

KIWIEL



POLSKA AKADEMIA NAUK
Instytut Badań Systemowych

WSPOMAGANIE DECYZJI

SYSTEMY EKSPERCKIE

pod redakcją

Romana Kulikowskiego i Lucyny Bogdan

Warszawa 1995

WSPOMAGANIE DECYZJI

SYSTEMY EKSPERCKIE

pod redakcją

Romana Kulikowskiego i Lucyny Bogdan

Warszawa 1995

Wydano z wykorzystaniem dotacji
KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH

Materiały konferencji: "Analiza Decyzyjna, Systemy Ekspertckie, Zastosowania Systemów Komputerowych",
Warszawa, 25-27 maja 1994r.

Komitet Programowy Konferencji:

Andrzej Ameljańczyk, Zdzisław Bubnicki, Wiesław Grudzewski, Olgierd Hryniewicz, Janusz Kacprzyk, Lech Kruś, Roman Kulikowski (przewodniczący), Kazimierz Mańczak, Ireneusz Nykowski, Zdzisław Pawlak, Roman Słowiński, Andrzej Straszak, Andrzej Weryński, Andrzej Wierzbicki.

Wykonano z oryginałów tekstowych dostarczonych przez autorów

© Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa 1995

ISBN 83-85847-85-5

SYSTEM EKSPERCKI DO STATYSTYCZNEJ KONTROLI JAKOŚCI*

Olgierd Hryniewicz, Cezary Iwański
Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa

1. Wstęp.

Otwarcie się polskiego rynku na świat postawiło przemysł przed problemem istotnej poprawy jakości produkowanych wyrobów. Zacofanie jakie w tym zakresie jest typowe dla polskiego przemysłu dotyczy wielu aspektów: organizacyjnych, ekonomicznych, technologicznych i innych. Drogą do jego przezwyciężenia jest wprowadzenie systemu zapewnienia jakości zgodnego z zaleceniami norm serii ISO 9000. Zalecenia tych norm dotyczą, przede wszystkim, przedsięwzięć o charakterze organizacyjnym. Jedynym zaleceniem o charakterze "technologicznym" jest wskazanie na metody statystyczne wykorzystywane na różnych etapach procesu produkcyjnego. Metody te, zwane metodami statystycznego sterowania jakością (SSJ), znane są od kilkudziesięciu lat i opisane w wielu podręcznikach i normach międzynarodowych opracowanych przez komitet TC69 ISO. Niestety, materiały te są albo w Polsce niedostępne, albo też zostały opisane w książkach, które były wydane głównie w latach siedemdziesiątych. W rezultacie dostęp praktyków do materiałów dotyczących zastosowań metod SSJ jest w praktyce bardzo niski.

Metody statystycznego sterowania jakością opracowane zostały z myślą o "normalnym" użytkowniku i ich zrozumienie nie wymaga specjalnych studiów. Konieczna jest jednak znajomość podstawowych pojęć specjalistycznych, a także z zakresu statystyki. Wiedza ta powinna być rozszerzana, tak by umożliwić efektywne wykorzystanie procedur SSJ, które zostały sprawdzone w praktyce i są szeroko stosowane w świecie. Niestety, nic nie wskazuje na to by w bliskiej przyszłości kadry polskiego przemysłu zostały przeszkolone w zakresie stosowania nowoczesnych metod statystycznych. Praktyka przemysłowa w krajach rozwiniętych wykazuje jednak, że ograniczenie się wyłącznie do podstawowej wiedzy na ten temat nie wystarczy by efektywnie wykorzystać dostępne metody statystyczne. W sytuacji gdy na rynku nie ma odpowiednich podręczników a liczba specjalistów-konsultantów jest bardzo

* Praca wykonana w ramach Projektu Badawczego nr 802899101 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych

ograniczona efektywnym rozwiązaniem może być opracowanie systemu eksperckiego wspomagającego pracę praktyków odpowiedzialnych za jakość.

2. Cele i zadania systemu eksperckiego do statystycznej kontroli jakości.

Statystyczne sterowanie jakością obejmuje wykorzystanie metod statystycznych na różnych etapach procesu produkcyjnego począwszy od fazy projektowania wyrobu poprzez badania prototypów i serii próbnych, kontrolę w toku produkcji, a skończywszy na badaniach końcowych i eksploatacyjnych. Metody wykorzystywane w trakcie procesu produkcyjnego oraz do kontroli odbiorczej nazywane są tradycyjnie metodami statystycznej kontroli jakości (SKJ). Opracowano dziesiątki różnych metod (procedur) SKJ, które przeznaczone są do wykorzystania w różnych sytuacjach praktycznych. Jest rzeczą oczywistą, że zastosowanie danej metody w warunkach odmiennych od tych, dla których została ona wykorzystana może prowadzić do negatywnych efektów. W najlepszym razie zastosowanie niewłaściwej procedury jest równoznaczne zmarnowaniu poniesionych nakładów, co z kolei prowadzi do niesłusznego podważania celowości stosowania tych metod w praktyce.

Podstawowym celem systemu eksperckiego staje się więc **pomoc w zidentyfikowaniu problemu wymagającego wykorzystania metod SKJ**, a następnie **zapropozowanie właściwej dla tego problemu procedury statystycznej**. Przez zaproponowanie odpowiedniej procedury należy rozumieć nie tylko wskazanie na jej rodzaj ale także jej zaprojektowanie, tzn. określenie jej parametrów.

W sytuacji gdy większość potencjalnych użytkowników systemu eksperckiego ma tylko powierzchowna znajomość problemów, metod i terminologii statystycznej kontroli jakości zadania systemu muszą obejmować:

- możliwość przeprowadzenia konwersacji z użytkownikiem w języku dla niego zrozumiałym w celu zidentyfikowania rzeczywistego problemu kontroli jakości,
- wskazanie możliwości rozwiązania tego problemu z wykorzystaniem metod SKJ,
- wybór właściwej dla danego przypadku procedury statystycznej,
- wyznaczenie parametrów tej procedury,
- poinformowanie użytkownika o sposobie wykorzystania zaprojektowanej procedury w praktyce.

Ze względu na to, że potencjalni użytkownicy systemu odznaczają się bardzo zróżnicowaną wiedzą na temat SKJ konieczne jest rozbudowanie mechanizmów objaśniających, na przykład w postaci łatwo dostępnej pomocy kontekstowej.

Innym zadaniem, które musi spełniać system ekspercki jest możliwość łatwego analizowania różnych wariantów analizowanej sytuacji. Z praktyki przemysłowej wynika, że tylko w sporadycznych przypadkach jesteśmy w stanie zidentyfikować problem w sposób jednoznaczny. Procedura konwersacji pomiędzy użytkownikiem a systemem musi zawierać mechanizmy łatwego tworzenia różnych wariantów, ich zapamiętywania i odtwarzania. Wprowadzenie takich mechanizmów do systemu eksperckiego umożliwia jego zastosowanie również jako komputerowego systemu edukacyjnego. W sytuacji gdy zdobycie właściwej wiedzy na temat metod

statystycznego sterowania jakością nie jest łatwe możliwość wykorzystania systemu dla celów edukacyjnych wydaje się być rzeczą istotną.

Wejście polskich producentów na rynki europejskie związane jest z koniecznością dostosowania się do obowiązujących tam wymagań. Przy stawianiu takich wymagań wykorzystuje się dokumenty normatywne zalecane przez międzynarodową organizację normalizacyjną ISO. Dokumenty ISO są sukcesywnie wprowadzane do Polski, jednakże ich znajomość jest wciąż niedostateczna. System ekspercki musi więc uwzględnić istniejącą sytuację i swym zakresem objąć procedury statystyczne zalecane przez normy krajowe i - przede wszystkim - międzynarodowe.

3. Koncepcja systemu eksperckiego SESJA.

Na światowym rynku oprogramowania nie ma powszechnie dostępnych systemów eksperckich realizujących omówione powyżej zadania. Wśród przyczyn tego zjawiska można wymienić trzy:

- powszechną dostępność literatury dotyczącej zastosowań metod statystycznych w sterowaniu jakością,
- rozbudowany system szkoleń w zakresie jakości,
- istnienie wielu specjalistycznych firm konsultacyjnych.

Dostępne oprogramowanie przeznaczone jest raczej dla osób zaznajomionych w sposób dostateczny z problemami sterowania jakością i metodami ich rozwiązywania. W związku z tym nacisk położony jest nie na wybór odpowiednich procedur i projektowanie ich parametrów (zakłada się, że użytkownik potrafi to zrobić sam) tylko na wygodne przetwarzanie danych pomiarowych oraz na czytelną prezentację wyników analiz. Idealny system ekspercki do sterowania jakością produkcji powinien obejmować obydwa te zagadnienia. Wydaje się jednak, że w chwili obecnej ważniejszy jest problem wyboru i stosowania w praktyce odpowiednich procedur statystycznych niż komputerowego przetwarzania wyników analiz, które nb. przez dziesiątki lat wykonywane były z powodzeniem ręcznie. W związku z tym opracowany w Instytucie Badań Systemowych PAN w ramach finansowanego przez Komitet Badań Naukowych Projektu Badawczego nr 802899101 system ekspercki SESJA przeznaczony jest właśnie do tego celu.

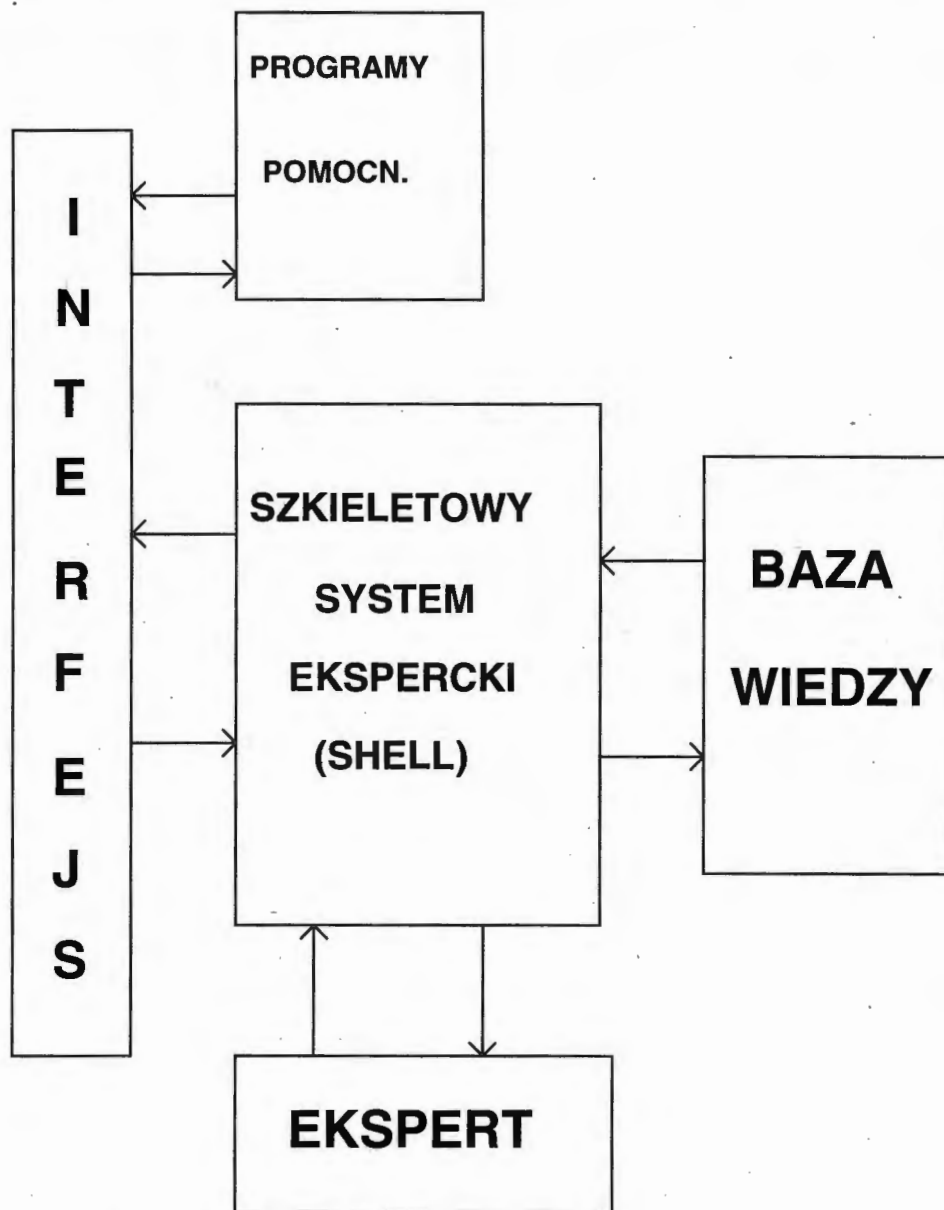
W systemie eksperckim SESJA można wydzielić trzy zasadnicze bloki (Rys 1.):

- interfejs użytkownika,
- szkieletowy system ekspercki (shell) wykorzystywany do akwizycji wiedzy ekspertów oraz do przeprowadzenia ekspertyz,
- baza wiedzy obejmująca reguły i fakty wykorzystywane do identyfikacji problemu oraz do projektowania procedur statystycznych.

Ponadto system SESJA umożliwia dołączanie specjalistycznych programów pomocniczych wykorzystywanych przez użytkownika poza właściwym systemem eksperckim.

Zasadnicza koncepcja budowy systemu SESJA polega na oddzieleniu pracy eksperta od tego co widzi użytkownik. Przyjęto założenie, że baza wiedzy budowana będzie przez ekspertów z wykorzystaniem profesjonalnego systemu szkieletowego (shella). Praktyka pokazała, że dostępne na rynku systemy szkieletowe doskonale nadają

się do budowania i testowania baz wiedzy przez ekspertów, natomiast nie dysponują środkami komunikacji z użytkownikiem adekwatnymi do stawianych systemowi zadań. W rezultacie do budowy bazy wiedzy wykorzystano opracowany w



Rys. 1. Schemat blokowy systemu eksperckiego SESJA

IBS PAN przez C.Iwańskiego szkieletowy system ekspercki SOKRATES. O wyborze tego systemu zadecydowała łatwość z jaką można do niego dołączyć procedury numeryczne. Ponieważ przy projektowaniu procedur statystycznych konieczne było wykorzystanie wielu, często złożonych, algorytmów obliczeniowych system szkieletowy SOKRATES wydawał się do tego celu szczególnie przydatny. Opracowana przy pomocy SOKRATESA baza wiedzy jest typową bazą regułową, której fakty numeryczne wyznaczane są przez dołączone procedury numeryczne.

4. Zasady pracy z systemem SESJA.

Użytkownik pracujący z systemem SESJA komunikuje się z nim za pomocą interfejsu napisanego zgodnie ze standardem Turbo Vision. Do wydawania poleceń wykorzystany jest system "opadających" menu uruchamianych z klawiatury lub przy pomocy myszy. Do konwersacji z systemem służy ujednolicony system okien wyboru oraz okien do wprowadzania wartości liczbowych.

Jak już wspomniano podstawowym problemem praktycznym jest opracowanie prostego i zrozumiałego dla czytelnika sposobu przekazywania informacji do systemu. W systemie SESJA zastosowano metodę konwersacji polegającą na każdorazowym wyborze jednej spośród kilku dostępnych opcji wyświetlanych w znormalizowanym oknie wyboru. Użytkownik proszony jest o odpowiedź na dane pytanie, przy czym odpowiedź tę należy wybrać z wyświetlonego zbioru alternatyw. Wybór może być dokonany z klawiatury ("gorące klucze") lub przy pomocy myszy. Jeżeli wymagane jest wprowadzenie wielkości numerycznej otwiera się znormalizowane okienko edycyjne. Ponieważ od wybranych odpowiedzi uzależniona jest treść ekspertyzy należy zminimalizować możliwość wyboru niewłaściwej opcji wynikającą z niezrozumienia pytania lub też z niewłaściwej interpretacji stosowanych w kontroli jakości terminów. W związku z tym z każdym oknem służącym do wprowadzania informacji związana jest rozbudowana pomoc kontekstowa mająca na celu wyjaśnienie powstałych wątpliwości.

Po wprowadzeniu wymaganych przez system ekspercki informacji uruchamiany jest mechanizm wnioskujący. Wynik ekspertyzy przedstawiony jest w postaci pliku tekstowego wyświetlanego w odpowiednim oknie. Zawartość okna ekspertyzy może być przewijana oraz wydrukowana na dołączonej do komputera drukarce.

Istotną cechą systemu sesja jest możliwość łatwego opracowywania wariantowych ekspertyz. Wybrane przez użytkownika odpowiedzi na postawione przez system pytania, a także wprowadzone przez niego numeryczne wartości parametrów przechowywane są na specjalnej liście. Lista ta może być przeglądana i drukowana (drukowanie danych wejściowych). Istnieje też możliwość zmiany udzielonej odpowiedzi. Po wybraniu z wyświetlonej listy odpowiedzi (lub wartości numerycznej) którą chcemy zmienić otwiera się odpowiednie okno dialogowe służące do wprowadzenia interesującej nas informacji. Jeżeli zmiana informacji wejściowej może spowodować zmianę wprowadzanych po niej pozostałych informacji system automatycznie zadaje odpowiednie pytania. Wprowadzona informację wejściową można zapamiętać na pliku i wykorzystać ją w przyszłości.

5. Procedury statystycznej kontroli jakości projektowane przez system SESJA.

System ekspercki sesja może być wykorzystany do dwu rodzajów ekspertyz:

- a) wstępnej ekspertyzy identyfikującej problem oraz wskazującej zalecaną procedurę statystyczną,
- b) właściwej ekspertyzy polegającej na zaprojektowaniu procedury statystycznej kontroli jakości.

Wstępna ekspertyza nie ma charakteru wyczerpującego. Jej zasadniczym celem jest ostrzeżenie użytkownika przed niewłaściwym sformułowaniem problemu, tzn. niewłaściwym określeniem stosowanych charakterystyk jakościowych i niewłaściwym wyborem rodzaju procedury kontrolnej. Przy budowie bazy wiedzy dotyczącej tego zagadnienia kierowano się doświadczeniami wynikającymi z obserwacji niewłaściwego wykorzystania metod SKJ w praktyce. Wynikiem wstępnej ekspertyzy jest też wskazanie rodzaju procedury statystycznej, która może być wykorzystana w rozpatrywanym przypadku, przy czym wskazywana jest zazwyczaj procedura zawarta w normach, a nie koniecznie procedura w danym przypadku najlepsza. Powyższe rozwiązanie przyjęto z następującego powodu: wstępna analiza będzie wykorzystywana przez użytkowników bez specjalistycznego przeszkolenia, którzy oczekują rozwiązań najprostszych - oferowanych zazwyczaj przez normy.

Właściwa ekspertyza pozwala na zaprojektowanie procedur statystycznych należących do trzech zasadniczych grup:

- a) procedur statystycznej kontroli odbiorczej,
- b) procedur statystycznego sterowania jakością procesów produkcyjnych (SPC),
- c) procedur segregacji (odsiewania) wyrobów o złej jakości.

Projektowane procedury statystycznej kontroli odbiorczej:

- jednostopniowe plany kontroli odbiorczej przy klasyfikacji alternatywnej zgodne z normą ISO 2859-1 (dla kontroli normalnej, zaostrożonej i złagodzonej),
- dwustopniowe plany kontroli odbiorczej przy klasyfikacji alternatywnej zgodne z normą ISO 2859-1 (dla kontroli normalnej, zaostrożonej i złagodzonej),
- jednostopniowe plany kontroli odbiorczej przy klasyfikacji alternatywnej do kontroli partii izolowanych zgodne z normą ISO 2859-2,
- procedury kontroli skokowej (skip-lot) zgodne z normą ISO 2859-3,
- jednostopniowe plany kontroli odbiorczej przy klasyfikacji wg wartości liczbowej zgodne z normą ISO 3951 (dla kontroli normalnej, zaostrożonej i złagodzonej),
- sekwencyjne plany kontroli odbiorczej przy klasyfikacji alternatywnej zgodne z normą ISO 8422 (dla kontroli normalnej, zaostrożonej i złagodzonej),
- sekwencyjne plany kontroli odbiorczej przy klasyfikacji wg wartości liczbowej zgodne z normą ISO 8423 (dla kontroli normalnej, zaostrożonej i złagodzonej),
- jednostopniowe plany kontroli odbiorczej przy klasyfikacji alternatywnej konstruowane przy postawionych wymaganiach na krzywą OC planu,
- dwustopniowe plany kontroli odbiorczej przy klasyfikacji alternatywnej konstruowane przy postawionych wymaganiach na krzywą OC planu,
- sekwencyjne plany kontroli odbiorczej przy klasyfikacji alternatywnej konstruowane przy postawionych wymaganiach na krzywą OC planu,

- jednostopniowe plany kontroli odbiorczej przy klasyfikacji alternatywnej konstruowane przy postawionych wymaganiach na graniczną średnią jakość wyjściową (AOQL),

- jednostopniowe plany kontroli odbiorczej przy klasyfikacji alternatywnej typu Dodge'a - Romiga z ograniczeniem na AOQL,

- jednostopniowe plany kontroli odbiorczej przy klasyfikacji alternatywnej typu Dodge'a - Romiga z ograniczeniem na LTPD,

- jednostopniowe plany kontroli odbiorczej przy klasyfikacji wg wartości liczbowej konstruowane przy postawionych wymaganiach na krzywą OC planu,

- sekwencyjne plany kontroli odbiorczej przy klasyfikacji wg wartości liczbowej konstruowane przy postawionych wymaganiach na krzywą OC planu,

Projektowane procedury statystycznego sterowania jakością procesów (SPC):

- karta kontrolna X-średnie Shewharta zgodna z normą ISO 8258,

- karta kontrolna mediany Me Shewharta zgodna z normą ISO 8258,

- karta kontrolna rozstępu R Shewharta zgodna z normą ISO 8258,

- karta kontrolna s Shewharta zgodna z normą ISO 8258,

- karta kontrolna X (pojedyncze pomiary) Shewharta zgodna z normą ISO 8258,

- karta kontrolna MR (pojedyncze pomiary) Shewharta zgodna z normą ISO 8258,

- karta kontrolna np Shewharta zgodna z normą ISO 8258,

- karta kontrolna u Shewharta zgodna z normą ISO 8258,

- karta kontrolna sum skumulowanych (CUSUM),

- karta kontrolna X-średnie o zadanych własnościach statystycznych,

- karta kontrolna np o zadanych własnościach statystycznych,

Projektowane procedury segregacji:

- plany kontroli ciągłej typu CSP-2 Dodge'a - Torrey zgodne z normą PN oraz z normą amerykańską Mil-Std 1235,

- plany kontroli ciągłej Bielajewa,

- optymalne procedury segregacji (odsiewania) Anscombe'a.

W przypadku wymienionych powyżej procedur statystycznej kontroli jakości opracowana przez system SESJA ekspertyza obejmuje:

- krótką instrukcję sposobu wykorzystania procedury w praktyce,

- wyznaczone parametry procedury.

6. Podsumowanie.

System SESJA jest jednym z niewielu systemów eksperckich wspomagających pracę specjalistów z dziedziny jakości. Jest to jedyny system, w którym uwzględnione zostały aktualnie obowiązujące normy międzynarodowe ISO. Jego przyszła rozbudowa powinna pójść w dwu niezależnych kierunkach. Po pierwsze należy prowadzić prace nad rozbudową bazy wiedzy związanej ze wstępną ekspertyzą. Istotnym ograniczeniem

jest tu brak ekspertów posiadających zarówno wiedzę teoretyczną jak też i doświadczenie praktyczne. Liczba takich ekspertów jest niewielka i w przyszłości należy do tego celu wykorzystać wiedzę ekspertów zagranicznych. Okazją do tego może być realizacja przedsięwzięcia prowadzonego w ramach europejskiego programu badawczego COPERNICUS i koordynowanego przez uniwersytet w Wuerzburgu (RFN).

Drugim kierunkiem rozwoju systemu SESJA powinno być utworzenie interfejsów do programów gromadzenia danych jakościowych. Dane te mogą być wykorzystywane do projektowania procedur kontrolnych. Ponadto utworzenie takich interfejsów umożliwi podejmowanie decyzji z platformy systemu SESJA, co w chwili obecnej nie jest możliwe. Realizacja zamierzeń należących do tego kierunku wymagać będzie przeniesienia systemu SESJA na platformę programowa Windows.

ISBN 83-85847-85-5

**W celu uzyskania bliższych informacji i zakupu dodatkowych egzemplarzy
prosimy o kontakt
z Instytutem Badań Systemowych PAN
ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa
tel. 36-19-01 w. 241 e-mail: kotuszew@ibspan.waw.pl**