

# I N Ż Y N I E R I A & UTRZYMANIE RUCHU

MAJ/CZERWIEC 2018  
NR 3 (126) ROK XV

ISSN 1734-056X

Temat numeru

## Laureaci konkursu Produkt Roku 2017

Produkty i usługi uhonorowane  
tytułem Produktu Roku  
w 17 kategoriach konkursowych



Raport

Czujniki bezprzewodowe

- Kontrola produkcji i kosztów – droga ku optymalizacji
- Zarządzanie jakością powietrza w zakładzie

Magazyn wydawany jest na licencji

**PLANT  
ENGINEERING**

[www.utzymanieruchu.pl](http://www.utzymanieruchu.pl)

w numerze dodatek specjalny

**FABRYKA 4.0**  
Wiosna 2018



# Kontrola produkcji i kosztów – droga ku optymalizacji

Jak optymalizować produkcję? Z tym problemem borykają się firmy na całym świecie. Optymalizowanie działań poprawia bowiem funkcjonowanie przedsiębiorstwa, ponieważ pozwala na uzyskanie maksimum korzyści przy minimum wysiłku.

mgr inż. **Agnieszka Hyla**

Straty wynikające m.in. z niewystarczającego planowania dotkliwie wpływają przede wszystkim na pracę małych rodzinnych przedsiębiorstw. To tam poziom wiedzy w zakresie ekonomii, a zwłaszcza jej zaawansowanych procedur i zasad jest najniższy i najtrudniej o jej przyływ z zewnątrz. W większych firmach świadomość optymalizacji procesów jest wyższa, dzięki czemu osiągnięte efekty są relatywnie większe. Wynika to z wielkości przedsiębiorstwa – im większe obroty, tym więcej strat generowanych jest wskutek zaniedbań, nieprzemysłanych czynności czy braku wiedzy o stanie faktycznym parku maszynowego. Stąd większa motywacja do szybkiego wprowadzania zmian.

## Analizowanie posiadanych informacji

Pierwszym krokiem ku poprawie efektywności procesów produkcyjnych jest analiza tego, w jaki sposób są one obecnie wykonywane. Kiedy proces jest już wdrożony i działa, niewiele firm ma czas i sposobność, aby go ponownie przemyśleć. Często takie podejście okazuje się błędne.

Warto zaangażować do tych zadań konsultanta zewnętrznego, który na podstawie rzeczywistych czynności wykonywanych przez urządzenie, maszyny i pracowników działu produkcji stworzy makietę i pewien model istniejącego procesu. Może się wówczas okazać, że to, co zapla-

nowano na papierze, nie zostało do końca wdrożone. Może to oznaczać, że podczas pierwotnego planowania nie wzięto pod uwagę pewnych kwestii, np. dostępności maszyn czy konieczności dokonywania przeglądów, które finalnie wpływają na efektywność całego układu. Rozpisanie faktycznego stanu rzeczy pozwala na lepsze poznanie zasad działania procesu, analizę jego słabych punktów i wypuklenie mocnych. To solidne podwaliny do dalszych prac optymalizacyjnych.

Nawet bez wdrażania elementów automatyki przemysłowej możliwe jest wdrożenie pewnych przemysłanych zmian, które znacznie poprawią efektywność pracy działu produkcji. Może to być zamiana elementów procesu, ograniczenie ich czasu, zmiana parametrów pracy maszyn czy wdrożenie dodatkowego przeglądu w przypadku urządzeń zagrożonych zużyciem w warunkach podwyższonego ryzyka, np. wysokiej temperatury, zapylenia, znacznej wilgotności powietrza. Zmiana nawet pojedynczego elementu może się okazać niskokosztowym rozwiązaniem optymalizacyjnym.

## Obserwowanie produkcji, szukanie korelacji

Kolejnym krokiem w działaniach ku zwiększeniu produktywności pracy jest wdrożenie systemu automatyki przemysłowej. Celem jest zwiększenie poziomu wiedzy na temat procesu produkcyjnego – ciągły monitoring prac – oraz automatyzacja całej linii produkcyjnej lub niektórych jej elementów.

Proces automatyzacji rozpoczyna się od opisanej wcześniej analizy stanu faktycznego. Dokładne rozpisanie czynności wykonywanych przez pracowników z wykorzystaniem konkretnych maszyn pozwala na dogłębne poznanie procesu, który rzeczywiście w firmie funkcjonuje.

W dalszym etapie, aby pozyskać jeszcze więcej wiedzy oraz moc zautomatyzować wybrane czynności produkcyjne i wyeliminować z nich czynnik ludzki, należy zainwestować w rozwiązania automatyki przemysłowej. W zależności od specyfiki produkcji zautomatyzowane mogą być całe linie lub tylko pewne ich części, niewielkie układy. Im jednak rzadziej dochodzi do przebrojeń maszyn, zmian ich nastaw, przekazywania półproduktów i oczekiwania na nie, tym więcej czasu i pozostałych zasobów udaje się oszczędzić.

To, jaki system monitoringu i automatyki wdrożyć, zależy od specyfiki przedsiębiorstwa. Do tematu można podejść dwojako – zatrudnić wykształconego automatyka, technologa z doświadczeniem w organizowaniu konkretnych procesów produkcyjnych, który od wewnątrz rozpocznie projektowanie nowego systemu, czy też dokona przeglądu rozwiązań dostępnych na rynku. Drugą możliwością jest zatrudnienie firmy zewnętrznej, która wniesie do procesu automatyzacji doświadczenie i wiedzę zdobytą podczas wcześniejszych realizacji. Duże zakłady produkcyjne zazwyczaj łączą ze sobą obie te opcje, zatrudniając w firmie specjalistów z dziedzin, które w przypadku automatyzacji są niezbędne: systemów SCADA, sensoryki, elektryków, automatyków, technologów i projektantów, a także wynajmując ekspertów zewnętrznych, którzy wzbogacają opracowywany w pełni lub częściowo zautomatyzowany proces.

Korzyści płynących z automatyzacji jest wiele – począwszy od osiągnię-



cia znacznie wyższego poziomu wiedzy na temat prowadzonego procesu, poprzez wdrożenie systemów diagnozowania zagrożeń i usterek w czasie rzeczywistym, aż po możliwość tworzenia wyspecjalizowanych algorytmów sterowania, w których funkcjonuje sprzężenie zwrotne: decyzje podejmowane są w oparciu o aktualne pomiary parametrów roboczych i szacowanie efektywności pracy maszyn. Takie algorytmy spotyka się zazwyczaj w przypadku najbardziej zaawansowanych procesów, a ich uproszczone formy – w mniejszych układach wytwórczych. Zautomatyzowanie procesu pozwala również na wyodrębnienie wielu korelacji, które w nim zachodzą – im więcej materiału wsadowego, tym większe natężenie prac maszyny oraz częstsze uszkodzenia jej łożysk. Zdefiniowanie nawet tak prostej korelacji może pomóc w zaplanowaniu częstszych przeglądów danej maszyny w okresach zwiększonej podaży materiału wsadowego. Pozwoli to na uniknięcie sytuacji zagrożenia np. nieplanowanym przestojem wynikającym z uszkodzenia urządzenia.

### Zdefiniowanie źródeł strat

To kolejny etap prac. Straty w produkcji mogą mieć różne przyczyny. Najbardziej oczywiste źródło strat to nieplanowane przestoje produkcyjne. Są one pokłosiem awarii, usterek, uszkodzeń maszyn, błędów oprogramowania sterującego bądź wykonawczego, pomyłek pracowników.

Przestój może mieć bardzo kosztowne konsekwencje, szczególnie w branżach takich jak automotive czy wydobywczą, gdzie każdą minutę przestoju można przeliczyć na dziesiątki lub nawet setki tysięcy złotych, które nie wpływają do budżetu firmy. Dlatego też monitoring stanu maszyn i procesu jest tak istotny – im większa liczba nieplanowanych przestojów, których uda się uniknąć, tym większy zysk dla przedsiębiorstwa.

Stratą są jednak także przestoje planowane, które są przeznaczone na oczekiwanie na półprodukty, ustawianie maszyn, ich przebranie, dokonywanie przeglądów okresowych czy planowanych napraw. Również rozruch to właściwie planowany przestój, ponieważ mimo tego, że linia produkcyjna pracuje, to finalny, gotowy do sprzedaży produkt nie jest wytwarzany, a jedynie pro-

dukowane są tzw. partie próbne. Są to koszty, które każda firma musi ponieść, trzeba jednak mieć świadomość, że można je optymalizować przez lepsze, bardziej świadome planowanie działań. Im więcej uwagi zespół poświęci na przygotowanie do dobrego rozplanowania tych czynności, tym mniej niespodziewanych wydarzeń będzie miało miejsce w ich trakcie, a finalnie mniej czasu i zasobów zostanie zmarnowanych.

Źródłem strat są także wadliwe produkty, które nie nadają się do sprzedaży. Nie dość, że zużyte są wówczas zasoby produkcyjne, to z gotowego wyrobu nie ma żadnego zysku. Ważne jest więc także wdrożenie działu weryfikacji jakości, który już śródprocesowo będzie sprawdził jakość wszystkich lub wybranych wyrobów. Im bardziej zautomatyzowany ten proces, tym lepiej, ponieważ pozwoli to na przetestowanie większości elementów wytwarzanych, a nie tylko np. jednej sztuki na 1000 wyprodukowanych. Liczba elementów wadliwych zostanie więc zminimalizowana już na wczesnym etapie, a nie dopiero na końcu procesu.

### Usprawnienie przepływu informacji

Dobrym pomysłem jest także usprawnienie przepływu informacji w przedsiębiorstwie. Warto zwrócić uwagę na to, by czas przepływu danej informacji nie był zbyt długi, by odpowiednie osoby zawsze były poinformowane o faktach wpływających na ich pracę, aby występowała selekcja przekazywanych pracownikom informacji, by nie dopuścić do wystąpienia szumu informacyjnego oraz nie dochodziło do wycieku informacji od kierownictwa, które powinny zostać zachowane w wąskim gronie osób decyzyjnych. Niektóre informacje wpływające na pewne procesy w firmie nie powinny lub wręcz nie mogą być omawiane przez personel, ponieważ może to wywołać poczucie braku stabilności lub ustalonego kierunku rozwoju firmy. Stąd przygotowanie informacji dla pracowników, ich skondensowanie i przekazanie odpowiednim osobom jest kluczowe w pracy nad efektywną produkcją.

W zarządzaniu informacją rolę wspierającą pełnią systemy informatyczne typu ERP, zbudowane z modułów przeznaczonych do monitorowania i zarządzania pracą poszczególnych działów w fir-

mie. Dzięki wykorzystaniu systemów ERP – customizowanych lub off-the-shelf – możliwe jest monitorowanie informacji w cyklu pracy firmy i dopilnowanie, aby zawsze w odpowiednim momencie trafiły we właściwe ręce.

### Wdrożenie predykcyjnego utrzymania ruchu

Naturalną kontynuacją automatyzacji i informatyzacji produkcji, czego efektem jest ciągły monitoring prac oraz szeroko zakrojone planowanie, jest wdrożenie predykcyjnego utrzymania ruchu (Predictive Maintenance – PM). Jest to taki rodzaj zarządzania działaniami zespołu utrzymania ruchu, który opiera się na przewidywaniu zdarzeń negatywnych i unikaniu ich wystąpienia.

PM bazuje na częstych przeglądach maszyn i urządzeń oraz ciągłym monitoringu pracy linii produkcyjnej. Sieć czujników odczytuje parametry wynikowe maszyn oraz w czasie rzeczywistym, poprzez lokalną sieć przemysłową poziomu obiektowego, przekazuje informacje do jednostek sterujących. Algorytmy korzystające z logiki rozmytej korzystają z kolei z zaprogramowanych układów korelacji, dzięki którym możliwe jest określenie, kiedy wystąpi sytuacja potencjalnego zagrożenia maszyny. Czynniki wywołujące takie stany mogą być: czas ciągłej pracy, podwyższona temperatura procesu, znaczna wilgotność, zapylenie powietrza, zużyty smar łożysk, występowanie drgań czy pola elektromagnetycznego. Instalowanie odpowiednich czujników przy newralgicznych elementach konstrukcyjnych układu linii produkcyjnej pozwala na prowadzenie ciągłych procesów diagnostycznych. Dodatkowo, po kwartale lub dwóch, możliwe jest także dokonanie okresowej analizy podsumowującej. Zapisane dane historyczne z działania procesu tworzą swoiste obrazy zależności, z których można wyciągnąć wnioski wpływające na ograniczenie wydarzeń negatywnych.

Predykcyjne utrzymanie ruchu jest również powiązane ze zdefiniowanymi źródłami strat produkcyjnych – awariami, nieplanowanymi postojami, przebraniem urządzeń, ich ustawianiem i rozruchem, utratą wydajności oraz oczekiwaniem na półprodukty – i efektywnym eliminowaniem tych źródeł przez skuteczne

planowanie i egzekucję ulepszonych procesów. Celem tego działania jest poprawa wskaźnika OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) – ogólnej wydajności sprzętu. Na wartość OEE wpływa dostępność maszyn, poziom ich wykorzystania w stosunku do możliwości i dostępności oraz jakość wykonywanych wyrobów. Im mniej wyrobów odrzuconych przez dział jakości, im większy czas dostępności maszyn oraz ich wykorzystania, tym korzystniejsza wartość wskaźnika OEE oraz bardziej efektywna produkcja.

### Zwiększanie świadomości personelu

Choć automatyzacja, predykcyjne utrzymanie ruchu, cyfrowy obieg informacji w firmie oraz pozostałe elementy razem składają się na lepsze planowanie, pełniejsze zrozumienie procesu i jego słabych punktów, to jednak kluczem do sukcesu jest personel. Wskazane jest prowadzenie szkoleń wewnętrznych dla pracowni-

ków w celu przekazania im informacji na temat wdrażanych zmian oraz oczekiwanych efektów. Zrozumienie wprowadzanych przez personel zmian będzie bezpośrednio wpływać na osiąganą przez firmę efektywność pracy.

Warto więc zastanowić się nad źródłami motywacji pracowników oraz sprawdzić ich poziom zadowolenia z wykonywanej pracy. Im bardziej usatysfakcjonowany zespół, tym większa jego motywacja do pracy. Planując zmiany procesu produkcyjnego, można więc zacząć od swego rodzaju konsultacji społecznych. Zapytać personel, co sądzi o aktualnym stanie efektywności pracy firmy, czy ma pomysły na jej poprawę. Zebranie propozycji i wdrożenie części z nich z pewnością przyniesie pozytywne efekty. Należy unikać sytuacji, w której personel jest postawiony przed faktem dokonanym – wówczas bez względu na to, czy zmiana jest pozytywna, czy też nie, bez wcześniejszego poinformowania pracowników o zmianie mogą oni odebrać ją jako coś złego.

Odpowiedni poziom informacji gra więc dużą rolę w pracy nad efektywnością produkcji. Razem z odpowiednim poziomem wiedzy o stanie faktycznym, występujących w procesie korelacjach i potencjalnych zagrożeniach, pozwala na kontrolowanie kosztów, a dzięki temu – na optymalizację produkcji.

*Agnieszka Hyla – konsultantka ds. optymalizacji produkcji w Centrum Szkoleń Inżynierskich EMT-Systems, autorka tekstów z zakresu zarządzania w produkcji.*



### Online

Więcej artykułów na ten temat znajdą Państwo na naszej stronie internetowej w zakładce „Zarządzanie”:  
[www.utrzymanieruchu.pl](http://www.utrzymanieruchu.pl)



CENTRUM SZKOLEŃ INŻYNIERSKICH

# MY TEŻ KOCHAMY TRENOWAĆ!

Zapraszamy do największego ośrodka szkoleń technicznych w Polsce.



**DOBRE WYSZKOLENIE TECHNICZNE TO  
PRZEPUSTKA DO GRY  
NA NAJWYŻSZYM POZIOMIE**

EMT-SYSTEMS Sp. z o.o.

ul. Wincentego Pola 16  
44-100 Gliwice

info@emt-systems.pl

32 4111 000

emt-systems.pl