuletyn Pro Novum nr 2/2008*.
- [8] Trzeszczyński J., Białek S.: *Utrzymanie stanu technicznego urządzeń energetycznych – wspierane przez system informatyczny. Nowa Energia, 2009, nr 3*. □



Rys. 4. Centrum Diagnostyki & Profilaktyki – połączenie możliwości jakie stwarza wyposażenie badawcze i kompetencje ekspertów Pro Novum z możliwością oprogramowania jakie stwarza platforma LM System PRO®+