



OD POMIARÓW DO RAPORTU, CZYLI SYSTEM SPC

Tomasz Demski, StatSoft Polska Sp. z o.o.

Wstęp

Żyjemy w świecie konsumenta (na szczęście!), a każdy konsument chce więcej, lepiej i taniej. Nakłada się na to coraz większa konkurencja, szybki przepływ informacji i postęp techniczny. Wszystko to powoduje, że prawie każdy producent i usługodawca musi dostarczać coraz wyższej jakości produkty, po niższej cenie. Życie producenta dodatkowo utrudnia to, że coraz częściej finalne produkty są uzyskiwane w wyniku współpracy wielu przedsiębiorstw.

Wymienione wyżej czynniki powodują, że zakres stosowania metod statystycznych jest coraz szerszy i coraz głębszy (tzn. częściej stosuje się bardziej zaawansowane narzędzia statystyczne służące do modelowania procesów i przewidywania ich wyników). Potwierdzeniem tego faktu jest chociażby zmiana roli statystyki w normach z serii ISO 9000, gdzie rola i zakres stosowania metod statystycznych są coraz większe.

Współczesne wymogi odnośnie stosowania statystyki trudno jest spełnić bez wsparcia odpowiednich narzędzi informatycznych. W tym artykule przedstawimy podstawowe informacje o takich narzędziach.

Funkcje systemu wspomagającego SPC

System informatyczny wspomagający SPC powinien umożliwiać (patrz też [1]):

1. zbieranie, przechowywanie i udostępnianie danych o procesach,
2. analizę danych, tj. stosowanie metod statystycznych,
3. rozpowszechnianie wyników analiz.

Zbieranie danych jest niezwykle ważne: oczywiście jeśli nie mamy danych, to nie będziemy w stanie ich analizować. Bardzo ważna jest również jakość danych, uniknięcie błędów przy odczycie i wprowadzaniu pomiarów, transmisji itp. – zwykle pomyłki i niedokładności popełnione na tym etapie są bardzo trudne do poprawienia i mogą w bardzo przykry sposób zafałszować uzyskiwane wyniki analiz, a co za tym idzie, prowadzić do błędnych wniosków.



Zbieranie danych i ich poprawność są bardzo ważne, ale zazwyczaj równie ważne jest, aby wykonywanie pomiarów i wpisywanie ich do bazy danych przebiegało szybko i sprawnie. Często głównym zadaniem osoby wykonującej pomiary bynajmniej nie jest zbieranie danych, ale produkowanie. Trzeba jej więc maksymalnie w tym pomóc. Notowanie pomiarów na kartce papieru rzadko się sprawdza, choćby ze względu na trudności w odcyfrowaniu odręcznych zapisków, wpisywanie danych z opóźnieniem, możliwość manipulowania danymi i brak zabezpieczenia przed pomyłkami typu literówki. Ze względu na szybkość i poprawność wprowadzania pomiarów naprawdę warto zastosować przesyłanie danych z miernika do komputera bez pośrednictwa operatora, jeśli tylko jest to możliwe.

Zebranie danych na nic się nie zda, jeśli nie będzie można z nich skorzystać. Dane powinny być udostępniane tak, aby można je było na bieżąco monitorować za pomocą kart kontrolnych i innych narzędzi statystycznych, wykonywać raporty podsumowujące oraz inne analizy.

W zapewnieniu jakości występują dwa rodzaje analizy danych:

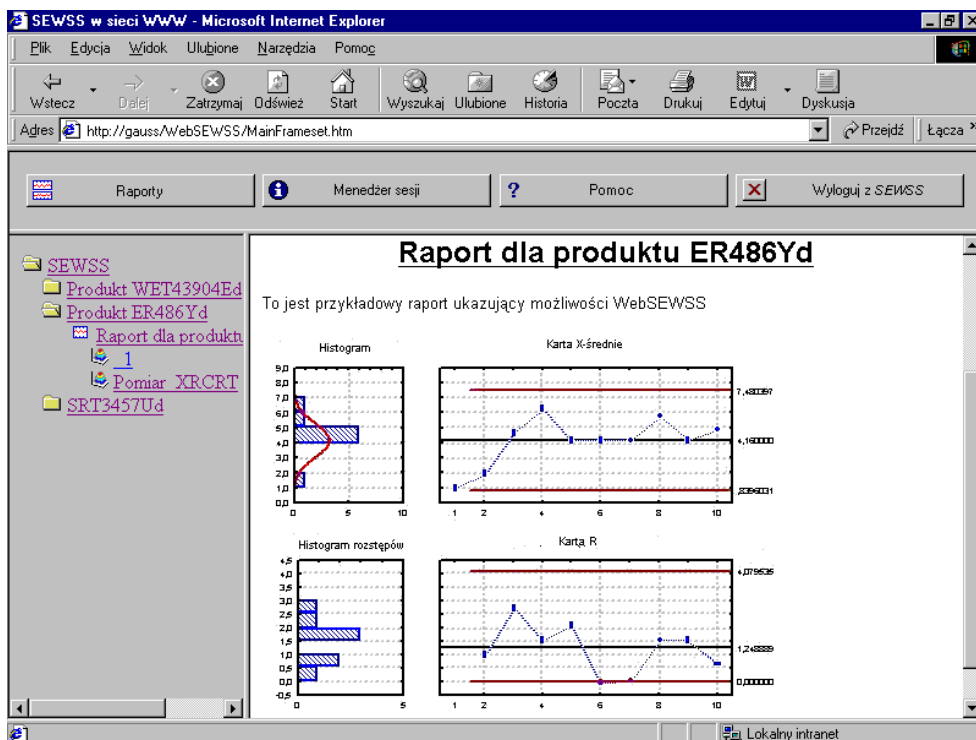
1. Monitorowanie procesów (najczęściej za pomocą kart kontrolnych) oraz bieżące podsumowanie ich cech.
2. Pogłębione analizy, takie jak: porównywanie grup (testowanie hipotez), planowanie doświadczeń i analiza ich wyników (w celu optymalizacji procesu), poszukiwanie czynników wpływających na właściwości produktu, modelowanie zależności i przewidywanie właściwości produktu.

Pierwszy rodzaj analiz zazwyczaj wykonywany jest według pewnego szablonu, na bieżąco w toku procesu lub tuż po zakończeniu zmiany, tygodnia, czy pewnego etapu procesu. Bardzo ważne jest tutaj jak najszybsze uzyskiwanie wyników analizy, tak aby można było jak najwcześniej wykryć problemy i na nie zareagować. W takich zastosowaniach przydaje się automatyczna aktualizacja danych, kart kontrolnych i innych wyników analiz.

W przypadku analiz drugiego rodzaju raczej nie korzysta się z automatycznej aktualizacji danych, lecz analizuje informacje z pewnego – zazwyczaj stosunkowo długiego – okresu albo zebrane w wyniku przeprowadzonego doświadczenia. Pogłębione analizy są najczęściej poszukiwaniem odpowiedzi na konkretne pytanie i wykonujemy je interakcyjnie. Z drugiej strony wyniki takich badań czasami stanowią podstawę do rutynowych, automatycznych analiz. Ważne jest więc, aby łatwo było zautomatyzować nawet skomplikowaną analizę.

Praktyczne przykłady analiz obu typów można znaleźć w publikacjach [2] i [3].

Wyniki analiz powinny być łatwo dostępne w postaci raportu, w jednym ze standardowych formatów, np. HTML lub PDF, tak aby skorzystanie z nich nie wymagało specjalnych narzędzi. Raporty należy zapisywać w jednym miejscu w uporządkowany sposób, w celu ułatwienia odnalezienia potrzebnych informacji, nawet po kilku latach od utworzenia. Jeśli z raportów ma korzystać wiele osób, to optymalnym rozwiązaniem jest stworzenie portalu intranetowego i wykorzystanie systemu *SEWSS* (opis tego systemu znajduje się pod adresem <http://www.statsoft.pl/sewss.html>).



Rys. 1. Przykład portalu z wynikami analiz.

Istnieją zastosowania (np. w przemyśle farmaceutycznym), w których konieczna jest pełna kontrola na dostępem do wszelkich danych i dokumentów, wprowadzanymi do nich zmianami, sformalizowanie procesu tworzenia i zatwierdzania dokumentów oraz zapisywanie wszystkich ich wersji. W takim wypadku rozwiązanie SPC łączymy z systemem zarządzania dokumentami. Specjalnie z myślą o współpracy z narzędziami analizy danych zaprojektowano *STATISTICA Document Management System* (<http://www.statsoft.pl/dms.html>).

Warianty rozwiązania

Przedstawione w poprzednim podrozdziale funkcje możemy zrealizować w różny sposób. Wybór rozwiązania zależy od:

1. liczby osób korzystających z systemu,
2. ilości i częstotliwości wykonywanych pomiarów, analiz i raportów,
3. wymagań odnośnie współpracy użytkowników,
4. źródeł danych,
5. zakresu obowiązków i przygotowania użytkowników,
6. tego, czy raporty i analizy mają być dostępne w jednej czy wielu lokalizacjach.



Zwykła wersja *STATISTICA*

Jeżeli z systemu korzysta niewiele osób, których znaczącą część obowiązków stanowi wprowadzanie danych lub ich analiza (a więc sensowne jest poświęcenie czasu i środków na przygotowanie ich do pracy z systemem i dobre poznanie jego działania), to odpowiednio rozwiązanie można zbudować na bazie zwykłej wersji programu *STATISTICA*.

W rozwiązaniu bazującym na zwykłej wersji *STATISTICA* dane są wprowadzane do arkusza danych i zapisywane w odpowiedniej strukturze katalogów lokalnie lub na serwerze plików. Możemy także korzystać z baz danych (Access, SQL Server, Oracle, IBM DB2, Sybase i inne), jeżeli w przedsiębiorstwie działa system gromadzenia danych dotyczących procesów.

Dane możemy wprowadzać z klawiatury, ale dostępny jest program służący do automatycznego odczytu wyników pomiarów z urządzeń elektronicznych podłączonych do komputera przez port szeregowy i umieszczania ich w arkuszu danych *STATISTICA* wraz z dodatkowymi informacjami (data i godzina pomiaru).

Arkusz danych *STATISTICA* ma funkcje pozwalające stworzyć na jego podstawie zaawansowane środowisko wprowadzania danych i automatyzacji pracy. Przykładowo zaraz po otwarciu pliku danych, program zapyta użytkownika o typ elementu, który będzie mierzony, następnie automatycznie sprawdzi, czy do komputera podłączony jest miernik, jeśli tak, to odczyta z niego wartość pomiaru, sprawdzi, czy wartość ta spełnia reguły poprawności, i gdy dane są właściwe, zapisze wyniki w pliku na dysku, a następnie utworzy kartę kontrolną według szablonu odpowiedniego dla wskazanego typu produktu.

W przypadku rozwiązania bazującego na standardowej wersji *STATISTICA* analizy będą najczęściej wykonywane interakcyjnie, a użytkownik powinien orientować się w środowisku programu. Jednak ponieważ program dysponuje wieloma narzędziami automatyzacji, to łatwo wykonywać rutynowe zadania jednym kliknięciem myszy.

Wariant bazujący na zwykłej wersji *STATISTICA* nie oferuje narzędzi do rozpowszechniania raportów. Jednak w przypadku stosunkowo niewielkiej liczby raportów i ich odbiorców wystarczające będzie zapisywanie przygotowanych w *STATISTICA* dokumentów w powszechnie rozumianym formacie, np. PDF lub HTML, i udostępnienie ich odpowiednim osobom.

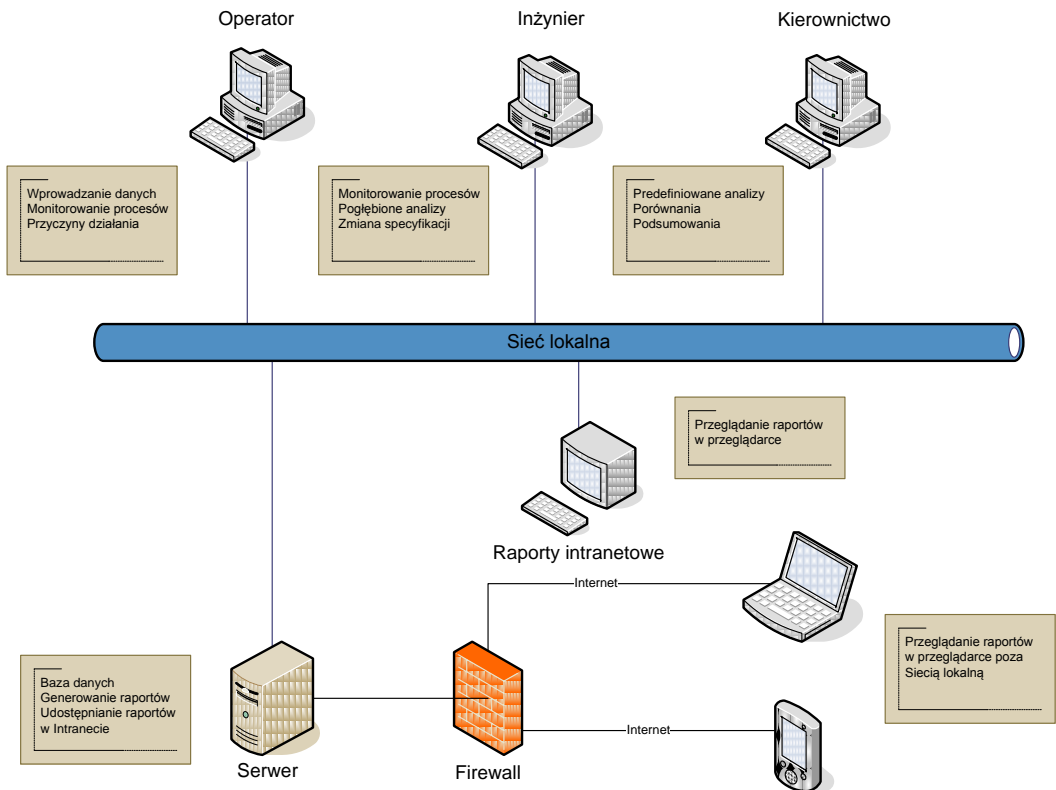
Zintegrowany system *SPC*

Prawdziwie dojrzałym, zdolnym wypełnić swe zadania w skali całej organizacji rozwiązaniem *SPC* jest zintegrowany system, którego sercem jest centralna baza danych. Przecho-
wujemy w niej:

1. wyniki pomiarów właściwości procesu i towarzyszące im dodatkowe informacje (etykiety), takie jak np. identyfikator osoby wprowadzającej konkretne obserwacje,
2. scenariusze wprowadzania danych,
3. mierzone właściwości, gniazda pomiarowe, częstotliwość pomiarów itp.
4. scenariusze analizy danych,



5. automatycznie generowane raporty, dane wstępnie przygotowane do analizy,
6. informacje o potrzebach i uprawnienia użytkowników.



Rys. 2. Schemat zintegrowanego systemu SPC.

Z bazą danych systemu SPC współpracują pozostałe składniki tego systemu, tj.:

1. środowisko wprowadzania danych,
2. program do modyfikowania specyfikacji w bazie danych i zarządzania systemem,
3. narzędzia analityczne,
4. narzędzia do generowania i udostępniania raportów,

Powyżej widzimy schemat zintegrowanego systemu SPC.

W przypadku zintegrowanego systemu SPC środowisko wprowadzania danych jest dostosowane do potrzeb i wymagań konkretnego procesu. Osoba wprowadzająca dane jest prowadzona przez cały proces wpisywania pomiarów według scenariusza zapisanego w bazie danych. Przykładowo: użytkownik najpierw wybiera linię technologiczną, a następnie wskazuje jeden z produktów z listy wytwarzanych na danej linii, po czym dokonuje

pomiarów właściwości tego produktu, a program do wprowadzania danych odczytuje ich wyniki z urządzeń pomiarowych przez port szeregowy. Narzędzie wprowadzania danych sprawdza również, czy wyniki pomiarów mieszczą się w dopuszczalnych granicach (np. czy nie zmierzono ujemnej średnicy).

Czas	Waga
	10.2
	12.2
08-12 14:41	11.19
08-12 14:41	11.24
08-12 14:41	11.33
08-12 14:41	11
08-12 14:41	11.26
08-12 14:42	11.23
08-12 14:42	11.04
08-12 14:42	11.09
08-12 14:42	11.25
08-12 14:42	11.23
09-02 14:28	12.5

Rys. 3. Przykładowe środowisko wprowadzania danych.

Środowisko wprowadzania danych może być połączone z kartami kontrolnymi w celu monitorowania przebiegu procesu, szybkiego wykrywania rozregulowań i reagowania na nie i ewentualnie podawania przyczyn, działań i komentarzy.

W razie potrzeby system będzie również odczytywał dane ze sterowników przemysłowych, automatycznych rejestratorów oraz baz danych i plików. Dzięki zapisaniu tych informacji w bazie danych systemu wszystkie dane potrzebne do analiz znajdują się w jednym miejscu, co bardzo ułatwi analizy i skróci czas ich wykonywania.

Z programu do modyfikowania specyfikacji korzystają inżynierowie jakości odpowiedzialni za proces. Za jego pomocą modyfikujemy ustawienia parametrów wprowadzania danych (np. zmienione urządzenia pomiarowe) i analiz (np. położenie granic kontrolnych na kartach).

Składnikiem analitycznym w systemie SPC jest program *STATISTICA* obudowany narzędziami ułatwiającymi współpracę z bazą danych systemu. Program wykorzystuje zapisane w bazie danych scenariusze pobierania i przekształcania danych oraz definicje wykonywanych analiz i raportów. Narzędzie analityczne nie tylko odczytuje dane z centralnej bazy danych, ale może je również zapisywać, np. jeśli podczas pracy z kartami kontrolnymi określimy przyczyny, działania lub komentarza, to zostaną one zapisane w centralnej bazie danych.



Najczęściej wykorzystywanym sposobem tworzenia raportów jest zapisanie ich w postaci skryptu *STATISTICA* Visual Basic i wykonywanie w zadanych odstępach czasu lub na życzenie użytkownika. Skrypty zapisujemy w centralnej bazie danych lub po prostu w plikach na dysku. Wynikowy raport możemy wydrukować, zapisać w pliku (np. PDF) lub udostępnić go w portalu intranetowym.

Ponieważ w bazie danych przechowywane są uprawnienia użytkowników, to system daje poszczególnym osobom dostęp tylko do tych obiektów (scenariuszy wprowadzania danych, połączeń z bazą danych, raportów), których rzeczywiście potrzebują i z których wolno im korzystać. Zwiększa to nie tylko bezpieczeństwo, ale również wygodę pracy – łatwiej jest wybrać potrzebny raport z listy trzech używanych przez nas raportów niż spośród trzystu wykorzystywanych w całej organizacji.

Na koniec zwróćmy uwagę na kluczową zaletę zintegrowanego systemu SPC. Otóż tak jak napisaliśmy wcześniej, wszystkie informacje przechowywane są centralnie w jednym miejscu. Dzięki temu mamy zapewnioną zgodność danych, potrzebne zamiany wystarczy wykonać raz. Jeśli przykładowo zmieniamy granice specyfikacji dla pewnej właściwości, to wystarczy wykonać to w bazie danych, zmiana ta jest potem automatycznie przenoszona na wszystkie stanowiska, nie trzeba „obchodzić” każdego komputera i modyfikować na nim ustawień. Ponadto dane wprowadzone na jednym stanowisku są dostępne dla użytkowników na innych stanowiskach praktycznie od razu.

Dokładniejszy opis wdrożenia zintegrowanego systemu SPC można znaleźć w publikacji [3] w artykule M. Iwańca „Jak zbudować system gromadzenia danych i monitorowania?”.

Internetowy system analizy danych

System umożliwiający interakcyjne wykonywanie analizy danych przez Internet jest najbardziej zaawansowanym rozwiązaniem, zarówno pod względem technologicznym, jak i funkcjonalnym. W przypadku tego rozwiązania wszystkie obliczenia wykonywane są na serwerze, z którym użytkownik łączy się za pomocą przeglądarki internetowej, a całe środowisko użytkownika uruchamiane jest w oknie przeglądarki. Z technicznego punktu widzenia system taki ma architekturę wielowarstwową, zapewniającą maksymalne bezpieczeństwo (przez sieć przesyłane są tylko bezpieczne typy danych) i wydajność.

System internetowy, podobnie jak rozwiązanie z punktu powyżej bazuje na centralnej bazie danych. Można nawet powiedzieć, że zawiera w sobie opisany wcześniej zintegrowany system SPC. Zauważmy jednak, że internetowy system analizy danych różni się od opisanego wcześniej rozwiązania z publikowaniem raportów w Internecie. W systemie internetowym analizy wykonujemy interakcyjnie przez Internet, a w tym drugim przypadku mamy po prostu dostęp przez Internet do utworzonych wcześniej raportów.

Za zastosowaniem internetowego systemu analizy danych przemawiają następujące przesłanki:

- ♦ potrzeba współpracy wielu osób znajdujących się w różnych miejscach, a co za tym idzie wymóg korzystania z jednego systemu analitycznego przez Internet,



- ◆ warunki bezpieczeństwa systemu informatycznego przedsiębiorstwa,
- ◆ łatwiejsze zarządzanie komputerami w organizacji – system jest uruchamiany w oknie przeglądarki, a na komputerze klienta nie jest instalowane żadne oprogramowanie,
- ◆ konieczność przetwarzania dużych zbiorów danych z wykorzystaniem złożonych metod analitycznych. W takim wypadku obliczenia są długotrwałe i korzystne jest wykonywanie obliczeń nie na komputerze użytkownika, a na serwerze.

Z technicznego punktu widzenia internetowy system analizy danych stanowi połączenie dwóch rozwiązań: systemu *SEWSS* (<http://www.statsoft.pl/sewss.html>) i *WebSTATISTICA* (<http://www.statsoft.pl/webserver.html>).

Literatura

1. Kendall J., Fulenwinder D.O., „Six Sigma, e-commerce pose new challenges”, [w:] „Quality Progress”, vol 33/7.
2. „Statystyka i data mining w praktyce”, StatSoft Polska, Warszawa-Kraków 2004.
3. „Zastosowania analizy danych w przemyśle”, StatSoft Polska, Warszawa-Kraków 2005.