

# SYSTEMOWE PODEJŚCIE DO GROMADZENIA I ANALIZY DANYCH W KONTEKŚCIE ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ

Michał IWANIEC

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono typowe schematy budowy systemów do statystycznej analizy danych i raportowania, które wspierają system zarządzania jakością. Opisane zostały schematy budowy systemu w oparciu o integrację istniejących w przedsiębiorstwie repozytoriów danych i budowę dedykowanego systemu wprowadzania danych na hali produkcyjnej. Artykuł opiera się na doświadczeniu StatSoft Polska zebranych w trakcie wdrożeń systemów SPC opartych na systemie *STATISTICA Enterprise*.

**Słowa kluczowe:** System SPC, Statystyczne Sterowanie Procesami, analiza danych.

## 1. Wstęp

W coraz bardziej zautomatyzowanych i skomputeryzowanych procesach wytwarzania wydawałoby się, że tradycyjne metody statystycznego sterowania jakością (SPC) zostaną wyparte przez automatykę przemysłową. Nic bardziej mylnego! Okazuje się, że coraz częściej dostrzegane są duże możliwości drzemące w dobrze zaprojektowanym systemie do gromadzenia i integracji danych oraz ich statystycznej obróbki. Dzisiaj coraz częściej system SPC jest traktowany jako kolejna, nadrzędna, pętla sterowania procesem. Zastosowanie SPC na tak wysokim poziomie, zwłaszcza dla rozbudowanych procesów produkcyjnych, wymaga zastosowania odpowiednich narzędzi informatycznych i statystycznych. Ponadto wydaje się, że kluczem do sukcesu takiego rozwiązania jest wiedza i wieloletnie doświadczenie osób wdrażających system i tych, które będą z niego korzystać. Dedykowanym rozwiązaniem dla zagadnień analizy danych jest dostarczany przez StatSoft system *STATISTICA Enterprise*, którego rola w nowoczesnych systemach SPC zostanie przedstawiona w dalszej części artykułu. W ostatniej części zostanie nakreślony schemat systemowego podejścia do gromadzenia danych w przypadku kiedy nie istnieją repozytoria danych, z których może skorzystać system analityczny i pierwszym krokiem tworzenia systemu jest implementacja interfejsu do ręcznego wprowadzania danych na hali produkcyjnej lub w laboratorium.

## 2. Gromadzenie danych – integracja repozytoriów

Jest tyle sposobów gromadzenia i przechowywania danych ile wykorzystujących je instytucji i przedsiębiorstw. W pierwszej części artykułu podany zostanie przykład gromadzenia danych z wieloetapowego systemu produkcyjnego gdzie na każdym z etapów działa kilka poziomów automatyki przemysłowej. Dane pomiarowe, wartości nastawy i inne informacje przetwarzane przez systemy automatyki są gromadzone w różnego rodzaju repozytoriach dostarczonych przez różnych dostawców.

Pierwsze pytanie, które się nasuwa to: po co tworzyć system gromadzenia danych, które są już zgromadzone? Przy próbie odpowiedzi na to pytanie pojawia się kolejne: Czy istnieje efektywny sposób skorzystania z tak zgromadzonych danych? W większości przypadków

nie. Osoba, która chciałaby przeanalizować takie dane „globalnie” będzie borykać się z dwoma głównymi problemami:

- Brak integracji poszczególnych repozytoriów – przykładowo chcielibyśmy powiązać dane pochodzące z poziomu A (poziom bezpośredniego sterowania) automatyki przemysłowej z pierwszego etapu procesu z poziomem B (poziom nadrzędny) z drugiego etapu procesu. Wtedy musimy znać obydwie repozytoria, powiązać dane za pomocą odpowiednich kluczy, pobrać je do innego niezależnego repozytorium, ewentualnie oczyścić i poddać agregacji i dopiero możemy przystąpić do analizy.
- Brak danych historycznych – często pojawia się problem z gromadzeniem wszystkich danych zebranych przez system automatyki. Przykładowo repozytorium może mieć możliwość przechowania danych z ostatnich 3 miesięcy a wcześniejsze dane są archiwizowane. Jeżeli więc chcielibyśmy skorzystać z danych wcześniejszych, np. w celu oceny reklamacji wyrobu wyprodukowanego pół roku temu, to nakład pracy na wydobycie danych znacznie się zwiększa.

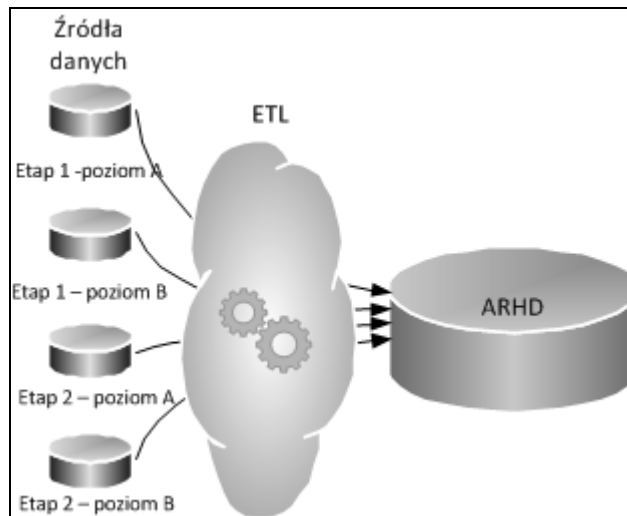
Zatem pierwszym etapem tworzenia systemu jest zaprojektowanie i wdrożenie hurtowni danych, która ma kilka podstawowych funkcji:

- Zebranie wszystkich danych w jednym miejscu i zapewnienie dostępu do danych za pomocą jednego połączenia.
- Agregacja danych – często w systemach wyższego poziomu nie są potrzebne atomowe dane wykorzystywane przez systemy sterowania bezpośredniego. Ponadto na etapie tworzenia hurtowni danych często wiemy, że dla parametrów procesu czy też produktu będziemy potrzebować statystyki (średnie, odchylenia standardowe, mediany itp.) w podziale na produkty partie itp. Dlatego warto je uwzględnić na etapie tworzenia hurtowni co w przyszłości znacznie poprawi wydajność systemu, dzięki temu że zamiast wielokrotnie obliczać statystyki w różnych przekrojach będziemy korzystać z gotowych statystyk.
- Zapewnienie dostępu do danych historycznych z dowolnego okresu.

Hurtownia danych musi być zasilana przez odpowiednio przygotowany proces ETL (*Extract, Transform and Load*), którego zadaniem jest cykliczne pobieranie danych, transformacja i agregacja i wreszcie załadowanie danych do docelowej hurtowni danych.

Na rysunku 1 przedstawiony jest przykładowy schemat systemu, który „pompuje” dane z wielu repozytoriów do jednej analitycznej hurtowni danych, jednocześnie odpowiednio transformując i agregując dane.

Na rysunku 1 hurtownia danych została oznaczona skrótem ARHD (Analityczno-Raportowa Hurtownia Danych), takie jest bowiem jej przeznaczenie. Praca związana ze stworzeniem bazy ARHD jest pracą typowo informatyczną podobnie jak stworzenie wydajnego narzędzia ETL. Podczas tworzenia narzędzia ETL ważne jest aby jego działanie nie zakłócało pracy systemów sterowania bezpośredniego, to znaczy musimy pamiętać, że pierwszą i najważniejszą funkcją systemu sterowania jest sterowanie a w następnej kolejności zasilanie systemu ETL. Zazwyczaj system ETL jest zaprojektowany w postaci kilku lub kilkunastu niezależnych lub powiązanych ze sobą mniejszych procesów, które są odpowiedzialne za przetworzenie częściowych zadań. Zauważmy że hurtowni danych nie należy traktować jako źródła danych on-line, dane spływają do ARHD z pewnym opóźnieniem, co jednak nie przeszkadza aby wystarczająco szybko uzyskać informację na temat ogólnego stanu jakości procesów.



Rys. 1. Schemat systemu ETL

### 3. Analiza danych

Po utworzeniu ARHD i systemu ETL, który zasila hurtownię jesteśmy w połowie drogi do uzyskania systemu poprawy jakości. Mamy do dyspozycji ogromną ilość danych i teraz musimy użyć narzędzia, które pozwoli łatwo z nich skorzystać i co ważniejsze pozwala na ich łatwe przeanalizowanie z użyciem często zaawansowanych metod statystycznych. W tym zadaniu przychodzi nam z pomocą system *STATISTICA Enterprise*, który został zaprojektowany tak aby zapewnić pracę grupową, różnym grupom użytkowników, odpowiedni interfejs dla każdej z grup oraz być centralnym miejscem rozpowszechniania wiedzy w przedsiębiorstwie. Innymi słowy *STATISTICA Enterprise* jest podstawą platformy analitycznej służącej do analiz związanych z SPC i wielu, wielu innych.

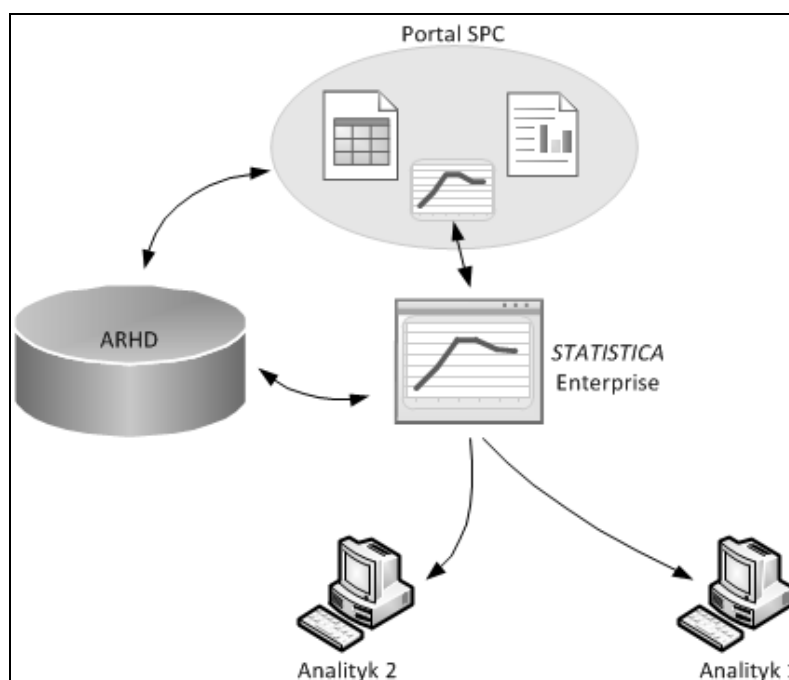
Należy zwrócić uwagę, że w systemie analitycznym da się wyróżnić kilka grup użytkowników, którzy będą chcieli skorzystać w rozmaity sposób ze zgromadzonych danych:

- Osoby nadzorujące produkcję na bieżąco – będą potrzebować prostej i zwięzłej informacji na temat stabilności procesu produkcyjnego. Zazwyczaj będą tutaj stosowane różnego rodzaju karty kontrolne z alarmowaniem, ale nie tylko dla bezpośrednich parametrów procesu lub produktu ale także różnego rodzaju wielkości pochodnych, które poprzez monitorowanie często nietrywialnych zależności są w stanie wskazywać symptomy pogorszenia jakości produktów. Dla tych osób wystarczającym narzędziem będzie odpowiednio przygotowany portal SPC dostępny w przeglądarce internetowej.
- Osoby zajmujące się reklamacjami – będą potrzebować łatwego i szybkiego dostępu do parametrów produktu i procesu w celu weryfikacji zasadności reklamacji. Zadanie to można rozwiązać poprzez odpowiedni interfejs w przeglądarce internetowej lub poprzez standardowy interfejs *STATISTICA Enterprise*.
- Inżynierowie jakości – będą patrzeć na jakość w szerszym kontekście i zajmować się usprawnianiem procesów produkcyjnych poprzez odkrywanie nieznanych dotąd zjawisk i zależności. Oprócz tradycyjnych statystyk będą też wykorzystywać zaawansowane metody statystyczne i będą potrzebować łatwego dostępu do

danych w najróżniejszych przekrojach. Ci użytkownicy będą korzystać ze środowiska *STATISTICA Enterprise*, które do tego typu zagadnień jest najbardziej odpowiednie.

- Osoby zainteresowane ogólnymi zestawieniami dotyczącymi produkcji – będą korzystać z wcześniej zdefiniowanych raportów przygotowanych w *STATISTICA Enterprise* przez Inżyniera Jakości, natomiast każdorazowo będą mogli zdefiniować zakres danych dla których analiza lub raport powinien zostać utworzony.

Na rysunku 2 przedstawiony jest schemat działania warstwy analityczno-raportowej opartej na *STATISTICA Enterprise*.



Rys. 2. Przykładowy schemat warstwy raportowej systemu SPC

Dzięki tak przygotowanej warstwie analityczno-raportowej zupełnie zmienione zostaje podejście do analiz on-line i off-line dla procesów produkcyjnych w przedsiębiorstwie. W porównaniu z rozproszonymi elementami, które były dostępne przed wdrożeniem systemu mamy teraz jedną centralną platformę dzięki której każdy uprawniony użytkownik ma szybki dostęp do wielkiej bazy wiedzy, która wcześniej była niedostępna. Podkreślić tu należy fakt, że tak znakomity efekt uzyskaliśmy dzięki kompleksowości systemu: przygotowaniu pewnego źródła danych i zapewnieniu platformy analitycznej. Wdrożenie tylko jednego elementu nie dałoby efektu wzmocnienia użyteczności.

Aby nie być gołosłownym, w jednym z zakładów obsługa reklamacji w niektórych przypadkach sięgała 2 tygodni pracy osoby, która biegle znała poszczególne rozproszone repozytoria danych natomiast po wdrożeniu tego typu systemu wydobycie i zestawienie potrzebnych informacji zajmuje 10-15 minut przy użyciu *STATISTICA Enterprise*. Ponadto cała praca może być wykonywana przez mniej wykwalifikowane osoby, przez co specjaliści mogą zostać skierowani do zadań badawczo-rozwojowych.

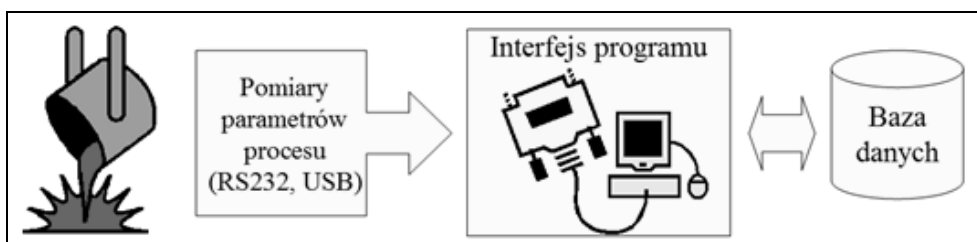
#### 4. Gromadzenie danych – system ręcznego wprowadzania

Podobnie jak we wcześniejszym podejściu, gdzie źródłem danych dla systemu SPC i analizy danych były inne bazy danych, podobnie w przypadku budowy systemu pozwalającego wprowadzać dane ręcznie centralnym miejscem jest ARHD (Analityczno-Raportowa Hurtownia Danych).

Jeżeli został stworzony odpowiedni schemat ARHD, można przystąpić do części systemu odpowiedzialnej za zbieranie pomiarów. O ile etap tworzenia hurtowni jest zagadnieniem informatycznym i wiąże się raczej z logiką powstającego systemu, to stworzenie odpowiedniego systemu pomiarowego, który będzie działał niezawodnie, związane jest już z implementacją filozofii sterowania jakością w danym przedsiębiorstwie. Sterowanie jakością opiera się na realnych danych i od tego jakiej one będą jakości zależy skuteczne wykrywanie rozregulowań procesu. Naturalną cechą zjawisk w przyrodzie, a w szczególności procesów produkcyjnych jest zmienność. Będziemy chcieli kontrolować zmienność tych procesów np. na kartach kontrolnych, ale aby było to skuteczne, zmienność pochodząca od systemów pomiarowych powinna być odpowiednio mniejsza, tak aby narzędzia statystyczne reagowały na rozregulowania procesów, a nie systemów pomiarowych.

Etap ten składa się zazwyczaj z dwóch części: zidentyfikowania i podłączenia urządzeń pomiarowych oraz stworzenia interfejsu dla operatorów do wprowadzania danych. Dane z urządzeń pomiarowych można wprowadzać ręcznie (z klawiatury), lub też automatycznie wprost z urządzenia pomiarowego do komputera. Wprowadzanie pomiarów w sposób automatyczny ma dużą przewagę nad wprowadzaniem ręcznym. Po pierwsze jest szybsze, a co za tym idzie tańsze i po drugie eliminuje możliwość popełnienia „literówki” przez operatora. Podczas wstępnego rozpoznawania wymagań dla systemu pomiarowego, warto zapewnić aby sprzęt pomiarowy miał możliwość przesłania pomiaru do komputera PC. Najczęściej używanym standardem podłączenia jest interfejs RS-232, Opto-RS, USB lub po prostu LAN. Sygnał z miernika (zawierający wartość pomiaru) przesyłany jest do portu szeregowego komputera, gdzie musi zostać przechwycony przez odpowiednie oprogramowanie. Oprogramowaniem tym zazwyczaj będzie specjalnie stworzony interfejs dla operatorów do wprowadzania danych. Interfejs taki (aplikacja Windows) powinien zostać dopasowany do potrzeb każdego użytkownika i trudno tutaj mówić o jakimś standardzie. Wiąże się to ściśle ze specyfiką danej produkcji tzn. przede wszystkim z ilością zbieranych pomiarów oraz sposobem ich wprowadzania.

Dla interfejsu ważne jest aby został on zaprojektowany w sposób, który pozwoli dokonać pomiarów w jak najkrótszym czasie i w jak najbardziej niezawodny sposób. Użytkownicy systemów do SPC często podkreślają, że głównym zadaniem operatora jest nadzór nad poprawnym działaniem linii produkcyjnej a samo SPC jest w zasadzie działaniem ubocznym. W domyśle zakładamy, że proces przez większość czasu będzie działał poprawnie i nie będzie z nim problemów – będzie stabilny w sensie statystycznym. W zasadzie, monitorowanie procesu na bieżąco stanowi margines działań operatora. Staje się ono kluczowe w niewielu momentach, kiedy proces zaczyna się z pewnych przyczyn rozregulowywać. Wtedy system SPC wychodzi na pierwszy plan informując o tej sytuacji operatora, dzięki czemu jest on w stanie odpowiednio szybko zareagować na problem, zanim linię produkcyjną złączą opuszczać elementy niespełniające specyfikacji. Po zażegnaniu problemu, system SPC znowu odsuwa się w cień, czuwając cały czas nad jakością procesu.



Rys. 3. Wprowadzanie danych z poziomu operatora

Interfejs, który operator widzi na monitorze komputera stanowi łącznik pomiędzy urządzeniem pomiarowym a bazą danych. Pobrany z linii produkcyjnej element jest mierzony przez operatora, a wynik pomiaru, poprzez port komputera jest pobierany przez program do wprowadzania danych. Następnie, po zatwierdzeniu wartości lub w sposób automatyczny program przesyła pomiar do bazy danych, dbając o to, aby został on opatrzony odpowiednimi etykietami, które pozwolą na jego późniejszą identyfikację. W celu wykrycia grubych błędów czy też awarii systemów pomiarowych dla danego produktu i jego cechy można zdefiniować tzw. rozsądne granice. Jeżeli będzie mierzona przykładowo masa danego elementu, wtedy z pewnością błędnym pomiarem będzie ujemna wartość masy. W takim przypadku operator zostanie poinformowany o tym fakcie i może np. szybko ustawić nową wartość zerową dla wagi (jeżeli to było przyczyną błędnego odczytu). Błędny wynik pomiaru powinien mimo wszystko zostać zapisany w bazie danych, niemniej powinien również zostać opatrzony odpowiednią etykietą podającą przyczynę takiego zdarzenia. Co jakiś czas tego typu zdarzenia powinny być analizowane przez inżyniera. W wyniku analizy może okazać się, że jeden z operatorów nie radzi sobie z konkretnym urządzeniem pomiarowym i wymaga przeszkolenia.

Warto zauważyć, że program do wprowadzania danych nie tylko przesyła dane do bazy ale także pobiera z niej informacje. Mogą to być definicje połączenia z komputerem dla poszczególnych urządzeń pomiarowych, czy też granice rozsądnych wartości dla poszczególnych właściwości aktualnie produkowanego wyrobu.

Kolejnym elementem systemu, który nie służy do bezpośredniego wprowadzania pomiarów, niemniej jest równie ważny, jest program pozwalający np. na zmiany specyfikacji zawartych w bazie danych. Zazwyczaj z narzędzia tego korzystał będzie inżynier, w przypadku, kiedy zaistnieje potrzeba dodania nowego produktu, dodania nowej linii produkcyjnej czy też wprowadzenia jakichkolwiek innych globalnych zmian.

Mówiąc o zbieraniu danych trudno nie wspomnieć o automatycznych systemach akwizycji danych. Coraz częściej spotykane są urządzenia pomiarowe instalowane na linii produkcyjnej. Nawet same urządzenia produkcyjne mają możliwość wykonywania i przesyłania pomiarów w trakcie trwania produkcji. Wtedy zazwyczaj do bazy danych wędruje duża ilość pomiarów, co pozwala bardzo dokładnie monitorować proces. Do grupy pomiarów automatycznych można również zaliczyć przypadek, gdy pomiar dokonywany jest na skomplikowanym urządzeniu, które generuje dużą ilość danych w postaci np. plików tekstowych, lub plików MS Excel i nie ma (z różnych przyczyn) możliwości przesłania danych bezpośrednio do bazy. Jedną z przyczyn może być duży stopień komplikacji generowanych przez takie urządzenie wyników. W takim przypadku dobrym rozwiązaniem jest stworzenie dodatkowego interfejsu pozwalającego na automatyczne przenoszenie zawartości plików do bazy.

## 5. Hala produkcyjna – monitorowanie procesu

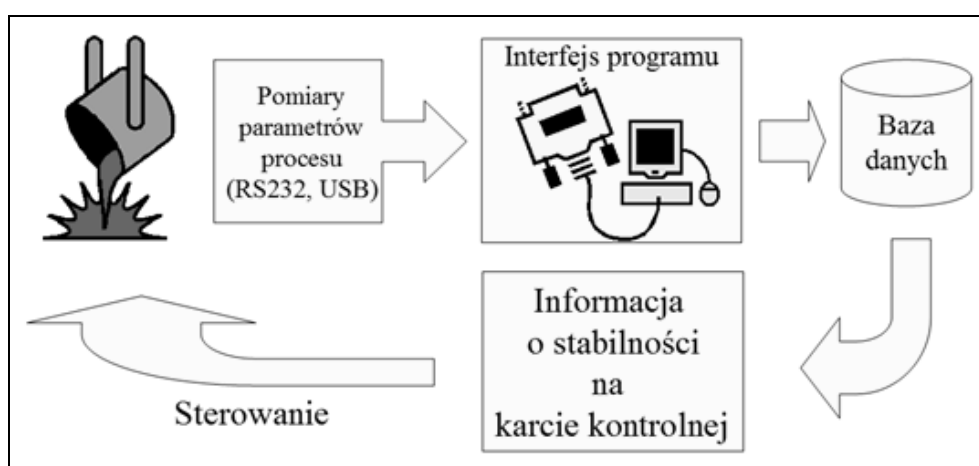
Podstawową funkcją systemu SPC jest monitorowanie na bieżąco jakości procesu. Aby było to możliwe, zwłaszcza w dużych zakładach, niezbędne są elementy opisane w poprzednich rozdziałach: stworzenie centralnej bazy danych oraz systemu do wprowadzania tychże danych. System do wprowadzania danych ma za zadanie szybko i niezawodnie wprowadzanie wartości pomiarów właściwości produktów, natomiast odpowiednio skonstruowany system bazodanowy zapewnia integralność danych w systemie sterowania jakością, który zazwyczaj jest systemem rozproszonym.

W zagadnieniu sterowania jakością można wyróżnić dwie główne warstwy: niższą, znajdującą się na poziomie procesów produkcyjnych oraz wyższą, znajdującą się na poziomie inżynierów jakości. Warstwa niższa jest związana z rutynowym monitorowaniem procesu na bieżąco. Ważne jest tutaj, aby system działał w czasie rzeczywistym. Oznacza to, że potencjalne problemy z procesem produkcyjnym powinny być wykrywane odpowiednio wcześniej – zanim wyprodukowane elementy nie będą spełniać specyfikacji. Dla różnych procesów pojęcie czasu rzeczywistego będzie inne. Najprościej można powiedzieć, że system powinien reagować odpowiednio szybko niezależnie od tego czy dany produkt schodzi z linii produkcyjnej co 1/10 sekundy czy co 10 minut. To, czy system będzie w stanie zareagować odpowiednio szybko zależy przede wszystkim od liczby pobieranych do kontroli elementów oraz od częstotliwości poboru próbki. Decyzja o doborze odpowiednich parametrów jest dla danego procesu produkcyjnego kluczowa i zawsze jest wynikiem pewnego kompromisu.

Zwróćmy uwagę na samą ideę statystycznego sterowania procesem. Technika ta stanowi kompromis pomiędzy ryzykiem wyprodukowania towaru niespełniającego wymagań klienta a często kosztowną kontrolą wszystkich wyprodukowanych elementów. Na pierwszy rzut oka mogłoby się wydawać że 100% kontrola wszystkich wyrobów jest najlepszym rozwiązaniem. W praktyce okazuje się jednak, zwłaszcza przy produkcji masowej, że nie można jej zastosować np. z tego względu że nie ma fizycznej możliwości żeby sprawdzić wszystkie wyprodukowane elementy czy też koszt ich sprawdzania przewyższy ich wartość, lub produkt podczas wykonywania pomiarów ulega uszkodzeniu lub zniszczeniu. Ponadto, co wielokrotnie zostało potwierdzone w praktyce, sprawdzenie wszystkich elementów jest bardzo często niedokładne głównie ze względu na ograniczoną percepcję osób, które dokonują sprawdzenia. Dlatego też w wielu przypadkach najlepszym rozwiązaniem dla zapewnienia odpowiedniej jakości produktu końcowego jest właśnie statystyczne sterowanie procesem. Dzięki zastosowaniu metod statystycznych jesteśmy w stanie ocenić, na podstawie tylko niewielkiego podzbioru całej populacji, czy produkty spełniają stawiane im wymagania. Stosowanie metod statystycznych daje odpowiedź na pytanie z jakim prawdopodobieństwem dana sztuka produktu jest w stanie spełnić specyfikacje i nawet jeżeli prawdopodobieństwo to jest duże, zawsze można spodziewać się że pewna część produkcji nie będzie spełniać narzuconych specyfikacji. Najczęściej to inżynier decyduje o tym, jakie ma być prawdopodobieństwo, że linię produkcyjną będą opuszczać wyroby dobrej jakości. W tym celu, tak jak wspomniano wyżej, posłuży się on odpowiednim doбором dwóch parametrów: wielkości próbki i częstotliwości poboru próbki. Przy czym, im próbka będzie większa i im częściej będzie pobierana tym większe jest prawdopodobieństwo tego, że odpowiednio wcześniej zostaną wykryte zmiany w procesie, które mogą spowodować obniżenie jakości.

Jeżeli system SPC ma działać w czasie rzeczywistym i jednocześnie zapewnić przepływ danych na poziomie całego przedsiębiorstwa wtedy dane, które zostały wprowadzone do programu przez operatora powinny w pierwszej kolejności zostać zapisane do centralnej

bazy danych, gdzie mogą być wykorzystywane przez innych użytkowników a następnie przetworzona informacja o stabilności procesu wraca do operatora. Zamieszczony na rysunku 3 schemat przepływu danych został uszczegółowiony o opisaną funkcjonalność i jest przedstawiony na rysunku 4.

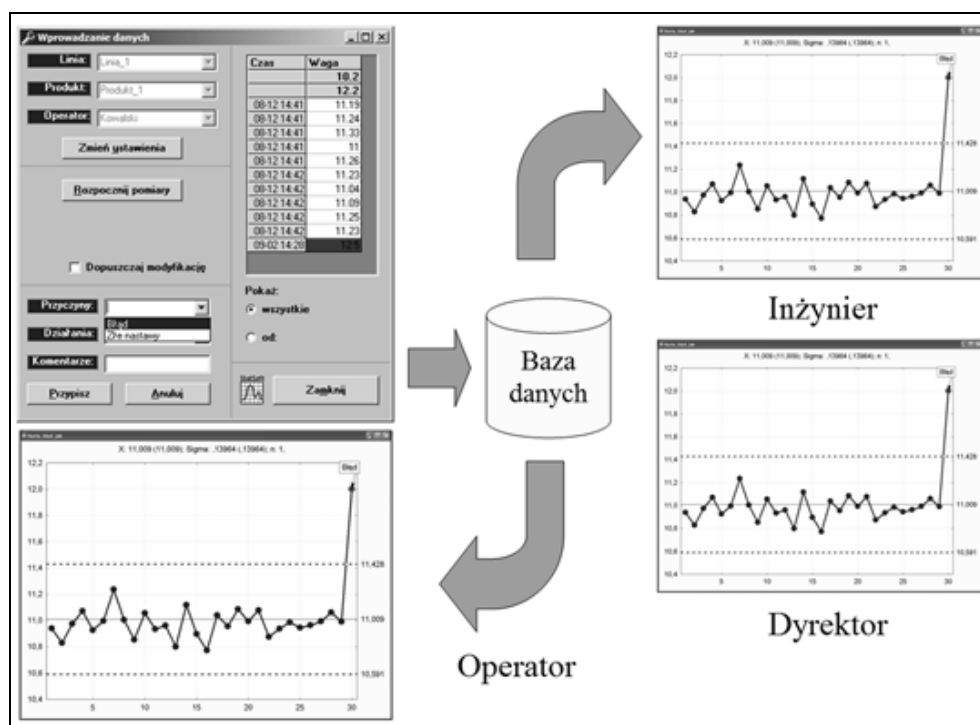


Rys. 4. Wprowadzanie danych i monitorowanie z poziomu operatora

Kolejnym ważnym elementem dla efektywnego monitorowania procesu jest stworzenie pewnego schematu działań, który pozwoli na automatyczne radzenie sobie z problemami produkcyjnymi. Ogólnie przyjętą oraz wydajną metodą jest stosowanie etykiet dla pomiarów. Etykiety można podzielić na kilka funkcjonalnych grup: przyczyny, działania, komentarze, uwzględnienia. W przypadku, kiedy na karcie kontrolnej wystąpi sygnał o rozregulowaniu operator powinien zostać o tym fakcie powiadomiony, lub mówiąc dokładniej powinny zostać na nim wymuszone pewne działania. Standardowo, po wystąpieniu sygnału o rozregulowaniu operator może zostać automatycznie poproszony o podanie przyczyny takiego stanu rzeczy. Preferowanym przez inżynierów sposobem jest stworzenie szablonu gotowych odpowiedzi, z których operator musi wybrać jedną odpowiadającą zaistniałej sytuacji. Ponadto rozwiązanie takie zapewnia spójność danych związanych z pomiarami i przyspiesza pracę operatora. Po podaniu przyczyny operator zostaje poproszony o podanie działania, jakie zostało podjęte aby wyeliminować zagrożenie. Również w tym przypadku można stworzyć listę standardowych działań dla danej linii produkcyjnej. Po wystąpieniu sygnału o rozregulowaniu, dana próbka zostaje opatrzona przez operatora odpowiednimi etykietami, które zostaną zapisane w bazie danych. Sygnały o rozregulowaniu pozostają na karcie kontrolnej. Po opanowaniu sytuacji, kiedy jej przyczyna była znana taka próbka lub próbki mogą zostać usunięte z karty kontrolnej przez uprawnioną do tego osobę np. inżyniera jakości. Próbka taka może być tylko wyświetlana na karcie kontrolnej, ale niebrana do obliczeń np. do wyliczania parametrów karty kontrolnej. Może zostać również całkowicie usunięta z karty. Nie zostaje jednak usunięta z bazy danych, gdzie pozostaje z odpowiednią etykietą uwzględnienia, która to może zostać wykorzystana na karcie kontrolnej. Dla każdej próbki powinna istnieć również możliwość dodania komentarza. Przykładowo komentarzem można oznaczać próbki, które zostały pobrane po standardowej wymianie elementu w maszynie produkcyjnej. Spowoduje to, że karta kontrolna będzie stanowić pełny obraz procesu produkcyjnego, co ułatwi operatorom sterowanie.



Informacje, które zostały wprowadzone przez jednego z użytkowników do bazy danych, mogą być natychmiast udostępnione innym, uprawnionym do tego użytkownikom. Na rysunku 5 przedstawiony jest przykład propagacji informacji na poziomie przedsiębiorstwa.

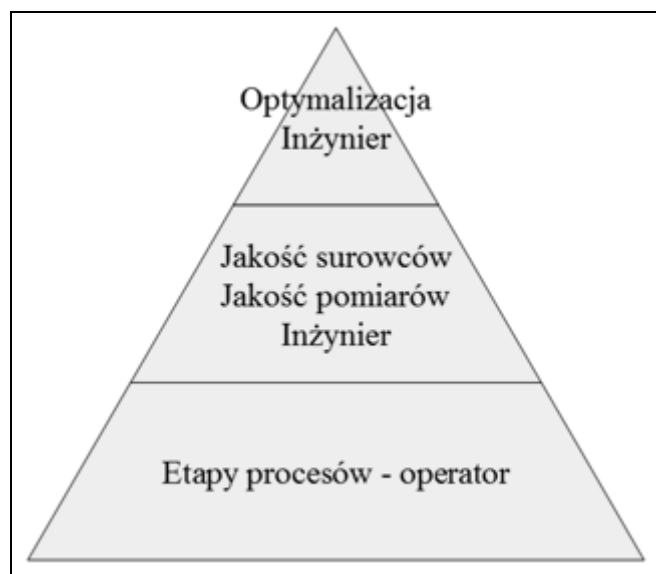


Rys. 5. Przykład rozpowszechniania informacji w przedsiębiorstwie wprowadzonej w interfejsie dla operatora poprzez *STATISTICA Enterprise*

## 6. Podsumowanie – praktyczne korzyści

Oprócz monitorowania procesów na bieżąco, można również wyróżnić monitorowanie lub pogłębioną analizę procesu na poziomie inżynierskim. Dane zebrane w bazie służą przede wszystkim do rutynowego sterowania procesem (sterowanie na najniższym poziomie), niemniej nic nie stoi na przeszkodzie, aby dane te zostały wykorzystane do sterowania w sensie bardziej ogólnym. Podczas standardowego sterowania procesem, na karcie kontrolnej znajduje się zazwyczaj tylko kilkadziesiąt pomiarów. Karta kontrolna jest zatem pewną „migawką” aktualnej sytuacji procesu. Inżynier jakości poza linią produkcyjną ma możliwość przyglądnięcia się procesowi w dłuższej perspektywie, jest w stanie ocenić długoterminową jakość procesu. Sterowanie procesem nie polega jedynie na kontroli, ale również na poszukiwaniu innowacji, bodźców, które pozwolą usprawnić go niejako od podstaw. Takie działania nazywamy sterowaniem długookresowym i w przypadku dużych zautomatyzowanych procesów stanowi istotę poprawy jakości.

Przykładowo, produkcja elementu zależy od odpowiedniego ustawienia maszyny. W dłuższym okresie czasu inżynier analizując wartości pomiarów zebrane przez różnych operatorów stwierdził, że wyniki operatora C różnią się w sensie statystycznym od wyników operatorów A i B. Jeżeli operator C uzyskuje lepsze wyniki to, być może jego sposób ustawiania maszyny jest lepszy i być może warto wiedzę tą przekazać pozostałym.



Rys. 6. Hierarchia sterowania jakością przy użyciu *STATISTICA Enterprise*

Wyjście poza najniższy „Shewhartowski” poziom sterowania jakością procesu może się okazać trudne, o ile w ogóle możliwe, bez integracji danych i użycia odpowiedniego narzędzia analitycznego, jakim jest *STATISTICA Enterprise*. System ten dostarcza elementy systemu SPC związane z monitorowaniem i analizą danych w oparciu o zebrane w bazie pomiary i inne informacje. Z jednej strony pozwala na tworzenie kart kontrolnych, które będą działać „na bieżąco”, a z drugiej pozwala na tworzenie szablonów często bardzo zaawansowanych analiz, które pomogą odkryć np. zależność pomiędzy parametrami surowca a parametrami produktu.

Można powiedzieć, że taki sposób sterowania oparty na wiedzy dostarczonej przez system SPC stanowi zewnętrzną pętlę sterowania, bez której ciągła poprawa konkurencyjności przedsiębiorstwa nie jest możliwa.

### Literatura

1. Douglas C. Montgomery, „Introduction to statistical quality control”, Third edition, John Wiley & Sons, Inc., 1997.
2. Donald J. Wheeler, „Advanced Topics in Statistical Process Control – The Power of Shewhart,s Charts”, Second edition, SPC Press, Knoxville, Tennessee, 2004.
3. *Systemy korporacyjne*, <http://www.statsoft.pl/products/enterprise.htm>
4. *Statystyka dla jakości – portal wiedzy*, <http://www.statsoft.pl/spc.html>

Mgr inż. Michał IWANIEC  
 StatSoft Polska Sp. z o.o.  
 30-110 Kraków, ul. Kraszewskiego 36  
 tel./fax: (0-12) 428 43 00/(0-12) 428 43 01  
 e-mail: [info@statsoft.pl](mailto:info@statsoft.pl)  
[m.iwaniec@statsoft.pl](mailto:m.iwaniec@statsoft.pl)