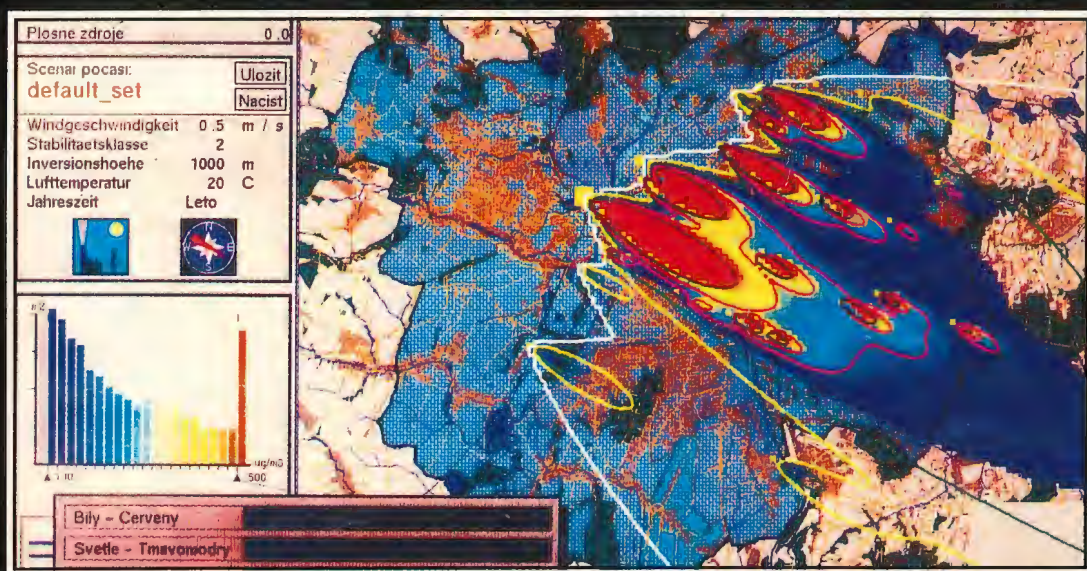


* Polski Zespół ds. Współpracy z IIASA *
* Instytut Badań Systemowych PAN *

ANALIZA SYSTEMOWA I JEJ ZASTOSOWANIA



INTERDYSCYPLINARNOSC * DEMOGRAFIA * PRZEKSZTALCENIA
GOSPODARCZE * SRODOWISKO * LASY * ENERGETYKA *
ZASOBY WODNE * METODY I TECHNIKI SYSTEMOWE

*Materiały z konferencji "Dni Międzynarodowego Instytutu
Stosowanej Analizy Systemowej"*

Warszawa, Pałac Staszica, 20-21 kwietnia 1993

Redaktor
JAN W. OWSIŃSKI

* Polski Zespół ds. Współpracy z IIASA *
* Instytut Badań Systemowych PAN *

ANALIZA SYSTEMOWA I JEJ ZASTOSOWANIA

*Materiały z konferencji "Dni Międzynarodowego Instytutu
Stosowanej Analizy Systemowej"*
Warszawa, Pałac Staszica, 20-21 kwietnia 1993

Redaktor
JAN W. OWSIŃSKI

Warszawa, grudzień 1993

**Niniejsza publikacja została wydana dzięki dofinansowaniu
przyznanemu przez Komitet Badań Naukowych**

© Polska Akademia Nauk

ISBN 83 - 85847 - 25 - 1

*Na okładce wykorzystano fragment postaci ekranu z jednego
z systemów oprogramowania przeznaczonych do celów
przestrzennej analizy środowiskowej, opracowanego w ramach projektu
IIASA - ZAAWANSOWANYCH ZASTOSOWAN KOMPUTEROWYCH
we współpracy z zespołem z IBS PAN w składzie:
P.Holnicki, A.Katuszko i A.Żochowski.*

42859

**Skład i opracowanie tekstu:
Dział Wydawniczy Instytutu Badań Systemowych PAN**

**Druk i oprawa: ZWP SYNPRESS, Łomianki, ul. Łąkowa 17
tel./fax 511-745**

POLSKA WSPÓŁPRACA Z IIASA W ZAKRESIE OPTYMALIZACJI I ANALIZY DECYZJI

Andrzej P. Wierzbicki

Institut Automatyki, Politechnika Warszawska

Artykuł zawiera krótki przegląd rezultatów współpracy z IIASA w dziedzinach teorii systemów, metod optymalizacji, teorii i metodologii wielokryterialnej analizy i wspomagania decyzji.

1. Teoria systemów i optymalizacji

W pierwszej dekadzie prac IIASA - do początków lat osiemdziesiątych - współpraca polskich środowisk naukowych z IIASA rozwijała się nie tylko w dziedzinach takich jak ochrona systemów wodnych, modelowanie ekonometryczne czy ekonomika rolnicza, lecz także w dziedzinie podstaw teorii systemów i optymalizacji oraz związanych z nimi technik obliczeniowych. Szczególne znaczenie miały tu badania w zakresie teorii systemów wielkich i hierarchicznych, w Polsce skoncentrowane w grupach badawczych pod kierunkiem profesorów R. Kulikowskiego i W. Findeisena. Jedna z podstawowych monografii w hierarchicznej teorii systemów - Findeisen i in. (1980) przygotowana została w wyniku takiej współpracy międzynarodowej, napisana głównie przez autorów polskich i wydana przez IIASA.

Współpraca w zakresie teorii i metod obliczeniowych optymalizacji rozpoczęła się pod koniec pierwszej dekady prac IIASA, w wyniku koncentracji prac części teoretycznej tego instytutu na zagadnieniach optymalizacji nieróżniczkowalnej oraz obliczeń dużej skali. Później,

zainteresowania te w naturalny sposób doprowadziły do rozwoju badań nad problemami dekompozycji zadań optymalizacji, jej metodami rozproszonymi i równoległymi - zob. np. Dantzig i in. (1981), Nurminski (1982), Kurzhanski (1986). Współpraca ze strony polskiej w tym zakresie związana była z grupami badawczymi koncentrującymi się wokół autora tego referatu oraz profesorów C. Olecha i A. Ruszczyńskiego. Projekt badawczy dotyczący technik optymalizacji w IIASA, kierowany dziś przez prof. Ruszczyńskiego, jest jednym z silniejszych ośrodków badań podstawowych w tym instytucie. Współpraca z tym projektem związana jest z teorią i metodami obliczeniowymi dla zagadnień optymalizacji stochastycznej i dynamicznej, a zwłaszcza z algorytmami rozproszonymi i równoległymi.

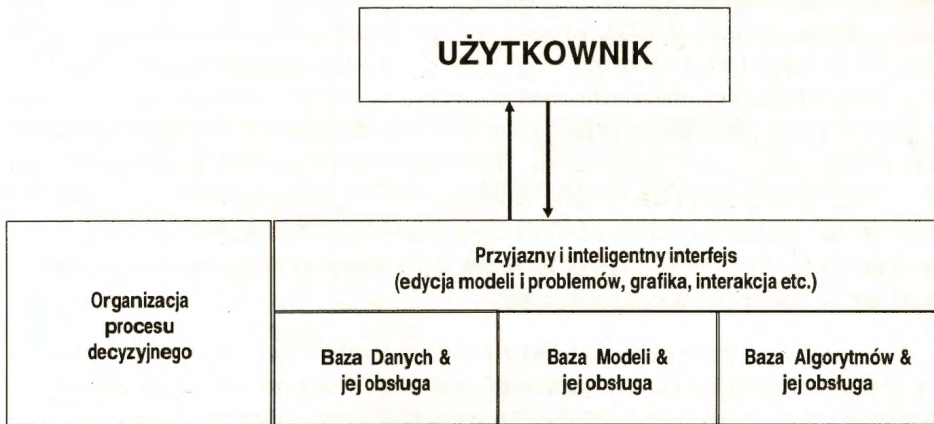
2. Teoria i wspomaganie decyzji

Kwestia jak podejmujemy decyzje i jak wspomagać procesy decyzyjne pozostawała w centrum zainteresowań IIASA od czasu powstania tego instytutu - zob. np. Wierzbicki i Young (1981). Rolę IIASA w tej dziedzinie najlepiej charakteryzuje cytat z niedawnej publikacji - Dyer i in. (1992) - gdzie IIASA została wyróżniona spośród wszystkich instytucji badawczych świata: *"Międzynarodowy Instytut Stosowanej Analizy Systemowej - IIASA w Laxenburgu, Austria - odegrał szczególnie ważną rolę w rozwoju, zastosowaniach i promocji MCDM (Multiple Criteria Decision Making) i MAUT (Multi-Attribute Utility Theory). W swych badaniach złożonych, apolitycznych problemów o znaczeniu globalnym, takich jak kwestie zasobów wodnych, leśnych, prognozowanie zapotrzebowania na energię, rozwoju demograficznego, czy zagadnienia ochrony środowiska, IIASA promowała zastosowania MCDM i MAUT jako podstawowych metodologii analizy takich problemów. Poprzez organizację konferencji i sieci współpracy międzynarodowej, IIASA stymulowała wymianę i generację idei pomiędzy Wschodem a Zachodem."*

Początkowe prace IIASA w tym zakresie koncentrowały się bardziej na modelach preferencji w związku z metodyką MAUT, zob. Keeney i Raiffa (1976). Później, więcej uwagi poświęcono wykorzystaniu modeli rzeczowych, reprezentujących wiedzę i ekspertyzę w określonej dziedzinie zastosowań, dla systemów wspomaganie decyzji (DSS). Badania te doprowadziły do głębszego zrozumienia struktury i funkcji takich systemów - zob. np. Wessels i Wierzbicki (1992).

Z lepszym zrozumieniem struktury takich systemów (zob. Rys. 1) związany był szereg rezultatów teoretycznych i metodologicznych: podkre-

ślenie suwerennej roli decydenta czy użytkownika takiego systemu, różnienie pomiędzy reprezentacją wiedzy w formie modeli logicznych i analitycznych, rozwój metod punktu odniesienia lub aspiracji w wielokryterialnym wspomaganie decyzji opartym o analityczne modele rzeczowe; metody te zapewniają ciągłą sterowalność wyboru opcji skutecznych przez użytkownika DSS i związane są z podstawowymi rezultatami teoretycznymi dotyczącymi stożkowego rozdzielania zbiorów w optymalizacji wielokryterialnej. Rezultaty te znalazły zastosowania w szeregu dziedzinach badawczych w IIASA, takich jak sektorowe modelowanie ekonomiczne, konstrukcja scenariuszy prognoz zaspokajania potrzeb energetycznych, kwestie handlu gazem naturalnym w Europie, zob. np. Kallio et al. (1980), Grauer et al. (1982), Messner (1985), Strubegger (1985). W latach osiemdziesiątych, metody podobne czy też w istocie równoważne do metod punktu odniesienia uzyskały uznanie międzynarodowe jako najbardziej elastyczne narzędzia analizy wielokryterialnej, zob. Mikhalevich i Volkovich (1982), Steuer i Cho (1983), Nakayama i Sawaragi (1984), Korhonen i Laakso (1986), Seo i Sakawa (1988).



Rys. 1. Ogólny schemat architektury DSS

3. Polska współpraca z IIASA i jej rezultaty

Zarówno w dziedzinie optymalizacji jak i teorii i wspomagania decyzji, polska współpraca z IIASA w ciągu ostatniej dekady była szczególnie intensywna. Stymulowała ją specjalna umowa o współpracy badawczej w tych dziedzinach, w której uczestniczyło po stronie polskiej sześć zespołów badawczych (z IBS PAN, Uniwersytetu i Politechniki Warszawskiej, Politechnik Poznańskiej i Wrocławskiej oraz AGH w Krakowie); inne środowiska uczestniczyły też w organizowanych z tej okazji konferencjach. Rezultaty badawcze po stronie polskiej obejmowały m.in. różne podejścia do zagadnienia niepewności w analizie i optymalizacji decyzji, dalszy rozwój technik optymalizacji wielokryterialnej oraz metodyki punktu odniesienia w zastosowaniu do interakcji z użytkownikiem, nowe rezultaty teoretyczne i metodologiczne dla sytuacji decyzji grupowych i grupowych.

Silne tradycje polskie w zakresie matematycznej teorii prawdopodobieństwa owocowały w dalszym rozwoju metod optymalizacji stochastycznej; w odniesieniu do systemów wspomagania decyzji, szczególnie istotne były nowe podejścia do wielokryterialnej optymalizacji stochastycznej - Ruszczyński (1992). Logika wielowartościowa, zastosowana przez Zadeha w jego *teorii zbiorów rozmytych*, była faktycznie rozwinięta teoretycznie wcześniej (choć nie zastosowana) w Polsce przez Łukasiewicza; po pracach Zadeha, wiele rezultatów w teorii zbiorów rozmytych uzyskane było przez profesorów Kacprzyka, Słowińskiego i innych - zob. Kacprzyk i in. (1988), Słowiński i in. (1990). Zupełnie nowe podejście do reprezentacji niepewności poprzez *teorię zbiorów przybliżonych* zapoczątkował profesor Pawlak, zob. np. (1990); podejście to było dalej rozwijane przez innych badaczy w różnych zastosowaniach.

Badania optymalizacji wielokryterialnej mają również dawne tradycje w Polsce, zaczynając od lat sześćdziesiątych. Wczesne rezultaty profesora Rolewicza dotyczące *monotoniczności funkcji skalaryzujących* oraz autora tego artykułu związane z *metodami funkcji kary i ze stożkowym rozdzieleniem zbiorów za pomocą funkcji skalaryzujących* - zob. Wierzbicki (1977) - doprowadziły do rozwoju metod punktu odniesienia, zob. Kallio i in. (1980), Wierzbicki (1980, 1982, 1986), oraz do opracowania szeregu związanych z tymi pojęciami prototypowych systemów wspomagania decyzji. Oprócz szeregu zastosowań w IIASA, w Polsce opracowano kilka wariantów systemów DIDAS dla wielokryterialnych zadań optymalizacji liniowej i nieliniowej - zob. Lewandowski i in. (1989), Kręglewski i in.

(1989), system DINAS dla wielokryterialnych zadań optymalizacji sieci transportowej oraz lokalizacji, zob. Ogryczak i in. (1989), system HYBRID, zob. Makowski i in. (1992), i inne, zob. np. Bogucka i in. (1992).

Te prace nad różnymi wariantami prototypowych DSS związane były też z różnorodnymi rezultatami teoretycznymi i metodologicznymi, obejmującymi:

- dalszy rozwój odpornych metod obliczeniowych dla zagadnień optymalizacji nieróżniczkowalnej, zob. np. Kiwiel (1989) i Altman (1992);
- rozszerzenie metod punktu odniesienia dla wielokryterialnych zadań optymalizacji dyskretnej i mieszanej, zob. Ogryczak i in. (1989)
- dalsze rozszerzenia tych metod dla wielokryterialnych zadań optymalizacji dynamicznej (choć metody punktu odniesienia od samego początku obejmowały *wielokryterialną optymalizację trajektorii*), zob. Rogowski (1989), Wierzbicki (1991);
- istotne uogólnienia typowych sformułowań zadań optymalizacji stochastycznej zarówno dla przypadku wielokryterialnego jak i dla algorytmów rozproszonych i równoległych, zob. Ruszczyński (1991);
- rozwój metod identyfikacji preferencji decydenta za pomocą regresji porządkowej w klasie funkcji osiągnięcia zgodnych z porządkiem, zob. Jaskiewicz i Słowiński (1991);
- rozwój metod wielokryterialnego przetargu i negocjacji opartych na technice punktu odniesienia, zob. Bronisz i in. (1989), także Kruś (1992), oraz dalsze rezultaty teoretyczne w zakresie wielokryterialnej teorii gier, zob. Wierzbicki (1992);
- różnorodne zastosowania metodologii wspomagania decyzji - zob. np. Żebrowski (1989), Skocz i in. (1989), Błażewicz (1992), Kulikowski (1992), Stefanowski (1992).

Wiele z tych rezultatów zostało opisanych w monografii pod redakcją Lewandowskiego i Wierzbickiego (1989) lub przedstawionych na konferencji międzynarodowej zorganizowanej we współpracy z IIASA w Serocku, zob. Wessels i Wierzbicki (1992).

4. Wnioski

Rezultaty teoretyczne i metodologiczne oraz doświadczenia z różnorodnych zastosowań, uzyskane przez badaczy polskich w ścisłej współpracy

z IIASA, są znaczące. Zarówno dla polskiego środowiska naukowego jak i dla IIASA pożądana jest kontynuacja i wzmocnienie tej współpracy. Obszary szczególnego zainteresowania mogą obejmować:

- różnorodne podejścia do reprezentacji niepewności przy optymalizacji i wspomaganiu decyzji;
- dalszy rozwój modularnego, specjalizowanego oprogramowania optymalizacyjnego dla zastosowań w różnych projektach IIASA;
- badania rozproszonych i równoległych algorytmów optymalizacji.

Cytowane publikacje:

Altman, A. (1992): An Application of the Analytic Centers to a Generic Nondifferentiable Optimization Problem. W: J. Wessels and A.P. Wierzbicki, (red.): User-Oriented Methodology and Techniques of Decision Analysis and Support. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 397. Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg.

Bogucka, A., A. Rydzewski and W. Szymanowski (1992): Application of Processing Meat Production Optimization System Operating as a Decision Support System. W: J. Wessels and A.P. Wierzbicki (red.): User-Oriented Methodology and Techniques of Decision Analysis and Support. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 397. Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg.

Błażewicz, J., M. Drozdowski, A. Piechowiak i R. Walkowiak (1992): An Interactive Program for Defining Two-Dimensional Irregular Figures for Decision Support Cutting System. W: J. Wessels and A.P. Wierzbicki (red.): User-Oriented Methodology and Techniques of Decision Analysis and Support. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 397. Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg.

Bronisz P., L. Kruś i A.P. Wierzbicki (1989): Towards Interactive Solutions in a Bargaining Problem. W: A. Lewandowski and A.P. Wierzbicki (red.): Aspiration Based Decision Support Systems. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 331, ss. 251-268, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

Dantzig, G.B, M.A.H. Dempster i M.J. Kallio (red.) (1981): Large Scale Linear Programming. IIASA CP-81-S1, Laxenburg.

- Dyer, J.S., P.C. Fishburn, R.E. Steuer, J. Wallenius i S. Zionts (1992): Multiple Criteria Decision Making, Multiattribute Utility Theory: the Next Ten Years. *Management Science*, Vol. 38, ss. 645-655.
- Findeisen, W., F.N. Bailey, M. Brdyś, K. Malinowski, P. Tadjewski i A. Woźniak (1980): Control and Coordination in Hierarchical Systems. IIASA/Wiley Chichester - New York.
- Grauer, M., A. Lewandowski i L. Schrattenholzer (1982): Use of the Reference Level Approach for the Generation of Efficient Energy Supply Strategies. WP-82-19, IIASA, Laxenburg.
- Grauer, M., M. Thompson i A.P. Wierzbicki (red.) (1985): Plural Rationality and Interactive Decision Processes. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, Vol. 248, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg.
- Kacprzyk J. i M. Fredrizzi (red.) (1988): Combining Fuzzy Imprecision with Probabilistic Uncertainty in Decision Making. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, Vol. 310, Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg.
- Kallio, M., A. Lewandowski i W. Orchard-Hays (1980): An Implementation of the Reference Point Approach for Multi-Objective Optimization. WP-80-35, IIASA, Laxenburg 1980.
- Keeney, R. i H. Raiffa (1976): Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-Offs. J. Wiley, New York 1976.
- Kiwiel, K.C. i A. Stachurski (1989): Issues of Effectiveness Arising in the Design of a System of Nondifferentiable Optimization Algorithms. W: A. Lewandowski and A.P. Wierzbicki (red.): Aspiration Based Decision Support Systems. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, Vol. 331, ss. 180-192, Springer Verlag, Berlin - Heidelberg.
- Korhonen, P. i J. Laakso (1986): Solving a generalized goal programming problem using visual interactive approaches. *European Journal of Operational Research* 26, ss. 355-363.
- Kręglewski, T., J. Paczyński, J. Granat i A.P. Wierzbicki (1989): IAC-DI-DAS-N: A Dynamic Interactive Decision Analysis and Support System for Multicriteria Analysis of Nonlinear Models. W: A. Lewandowski and A.P. Wierzbicki (red.): Aspiration Based Decision Support Systems. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, Vol. 331, ss. 378-381, Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg.

- Kruś, L. i P. Bronisz (1992): Some New Results in Interactive Approach to Multicriteria Bargaining. W: J. Wessels and A.P. Wierzbicki (red.) (1992): User-Oriented Methodology and Techniques of Decision Analysis and Support. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 397. Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg.
- Kulikowski, R. (1992): Modelling of Allocation of Social Resources and Decision Support. W: J. Wessels and A.P. Wierzbicki (red.) (1992): User-Oriented Methodology and Techniques of Decision Analysis and Support. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 397. Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg.
- Kurzhanski, A.B. (1986): Inverse Problems in Multiobjective Stochastic Optimization. W: Y. Sawaragi, K. Inue i H. Nakayama (red.): Towards Interactive and Intelligent Decision Support Systems, Springer Verlag, Berlin - Heidelberg 1986.
- Lewandowski, A. i A.P. Wierzbicki (red.) (1989): Aspiration Based Decision Support Systems. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 331, ss. 21-47, Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg.
- Makowski, M. i J. Sosnowski (1989): HYBRID - a Mathematical Programming Package. W: A. Lewandowski i A.P. Wierzbicki (red.): Aspiration Based Decision Support Systems. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 331, ss. 92-105, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Messner, S. (1985): Natural Gas Trade in Europe and Interactive Decision Analysis. W: G. Fandel i in. (red.): Large Scale Modeling and Interactive Decision Analysis. Springer Verlag, Berlin - Heidelberg.
- Mikhalevich, V.S. i V.L. Volkovich (1982): A Computational Method for Analysis and Design of Complex Systems (w jęz. rosyjskim). Nauka, Moskwa.
- Nakayama, H. i Y. Sawaragi (1983): Satisficing Trade-off Method for Multi-Objective Programming. W: M. Grauer and A.P. Wierzbicki (red.): Interactive Decision Analysis, Springer Verlag, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 229, Berlin - Heidelberg.
- Nurminski, E.A. (red.) (1982): Progress in Nondifferentiable Optimization. IIASA CP-82-58, Laxenburg.
- Ogryczak, W., K. Studziński i K. Zorychta (1989): Solving Multiobjective Distribution-Location Problems with the DINAS System. W: A. Lewandowski i A.P. Wierzbicki (red.): Aspiration Based Decision Sup-

port Systems. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 331, ss. 230-250, Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg.

Pawlak, Z. (1992): Rough Sets. Some Aspects of Reasoning about Knowledge. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Rogowski, T. (1989): Dynamic Aspects of Multiobjective Optimization in Decision Support Systems. W: A. Lewandowski i A.P. Wierzbicki (red.): Aspiration Based Decision Support Systems. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 331, ss. 92-105, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

Ruszczyński, A. (1991): Reference Trajectories in Multistage Stochastic Optimization Problems. IIASA Workshop on User-Oriented Methodology and Techniques of Decision Analysis and Support, Serock near Warsaw, September 1991.

Seo, F. and M. Sakawa (1988): Multiple Criteria Decision Analysis in Regional Planning: Concepts, Methods and Applications. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht 1988.

Słowiński, R., i J. Teghem (red.) (1990): Stochastic Versus Fuzzy Approaches to Multiobjective Mathematical Programming under Uncertainty. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Skocz, M., M. Żebrowski i W. Ziemiała (1989): Spatial Allocation and Investment Scheduling in the Development Programming. W: A. Lewandowski and A.P. Wierzbicki (red.): Aspiration Based Decision Support Systems. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 331, ss. 92-105, Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg.

Stefanowski, J. (1992): Classification Support Based on Rough Sets Theory. W: J. Wessels i A.P. Wierzbicki (red.): User-Oriented Methodology and Techniques of Decision Analysis and Support. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 397. Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg.

Steuer, R.E. i E.V. Choo (1983): An Interactive Weighted Chebyshev Procedure for Multiple Objective Programming. Mathematical Programming, Vol. 26, ss. 326-344.

Strubegger, M. (1985): An Approach for Integrated Energy - Economy Decision Analysis: the Case of Austria. W: G. Fandel i in. (red.): Large Scale Modeling and Interactive Decision Analysis. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 273. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg.

- Wessels, J. i A.P. Wierzbicki (red.) (1992): *User-Oriented Methodology and Techniques of Decision Analysis and Support*. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 397. Springer Verlag, Berlin - Heidelberg.
- Wierzbicki, A.P. (1977): *Basic Properties of Scalarizing Functionals for Multiobjective Optimization*. *Mathematische Operationsforschung und Statistik, s. Optimization*, Vol. 8, ss. 55-60.
- Wierzbicki, A.P. (1980): *The Use of Reference Objectives in Multi-Objective Optimization*. W: G. Fandel, T. Gal (red.): *Multiple Criteria Decision Making; Theory and Applications*, Lecture Notes in Economic and Mathematical Systems, Vol. 177, ss. 468-486, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Wierzbicki, A.P. and H.P. Young (1981): *Systems and Decision Sciences at IIASA 1973-1980*. IIASA SR-81-3, Laxenburg.
- Wierzbicki, A.P. (1982): *A Mathematical Basis for Satisficing Decision Making*. *Mathematical Modeling*, Vol. 1.3, ss. 391-405.
- Wierzbicki, A.P. (1986): *On the Completeness and Constructiveness of Parametric Characterizations to Vector Optimization Problems*. *OR-Spektrum*, Vol. 8, ss. 73-87.
- Wierzbicki, A.P. (1991): *Dynamic Aspects of Multi-Objective Optimization*. W: A. Lewandowski, V. Volkovich (red.): *Multiobjective Problems of Mathematical Programming*. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 351, ss. 154-174, Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg.
- Wierzbicki, A.P. (1992): *Multiple Criteria Games: Theory and Applications*. IIASA WP-92-079, Laxenburg.
- Żebrowski M. (1989): *Multiobjective Evaluation of an Industrial Structure*. W: A. Lewandowski and A.P. Wierzbicki (red.): *Aspiration Based Decision Support Systems*. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 331, ss. 92-105, Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg.

IBS

ANALIZA SYSTEMOWA I JEJ ZASTOSOWANIE

42859A

WPROWADZENIE

Leszek Kuźnicki
Peter E. de Jánosi
Miroslaw Mossakowski
Jan Owskiński

INTERDYSCYPLINARNOŚĆ

Nathan Keyfitz

DEMOGRAFIA

Christopher Prinz
Jerzy Z. Holzer

TRANSFORMACJA GOSPODARCZA

János Gács
Józef St. Zegar

ŚRODOWISKO I ZASOBY NATURALNE

Nebojša Nakićenović
Jacek Marecki
Janusz Cofała
Maciej Nowicki
Sten Nilsson
Andrzej Szujecki
Wojciech Galiński i Manfred Küppers
Laszlo Somlyódy
Zdzisław Kaczmarek

METODY I TECHNIKI SYSTEMOWE

Andrzej Ruszczyński
Marek Makowski
Andrzej P. Wierzbicki
Zdzisław Pawlak
Kurt Fedra i Elisabeth Weigkricht

ISBN 83 - 85847 - 25 - 1