

84/2003

Raport Badawczy
Research Report

RB/83/2003

**Analiza wielokryterialna
a rozwój zrównoważony**

M. Inkielman

Instytut Badań Systemowych
Polska Akademia Nauk

Systems Research Institute
Polish Academy of Sciences



POLSKA AKADEMIA NAUK

Instytut Badań Systemowych

ul. Newelska 6

01-447 Warszawa

tel.: (+48) (22) 8373578

fax: (+48) (22) 8372772

Kierownik Pracowni zgłaszający pracę:
Doc. dr hab. inż. Michał Inkielman

Warszawa 2003

Analiza wielokryterialna a rozwój zrównoważony

Ocena wpływu decyzji początkowych na równowagę (trwałość) rozwoju procesów ekonomicznych na podstawie analizy trajektorii zbiorów efektywnych i stopnia ich efektywności.

Michał Inkielman

Streszczenie

Opracowanie zawiera opis koncepcji analizy wielokryterialnej procesów dynamicznych, opartej na rozwinięciu modelu zbiorów efektywnych z dodatkowym parametrem - stopniem efektywności, na dziedzinę czasu. Celem analizy jest zbadanie trwałości w czasie miary efektywności decyzji podejmowanych w początkowej fazie procesu i ocenianych z punktu widzenia kryteriów śledzących rozwój procesu.

Omawiane jest zastosowanie metody do analizy procesów ekonomicznych w oparciu o prognozy uzyskane za pomocą modelu symulacyjnego.

Obserwacja trajektorii zbiorów efektywnych umożliwia bardziej ogólną ocenę równomierności rozwoju procesu niż to ma miejsce przy metodach badających stałość proporcji zmiennych procesu i kryteriów. Pozwala poszukiwać decyzji, które charakteryzują się bądź niezmienną (w czasie) efektywnością w sensie Pareto, bądź zapewniają wzrost stopnia efektywności.

Podejście to pozwala nie tylko uwzględnić nieporównywalność liczbową różnych kryteriów w ujęciu statycznym – charakteryzującą znane metody analizy wielokryterialnej, ale również jest próbą uogólnienia oceny funkcji celu z dyskontem (o ile przy wskaźnikach finansowych problem ten – lepiej lub gorzej - jest rozwiązywany, o tyle w ogólnym przypadku porównywanie wartości jednego kryterium w dwóch chwilach czasu jest w istocie także zadaniem wielokryterialnym).

Inną dziedziną, w której podejście to mogłoby znaleźć zastosowanie jest rozwiązywanie zadań dyskretnej optymalizacji dynamicznej z wykorzystaniem reguł decyzyjnych do redukcji wymiaru zadania. Śledzenie trajektorii zbiorów efektywnych w przestrzeni parametrów reguły decyzyjnej pozwala ocenić, czy stała postać reguły nie ogranicza skuteczności sterowania w dłuższym horyzoncie czasu.

1. Wstęp

Problem optymalizacji ze skalarnym kryterium w przypadku sterowania procesami dynamicznymi, dyskretyzacja zadania w czasie pozwala sprowadzić zadanie do algorytmów dyskretnej optymalizacji dynamicznej bądź zadań statycznych o N razy większym wymiarze (w przypadku liniowym nie jest to istotne utrudnienie). Jeśli kryterium optymalizacji nie opiera się na pojedynczej wartości zmiennych procesu, np., w stanie końcowym, lecz na funkcjach czasu w określonym przedziale, problem rozwiązuje się zwykle przez prostą skalaryzację (całkowanie po czasie). Nie zmienia zasadniczo sytuacji także uwzględnienie czynnika czasu za pomocą funkcji wagowej (np., stopa dyskontowa w ocenie ciągów finansowych) lub innych funkcji skalaryzujących, np., typu $\text{MIN}()$, $\text{MAX}()$.

Nawet, jeśli przyjmiemy, że w definicji kryterium mamy do czynienia tylko ze skalarną funkcją czasu, powyższe podejście nie musi być uprawnione i nie zawsze potrafimy określić racjonalną funkcję skalaryzującą. W tej sytuacji może być celowe rozpatrywanie optymalizacji wieloetapowej jako zadania wielokryterialnego. Do takiego zadania sprowadza się w sposób oczywisty przypadek, gdy funkcja kryterium zmienia się z etapu na etap.

W niektórych przypadkach w celu uproszczenia zadania poszukiwania optymalnej funkcji czasu konstruuje się algorytm sterowania w postaci arbitralnie ustalonej *reguły decyzyjnej* i wbudowując go do modelu procesu poszukuje optymalnych wartości jej parametrów – godząc się na rozwiązania suboptymalne. Przykłady tego typu zadań w dziedzinie sterowania zasobami wodnymi w systemie wodno-gospodarczym można znaleźć w monografii [1]. Przyjęcie stałych wartości parametrów reguł w określonych przedziałach czasu lub nawet w całym horyzoncie sterowania pozwala istotnie obniżyć wymiar wektora sterowania. Podobne podejście zastosowano, np., przy poszukiwaniu optymalnej polityki płacowej w modelu makroekonomicznym Polski [3, 4], przyjmując stałe wartości parametrów funkcji rewaloryzacji płac w okresach 2-3 letnich. Oznacza to, że w wielu przypadkach zadanie optymalizacji dynamicznej sprowadzamy do uproszczonego zadania poszukiwania sterowania, którego poszukiwane parametry możemy traktować jako decyzje startowe procesu.

W opisanych wyżej sytuacjach pojawia się, po pierwsze, problem suboptymalności i oceny jej skuteczności w całym rozpatrywanym horyzoncie czasu, po drugie, problem

poszukiwania rozwiązań, które mogą być traktowane jako dobre względnie niezależnie od długości tego horyzontu.

Jeśli w takiej sytuacji okaże się ponadto, że funkcja kryterialna procesu jest istotnie wektorowa (a tak jest w obu przypadkach przykładów przytoczonych wyżej) zastosowanie klasycznego podejścia przez analizę statycznie rozumianych zbiorów rozwiązań efektywnych w dziedzinie funkcji kryterium nie może dać konstruktywnych rezultatów.

W znanych metodach optymalizacji wielokryterialnej [] najczęściej przyjmuje się, że analizowany jest bezpośrednio zbiór rozwiązań efektywnych określony bezpośrednio w przestrzeni kryteriów i jako decyzję traktuje się wybór rozwiązania. W przypadku, gdy wybrane rozwiązania osiągnane są poprzez określony proces (fizyczny, ekonomiczny, itp) charakteryzujący się odpowiednimi związkami funkcyjnymi między faktycznie podejmowanymi decyzjami i rozwiązaniami, interesująca może być analiza zbiorów efektywnych przedstawionych w przestrzeni zmiennych decyzyjnych. Jednym z przypadków jest analiza w przestrzeni sterowań zadań, w których zbiór możliwych kryteriów jest duży i nie można *a priori* ustalić, jakie ich podzbiory mogą być istotne dla decydenta. Taka analiza może być prowadzona z wykorzystaniem pojęcia stopnia efektywności decyzji [8, 7, 11].

Innym powodem celowości analizy zbiorów efektywnych w dziedzinie zmiennych decyzyjnych (sterowań) jest fakt, że w rzeczywistych obiektach sterowania mamy zawsze do czynienia z zakłóceniami powodującymi, że efekt sterowania jest obciążony błędem. Dopóki zależność funkcyjna między sterowaniem i rozwiązaniem jest dostatecznie „gładka” i porządek rozwiązań w przestrzeni kryteriów i przestrzeni sterowań jest podobny, nie stanowi to poważnego problemu. Może się jednak okazać się, że część rozwiązań w przestrzeni kryteriów odpowiada odosobnionym punktom w przestrzeni sterowań, wokół których znajdują się rozwiązania nieefektywne. Ze względów praktycznych należałoby takie rozwiązania odrzucić, jako ryzykowne z uwagi na to, że niewielkie, przypadkowe przesunięcie charakterystyki procesu spowoduje, że rozwiązanie przestanie być efektywne.

Biorąc pod uwagę wszystkie wspomniane wyżej aspekty, zajmiemy się obecnie przypadkiem procesu dynamicznego sterowanego w określonych horyzoncie czasu, dla którego zbiór kryteriów wynika zarówno z dużej liczby zmiennych, których wartości są istotne dla decydenta jak i z faktu, że ograniczona jest porównywalność wartości tych zmiennych w różnych chwilach czasu.

2. Proces rozwoju ekonomicznego jako obiekt analizy wielokryterialnej

2.1. Model symulacyjny

W IBS PAN opracowano [4] dynamiczny średniookresowy model symulacyjny gospodarki polskiej, uwzględniający 6 sektorów wyodrębnionych ze względu na rodzaj wytwarzanych produktów (surowce, dobra inwestycyjne i konsumpcyjne) oraz formę własności (państwowa i prywatna). Model umożliwia obserwację dużej liczby zmiennych makroekonomicznych, zawiera ponad 1000 zmiennych szczegółowych i oblicza wszystkie ważniejsze wskaźniki makroekonomiczne (takie jak: PKB, konsumpcja, ceny, bezrobocie, bilans handlu zagranicznego, inwestycje, itd.).

Obliczenia numeryczne prowadzono dla modelu dostrojonego do danych statystycznych dla Polski w latach 1994-1996 i policzonego w horyzoncie 10 lat (do 2004 roku).

Dysponowanie modelem umożliwia eksperymentowanie na komputerze, a nie na żywym organizmie społeczno-gospodarczym. Daje odpowiedź na pytanie „co by było gdyby...”. Model służy również do celów poznawczych, umożliwiając badanie statycznych i dynamicznych sprzężeń między zmiennymi makroekonomicznymi, ich wrażliwość na zmiany różnorodnych parametrów.

Model umożliwia badanie wpływu zmiennych decyzyjnych, będących instrumentami polityki ekonomicznej, na rozwój gospodarczy kraju. Odpowiada na pytanie o skutki gospodarcze prowadzenia określonej polityki fiskalnej, charakteryzowanej przez wysokość stóp podatkowych i akcyzy, poziom planowanego dopuszczalnego deficytu budżetowego w stosunku do PKB, priorytety przy zwiększaniu bądź redukcji wydatków budżetowych. Model może również służyć do analizy polityki monetarnej poprzez określenie wpływu instrumentów polityki pieniężnej, takich jak stopa procentowa lub kurs walutowy na podstawowe kategorie makroekonomiczne, w szczególności na poziom inflacji, wzrost gospodarczy, bezrobocie, handel zagraniczny. Model pozwala badać wpływ takich wielkości, które wprawdzie nie poddają się bezpośredniemu sterowaniu (przez wyznaczanie ich wartości), na które jednakże rząd lub bank centralny może oddziaływać w pewnym stopniu pośrednio poprzez politykę gospodarczą państwa. W opisywanym modelu takimi zmiennymi są przykładowo wielkość i struktura kredytów czy też

współczynnik indeksacji płac. Ponadto, model pomaga odpowiadać na pytania o wpływ na uzyskiwane wyniki ekonomiczne założonych mechanizmów gospodarczych

2.2. Wykorzystanie czastkowej analizy wielokryterialnej do ograniczenia obszaru scenariuszy symulacyjnych.

W pracy [4] intensywnie posługiwano się analiza wielokryterianą nie względem wszystkich zmiennych decyzyjnych równocześnie, lecz względem ich par, co pozwoliło bez budowy specjalnego aparatu matematycznego, jedynie na podstawie analizy wykresów dwuwymiarowych określić racjonalne obszary zmienności zmiennych decyzyjnych na podstawie ich stopnia efektywności [8, 7, 11].

Nie będziemy przytaczać tu szczegółów tych badań. Zwrócimy jedynie uwagę na pewne dotychczas nie rozważane ich aspekty.

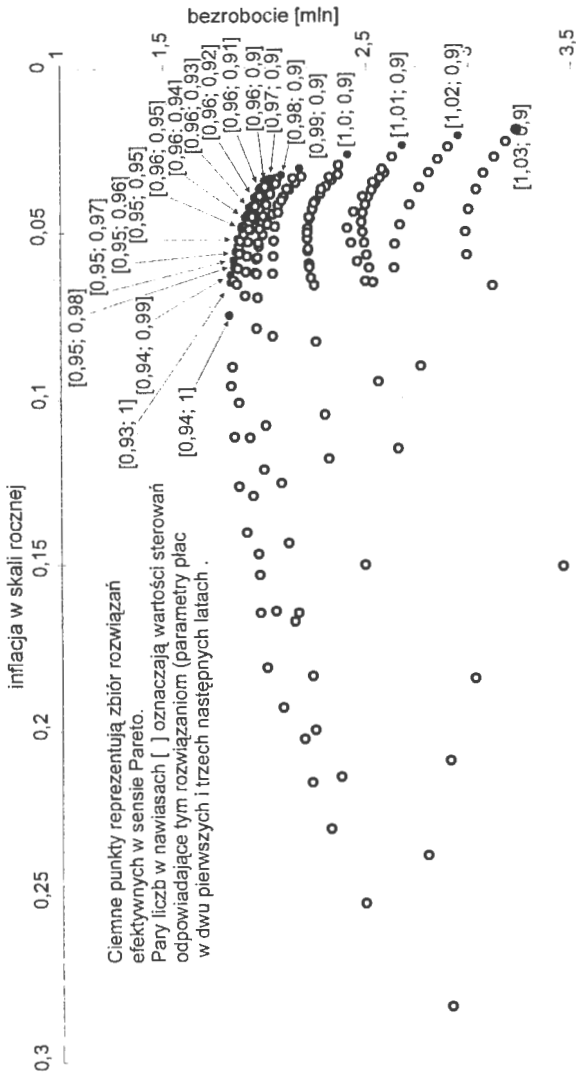
Jeśli rozpatrujemy zmienne decyzyjne, które odpowiadają decyzjom podejmowanym w kolejnych okresach, to wiadomo, że o ile decyzję podejmowaną w danej chwili możemy uważać za pewną i dokładnie określoną, to wszystkie przyszłe decyzje są coraz mniej pewne i z coraz mniejszą dokładnością możemy je określić. Rozpatrzmy tu przykład analizy dwóch decyzji makroekonomicznych związanych z polityką płacowa: indeksacji płac w dwóch początkowych lat i indeksacji płac w końcowym okresie 5-letniego horyzontu z punktu widzenia kryteriów: inflacja i bezrobocie na końcu tego horyzontu. Na rys.1 przedstawiono wyniki modelu symulacyjnego na płaszczyźnie wybranych kryteriów, gdzie spośród wszystkich wyników wyróżniono rozwiązania efektywne w sensie Pareto. Na płaszczyźnie 2 kryteriów zbiory efektywne można łatwo określić graficznie, dla większej liczby kryteriów opracowano specjalny algorytm (patrz DODATEK), dostatecznie szybki aby skutecznie określić zbiór efektywny dla kilkuset rozwiązań z 10 składowymi kryterium.

Na rys.2 przedstawiono rozwiązania efektywne tego przykładu na płaszczyźnie wybranych sterowań.

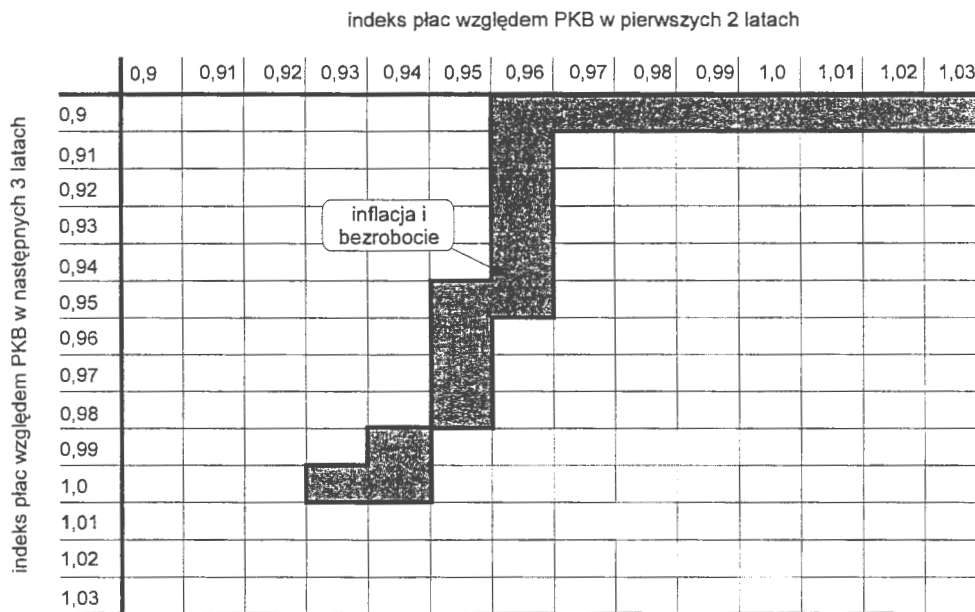
Jeśli przyjąć, że decyzja dotycząca pierwszych dwóch lat jest względnie pewna, natomiast indeksacja płac w następnych latach obarczona jest dużym marginesem niepewności, wówczas na podstawie wykresu obszaru efektywnego na rys.2 łatwo wyciągniemy wniosek, że w pierwszym okresie należy przyjąć wartość parametru indeksacji 0,96 lub 0,95, mimo, że teoretycznie może ona mieścić się w zakresie 0,93-1,03.

Podobnie rozumując w przypadku ocen stopnia efektywności rozwiązań większą liczbę kryteriów i ich kombinacji (rys. 5) możemy zauważyć, że przyjęcie parametru indeksacji w pierwszym okresie na poziomie nieco ponad 0,99 zapewnia mniejszą wrażliwość stopnia efektywności na jego zmiany w dalszym okresie niż na poziomie 0,98 bez straty efektywności w punkcie wybranym teoretycznie (0,99;0,99).

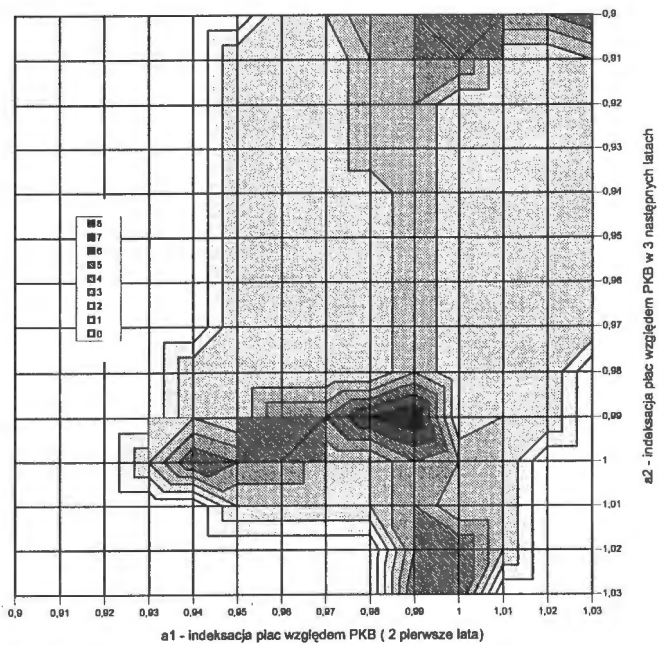
Nie ma potrzeby udowadniać korzyści takiej analizy: decydent otrzymuje ważną informację umożliwiającą znaczną redukcję obszaru wyboru decyzji, które z definicji efektywności są nierozróżnialne.



Rys.1 Zbiór rozwiązań modelu dla różnych polityk płacowych w horyzoncie 5 lat (1997 - 2001) na płaszczyźnie dwóch kryteriów (inflacja roczna i bezrobocie w IV kwartale 2001 r)



Rys.2 Zbiór z poprzedniego rysunku przedstawiony na płaszczyźnie sterowania (decyzji)



Rys.3 Przykład zbioru efektywnego z określonym stopniem efektywności, w przestrzeni sterowań

2.3. Scenariusze decyzyjne

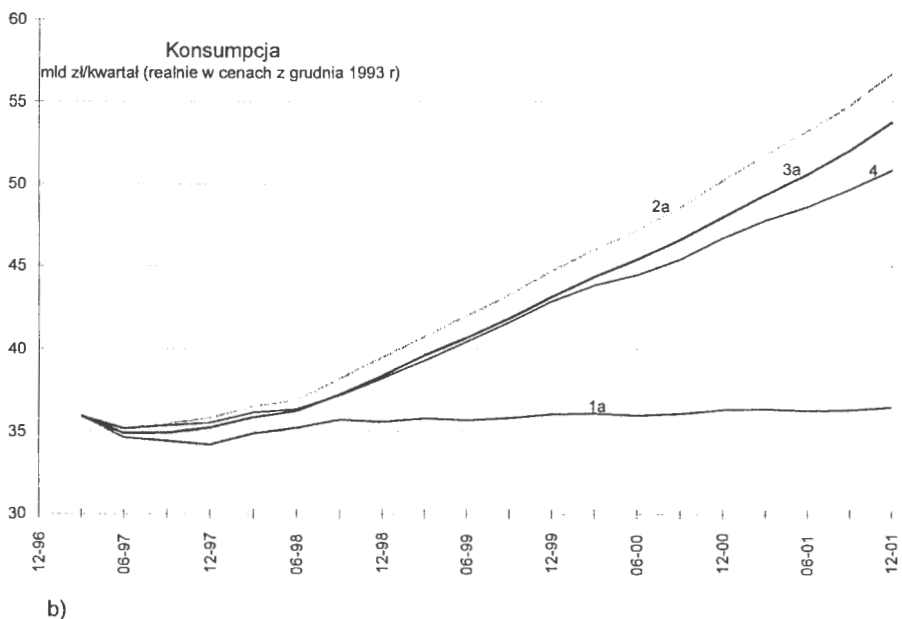
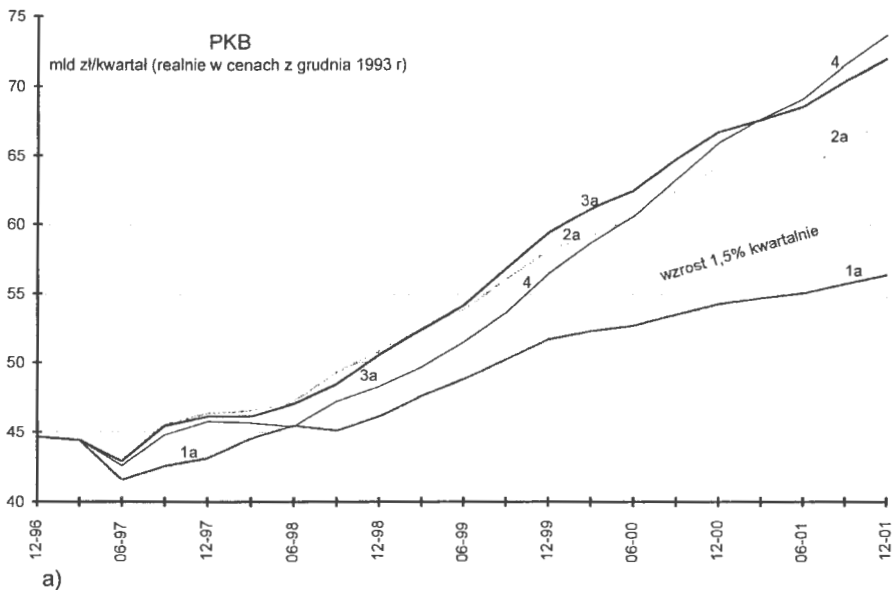
Przeprowadzono wiele badań modelu symulacyjnego [4] konstruując odpowiednie scenariusze rozwoju gospodarczego Polski. Scenariusze te prezentują różne koncepcje polityki makroekonomicznej, oraz odmienne wizje rozwoju gospodarczego kraju. Uzyskano je stosując zaproponowaną metodologię poszukiwania efektywnych ścieżek rozwoju gospodarki narodowej.

Analizowano scenariusze rozwoju odpowiadające różnym celom polityki makroekonomicznej państwa:

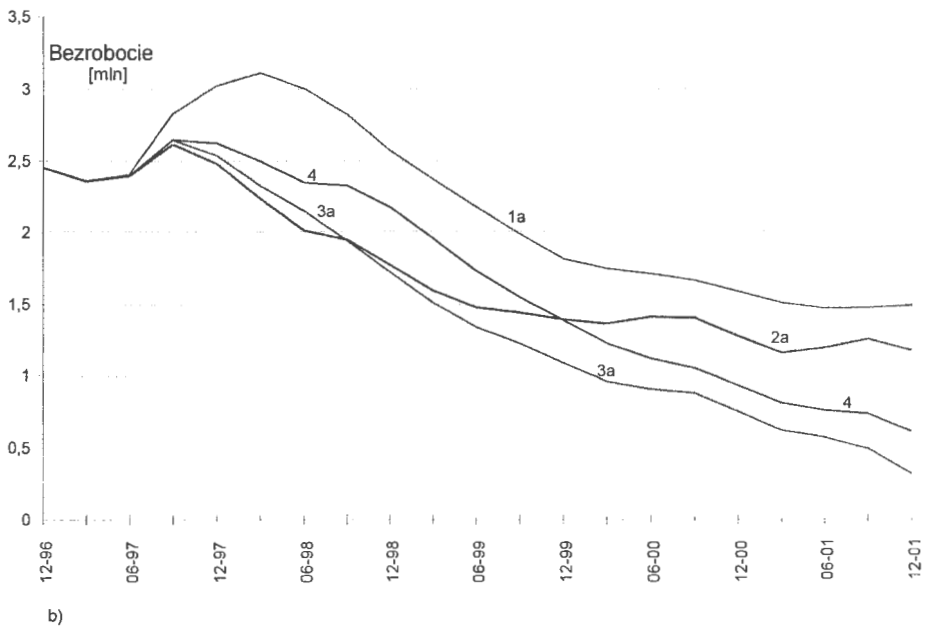
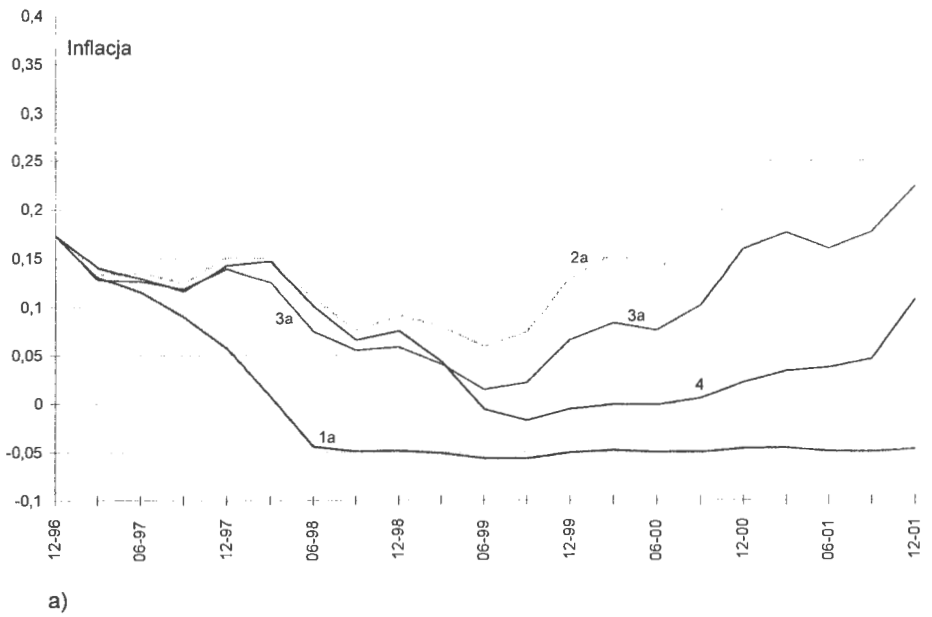
- scenariusz polityki monetarystycznej, której głównym celem jest walka z inflacją,
- scenariusz polityki keynesowskiej, dla której priorytet stanowi wzrost konsumpcji i wydatków budżetowych,
- scenariusz polityki, stawiającej sobie za główne zadanie przyspieszenie wzrostu gospodarczego.

Każda z tych polityk była testowana w dwóch wersjach: skrajnej oraz złagodzonej.

Na podstawie uzyskanych wyników (np. scenariusze przedstawione na rys.4, rys.5) można wysnuć generalny wniosek, że stosowanie jednej polityki przez dłuższy czas, prowadzi do polepszenia niektórych wskaźników gospodarczych (np. w przypadku polityki monetarystycznej - inflacji, stanu finansów publicznych, handlu zagranicznego) kosztem pogorszenia innych wskaźników (np. wzrostu gospodarczego, bezrobocia, konsumpcji). Tak więc, każdej z analizowanych polityk można przypisać pozytywne i negatywne efekty. W długim horyzoncie czasu negatywne skutki przeważają w przypadku wszystkich przebadanych polityk skrajnych. Prowadzą one do sytuacji kryzysowych; przykładowo - bądź do drastycznego deficytu w handlu zagranicznym, bądź do znacznego realnego spadku konsumpcji, bądź do wystąpienia wysokiej inflacji, itp. Wersje skrajne zostały więc odrzucone jako nieefektywne. Dla złagodzonych wersji wymienionych wyżej polityk ekonomicznych uzyskano ciekawe wyniki porównawcze. Scenariusz monetarystyczny daje największe możliwości w zakresie obniżania inflacji i deficytu budżetowego oraz osiągnięcia dobrych wyników w handlu zagranicznym. Z drugiej strony - charakteryzuje się niższym wzrostem gospodarczym, wyższym bezrobociem, niższym poziomem konsumpcji i płac realnych, w porównaniu z pozostałymi scenariuszami. Z kolei scenariusz keynesowski pozwalający uzyskać najwyższy poziom płac realnych i konsumpcji oraz stosunkowo niskie bezrobocie, niesie za sobą także zagrożenia, między innymi duże zadłużenie



Rys. 4 Porównanie przebiegów: a) PKB, b) konsumpcji, przy różnych scenariuszach decyzyjnych



Rys. 5 Porównanie przebiegów: a) inflacji, b) bezrobocia, dla różnych scenariuszy decyzyjnych

zagraniczne w wyniku permanentnego ujemnego bilansu handlu zagranicznego, wysoki deficyt budżetowy oraz zadłużenie przedsiębiorstw, a przede wszystkim powrót wysokiej inflacji. Scenariusz przyspieszonego wzrostu cechuje, wyższy niż w innych scenariuszach, udział inwestycji w PKB. Dzięki temu możliwy jest najszybszy wzrost gospodarczy oraz osiągnięcie najniższego bezrobocia. Niestety po pewnym czasie następuje przegrzanie gospodarki, nie jest ona w stanie samodzielnie ponosić kosztów tak wysokiego tempa inwestowania - rezultatem jest więc niebezpiecznie wysokie zadłużenie zagraniczne i wysoka inflacja.

Na podstawie takich analiz opracowano intuicyjny scenariusz rozwoju gospodarczego, uwzględniający wszystkie podstawowe aspekty rozwoju gospodarki w sposób kompleksowy. Nazwano go scenariuszem zrównoważonego wzrostu, bowiem jego cechą charakterystyczną jest względnie stały udział inwestycji w PKB. Scenariusz ten pozwala uchronić się przed niebezpieczeństwem inflacji i nadmiernego zadłużenia zagranicznego, zapewniając jednocześnie szybkie tempo wzrostu gospodarczego, a także realny wzrost konsumpcji oraz niski poziom bezrobocia, choć te wskaźniki są nieco gorsze niż w scenariuszu keynesowskim czy przyspieszonego wzrostu. Preferowany scenariusz charakteryzuje się wysokim tempem wzrostu PKB, porównywalnym z tym, jaki osiągany jest w scenariuszu maksymalizacji produkcji. Z drugiej strony należy pamiętać, że wysokie tempo wzrostu gospodarczego osiągnane jest, między innymi, kosztem:

- zmniejszenia udziału sfery budżetowej w gospodarce, co powoduje zmniejszenie obciążeń produkcyjnej części gospodarki narodowej, lecz także zmniejszenie udziału wydatków budżetowych na konsumpcję zbiorową w konsumpcji ogółem
- utrzymywania się deficytu w handlu zagranicznym.

Dodajmy, że duży wzrost PKB uzyskiwany jest jedynie przejściowo, aż do wyczerpania pozytywnych efektów, działających w ograniczonym czasie czynników i zjawisk charakterystycznych dla okresu transformacji gospodarki narodowej (np. prywatyzacji, zwiększenia napływu inwestycji zagranicznych, zmian w budżecie państwa, zmiany struktury konsumpcji indywidualnej i zbiorowej, itp.). Jak należało się spodziewać, w ślad za stopniowym wyczerpywaniem się źródeł przyspieszonego wzrostu, również i tempo wzrostu PKB zmalało.

Przytoczone poszukiwania prowadzone były z wykorzystaniem oceny wielokryterialnej rozwiązań w określonym horyzoncie czasu (np. 5 lat) w przekrojach jednej lub dwóch wybranych zmiennych decyzyjnych. Ocena równomierności rozwoju opierała się na wzrokowej ocenie przebiegów czasowych (rys.4,5). Powstaje zatem

pytanie, czy tak skonstruowany scenariusz posiada jakiegokolwiek cechy optymalności? Aby na to odpowiedzieć, należy stworzyć możliwość porównywania go z innymi podobnymi, wykorzystując koncepcję zbiorów efektywnych.

Proste rozszerzenie zbioru kryteriów przez podział horyzontu procesu na N etapów i traktowanie wartości zmiennych takich jak inflacja, bezrobocie, PKB, itd., w tych etapach jako oddzielnych kryteriów powoduje, że zbiór efektywny rozszerza się. Z ogólnych własności zbioru efektywnego wynika bowiem, że dodanie nowego kryterium nie może zmniejszyć tego zbioru (w praktyce zwykle go zwiększa, poza przypadkiem kryteriów nieistotnych –patrz praca doktorska p. Malinowskiej pod kierunkiem prof Gutenbauma) Może dojść do sytuacji, że praktycznie każde dopuszczalne sterowanie znajduje w zbiorze decyzji efektywnych, gdyż jest korzystne z punktu widzenia jakiegoś etapu. Zamiast więc uzyskać pomoc w wyborze decyzji dowiadujemy się, że możemy zrobić cokolwiek. Wynika to między innymi stąd, że traktując składowe kryteriów w kolejnych etapach jako równorzędne w zbiorze kryteriów zapominamy o głównym celu jakim jest *rozwój procesu* – zrównoważony i trwały.

Powstaje więc pomysł, aby analizować zbiory efektywne jako funkcje czasu – horyzontu, w którym oceniane są składowe kryterium.

Szczególnie interesujący staje się obraz rozwiązań efektywnych na płaszczyźnie zmiennych decyzyjnych dla kolejnych horyzontów czasu, w których są „mierzone” wartości funkcji kryterium.

Można tu rozważyć kilka charakterystycznych przypadków:

- 1) zbiory efektywne dla kolejnych okresów są różne lub mają stosunkowo małe części wspólne, a jednocześnie obszar o maksymalnym stopniu efektywności przesuwa się po jednoznacznej trajektorii w trakcie rozwoju procesu;
- 2) zbiory efektywne dla kolejnych okresów zawierają w sobie zbiory poprzednich okresów – zjawisko rozszerzania;
- 3) zbiory efektywne kolejnych okresów są podzbiórami poprzednich okresów – zjawisko zwężania;
- 4) nie zauważa się istotnej zmiany zbioru efektywnego.

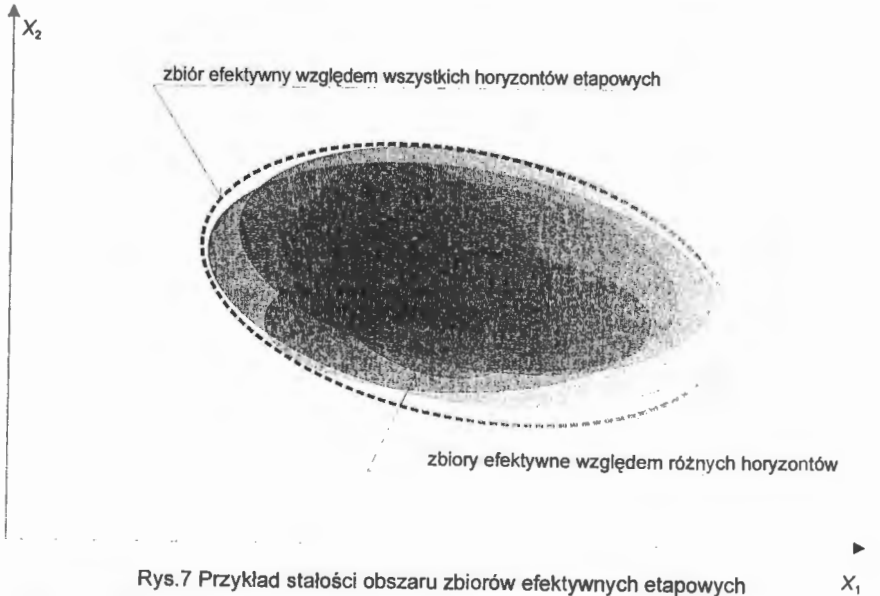
Pierwszy przypadek wskazuje na fakt, że zmienne decyzyjne wybrane jako wektor decyzji ustalany na początku procesu nie mogą zapewnić trwałości rozwoju (zauważmy, że w podtekście definicji „trwałości” rozwoju pojawia się cecha: utrzymywanie w czasie efektywności decyzji podejmowanych na początku). Jeśli decyzje te są wynikiem ustalenia na początku procesu reguł decyzyjnych i stanowią

ich parametry, oznacza to, że wybór postaci reguł nie jest odpowiednio dostosowany do zmienności procesu w czasie¹

Pozostałe przypadki mogą stanowić podstawę do zawężenia zbioru decyzji traktowanych jako efektywne z punktu widzenia całego analizowanego horyzontu



Rys.6 Przykład trajektorii zbiorów efektywnych etapowych



Rys.7 Przykład stałości obszaru zbiorów efektywnych etapowych

¹ Dopasowanie reguł decyzyjnych do zmienności procesu przy jednoczesnym wykorzystaniu ich do optymalizacji parametrów statystycznych, a więc dotyczących dłuższego okresu czasu, a także wynikająca stąd mała skuteczność niektórych postaci reguł, były dyskutowane szeroko w pracy [1]

3. Reprezentacja trajektorii zbioru efektywnego w przestrzeni kryteriów

Chcąc przedstawić zdefiniowane wyżej trajektorie zbiorów efektywnych na płaszczyźnie składowych kryterium otrzymujemy trajektorie poszczególnych rozwiązań. Wynika stąd, że dla każdego rozwiązania możemy utworzyć zerojedynkowe funkcje czasu określające przynależność lub nie danego rozwiązania do zbioru efektywnego. Równomierność (trwałość) rozwoju procesu dla każdego z rozwiązań może być określona jako miara na tej funkcji.

W przypadku, gdy dla rozwiązań efektywnych określamy stopień efektywności (np. rys.5), wówczas funkcje zdefiniowane powyżej mają ogólniejszą postać ciągów liczbowych, co nie utrudnia oceny równomierności rozwoju. Ponadto do analizy takich ciągów można zastosować funkcje wagowe odzwierciedlające rosnący stopień niepewności ocen w stosunku do dalszej przyszłości.

4. Planowane badania

Wydaje się, że uzyskanie bardziej ogólnych zależności pozwalających ocenić wpływ własności modelu dynamicznego i funkcji celu na stabilność (trwałość) efektywności decyzji początkowych może być bardzo trudne, nawet przy bardzo ostrych ograniczeniach postaci tych modeli. Biorąc jedna pod uwagę, że w zastosowaniach praktycznych, zwłaszcza, gdy interesuje nas rozwój i parametry procesu są zmienne w czasie, metody symulacyjne stanowią jedyne skuteczne narzędzie badawcze.

Dysponując odpowiednio obszernym zbiorem wyników symulacyjnych uzyskanych za pomocą modelu procesu można dokonać numerycznie omówionej wyżej analizy. W porównaniu z nakładem obliczeniowym niezbędnym do uzyskania wyników symulacyjnych, dalsza część obliczeń jest stosunkowo mało kosztowna.

Badania zostaną oparte na wynikach makroekonomicznego modelu symulacyjnego gospodarki Polski [4]. Będą one prowadzone w dwóch kierunkach: po pierwsze, będą analizowane trajektorie zbiorów efektywnych decyzji początkowych względem horyzontu kryterium; po drugie, poszukiwane będą reguły decyzyjne wraz z przedziałami czasu stałości parametrów, umożliwiające ustalenie początkowego sterowania spełniającego warunki efektywności w całym badanym horyzoncie.

5. Bibliografia

- [1] Symulacyjne metody analizy sterowanych wielozbiornikowych systemów wodnych. *Prace IBS PAN. Seria: Badania Systemowe*, tom 19, 169 str., Warszawa, 1995 r.
- [2] Inkielman M., (1995), „Modelowanie i symulacja komputerowa procesów przejściowych w makroekonomii (na przykładzie Polski w latach 1990-1994)”. *Biuletyn IBS PAN.*, Nr 3, Warszawa. str. 5 - 22.
- [3] Gutenbaum J., Inkielman M., (1997), Badania optymalizacyjne symulacyjnych modeli makroekonomicznych. Ref. wygłoszony na XII *Międzynarodowe Sympozjum Zastosowania Teorii Systemów*, Zakopane'97. *Automatyka*, Pótrocznik AGH, t.1, zesz. 1., Wydawnictwa AGH, Kraków. str. 161-168.
- [4] Gutenbaum J., Inkielman M., (1998), Eds „Model symulacyjny gospodarki Polski”. *Seria: Badania Systemowe*, nr 20, IBS PAN, Warszawa, 328 stron.
- [5] Gutenbaum J., Inkielman M. (1998) Modelling of the Polish Economy in Transition. In: *Proc. of Conferences: Macromodels'97 and Transition to Market System*. Eds. J.B. Gajda, A. Welfe, vol. 1, Łódź 1998, pp. 143-158
- [6] Gutenbaum J., Inkielman M. (1999) Simulation model of the Polish economy. *International Advances in Economic Research*, vol. 5, No 3, August 1999, St. Louis, USA pp. 12.
- [7] Gutenbaum J., Inkielman M. (1999). Wyznaczanie scenariuszy decyzyjnych przy wielu kryteriach i ośrodkach decyzyjnych na przykładzie procesu makroekonomicznego. XIII Krajowa Konferencja Automatyki, Opole, 21-24 września 1999.
- [8] Gutenbaum J., Inkielman M.: Wyznaczanie decyzji w zadaniach wielokryterialnych metodą cząstkowych zbiorów efektywnych. *AUTOMATYKA*, vol. 3, No. 1, 1999, ss. 135-147, 4 poz. bibl.
- [9] Gadomski J., Gutenbaum J., Inkielman M., Pietkiewicz-Saldan H.: Symulacyjny model rozwoju makroekonomicznego Polski. W: Studziński J., Drelichowski L., Hryniewicz O. (Red.): *Rozwój i zastosowania technologii i systemów informatycznych*. IBS PAN, Warszawa 2001, ss. 161-172, 4 poz. bibl.
- [10] Gutenbaum J., Gadomski J., Inkielman M., Woroniecka-Leciejewicz I.: Modelowanie i symulacja procesów makroekonomicznych do celów prognozowania i

wspomagania decyzji. W: XIII Krajowa Konferencja Automatyki, Opole, 21-24.09.1999, Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej, ss. 305-314.

- [11] Gutenbaum J., Inkielman M.: Optymalizacja wielokryterialna przy wielu ośrodkach decyzyjnych - na przykładzie modelowania makroekonomicznego rozwoju Polski. W: Technologie informatyczne w zarządzaniu. Systemy wspomagania decyzji. Ciechocinek, wrzesień'2000, IBS PAN, ss. 165-178.
- [12] Gutenbaum J., Inkielman M.: Badania optymalizacyjne symulacyjnych modeli makroekonomicznych. AUTOMATYKA, vol. 1, No. 1, 1997, ss. 161-168.
- [13] Gutenbaum J., Inkielman M.: Specyfika modelowania makroekonomicznego uwzględniająca procesy podejmowania decyzji. W: XIV Krajowa Konferencja Automatyki, Zielona Góra, 24-27 czerwca 2002, ss. 425-432.
- [14] Gadomski J., Gutenbaum J., Inkielman M., Pietkiewicz-Saldan H.: Symulacyjny model rozwoju makroekonomicznego Polski. W: Studziński J. , Drelichowski L., Hryniewicz O. (Red.): Rozwój i zastosowania technologii i systemów informatycznych. IBS PAN, Warszawa 2001, ss. 161-172, 4 poz. bibl.

6. DODATEK

Algorytm wyznaczania zbioru efektywnego spośród N rozwiązań scharakteryzowanych przez M kryteriów.

Metoda: porównywanie każdego z każdym rozwiązań nie uznanych za nieefektywne.

Krok algorytmu:

Dla rozwiązań A i B przyjmujemy hipotezę I, że A jest nieefektywne. Porównując kolejno wartości kryteriów

$$F_{Am} \text{ i } F_{Bm} \text{ dla kolejnych } m = 1, 2, \dots, M,$$

odrzucaamy tę hipotezę przy pierwszym m , dla którego $F_{Am} > F_{Bm}$ (zadanie maksymalizacji). Jeśli dla wszystkich m hipoteza nie zostanie odrzucona, wówczas rozwiązanie A wyłączamy z dalszych porównań jako nieefektywne.

Tylko wtedy, gdy hipoteza I zostaje odrzucona przy $m=1$, testujemy hipotezę: „B jest nieefektywne” (hipoteza II). Hipoteza ta zostaje odrzucona przy pierwszym m , przy którym $F_{Am} < F_{Bm}$ i wówczas przerywamy testowanie pary A i B. Jeśli hipoteza II nie zostaje odrzucona dla wszystkich m , rozwiązanie B zostaje, jako nieefektywne, wyłączone z dalszych badań.

Opracowany z wykorzystaniem arkusza Excel algorytm bada zbiór efektywny w sensie Pareto w przestrzeni 2 - n wskaźników dla danych w postaci tablicy skończonej liczby rozwiązań

Przed wyznaczeniem zbioru efektywnego należy:

1) utworzyć tablicę składającą się z co najmniej 5 kolumn i dowolnej liczby wierszy

kolumna 1 numery rozwiązań (umowne)

kolumna 2 pusta, zarezerwowana na zmienną logiczną sortowania (TRUE jeśli rozwiązanie nie jest efektywne)

kolumna 3 pusta, zarezerwowana na zmienną integer (liczba przypadków, w których rozwiązane jest efektywne - przy badaniu kombinacji kryteriów)

kolumna 4 wartość wskaźnika jakości 1

kolumna 5 wartość wskaźnika jakości 2

kolumna 9 wartość wskaźnika jakości 6

itd

2) utworzyć na arkuszu zawierającym tablicę wykres X-Y (punkty nie połączone liniami) dla kolumn 4 i 5 tablicy (lub innej pary z kolumn 4 do 13).

Użytkownik powinien znać numer wykresu na arkuszu odpowiadający danej tablicy i danej pary wskaźników

Wyznaczania zbioru efektywnego dokonuje procedura EfficSet wywołująca dodatkowo procedurę Markery

Uwaga: Przed wywołaniem procedury należy na arkuszu zaznaczyć całą tablicę, dla której dokonujemy obliczeń

Procedura funkcjonuje dla wpisanej liczby wskaźników jakości, jeśli tablica zawiera odpowiednią liczbę kolumn

Procedura EfficSet funkcjonuje w dwóch wariantach:

1) dla N pierwszych kryteriów z wybranej tablicy wyznaczany jest zbiór efektywny (wynik w drugiej kolumnie tablicy),

2) dla wszystkich N-1 kombinacji dla wybranej tablicy wyznaczana jest liczba przypadków, w których poszczególne rozwiązania należą do efektywnych (wynik w kolumnie 3 tablicy)

Procedura EfficSet2 jest uproszczoną wersją procedury EfficSet przeznaczoną do badania efektywności względem wszystkich par wśród N kryteriów

Poniżej przedstawiono algorytm w implementacji modułu VisualBasic dołączonego do arkusza Excel wraz z procedurami pomocniczymi do rysowania i kolorowania wykresów:

```
Attribute VB_Name = "Module1"
```

```
'Wyznaczanie zbioru efektywnego w sensie Pareto w przestrzeni 2 do Lw (10) wskaźników
```

```
'dla danych w postaci tablicy skończonej liczby rozwiązań.
```

```
' Wyniki analizy zapisywane są w kolumnie 2 i 3 tablicy.
```

```
' Wyniki analizy mogą być wykorzystane do automatycznego kolorowania wykresów.
```

```
' Moduł zbudowany przez Michała Inkielmana, IBS PAN
```

```
Option Explicit
```

```
Dim Kryteria() As Variant
```

```
Dim TablicaC As Object
```

```
Dim AreasCount As Integer
```

```
Dim WykresC As Object
```

```
Dim Dana, Danal, Wiersz As Object
```

```
Dim i As Integer, j As Integer, ii As Integer, jj As Integer, Tryb As
```

```
Integer, NumerWykresuG As Integer, NumerWykresuD As Integer
```

```
Dim rysuj1 As Boolean, rysuj2 As Boolean
```

```
Const Lw = 10
```

```

' (liczba 10 wskaźników nie jest krytyczna i może być zwiększona przez
odpowiednią zmianę w powyższym wierszu,
' przy czym wybrana w trakcie obliczeń liczba wskaźników musi być nie
większa niż liczba danych w aktywnej tablicy danych)
'-----
' Informacja o numerze wskazanego wykresu z zeszytu
Sub JakiNumer()
Attribute JakiNumer.VB_ProcData.VB_Invoke_Func = " \n14"
Dim n As Integer
n = ThisWorkbook.ActiveChart.Index
MsgBox "Numer wybranego wykresu: " & n & " z " & ThisWorkbook.Charts.Count
End Sub
'-----
' Procedura kolorująca wykres X-Y na obszary: efektywny i nieefektywny w
sensie Pareto
' Tablica danych (jej druga kolumna zawierać powinna wartości logiczne) i
wykresy zawarte w arkuszu "Sheet1"
Sub Markery(n As Integer, NumerWykresu As Integer)
Attribute Markery.VB_ProcData.VB_Invoke_Func = " \n14"
Dim i As Integer

If NumerWykresu = 0 Then NumerWykresu = Val(InputBox("Wybierz wykres
przypisany do aktualnej tablicy", "Zbiór efektywny", 1))
ThisWorkbook.Charts(NumerWykresu).Activate
i = 0
With ActiveChart.SeriesCollection(1)
While i < n
i = i + 1
If TablicaC.Cells(i, 2).Value = False Then

        .Points(i).MarkerBackgroundColor = RGB(255, 0, 0)
        .Points(i).MarkerForegroundColor = RGB(255, 0, 0)

Else

        .Points(i).MarkerBackgroundColor = RGB(255, 255, 255)
        .Points(i).MarkerForegroundColor = RGB(0, 0, 255)

End If
Wend
End With
End Sub
'-----
' Funkcja rekursywna wyznaczająca wartość logiczną sumy logicznej n wyrażen
typu (a).
' Wartość TRUE oznacza, że wszystkie składowe wektora Dana są większe niż
odpowiednie składowe
' wektora Danal.Rozwiązanie w wierszu Dana nie jest więc na pewno
efektywne.
' parametr k oznacza ogólną liczbę porównywanych składowych,
' zmienna n maleje do 0 w miarę zagłębiania się w funkcję rekursywną
Private Function Comp(ByVal k As Integer, n As Integer) As Boolean
Dim a As Boolean, c As Boolean

a = (k = n) Or (Kryteria(j, k + 3) > Kryteria(i, k + 3))
c = True
If a And k > 1 Then

        c = Comp(k - 1, n)

End If

```

```

    Comp = a And c
End Function

'-----
'Funkcja rekursywna wyznaczająca wartość logiczną sumy logicznej n wyrażeń
typu (a).
' Wartość TRUE oznacza, że wszystkie składowe wektora Dana1 są większe niż
odpowiednie składowe
' wektora Dana. Rozwiązanie w wierszu Dana1 nie jest więc na pewno
efektywne.
Private Function Compl(ByVal k As Integer, n As Integer) As Boolean
Dim a As Boolean, c As Boolean

    a = (k = n) Or (Kryteria(i, k + 3) > Kryteria(j, k + 3))
    c = True
    If a And k > 1 Then
        c = Compl(k - 1, n)
    End If
    Compl = a And c
End Function
'-----
Sub Eliminacja(ByVal m As Integer, mm As Integer)
Attribute Eliminacja.VB_ProcData.VB_Invoke_Func = " \n14"

' Porównywanie parami rozwiązań i selekcja (jako nieefektywnych) rozwiązań
o wszystkich m składowych wskaźnika
' większych (gorszych) niż w drugim rozwiązaniu;
' parametr mm wskazuje numer kryterium pomijanego w danym porównaniu (jeśli
mm>m to uwzględniane są wszystkie kryteria);

' Zerowanie kolumny 2 tablicy
For j = 1 To jj
    Kryteria(j, 2) = False
Next
' Dla kolejnych wierszy tablicy, które nie zostały dotychczas uznane za
rozwiązania nieefektywne ...
For j = 1 To jj
    If Kryteria(j, 2) <> True Then
' próbujemy kryteria z wszystkimi pozostałymi wierszami, które także nie
zostały uznane za nieefektywne:
        For i = 1 To jj

            If (j <> i) And Kryteria(i, 2) <> True Then
                If Comp(m, mm) Then
                    Kryteria(j, 2) = True ' rozwiązanie j zostaje uznane za
nieefektywne
                Else

                    If Compl(m, mm) Then
                        Kryteria(i, 2) = True ' rozwiązanie i zostaje
uznane za nieefektywne
                    End If
                End If
            End If
        Next i
    End If
Next j

```

```

' w wierszach nie uznanych za nieefektywne w kolumnie 3 następuje
inkrementacja liczby " przypadków efektywnych":
    For j = 1 To jj
        If Kryteria(j, 2) <> True Then Kryteria(j, 3) = Kryteria(j, 3) + 1
    Next j
End Sub
'-----
'-----
Sub EliminacjaPar(ByVal Iter1 As Integer, Iter2 As Integer)
Attribute EliminacjaPar.VB_ProcData.VB_Invoke_Func = " \n14"

' Porównywanie parami rozwiązań i selekcja rozwiązań o dwóch składowych
(Iter1, Iter2) wskaźnika
' większych (gorszych) niż w drugim rozwiązaniu:
'
' Zerowanie kolumny 2 tablicy
    For j = 1 To jj
        Kryteria(j, 2) = False
    Next
' Dla kolejnych wierszy tablicy, które nie zostały dotychczas uznane za
rozwiązania nieefektywne ...
    For j = 1 To jj
        If Kryteria(j, 2) <> True Then
' prównujemy kryteria z wszystkimi pozostałymi wierszami, które także nie
zostały uznane za nieefektywne:
            For i = 1 To jj

                If (j <> i) And Kryteria(i, 2) <> True Then
'-----
                    If Kryteria(i, Iter1 + 3) < Kryteria(j, Iter1 + 3) And
Kryteria(i, Iter2 + 3) < Kryteria(j, Iter2 + 3) Then
                        Kryteria(j, 2) = True ' rozwiązanie j zostaje uznane za
nieefektywne

                    ElseIf Kryteria(j, Iter1 + 3) < Kryteria(i, Iter1 + 3) And
Kryteria(j, Iter2 + 3) < Kryteria(i, Iter2 + 3) Then
                        Kryteria(i, 2) = True ' rozwiązanie j zostaje uznane za
nieefektywne

                End If
            End If
        Next i
    Next j

' w wierszach nie uznanych za nieefektywne w kolumnie 3 następuje
inkrementacja liczby " przypadków efektywnych":
    For j = 1 To jj
        If Kryteria(j, 2) <> True Then Kryteria(j, 3) = Kryteria(j, 3) + 1
    Next j
End Sub
'-----
Private Sub WyborTablicy()

Dim i, j, p, pp, ki As Integer

' Inicjalizacja zmiennej typu "Range"

AreasCount = TablicaC.Areas.Count

```



```

' określenie rozmiaru ii kolumn oraz jj wierszy tablicy "Kryteria" na
podstawie liczby kolumn i wierszy w wybranym zakresie
' (może być w kilku podobszarach kolumnowych lecz dla spójnej grupy
wierszy)
If AreasCount = 1 Then
    ii = TablicaC.Columns.Count
Else
    ii = 0
    For ki = 1 To AreasCount
        ii = ii + TablicaC.Areas(ki).Columns.Count
    Next ki
End If
jj = TablicaC.Rows.Count
' Definicja dynamicznej tablicy "Kryteria"
ReDim Kryteria(jj, ii)

' Kopiowanie danych z wybranego zakresu arkusza do tablicy "Kryteria"
pp = 0
For p = 1 To AreasCount
    For i = pp + 1 To pp + TablicaC.Areas(p).Columns.Count
        For j = 1 To jj
            If i = 3 Then
                Kryteria(j, 3) = 0
            Else
                Kryteria(j, i) = TablicaC.Areas(p).Columns(i - pp).Rows(j).Value
            End If
        Next j
    Next i
    pp = i - 1
Next p
End Sub

' -----
--
Sub OptSkalar(ByVal m As Integer) ' ta procedura nie dopuszcza wyboru
niespójnego zbioru kolumn
Attribute OptSkalar.VB_ProcData.VB_Invoke_Func = " \n14"
Dim Licznik As Integer
Dim Opt As Integer
    For Licznik = 4 To 3 + m
        TablicaC.Sort Key1:=TablicaC.Columns(Licznik),
Order1:=xlDescending, Header:= _
xlGuess, OrderCustom:=1, MatchCase:=False, Orientation:= _
xlTopToBottom

        TablicaC.Rows(TablicaC.Rows.Count).Select
        Opt = Selection.Columns(1).Value
        TablicaC.Rows(TablicaC.Rows.Count).Offset(1, 0).Columns(1).Value =
"Rozwiązanie optymalne:"
        TablicaC.Rows(TablicaC.Rows.Count).Offset(1,
0).Columns(Licznik).Value = Opt
        ' Zaznaczenie pozycji rozwiązania minimalnego ze względu na kolejny
wskaźnik
        With Selection.Interior
            .ColorIndex = 19
            .Pattern = xlSolid
        End With
        Selection.Columns(3).Value = Licznik - 3
    Next Licznik
End Sub
' -----
-----

```

```
'Procedura kolorująca punkty serii 1 wybranego wykresu (nr) na podstawie
aktywnej tablicy,
' której druga kolumna zawiera wartości logiczne
```

```
Sub KolorujWykres()
Attribute KolorujWykres.VB_ProcData.VB_Invoke_Func = " \n14"
```

```
On Error GoTo Blad1
Set TablicaC = Selection
Call Markery(TablicaC.Rows.Count, 30)
Blad1:
End Sub
```

```
' -----
Function EditTryb() As Integer
Attribute EditTryb.VB_ProcData.VB_Invoke_Func = " \n14"
Dim Dd As Object
Dim liczba As Integer
Set Dd = ThisWorkbook.DialogSheets("Dialog1")
With Dd
.EditBoxes("Edit Box 8").Text = (ii - 3)
.Labels("Label 13").Text = "( nie więcej niż " & (ii - 3) & " )"
.OptionButtons("Option Button 6") = 1
.EditBoxes("Edit Box 16").Text =
TablicaC.Columns(1).Rows(1).Address(ReferenceStyle:=xlR1C1) & ":" &
TablicaC.Areas(AreasCount).Columns(TablicaC.Areas(AreasCount).Columns.Count
).Rows(jj).Address(ReferenceStyle:=xlR1C1)
.CheckBoxes("Check Box 18").Value = True
.CheckBoxes("Check Box 19").Value = False
.EditBoxes("Edit Box 22").Text = 0
.EditBoxes("Edit Box 23").Text = 0
.Show

If .OptionButtons("Option Button 4") = 1 Then Tryb = 1
If .OptionButtons("Option Button 5") = 1 Then Tryb = 2
If .OptionButtons("Option Button 6") = 1 Then Tryb = 3
If .OptionButtons("Option Button 7") = 1 Then Tryb = 4
If .CheckBoxes("Check Box 18") = 1 Then rysuj1 = True
If .CheckBoxes("Check Box 19") = 1 Then rysuj2 = True
liczba = Val(.EditBoxes("Edit Box 8").Text)
NumerWykresuG = Val(.EditBoxes("Edit Box 22").Text)
NumerWykresuD = Val(.EditBoxes("Edit Box 23").Text)
End With
EditTryb = liczba
End Function
```

```
'Procedura wyznaczająca zbiór efektywny w sensie Pareto ze względu na
kombinacje 2 do lw kryteriów
```

```
Sub EfficSet()
Attribute EfficSet.VB_ProcData.VB_Invoke_Func = " \n14"
```

```
Dim m As Integer, mm As Integer
Dim LiczbaFunkcji As String
Dim Iter2 As Integer
Dim Iter1 As Integer
```

```
On Error GoTo Blad
rysuj1 = False
rysuj2 = False
```

```

    Set TablicaC = Selection
' kopiowanie danych z wybranego obszaru do tablicy roboczej:
    WyborTablicy
' otwarcie okna dialogowego pozwalającego wybrać tryb programu i liczbę
rozpatrywanych kryteriów
    m = EditTryb()
    mm = m + 1
    If m > Lw Or m < 2 Then GoTo Bład

' -----
' -----
' Wyznaczać rozwiązania optymalne dla pojedynczych wskaźników (porządek
wierszy tablicy zostanie zmieniony!
' Sortowanie rozwiązań ze względu na każdy z m pierwszych wskaźników i
wskazanie rozwiązania minimalnego dla każdego z nich:
'
    If Tryb = 1 Then
        Call OptSkalar(m)
        GoTo Koniec
    End If
' -----
-
' Liczenie kombinacji bez jednego kryterium:

If Tryb = 4 Then
For Iter1 = 1 To m

    Call Eliminacja(m, Iter1)
' w wierszach nie uznanych za nieefektywne w kolumnie 3 następuje
inkrementacja liczby " przypadków efektywnych":
    For j = 1 To jj
        TablicaC.Columns(3).Rows(j).Value = Kryteria(j, 3)
    Next j

Next Iter1
' -----
' -----
' Liczenie zbioru efektywnego dla wszystkich kryteriów:
ElseIf Tryb = 3 Then

    Call Eliminacja(m, mm)
' -----
' -----
ElseIf Tryb = 2 Then
' badanie wszystkich kombinacji par kryteriów:
    For Iter1 = 1 To m - 1
        For Iter2 = Iter1 + 1 To m
            Call EliminacjaPar(Iter1, Iter2)
' w wierszach nie uznanych za nieefektywne w kolumnie 3 następuje
inkrementacja liczby " przypadków efektywnych":
            For j = 1 To jj
                TablicaC.Columns(3).Rows(j).Value = Kryteria(j, 3)
            Next j
        Next Iter2
    Next Iter1
' wyniki kopiuje się do arkusza w kolumnie 2 wybranego obszaru (tablicy
zadania),

End If
' -----
' -----

```

```
' wyniki kopiuje się do arkusza w kolumnie 2 wybranego obszaru (tablicy zadania)
```

```
  For j = 1 To jj
```

```
    TablicaC.Columns(2).Rows(j).Value = Kryteria(j, 2)
```

```
  Next j
```

```
' -----  
-----
```

```
' Kolorowanie wykresu w przestrzeni dwu wskaźników
```

```
If rysuj1 Then Call Markery(TablicaC.Rows.Count, NumerWykresuG)
```

```
' Kolorowanie wykresu w przestrzeni innych wskaźników lub z przestrzeni zmiennych decyzyjnych
```

```
If rysuj2 Then Call Markery(TablicaC.Rows.Count, NumerWykresuD)
```

```
Bład:
```

```
Koniec:
```

```
End Sub
```

```
' -----  
-----
```