

# VibroSPY

## Przemysłowe podglądanie

*Na liniach produkcyjnych wielkich fabryk byli kiedyś inżynierowie odpowiedzialni za utrzymanie maszyn w gotowości produkcyjnej. Chodzili od stanowiska do stanowiska z podręcznym zestawem narzędzi i mierników, i badali czy urządzenia produkcyjne zachowują sprawność. Choć dzisiaj miejsca fabryk zajmują banki i centra handlowe, to jednak z produkcji zupełnie nie zrezygnowano. Współczesne linie („taśmy”) wyglądają jednak nieco inaczej. Miejsce inżynierów zajęły czujniki łączone wzajemnie zaplatającymi się sieciami.*

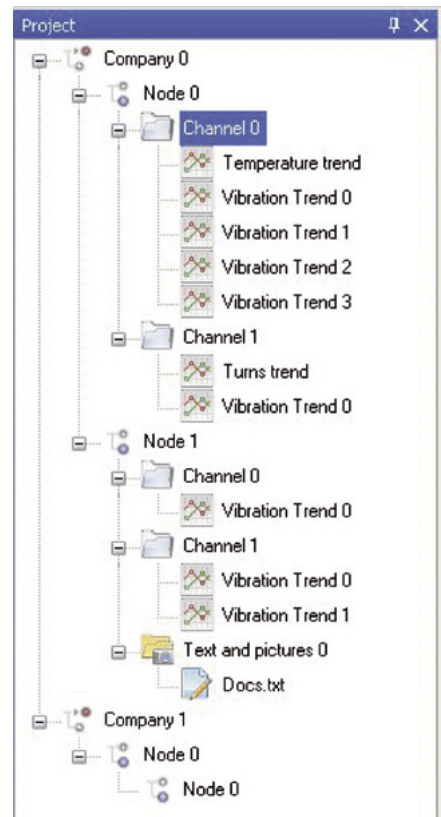
W coraz bardziej rozpędzonym współczesnym świecie, dla przemysłu ważna jest każda minuta. Z tą samą chwilą, w której staje jakaś linia produkcyjna, rozpoczyna się liczenie strat, nawet wtedy, gdy nic nie ginie i nie ulega destrukcji. A maszyny muszą się psuć, bo taka jest ich natura. Na razie jeszcze nikt nie wymyślił nie zużywających się elementów mechanicznych czy elektromechanicznych. Niezwykle istotna jest zatem ciągła obserwacja pracy, pozwalająca przewidywać sytuacje awaryjne i zawniczasu na nie reagować. Umiejętnie przeprowadzona diagnoza pozwala skrócić czas przestoju do minimum. Ale diagnoza ta powinna być znana jeszcze w chwili pracy urządzenia.

### VibroSPY – nowy produkt RK-System

Specjalizująca się w badaniach wyważania, drgań i wibracji firma RK-System opracowała nowy system przeznaczony do moni-

toringu urządzeń przemysłowych. VibroSPY, bo tak nazywa się ów system, jest przystosowany do pracy w sieci Ethernet, co oznacza, że może działać na praktycznie nieograniczonym obszarze, przekazując dane z czujników pomiarowych do bardzo odległych miejsc. Czujniki te są dołączane do lokalnych stacji pełniących funkcję urządzeń monitorujących. Ich liczba nie jest niczym ograniczona, ważne jest tylko, aby było możliwe dołączenie ich do sieci ethernetowej. Można to zrealizować zarówno za pośrednictwem połączenia przewodowego, jak i bezprzewodowo (Wi-Fi). Jedno urządzenie monitorujące dysponuje 4 wejściami analogowymi, 4 wejściami cyfrowymi, 4 wyjściami przełącznikowymi. Do komunikacji z dowolnymi innymi urządzeniami może być wykorzystywany ponadto interfejs RS485. Stacja jest zasilana napięciem zewnętrznym 24 V<sub>DC</sub>. Specjalny uchwyt na obudowie umożliwia mocowanie urządzenia na szynie DIN. Ze względu na

**Dodatkowe informacje:**  
 RK-System, 05-825 Grodzisk Mazowiecki,  
 ul. Chełmońskiego 30, tel.: 22-724-30-39,  
 faks 22-724-30-37, [www.rk-system.com.pl](http://www.rk-system.com.pl),  
 e-mail: [sprzedaz@rk-system.com.pl](mailto:sprzedaz@rk-system.com.pl)



Rysunek 1. Drzewiasta struktura sieci systemu VibroSPY

Tabela 1. Podstawowe parametry i cechy urządzeń VibroSPY	
Rozdzielczość pomiaru	16 bitów
Zakres częstotliwości próbkowania	5 Hz...200 kHz
Pasma analogowe	100 kHz
Napięcie zasilania	24 V
Pobór prądu	~300 mA
Liczba uniwersalnych kanałów analogowych	4
Liczba programowalnych kanałów cyfrowych	4
Liczba programowalnych kanałów przekaźnikowych	4
Obciążalność prądowa styków	5 A/250 V <sub>AC</sub> 5 A/30 V <sub>DC</sub>
Interfejs komunikacyjny z innymi urządzeniami	RS485
Interfejs sieciowy	LAN 100 Mb
Diody sygnalizujące	OK, WARNING, ERROR
Wyważanie elementów wirujących w łożyskach własnych	jedno lub dwupłaszczyznowe
Pomiar wielkości fizycznych	np.: wilgotność, stężenie gazu itp.
Liczba urządzeń dołączanych do sieci pomiarowej	nieograniczona
Mocowanie	szyna DIN
Praca zdalna i kontrola parku maszynowego w fabrykach dowolnie od siebie oddalonych	
Możliwość umieszczenia w hermetycznej, wodoszczelnej obudowie	
Zadawanie nastaw krytycznych wielkości mierzonych, po przekroczeniu których system może powiadamiać o problemie lub samoczynnie wykonać zaprogramowaną dla danego zdarzenia reakcję	
Możliwość dołączenia do systemu dowolnych urządzeń opartych o interfejs LAN	

nie awarii obserwowanych urządzeń. Z tego względu jest to najważniejsza funkcja programu.



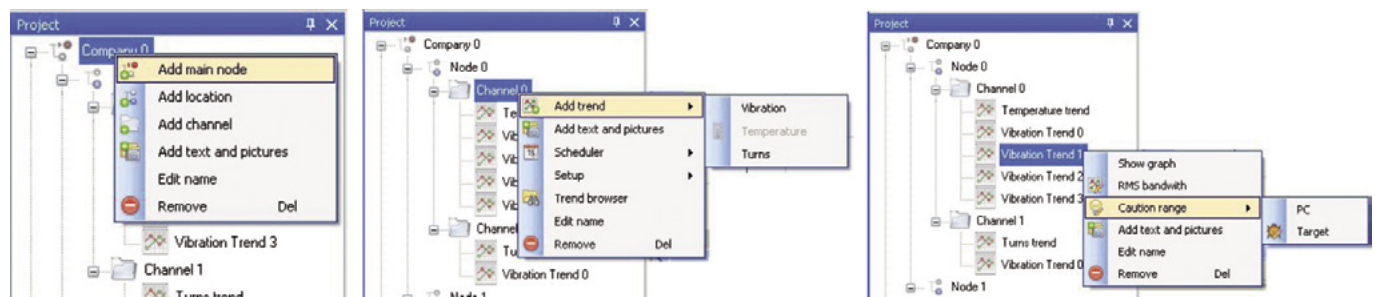
Sieć ma strukturę drzewiastą (rysunek 1). Jej główne węzły są utworzone z firm, w których z kolei można wyróżnić budynki, a w nich kanały pomiarowe. Na najniższym poziomie struktury jest gromadzona dokumentacja elektroniczna, na którą składają się pliki tekstowe i graficzne. Definiowanie sieci jest bardzo proste. Przebiega z wykorzystaniem rozwijanych menu wywoływanych kliknięciem prawego przycisku myszki na danej pozycji struktury. Na ekranie pojawiają się wtedy listy z różnymi opcjami do wyboru (rysunek 2). Sieć, o której jest mowa w kontekście systemu VibroSPY jest w pewnym sensie terminem umownym, można bowiem sobie wyobrazić, że pomiary będą wykonywane tylko przez jedno urządzenie monitorujące. Mimo to, dane mogą być przesyłane w odległe miejsca poprzez Ethernet. Schematycznie taki przypadek przedstawiono na rysunku 3. Bardziej rozbudowaną konfigurację, typową sieciową, przedstawiono na rysunku 4.

specyfikę zastosowań, do systemu będą najczęściej dołączane czujniki przyspieszenia (drgań), temperatury, wilgotności, ciśnienia, stężenia gazu itp. Generalnie są to czujniki z wyjściami analogowymi, czujniki ICP oraz czujniki z wyjściem typu pętla prądowa.

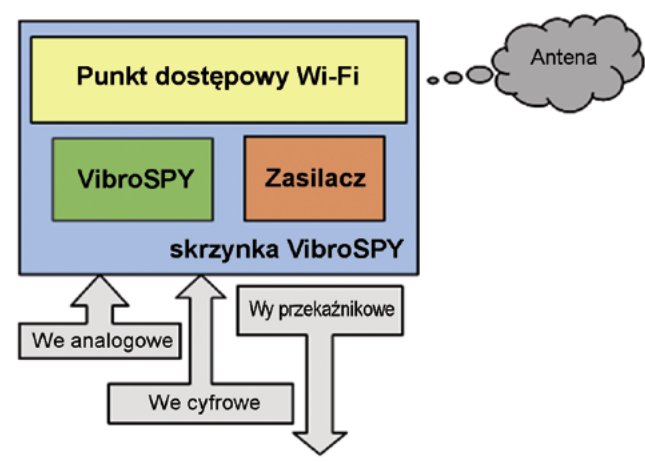
Ważną częścią systemu jest oprogramowanie. Jego zadaniem jest definiowanie sieci, gromadzenie i obróbka danych pomiarowych generowanych przez poszczególne stacje. Na

podstawie zebranych informacji możliwe jest automatyczne tworzenie dokumentacji technicznej.

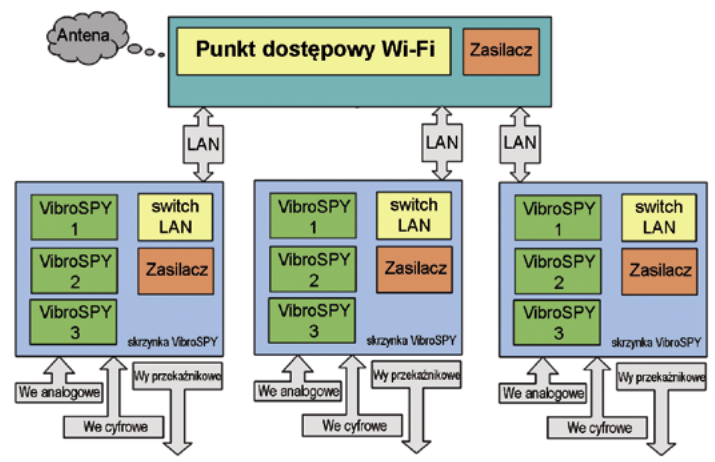
Komplet informacji dotyczących określonej grupy pomiarów jest zapisywany w tzw. projektach. Wydzielono w nich trzy strefy, zawierające: opis sieci uwzględniający ich hierarchiczną strukturę, bieżący stan urządzeń i czujników oraz trendy. Analiza trendów pozwala prognozować występowanie



Rysunek 2. Menu wykorzystywane podczas definiowania sieci



Rysunek 3. Sieć VibroSPY wykorzystująca jedno urządzenie monitorujące



Rysunek 4. Sieć VibroSPY wykorzystująca wiele urządzeń monitorujących

ra może być tworzona i modyfikowana przez użytkowników. Na **rysunku 5** przedstawiono okno dialogowe wykorzystywane do tego celu. W przykładzie zdefiniowano czujniki prędkości, przyspieszenia i przemieszczenia. Czujniki takie można znaleźć w ofercie producenta systemu. Do zestawu dołączane są ponadto inne akcesoria, takie jak czujniki laserowe ze specjalnymi statywami, przewody połączeniowe itp. (**fotografia 6**). Czujniki laserowe są wykorzystywane do pomiarów prędkości obrotowej. W ich obudowach zintegrowano oświetlacz laserowy i czujnik optyczny. Pomiar wymaga umieszczenia folii odbłaskowej na obracającym się wale. Czujnik generuje krótki impuls elektryczny, gdy fotoelement zareaguje na światło lasera odbite od folii.



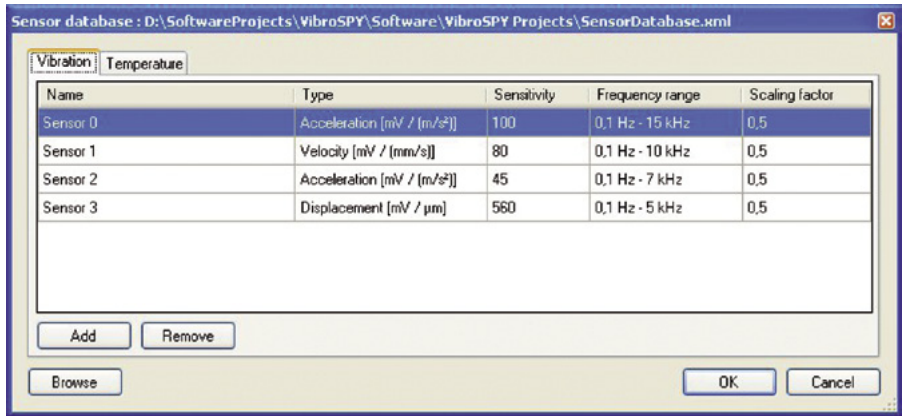
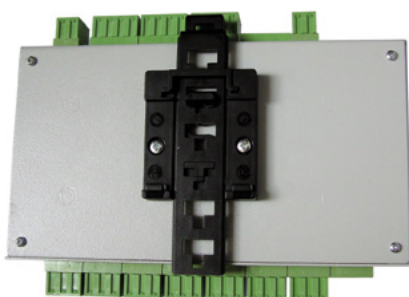
Po określeniu struktury sieci, zdefiniowaniu wszystkich jej węzłów, czujników itd. pozostaje jeszcze tylko określenie harmonogramu pomiarów i system może rozpocząć pracę. W harmonogramie ujmowane są takie parametry jak: czas rozpoczęcia pomiaru (data i godzina podawana z dokładnością do sekundy), interwał pomiarowy (liczba dni, godzin, minut, sekund) i czas zakończenia pomiaru (j.w.). Okno wprowadzania danych do harmonogramu przedstawiono na **rysunku 7**.

Pomiary są nadzorowane poprzez okno kontroli procesów. Są w nim widoczne informacje o czynnościach wykonywanych w danym kanale, status pomiarów, jak również sama konfiguracja kanału (**rysunek 8**).

**Wizualizacja pomiarów**

Mocną stroną programu VibroSPY jest wizualizacja wyników pomiarów, i trudno się temu dziwić, wszak do tego właśnie celu został stworzony. Wyniki są przedstawiane w postaci dwóch rodzajów wykresów, tj. pomiaru i trendu.

Wykres pomiaru jest wyświetlany w oknie kontroli procesu. Jest to graficzna interpretacja spróbkowanych danych (**rysunek 9**), ale może być to też przeliczona na podstawie danych cyfrowych moc badanego



Rysunek 5. Okno dialogowe wykorzystywane do definiowania czujników



Fotografia 6. Akcesoria pomiarowe systemu VibroSPY

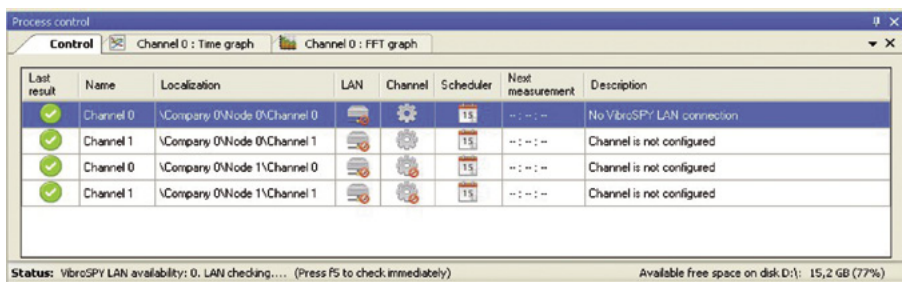
sygnału. Towarzyszą temu informacje uzupełniające np. w postaci temperatury lub obrotów. W przypadku drgań i wibracji bardzo użyteczną informację niesie widmo. Wykorzystując ten rodzaj analizy łatwo można określić czy w urządzeniu pojawiły się drgania o częstotliwościach, które w ogóle nie powinny występować. Ich obecność może świadczyć o nieprawidłowym działaniu urządzenia i stanowiąc zapowiedź poważniejszej usterki. W programie VibroSPY dostępna jest analiza widmowa FFT. Funkcja ta wykorzystuje do obliczeń kilka rodzajów okien, które mogą być wybierane przez użytkowników. Są to okna typu: rectangular, triangular, flat top, Hanning, Hamming. Od rodzaju okna zależna jest dokładność obliczania częstotliwości czy amplitudy prążków widma.

W programie VibroSPY wyróżniono trzy rodzaje wykresów dla trendu: wibracji, temperatury i obrotów. Obliczanym przez

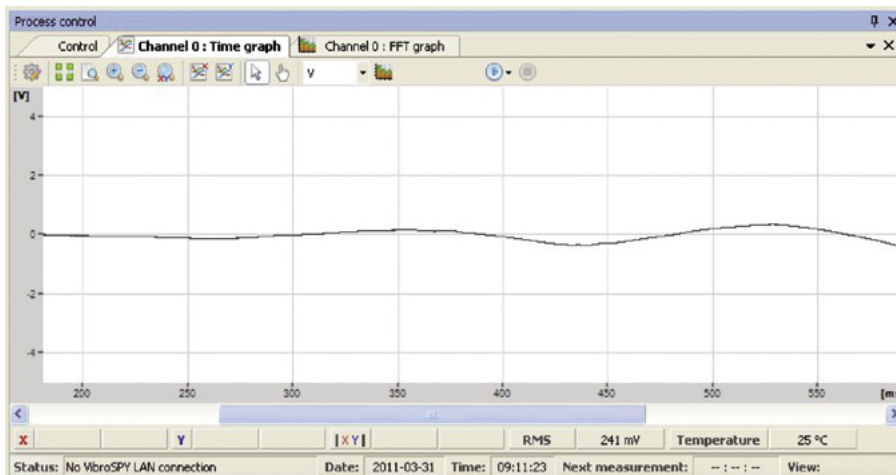
program parametrem wibracji jest wartość skuteczna drgań (RMS) uwzględniająca zdefiniowane pasmo częstotliwości. Na każdym z wykresów mogą być określone dwa charakterystyczne punkty. Jeden z nich wy-



Rysunek 7. Okno wprowadzania danych do harmonogramu



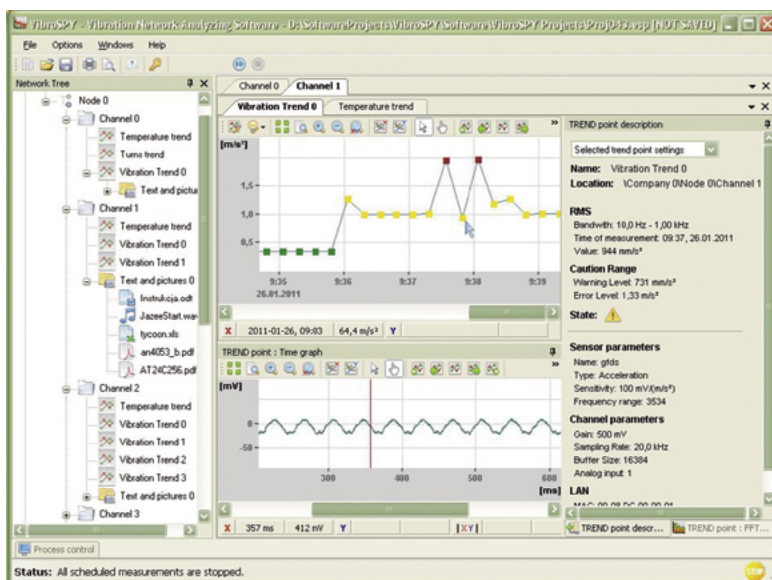
Rysunek 8. Okno kontroli procesów



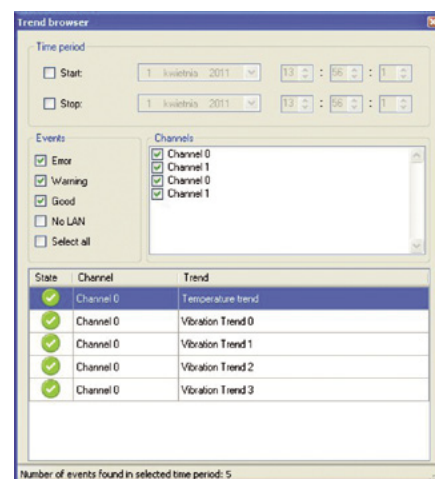
Rysunek 9. Wykres czasowy



Rysunek 11. Okno opisu punktów trendu



Rysunek 10. Ostrzeżenia i alarmy na wykresach



Rysunek 12. Okno selekcji trendów

znacza poziom ostrzeżenia, drugi natomiast to już błąd (rysunku 10). W zależności od tego, w jakim przedziale znajdują się wyniki pomiarów, wykres jest rysowany kolorem zielonym (wszystko jest w porządku), żółtym (przekroczono poziom ostrzegawczy) lub czerwonym (sytuacja awaryjna). Swego rodzaju sytuacją awaryjną jest również zidentyfikowanie utraty połączenia z urządzeniem VibroSPY. Takie punkty są zaznaczane na wykresie przez zakreślenie wokół nich czerwonego okręgu. Sytuacje ostrzegawcze i alarmowe są wykresane z taką dokładnością, z jaką zostaną zdefiniowane przez użytkownika. Przykładowe okno opisu punktu trendu przedstawiono na rysunku 11.

Wraz z upływem czasu użytkownika systemu VibroSPY rośnie liczba gromadzonych danych. Nieocenione w praktyce staje się więc okno selekcji trendów



(rysunek 12). Wybór obejmuje podanie przedziału czasu, numeru kanału. Można też wskazać konkretne zdarzenie, które powinno być poszukiwane.

Do analizy wykresów przewidziano w programie kilka wygodnych narzędzi, takich jak: lupy powiększające/zmniejszające, kursory, opcje środkowania wykresu względem kursorów X i Y, narzędzie typu „rączka” do wygodnego przesuwania wykresu. W specjalnym polu można definiować jednostki wielkości fizycznych przedstawianych na wykresach.

### Nikt nie lubi alarmów

Idea, jaka przyświecała opracowaniu systemu monitoringu przemysłowego VibroSPY było skonstruowanie takiego urządzenia, które w porę ostrzegaloby pracowników odpowiedzialnych za park maszynowy w zakładach produkcyjnych o sytuacjach zagrażających wystąpieniu awarii. Kryje się tu jednak pewien bardzo istotny problem polegający na precyzji określania punktów krytycznych generujących alarmy. Natura człowieka jest bowiem taka, że gdy kilka razy

zareaguje niepotrzebnie na fałszywe ostrzeżenie, przestaje reagować w ogóle. Przykładem mogą być wyjące na parkingach samochody, do których nikt nawet nie wygląda przez okno.

Ale jak określić kryterium generowania alarmu? Wydaje się, że jedyną metodą jest ciągła obserwacja urządzenia i ocena wytrzymałości na podstawie parametrów zmierzonych w chwili awarii. Zbyt wczesna wymiana elementu też nie jest korzystna, gdyż może oznaczać, że nie wypełnił on dopuszczalnego rezerwu, a to przecież również znajduje swoje odbicie w ekonomice. No cóż. Na błędach się człowiek uczy – głosi powiedzenie. Jeśli już wszystko zostanie prawidłowo określone i zdefiniowane, inżynier odpowiedzialny za utrzymanie maszyn w ruchu, dysponujący oczywiście systemem VibroSPY, całkiem legalnie, w godzinach pracy, będzie mógł rozwiązywać krzyżówki, zamiast bezcelowo biegać od maszyny do maszyny.

Jarosław Doliński, EP  
jaroslaw.dolinski@ep.com.pl