

Ryszard NOWICKI*

BENTLY VENTURES ONE LLC – POLISH BRANCH

SYSTEMY BENTLY NEVADA Corp. PRZEZNACZONE DLA DIAGNOSTYKI STANU TECHNICZNEGO MASZYN

WPROWADZENIE

W sąsiednim artykule dokonano omówienia problematyki **Systemów Monitorowania Stanu Technicznego (=SMST)** maszyn. Ich celem jest przede wszystkim zabezpieczenie przed wystąpieniem rozległej awarii maszyny, której skutki mogą rzutować na wynik ekonomiczny przedsiębiorstwa. Coraz częściej SMST są nadbudowywane o **Systemy Akwizycji Danych Diagnostycznych (=SADD)** oraz **Systemy Diagnostyki Stanu Technicznego (=SDST)** umożliwiające wczesne rozpoznanie zmian stanu technicznego maszyn i w konsekwencji wspomożenie służb odpowiedzialnych za utrzymanie ruchu i remonty w planowaniu i realizacji optymalnej procedury obsługowej.

Jako uzupełnienie SDST wprowadza się również coraz powszechniej **Systemy Diagnostyki Termodynamicznej (=SDT)**. Pozwalają one ocenić poprawność pracy maszyny przepływową z punktu widzenia sprawności jej działania. Równoległe stosowanie SDST i SDT umożliwia prowadzenie kompleksowego diagnozowania maszyn.

WYBRANE CHARAKTERYSTYKI SYSTEMÓW DIAGNOSTYKI

Systemy diagnostyki można klasyfikować wg różnych kryteriów. Poniżej wyspecyfikowano kilka najważniejszych z nich:

- [1] **Przeznaczenie (rodzaj diagnozowanych maszyn):** Tu wyróżnia się (a) systemy dla maszyn krytycznych oraz (b) systemy dla maszyn pomocniczych. Systemy dla maszyn krytycznych winny być systemami wielokanałowymi¹, posiadając możliwość równoległej akwizycji sygnału dla wszystkich torów pomiarowych i obligatoryjnie winny zapewniać akwizycję co najmniej jednego sygnału fazowego² (Keyphasor®). Systemy dla maszyn pomocniczych na ogół posiadają możliwość akwizycji 1 lub 2 sygnałów dynamicznych, a czasem również sygnału fazowego.
- Systemy wielokanałowe, cechujące się równoległością akwizycji sygnałów (tak stacjonarne jak i przenośne), mogą być stosowane dla diagnostyki maszyn krytycznych. Systemy stacjonarne, które nie spełniają warunku równoległości akwizycji sygnałów, nadają się dla maszyn mniej odpowiedzialnych.
- [2] **Stacjonarność:** Tu wyróżnia się (a) systemy stacjonarne, które cechują się ciągłym podłączeniem do SMST maszyny i realizują równoległą w czasie akwizycję sygnałów z wielu torów pomiarowych oraz (b) systemy przenośne, które są „podłączane do maszyny” tylko w przypadku zamiaru przeprowadzenia określonych badań.
- [3] **Inteligencja:** Tu wyróżnia się (a) systemy inteligentne, tzn. takie, które oprócz samej akwizycji sygnału posiadają możliwość automatycznej oceny stanu technicznego oraz (b) systemy nieinteligentne, które spełniają w praktyce wyłącznie funkcję SADD, a do procesu wnioskowania wymagany

jest specjalista, dysponujący wiedzą umożliwiającą przetworzenie zgromadzonych danych w użyteczne informacje.

Inteligencja systemu może być oczywiście różnie rozwinięta. Aktualnie najbardziej zaawansowane systemy inteligentne wymagają danych procesowych (dostępne z nadrzędnych systemów automatyki), co jest szczególnie ważne w przypadku zmiennych, mogących wpływać na wartości pomiarów realizowanych przez czujniki SMST.

- [4] **Interaktywność:** Tu wyróżnia się (a) systemy interaktywne (zwane też systemami zarządzającymi) oraz (b) systemy pasywne. Systemy interaktywne umożliwiają automatyczne zainicjowanie pewnych akcji mających na celu korektę stanu technicznego maszyny.

DOKONANIA BENTLY NEVADA Corp. NA RZECZ ROZWOJU SYSTEMÓW DIAGNOSTYKI

Praktyka diagnostyki wynikająca z posługiwania się przyrządami przenośnymi była w przeszłości ukierunkowana przede wszystkim na wnioskowanie w oparciu o zmiany amplitudowe. BNC już w początku istnienia firmy rozpoznała, że często znacznie bardziej istotnymi dla wnioskowania o stanie od informacji amplitudowych są informacje fazowe. Stąd też rozpoczęto prace nad budową przyrządów mających wspomagać wnioskowanie diagnostyczne prowadzone dla pomiarów amplitudowo-fazowych.

Pierwszym takim zaawansowanym przyrządem klasy SADD wykorzystującym cyfrowe przetwarzanie sygnału był DIGITAL VECTOR FILTER 2 wprowadzony do sprzedaży w roku 1976.

Zgromadzone przy jego konstrukcji i użytkowaniu doświadczenie oraz dynamiczny rozwój komputeryzacji stały się podstawą do opracowania pierwszego systemu do diagnostyki maszyn krytycznych **ADRE (=Automated Diagnostics for Rotating Equipment, co można tłumaczyć jako Automatyczna Diagnostyka Układów Wirnikowych)**. System ten wprowadzono do sprzedaży w 1979 r., a następnie zastąpiono w 1983, 1987 i 1993 r. przez jego kolejne generacje, tzn. odpowiednio: **ADRE II**, **ADRE 3** oraz **ADRE for Windows**. Dawały one różne możliwości akwizycji sygnałów i tak np. **ADRE III** mogła być wykorzystywana w aplikacjach wymagających jednoczesnej akwizycji sygnałów nawet z 80 kanałów.

Przenośne systemy diagnostyczne BNC stały się podstawą do opracowania stacjonarnych systemów diagnostycznych zorientowanych na maszyny krytyczne. Pierwszy taki system został opracowany we wczesnych latach osiemdziesiątych, a następnie w sprzedaży ukazywały się jego modyfikacje: **DDM**, **TDM**, **SYSTEM 64**, **DDM2**, **TDM2**. Najnowszym wyrobem z omawianej klasy systemów jest podlegający ciągłemu rozwojowi i ulepszeniu system **DATA MANAGER® 2000**.

Systemy diagnostyki BNC składają się zawsze z dwóch głównych komponentów. Są to: (a) oprogramowanie instalowane na komputerze akwizycji danych oraz (b) procesory komunikacyjne, które sprężają SMST z ww. komputerem.

Procesory komunikacyjne, w zależności od potrzeb aplikacji, dostarczane są w różnych wykonaniach. Najnowszym wyrobem jest **sieciowy procesor komunikacyjny TDXnet**, którego sprzedaż rozpoczęto w 1998 roku i który z powodzeniem pracuje już w kilku polskich zakładach.

*Dr inż. Ryszard Nowicki

Absolwent Wydziału Budowy Maszyn Politechniki Poznańskiej z roku 1972, a następnie długoletni pracownik Instytutu Mechaniki PP. Tam też doktoryzowany (rozprawa doktorska poświęcona tematyce drganiowej diagnostyki technicznej). Od początku lat dziewięćdziesiątych związany z BENTLY NEVADA Corp. i dyrektor przedstawicielstwa BNC w Polsce. Autor ponad 100 publikacji i wystąpień konferencyjnych oraz wielu ekspertyz. W 1995 r. inicjator i główny organizator kolejnych spotkań Ogólnopolskiego Forum Diagnostyki.

CO RÓŻNI SYSTEMY DIAGNOSTYKI

1. *Sposób akwizycji danych* – powszechnie obserwowaną tendencją jest chęć bezpośredniego podłączenia systemu monitorowania do jakiegoś systemu komputerowego. Prostota tego rozwiązania powoduje jednak bardzo duże ograniczenia wydolności systemu w zakresie możliwości i niezawodności akwizycji danych.
2. *Wydolność akwizycji danych przez pojedynczą stację komputerową* – tu rozrzut możliwości może być bardzo znaczny. Wymieniony wyżej **SYSTEM 64** był projektowany jako system zakładowy i umożliwiał objęcie nadzorem diagnostycznym aż do 64 maszyn. Firmy stawiające pierwsze kroki na polu budowy systemów diagnostycznych oferują najczęściej rozwiązania, które cechują się ograniczoną liczbą kanałów akwizycji sygnałów dynamicznych (często do 16 kanałów), co automatycznie ogranicza możliwość zastosowania systemu do niewielkich maszyn i stawia pod znakiem zapytania celowość stosowania takiego rozwiązania w zakładach posiadających potrzebę diagnozowania większej liczby maszyn.
3. *Możliwość dostępu do danych stacji akwizycji z odległych stacji diagnostycznych* – przez taką odległą stację diagnostyczną rozumie się stację komputerową zlokalizowaną np. (a) w biurówcu zakładu, gdzie mieści się siedziba zakładowego zespołu diagnostyki, (b) w zlokalizowanym w innym mieście serwisie diagnostycznym przedsiębiorstwa prowadzącego remonty maszyn, (c) w zlokalizowanym w innym mieście czy kraju serwisie diagnostycznym producenta maszyn, itp.
4. *Możliwość importu danych procesowych z innych systemów* – Nowoczesny system diagnostyki wymaga minimum dwóch źródeł danych. Pierwszym są sygnały z SMST, drugim natomiast pomiary procesowe gromadzone przez inne systemy. Zmienne procesowe podlegają importowaniu i warunkują bardziej wiarygodny wynik oceny stanu technicznego.
5. *Szybkość akwizycji danych* – jest jednym z kluczowych parametrów decydujących o przydatności systemu dla określonej aplikacji. Bardzo mało SDST stwarza możliwości akwizycji danych pomiarowych w warunkach szybkich rozruchów agregatów napędzanych silnikami elektrycznymi. Znacznie mniejsze wymagania, co do szybko-

ści działania SADD, są stawiane systemom nadzorującym rozruch agregatów napędzanych turbinami parowymi (czas rozruchu jest na ogół dłuższy od kilkudziesięciu minut). Uwzględniając fakt, że najbardziej wartościowe dla prowadzonego wnioskowania dane diagnostyczne są gromadzone w stanach przejściowych, celowe jest zawsze rozważenie, jak dalece różne systemy mogą być przydatne dla potrzeb określonej aplikacji².

6. *Zestaw dostępnych analiz* – liczba dostępnych analiz przydatnych do analizy stanu technicznego maszyn krytycznych jest systematycznie poszerzana. BNC jest firmą, która z perspektywy drugiej połowy XX wieku przyczyniła się w sposób najbardziej znaczący do rozwoju metod diagnostyki maszyn krytycznych. Wiele pomysłów zastosowanych po raz pierwszy w systemach BNC zostało powielonych w systemach konkurencyjnych (np.: *znacznik fazy, analizy orbity tzw. obszary akceptacji, analizy zmiany położenia czopów wałów*). Najnowszymi dokonaniem są: nowa odmiana widma (tzw. *Full Spectrum, czyli Pełne Widmo*) oraz sondy wirtualne, które przyczyniają się finalnie do zwiększenia precyzji prowadzonych korekt stanów technicznych⁴.
7. *Zaawansowanie inteligencji systemu*: O zaawansowaniu inteligencji systemu świadczy poprawność automatycznej oceny stanu i jest ona tym wyższa, im dla większego zbioru zróżnicowanych uszkodzeń/maszyn możliwe jest postawienie trafnej diagnozy. Po osiągnięciu poziomu rozwoju odpowiadającego *inteligencji dojrzałej* można sobie pozwolić na rozszerzenie funkcji *systemów inteligentnych o automatyczne zarządzanie maszynami*, co jest kolejnym celem w dążeniu do minimalizacji kosztów produkcji (m.in. poprzez zwiększenie szybkości działania w sytuacjach awaryjnych przy jednoczesnym zmniejszeniu liczebności załogi).

<i>Typ systemu / OPROGRAMOWANIE</i>	<i>Wymagany sprzęt</i>	<i>Przeznaczenie</i>	<i>Krajowe aplikacje⁵</i>
DM2000 ⁵ - system stacjonarny klasy SADD	Procesory komunikacyjne TDXnet lub TDIX	Maszyny krytyczne i pomocnicze w warunkach pracy w stanach przejściowych i ustalonych	Elektrociepłownie Karolin, Katowice, Siekierki oraz Petrochemii Płock, Elektrownie Bełchatów, Dolna Odra, Jaworzno 3, Łaziska, Rybnik i Turów, ZCh Police
DM2000 ⁷ - system stacjonarny klasy SADD	Procesory komunikacyjne SDI lub SDIX	Maszyny krytyczne i pomocnicze w ustalonych warunkach pracy	Elektrociepłownia Celulozy Świecie oraz kilka instalacji w Petrochemii Płock
MCM2000 ⁸ - system stacjonarny klasy SDST	Interfejs dla importu danych procesowych	Maszyny krytyczne i pomocnicze	Elektrownie Bełchatów, Dolna Odra, Jaworzno 3 i Łaziska
PM2000 - system stacjonarny klasy SDST	Własne oczujnikowanie	Wybrane maszyny krytyczne i pomocnicze	
ADRE for Windows - system przenośny klasy SADD	DAIU-208	Maszyny krytyczne i pomocnicze w warunkach pracy w stanach przejściowych i ustalonych	ABB DOLMEL, ABB ZAMECH, IP Kwidzyn, Petrochemia Płock, Politechnika Łódzka i Częstochowska ZA w Kędzierzynie, Puławach i Tarnowie, ZRE Katowice i Warszawie, ENERGOSEWIS Lubliniec oraz BVO
TM2000 ⁹ - system stacjonarny klasy SADD	Czujniki z modułami interfejsowymi	Maszyny pomocnicze w ustalonych warunkach pracy	Elektrownia Kozienice, KRIO Odolanów oraz Petrochemia Płock
SYSTEM 1 - system przenośny ¹⁰ klasy SADD	Zbieracz danych	Maszyny pomocnicze (i krytyczne) w zróżnicowanych warunkach pracy	11

AKTUALNIE OFEROWANE SYSTEMY BNC DO DIAGNOZOWANIA STANU TECHNICZNEGO MASZYN

BNC oferuje systemy umożliwiające prowadzenie diagnostyki na różnym poziomie zaawansowania. Oferta roku 1999 scharakteryzowana jest w poniższej tabeli.

PEWNE UWAGI DO SYSTEMÓW DIAGNOSTYKI

1. Prowadząc akcję ofertową mającą na celu nabycie nowej maszyny krytycznej warto jest sformułować warunki jej dostawy w zakresie SMST (i SDST¹² oraz SDT). SMST winien gwarantować łatwość podłączenia przenośnego lub stacjonarnego SDST.
2. Warunkiem efektywnego działania *systemu diagnostyki* jest wiarygodne i kompletne oczujnikowanie maszyny odpowiadające minimum ogólnie przyjętym standardom¹³.
3. Stacjonarne *systemy diagnostyki* okazują się szczególnie przydatne w czasie pierwszych lub por remontowych uruchomień maszyn krytycznych¹⁴.
4. Możliwość wiarygodnej oceny stanu dynamicznego dużych turbozespołów pozwala (w przypadku bardziej doświadczonych użytkowników) na ograniczenie zakresu remontu i w konsekwencji jego skrócenie. Szacuje się, że takie jednorazowe działanie rekompensuje koszty nabycia systemu diagnostyki.
5. SDST są wysoce przydatne w szybkim dowożeniu turbozespołów. W tym przypadku pożądane jest posiadanie systemu umożliwiającego wykorzystywanie *sond wirtualnych*.
6. SDST nie jest nabywany na rok czy dwa, a podobnie jak SMST winien służyć użytkownikowi przez minimum 10 lat. Z drugiej jednak strony, bardzo dynamiczny rozwój systemów komputerowych oraz ich oprogramowania powodują, że z cyklem kilkuletnim pojawiają się na rynku *systemy diagnostyczne* nowej generacji. Tak więc decydując się na nabycie SDST oprócz właściwości systemu warto jest również wziąć pod uwagę kilka faktów dotyczących jego potencjalnego dostawcy. Najważniejszymi do rozważenia wydają się być:
 - Doświadczenie dostawcy w zakresie produkcji SDST; wbrew pozorom SDST nie jest jedynie analizatorem sygnałów, a realizowane przez niego przetworzenia sygnałów winny być zorientowane inżyniersko na mechaników, odpowiedzialnych za stan dynamiczny maszyn.

W tym zakresie wieloletnia praktyka BNC w opracowywaniu SDST, poparta wieloletnim doświadczeniem firmowego serwisu diagnostycznego oraz dokonaniem członu naukowego firmy, gwarantują w każdym przypadku dostawę wyrobu na najwyższym światowym poziomie;

- Szerokość zaplecza potencjalnego dostawcy rzutuje bezpośrednio na możliwość rozwoju i modyfikacji SDST w ciągu najbliższych lat; tu praktyka pokazuje, że gwarancja ciągłości rozwoju systemów diagnostyki realizowanych przez niewielkie, kilkuosobowe zespoły jest znacznie mniejsza niż w przypadku firm zajmujących się profesjonalnie ich wytwarzaniem¹⁵; czynniki wpływające na kształt nowego produktu są bardzo zróżnicowane i tak są to m.in.
 - potencjał dostawcy w zakresie merytorycznego rozwoju *systemu diagnostyki* poprzez wdrażanie nowych rodzajów analiz;
 - potencjał dostawcy w zakresie możliwości śledzenia i wykorzystywania rozwoju *systemów operacyjnych*

w środowisku, w którym najlepiej będą działać nowe *systemy diagnostyki*;

- potencjał dostawcy w zakresie możliwości śledzenia i wykorzystywania nowych dokonań w zakresie sztucznej inteligencji na rzecz nowych realizacji systemów diagnostyki
- potencjał dostawcy w zakresie możliwości serwisowania systemów zainstalowanych i ich unowocześniania po stronie sprzętowej (nie ograniczającej się jedynie do sfery komputerowej); wszak nowy produkt ma służyć przede wszystkim jego użytkownikowi ponoszącemu koszt zakupu.

Ograniczając się do krótkiego podsumowania rozwoju *systemów diagnostyki* BNC w ciągu upływającego dziesięciolecia widoczna jest bardzo duża jego dynamika. W zakresie merytorycznym BNC wprowadziła w tym czasie kilka typów nowych analiz. Systemy BNC pracowały pod systemami operacyjnymi UNIX, DOS, Windows QNX, Windows NT – optymalnie na miarę czasu do potrzeb i możliwości ich użytkowników. W tym samym czasie systemy diagnostyczne BNC zostały nadbudowane nie tylko o sztuczną inteligencję, ale także wzbogacone o możliwość zarządzania maszynami i prowadzenie ich *diagnostyki termodynamicznej*.

- Praktyka producenta SDST w zakresie unowocześniania systemów zaimplementowanych tak w zakresie kosztów unowocześniania oprogramowania systemowego, jak i w zakresie kosztów unowocześniania hardware, co w szeregu przypadków warunkuje osiągnięcie bieżącego poziomu nowoczesności;

W tym zakresie polityka BNC jest bardzo przyjazna dla użytkowników *systemów diagnostyki*. Najważniejszymi elementami tej polityki są:

- wieloletnia gwarancja na nowo kupowane wyroby umożliwiająca bezpłatne otrzymywanie unowocześnionych wersji oprogramowania,
- możliwość przedłużenia ww. gwarancji, a w przypadku jej wygaśnięcia,
- możliwość nabycia nowych wersji oprogramowania na warunkach promocyjnych (typowo jest to niewielki procent kosztu nowego oprogramowania),
- uwzględnianie w nowych wersjach oprogramowania możliwości jego wykorzystywania wraz z nabytym w przeszłości osprzętem systemu diagnostyki,
- możliwość unowocześniania starego osprzętu systemu diagnostyki¹⁶.
- Doświadczenie producenta SDST w zakresie możliwości jego pełnego i jak najlepszego wykorzystania, co może być realizowane poprzez:
 - proces szkolenia specjalistów użytkownika systemu diagnostyki,
 - możliwość objęcia serwisem diagnostycznym BNC maszyn wyposażonych w SDST.

Tu także BNC posiada bardzo konkretne dokonania. Corocznie BNC prowadzi w wielu krajach świata kilkadziesiąt szkoleń tak o charakterze diagnostycznym, jak i technicznym. Dotychczas ~60 specjalistów z Polski przeszło przez kilkutygodniowe szkolenia diagnostyczne. Podobnie liczna grupa specjalistów została przeszkolona w zakresie utrzymania instalowanych systemów.

Powyższe fakty powodują, że BNC posiada aktualnie największą w kraju liczbę aplikacji systemów diagnostyki i liczba ta podlega systematycznemu wzrostowi. W kilkunastu zakładach pracuje On-Line 30 stacji akwizycji danych. Do stacji tych

istnieje dostęp z 14 komputerów odległych, a kilkanaście innych firm posługuje się w codziennej praktyce serwisowej i dydaktycznej przenośnymi systemami ADRE.

W przypadku pytań proszę kontaktować się z:
dr inż. Ryszard Nowicki
 Bently Ventures One LLC – Polish Branch
 ul. Myśluborska 62, PL 60-432 Poznań,
 tel. 061 8410303, fax: 061 8410443

1. *Maszyny krytyczne najczęściej są łożyskowane ślizgowo, co wymaga stosowania minimum pary czujników w każdym wieloku. Mając na uwadze mało skomplikowany agregat 2-wirnikowy przez wielokanalowość rozumie się zatem minimum 8 kanałów, co zapewnia równoległą akwizycję sygnałów dla 4 łożysk.*
2. *Bardziej zasadne jest posiadanie systemu umożliwiającego akwizycję 2 sygnałów fazowych, co jest niezbędne w przypadku maszyn napędzanych przez przekładnię.*
3. *Jeden z oferowanych aktualnie na rynku SDST posiada możliwość definiowania zróżnicowanego menu analiz w warunkach przejściowej i ustalonej pracy maszyny. Ta jego właściwość jest prezentowana jako pozytyw w porównaniu z innymi systemami, które posiadają sztywne menu dla różnych reżimów pracy. Gdyby jednak zastanowić się nad przyczyną zróżnicowanego menu wspomnianego systemu, to można dojść do wniosku, iż u podstaw takiego jego działania leży jego głęboka ułomność. Ułomność wynikająca z braku wydolności takiej akwizycji sygnału w warunkach stanów przejściowych, aby były dostępne wszystkie diagnostyczne estymaty sygnału zawarte w systemowym menu. W konsekwencji system ten jest praktycznie bezsilny na okoliczność potrzeby gromadzenia danych w czasie rozruchów agregatów napędzanych silnikami elektrycznymi. Także w przypadku aplikacji w hydroenergetyce, gdzie rozruch jest stosunkowo wolny, możliwość zgromadzenia kompletnych danych diagnostycznych (np. dla hydrozespołów obracających się z prędkościami ~200Hz) leży praktycznie poza jego możliwościami.*
4. *Wg posiadanych przez autora informacji, analizy te nie znalazły jeszcze potwierdzenia w żadnym z systemów konkurencyjnych.*
5. *W specyfikacji ujęto także starsze odpowiedniki aktualnie oferowanych systemów.*
6. *Wcześniejszą wersję stanowi system TDM2.*
7. *Wcześniejszą wersję stanowi system DDM2.*
8. *System MCM2000 jest systemem ekspertowo-zarządzającym i może stanowić nadbudowę nad systemem akwizycji danych diagnostycznych DM2000; jego wcześniejszą wersję stanowiło oprogramowanie ekspertowe EAS.*
9. *System TM2000 jest klasyfikowany na pograniczu systemu monitorowania i systemu diagnostyki.*
10. *Oprogramowanie tego systemu docelowo włączy w siebie także ww. systemy.*
11. *System zostanie wprowadzony do sprzedaży w drugiej połowie 1999 roku.*
12. *Dostarczenie nowych maszyn wraz z SMST należy już do tradycji. Wart zaważenia jest natomiast fakt, że zdarzają się już także przypadki dostarczenia nowych instalacji dla petrochemii jak i nowych turbozespołów dla energetyki wraz z SDST.*
13. *W pewnej elektrowni z blokami ~200 MW dysponującej ograniczonymi funduszami, dostawa retrofitu SMST zdecydował się na ocujnikowanie czujnikami drgań jedynie nieparzystych węzłów łożysk turbozespołów i mimo tego zainstalował system diagnostyki. Trudno jest doszukać się racjonalności takiego postępowania, bowiem system diagnostyki nie może pracować efektywnie z okrojonym niemal do połowy zestawem czujników.*
14. *Oczywiście warunkiem tego stwierdzenia jest faktyczne posiadanie SDST, a nie jego substytutu. Jedną z zakładawych elektrociepłowni nabyła tzw. stacjonarny SDST w skonfigurowaniu umożliwiający prowadzenie wyłączenie... analiz trendów. Tak więc w tym określonym przypadku możliwości zainstalowanego tzw. systemu diagnostycznego okazują się znacznie bardziej ograniczone niż możliwości diagnostyczne niektórych nowocześniejszych systemów monitorowania (np. SYSTEMU 3500), a jego użytkownik jest zmuszony wspomagać uruchomienia turbozespołów diagnostycznym sprzętem przenośnym.*
15. *Tu warto trzeźwo ocenić rzeczywiste zaangażowanie dostawcy w wyrób. Jeśli bowiem za opracowanie systemu diagnostyki (dajmy na to w konkretnie produkującym maszyny do szycia i zatrudniającym kilka tysięcy ludzi) bierze się zespół kilku osób, to w dalszym ciągu za tym drugoplanowym wyrobem stoi potencjał kilku osób i ... niewiadoma przyszłość.*
16. *Tu dobrym przykładem są procesory komunikacyjne klasy TDIX, które niewielkim nakładem kosztów mogą być unowocześniane do wersji sieciowej TDXnet, co daje pełne możliwości wykorzystania najnowszego oprogramowania diagnostycznego.*