SPC – statystyczne sterowanie jakością/procesem

Odpowiedzią na potrzeby związane z zarządzaniem jakością produkcji jest wykorzystanie statystycznej kontroli procesów przemysłowych. Zwłaszcza obecnie, gdy na konkurencyjnym rynku maksymalizujemy wydajność i oszczędzamy surowce.

Bohdan Szafrański

Statystyczna kontrola procesu (ang. Statistical Process Control, SPC) jest działaniem, w którym do monitorowania i kontrolowania między innymi procesów produkcyjnych wykorzystuje się metody statystyczne. W efekcie pozwala to – poprzez zapewnienie sprawnego funkcjonowania nadzorowanego procesu – wytwarzać produkty bardziej zgodne ze specyfikacją przy mniejszej ilości odpadów. SPC można zastosować do dowolnego procesu, w którym tylko da się zmierzyć wynik, czyli określić, że dany produkt jest (lub nie) zgodny ze specyfikacją. Podstawowymi narzędziami stosowanymi w tej metodzie są wykresy przebiegu, wykresy kontrolne oraz nacisk na stałe doskonalenie procesów.

Określa się, że wprowadzenie SPC powinno mieć dwa etapy. W pierwszym ustala się proces, a drugi to systematyczne wykorzystanie tego procesu w produkcji. W drugiej części należy podjąć decyzję o okresie podlegającym badaniu, w zależności od zmiany warunków dotyczących pracowników, maszyn, materiałów, metody, ruchu i środowiska, a także szybkości zużycia się elementów wykorzystywanych w procesie produkcyjnym (części maszyn, przyrządy i urządzenia). Systematyczne prowadzenie kart kontrolnych procesów pozwala obiektywnie ocenić, czy dany proces podlega swojej normalnej zmienności, czy zaczyna odbiegać od założonych standardów. Przyczyny zmienności dzieli się na naturalne (standardowe) i specjalne (niestandardowe) np. złe ustawienie maszyny.

Metody statystyczne sterowania jakością opracował Walter A. Shewhart z Bell Laboratories, który wdrożył je w amerykańskim przemyśle samochodowym w latach 30. XX w. System kart kontrolnych zastosowano też przy produkcji amunicji w USA w Picatinny Arsenal w 1934 r. i sprawdzała się amerykańskim przemyśle podczas II wojny światowej. Przez kolejne dziesięciolecia koncepcja była rozwijana i stosowano w niej nowe narzędzia statystyczne. Najlepiej sprawdza się przy produkcji masowej. Podsumowując i nie wchodząc w szczegóły, stosowanie SPC obejmuje trzy główne fazy takie jak: zrozumienie procesu i limitów specyfikacji, eliminacja możliwych do przypisania (specjalnych) źródeł zmienności aby proces był stabilny oraz monitorowanie procesu produkcyjnego za pomocą kart kontrolnych w celu wykrycia znaczących zmian średniej lub zmienności. Dziś systemy SPC wspierają systemy informatyczne.

Łukasz Dragun
dyrektor rozwoju biznesu TQMsoft

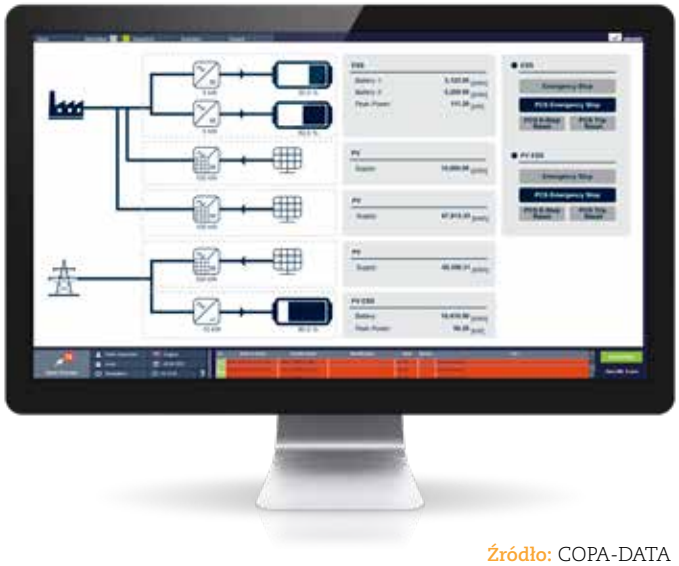
W praktyce

Specjalistom z firm zajmujących się wdrażaniem SPC w praktyce, prowadzących szkolenia i oferujących oprogramowanie, które wspiera statystyczną kontrolę procesów w przemyśle, zadalimy pytania dlaczego warto wdrożyć taki system, na co zwrócić uwagę wybierając oprogramowanie wspomagające SPC i jak wybrać odpowiednie szkolenie?

Jak twierdzi Łukasz Dragun – dyrektor rozwoju biznesu w firmie TQMsoft, SPC warto wdrożyć, bo osiąga się tymi metodami rezultaty takie jak m.in. zmniejszenie kosztów produkcji poprzez zmniejszenie kosztów kontroli jakości, wyeliminowanie konieczności poprawek dzięki odpowiednio szybkiej reakcji na zagrożenie wyprodukowania detali niezgodnych. Chodzi tu o aktywną kontrolę jakości pozwalającą na polepszenie informacji o możliwościach procesu i zmniejszającą ilości niepotrzebnych działań. SPC działa jako narzędzie ciągłego doskonalenia wykorzystywane na każdym etapie koła Deminga. W pierwszej kolejności poprzez lepsze rozumienie procesu i identyfikację problemów procesowych, po wtóre – przez dostarczenie informacji do realizacji działań korekcyjnych i korygujących, następnie oceny efektu dokonanych zmian lub korekt, a w efekcie utrwalenie poprzez standaryzację. Jeśli chodzi o szkolenia, to firma TQMsoft dostarcza szkolenia, konsultacje i wdrożenia oraz dedykowane oprogramowanie. Jego zdaniem, wybierając szkolenie, na pewno warto skupić się na własnej wiedzy i doświadczeniu z metodami statystycznymi prowadzonymi do tej pory oraz z wymaganiami swoich klientów, które wyrażone są w różnego rodzaju normach i wytycznych oraz wymaganiach branżowych, np. motoryzacja czy lotnictwo. Patrząc z tych dwóch perspektyw, firma prowadzi szkolenia podstawowe (zawierające wyznaczanie i interpretacja współczynników zdolności procesu/maszyny, budowanie i pro-

wadzenie kart kontrolnych Shewharta), podstawowe ze szczególnym uwzględnieniem wymagań branży motoryzacyjnej, z zakresu SPC z wykorzystaniem środowisk komputerowych takich jak Minitab, QDA oraz szkolenia zaawansowane (karty kontrolne MA, EWMA, CUSUM, karty kontrolne w przypadku krótkich serii, szczególne przypadki oceny zdolności procesu, itd.). Warto zwrócić uwagę, że wykorzystanie narzędzi SPC w praktyce wymaga przeprowadzania bieżących oraz okresowych analiz rachunkowych i przede wszystkim interpretacji procesowej otrzymanych wyników analizy. – *Od strony rachunkowej mamy obecnie do dyspozycji, również podczas szkoleń, szereg kompletnych środowisk komputerowych. Aplikacje komputerowe wykorzystywane do wspomagania SPC to: działające w trybie „retrospektywnym" – analiza SPC odbywa się na podstawie minionych danych procesowych; do tej grupy należą: Minitab, QS-Stat, Statistica, JMP itp. Także pozwalające na bieżące pozyskiwanie danych, ich analizę zarówno w trybie on-line, jak i retrospektywnym; do tej grupy zalicza się QDA, DataMetrics, Sciil, QS-Stat z dodatkiem Procella itd.* – podsumowuje Łukasz Dragun.

Piotr Polak, Key Account Director w firmie Softeris Systemy Informatyczne uważa, że wybierając program do SPC należy przede wszystkim zwrócić uwagę na integrację z urządzeniami pomiarowymi – odczyt powinien się automatycznie pojawiać w programie po naciśnięciu przycisku lub stopki. Po drugie należy skupić się na kolejnych elementach wpływających na łatwość obsługi programu (automatyczne przypisanie pomiaru do odpowiedniej charakterystyki, walidacja ilości pomiarów w próbce, eliminacja omyłkowych pomiarów itp.). Ważną cechą dobrego rozwiązania jest również niezawodność oraz zapewnienie ciągłości działania – pomóc w tym może centralna baza danych, architektura klient-serwer oraz możliwość pracy podczas awarii sieci komputerowej. Bardzo przydatną funkcjonalnością w systemach SPC są także automatyczne powiadomienia (email, SMS) o przekroczeniu ustalonych progów – najlepiej wielopoziomowe, w zależności od skali przekroczenia. Na koniec warto dodać, że system musi mieć polską wersję językową dla operatorów oraz opcjonalnie angielską dla kadry kierowniczej. Jak dodaje Piotr Polak, wszystkie powyższe wymagania spełnia system Softeris SPC, od 10 lat rozwijany wspólnie z dużymi firmami. Z kolei prowadząc szkolenie SPC, należy zacząć od wyjaśnienia, dlaczego SPC – przy niewielkim nakładzie pracy – pomaga dobrze sterować procesem. Nie musimy bowiem mierzyć wszystkich sztuk, a jedynie krótkie serie w ustalonych odstępach czasu — resztą zajmie się opracowana przez japońskich naukowców matematyka zaszyta w programie. W drugiej kolejności szkolenie powinno opisywać metodologię pomiarów uwzględniającą wybrane oprogramowanie oraz urządzenia pomiarowe. Oczywiście niezbędne jest pokazanie tego urządzeniu demonstracyjnym. Warto poświęcić czas na warsztaty, aby każdy pracownik mógł samodzielnie wykonać pomiar. Trzeba też wspomnieć o warunkach skutecznego działania zgodnie z teorią SPC – między innymi na regularne odstępy czasu, powtórzenie pomiaru po rozregulowaniu, wymagalność rozkładu normalnego uzupełnia Piotr Polak.



Źródło: COPA-DATA

Z kolei Piotr Gretkierewicz, Technical Consultant w firmie COPA-DATA Polska radzi, aby wybierając oprogramowanie wspomagające SPC zwrócić uwagę na możliwości, jakie zapewnia ono w zakresie tworzenia raportów dotyczących analizy procesu. Różnorodność raportów, jakie możemy utworzyć oraz czas, jaki na to poświęcimy, powinny być głównymi współczynnikami decydującymi o przydatności oprogramowania. Niemniej ważne jest zapewnienie komunikacji z urządzeniami dostarczającymi dane procesowe. W tym przypadku decydujące są intuicyjne tworzenie samego połączenia oraz bezpieczeństwo przesyłanych danych. Jeśli chodzi o szkolenia, firma COPA-DATA udostępnia dwa niezależne narzędzia, które mają wyżej wymienione cechy i nie tylko. W kwestii tworzenia raportów należy zwrócić uwagę na zenon Analyzer, który pozwala za pomocą kilku kliknięć skonfigurować interesujący nas raport. Dodatkowo ma wbudowane podstawowe szablony do takich raportów jak wydolność procesu, karty kontrolne, histogramy, wykresy pudełkowe czy też wykresy XY. Jeżeli natomiast chodzi o łatwe i bezpieczne ustanawianie połączeń z urządzeniami, to Piotr Gretkierewicz zwraca uwagę, że platforma zenon ma ponad 300 natywnych, niezależnych driverów, które pozwalają na połączenie przy wprowadzeniu minimalnej liczby parametrów. Dodatkowo platforma ma wbudowane narzędzia do określania wielkości statystycznych na bieżąco oraz rozbudowane trendy pozwalające wizualizować stabilność jakości produkcji online.

Jak wynika z wieloletnich doświadczeń firmy StatSoft Polska ze wdrożeń systemów SPC, podczas wyboru oprogramowania istotne jest czy ma ono możliwość gromadzenia i analizowania wszelkich danych, które wiążą się z jakością, m.in. parametrów

Piotr Polak
Key Account Director Softeris Systemy Informatyczne

Piotr Gretkierewicz
Technical Consultant COPA-DATA Polska

Źródło: COPA-DATA

surowców, procesu, danych środowiskowych czy informacji o przyczynach odchyleń. System powinien mieć możliwość gromadzenia danych z wszelkich źródeł – systemów zarządzania produkcją, bezpośrednio z urządzeń pomiarowych, a także wpisywania przez operatorów z zapewnieniem wygodnego interfejsu i kontroli wpisywanych danych. Jak dodaje Piotr Wójtowicz, Prezes firmy StatSoft Polska, warto też zwrócić uwagę czy system zawiera narzędzia do powiadamiania o rozregulowaniu procesu natychmiast po wystąpieniu pierwszych sygnałów. Klienci StatSoft podkreślają, że ważne jest dla nich działanie systemu w czasie rzeczywistym oraz automatyczne generowanie analiz statystycznych, co znacznie ułatwia ich pracę. Ponadto system SPC powinien być wyposażony w narzędzia ułatwiające głębszą analizę: od szerokiego wyboru różnorodnych kart kontrolnych, po znajdowanie zależności między parametrami i wykrywanie przyczyn zmienności procesu i optymalizacji. Czasem klienci mają pokusę sięgnięcia po rozwiązania z ograniczoną warstwą analityczną/statystyczną. To nie tylko sprzeczne z ideą SPC, czyli statystycznego sterowania procesem, ale przede wszystkim już krótko po wdrożeniu okazuje się, że dane gromadzone z myślą o bieżącej kontroli procesu dzięki odpowiedniemu instrumentarium można wykorzystać do optymalizacji procesu czy predictive maintenance, osiągając znaczną przewagę konkurencyjną. Zdaniem Piotra Wójtowicza ostatecznie oczywiście istotny jest wybór firmy, która podczas wdrożenia nie tylko dostarczy oprogramowanie, ale będzie również doradcą w dobraniu odpowiednich metod statystycznych dopasowanych do specyfiki procesów. Doświadczony dostawca to jeden z kluczy do sukcesu.

Piotr Wójtowicz
Prezes StatSoft Polska

StatSoft Polska dostarcza rozwiązania SPC w Polsce od ponad 20 lat. Jeśli chodzi o szkolenia, to warto zwrócić uwagę na to, czy daje ono możliwość zdobycia praktycznej wiedzy nie tylko w obszarze obsługi wykorzystywanego narzędzia, ale przede wszystkim w zakresie metod statystycznych SPC. Szczegóły techniczne można sprawdzić w dokumentacji, ale istotą jest odpowiednie dobranie narzędzia do własnego procesu oraz zrozumienie, jak interpretować pojawiające się sygnały o rozregulowaniu procesu. Z drugiej strony ważne jest, aby trenerzy mieli nie tylko wiedzę o teoretycznych aspektach wykorzystywanych metod, ale by posiadali również praktyczne doświadczenia uzyskane podczas wdrożeń. Organizowane przez firmę szkolenia spełniają wszystkie te kryteria wyboru kursu. Na 2020 rok firma StatSoft zaplanowła kompleksową ofertę szkoleń dedykowanych pracownikom firm przemysłowych, którzy chcą podnosić swoje kompetencje w zakresie analizy danych. W ofercie jest ponad 60 tematów standardowych szkoleń (niezależnie od możliwości zorganizowania dedykowanego szkolenia wykraczającego poza standardową tematykę). Piotr Wójtowicz wymienia między innymi takie jak: „SPC – karty kontrolne", „SPC – analiza zdolności procesu", Analiza danych i sztuczna inteligencja w Przemyśle 4.0 czy też „Analiza przemysłowych systemów pomiarowych – MSA". Jego zdaniem, warto wspomnieć również o nowej odsłonie Platformy SPC, która jest kompleksowym i elastycznym rozwiązaniem stworzonym na podstawie wieloletnich doświadczeń StatSoft Polska w budowaniu systemów do analizy danych produkcyjnych metodami statystycznymi. Pozwala ona na gromadzenie i analizę w czasie rzeczywistym wszelkich danych związanych z jakością. Rozwiązanie można dopasować do specyfiki produkcji każdego przedsiębiorstwa, a jego siłą są z jednej strony potężne narzędzia analityczne, a z drugiej strony łatwość użycia, efektowna i efektywna wizualizacja oraz automatyzacja.

Podsumowując, niedługo minie już sto lat doskonalenia i rozwijania statystycznej kontroli procesów. Można założyć, że tak długi czas wykorzystania SPC w produkcji jest najlepszą rekomendacją przydatności i sprawdzania się również dzisiaj. Wiele dekad doświadczeń pozwoliło wypracować standardy przydatne w każdej branży. Wiemy, co możemy oczekiwać i do jakich zastosowań warto system SPC zastosować. Na przykład wiele kontrowersji budzi wykorzystanie w nie powtarzalnych, wymagających dużej wiedzy procesach, takich jak badania i rozwój lub inżynieria systemów. Na pewno sprawdza się w produkcji masowej. Na przykład linię pakowania można zaprojektować tak, aby napełniała każde pudełko konkretną ilością produktu. Niektóre pudełka będą ważyły nieco więcej, a niektóre nieco mniej. Gdy mierzone są wagi opakowań, dane pokazują rozkład wag netto. Jeśli proces produkcyjny, jego dane wejściowe lub środowisko (na przykład maszyna w linii) ulegną zmianie, zmieni się rozkład danych. Krzywki i koła pasowe maszyny do napełniania zużywają się i maszyna może umieszczać w opakowaniu więcej lub mniej niż określoną ilość produktu do każdego pudełka. Z punktu widzenia producenta to niezgodność z deklarowana zawartością i w przypadku większej ilości produktu to marnotrawstwo i zwiększenie kosztów produkcji. Jeśli producent znajdzie zmianę i jej źródło w odpowiednim czasie, można to skorygować (na przykład wymienić krzywki i koła pasowe). ■

Świetne dane! Co z nimi dalej robicie?

Producenci najlepszego sprzętu pomiarowego robią nienajlepsze oprogramowanie - dlatego warto szukać **systemu informatycznego** niezależnie od dostawcy sprzętu. Oto case study wdrożenia systemu **Softeris QCS** w celu **analizy defektów** u wiodącego producenta metalowych wieczek.

WPROWADZENIE

Nasz klient jest niekwestionowanym liderem w produkcji wieczek. W fabryce koło Krakowa z linii produkcyjnych zjeżdża nawet kilka milionów sztuk dziennie. Nad jakością produkcji czuwają nowoczesne kamery, analizujące zgodność produktu ze wzorcem. Za pomocą algorytmów porównywania obrazu sprawdzają poprawność i wykrywają wady według kilkudziesięciu kryteriów, związanych z procesem produkcyjnym. Analiza odbywa się błyskawicznie – tysiące sztuk na minutę, a defekty od razu są usuwane z linii produkcyjnej. Oprócz kamer, na niektórych etapach jakość sprawdzana jest również ręcznie przez wykwalifikowany personel – oni również rejestrują wady według ustalonych kryteriów.

SYTUACJA POCZĄTKOWA

Niestety dane, mimo że zbierane były automatycznie, pozostawały rozproszone na poszczególnych kamerach. Aby je odczytać trzeba było otworzyć każdą kamerę w osobnym oknie przeglądarki. Na jedną linię zwykle przypadają dwie kamery, przez co ilość danych była jeszcze trudniejsza do ręcznej analizy. Producent kamer niestety nie oferuje centralnego systemu, który zbierałby dane i umożliwiał ich dalsze analizowanie.

Dane z weryfikacji ręcznej zapisywane były natomiast na papierowych formularzach, a następnie przepisywane ręcznie do Excela. Również do Excela finalnie trafiały dane z kamer i to tam odbywało się końcowe liczenie wskaźników. Ogrom pracy ręcznej, obarczonej ryzykiem błędu, zmotywował Dział Jakości do poszukania lepszej alternatywy.

WDROŻENIE

Z pomocą przyszła analityka w modelu Big Data, oparta o system informatyczny Softeris QCS. Celem było zebranie wszystkich danych – automatycznych i ręcznych – w centralnej bazie danych, aby można było je hurtowo przetwarzać i analizować. Przede wszystkim uruchomione zostało automatyczne zbieranie danych z kamer – co minutę rejestrowany jest zestaw danych z każdej kamery na wszystkich liniach produkcyjnych.

Dodatkowo system wyposażony został w wygodne formularze do rejestracji danych ręcznych, dostępne bezpośrednio przy linii produkcyjnej. Podpowiadają one możliwe przyczyny defektów, powiązane z linią produkcyjną, wpisać należy jedynie policzone ilości. Formularze umożliwiają także szybkie przeliczanie na sztuki ilości z opakowań zbiorczych – pojemników, pudełek czy arkuszy, według konfigurowalnych przeliczników.

Warto również podkreślić, że system został w pełni zintegrowany z systemem produkcyjnym – dzięki temu podczas rejestracji danych zapisywane są także informacje o produkcie, numerze zlecenia, operatorze, etc. – będą one bardzo przydatne w dalszej analizie.

System umożliwia zalogowanie się w modelu single sign-on lub kartą magnetyczną – analogicznie jak do systemu produkcyjnego. Dzięki temu operator jest automatycznie podpisany pod wynikami swojej analizy.

REZULTAT

Pierwszym sukcesem wdrożenia było wyświetlenie na każdej linii bieżącego poziomu braków – w formie automatycznie odświeżanego wykresu, z wyraźną informacją o trendzie. Dzięki temu operator od razu wie, czy jego działania przyniosły pożądany efekt. Bardzo przydatny okazał się również wykres pareto przyczyn defektów, dzięki któremu operator natychmiast wie, jakie są najczęstsze przyczyny defektów – czyli gdzie powinien działać w pierwszej kolejności.

Analityków ucieszyła natomiast bardziej rozbudowana wersja wykresów – z możliwością wybrania zakresu dat, co dało wygodny dostęp do danych historycznych. W połączeniu z możliwością filtrowania wg produktu oraz numeru zlecenia umożliwiło to szczegółową analizę jakościową dla klientów. Rozbudowane filtry wraz z możliwością eksportu do Excela pozwalają ponadto na dalsze dowolne analizowanie.

Automatyczne powiadomienia mailowe o przekroczeniu ustalonych poziomów defektów pomogły być na bieżąco również bez zaglądania do systemu. Poziomy ostrzegawcze można określić osobno na dla każdej linii, a nawet dla każdego produktu.

Wisienką na torcie jest zbiorczy ekran kontrolny, tzw. dashboard, pokazujący status wszystkich linii produkcyjnych na jednym ekranie. Dzięki temu jednym rzutem oka można ocenić status poziomu defektów w całej fabryce.

ROZWÓJ

W najbliższych planach jest wdrożenie analizy kosztowej, a nie tylko ilościowej – dzięki wprowadzeniu cen, pareto kosztowe pozwoli łatwo skupić się na najdroższych defektach.

Wykorzystanie identycznego sprzętu pomiarowego pozwala łatwo planować kolejne wdrożenia systemu Softeris QCS w kolejnych fabrykach klienta. Nie ogranicza to oczywiście możliwości wdrożenia przy innym sprzęcie – integracja z zewnętrznymi systemami i urządzeniami to specjalność Softeris.

softeris

Sprawdź inne wdrożenia systemów Softeris: www.softeris.pl