



dr inż. Jerzy Trzeszczyński, prezes zarządu Przedsiębiorstwa Usług Naukowo-Technicznych PRO NOVUM Spółka z o.o.,
Sławomir Biątek, NetInfo Sp. z o.o.

Utrzymanie stanu technicznego urządzeń energetycznych – WSPIERANE PRZEZ SYSTEM INFORMATYCZNY

Zmiany organizacyjne w energetyce, nie tylko polskiej, przebiegają powoli, jednak w sposób nieodwracalny i w kierunku, który, w znacznym stopniu, da się przewidzieć. W zakresie utrzymania stanu technicznego urządzeń energetycznych, strategia inwestorów także jest czytelna. Poszczególne rodzaje działalności elektrowni: zakupy, sprzedaż, IT oraz właśnie utrzymanie stanu technicznego urządzeń wyodrębniane są w coraz bardziej autonomiczne wydziały elektrowni, żeby w dalszej kolejności przyjąć formę firm o odrębnej osobowości prawnej. Jest bardzo prawdopodobne, że firmy zewnętrzne utracą (niektóre już utraciły) związek własnościowy z inwestorem, świadcząc usługi typowo outsourcingowe, zdarza się, że nie tylko dla elektrowni (grupy elektrowni), z których się wydzieliły, ale także dla szerszej grupy klientów.

Wyżej opisany trend w kierunku specjalizacji ma przede wszystkim na celu uproszczenie zarządzania, w tym stworzenie bardziej elastycznych struktur stwarzających warunki dla szybkich zmian dostosowanych do stanu rynku energii i dających się przewidzieć jego trendów. Zakłada się, że docelowo uzyska się wyraźnie widoczne efekty finansowe, chociaż w średnim okresie efekt ten może być słabo dostrzegalny lub wręcz niewidoczny.

■ Stan obecny

Wprawdzie od kilku lat – gdy pojawił się w polskiej elektroenergetyce inwestorzy zagraniczni – próbuje się robić zmiany organizacyjne i różnie nazywać nowo powstałe struktury, jednak z merytorycznego punktu widzenia efekt nie jest szczególnie widoczny:

- w dziedzinie zarządzania infrastrukturą techniczną w zasadzie zintegrowano jedynie budżetowanie; procedury planowania badań, oceny stanu technicznego majątku, planowania remontów i modernizacji pozostały w gestii elektrowni, a właściwie specjalistów o dominującej wiedzy i doświadczeniu (specjaliści o najwyższych kwalifikacjach pracują raczej w elektrowniach niż w tworzących się centrach zarządzania),
- planowanie remontów rozpoczyna się od wielkości budżetu, planowanie badań od budżetu na remonty; zakres remontu powstaje jako rezultat czegoś na kształt negocjacji w których Centrum „ma pieniądze”, a specjaliści z elektrowni wiedzę i doświadczenie,
- nadrzędnym kryterium wewnętrznej oceny stanu techniki jest dyspozycyjność urządzeń, analiza awaryjności ma tę sytuację „wspierać”; stan taki można by akceptować, gdyby istotne informacje techniczne mogły być przedmiotem obiektywnej analizy,
- historia eksploatacji urządzeń jest rejestrowana, w przeważającej mierze

przez specjalistów wg ich subiektywnych kryteriów ważności danych i zdarzeń techniczno-eksploatacyjnych i nie stwarza to możliwości tworzenia wiedzy korporacyjnej,

- dominuje papierowa forma zapisu istotnych danych i informacji; tworzone bazy w programach Access i Excel służą na ogół ich twórcom; archiwizowane w ostatnim czasie teksty protokołów, raportów, sprawozdań, dokumentacji poremontowej nie pozwalają na przetwarzanie istotnych informacji technicznych,
- wiedza powstaje przez czytanie opracowań a nie podczas automatycznego przetwarzania istotnych informacji technicznych, oznacza to m.in., że powszechnie dostępnej wiedzy bieżącej brakuje, powstaje zwykle w trybie ręcznego generowania „tabel” lub zestawień w innej formie.

Prawdopodobnie największym problemem jest dominujący powszechnie pogląd, że wiedza wyłącznie kosztuje, a brak wiedzy jest oszczędnością a nie stratą. Tak długo jak problemy (straty produkcyjne i dodatkowe koszty remontowe) wynikające z zaniechania wiedzy (m.in. diagnostyki) nie będą podstawą do realistycznej wyceny wiedzy, tak długo „optymalizację” nakładów na utrzymanie można między bajki włożyć. Przykładem na brak zrozumienia wartości wiedzy jest łączenie diagnostyki z przygotowaniem do badań w ramach jednego przetargu. Ułatwia to co prawda czynności o charakterze urzędniczym, całkowicie często uniemożliwia wybór najlepszej oferty diagnostycznej. Ponieważ wartość diagnostyki (wg kryteriów jak wyżej) nie przekracza 50% wartości oferty (często jest to ca 20% tej kwoty) o strategii techniczno-handlowej firmy diagnostycznej decyduje np.... firma budująca rusztowania. Przedstawiona ostatnio koncepcja serwisów diagnostycznych [1] jest szansą na rehabilitację kompetencji, diagnostyki i wiedzy.

■ Próba diagnozy

Czy stan wyżej opisany należy zmienić i czy taka zmiana jest możliwa? Pytanie jest w obydwu częściach retoryczne. Trwający od paru lat proces zmian organizacyjnych świadczy najlepiej, że zmiany są konieczne, natomiast, to że przebiega tak wolno pokazuje, że jest możliwy, ale bardzo trudny. Kiedyś spisane umowy społeczne i priorytet tak zwanego spokoju społecznego sprowadzają tempo zmian organizacyjnych do trybu naturalnych odejść. Jeśli sytuacja finansowa tego nie wymusi, mogą zrobić to tylko klasyczni inwestorzy, którzy pojawią się w organizacjach energetycznych, jako skutek ich prywatyzacji przez giełdę lub/i podczas planowanych dużych inwestycji finansowanych przez zagranicznych inwestorów finansowych i branżowych.

Czy tylko strategiczne interesy inwestorów motywują do zmian organizacyjnych? Wydaje się, że nie tylko. Zmiany pokoleniowe tj. odchodzenie z energetyki ludzi posiadających dużą wiedzę i doświadczenie dokonuje się od kilku lat, szczególnie wyraźnie. Za ca 3-5 lat nawet w tych elektrowniach, które ciągle dysponują stosunkowo liczną kadrą specjalistów, nastąpią wyżej opisane, nieuniknione zmiany ograniczające wysoko zaawansowane technicznie kompetencje personelu. Potrzeba korzystania z zewnętrznego wsparcia będzie ciągle rosła, a towarzyszyć jej będzie oczekiwanie zorganizowania centrów zarządzania utrzymaniem urządzeń elektrowni z prawdziwego zdarzenia.

Niektórzy, raczej prowokacyjnie, zadają pytanie: czy - merytorycznie rzecz biorąc - integrowanie informacji i wiedzy w centrach zarządzania grup elektrowni jest potrzebne, skoro dostawcy monitorują pracę nowych urządzeń, a firmy serwisowe „wiedzą wszystko” na podstawie doświadczeń remontowych?

Odpowiedź jest negatywna co najmniej z dwóch powodów:

- Dostawcy urządzeń, firmy remontowe i diagnostyczne jeśli nie wykonują prac w trybie wieloletnich, odpowiednio skonstruowanych umów nie mają interesu zdobywania wiedzy o stanie urządzenia w stopniu większym niż to wynika z potrzeby konkretnej umowy. Proces ten wymaga szczególnych kompetencji i ma swój koszt (nieuwzględniony w kosztach remontowych).
- Interesy firm polaryzują się w sposób coraz bardziej widoczny, co oznacza, że jeśli nie dysponuje się odpowiednią wiedzą to sytuacja przetargowa z zewnętrznymi dostawcami usług i urządzeń staje się gorsza niż by być mogła. Przykładem może być olbrzymie tempo wzrostu cen za usługi serwisowe (głównie na nowych urządzeniach) w jednej z niemieckich grup energetycznych, jako przykład wyjątkowej nonszalancji cenowej firm świadczących te usługi (autorzy niestety nie komentują poziomu technicznego tych nieprzyzwoicie drogiej usług) [2].

Wiedza o aktualnym stanie technicznym urządzeń energetycznych – w trybie zbliżonym do tego jaki zapewniają programy ERP m.in. o stanie magazynu czy stanie zatrudnienia – jest niezbędna, aby planować utrzymanie (badania i remonty) nie tylko na podstawie:

- indywidualnie zanotowanej historii eksploatacji (jeśli rzeczywiście po w jakikolwiek sposób udokumentowane informacje można sięgnąć),
- doświadczenia (jeśli jeszcze dysponuje się specjalistami spełniającymi to kryterium),

ale także wg obiektywnie zapisanej wiedzy, którą ogranicza jedynie status dostępu nadany przez administratora systemu. Stworzenie takiego systemu wymaga sporo pracy, koszty jednak są niewspółmiernie niskie w stosunku do efektów, które powstają jako rezultat adekwatności nakładów na utrzymanie do obiektywnie określonych potrzeb.

■ Od czego rozpocząć zmiany?

Zmiany w zakresie systemowego (korporacyjnego) zarządzania wiedzą o stanie technicznym majątku produkcyjnego warto rozpocząć od zaraz co najmniej z pięciu powodów:

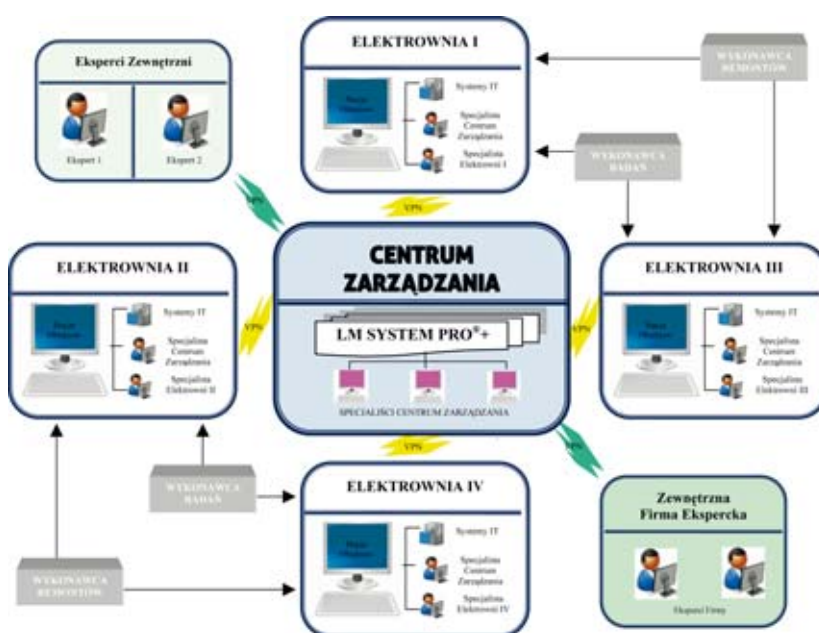
- Zadanie jest dosyć pracochłonne, nie da się go zrobić szybko ani „na skrót”,
- Nawet najlepszy system informatyczny wymaga odpowiednio zorganizowanego „otoczenia”,
- Dostosowanie otoczenia oznacza zmiany, które często dotyczą przyzwyczajęń utrwalonych przez wiele lat,
- „Otoczenie” dla systemu utrzymania to nie tylko specjaliści elektrycy. To także firmy zewnętrzne, które powinny wdrożyć odpowiednie standardy także informatyczne,
- Wcześniej czy później trzeba będzie je zrealizować w takiej jak opisano czy innej formie.

Rozpocząć należy od zdefiniowania trzech obszarów istotnych z punktu widzenia systemu:

1. W obszarze informatyki należy podjąć decyzję, że system dotyczący monitorowania stanu technicznego urządzeń jest oprogramowaniem autonomicznym w stosunku do programów ERP ponieważ „opisuje świat”, w którym obowiązują w nim inne prawa (rys.4) [3].
2. W obszarze eksploatacji urządzeń energetycznych kluczowe jest zdefiniowanie systemu diagnostycznego, ponieważ to jedyne źródło informacji, a więc także wiedzy.
3. W obszarze organizacji wykonywania zadań łącznie z ich nadzorem, wdrożenie procedur zarządzania projektami i dokumentami.

Obszar drugi i trzeci dotyczy klasycznej organizacji utrzymania w elektrowni. Można sobie wyobrazić ich sprawne działanie bez informatyki, będzie to jednak trochę na takiej samej zasadzie jak podróżowanie, dzisiaj, bez używania co najmniej samochodu.

Pomocnicze ale bardzo ważne znaczenie ma:



Rys. 1. Architektura platformy LM System PRO®+ zapewniającej sieciowe środowisko oprogramowania dla pracy rozproszonej wspierającej Centrum Zarządzania Grupy Elektrowni

- integracja z systemami IT elektrowni w zakresie transferu istotnych informacji w zakresie możliwości monitorowania warunków pracy urządzeń,
- zarządzanie relacjami z wykonawcami badań, remontów oraz zewnętrznymi firmami eksperckimi.

Prace nad wyżej opisanymi systemami, ze wsparciem informatyki, trwają od wielu lat [4-10]. Systemy zaczynają być wdrażane w elektrowniach z różnym skutkiem. Ale nawet tam, gdzie ich stosowanie rodzi się w bólach, nie są to źle wydane pieniądze i zbędne doświadczenia. Prawdopodobnie więcej tracą ci, którzy nic albo niewiele co robią w tym zakresie.

Jesteśmy zwolennikami poglądu, że życie to porządkowanie świata. Projekt, który przedstawiamy doskonale wpisuje się w tę zasadę, chociaż tylko w jednej z dziedzin zarządzania elektrownią.

Program LM System PRO® (LM od Life Management) rozwijany jest od 5 lat. Aktualnie powstaje jego nowa wersja **LM System PRO+®**, która z informatycznego punktu widzenia jest platformą tworzącą środowisko dla kilku programów systemowych oraz stwarza możliwość tworzenia (poprzez API) własnych programów wg indywidualnych potrzeb (rys. 2.).

■ 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 (podczas wdrażania systemu oraz korzystania z usługi maintenance'u oprogramowania i eksperckiego supportu),
- administrowania dostępem użytkowników systemu do poszczegól-

nych 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 Manager Dokumentów pozwalający na:

- definiowanie zadań,
- definiowanie formatów dokumentów,
- definiowanie works flow 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 (rys. 3) 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 (rys. 3),
- **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 remontowej,
- 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** oraz **Monitoring PRO** oraz obsługę 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 (rys. 5).

Pakiety programów Platformy LM System PRO+® tworzą kompletne środowisko programów, które można skonfigurować praktycznie w dowolny system wspierający utrzymanie stanu technicznego urządzeń elektrowni. Na rys. 1 przedstawiono jego konfigurację w wersji wspierającej Centrum Zarządzania grupy elektrowni pozwalający na maksymalnie rozproszoną pracę przy zachowaniu pełnej kontroli nad procesami i dokumentacją.



Rys. 2. Platforma LM System PRO⁺ zastępuje wdrażany i rozwijany od 5 lat program LM System PRO[®]

■ Podsumowanie

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. Utrzymanie stanu technicznego urządzeń energetycznych także podlega, od pewnego czasu, ewolucji. Główny kierunek tych zmian to wyodrębnienie utrzymania w autonomicz-

ną dziedzinę działalności aż do zakupu usługi w trybie outsourcingu. Działaniu temu powinno towarzyszyć wdrażanie rozwiązań pozwalających na systemowe tworzenie wiedzy korporacyjnej wraz z możliwością zarządzania nią. W grupach energetycznych powinna nastąpić autentyczna integracja w zakresie technicznej problematyki utrzymania stanu technicznego urządzeń. 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 druga już generacja oprogramowania, która w postaci **Platformy LM System PRO⁺** tworzy środowisko zarówno dla oprogramowania systemowego jak również tworzonego wg indywidualnych potrzeb pozwalające na elastyczne konfigurowanie pracy rozproszonej, którą integruje zarządzanie projektami i dokumentami o indywidualnie definiowanych work flow. W warstwie technicznej – na podstawie ponad 20 letnich doświadczeń Pro Novum – zaimplementowano kompletny system diagnostyczny z on-linową analizą awaryjności i warunków pracy w zakresie cieplno-mechanicznym i chemicznym.

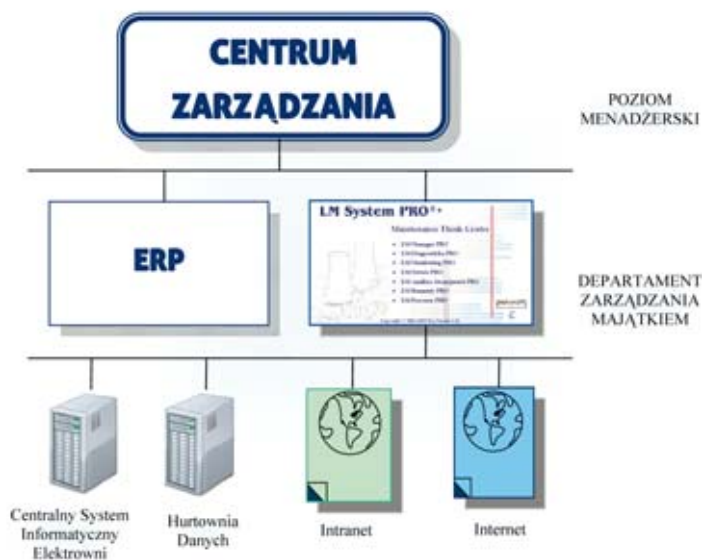
System, w znacznej mierze bez bezpośredniego zaangażowania specjalistów zarządzania majątkiem elektrowni generuje historię eksploatacji urządzeń, wspiera proces tworzenia wiedzy korporacyjnej oraz udostępnia ją w formie okresowych raportów.

■ Literatura

- [1] Trzeszczyński J., Słota K.: *Serwis pogwarancyjny – optymalna strategia utrzymania technicznego urządzeń cieplno-mechanicznych elektrowni. Energetyka XII/2008. Biuletyn Pro Novum nr 2/2008.*
- [2] Benzel F., Kopstein H.: *Marktpasse bei der Beschaffung von Instandhaltungsleistungen – eine ausweglose Situation? VGB PowerTech 7/2008.*
- [3] Aydt J., Kraft H.R.: *Das PowerPortal für die EnBW Krawtwerke AG. VGB PowerTech. 9/2006.*
- [4] F. A. Sturm: *Efficient Operations. Intelligent Diagnosis and Maintenance. VGB Power Tech. 2003.*



Rys. 3. LM Diagnostyka PRO – oprogramowanie z zaimplementowanym kompletnym systemem diagnostycznym



Rys. 4. Ogólna architektura Systemów IT Centrum Zarządzania Grupy Elektrowni



Rys. 5. Integracja elektrowni z Centrum Zarządzania przy pomocy Stacji Obiektowych obsługiwanych przez specjalistę CZ lub/i specjalistę Wydziału Zarządzania majątkiem elektrowni

” Utrzymanie stanu technicznego urządzeń energetycznych także podlega, od pewnego czasu, ewolucji. Główny kierunek tych zmian to wyodrębnienie utrzymania w autonomiczną dziedzinę działalności aż do zakupu usługi w trybie outsourcingu

[5] E. W. Georg, F. A. Sturm: *The Environment for Plant Management, Monitoring and Maintenance*. VGB Power Tech. 9/2003.

[6] Trzeczcyński Jerzy, Białek Sławomir: *Monitorowanie żywotności urządzeń cieplno-mechanicznych elektrociepłowni. Materiały konferencyjne VI Sympozjum: Diagnostyka i Remonty Długoeksploatowanych Urządzeń Energetycznych*. Ustroń, 2004.

[7] Trzeczcyński 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] 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.

[9] Trzeczcyński J., Murzynowski W.: *On-Line Diagnostics Of Steam Pipelines Operated In Creep Conditions. Proceedings of 2 nd ECCC Creep Conference. 21-23 April 2009, Zurich – Szwajcaria*.

[10] Trzeczcyński J.: *Remote diagnostic systems for assessment of thermo-mechanical equipment of Power Plants. 2 nd ECCC Creep Conference. 21-23 April 2009, Zurich – Szwajcaria*.