

BADANIA SYSTEMOWE

XXV-lecie INSTYTUTU BADAŃ SYSTEMOWYCH

Książka jubileuszowa
pod redakcją
Kazimierza Mańczaka



Polska Akademia Nauk
Instytut Badań Systemowych

BADANIA SYSTEMOWE

XXV-lecie INSTYTUTU BADAŃ SYSTEMOWYCH PAN

Książka jubileuszowa
pod redakcją
Kazimierza Mańczaka

Warszawa 2001

MODELOWANIE REGIONÓW I OCHRONY ŚRODOWISKA w IBS PAN

Jerzy HOŁUBIEC

1. Modelowanie regionalne

S amodzielną Pracownia Modeli Regionalnych (B. Kacprzyński) prowadziła badania w tej dziedzinie od chwili powstania Instytutu Badań Systemowych PAN. Dzięki współpracy z Komitetem Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN wyniki badań Pracowni publikowano w Biuletynie tego Komitetu. Również w następnych latach wyniki badań były systematycznie publikowane. Podczas kolejnych reorganizacji struktur Instytutu tematyka modelowania regionalnego utrzymuje się nieprzerwanie, aż do chwili obecnej.

I tak po wprowadzeniu tematów badawczych w 1991 r. znalazła się ona w temacie 6 (Modelowanie systemów rolniczych, ochrony środowiska i zdrowia - J. Hołubiec), a po wprowadzeniu pionów badawczych umieszczono tę tematykę w Pionie III (Analiza systemowa i zarządzanie) jako kierunek 8 (Badania systemowe w zagadnieniach regionalnych i ochronie środowiska - J. Hołubiec). Aktualnie zagadnieniami tymi zajmuje się Pracownia Modelowania Regionalnego (J. Hołubiec).

Dorobek naukowy IBS PAN w dziedzinie modelowania regionalnego jest bardzo obszerny. Składa się na to przede wszystkim wielka liczba artykułów i referatów, zarówno na arenie międzynarodowej jak i krajowej.

Wyniki badań w omawianej dziedzinie można pogrupować w kilka bloków tematycznych.

Jako pierwszy blok należy wymienić badania dotyczące uwarunkowania informacyjnego planowania regionalnego w warunkach reformy gospodarczej (lata 1987-88). Badania prowadzone były we współpracy z Głównym Urzędem Statystycznym.

W wyniku tych badań - jako drugi blok tematyczny - powstał ANPLAN (1991). ANPLAN jest to system komputerowy wspomagający planistów regionalnych przy opracowywaniu średniookresowych strategii rozwoju społeczno-gospodarczego regionu. Pozwala on na opracowanie i porównanie wielu wariantów rozwoju różniących się założeniami planistycznymi. Podstawowym elementem systemu jest model matematyczny sformułowany w postaci wielokryterialnego zadania programowania liniowego.

Modelowanie regionów i ochrony środowiska

Wprowadzanie, modyfikacja danych oraz prezentacja wyników odbywa się w trybie dialogowym.

Strukturę i zakres modelu ustalono na podstawie analizy wybranych aktów prawnych, wniosków wyciąganych po konsultacjach z przedstawicielami wojewódzkich komisji planowania oraz dostępnych danych statystycznych. Ujmuje on osiem podstawowych działów gospodarki regionalnej: uspołeczniona drobna wytwórczość, usługi uspołecznione, rzemiosło, budownictwo, gospodarka komunalna, oświata i wychowanie, ochrona zdrowia, rolnictwo.

Wszystkie działy opisano typowymi związkami liniowymi wyrażającymi wielkości produkcji i świadczonych usług w zależności od zaangażowanego majątku trwałego i rozmiarów zatrudnienia. Dodatkowo, wielkości produkcji rolniczej ograniczane są zasobami dostępnej ziemi oraz dostawami pasz i nawozów sztucznych. W modelu uwzględniono również zapotrzebowanie na produkcję i usługi wymienionych działów, bilanse dochodów i wydatków ludności oraz władz regionalnych a także ograniczenia charakteryzujące kształtowanie się procesów inwestycyjnych.

Wektor wyznaczanych w modelu zmiennych ujmuje:

- wielkości produkcji i usług w poszczególnych działach,
- wielkości majątku trwałego, jego zmian, nakładów inwestycyjnych i ich rozdziału na inwestycje kontynuowane i rozpoczynane oraz zaangażowania inwestycyjnego i jego zmian,
- rozmiary zatrudnienia i jego przyrosty,
- dochody ludności i władz regionalnych.

Zbiór potencjalnych kryteriów modelu składa się z trzynastu funkcji celu. Należy do niego osiem rodzajów produkcji rolnej, produkcja budownictwa, dochody ludności i władz regionalnych, wartości kosztorysowe realizowanych w trzech działach inwestycji oraz różnica między dochodami ludności a wielkością dostaw rynkowych do regionu.

Przyjęto, że okres objęty analizą może być podzielony na odcinki roczne. Wówczas dla roku t formułuje się następujące zadanie wielokryterialnego programowania liniowego:

$$q_t = C_t x_t \rightarrow \max,$$

$$A_t x_t \leq b_t,$$

$$l_t \leq x_t \leq u_t,$$

gdzie C_t jest macierzą kryteriów, A_t jest macierzą ograniczeń, b_t jest wektorem prawych stron oraz l_t , u_t są odpowiednio wektorami dolnych i górnych ograniczeń zmiennych x_t .

W tak sformułowanym zadaniu poszukuje się rozwiązania optymalnego w sensie Pareto, które jest na ogół zbiorem rozwiązań. W celu wyznaczenia jednego z rozwiązań zastosowano metodę punktu odniesienia, reprezentującego pożądaną przez planistę poziom kryteriów. Przyjęta metoda wymaga aktywnego udziału użytkownika w procesie wyznaczania kolejnych wariantów planu. Dotyczy to zarówno podania punktu odniesienia i współczynników wagowych, jak również ich modyfikacji po stwierdzeniu, że otrzymane rozwiązanie nie jest zadowalające.

Do następnego bloku tematycznego należą badania prowadzone we współpracy z Zakładem Systemów Zarządzania Przedsiębiorstwami Rolniczymi IBS PAN w Szczecinie (od 1994 r. Oddział IBS PAN w Szczecinie), Urzędem Wojewódzkim w Szczecinie oraz Akademią Rolniczą w Szczecinie. Ich wyniki prezentowano na kilku konferencjach międzynarodowych i krajowych (lata 1993-99).

Tematyka tych badań dotyczyła analizy gospodarki regionu z uwzględnieniem środowiska, wspomaganie komputerowego polityki gospodarczej regionu, systemu informatycznego zarządzania zanieczyszczeniami w aglomeracji miejskiej oraz modelowania zanieczyszczenia regionalnego ekosystemu wodnego przez rolnictwo i przemysł. Już wówczas w badaniach zaczęto uwzględniać tematykę bezrobocia w regionie (1996 r.) oraz restrukturyzację zatrudnienia w związku z bezrobociem (1997 r.).

Od 1998 r. w badaniach Pracowni pojawiła się tematyka związana z problemami regionalnymi Unii Europejskiej (nowy blok tematyczny badań).

Pierwsze prace dotyczyły reinżynierii polskiego rolnictwa w aspekcie polityki rolnej Unii Europejskiej. Tematyka ta kontynuowana jest w Pracowni do chwili obecnej.

Wśród poruszanych problemów wspomnieć należy o zagadnieniach zrównoważonego rozwoju regionu oraz jego strategii.

Rozważając tematykę transformacji struktury zatrudnienia uwzględniono metodykę stosowaną w krajach Unii Europejskiej oraz związek zatrudnienia z różnymi relacjami ekonomicznymi. Wówczas zmiany strukturalne można charakteryzować liczbą zatrudnionych w gospodarce narodowej.

Rozważano zagadnienie zmian liczby zatrudnionych w trzech sektorach gospodarki narodowej:

- sektor I - rolnictwo,
- sektor II - przemysł,
- sektor III - usługi (szeroko pojęte).

Wykonano wiele obliczeń dla różnych scenariuszy gospodarki Polski oraz dla niektórych województw.

W badaniach Pracowni w ostatnim okresie intensywnie rozwija się tematykę modelowania rozwoju systemów infrastruktury sieciowej regionu. Prace dotyczą modelowania rozwoju sieci drogowej i kolejowej regionu, utrzymania i modernizacji

Modelowanie regionów i ochrony środowiska

technicznej regionalnej sieci drogowej oraz współpracy regionalnej sieci drogowej z siecią krajową. Rozpatruje się podejście jedno- i wielokryterialne.

Przykładem prowadzonych badań może być modelowanie ewolucji struktury sieciowej dróg dla wieloletniego horyzontu czasowego. W modelu tym rozważa się: ewolucję grafu sieci drogowej, zużycie techniczne elementów sieci, obciążenie eksploatacyjne sieci w odniesieniu do wskaźników normatywnych oraz funkcjonalność transportową. Zarys modelu ewolucji regionalnego systemu transportowego dla wieloletniego horyzontu czasowego $T = [t_0, t_k]$ przedstawia się następująco.

Parametry stanu początkowego:

$\Gamma(t_0) = \langle I(t_0), E(t_0), D(t_0), K(t_0) \rangle$ - graf sieci transportowej,

gdzie: $I(t_0)$ - zbiór węzłów, $D(t_0)$ - długości krawędzi,

$K(t_0)$ - klasy drogowe krawędzi (łuków drogowych),

$\Theta(t_0) = \{ \vartheta^e(t_0) \}_{e \in E}$ - zbiór wskaźników zużycia technicznego,

$Q(t_0) = \{ q^e(t_0) \}_{e \in E}$ - obciążenie eksploatacyjne sieci (zbiór natężeń ruchu

$F(t|t_0)$ - oczekiwane środki finansowe w przedziale czasu T ,

$W(t_k)$ - zagregowany wskaźnik funkcjonalności transportowej systemu

$$W(t_k) = \sum_{e \in E(t)} v^e(t_0) \cdot d^e \cdot k^e(t_0) \cdot \max\left(1, \frac{q^e(t_0)}{\bar{q}^e}\right),$$

gdzie \bar{q}^e oznacza normatywne natężenie ruchu dla łuku e .

Model ewolucji stanu systemu transportowego opisuje wieloetapowe przejście od stanu początkowego $[\Gamma(t_0), \Theta(t_0), Q(t_0), W(t_0)]$, do stanu docelowego $[\Gamma(t_k), \Theta(t_k), Q(t_k), W(t_k)]$, określone przez zmienne decyzyjne: $x(t)$ - dot. remontów, $y(t)$ - dot. modernizacji istniejących oraz $v(t)$ - dot. budowy nowych elementów sieci. Wieloetapowy model ewolucji stanu systemu opisuje układ równań:

$$\Gamma(t+1) = A_\Gamma(\Gamma(t), v(t), y(t)),$$

$$\Theta(t+1) = A_\Theta(\Theta(t), x(t), v(t), y(t)),$$

$$Q(t+1) = A_Q(Q(t), y(t), v(t)),$$

$$W(t) = \sum_{e \in E(t)} v^e(t) \cdot d^e \cdot k^e(t) \cdot \max\left(1, \frac{q^e(t)}{\bar{q}^e}\right), \quad t \in T,$$

gdzie:

A_Γ, A_Θ, A_Q - odpowiednie operatory ewolucji jednoetapowej.

Rozpatrywana wektorowa funkcja celu obejmuje:

- wskaźnik funkcjonalności transportowej $W(t_k)$,
- koszty środowiskowe,
- koszty bezpośrednie utrzymania i rozwoju sieci.

Innym przykładem prowadzonych w tej tematyce badań jest model zarządzania przepływem ruchu w regionalnej sieci kolejowej.

Jedną z podstawowych klas modeli opisujących przepływ ruchu są modele makroskopowe, w których dynamika przepływu na danym odcinku linii oraz w określonym przedziale czasu opisywana jest przez cząstkowe równania różniczkowe.

W rozpatrywanym modelu wyprowadzenie równania ciągłości przepływu w węźle kolejowym oparto na założeniu, że węzeł kolejowy jest elementem akumulującym pojazdy, a zmienną charakteryzującą stan węzła jest gęstość pojazdów w węźle. W modelu tym zarówno gęstość jak i intensywność ruchu zależą tylko od czasu. Przy powyższych założeniach dynamikę zmian gęstości ruchu w danym węźle można opisać za pomocą równania różnicowego o postaci:

$$c_i(k+1) = c_i(k) + \frac{r_i(k)}{v_{ri}} - \frac{w_i(k)}{v_{wi}}$$
$$i = 1, \dots, N \quad k = 1, \dots, K$$

gdzie:

$c_i(k)$ - gęstość ruchu w i -tym węźle w dyskretnym okresie czasu k

$r_i(k)$ - intensywność przepływu pociągów wchodzących do i -tego węzła w okresie czasu k

$w_i(k)$ - intensywność przepływu pociągów wychodzących z i -tego węzła w okresie czasu k

v_{ri} - średnia prędkość przepływu pociągów wchodzących do i -tego węzła

v_{wi} - średnia prędkość przepływu pociągów wychodzących z i -tego węzła

k - dyskretny okres czasu

K - liczba rozpatrywanych okresów czasu

N - liczba węzłów w rozpatrywanej sieci

Jeżeli założymy, że podstawowym elementem sterowanym w sieci kolejowej jest węzeł kolejowy, to sieć można rozpatrywać jako system składający się z oddzielnych, wzajemnie połączonych elementów, którymi są węzły kolejowe. Połączenia między węzłami są realizowane za pomocą linii kolejowych.

Ograniczenia na przepustowość węzłów oraz przelotowość linii uwzględnia się poprzez nałożenie odpowiednich warunków na zmienne modelu. Ponadto zakładamy, że sterowanie pracą węzła odbywa się poprzez odpowiednie sterowanie przepływem wychodzącym z węzła.

Uwzględniając przyjęte założenia model przepływu ruchu w sieci kolejowej może być przedstawiony jako odpowiednio sformułowany problem optymalizacji dynamicznej. Dla całej sieci zadanie polega na takim sterowaniu przepływami pociągów wychodzących z węzłów sieci, ażeby zapewnić maksymalne wykorzystanie węzła oraz maksymalne zapełnienie linii.

W wyniku badań prowadzonych w dziedzinie modelowania regionalnego kilka osób znacznie powiększyło swój dorobek naukowy. W omawianym okresie 2 osoby otrzymały tytuł profesora (B. Kacprzyński, J. Hołubiec) a 4 uzyskały stopień doktorski (J. Malicka, A. Gawryś, R. Nowocień, G. Petriczek).

2. Modelowanie międzyregionalne

Badania w tej dziedzinie prowadzone są od momentu powstania Instytutu. Przez pierwsze kilkanaście lat prowadził je zespół w składzie A. Ameljańczyk (WAT) oraz S. Piasecki i J. Hołubiec (IBS PAN), a następnie tylko dwaj ostatni. Podstawowym celem badań, zwłaszcza w początkowych latach, było określenie zasad jakimi kieruje się i jakimi powinna się kierować *współpraca międzyregionalna*. Przyjęto, iż badania obejmować będą przede wszystkim współpracę gospodarczą. Pod pojęciem *międzyregionalne* rozumiano współpracę między państwami, grupami państw a także współpracę między blokami państw.

Po sformułowaniu modelu podstawowej jednostki (często kraju) i określeniu kryterium optymalności działania (odpowiednio zdefiniowana "stopa życiowa") już w pierwszym etapie badań stwierdzono, iż nie zawsze współpraca jest opłacalna, nie zawsze jest możliwa. Od samego początku badań pojawił się też element możliwości wykorzystywania przez jedną ze współpracujących stron strony drugiej. Warto podkreślić, iż zagadnienie to występuje w badaniach autorów, aż do chwili obecnej. I stale jest konfliktogenne.

Generalnie jednak wyniki badań wykazywały duże korzyści dla współpracujących regionów (krajów) z uwagi na przyjęte kryterium optymalizacyjne. Podział korzyści ze współpracy rozważano w oparciu o teorię gier kooperacyjnych. Dalsze badania dotyczyły m.in. wyboru kierunków inwestowania, optymalizacji wieloletniej polityki importowo-eksportowej, modelowania wieloletniej koordynacji rozwoju międzyregionalnego (grupy krajów). Opracowano także dynamiczny model optymalnej współpracy gospodarczej dla kilku regionów.

Bardzo poznawcze dla otrzymywanych wyników badań okazało się wprowadzenie do modeli cen (międzynarodowych) na rozważane produkty lub grupy produktów, a szczególnie wzajemnych relacji tych cen. Teoretyczne możliwości rozwiązywania problemów współpracy wzbogacone zostały o nową metodę znajdowania rozwiązania tzw. rozwiązanie kompromisowe, zaproponowane przez A. Ameljańczyka.

Z drugiej strony, w oparciu o rozważania dotyczące zmian relacji cenowych, wyniki badań udowodniły łatwość manipulowania wynikami współpracy, najczęściej przez wykorzystywanie regionów słabych (ekonomicznie) przez regiony silne. Wyniki badań wielokrotnie prezentowano w publikacjach za granicą (czasopisma, konferencje międzynarodowe).

Największe bodaj uznanie znalazły one na forum IFAC-u (Kongres Światowy w Budapeszcie w 1984 r., kilka Sympozjów IFAC TC on SWIIS, ostatnie np. wrzesień 2001 r.).

3. Modelowanie ochrony środowiska

Badania w tej dziedzinie rozpoczęto w Instytucie w 1978 r. powołując Pracownię Modelowania Środowiska (M. Makowski) w Zakładzie Teorii Systemów Wielkich, i kontynuowano, choć z różną intensywnością. Zmiana struktury administracyjnej IBS w 1991 r. spowodowała, że tematykę tę włączono do jednego z tematów badawczych (Modelowanie systemów rolniczych, ochrony środowiska i zdrowia - J. Hołubiec). Następna zmiana wiązała się z wprowadzeniem pionów badawczych, (od 1994 r.). Wówczas omawiana tematyka jako kierunek 8 (Badania systemowe w zagadnieniach regionalnych i ochronie środowiska - J. Hołubiec) znalazła się w Pionie III (Analiza systemowa i zarządzanie).

W chwili obecnej intensywne badania prowadzi Pracownia Systemów Ochrony Środowiska (P. Holnicki). Badania, podobnie zresztą jak w ubiegłych latach, dotyczą budowy modeli rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń atmosferycznych oraz wykorzystania tych modeli w podejmowaniu decyzji dotyczących rozwoju regionalnego. Jednym z nich jest model rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń tlenkami siarki w skali regionalnej. Mezoskalowy model REGFOR1 jest dynamicznym modelem jednowarstwowym, przeznaczonym do krótko-terminowego prognozowania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń powietrza (zwłaszcza tlenków siarki) oraz oceny wpływu wybranych źródeł emisji na sumaryczne pole stężenia zanieczyszczeń. Opis matematyczny jest oparty na równaniach transportu, w których uwzględniono procesy depozycji oraz przemian chemicznych, natomiast algorytm obliczeniowy wykorzystuje równania trajektorii pola wiatru.

Model jest przeznaczony do ilościowej oceny krótkoterminowego wpływu wybranych źródeł emisji na stan zagrożenia środowiska. Dostarczane przez model dane mogą być również wykorzystane do realizacji procesu sterowania emisją. Podstawowe wyjście stanowią mapy 24-godzinnych prognoz stężenia dwutlenku siarki w obszarze lub indywidualne mapy reprezentujące wpływ wybranych źródeł emisji.

Proces transportu zanieczyszczeń jest symulowany przez lagranżowski model trajektorii, którego zadaniem jest wyznaczenie wartości stężeń uśrednionych w warstwie mieszania. Równania zachowania są realizowane dla mas zanieczyszczeń pierwotnych SO_2 oraz wtórnych - $SO_4^{=}$ przemieszczających się wzdłuż trajektorii pola wiatru i mają postać

$$\frac{\partial q_1}{\partial t} + \bar{w} \nabla q_1 + k_d q_1 + k_i q_1 = (1 - \beta) E$$

Modelowanie regionów i ochrony środowiska

$$\frac{\partial q_2}{\partial t} + \bar{w} \nabla q_2 + k_d q_2 = \beta E + k_1 q_1$$

gdzie q_i oznacza stężenie zanieczyszczeń, k_d - współczynnik całkowitej depozycji (suchej i mokrej), k_1 - współczynnik przemian chemicznych, \bar{w} - wektor pola wiatru.

Wyemitowany przez dane źródło pakiet zanieczyszczeń jest obserwowany wzdłuż trajektorii do chwili, gdy opuści granice modelowanego obszaru lub jego masa spadnie poniżej 1% wartości początkowej. Taka procedura jest powtarzana kolejno dla wszystkich rozważanych źródeł, dając dla każdego z nich - przy założeniu jednostkowej wartości emisji - tzw. *macierz przejścia*. Mnożąc macierze przejścia przez rzeczywiste wartości emisji źródeł i sumując je, otrzymujemy całkowite pole stężenia zanieczyszczeń. Przykładowe wyniki modelu, dotyczące krótkoterminowej prognozy stężenia SO_2 dla Polski, generowanego przez sektor energetyki zawodowej, przedstawiono w cytowanych pracach.

Możliwość dokonania szybkiej oceny i porównania wpływu poszczególnych źródeł na stan środowiska może być wykorzystana w procedurach sterowania emisją w czasie rzeczywistym. Model został zastosowany w ramach międzynarodowego projektu CRIT2 (Cooperative Research in Information Technology), do opracowania kompleksowego algorytmu sterowania emisją w czasie rzeczywistym zakładami energetyki zawodowej.

Opracowano ponadto wyspecjalizowaną wersję modelu REGFOR1, przeznaczoną do prognozowania całkowitej depozycji siarki w wybranym regionie, skumulowanej w dłuższym okresie (sezon, rok). Uwzględniono zarówno tzw. suchą depozycję, jak i wymywanie zanieczyszczeń przez opady. Ważną rolę odgrywa tu moduł wyznaczania prędkości suchej depozycji zanieczyszczeń, który oparto na algorytmie opracowanym przez Instytut RIVM (Holandia) oraz jego modyfikacjach zaproponowanych przez Instytut Systemów Ochrony Środowiska P.W. Wyznaczono mapy depozycji siarki dla Polski, dla sezonu letniego, zimowego i całego roku (patrz literatura). Pokazują one, że zastosowany algorytm daje znacznie większe wartości depozycji, niż stosowana powszechnie stała wartość v_d .

W ramach prac dotyczących modeli środowiskowych, opracowano ponadto kilka wersji trójwarstwowych modeli dynamicznych, przeznaczonych zarówno do krótkoterminowego, jak i długoterminowego prognozowania propagacji zanieczyszczeń atmosferycznych w skali miejskiej (URFOR3) oraz w skali regionalnej (REGFOR3). W opisie matematycznym, oprócz podstawowych elementów prognozy meteorologicznej, uwzględniono najważniejsze procesy depozycji, przemian chemicznych a także wpływ miejskiej wyspy termicznej, który jest szczególnie istotny w rejonie dużych aglomeracji.

Model miejski URFOR3 zaimplementowano dla obszaru Warszawy, jako narzędzie do generowania 6-godzinnych prognoz stężenia dwutlenku siarki. Był również testowany w trakcie przeprowadzania kompleksowego eksperymentu pomiarowego w Krakowie.

Degradacja jakości powietrza w Polsce ma przyczyny w wieloletnich zaniedbaniach w zakresie redukcji emisji zanieczyszczeń przy jednoczesnym ogromnym rozwoju

przemysłu ciężkiego, zwłaszcza hutnictwa i energetyki, używających węgla kamiennego i brunatnego o dużej zawartości siarki. Podstawowym problemem z punktu widzenia ograniczenia emisji dwutlenku siarki jest więc modernizacja sektora energetyki i wybór strategii, która minimalizowałaby negatywne skutki ekologiczne, uwzględniając równocześnie ograniczenia ekonomiczne. Model regionalny REGFOR3 wykorzystano jako narzędzie wspomagające decyzje wyboru optymalnej strategii odsiarczania spalin.

Rozważane w tym przypadku zadanie polega na minimalizacji funkcji opisującej straty środowiskowe, przez odpowiedni wybór technologii ograniczającej emisję dwutlenku siarki w źródłach oddziaływujących na dany obszar. Zakłada się, że dysponujemy pewną liczbą technologii ograniczania emisji, przy czym każda z nich jest charakteryzowana przez efektywność redukcji emisji oraz jednostkowe koszty (liczone na jednostkę emisji) inwestycji i eksploatacji. Zadanie polega na znalezieniu zestawu technologii redukcji emisji dla wszystkich rozpatrywanych zakładów, minimalizującego straty środowiskowe przy równoczesnym uwzględnieniu ograniczeń na koszty inwestycji i eksploatacji danej technologii odsiarczania w zadanym okresie T .

Funkcja strat środowiskowych, umożliwiająca porównywanie różnych scenariuszy redukcji emisji zanieczyszczeń, jest opisana w następujący sposób:

$$J(q) = \frac{1}{2} \int_{\Omega} w(x, y) [\max(0, q(x, y) - q_{ad})]^2 d\Omega$$

gdzie q - oznacza stężenie zanieczyszczeń, q_{ad} - poziom dopuszczalny, $w(x, y)$ - funkcję wrażliwości (wagi) terenu.

Postawione zadanie ma charakter całkowitoliczbowy i do jego rozwiązania opracowano wyspecjalizowany algorytm heurystyczny. Zastosowano go do optymalnego wyboru technologii odsiarczania spalin w 20 największych zakładach energetyki zawodowej w rejonie Górnego Śląska oraz Krakowa. Wyniki obliczeń przedstawiono w cytowanych niżej pracach.

Poza pracami dotyczącymi bezpośrednio modelowania procesów z dziedziny ochrony środowiska, prowadzono również badania w zakresie systemów wspomagania decyzji wykorzystujących te modele, a także prace w dziedzinie metod numerycznych (metody różnicowe, elementu skończonego, metody charakterystyk), zwłaszcza w odniesieniu do równań cząstkowych typu parabolicznego i hiperbolicznego, które mają istotne znaczenie przy konstruowaniu omawianych modeli. Wyniki prac prezentowano w publikacjach książkowych oraz w licznych artykułach w czasopiśmie krajowych i zagranicznych.

Literatura

- Kacprzyński B. (1979): *Rozwój regionalny a środowisko człowieka - ujęcie ilościowe*. Studia t. LXXI, KPZK PAN, PWN Warszawa.
- Piasecki S., Hołubiec J., Ameljańczyk A. (1982): *Międzynarodowa kooperacja gospodarcza. Modelowanie i optymalizacja*. PWN, Warszawa.

Modelowanie regionów i ochrony środowiska

- Hołubiec J. (1981): *Mathematical models of international economic cooperation*. W: Castellani G., Mazzaleni P. (red.): *Mathematical programming and its economic applications*. Franco Angeli Ed. Milano.
- Ameljańczyk A., Hołubiec J. (1981): *Optimal international economic cooperation and solution of a multiperson cooperative game*. RICERCHE ECONOMICHE, No. 1-2 UNIV. CA'FOSCARI, Venezia.
- Ameljańczyk A., Hołubiec J. (1984): *Modelling of economic cooperation among blocks of countries with different politico-economic objectives*. IFAC 9-th World Congress, vol. IV, ss. 56-59, PERGAMON PRESS, London.
- Ameljańczyk A., Hołubiec J., Piasecki S. (1984): *Compromise solution of multiperson cooperative game and its application to international energy cooperation*. W: Proc. of IFAC/IFORS Int. Conf.: Large Scale Systems: Theory and Applications, ss. 3-7, Warsaw.
- Nowocień R. (1984): *Algorytmy koordynacji planów regionalnych w pewnych dwupoziomowych systemach modeli planowania regionalnego*. W: *Modelowanie Rozwoju Społeczno - Gospodarczego przy Ograniczonych Zasobach*. PWN, Warszawa - Łódź, ss. 153-174.
- Ameljańczyk A., Hołubiec J. (1985): *O niektorom pokazatele kaczestwa dla planirowanija razwitja narodnochozajstwiennogo rajona*. W: *Optimizacja, priniatije rieszenii, mikroprocessornyje sistemy*. BUŁGARSKA AKADEMIA NAUK, Sofia.
- Hołubiec J., Krajewski W., Malicka-Wąsowska J. (1987): *Uwarunkowania informacyjne planowania regionalnego w warunkach reformy gospodarczej*. W: *Systemy informatyczne*. 1/87 GUS, Warszawa, ss. 190-207.
- Hołubiec J., Krajewski W., Malicka-Wąsowska J., Sulecka-Nowocień A., Sosnowski J. (1987): *Wielokryterialny model dla potrzeb zarządzania regionem w warunkach reformy gospodarczej*. W: *Badania operacyjne i systemowe teorie decyzji*. UNIWERSYTET WARSZAWSKI, Warszawa, ss. 105-122.
- Hołubiec J., Krajewski W., Malicka-Wąsowska J. (1988): *Interakcyjny system wariantowania planów rozwoju regionu*. W: *Systemy informatyczne*. 1/88 GUS, Warszawa, ss. 181-193.
- Holnicki P., Żochowski A. (1990): *Wybrane metody matematyczne analizy jakości powietrza atmosferycznego*. PWN, Warszawa.
- Holnicki P., Kałuszko A. (1991): *Decision support algorithm for air quality planning by emission abatement*. PROCEEDINGS 15-th IFIP Conference on System Modelling and Optimization (P. Kall, ed.), Zurich, ss. 706-715.
- Holnicki P. (1993): *On the Maximum Principle in Numerical Solution to Advection Dominated Problems*. Institute of Mechanical Engineering, Aalborg University, Aalborg, Report No. 50, 30 s.
- Holnicki P., Kałuszko A., Żochowski A. (1993): *A multilayer computer model for air quality forecasting in urban/regional scale*. CONTROL and CYBERNETICS, vol. 23, ss. 1-24.
- Ciechanowicz W., Holnicki P., Kałuszko A., Partyka A., Uhrzynowski Z., Żochowski A. (1994): *Computer analysis of energy sector expansion and its environmental impact*. W: J. Baldano, C. Brebbia, H. Power, P. Zannetti (red.): *Air Pollution II - Pollution Control and Simulation*, COMPUTATIONAL MECHANICS PUBLICATIONS, Southampton, ss. 11-18.
- Holnicki P. (1994): *Air quality control and emission abatement on regional scale*. W: J. Baldano, C. Brebbia, H. Power, P. Zannetti (red.): *Air Pollution II-Computer Simulation*, COMPUTATIONAL MECHANICS PUBLICATIONS, Southampton, ss. 497-506.
- Holnicki P. (1994): *Modelling dynamics of air pollution dispersion in urban/regional scale*. W: J. Grasman, G. van Straten (red.): *Predictability and Nonlinear Modelling in Natural Sciences and Economics*. KLUWER PUBL., Dordrecht, ss. 495-505.

- Holnicki P., Kałuszko A., Żochowski A. (1994): *A microcomputer implementation of air quality forecasting system for urban scale*. MICROCOMPUTER APPLICATIONS, vol. 13, No. 3, ss. 76-84.
- Hołubiec J., Łabuda W., Malicka-Wąsowska J., Rokicki W (1994): *Wspomaganie komputerowe polityki gospodarczej regionu*. W: Systemy informatyczne naczelnego kierownictwa organizacji gospodarczych i administracji państwowej. IBS PAN - Szczecin, ss. 145-168.
- Holnicki P. (1995): *A shape preserving interpolation: applications to semi-Lagrangian advection*. MONTHLY WEATHER REVIEW, vol. 123, No. 3, ss. 862-870.
- Hołubiec J., Łabuda W., Malicka-Wąsowska J., Rokicki W. (1995): *System informatyczny zarządzania gospodarką zanieczyszczeniami w aglomeracji miejskiej (na przykładzie Trójmiasta)*. W: Systemy informatyczne w zarządzaniu aglomeracjami miejskimi. IBS PAN - Szczecin, ss. 169-180.
- Ciechanowicz W., Holnicki P., Kałuszko A., Partyka A., Uhrynowski Z., Żochowski A. (1996): *Energy and environment - problem of sustainable development*. CONTROL and CYBERNETICS, vol. 25, No. 6, ss. 1261-1272.
- Holnicki P. (1996): *A piecewise-quintic interpolation scheme*. JOURNAL of COMPUTATIONAL PHYSICS, vol. 127, No. 2, ss. 316-329.
- Hołubiec J., Łabuda W., Malicka-Wąsowska J. (1997): *Modelling regional socio-economic systems during transition*. W: Transition to advanced market institutions and economies. IBS PAN, Warszawa, ss. 155-161.
- Hołubiec J., Petriczek G. (1997): *Homogeneity algorithm for modeling regional structure*. W: Methods and Models in Automation and Robotics. Proceedigs of MMAR 1997. POLITECHNIKA SZCZECIŃSKA, Szczecin, vol. 1, ss. 397-402.
- Hołubiec J., Petriczek G. (1997): *Restructuring regional management in Poland*. W: Transition to advanced market institutions and economies. IBS PAN, Warszawa, ss. 152-167.
- Hołubiec J., Petriczek G. (1998): *Homogeneity analysis of regional structure*. W: Proc. of 13-th Int. Conf. Systems Science. POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, ss. 286-292.
- Holnicki P., Kałuszko A. (1999): *Energy and Environment*. W: Distance Education Course Developed under PHARE Programme (wersja internetowa), Warszawa.
- Hołubiec J., Petriczek G. (1999): *Modelowanie zanieczyszczenia regionalnego ekosystemu wodnego przez rolnictwo i przemysł*. W: Regionalne Rynki Pracy w Polsce a Ochrona Środowiska. AKADEMIA ROLNICZA, Szczecin, ss. 209-222.
- Hołubiec J., Petriczek G. (2000): *Komputerowy system ekorozwoju wodnego regionu*. W: Technologie Informatyczne w Zarządzaniu. Systemy Wspomagania Decyzji. IBS PAN, Warszawa, Seria: Badania Systemowe, t. 26, ss. 189-201.
- Łukasik S. (2000): *Komputerowe wspomaganie decyzji dotyczących utrzymania i modernizacji regionalnej sieci drogowej*. W: Technologie Informatyczne w Zarządzaniu. Systemy Wspomagania Decyzji. IBS PAN, Warszawa, Seria: Badania Systemowe, t. 26, ss. 151-162.
- Holnicki P., Nahorski Z., Żochowski A. (2000): *Modelowanie procesów środowiska naturalnego*. WYŻSZA SZKOŁA INFORMATYKI STOSOWANEJ I ZARZĄDZANIA, Warszawa.
- Holnicki P., Kałuszko A. (2000): *Decision support method for cost-effective emission control on a regional scale*. ANNALS of OPERATIONS RESEARCH, vol. 97, ss. 249-262.
- Holnicki P., Kałuszko A. (2001): *System wspomagania decyzji wyboru metody redukcji emisji SO₂ w skali regionu*. W: J. Studziński, L. Drelichowski, O. Hryniewicz (red.): Rozwój i zastosowania technologii i systemów informatycznych. IBS PAN, Warszawa, ss. 261-276.
- Holnicki P., Żochowski A., Abert K., Juda-Rezler K. (2001): *Forecasting of sulfur deposition on a regional scale*. IBS PAN, Warszawa, Research Report RB/03/2001.

Modelowanie regionów i ochrony środowiska

- Hołubiec J. (2001): *On globalization and social stability*. Proc. of 8-th IFAC Conference on "Social Stability: the Challenge of Technology" (w druku).
- Hołubiec J., Malicka-Wąsowska J. (2001): *O zrównoważonym rozwoju regionu*. W: *Rozwój i Zastosowania Technologii i Systemów Informatycznych*. IBS PAN, Warszawa, Seria: *Badania Systemowe*, t. 28, ss. 277-285.
- Hołubiec J., Malicka-Wąsowska J. (2001): *Regional policy and sustainable development*. W: *Methods and Models in Automation and Robotics (MMAR 2001)*. Proc. of the 7-th IEEE Int. Conf. POLITECHNIKA SZCZECIŃSKA, Szczecin, vol. 1, ss. 357-361.
- Hołubiec J., Malicka-Wąsowska J. (2001): *Regional strategy and sustainable development*. W: *Modeling and Control of Economic Systems (Proc. SME 2001)*. UNIVERSITY of KLAGENFURT, Klagenfurt, ss. 86-88.
- Hołubiec J., Petriczek G. (2001): *Models for railway traffic management*. W: *Modeling and Control of Economic Systems (Proc. SME 2001)*. UNIVERSITY of KLAGENFURT, Klagenfurt, ss. 89-91.
- Hołubiec J., Petriczek G. (2001): *On railway network modeling*. W: *Methods and Models in Automation and Robotics (MMAR 2001)*. Proc. of the 7-th IEEE Int. Conf. POLITECHNIKA SZCZECIŃSKA, Szczecin, vol. 1, ss. 403-407

Andrzej STRASZAK

- Straszak A., Nahorski A., Sikorski J. (red.) (1990): I Krajowa konferencja badań operacyjnych i systemowych, BOS'88, Książ 13-17 czerwca 1998, t. 1,2. PTBOiS-IBS PAN, Warszawa, 600 s.
- Straszak A., Owsiański J. (1978): *Control theoretic approach to socio-economic systems. role and applicability*. IFAC Congress Helsinki 12-16 June 1978. PERGAMON PRESS, Oxford.
- Straszak A., Stefański J., Ziółkowski A., Cichocki W. (1985): *Computer aided learning in a two-level economy with nonlinear economic regulators*. W: Artificial Intelligence in Economic and Management. IFAC Workshop, Zurich, March 1985.
- Straubel R., Studziński J. (2000): *Computer aided planning and operating of the water networks in Koeninghs-Wusterhausen and Rzeszów*. W: M. M. Sozański (red.): Water supply and water quality. Conference Proceedinds of IVth International conference, Kraków, 11-13.09.2000. PZliTS, Kraków-Poznań, ss. 43-54, 7 poz. bibl.
- Studziński J., Hryniewicz O., Kacprzyk J., Drelichowski L. (red.) (2000): *Technologie informatyczne w zarządzaniu. Systemy wspomaganie decyzji*. IBS PAN, Warszawa, Seria: Badania Systemowe, t. 26, 312 s.
- Studziński J., Straubel R. (2000): *Problemy projektowania i wdrażania systemów informatycznych do modelowania, optymalizacji i sterowania komunalnymi sieciami wodociagowymi*. W: J. F. Lemański, J. Łomotowski, S. Zabawa (red.): *Wspomaganie komputerowe w projektowaniu i eksploatacji systemów wodociagowych i kanalizacyjnych*. Materiały IV Ogólnopolskiego Seminarium Naukowo-Szkoleniowego, Świnoujście-Kopenhaga, październik 2000, PZliTS, Poznań, ss. 42-57, 7 poz. bibl.
- Żochowski A., Ostrowski R. (1979): *Koncepcja zastosowania modelu w planowaniu rozwoju miasta*. W: *Zastosowania analizy systemowej w modelowaniu rozwoju regionalnego*, t. 1. Konferencja szkoleniowa. Jabłonna 11-16 września 1979. PWN, Warszawa-Łódź.

Skorowidz nazwisk

A

Adamiecki Karol, 133, 134
Adamus Józef, 130
Albegov Murat M., 143
Altman Anna, 83, 131
Ameljańczyk Andrzej, 41, 44, 45, 143
Arczewska Wanda, 24, 114, 123, 131
Atanassov Krassimir T., 55

B

Babarowski Janusz, 27, 33, 143
Bachner Tadeusz, 116
Baka Władysław, 111
Banaszak Zbigniew, 121
Bańka Stanisław, 130
Bańkowski Jacek, 111
Bar Ludwik, 111, 112
Barski Aleksy, 143
Bartczak Michał, 130
Bartoszczuk Paweł, 122
Bednarczuk Ewa, 83, 84, 121, 122
Bellman Richard E., 50, 55
Bełkowski Czesław, 102, 106, 107, 115
Bereziński Mirosław, 106, 114, 122, 140, 141, 143
Białasiewicz Jan, 103, 129
Bielawski Stanisław, 103, 106, 107, 116, 118
Bobrowski Leon, 130
Bogdan Lucyna, 146
Bogobowicz Agnieszka, 130
Bogucki Waldemar, 108
Bojańczyk Michał, 130
Bojarski Włodzimierz, 103
Borkowski Jerzy, 103, 106, 116, 118
Boroń Józef, 111
Bronisz Piotr, 122, 131
Brzyski Artur M., 131
Bubnicki Zdzisław, 90, 120, 121, 127, 134, 140, 143
Budziński Ryszard, 124, 126, 141
Bury Hanna, 140, 143, 144
Butkiewicz Jan, 63, 106, 114

C

Chołaj Henryk, 111
Chudy Marian, 121, 143, 144, 147
Chwesiuk Krzysztof, 130
Cichocki Krzysztof, 122, 144, 150
Ciechanowicz Kazimierz, 63, 67, 106, 115, 123
Ciechanowicz Wiesław, 11, 45, 46, 122, 140, 141, 144
Cios Krzysztof J., 130
Czarnecki Stefan, 102, 103, 106, 107

D

Daddesh Abdalla Maalul, 131
Darowski Marek, 130
Dąbrowski Mirosław, 115
Decowski Marek, 107, 115, 116
Deeb Ali Mashat, 131
Dernałowicz Janusz, 104, 108, 114, 115
Dmowski Ryszard, 103, 106, 107, 115
Dobrzyński Waldemar, 122, 131
Doktór Kazimierz, 111, 112, 119
Domański Ryszard, 90
Dowgiałło Zygmunt, 124, 141, 144
Drapich Wit, 111
Drucker Peter F., 134
Dubicki Bolesław, 106
Dudziński Krzysztof, 84, 130
Dulewicz Włodzimierz, 102
Dulewski Jan, 116
Dunajski Zbigniew, 106
Dwojak Barbara, 128
Dwojak Stanisław, 102, 106
Dydycz Jadwiga, 115
Dziewoński Kazimierz, 120

E

Emirsajłow Zbigniew, 130

F

Fayol Henri, 133
Fedrizzi Mario, 51, 52, 55, 56, 58, 59, 60, 61
Filipczyński Leszek, 118
Filus Jerzy, 130
Findeisen Władysław, 101, 102, 105, 106, 109, 111, 119, 120, 129, 135, 136, 149
Firkowicz Szymon, 63, 70, 102, 103, 106, 107, 111, 114, 115
Francelin Roseli A, 51, 55, 58
Fu K. S., 50, 55
Fung L. W., 50, 55

G

Gadomski Jan, 27, 29, 30, 122
Gadziński Feliks, 106
Gajda Bronisław, 120
Gasparski Wojciech, 111, 112, 119
Gawroński Ryszard, 102, 103, 104, 106, 107, 111, 115
Gawryś Anna, 41, 130
Gałarek Dariusz, 10, 69, 70, 84, 121, 130
Gecow Andrzej, 131
Gessing Ryszard, 121
Gibała Stanisław, 112, 121
Gilowska Irena, 129

Gliński Bohdan, 111
Gliszczyńska Xymena, 112, 113
Głębicki Kazimierz, 102, 106
Głowacki Sławomir, 112, 113
Głuszek Adam, 131
Golinowski Aleksander, 111
Gomide Fernando A. C., 51, 55, 58
Gondzio Jacek, 122
Gosiewski Anatol, 121
Górecki Henryk, 102, 106, 111, 119, 120, 129
Grabowski Aleksander, 114, 120
Grabowski Wiesław, 114, 120
Grabski Tadeusz, 111
Grąbczewski Zbigniew, 131
Grudzewski Wiesław, 111, 120
Grunwald Grzegorz, 106, 112
Grygiel Grażyna, 131
Grzegorzewski Przemysław, 53, 54, 55, 56, 66, 69,
70, 121, 122, 131
Grzesiak Ludwik, 111
Grzybowski Leon, 130
Grzywacz Agnieszka, 91
Gutenbaum Jakub, 24, 27, 33, 71, 72, 84, 90, 103,
106, 107, 113, 120, 121, 122, 125, 126, 128, 129,
140, 144

H

Halama Henryk, 111
Hellwig Zdzisław, 111
Ho Quang Minh, 130
Holnicki-Szulc Piotr, 33, 42, 45, 46, 89, 122, 127,
130, 144
Hołubiec Jerzy, 36, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 90, 103,
106, 107, 113, 121, 123, 125, 126, 127, 128, 129,
134, 140, 141, 143, 144, 148
Hołyński Marek, 63
Hryniewicz Olgierd, 46, 53, 54, 56, 57, 63, 65, 69,
70, 91, 121, 123, 127, 128, 129, 140, 144, 147,
150

I

Inkielman Michał, 27, 29, 33, 34, 91, 92, 106, 121,
122, 127, 130
Iracki Krzysztof, 129
Iwanowska Anna, 119
Iwański Cezary, 51, 58, 131, 144

J

Jackowski Zygmunt, 131
Jakubowski Andrzej, 141, 145, 146
Jankowska-Zorychta Zofia, 114, 123
Janssen J. M. L., 145
Jarominek Władysław, 102, 106, 111, 120
Jędynak Andrzej, 111
Jędrzycki Wiesław, 112
Johnson Lyndon B., 136

Joszczuk Jolanta, 131
Józwiak Agnieszka, 141
Józwiak Ireneusz, 130
Józwiak Adam, 130
Judycki Władysław, 130
Jupowiecka-Mieszka Urszula, 130
Jurkiewicz Ewa, 130
Jurkowska Teresa, 130, 145, 147

K

Kacprzyk Janusz, 9, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57,
58, 59, 60, 61, 62, 69, 70, 121, 127, 128, 129, 130,
135, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149,
150
Kacprzyński Bogdan, 24, 36, 41, 44, 103, 106, 111,
113, 120, 123, 129, 141, 145
Kaczmarek Jan, 111, 120, 136
Kaczmarek Zdzisław, 120, 136
Kaczorek Tadeusz, 120
Kaliszewski Ignacy, 26, 84, 121, 130
Kałużsko Andrzej, 29, 45, 46, 122, 144
Kamiński Franciszek, 103
Kanczewski Antoni, 103
Kantorowicz Leon, 134
Karczewska Anna, 103
Karkos Eugeniusz, 116
Kiliński Antoni, 102
Kisielnicki Jerzy, 122, 145
Kiwił Krzysztof, 83, 84, 85, 86, 87, 121, 122, 125,
126, 127, 128, 129
Kleiber Michał, 90
Klekowski Romuald, 90
Klukowski Leszek, 131, 145
Kmita Zbigniew, 120
Kochetkov A., 145
Kołowrocki Krzysztof, 130
Komorowska Irena, 130, 145, 147
Konorski Jerzy, 102, 106
Korbicz Józef, 129
Korcelli Piotr, 120
Korczak Edward, 131
Koronacki Jacek, 121
Kortan Jerzy, 111
Kosiński Janusz, 131
Kostek Bożena, 130
Kotarbiński Tadeusz, 112, 133
Kotowski Włodzimierz, 111
Kotuszewska Barbara, 117, 124
Kcwal Robert, 131
Kowalik Adam, 111
Kowalska Elżbieta, 24, 123, 131
Kowalski Janusz, 116
Kozarski Maciej, 130
Kozdrój Marian, 111, 116
Koziaara Mieczysław, 113
Kozmiński Andrzej K., 111
Kozuchowski Jan, 102, 106
Krajewski Wiesław, 45, 122, 130, 143, 144
Krawczak Maciej, 91, 92, 122, 131, 141, 144, 145

Krawiec Bogdan, 144, 145
Król Henryk, 111, 120
Kruszyński Jan, 108
Kruś Lech, 91, 113, 122, 124, 140, 141, 143, 146
Krzakiewicz Stefan, 111
Krzyków Andrzej, 107, 116
Krzywiecka Ewa, 130
Księżopolska Lidia, 146
Kuczmowski Tomasz, 130
Kudrewicz Jacek, 102
Kulczycki Piotr, 121
Kulikowski Jan J., 103
Kulikowski Juliusz L., 108, 109, 114, 119, 128
Kulikowski Roman, 5, 6, 90, 91, 92, 102, 103, 106, 107, 109, 111, 113, 119, 120, 121, 122, 125, 126, 127, 134, 135, 136, 137, 138, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 149
Kulpa Zenon, 115
Kulpiński Jan, 111
Kurnal Jerzy, 111
Kurzydłowska Anna, 130, 147
Kusiak Andrzej, 130
Kuznicki Leszek, 90
Kwiek Janusz, 116

L

Lebson Stefan, 101
Lesisz Piotr, 130
Leszczyński Jerzy, 124
Leśkiewicz Henryk J., 102, 103, 106
Lewin Włodzimierz, 63, 122, 130
Libura Marek, 87, 106, 121, 123, 130, 149
Lorentz Zbigniew, 130

Ł

Łabuda Waldemar, 46, 122, 131
Ładziński Radosław, 102
Łazar Dariusz, 131
Łodziński Andrzej, 130
Łopuch Bożena, 86, 122, 131
Łuba Tadeusz, 91
Łukasik Stanisław, 46, 106, 122, 123, 141, 147

M

Madey Marek, 111
Magiera Włodzimierz, 131
Malanowski Kazimierz, 83, 84, 87, 103, 106, 111, 113, 119, 120, 121, 122, 125, 126, 127, 128, 129
Malicka-Wąsowska Joanna, 41, 45, 46, 47, 122, 130, 143, 144
Malicki Zdzisław, 111, 144
Malinowski Jacek, 69, 131
Manczarski Stefan, 102
Mańczak Kazimierz, 5, 13, 24, 25, 101, 103, 106, 107, 111, 113, 114, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 134, 140, 144, 147
Marczyński Romuald, 106

Markiewicz Władysław, 111
Maroński Józef, 115
Marszał Stanisław, 111, 120
Masłyk Ewa, 112
Matczewski Andrzej, 120
Maźbic-Kulma Barbara, 91, 92, 114, 122, 123, 141, 145, 147
Mensz Paweł, 130
Michalewski Edward, 106, 113, 122, 125, 141, 143, 147
Michał Mirosław, 131
Mierzejewski Henryk, 113, 122, 148
Mirski Zenon, 116
Morawski Witold, 112
Moroz Piotr, 102
Mossakowski Mirosław, 90
Myśliński Andrzej, 78, 79, 88, 89, 122, 131

N

Nahorski Zbigniew, 24, 25, 32, 33, 46, 88, 91, 92, 114, 121, 123, 127, 128, 129, 130, 143, 144, 146, 147, 149, 150
Nałęcz Maciej, 102, 103, 105, 106, 107, 109, 111, 115, 118, 119, 120, 129, 135
Napierała Mieczysław, 111
Neuman John von, 139
Niedźwiedzińska Hanna, 131
Niewiadomski Adam, 131
Nieżgódka Marek, 71, 121
Niżnik Ryszard, 131
Novak Vilem, 130
Nowacki Paweł J., 102, 106, 118, 135
Nowakowska Maria, 112
Nowakowski Janusz, 103
Nowicki Tadeusz, 102, 106, 107, 108, 111, 114, 130
Nowocień Romuald, 41, 45, 130
Nurmi Hannu, 51, 55, 58, 59, 61
Nykowski Ireneusz, 121

O

Obodowski Janusz, 111
Ogryczak Włodzimierz, 130
Olbryś Joanna, 131
Olech Czesław, 90
Oleksyn Leszek, 91
Olinger Wiktor, 130
Olko Eugeniusz, 111
Olszewski Jerzy, 111
Ostapczuk Bronisław, 111
Ostrowski Roman, 91, 92, 113, 114, 115, 121, 122, 136, 141, 148, 150
Owsiński Jan, 53, 55, 61, 114, 122, 123, 128, 129, 131, 136, 140, 141, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150

P

Pajestka Józef, 111

Palacz Tadeusz, 113
Pasiczny Leszek, 111, 112, 113, 120, 123
Paszowski Stanisław, 106, 111, 120
Pawlak Zdzisław, 9, 52, 90, 91, 106, 111, 121
Pawłow-Nieżgódka Irena, 34, 35, 71, 88, 121
Pawłowski Zbigniew, 120
Pecze Tadeusz, 111
Pedrycz Witold, 129
Pełczewski Władysław, 102, 106, 120
Peszyńska Małgorzata, 122
Petriczek Grażyna, 41, 46, 47, 122, 131, 143, 144
Piasecki Stanisław, 41, 44, 45, 64, 70, 111, 114, 120, 121, 123, 124, 134, 140, 141, 145, 147, 148
Piekarczyk Stanisław, 92, 108, 116, 124, 126
Piekarski Krzysztof, 88, 131
Pietryka Elżbieta, 91, 92
Podgórski Tadeusz, 111
Podkaminer Leon, 122
Pogorzelec Anna, 145, 147
Pogorzelska-Bartczak Elżbieta, 91
Porwit Krzysztof, 112
Potrzebowski Henryk, 122, 141, 148
Prażewska Mieczysława, 129
Prochot Zbigniew, 112, 121
Prochowski Maciej, 91
Przeździecki Zygmunt, 102, 106
Pstrokoński Maciej, 106
Pszczołowski Tadeusz, 112
Pudykiewicz Janusz, 130
Pustoła Jerzy, 102, 106, 116, 118
Puzdrakiewicz Zdzisław, 117

R

Radzikowski Władysław, 111, 115
Rakus Andrzej, 130
Redmer Brunon, 106
Rembisz Włodzimierz, 122
Rewo Ludomir, 130
Rokicki Wojciech, 46, 141, 148
Rolewicz Stefan, 106, 120, 121
Romanowicz Tomasz, 131
Rudnicki Jerzy, 130
Runowska Joanna, 129
Rybicki Zygmunt, 111
Rychlewski Jerzy, 130
Ryczaj Tadeusz, 111

S

Seidler Jerzy, 102, 111
Siekierski Tadeusz, 117
Siemaszko Czesław, 123
Sienkiewicz Piotr, 91
Sikorski Jarosław, 91, 92, 122, 130, 149, 150
Simon Herbert, 134
Siwik Jan, 101, 112
Skrobot Stanisław, 111
Słomiński Leon, 107, 108, 114, 122, 123, 124
Słotwiński Bronisław, 113

Sochocki Ryszard, 103, 106
Sokołowski Jan, 78, 79, 80, 84, 85, 87, 88, 89, 114, 121, 123, 128, 129
Sokołowski Jerzy, 124
Solarz Jan, 112
Sosnowski Janusz, 45, 123, 125, 126, 130, 147
Stachowicz Jan, 116
Staniewski Piotr, 50, 59, 122
Stapp Elżbieta, 130
Startek Eugeniusz, 111
Stasiński Jan, 106
Stefański Jacek, 129, 130, 148, 150
Stelmach Jan, 107
Stempień Andrzej, 101, 104
Stępień Jolanta, 131, 147
Struszek Andrzej, 51, 59, 92, 101, 102, 103, 106, 107, 109, 111, 112, 113, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 128, 134, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150
Straubel Reinhard, 150
Strycharczyk Jerzy, 130
Strykowski Paweł, 59, 131
Studziński Jan, 25, 31, 32, 46, 122, 131, 134, 141, 144, 147, 150
Styrczula Andrzej, 102, 106, 112
Subieta Kazimierz, 114
Sulecka-Nowocień Anna, 45
Szapiro Tomasz, 121
Szczepaniak Piotr, 121
Szczepański Jan, 112
Szkatuła Grażyna, 122, 131
Szkatuła Krzysztof M., 121, 126, 127, 130
Szmidt Eulalia, 54, 55, 61, 121
Szoda Zenon, 120
Szparkowski Zygmunt, 101, 102, 105, 106
Szpruch Wiesław, 123
Szydłowski Leszek, 131

Ś

Śliwiński Tadeusz, 102, 106
Świerczyński Maciej, 108

T

Taylor Frederick W., 133
Thieme Jerzy, 101, 104, 105, 108, 109, 117, 119, 128, 129
Tomaszewski Janusz, 103
Topiński Stanisław, 103, 106, 107, 115, 118
Torbicz Władysław, 103, 106, 118
Trzcieniecki Jerzy, 112
Turing Alan M., 139
Turski Władysław, 111
Tyszko Sławomir, 115

U

Unton Fryderyk, 130

ISBN 83-85847-63-4

W. MAŃCZAK red. BADANIA SYSTEMOWE - XXV. Jecie IBS PAN