Redaktorzy:
A.Straszak
Z.Nahorski
J.Sikorski

13-17 czerwca 1988
Książ

1. Krajowa Konferencja Badań Operacyjnych i Systemowych

TOM 2

BOS'88

POLSKIE TOWARZYSTWO BADAŃ OPERACYJNYCH I SYSTEMOWYCH

INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH POLSKIEJ AKADEMII NAUK

POLSKIE TOWARZYSTWO BADAŃ OPERACYJNYCH I SYSTEMOWYCH

TOM 2

WSPOMAGANIE PODEJMOWANIA DECYZJI
MODELE I SYSTEMY

I KRAJOWA KONFERENCJA

BADAŃ OPERACYJNYCH i SYSTEMOWYCH

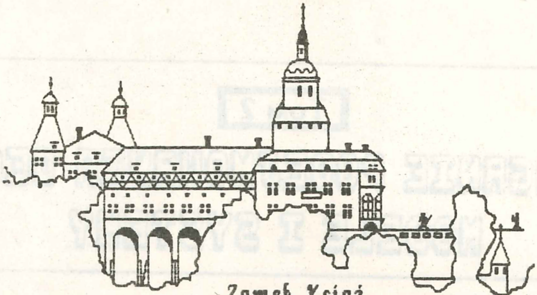
Książ, 13 - 17 czerwca 1988

BOS'88

INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH POLSKIEJ AKADEMII NAUK

1989

WARSZAWA



Zamek Książ

I Krajowa Konferencja Badań Operacyjnych i Systemowych

Organizator konferencji

Polskie Towarzystwo Badań Operacyjnych i Systemowych
przy współpracy
Instytutu Badań Systemowych PAN

Komitet naukowy konferencji

Jerzy Hołubiec, Andrzej Kałuszko, Jerzy Kisielnicki, Henryk Kowalowski, Roman Kulikowski, Franciszek Marecki, Zbigniew Nahorski, Stanisław Piasecki, Jarosław Sikorski, Jan Stachowicz, Jan Stasierski, Andrzej Straszak, Maciej Sysło, Władysław Świtalski

Redaktorzy naukowi materiałów

Andrzej Straszak, Zbigniew Nahorski, Jarosław Sikorski

7. Systemy planowania i prognozowania

7.9

I Krajowa Konferencja
Badań Operacyjnych i Systemowych
Książ, 13 - 17 czerwca 1988r.

ZASTOSOWANIE METODY FRANKA-WOLFE'A W PLANOWANIU PRODUKCJI PRZEDSIĘBIORSTWA ROLNEGO

Józef Kopeć, Janusz Lasota
Zakład Systemów Zarządzania
Przedsiębiorstwami Rolniczymi
Instytut Badań Systemowych PAN
ul. Waryńskiego 17
70 - 310 Szczecin

Skonstruowano algorytm oraz program obliczeniowy minimalizacji funkcji $f(x)=p^Tx - \sqrt{x^TS\,x}$ na wielościanie wypukłym, zwartym. Założono, że forma kwadratowa $x^TS\,x$ jest dodatnio półokreślona i nie ma miejsc zerowych w wielościanie. Metodę zilustrowano na prostym modelu, odzwierciedlającym produkcję roślinną przedsiębiorstwa rolnego.

Z nowych badań Krawiec i in. (1988) wynika, że w zadaniach jednorocznego optymalnego planowania produkcji przedsiębiorstwa rolnego w warunkach ryzyka ważnymi charakterystykami rozwiązań są funkcjonały następującej postaci :

$$F(x) = \sum_{i=1}^{n} C_i x_i$$

gdzie x_i są zmiennymi decyzyjnymi, $x = [x_1, \ldots , x_n]$ jest wektorem decyzyjnym , a C= [C₁...,Cₙ] jest wektorem losowym o rozkładzie normalnym. Funkcjonał F jest więc zmienną losową, której wartość oczekiwana m(x) i wariancja $\sigma^2(x)$ są określone wzorami:

$$m(x) = \sum_{i=1}^{n} E(C_i)x_i\,, \quad \sigma^2(x) = x^T Sx$$

gdzie S jest macierzą kowariancyjną zmiennych C_i $(i=1,...,n)$.

Zadanie optymalizacji planu można traktować jako problem dwukryterialny z funkcjonałami m i σ. Funkcja użyteczności

(*) $$f(x) = m(x) - \gamma\sigma(x) \qquad (\gamma \geq 0)$$

ma interpretację jako wielkość, którą decydent spodziewa się uzyskać z prawdopodobieństwem p związanym z γ przez warunek $\phi^{-1}(1-p) = \gamma$, gdzie ϕ jest dystrybuantą rozkładu normalnego standaryzowanego. W interesie decydenta leży więc maksymalizacja funkcjonału f, który można określić jako efektywną wartość oczekiwaną zmiennej F przy ustalonym przez decydenta współczynniku ryzyka p. Powyższa interpretacja uzasadnia stosowanie funkcji użyteczności (*) jako głównej metody optymalizacji planu. Korzystanie z tej funkcji prowadzi do konieczności rozwiązania następującego zadania programowania matematycznego:

Znaleść maksimum funkcji

(**) $$f(x) = p^T x - \gamma\sigma(x),$$

gdzie

$$\sigma(x)=\sqrt{x^T Sx},$$

na wielościanie wypukłym $D=\{x \in E^n; Ax \leq b, x \geq 0\}$ przy założeniu, że S jest macierzą symetryczną wymiaru n x n dodatnio półokreśloną, $p \in E^n$ jest danym wektorem, γ - współczynnikiem nieujemnym.

Funkcja f jest różniczkowalna w każdym punkcie w którym $x^T Sx \neq 0$, a jej pochodna kierunkowa w kierunku dowolnego wektora a wyraża się wzorem:

$$(1) \qquad f'_a(x^o) = p^T a - \frac{\gamma}{\sigma(x^o)} (x^o)^T Sa = \nabla f(x^o) a$$

Przy powższych założeniach o macierzy S wyrażenie $u^T Sv$ spełnia nierówność (Schwarza) :

$$(2) \qquad u^T Sv \leq \sigma(u)\sigma(v) \quad , (u,v \in E^n)$$

z której wynika natychmiast wypukłość funkcji σ , a więc wklęsłość funkcji f.

W zastosowaniach rolniczych można również założyć, że miejsca zerowe formy kwadratowej $x^T Sx$ nie leżą w wielościanie D , a przy obecnych perspektywach wdrożeń należy liczyć się z rozmiarami zadania PL rzędu 10^2 zmiennych i tyleż ograniniczeń . W tych warunkach, mimo istnienia wielu algorytmów programowania wklęsłego przy liniowych ograniczeniach najprostrze wydaje się zaadoptowanie metody Franka-Wolfe'a, (np. w wersji podanej w Martos (1983)), opierającej się na iterowaniu zwykłego zadania programowania liniowego, które jest dobrze znane zarówno od strony teoretycznej jak i numerycznej użytkownikom metod matematycznych w rolnictwie. Adaptacja tej metody do zadania (**) będzie polegała na ustaleniu dla funkcji f , rozważanej w tym zadaniu, algorytmu wyznaczania kierunku wzrostu, a przede wszystkim dokładnych (nie iteracyjnych) formuł dla obliczania maksymalnej długości kroku. Oznaczmy dla $x^o \in D$, $x \in E^n$

$$R(x^o,x)=p^T x- \frac{\gamma}{\sigma(x^o)} (x^o)^T Sx$$

Mamy :

$$R(x^o,x^o)=p^Tx^o - \frac{\gamma}{\sigma(x^o)}(x^o)^TSx^o = f(x^o)$$

(3) $$f'_a(x^o)=R(x^o,x) - R(x^o,x^o) \qquad \text{dla } a=x-x^o$$

$$R(x^o,x) >= p^Tx - \gamma\sigma(x) = f(x) \text{ dla każdego } x \in D$$

Wyznaczenie dopuszczalnego kierunku wzrostu polega na obliczeniu $\max\limits_{D} R(x^o,x)=R(x^o,y^o)$ metodą programowania liniowego. Jeżeli $R(x^o,y^o)=f(x^o)=R(x^o,x^o)$, to dla każdego $x\in D$ jest:

$$f(x) \leq R(x^o,x) \leq R(x^o,y^o) = f(x^o),$$

więc x^o jest punktem optymalnym i procedura kończy się. Jeżeli $R(x^o,y^o) > f(x^o)$, to dla $a= y^o- x^o$ zachodzi

$$f'_a(x^o)= R(x^o,y^o) - R(x^o,x^o) > 0,$$

więc a jest dopuszczalnym kierunkiem wzrostu funkcji f. Długość kroku (w kierunku a) jest określona przez warunek:

$$\max_{\lambda\in\langle 0,1\rangle} f(x^o+\lambda a) = f(x^o + \lambda_{max}a).$$

Oznaczając $\phi(\lambda) = f(x^o+ \lambda a)$ mamy dla $\lambda \in \langle 0,1\rangle$

$$\phi'(\lambda) = f'_a(x^o + \lambda a) = p^Ta - \frac{\gamma\,[(x^o)^TSa+\lambda\sigma^2(a)]}{\sigma(x^o + \lambda a)}.$$

Z założenia jest $\sigma(x^o+\lambda a) > 0$ dla $\lambda \in \langle 0,1\rangle$, oraz

$$(4) \qquad \phi'(0)=f'_a(x^0)= p^T a - \gamma \frac{(x^0)^T Sa}{\sigma(x^0)} > 0 .$$

Rozpatrzmy najpierw pewne przypadki szczególne równania $\phi'(\lambda)=0$.

1^0. $\sigma(a)=0$ czyli $\sigma^2(x^0)-2(x^0)^T Sy^0+\sigma^2(y^0)=0$

Z (2) wynika, że $0=\sigma^2(a) \geq \sigma^2(x^0)-2\sigma(x^0)\sigma(y^0)+\sigma^2(y^0)= [\sigma(x^0)-\sigma(y^0)]^2$, więc $\sigma(x^0)=\sigma(y^0)$ i $2\sigma^2(x^0)-2(x^0)^T Sy^0 = -2(x^0)^T Sa=0$, czyli $(x^0)^T Sa=0$.

Z (4) wynika, że $p^T a>0$, więc $\phi'(\lambda)>0$ i $\lambda_{max}=1$.

2^0. $T=(x^0)^T Sa=\varepsilon\sigma(a)\sigma(x^0)$, $\quad \varepsilon=\mathrm{sgn}(T)$.

Zatem $\quad \sigma^2(x^0+\lambda a)=\sigma^2(x^0)+2\varepsilon\lambda\sigma(a)\sigma(x^0)+\lambda^2\sigma^2(a)=$

$[\sigma(x^0)+\lambda\varepsilon\sigma(a)]^2$, $\quad T+\lambda\sigma^2(a)=\sigma(a)[\varepsilon\sigma(x^0)+\lambda\sigma(a)]$,

$$\phi'(\lambda)=p^T a-\gamma\sigma(a)\varepsilon \frac{\sigma(x^0)+\lambda\varepsilon\sigma(a)}{|\sigma(x^0)+\lambda\varepsilon\sigma(a)|} = p\, a^T-\gamma\varepsilon\sigma(a) ,$$

gdyż $m(\lambda)=\sigma(x^0)+\varepsilon\lambda\sigma(a)\neq 0$ i $m(0)>0$, więc $m(\lambda)>0$ dla $\lambda \in \langle 0,1\rangle$.

Z (4) wynika, że $p^T a-\gamma\varepsilon\sigma(a)>0$, więc $\phi'(\lambda)>0$ i $\lambda_{max}=1$.

3^0. $p^T a=0$, $\sigma(a)\neq 0$.

Wobec (4) jest $(x^0)^T Sa<0$ i $\phi'(\lambda)=0$ dla $\lambda'=-\dfrac{(x^0)^T Sa}{\sigma^2(a)}>0$. Wobec $\phi'(0)>0$ jest $\phi'(\lambda)>0$ w $\langle 0,\lambda')$.

Oznaczmy

$p^T a = L$ oraz $D(\lambda) = \phi'(\lambda)\sigma(x^0+\lambda a)= L\sigma(x^0+\lambda a)-\gamma[T+\lambda\sigma^2(a)]$.

Mnożąc równanie $D(\lambda)=0$ obustronnie przez:

$$\bar{D}(\lambda)=L\sigma(x^0+\lambda a)+\gamma[T+\lambda\sigma^2(a)]$$

otrzymamy po prostych przekształceniach równanie:

$$(5) \qquad W(\lambda)= A\lambda^2 + 2B\lambda + C =0$$

gdzie

$A=\sigma^2(a)Q$, $\quad Q=\gamma^2\sigma^2(a)-L^2$, $B=QT$, $T=(x^0)^T Sa$,

$$C=\gamma^2T^2-L^2\sigma^2(x^o) \quad , \qquad \Delta=B^2-AC=QL^2U$$
$$U=\sigma^2(x^o)\sigma^2(a)-T^2\geq 0.$$

Jeżeli $Q=0$, to $A=0$ i $B=0$. Jeżeli $C \neq 0$, to(5) nie ma pierwiastków, $\phi'(\lambda)>0$. Jeżeli $Q=0$ i $C=0$ to $T^2=\sigma^2(a)\sigma^2(x^o)$ i zachodzi 2^0, więc w tym przypadku $\lambda_{max}=1$. Niech będzie $Q<0$. Wtedy $L \neq 0$. Jeżeli $U=0$, to $\lambda_{max}=1$ na mocy 2^0. Jeżeli $U \neq 0$, to (5) nie ma pierwiastków i znów $\lambda_{max} = 1$. Załóżmy, że $Q > 0$, $\sigma(a) \neq 0$, $U > 0$, $L \neq 0$. Wtedy(5) ma pierwiastki :

$$\lambda_1 = \frac{-T}{\sigma^2(a)} + \frac{|L|}{\sigma^2(a)}\sqrt{\frac{U}{Q}}\ , \ \lambda_2 = \frac{-T}{\sigma^2(a)} - \frac{|L|}{\sigma^2(a)}\sqrt{\frac{U}{Q}}.$$

$\bar{D}(\lambda_1) > 0$ dla $L > 0$, $\bar{D}(\lambda_2) < 0$ dla $L < 0$, więc dla tych wartości L, λ_1 i λ_2 są pierwiastkami $D(\lambda)$, nie są nimi natomiast dla L o przeciwnych znakach. Zatem dla $L \neq 0$ równanie $D(\lambda)=0$ ma tylko jeden pierwiastek

$$\bar{\lambda} = \frac{-T}{\sigma^2(a)} + \frac{L}{\sigma^2(a)}\sqrt{\frac{U}{Q}}.$$

Jest to również pierwiastek $\phi'(\lambda)$. Dla $L=0$ wynika to z (3), a dla $L \neq 0$ z faktu, że $D(\lambda) = \phi'(\lambda)\sigma(x^o+\lambda)$ i nie może być $\sigma(x^o+\lambda) = 0$, gdyż pociągałoby $D(\bar{\lambda}) \neq 0$. Wykażemy jeszcze, że jest $\bar{\lambda}> 0$. Załóżmy najpierw, że $T \geq 0$, $L > 0$. Z nierówności (4) mamy wtedy

$$L^2 \geq \frac{\gamma^2T^2}{\sigma^2(x^o)} \quad \text{a stąd} \quad \gamma^2\sigma^2(a)-L^2\leq \gamma^2\sigma^2(a)-\frac{\gamma^2T^2}{\sigma^2(x^o)}$$

Z definicji Q i U wynika $Q < \frac{\gamma^2 U}{\sigma^2(x^0)}$ czyli $\sqrt{\frac{U}{Q}} > \frac{\gamma}{\sigma^2(x^0)}$.

Po pomnożeniu przez L i wykorzystaniu (4) mamy $L\sqrt{\frac{U}{Q}} > T$, co daje $\lambda > 0$. Jeżeli $T \leq 0$, $L < 0$ to postępowanie analogiczne daje $\sqrt{\frac{U}{Q}} < \frac{\gamma}{\sigma(x^0)}$, a po pomnożeniu przez $L < 0$, nierówność poprzednią. Dla $T \leq 0$, $L > 0$ nierówność ta jest oczywista, a ze względu na (4) nie może być $T \geq 0$, $L < 0$. Zatem zawsze $\bar{\lambda} > 0$ Może jednak być $\bar{\lambda} > 1$. Wybór λ określa więc następująca zasada:

jeżeli $\sigma(a) = 0$, lub $U = 0$, lub $Q \leq 0$, to $\lambda_{max} = 1$.

Jeżeli ten przypadek nie zachodzi, to

$$\lambda_{max} = \min \left[\frac{-T + L\sqrt{\frac{U}{Q}}}{\sigma^2(a)}, 1 \right].$$

W ten sposób we wszystkich przypadkach zostaje określony punkt $x^1 = x^0 + \lambda_{max} a$, który staje się nowym punktem początkowym. Po skończonej liczbie kroków zostaje osiagnięty warunek optymalności, lub też procedura generuje nieskończony ciąg punktów $x^m \in D$, ($m = 0,1,2,\ldots$). Ciąg $f(x^m)$ jest zawsze zbieżny do pewnej liczby μ, gdyż jest rosnący i ograniczony. Ciag (x^m) ma punkt skupienia $\bar{x}$ (bo D jest zwarty). Każdy taki punkt jest rozwiązaniem optymalnym, co wynika z wklęsłosci funkcji f (Martos 1983).

Oszacowanie błędu wartości funkcji celu w m-tej iteracji można uzyskać korzystając z nierówności w (3)

$$f(\bar{x}) \leq R(x^m, \bar{x}) \leq R(x^m, y^m)$$

Po obustronnym odjęciu $R(x^m, x^m) = f(x^m)$ mamy wobec monotoniczno4ci $f(x^m)$

(6) $$0 \le f(\bar{x}) - f(x^m) \le R(x^m,y^m) - R(x^m,x^m) = f'_{a^m}(x^m)$$

gdzie $a^m = y^m - x^m$. Zatem

(6') $$f(x^m) \le f(\bar{x}) \le f(x^m) + f'_{a^m}(x^m) = R(x^m,y^m).$$

Z ogólnych formuł metody wynika, że dla $x^m \longrightarrow \bar{x}$ ciąg $f'_{a^m}(x^m) \longrightarrow f'_a(\bar{x})$. Zatem oznaczając przez ε żądaną dokładność przybliżenia można jako warunek zatrzymania przyjąć :

$$f'_{a^m}(x^m) = R(x^m,y^m) - f(x^m) < \varepsilon ,$$

lub też ustalić z góry liczbę iteracji i kontrolować dokładność.

Jako przykład zastosowania może służyć model opisujący produkcję roślinną przedsiębiorstwa rolnego pochodzący z pracy Krawiec (1977). Funkcją celu F(x) jest wielkość produkcji, której wartość oczekiwana jest optymalizowana w modelu przedstawionym na rys.1.

Optymalizację efektywnej wartości oczekiwanej przeprowadzono w oparciu o program WOLFRAN[1], opracowany w Instytucie Badań Systemowych PAN w Szczecinie, zawierający zmodyfikowany algorytm Franka - Wolfe'a.

Obliczając wartości optymalne funkcji f dla 18 wielkości $\gamma \in \langle 0,50 \rangle$ otrzymano przegląd rozwiązań niezdominowanych w przedziale zmienności wartości oczekiwanej od maksymalnej do odpowiadającej minimum wariancji. Uzyskane wyniki przedstawiono na rys.3.

Szczególne znaczenie w tej metodzie mają rozwiązania dla $\gamma \in \langle 0,3 \rangle$ dla których współczynnik ryzyka $p \in \langle 1/2,\ 0.999 \rangle$. Ich obliczenie wymaga niewielkiej liczby iteracji i jest bardzo szybkie, co wynika z przykładów rozwiązań przedstawionych na rys.2.

---

1) Program w języku BASIC TURBO na mikrokomputery kompatybilne z IBM PC XT/ATw podstawowej konfiguracji.

Rys. 1 WYDRUK MODELU TESTMOD

TESTMOD	PSZENICA	ZYTO	RZEPAK	ZIEMNIAKI	KUKURYDZA	REL	OGR.
FN-CELU	36.8	31.7	44.4	41.9	39.5		
GRUNTY	1	1	1	1	1	=	96
POW.ZBOZ	1	1				<=	60
POW.RZEP			1			<=	14
PRACA OG	8.2	8	8.2	32.1	8.9	<=	1640
PRACA1			.8	4.8	2	<=	330
PRACA2	4.5	4.7	1.9			<=	290
SLOMA	54	64	34			>=	2170

WYDRUK MACIERZY KOWARIANCJI

TESTMOD	PSZENICA	ZYTO	RZEPAK	ZIEMNIAKI	KUKURYDZA
PSZENICA	96.04	52.65			
ZYTO	52.65	46.24	50.38		
RZEPAK		50.38	42.25		
ZIEMNIAKI				150.68	
KUKURYDZA					134.65

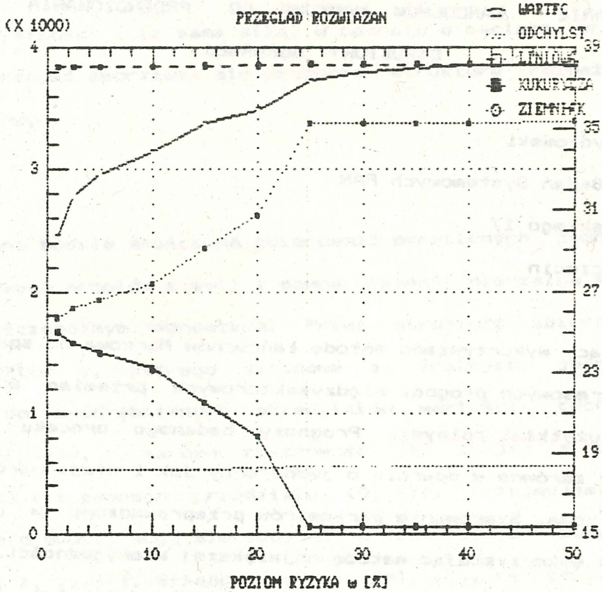
Rys.2. WYNIKI OBLICZEŃ OPTYMALIZACYJNYCH PROGRAMEM "WOLFRAN" DLA MODELU TESTMOD

Dla RYZYKA=50.0 % CZAS = 0.494 S
Zmienne w rozwiązaniu optymalnym
1 PSZENICA = 31.37037037
2 ZYTO = 0.00000000
3 RZEPAK = 14.00000000
4 ZIEMNIAK = 35.23100255
5 KUKURYDZ = 15.39862708
Wartość liniowej częsci funkcji celu L(X) = 3860.454406

Dla RYZYKA=10.0 % CZAS = 1.044 S LICZBA ITERACJI = 2
Zmienne w rozwiązaniu optymalnym
1 PSZENICA = 31.37037037
2 ZYTO = 0.00000000
3 RZEPAK = 14.00000000
4 ZIEMNIAK = 27.42298236
5 KUKURYDZ = 23.20664727
Wartość liniowej funkcji celu FN-CELU = 3841.7151577
Wartość funkcji celu FN-CELU = 3154.0514517
Wartość odchylenia standardowego = 537.2372823
Dokładność oszacowania funkcji celu = 0.0000000

Dla RYZYKA=20.0 % CZAS = 1.044 S LICZBA ITERACJI = 2
Zmienne w rozwiązaniu optymalnym
1 PSZENICA = 31.37037037
2 ZYTO = 0.00000000
3 RZEPAK = 14.00000000
4 ZIEMNIAK = 30.75151537
5 KUKURYDZ = 19.87811426
Wartość liniowej funkcji celu FN-CELU = 3849.7036369
Wartość funkcji celu FN-CELU = 3483.6536781
Wartość odchylenia standardowego = 546.3432085
Dokładność oszacowania funkcji celu = 0.0000000

Rys.3. PRZEGLĄD ROZWIĄZAŃ NIEZDOMINOWANYCH W PRZEDZIALE ZMIENNOŚCI WARTOŚCI OCZEKIWANEJ.



Literatura

1. Krawiec B. (1977) Zastosowanie programowania stochastycznego w planowaniu produkcji roślinnej. Nauka-Praktyce. AR Szczecin.
2. Krawiec B. i in. (1988) Wielokryterialny model jednorocznego planowania produkcji w przedsiębiorstwie rolnym. Opracowanie zbiorowe. ZSZPR IBS PAN, Szczecin.
3. Martos B. (1983) Programowanie nieliniowe. PWN

W ramach analizy poznawczej zaprezentowano typowy terenowy system pomocy doraźnej i dołączono do niego zestaw charakterystyk działania. W badaniach prognostycznych uwzględniono wpływ możliwości przeprowadzania rozmaitych eksperymentów. W części dotyczącej wspomagania procesów decyzyjnych zaoferowano użytkownikowi bezpośredni udział w symulowanej rzeczywistości. Student podejmuje decyzje dyspozytorskie i obserwuje w jaki sposób wpływają one na efektywność pracy systemu. Dodatkowo, ocenia wagę medycznej każdego zgłoszenia i klasyfikuje każde zgłoszenie wg stopnia pilności obsługi.

Literatura

1. Berman O. (1983) Dynamic Repositioning of Indistinguishable Service Units on Transportation Networks. Trans. Sci.
2. Berman O., Larson R.C. (1985) Locating Mobile Servers on a Network with Markovian Properties. Networks, Vol. 1[illegible] pp. [illegible]
3. Hall W.K. (1972) The Application of Multifunction Stochastic Service Systems in Allocating Ambulances to an Urban Area. Operations Research, Vol. 20, no. 3
4. Lubicz M., Mielczarek B. (1987) Computer Simulation with KSP-2: Experiences with Models of Emergency Medical Services System. Systems Science, vol. 13, no 3-4
5. Lubicz M., Mielczarek B. (1987) Simulation Modelling of Emergency Medical Services, European Journal of Operational Research, Vol. 29, pp. 178-185
6. Savas E.S. (1969) Simulation and Cost-Effectiveness Analysis of New York's Emergency Ambulance Service. Management Science, Vol. 15, B608-B627

ZTI OIN PAN, zam. 24/90, nakł. 120 egz.

Zarząd
Polskiego Towarzystwa Badań Operacyjnych i Systemowych

Prezes
prof.dr hab.inż. Andrzej Straszak
Instytut Badań Systemowych PAN

Wiceprezes
prof.dr hab.inż. Jan Stasierski
Wojskowa Akademia Techniczna

Wiceprezes
prof.dr hab.inż. Stanisław Piasecki
Instytut Badań Systemowych PAN

Sekretarz generalny
dr inż. Zbigniew Nahorski
Instytut Badań Systemowych PAN

Sekretarz
dr inż. Jarosław Sikorski
Instytut Badań Systemowych PAN

Skarbnik
dr inż. Andrzej Kałuszko
Instytut Badań Systemowych PAN

Członkowie
prof.dr hab. Jerzy Kisielnicki
Wydział Zarządzania UW

doc.dr hab.inż. Bohdan Korzan
Wojskowa Akademia Techniczna

doc.dr hab.inż. Jan Stachowicz
Zakład Nauk Zarządzania PAN

doc.dr hab.inż. Maciej Sysło
Instytut Informatyki UWr.

Komisja rewizyjna
PRZEWODNICZĄCY

dr Władysław Świtalski
Katedra Cybernetyki i Badań Operacyjnych UW

CZŁONKOWIE

dr inż. Janusz Kacprzyk
Instytut Badań Systemowych PAN

dr inż. Marek Malarski
Instytut Transportu PW

doc.dr hab.Henryk Sroka
Akademia Ekonomiczna w Katowicach

dr inż. Leon Słomiński
Instytut Badań Systemowych PAN