



KOMPLEKSOWA ORGANIZACJA GROMADZENIA I ANALIZY DANYCH DLA POTRZEB OPTIMALIZACJI JAKOŚCI

mgr Tomasz Demski⁹

Wstęp

Wszystkie współczesne przedsiębiorstwa i organizacje codziennie stają w obliczu nowych wyzwań i problemów, powodowanych przez rosnące wymagania klientów, coraz silniejszą konkurencję (globalizacja) i szybki postęp techniczny. Jako klienci mamy coraz większe wymagania, ale jako producenci musimy te wymagania zaspokoić.

W celu uzyskania optymalnej jakości produkcji i usług (innymi słowy zaspokojenie potrzeb klienta), przy jednoczesnej minimalizacji kosztów, większość organizacji wdraża systemy zarządzania i zapewnienia jakości, takie jak TQM, normy ISO 9000, QS 9000 czy strategia Six Sigma. Do efektywnego stosowania zasad tych systemów potrzebna jest odpowiednia infrastruktura informatyczna.

Bardzo pouczające wydaje się porównanie systemu informatycznego przedsiębiorstwa do centralnego układu nerwowego człowieka, przedstawione przez Jenny Kendall i Donnę Fulenwinder w artykule „Six Sigma, e-commerce pose new challenges” [1]. Centralny układ nerwowy zbiera informacje o bodźcach z narządów zmysłów i na ich podstawie podejmuje odpowiednie działania. Organizacja podobnie jak człowiek do poprawnego działania potrzebuje systemu informatycznego gromadzącego dane, analizującego je i umożliwiającego podejmowanie decyzji. Człowiek nie może żyć bez sprawnego układu nerwowego – podobnie przedsiębiorstwo nie może sprawnie działać bez systemu informatycznego.

System informatyczny wspierający optymalizację jakości jest specyficznym systemem wspomaganie podejmowania decyzji i musi on umożliwiać (patrz też [1]):

1. gromadzenie danych i dostęp do nich,
2. analizę danych, tj. stosowanie metod statystycznych,
3. rozpowszechnianie wyników analiz.

W artykule przedstawimy kompleksowy system gromadzenia i analizy danych dla potrzeb optymalizacji jakości *SEWSS* (czytaj „sus”).

⁹ StatSoft Polska Sp. z o.o.



Pomiary i gromadzenie danych

Rola pomiarów jest ogromna: są one źródłem danych stanowiących podstawę racjonalnych decyzji (nie tylko racjonalnych: mówimy przecież o „wróżeniu z fusów” – świadczy to o tym, jak głęboko w nas tkwi przekonanie, że decyzje trzeba podejmować na jakiejś podstawie, w oparciu o jakieś dane, w tym przypadku będzie to rozłożenie fusów na dnie filiżanki). Wielki nacisk na rolę pomiarów kładzie m.in. strategia Six Sigma. Jak mówi Mikel Harry (CEO Six Sigma Academy): „Tylko dzięki pomiarom możemy ocenić wartość czegokolwiek i nie możemy poprawić czegoś, czego nie mierzymy” [2]. Wracając do naszej wcześniejszej analogii bez informacji z narządów zmysłów (czyli pomiarów) nasz mózg w żaden sposób nie jest w stanie kierować naszym ciałem.

Jak widać, musimy zacząć od zbudowania systemu wykonywania pomiarów i gromadzenia ich wyników. Naszym celem powinno być zbudowanie systemu w jak największym stopniu zautomatyzowanego i efektywnie działającego na wszystkich poziomach organizacji: od hali produkcyjnej po zarząd. Dane powinny być gromadzone w ten sposób, aby można je było na bieżąco monitorować za pomocą statystycznego sterowania jakością procesów (SPC). Umożliwi nam to ocenę zdolności jakościowej procesów, wykrywanie zmian w procesach, wykrycie i modyfikowanie kluczowych związków między procesami, produktami, działaniami i wynikami ekonomicznymi organizacji (patrz [3]).

Warto sobie uzmysłwić, że do optymalizacji jakości potrzebne są nie tylko typowe dane SPC, dotyczące procesów produkcyjnych, zbierane na hali produkcyjnej, ale również dane gromadzone w bazach danych, które zaprojektowano do innych celów, np. dane operacyjne, dane z systemów ERP i inne dane zewnętrzne. Jeśli np. chcemy wybrać najlepszego dostawcę, to będziemy m.in. potrzebowali informacji o kosztach zakupów towarów u naszych dostawców, danych z kontroli odbiorczej itp.

Dane dotyczące jakości procesów możemy gromadzić w hurtowni danych *SEWSS*. Jej struktura logiczna zapewnia efektywne gromadzenie danych SPC każdego typu oraz umożliwia ich analizę i monitorowanie na bieżąco. Oprócz surowych danych w systemie przechowywany jest również ich opis umożliwiający ich interpretację i stosowanie odpowiednich metod analitycznych.

W skład systemu *SEWSS* wchodzi środowisko wprowadzania danych dostosowane do wykorzystania na hali produkcyjnej. Środowisko to jest proste w obsłudze, tak aby korzystanie z niego nie wymagało znajomości obsługi komputera oraz długich szkoleń. Środowisko wprowadzania danych *SEWSS* zaprojektowano tak, aby zminimalizować możliwość popełnienia błędów i w możliwie jak największym stopniu wspomóc operatora przy wprowadzaniu danych. Możemy jednocześnie wprowadzać dane z klawiatury, elektronicznych urządzeń pomiarowych (np. przez port szeregowy), czytników kodów kreskowych. Wszystkie wprowadzane przez operatora dane są sprawdzane, czy spełniają założone warunki poprawności.

Sposób wprowadzania danych do hurtowni danych *SEWSS* po zdefiniowaniu zapisywany jest w bazie danych

Dane SPC można podzielić na dwie zasadnicze grupy [4]:

- ◆ dane przy ocenie liczbowej (np. masa odlewu, średnica pierścienia)
- ◆ dane przy ocenie alternatywnej (np. czy zbiornik jest szczelny czy nie)



Dane te mają na tyle różny charakter, że wymagają odmiennych środowisk wprowadzania danych. System *SEWSS* zawiera środowisko wprowadzania danych odpowiednie dla każdej konfiguracji danych.

Często operatorzy nie tylko zbierają dane, ale również na bieżąco monitorują proces. System *SEWSS* umożliwia zintegrowanie środowiska wprowadzania danych z narzędziami monitorowania procesu. Przykładowo system można skonfigurować tak, że w momencie rozpoczęcia wprowadzania danych na ekranie otworzą się karty kontrolne dla wprowadzanych parametrów, a w momencie wystąpienia sygnału o rozregulowaniu procesu system automatycznie podejmie określone działania, np. wyśle e-mail do technologa nadzorującego przebieg procesu produkcyjnego.

W hurtowni danych *SEWSS* zapisywany jest sposób wprowadzania danych dla każdego elementu procesu, tzn. informacje o tym:

- ◆ jakie właściwości i dodatkowe informacje będą wprowadzane do systemu,
- ◆ za pomocą jakich urządzeń,
- ◆ kto wprowadza dane i z jakiego stanowiska,
- ◆ czy operator będzie monitorował proces i w jaki sposób.

Gwarantuje nam to zgodność danych, zmniejsza ryzyko błędów i ułatwia zarządzanie systemem.

Bardzo często dane dotyczące procesu zbierane są automatycznie, np. przez sterowniki automatyki przemysłowej. Dane te również mogą być zapisywane w hurtowni danych *SEWSS* za pośrednictwem interfejsu programowego wykorzystującego technologię ActiveX.

Jak już wspomnieliśmy wcześniej do optymalizacji jakości potrzebna jest analiza danych zewnętrznych. System *SEWSS* umożliwia łatwy dostęp do tych danych wykorzystujący technologię OLE DB.

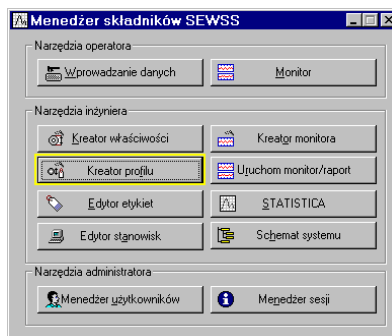
Dostęp do danych w systemie *SEWSS* realizowany jest poprzez mechanizm profili. Profil jest to obiekt *SEWSS* określający zespół danych wprowadzanych i analizowanych jednocześnie. Profile zawierają zestawy zapytań i połączeń z danymi, w oparciu o nie tworzone są monitory z szablonami analiz i raportów. Mogą to być ogólne profile *OLE DB* dostępu do danych z zewnętrznych baz danych oraz specjalnie zaprojektowane do celów *SPC* profile standardowe *SEWSS*.

W praktyce użytkownik systemu o odpowiednich uprawnieniach (może to być analityk, inżynier lub administrator systemu - osoba odpowiedzialna za jego „wygląd” i „zawartość”, niekoniecznie za zarządzanie kontami użytkowników) samodzielnie lub w porozumieniu z informatykiem przygotowuje definicje profili za pomocą *Kreatora profili*.

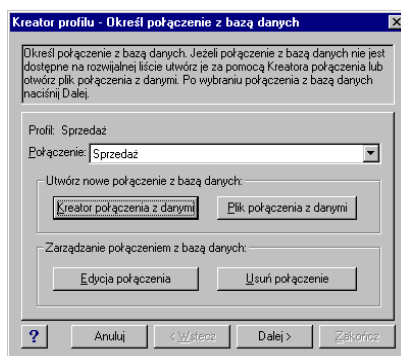
Budowa profili pobierających dane z zewnętrznych baz danych nie wymaga zaawansowanej znajomości baz danych, SQL czy języków programowania. Wszystkie operacje odbywają się w nieskomplikowanym środowisku. Ilustruje to poniższy przykład.

Tworzenie profilu dostępu do danych z zewnętrznych baz danych

Użytkownik, posiadający uprawnienia do zarządzania wprowadzaniem danych (czyli uprawnienia typu *Inżynier*, *Administrowanie wprowadzaniem danych* lub *Administrator systemu*), rozpoczyna tworzenie profilu *OLE DB* od uruchomienia kreatora profilu w *Menedżerze składników SEWSS* (patrz rysunek).

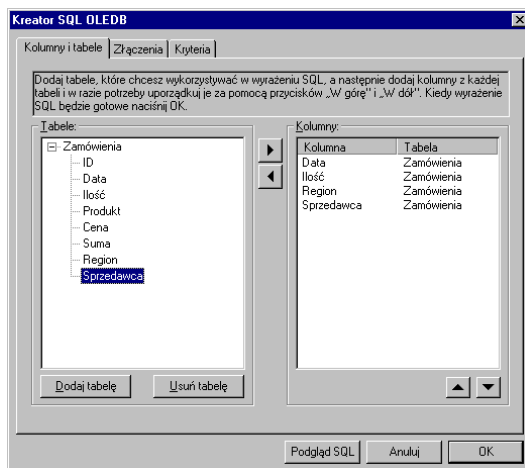


Następnie po wybraniu typu profilu (*OLE DB*), rodzaju operacji (czy chcemy tworzyć profil, modyfikować istniejący, czy też usunąć istniejący) należy wskazać połączenie z bazą danych. W systemie *SEWSS* wykorzystuje się własne definicje połączeń. Umożliwia to udostępnienie połączeń wybranym użytkownikom lub grupom użytkowników oraz wygodne administrowanie definicjami połączeń, dodatkowo, w definicjach połączeń uwzględnione są opcje optymalizujące dostęp do danych.

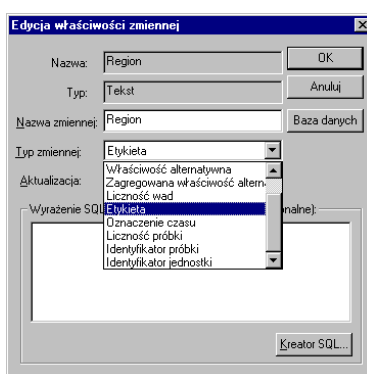


W profilu przechowywane mogą być różne zapytania. Graficzny interfejs programu wspomaga proces budowania zapytań, ale można również skorzystać z istniejącego w systemie informatycznym zapisu zapytania w SQL.

Ponieważ określanie dostępu do danych i pobieranie danych wykonywane jest w celu ich analizy, systemy dodatkowo pozwalają określić interpretację danych. Dane typu liczbowego w bazie danych mogą mieć różnorodne znaczenie analityczne – mogą to być wyniki pomiarów podlegające analizie lub też oznaczenia numerów partii stanowiące dodatkową informację - i można określić, jak dane te mają być przez system „rozumiane”.



Na tym etapie definiowania profilu można również określić, względem jakich kryteriów odpowiedni użytkownicy będą mogli wykonywać interakcyjne wybieranie danych do analizy. Na przykład, przy uruchomieniu analizy będzie można wybrać region sprzedaży, wydziały produkcyjne, przedział czasu, dla którego chcemy badać określone statystyki itp.



Profile są następnie udostępniane odpowiednim użytkownikom i grupom użytkowników *SEWSS*. Zgodnie z zasadą „wiem kim jesteś i co jest Ci potrzebne” po zalogowaniu w systemie każdy z użytkowników ma dostęp jedynie do przypisanych mu profili.

Analiza danych

Oczywiste jest, że nie wystarczy samo gromadzenie danych – konieczne jest przekształcenie danych w użyteczną informację, dającą podstawę do podejmowania decyzji. Samo spojrzenie „nieuzbrojonym” okiem na zgromadzone dane już nie wystarcza, ponieważ:

- ◆ danych jest bardzo dużo
- ◆ dane są skomplikowane i „na oko” nic nie widać
- ◆ czas na podjęcie decyzji jest bardzo krótki
- ◆ sytuacja zmienia się tak szybko, że trudno kierować się nabytym doświadczeniem i intuicją



Wymagania wobec funkcji analitycznych systemu informatycznego możemy przedstawić wracając do naszej analogii między systemem informatycznym a centralnym układem nerwowym człowieka [1]. Ludzki mózg reaguje na pewne standardowe bodźce i typowe sytuacje w pełni automatycznie (np. na ostre światło odpowiada skurczeniem źrenic). Podobnie system informatyczny powinien automatycznie reagować na pewne zdarzenia (np. jeżeli średnia wartość parametru w próbie przekroczyła granicę kontrolną, to zawiadom operatora i technologa). System musi być również przygotowany na zupełnie nowe i nieprzewidywalne zjawiska, innymi słowy musi dysponować szerokim zakresem elastycznych analiz. Z myślą o spełnieniu tych wymagań zaprojektowano system *SEWSS*, który z jednej strony daje szerokie możliwości automatycznego wykonywania kompletnych analiz (tj. pobranie danych, właściwą analizę i przygotowanie łatwego w percepcji raportu), a z drugiej strony umożliwia korzystanie z ogromnej liczby, różnorodnych technik statystycznej analizy danych.

Bardzo ważną cechą *SEWSS* jest łatwość korzystania z wyników analizy. Doświadczenia praktyczne wskazują, że jeżeli wyniki analizy nie będą łatwe do uzyskania to korzystanie z nich będzie bardzo ograniczone. W systemie *SEWSS*, aby wykonać analizę wystarczy wybrać ją z listy kliknąć *Uruchom* i... to wszystko! Poniżej przedstawiono przykład wykonywania analizy w *SEWSS*.

System *SEWSS* zapewnia zgodność uzyskiwanych przez różne osoby wyników tych samych analiz, ponieważ specyfikacje analizy przechowywane są centralnie w jego bazie danych.

Przykład analizy danych w *SEWSS*

Prześledźmy teraz na prostym przykładzie przebieg analizy danych za pomocą systemu zintegrowanego. Zajmiemy się nie tylko tym, co widzi użytkownik, ale również tym co dzieje się w tle.

Pracę z systemem rozpoczynamy od podania identyfikatora i hasła użytkownika.

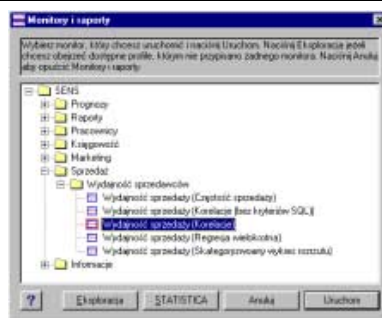


System w momencie rozpoczęcia pracy przez użytkownika sprawdza w bazie danych do jakich narzędzi i elementów systemu dana osoba ma dostęp i, w zależności od tych informacji, udostępnia użytkownikowi odpowiednie środowisko pracy. Na poniższym rysunku widzimy środowisko pracy użytkownika Jurek.



Będziemy chcieli zbadać, jak wygląda zależność między czasem i kosztem realizacji zamówienia, a jego wielkością. Użyjemy do tego celu zdefiniowanego wcześniej *monitora* – klikamy przycisk *Uruchom monitor/raport*. Po tym kliknięciu system sprawdzi w swojej bazie danych, jakie monitory są dla nas przeznaczone i wyświetli listę tych monitorów na ekranie.

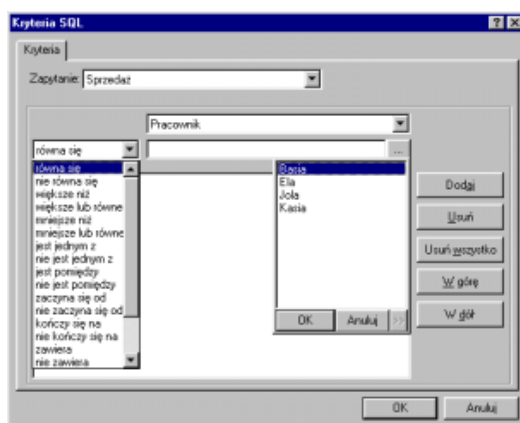
Wszystkie raporty uporządkowane są w hierarchiczną strukturę, podobną do eksploratora Windows. Umożliwia to łatwe odnalezienie potrzebnego nam raportu.



Wybieramy raport, klikając go dwukrotnie myszą – w tym momencie system pobiera z bazy danych informacje potrzebne do wykonania analizy:

- ◆ skąd i w jaki sposób pobrać dane (jeżeli odwołujemy się do relacyjnej bazy danych, to pobierany jest również skrypt zapytania do bazy danych w języku SQL)
- ◆ jakim wstępnym przekształceniom mają być poddane dane surowe
- ◆ czy przed uruchomieniem analizy użytkownik może definiować dodatkowe zapytania
- ◆ szablon analizy danych
- ◆ sposób prezentacji wyników
- ◆ czy dane mają być aktualizowane i jeśli tak, to jak często

W przypadku wybranego przez nas raportu przed uruchomieniem analizy możemy zdefiniować dodatkowe kryteria.

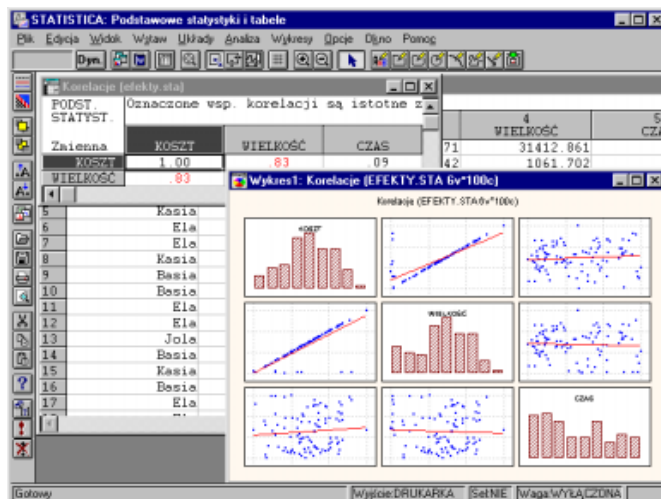


Budowa dodatkowych kryteriów (nawet złożonych) nie jest trudna i nie wymaga znajomości SQL – po prostu wybieramy nazwę kolumny (np. Pracownik), operator (np. „równa się”) i wpisujemy ręcznie lub wybieramy z listy odpowiednią wartość, z którą mają być porównywane dane. Wynikowe zapytanie jest zrozumiałe dla każdego – wygląda np. tak: „Pracownik równa się Nowak”.

Po zbudowaniu dodatkowego filtra klikamy przycisk OK. W tym momencie system przesyła zapytanie do źródła danych (w tym konkretnym przypadku jest to relacyjna baza danych i zapytanie sformułowane jest w języku SQL), pobiera dane, przekształca je w odpowiednią dla analizy danych postać pliku *STATISTICA*, wykonuje transformacje danych (np. logarytmowanie) i automatycznie uruchamia skrypt analizy. W wyniku tych wszystkich operacji (które nie wymagają żadnej ingerencji



użytkownika) na ekranie uzyskujemy wyniki analizy. Analizę możemy oczywiście kontynuować w trybie interakcyjnym, korzystając ze wszystkich narzędzi programu *STATISTICA*.



Rozpowszechnianie wyników analiz

System *SEWSS* służy nie tylko do zbierania, przechowywania i analizy danych – bardzo ważną jego funkcją jest rozpowszechnianie i porządkowanie wyników analiz i wspieranie wspólnej pracy zespołu poprzez współdzielenie wiedzy.

SEWSS udostępnia wyniki analiz na dwa sposoby:

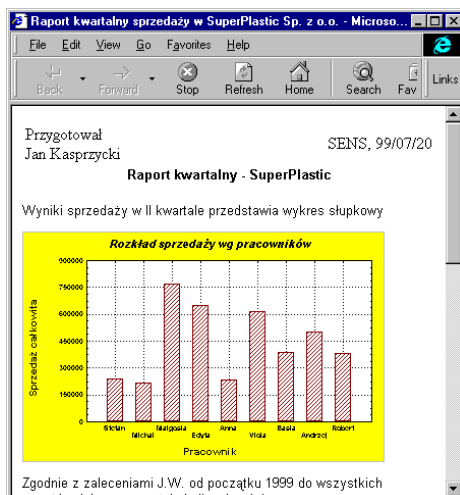
- ◆ za pomocą własnych, wbudowanych narzędzi
- ◆ z wykorzystaniem sieci Internet, Intranet

Wszystkie zdefiniowane w systemie analizy uporządkowane są w hierarchiczną strukturę zwaną *Schematem systemu*. Zapewnia ona łatwy dostęp do wyników analiz i ich uporządkowanie, a co za tym idzie łatwe odnajdywanie potrzebnych informacji. Użytkownicy *SEWSS* za pomocą *Schematu systemu* mogą udostępniać przygotowane przez siebie analizy, szablony dostępu do danych, raporty innym użytkownikom.

W *Schemacie systemu* możemy przechowywać w postaci elektronicznej również niemal dowolne dokumenty, a zatem może on pełnić rolę systemu zarządzającego informacją.

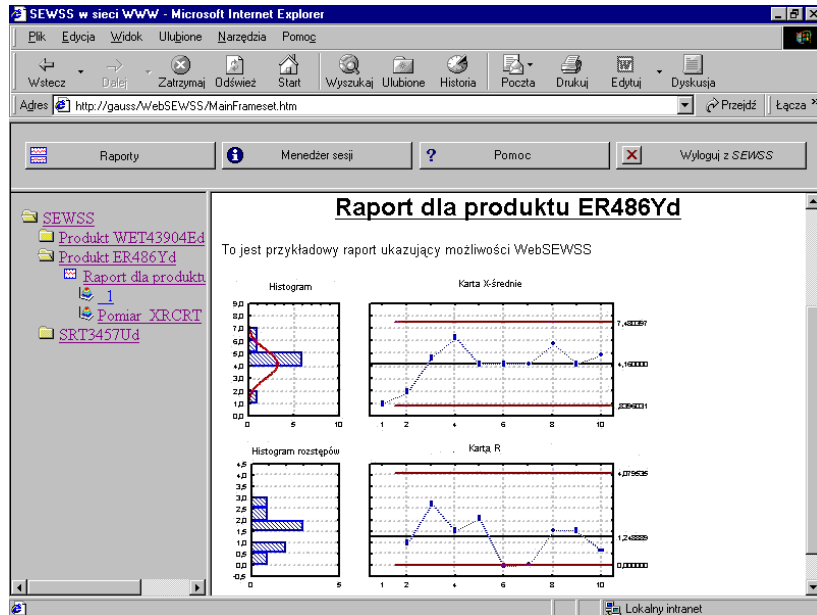
Jak już wcześniej wspomniano, system *SEWSS* może automatycznie podejmować działania w przypadku wystąpienia pewnych zdarzeń. Własność tę można również wykorzystać do rozpowszechniania informacji: np. w razie wystąpienia sygnału o rozregulowaniu do inżyniera jakości można automatycznie wysłać e-mail z kartą kontrolną.

Trudno przecenić rolę Internetu jako środka przekazu informacji. *SEWSS* może być zarówno odbiorcą informacji z sieci WWW poprzez odpowiednie źródła danych, jak i w pełni automatycznie lub na żądanie użytkownika generować strony HTML z wynikami analiz. Wszelkie raporty mogą być na bieżąco publikowane w Internecie. Poniższy rysunek przedstawia przykładowy raport HTML umieszczony w Intranecie



Interakcyjny dostęp poprzez Internet do raportów zdefiniowanych w *SEWSS* umożliwia *WebSEWSS*. Dzięki niemu użytkownicy systemu *SEWSS* przebywający w dowolnym miejscu na świecie mogą interakcyjnie przeglądać aktualne raporty, karty kontrolne i zestawienia. Wszystko, czego potrzeba, to komputer z dostępem do Internetu i przeglądarką sieciową oraz prawo dostępu do zasobów danych.

Korzystnie z *WebSEWSS* rozpoczynamy od podania swojego identyfikatora i hasła. Po zalogowaniu w panelu po lewej stronie wyświetlany jest schemat systemu *WebSEWSS* wraz z listą raportów, do których użytkownik ma prawo dostępu. Raport, wskazany przez użytkownika w schemacie systemu, wyświetlany jest w panelu po prawej stronie. Oprócz raportu w schemacie *WebSEWSS* widoczne są obiekty, z których składa się raport (wykresy oraz arkusze wyników). Pozwala to szybko odnaleźć konkretne składniki raportów. Przykładowe okno przeglądarki dla osoby korzystającej z *WebSEWSS* widzimy poniżej.



Raporty oglądane przez użytkownika *WebSEWSS* są automatycznie odświeżane na serwerze co minutę na podstawie aktualnych danych, dzięki czemu użytkownik uzyskuje informację o bieżącym stanie procesów.

Najważniejsze cechy systemu *SEWSS*

Łatwy i szybki dostęp do danych

Użytkownicy nie znający języka SQL i zaawansowanej technologii informatycznej potrzebują łatwego dostępu do danych z różnych baz korporacji. System umożliwia im to poprzez przechowywanie gotowych zapytań, które można wykorzystać do pobrania danych. Zapytania do baz danych można budować w intuicyjny sposób za pomocą graficznego środowiska użytkownika.

Praca grupowa i współdzielenie wiedzy

SEWSS umożliwia pracę grupową, dzięki czemu podnosi efektywność pracy swoich użytkowników. Obiekty systemu (analizy, raporty, definicje dostępu do danych) stworzone przez jednego użytkownika mogą być udostępnione innym użytkownikom. Wiele osób może korzystać z pracy wykonanej przez jedną osobę i nie ma potrzeby wielokrotnego powtarzania tych samych czynności przez różnych użytkowników.

Dostosowanie do użytkownika

Użytkownicy mają dostęp do tych informacji, których potrzebują. Wygląd systemu określany jest w momencie zalogowania użytkownika i uzależniony jest od uprawnień użytkownika oraz grup, do których on należy. Dzięki takiemu rozwiązaniu łatwiej znaleźć odpowiednie analizy - nie są widoczne te elementy systemu, które danemu użytkownikowi nie są potrzebne, a jedynie zaciemniałyby obraz.



Skalowalność

System jest w pełni skalowalny i bezproblemowo rośnie wraz z potrzebami firmy. Można zacząć od niewielkiej instalacji i przejść do skali całego przedsiębiorstwa, bez konieczności wymiany systemu czy zmiany jego architektury.

Bogaty zestaw narzędzi analitycznych

Częścią *SEWSS* jest *STATISTICA* - pakiet wysokiej jakości narzędzi wizualizacji i analizy danych, który od momentu wejścia na rynek wygrywa wszystkie porównania z innymi programami tego typu. Warto zwrócić uwagę na dostępne w systemie wydajne narzędzia *data mining* (zglębianie danych), dzięki którym system może automatycznie generować reguły decyzyjne (np. czy klient będzie lojalny wobec marki), wybierać cechy w istotny sposób wpływające na siebie, prognozować i budować modele zależności.

Organizacja dostępu do wyników analiz

Samo wykonanie analizy danych to dopiero połowa drogi. Konieczne jest dostarczenie wyników analizy wszystkim zainteresowanym i uprawnionym do dostępu do tych informacji osobom. Jeżeli takich osób jest wiele to może się okazać, że analityk więcej czasu spędza na rozsyłanie raportów do odbiorców niż na same analizy.

Raporty *SEWSS* są aktywne – oznacza to, że tworzone są w wyniku analizy aktualnych danych i mogą być modyfikowane przez użytkownika w dowolnym zakresie (np. można zmienić skalę wykresu, tak aby wyraźniej pokazać dane dotyczące tylko ostatniego półrocza).

Niski koszt wdrożenia i korzystania z systemu

SEWSS jest systemem z półki. Wymagane jest zwykle pewne przystosowanie go do konkretnych potrzeb (wstępna konfiguracja), jednak jest to proces prosty i szybki. System jest rozwiązaniem sprawdzonym i unika się wielu pułapek związanych z aplikacjami tworzonymi na zamówienie (długie czasy wdrożenia, problemy z utrzymaniem się w harmonogramie, odkrywanie błędów konstrukcyjnych w trakcie pracy z systemem i ciągle ich usuwanie). Narzędzia administracyjne pozwalają łatwo rozbudowywać system o nowe analizy, raporty, dodawać nowych użytkowników.

Centralne zarządzanie i łatwość administracji

Większość operacji administracyjnych w systemie (takich jak na przykład definiowanie nowego profilu dostępu do danych) można wykonać za pomocą wygodnych kreatorów. Zmiany zapisane w *SEWSS* (wprowadzone przez administratora) są od razu uwzględniane na stacjach roboczych użytkowników.

Polska wersja

SEWSS dostępny jest w wielu wersjach językowych, m.in. w polskiej i angielskiej.

Literatura

1. Kendall J., Fulenwinder D.O., Six Sigma, e-commerce pose new challenges, [w:] "Quality Progress", vol 33/7.
2. Maguire M., Cowboy Quality, [w:] "Quality Progress", vol 32/10.
3. Pearson T.A., Measurements and the knowledge revolution, [w:] "Quality Progress", vol 32/9.
4. Iwasiewicz A., Zarządzanie jakością, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa – Kraków 1999.



5. Systemy analizy danych dla całej organizacji – *SENS* i *SEWSS*, StatSoft Polska, Kraków 1999.