

Dotychczasowe doświadczenia związane z wykonywaniem zdalnej diagnostyki oraz kierunki rozwoju platformy informatycznej LM System PRO+®

Experiences related to remote diagnostics and development trends of IT platform LM System PRO+®

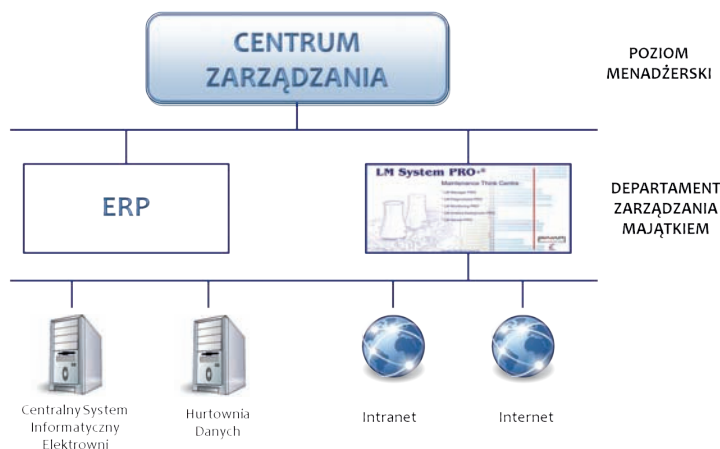
Zmiany w polskiej energetyce, zapoczątkowane w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, doprowadziły do uwolnienia elektrowni – w znacznym stopniu – od centralnej administracji. To sprawiło, że elektrownie zaczęły realizować indywidualną politykę w prawie wszystkich dziedzinach swojej działalności, a najbardziej ambitne także własne projekty rozwojowe. Dalsze zmiany (w tym zmiany w trybie pracy urządzeń energetycznych) doprowadziły do znacznej redukcji kosztów w obszarze utrzymania stanu technicznego urządzeń, a także zmian samych modeli utrzymania. Opisane powyżej zmiany zainspirowały *Pro Novum* ponad 10 lat temu – jako pierwszą firmę diagnostyczną w Polsce – do podjęcia prac nad stworzeniem systemu, który mógłby wspierać pracę specjalistów wydziałów zarządzania majątkiem. Powstała wtedy pierwsza wersja systemu – LM System PRO®, który z biegiem czasu przybrał formę platformy informatycznej LM System PRO+® – dziś już w wersji 3.0. Platforma informatyczna składa się z tzw. pakietów funkcjonalnych, które mogą być wdrażane u Klienta w różnych konfiguracjach. Taka elastyczność systemu umożliwiła uruchomienie w roku 2009 usługi zdalnego nadzoru diagnostycznego

w zakresie urządzeń ciepłno-mechanicznych i chemii energetycznej. Usługa ta realizowana jest za pośrednictwem pakietu funkcjonalnego LM Serwis PRO®.

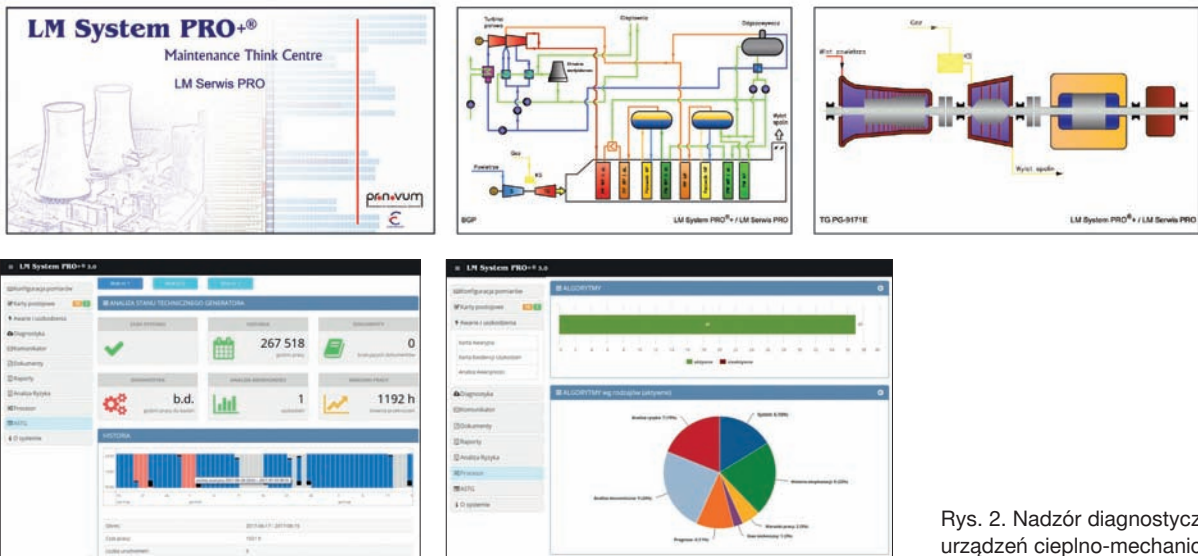
W artykule zaprezentowano doświadczenia *Pro Novum* z wykonywanych nadzorów diagnostycznych – zdalnej diagnostyki, w różnych konfiguracjach, oraz kierunki rozwoju platformy informatycznej LM System PRO+® uwzględniające zmiany w trybie pracy urządzeń energetycznych.

Od wiedzy do inteligentnego zarządzania

Jednocześnie z budową Systemu *Pro Novum* znalazło optymalne miejsce dla LM System PRO+® zarówno w infrastrukturze IT elektrowni/grupy elektrowni (rys. 1), jak również w nowej organizacji grup elektrowni. To poziom departamentu zarządzania majątkiem/inżynierii z odpowiednią integracją z powszechnie używanymi systemami klasy ERP, które nie były i ciągle nie są zorientowane na utrzymanie stanu technicznego na podstawie diagnostyki.



Rys. 1. Miejsce LM System PRO+® w infrastrukturze IT elektrowni/grupy elektrowni



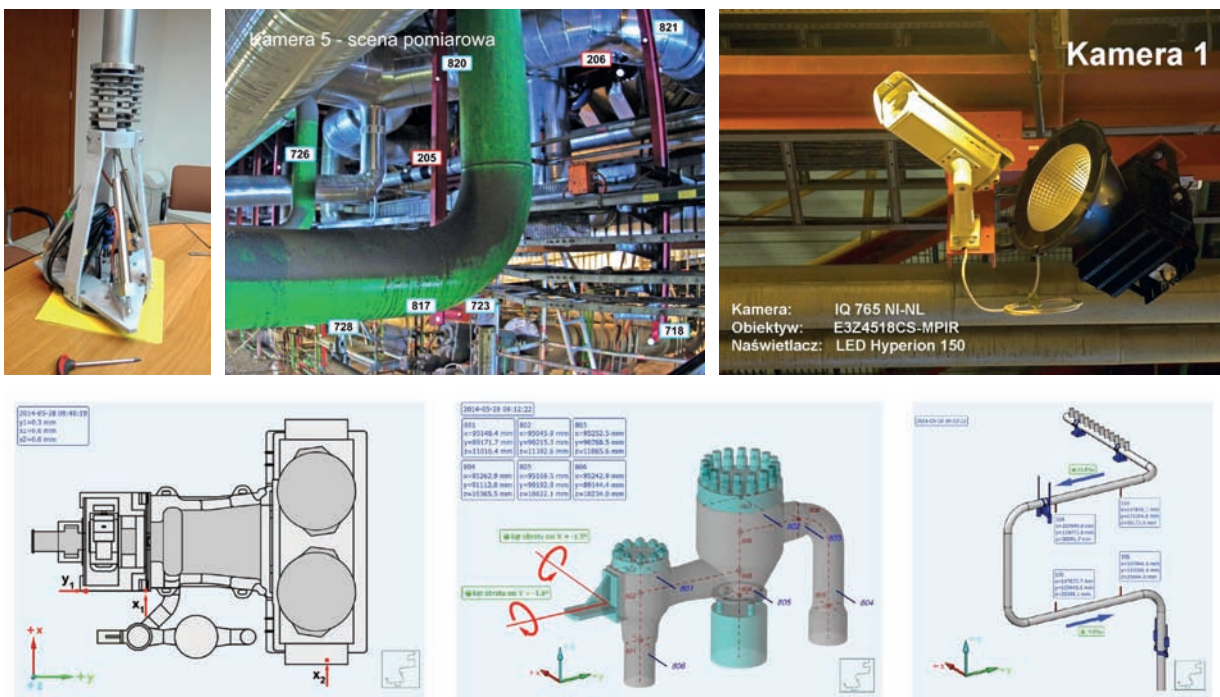
Rys. 2. Nadzór diagnostyczny urządzeń ciepłno-mechanicznych

Od ponad dziesięć lat *Pro Novum* wdraża System w różnym zakresie u różnych Klientów, z uwzględnieniem ich zróżnicowanej infrastruktury technicznej urządzeń wytwórczych. Umożliwiło to opracowanie Systemu: elastycznego, dostosowanego do aktualnej organizacji grup energetycznych, uwzględniającego indywidualne potrzeby klienta i dostosowanego do urządzeń nowych, zmodernizowanych i tych zakwalifikowanych do przedłużonej eksploatacji. Architektura Systemu odwzorowuje strukturę obiektów elektrowni oraz procesów technologicznych i utrzymania stanu technicznego. W programie zaimplementowano niemalże trzydziestoletnie doświadczenia diagnostyczne *Pro Novum* i doświadczenia renomowanych firm zagranicznych.

Doświadczenia z wykonywania zdalnej diagnostyki

Elastyczność Systemu umożliwiła w 2009 roku uruchomienie usługi serwisu diagnostycznego w zakresie urządzeń ciepłno-mechanicznych i chemii energetycznej. Usługa ta realizowana jest za pośrednictwem pakietu funkcjonalnego LM Serwis PRO[®] działającego w sposób autonomiczny (rys. 2).

Usługa ma na celu zdalny nadzór nad stanem technicznym wybranych węzłów konstrukcyjnych i/lub pojedynczych elementów urządzeń elektrowni i elektrociepłowni oraz eksperckie wsparcie na podstawie okresowo generowanych raportów. W ramach LM Serwis PRO[®] monitorowane są/mogą być wybra-



Rys. 3. System wyposażony w dedykowane układy kontrolno-rejestrujące i wizualizacje

ne problemy czy zjawiska występujące na urządzeniach bloków energetycznych. W celu podniesienia standardu i jakości usług objęto ją wewnętrzną procedurą *Pro Novum* w ramach Zintegrowanego Systemu Zarządzania o nazwie „Zdalny nadzór diagnostyczny urządzeń ciepłno-mechanicznych”. Zdobyte w ten sposób doświadczenia pozwoliły m.in. na:

- pracę Systemu z różnorodnymi środowiskami informatycznymi/technicznymi,
- identyfikację potrzeb klientów w zakresie świadczonych usług w warunkach zmieniających się organizacji elektrowni/grup elektrowni,
- identyfikację potrzeb w zakresie nowych narzędzi/funkcjonalności oprogramowania,
- opracowanie nowych algorytmów analizy danych procesowych i interfejsów do ich wizualizacji (rys. 3),
- powstanie nowych funkcjonalności oprogramowania i poprawę ergonomiczności już istniejących,
- udoskonalenie i opracowanie nowych algorytmów analiz systemowych,
- pozyskanie dodatkowej wiedzy na temat warunków pracy urządzeń i ich elementów, także w zakresie pracy regulacyjnej urządzeń,
- rozszerzenie oferowanego przez *Pro Novum* zakresu usług,
- rozwój własnych systemów/układów kontrolno-rejestrujących (rys. 3).

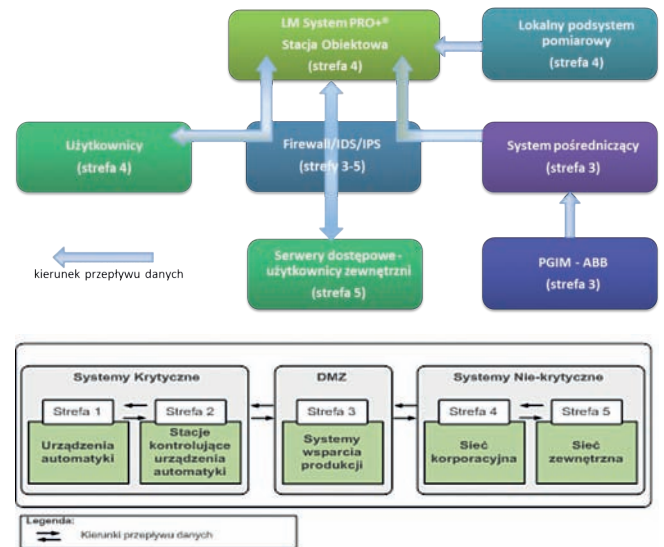
Jak wspomniano wcześniej System może być wdrażany u Klienta w różnorodny sposób. W zależności od zidentyfikowanych potrzeb poprzez:

- zakup oprogramowania i licencji,
- udostępnianie części oprogramowania – pakietów funkcjonalnych/modułów z serwera *Pro Novum*,
- usługę SaaS (Software as a Service) – polegającą na udostępnieniu oprogramowania przez jego twórcę bez konieczności jego zakupu; Klient ponosi wyłącznie koszt świadczonej usługi.

Duże znaczenie przy wykonywaniu zdalnej diagnostyki, wspieranej dedykowanym oprogramowaniem, ma zapewnienie bezpieczeństwa integrowanym systemom informatycznym. Głównym celem integracji LM System PRO+® (LM Serwis PRO®) – jako systemu z grupy IT (z ang. Information Technology) z systemami OT (z ang. Operational Technology), które wspierają procesy technologiczne w elektrowniach/elektrociepłowniach – jest automatyczne, bezobsługowe zasilanie go danymi procesowymi w zakresie pomiarów ciepłno-mechanicznych oraz chemicznych (rys. 4).

W wyniku integracji systemów OT i IT jw. zagrożenie w postaci nieautoryzowanego dostępu do przemysłowych systemów sterowania znacząco wzrosło. Z tego względu jakiś czas temu dokonano audytu LM System PRO+® (LM Serwis PRO®) ze względu na bezpieczeństwo systemów OT, z którymi jest integrowany. Wyniki audytu potwierdziły, że przy wdrażaniu Systemu brane są pod uwagę pojawiające się zagrożenia oraz bezpieczeństwo wymiany informacji, uwzględniane są dobre praktyki w zakresie poprawy bezpieczeństwa, a przede wszystkim polityka bezpieczeństwa Klienta. Rodzaj i sposób ochrony dobierany jest indywidualnie i zależy od istotności systemu OT. W audytowanych wariantach wdrożeń architektura systemu

zachowuje właściwy poziom bezpieczeństwa i dostępności. Ewentualne zagrożenia nie są duże i można niewielkimi nakładami się przed nimi zabezpieczyć oraz minimalizować skutki potencjalnych nadużyć. Wynika z tego zatem, że wykonywanie zdalnej diagnostyki, wspieranej systemami informatycznymi, jest bezpieczne.



Rys. 4. Przykład integracji LM System PRO+® (LM Serwis PRO®) z systemem OT elektrowni

LM System PRO+® (LM Serwis PRO®) jest integrowany z różnorodnymi środowiskami informatycznymi. Zarówno z kilkoma rodzajami systemów rejestrujących i archiwizujących dane pomiarowe z urządzeń, jak i z autorskimi (*Pro Novum*) rozwiązaniami w tym zakresie. Może być dostarczany także kompleksowo, tzn.: dostarczenie, montaż i instalacja kompletnych zestawów hardwarowych i softwarowych lub z wykorzystaniem wydzielonych z infrastruktury IT elektrowni dla potrzeb Systemu, wirtualnych serwerów. Prace w większości przypadków realizuje się z wykorzystaniem zdalnego dostępu VPN.

Opisane doświadczenia zaowocowały tym, że *Pro Novum* od 2010 r. opracowało (do września 2017), dla swoich klientów korzystających z usługi zdalnego nadzoru diagnostycznego, ok. 250 raportów z nadzoru przygotowywanych w 3 – 4-miesięcznych interwałach. W tabeli 1 zaprezentowano Klientów, którzy odebrali największą liczbę raportów.

Tabela 1

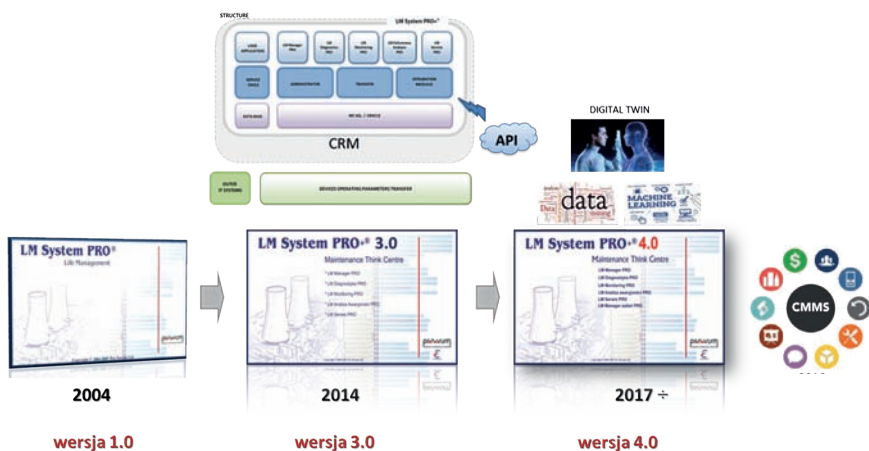
Klienci korzystający ze zdalnej diagnostyki *Pro Novum*

Klient	Liczba przekazanych raportów okresowych
EDF Polska S.A.	116
PGE GiEK S.A.	67
Energa S.A.	38
VHP / PGNiG TERMIKA S.A.	14

Systemy *Pro Novum* wykorzystują także elektrownie wyposażone w bloki klasy 200 MW, które korzystają z naszego wsparcia w innym trybie niż przedstawiono to w tabeli 1. W sumie System został dotąd zainstalowany na 38 blokach o mocy od 50 MW do 858 MW.

Kierunki rozwoju platformy informatycznej LM System PRO+®

Zmiany w sektorze energetycznym wymuszają elastyczne dostosowanie się do potrzeb Klienta. Elastyczne dostosowywanie się do potrzeb rynku/klienta dotyczy poszczególnych bloków energetycznych, a nawet urządzeń. Czas eksploatacji urządzeń ma drugorzędne znaczenie, liczy się jej dostosowanie 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* rozwija ten rodzaj diagnostyki, który może wspierać takie potrzeby, opracowując standardy badań i oceny, implementując je w formie software'u oraz organizując wymianę informacji i wiedzy w skali grup energetycznych oraz KSE. Zachodzące zmiany wytyczają także kierunki rozwoju dla platformy informatycznej LM System PRO+® – obecnie w wersji 3.0 (rys. 5).



Rys. 5. Ewolucja platformy informatycznej LM System PRO+®

Najważniejsze z nich to:

- integracja wszystkich użytkowników bloków 200 MW w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym w ramach portalu branżowego www.portalblokipro.pl służącego m. in. do wymiany wiedzy, informacji i doświadczeń użytkowników bloków,
- ewolucja LM System PRO+® w kierunku systemów CMMS (z ang. Computerised Maintenance Management Systems), czyli specjalizowanych systemów przeznaczonych do wsparcia szeroko rozumianego utrzymania ruchu,
- ewolucja LM System PRO+® w kierunku wspierającym Preventive & Predictive Maintenance [6] po zaimplementowaniu algorytmów z obszaru zaawansowanej analityki, w tym z dziedziny sztucznej inteligencji, zwłaszcza data mining i machine learning,
- uruchomienie nowych algorytmów liczących, w tym „cyfrowych bliźniaków” (Digital Twin) wybranych elementów krytycznych bloków energetycznych,
- wdrożenie modułu analizy pracy regulacyjnej,
- minimalizacja obsługi i bardziej funkcjonalne interfejsy użytkownika.

Podsumowanie

Dokonujące się zmiany modelu i organizacji zarządzania majątkiem produkcyjnym elektrowni oraz ciągła presja na redukcję kosztów utrzymania sprawiają, że nawet najlepiej napisane przepisy, instrukcje, wytyczne, etc. nie zapewniają wykonywania, adekwatnej do aktualnego stanu technicznego urządzeń, diagnostyki na odpowiednim poziomie technicznym. W *Pro Novum* zauważyliśmy to już dawno

temu i dlatego zaoferowaliśmy Klientom/ specjalistom zarządzającym majątkiem produkcyjnym wsparcie w postaci platformy informatycznej LM System PRO+®. Równolegle rozwinęliśmy usługę zdalnego nadzoru diagnostycznego wspieraną software'owo. Opisane w artykule nasze niemalże 8-letnie doświadczenia pozwalają stwierdzić, że forma wykonywania diagnostyki zdalnej jest formą pożądaną i akceptowaną, a z punktu widzenia informatycznego także bezpieczną. Trwające zmiany w sektorze energetycznym motywują nas do rozwoju oferowanego oprogramowania i podnoszenia jakości w zakresie zdalnej diagnostyki.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Trzeczcyński J., Murzynowski W., Stanek R.: *10 lat doświadczeń oraz perspektywy rozwoju LM System PRO+® platformy informatycznej wspierającej utrzymanie stanu technicznego urządzeń energetycznych*. „Energetyka” 2014, nr 8.
- [2] Nitecki P., Białek S., Murzynowski W.: *Bezpieczeństwo systemów informatycznych korzystających z informacji procesowych elektrowni na przykładzie wybranych systemów informatycznych zainstalowanych w PGE GiEK S.A.* „Śląskie Wiadomości Elektryczne” 2015, nr 6 (123), Rok XXII.
- [3] Trzeczcyński J.: *Diagnostyka 4.0 wspierająca przedłużanie eksploatacji bloków 100 MW – 360 MW*. „Dozór Techniczny” 2016, nr 6.
- [4] PN/45.3360/2016/A (Wydanie II): *Wytyczne przedłużania czasu eksploatacji urządzeń ciepło- mechanicznych bloków 100 MW – 360 MW*. Katowice, czerwiec 2016.
- [5] Stanek R., Maciejewski J.: *Nadzór diagnostyczny zmodernizowanych kotłów K3 – K12 (BB-1150) oraz kotła K14 (BB-2400) – dotychczasowe doświadczenia oraz możliwości i kierunki rozwoju*. XIX Sympozjum Informacyjno-Szkoleniowe *Pro Novum*, Katowice, październik 2017.
- [6] Trzeczcyński J.: *Diagnostyka wspierająca elastyczną eksploatację bloków klasy 200 MW*. „Energetyka” 2017, nr 12.