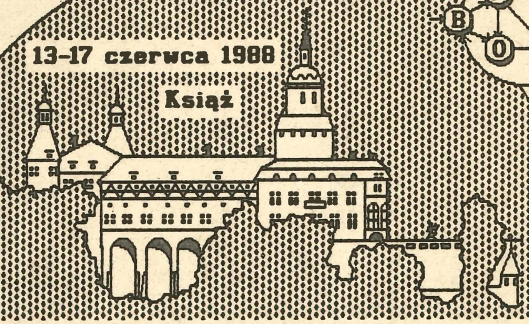
Redaktorzy:
A.Straszak
Z.Nahorski
J.Sikorski

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

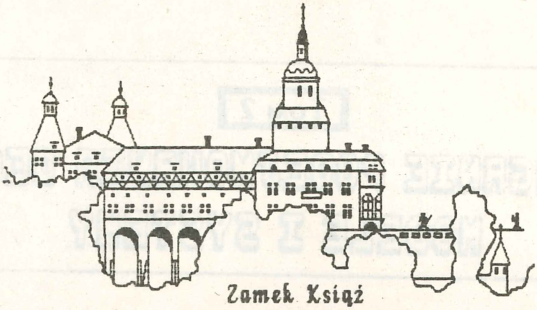
Książ, 13 - 17 czerwca 1988

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 grupowych i dożyli przy wielu kryteriach wyboru metod modelowania, planowania i zarządzania ekonomicznego [illegible] symulacji procesów, metod projektowania systemów informatycznych i innych.

Składamy podziękowanie wszystkim tym pracownikom IBS PAN, którzy przekazali nam swoje uwagi po zapoznaniu nadesłanych tekstów i tym samym przyczynili się do opracowania przedstawionych materiałów. Byli dr M. Bednarski, dr J. [illegible], mgr [illegible], mgr A. Jakubowski, doc. dr hab. [illegible] Kiepiński, dr M. Krawczak, dr M. Libura, dr K. [illegible], mgr [illegible], prof. dr hab. S. Piasecki, dr J. Kudnicki [illegible], dr S. [illegible]wski, mgr D. [illegible], dr [illegible], dr L. Zdzikowski.

# 6. Formalizacja modeli decyzyjnych

6.1

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

# TARG I STRATEGIE GROŻB W ROZSTRZYGANIU KONFLIKTOW

Jacek Stefanski

Instytut Badan Systemowych PAN

ul.Newelska 6

01-447 Warszawa

Przedmiotem pracy jest zagadnienie targu prowadzącego do osiągnięcia porozumienia w sytuacji konfliktu interesów. Analiza koncentruje się na wykorzystywaniu strategii gróżb, to znaczy strategii, które są ogłaszane przed rozpoczęciem właściwego procesu negocjacji. Wyróżniono dwie różne role tego typu strategii. Pierwsza polega na wpływie na negocjowąne porozumienie, druga natomiast na stabilizacji jego realizacji. Wykorzystanie gróżb pierwszego typu zilustrowano za pomocą przykładu negocjacji w przedsiębiorstwie, z zastosowaniem gróżb strajku.

## 1. Wprowadzenie

Istotną cechą systemów socjo-ekonomicznych jest wielość decydentów (grup ludzi, organizacji) mających różne cele do których dążą. Sytuacja taka nieuchronnie prowadzi do konfliktu interesów, co z kolei powoduje iż osiąganie rozwiązań kompromisowych, prowadzących do współpracy , staje się jednym z najistotniejszych zagadnień. Naturalnym narzędziem teoretycznym służącym do analizy tego typu problemów jest teoria gier.

Zagadnienie osiągania porozumienia w sytuacji konfliktowej jest nazywane grą targu. Klasyczne rozwiązanie tej gry zostało zaproponowane pprzez Nasha (1950) i polega ono na wskazaniu pojedyńczego rozwiązania spełniającego postulowany zbiór aksjomatów. Proponowane też były inne rozwiązania aksjomatyczne - patrz (Roth,1979). Zupełnie inne podejście zaproponował Rubinstein (1982). W jego modelu proces negocjacji został uwzględniony explicite jako naprzemienny ciąg ofert i reakcji na nie. Rozwiązanie kompromisowe wyznacza perfekt równowaga w takiej grze. Kierunek ten, tzn. niekooperacyjne modele targu, rozwija się dwoma nurtami. Pierwszy polega na dokładniejszym modelowaniu procesu negocjacji poprzez wprowadzanie dodatkowych możliwości strategicznych (patrz np. Wolinsky,1986; Hoel,1987; Binmore,Herrero,1988). Natomiast drugi nurt uwzględnia istnienie niepełnej informacji (patrz np. Rubinstein,1985; Chatterje,Samuelson,1987).

We wszystkich modelach targu bardzo istotną rolę odgrywa tzw. punkt stauts quo lub punkt niezgody, którego współrzędne określają wartości funkcji celu poszczególnych graczy jakie zostałyby przez nich osiągnięte w przypadku braku porozumienia o współpracy. Jeśli dopuścimy w modelu istnienie fazy komunikacji, która poprzedza fazę negocjacji, to możliwe staje się ogłaszanie strategii, które byłyby realizowane w przypadku fiaska negocjacji. Strategie takie można nazwać groźbami, jako że ich realizacja jest warunkowa. Pojęcie groźby wprowadził po raz pierwszy Nash (1953), i wiązało się ono z możliwością przesuwania punktu status quo. Nash zrobił przy tym dwa istotne założenia. Pierwsze z nich mówi, że gracz jest w stanie zobowiązać się do realizacji ogłoszonej groźby. Drugie założenie stwierdza natomiast, że raz zawarte porozumienie jest dla obu stron obowiązujące. Zauważmy, że oba te założenia łączą się z zagadnieniem wiarygodności czynionych zobowiązań (co do realizacji pewnych strategii). Stopniowe łagodzenie tych założeń staje się obecnie jednym z centralnych problemów analizy zagadnień współpracy (Harsanyi,1977; Farell,1987; Harsanyi,Selten,1988; Stefanski,Straszak,1986).

Niniejsza praca dotyczy pewnych aspektów strategii gróźb ogłaszanych w fazie komunikacji poprzedzającej negocjacje. Krótko rozważono dwie różne sytuacje. W pierwszej zadaniem ogłaszanych strategii jest wpływ na negocjowane porozumienie, w drugiej natomiast główna rola gróźb polega na zapewnieniu stabilności przyszłego porozumienia. Sytuacje te istotnie się różnią, jednakże w obu przypadkach pojawia się problem sprzeczności pomiędzy efektywnością a wiarygodnością ogłaszanych strategii. Dobór tych strategii jest centralnym punktem analizy.

2. Wpływ strategii gróźb na negocjowane porozumienie

Zagadnienie to krótko zilustrujemy za pomocą modelu opisującego negocjacje w przedsiębiorstwie pomiędzy jego dyrekcją i związkiem zawodowym reprezentującym pracowników (Pattanaik,Stefanski,1988). Obie strony są zainteresowane maksymalizacją swoich celów w horyzoncie czasowym 0...T. Związek (U) nie jest zadowolony z sytuacji wyjściowej i dlatego też chciałby zmiany wektora decyzji v (np. płace, zatrudnienie). Aby zmusić dyrekcję (F) do rozmów może on podjąć akcję strajkową. Istnieją rozmaite rodzaje takich akcji, które są w różnym stopniu szkodliwe dla przedsiębiorstwa. W związku z tym będziemy mówić o elastycznym strajku i wprowadzimy pojęcie <u>intensywności strajku</u> $s \in [0,1]$.

Zatem U ma możliwość wyboru $s \in [0,1]$, podczas gdy F steruje wektorem decyzji $v \in V$. Przyjmiemy, że pozostałe czynniki opisujące działalność firmy są stałe w czasie i że funkcje celu obu stron są addytywne w czasie. Cząstkowe funkcje celu oznaczymy przez $x_U(v,s)$ i $x_F(v,s)$.

Punkt wyjścia w naszym modelu określa pewien wektor $v^o$ (i oczywiście $s=0$). Związek U chciałby osiągnąć porozumienie o zmianie $v^o$ na pewne $v^A$, takie że $x_U(v^A,0) > x_U(v^o,0)$. Jednakże $x_F(v^A,0) < x_F(v^o,0)$ i dlatego też groźba strajku wydaje się niezbędna. Oczywiście sam strajk byłby kosztowny zarówno dla F jak i dla U: $x_F(v,s) < x_F(v,0)$ i $x_U v,s) <$ $x_U(v,s)$, $s>0$.

Oprócz s związek ogłasza również <u>długość strajku</u> $\tau \in \{1,2,\dots,T\}$. Ponadto rozmowy negocjaccyjne nie muszą mioeć miejsca w każdym okresie $0,1,\dots,\tau$. Dlatego też przyjmiemy, że U ogłasza również zbiór $B \subset \{0,1,\dots,\tau\}$ okresów, w których będzie chciał rozmawiać z F (oczywiście U będzie musiał rozważyć jakie B jest dla niego korzystne). Zbiór B nazwiemy <u>schematem negocjacji</u>. Mamy zatem trójkę $(s,\tau,B)$ ogłaszaną przez U.

Zbiór porozumień osiągalnych w okresie $t \in \{0,1,\dots,\tau\}$ oznaczymy przez $Z_t$:

$$Z_t = \{(X_U,X_F):\ X_U = t x_U(v^o,s) + (T-t) x_U(v,0),$$
$$X_F = t x_F(v^o,s) + (T-t) x_F(v,0),\ v \in V\}. \qquad (1)$$

Ostatnim okresem w jakim strony mogą zawrzeć porozumienie jest $t_L = \max\{t:\ t \in B\}$. Jeśli tego nie uczynią, to osiągną wypłaty <u>niezgody</u>

$$X_i^d(s,\tau) = \tau x_i(v^o,s) + (T-t) x_i(v^o,0)\ ,\quad i \in \{U,F\}. \qquad (2)$$

Aby rozwiązać problemy targu w poszczególnych okresach zastosowano schemat Nasha. Obliczenia prowadzone są sekwencyjnie poczynając od $t_L$. Przeto jeśli uporządkujemy zbiór B od elementu najmniejszego $t_1$ do $t_L$ tak, że $t_1 < t_2 < \dots < t_L$ i oznaczymy przez $N(G)$ rozwiązanie Nasha (Nash,1950) gry targu G, to proces ten można opisać następująco:

$$X^A(s,\tau,B,t_L) = N(Z_{t_L}, X^d(s,\tau)),$$
$$X^A(s,\tau,B,t_{L-1}) = N(Z_{t_{L-1}}, X^A(s,\tau,B,t_L)), \qquad (3)$$
$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$
$$X^A(s,\tau,B,t_1) = N(Z_{t_1}, X^A(s,\tau,B,t_2)).$$

$X^A(.)= (X_U^A(.),X_F^A(.))$ oznacza pary wypłat odpowiadające porozumieniu. Jeśli porozumienie zostanie zawarte w $t_A$, to z równań

$$X_i^A(s,\tau,B,t_A)=t_Ax_i(v^o,s)+(T-t_A)x_i(v^A,0),\quad i\in\{U,F\} \qquad (4)$$

możemy wyznaczyć wektor decyzji $v^A$ je realizujących.

Z tego, iż w modelu istnieje pełna informacja wynika, że porozumienie winno być zawarte w $t_A=0$. Interesujące nas zagadnienie to problem optymalnego doboru groźby strajku $(s,\tau,B)$ przez związek U:

$$(s^*,\tau^*,B^*)= \arg\max_{(s,\tau,B)} X_U^A(s,\tau,B,0). \qquad (5)$$

Wyróżnimy przy tym dwa przypadki:

1. z założeniem, iż wszystkie ogłaszane groźby są uważane za wiarygodne,
2. bez tego założenia.

Ze względu na brak miejsca jedynie zarysujemy istotę wyników uzyskanych w obu przypadkach (Pattanaik,Stefanski,1988).

<u>Przypadek 1</u>

Biorąc pod uwagę (3) i (2) można dojść do wniosku, że optymalna długość strajku:

$$\tau^*=T. \qquad (6)$$

Dobór optymalnego $B^*$ umożliwia spostrzeżenie, iż zawsze winno być $\{0\}\subset B^*$, wraz z następującym twierdzeniem: jeśli $\tau=T$ i $B_1=\{0\}\cup B_1'$, $B_2=\{0\}\cup B_2'$, to $X_U^A(s,T,B_1,0)=X_U^A(s,T,B_2,0)$ dla wszystkich $B_1',B_2'\subset\{1,2,\ldots,T-1\}$ i wszystkich $s\in[0,1]$. Czyli

$$B^*=\{0\}\cup B' \quad , \quad B'\subset\{1,2,\ldots,T-1\}. \qquad (7)$$

Oznacza to, że nie ma znaczenia czy rozmowy toczą się w pośrednich okresach negocjacji czy też nie. Istotne jest aby były prowadzone na samym początku.

Z kolei optymalny dobór intensywności strajku można sprowadzić do rozwiązania zadania jednoetapowego:

$$s^*= \arg\max_{s\in[0,1]} X_U^A(s,\tau^*,B^*,0)= \arg\max_{s\in[0,1]} x_U^A(v^o,s). \qquad (8)$$

Zadanie to daje się łatwo rozwiązać.

## Przypadek 2

W przypadku tym U musi brać pod uwagę nie tylko wpływ $(s,\tau,B)$ na końcowe porozumienie, ale też to co mogłoby mieć miejsce jeśli druga strona nie uwierzyłaby w ogłoszoną groźbę. W sposób istotny komplikuje to sytuację. Zauważmy, ze w przypadku 1 optymalne parametry groźby (6),(7),(8) były niezależne od siebie. Jeśli zrezygnujemy z założenia o wiarygodności, to okazuje się, iż parametry te są wzajemnie sprzężone.

Ponieważ strajk jest niekorzystny dla obu stron, to biorąc pod uwagę (2) mamy: $X_i^d(s,\tau_1) > X_i^d(s,\tau_2)$, $i\in\{U,F\}$, jeśli $\tau_1<\tau_2$. Przeto $X^d(s,\tau)\in D_s$, gdzie

$$D_s = \{(X_U,X_F)\in Z_0 \colon X_i > Tx_i(v^o,s),\ i\in\{U,F\}, \text{ lub } X_i = Tx_i(v^o,s),\ i\in\{U,F\}\}. \tag{9}$$

Otóż okazuje się, że zbiór $D_s$ można podzielić na trzy rozłączne zbiory $A_s$, $E_s$ i $C_s$ takie, że zależnie od położenia końca trajektorii niezgody $X^d(s,\tau)$ optymalny schemat negocjacji dla danych $s,\tau$ jest inny (Pattanaik,Stefanski,1988):

$$\hat{B}(s,\tau)= \begin{cases} \{0,1,\dots,\tau\} & \text{jeśli } X^d(s,\tau)\in A_s \\ \{0\}\cup B' & \text{jeśli } X^d(s,\tau)\in C_s \\ \{0\} & \text{jeśli } X^d(s,\tau)\in E_s, \end{cases} \tag{10}$$

gdzie $B'$ jest jakimkolwiek podzbiorem $\{1,2,\dots,\tau\}$.

Przy określaniu optymalnych $s,\tau$ wprowadzono pojęcie czasów granicznych $t_U(s,\tau)$ i $t_F(s,\tau)$. I tak $t_i(s,\tau)$ jest najpóźniejszym okresem, w którym dla strony $i\in\{U,F\}$ korzystniejsze jest wygranie konfliktu niż rezygnacja na samym początku, tzn w $t=0$. Wygranie konfliktu dla U w t oznacza, że w okresie t F akceptuje porozumienie. Z kolei wygranie konfliktu przez F w t oznacza, że U przerywa strajk w okresie t i powraca do s=0:

$$t_U(s,\tau)= \max \{t\in\hat{B}(s,\tau):\ X_U^A(s,\tau,\hat{B}(s,\tau),t)\geq Tx_U(v^o,0)\} \quad (11)$$

$$t_F(s,\tau)= \max \{t\in\{0,1,\dots,\tau\}:\ tx_F(v^o,s)+(T-t)x_F(v^o,0)\geq X_F^A(s,\tau,\hat{B}(s,\tau),0)\} \quad (12)$$

Będziemy mówić, że groźba strajku scharakteryzowana przez trójkę $(s,\tau,\hat{B}(s,\tau))$ jest wiarygodna jeśli $t_U(s,\tau)> t_F(s,\tau)$ i oznaczymy

$$\Psi = \{(s,\tau)\in[0,1]\times\{1,2,\dots,T\}:\ t_U(s,\tau)> t_F(s,\tau)\}. \quad (13)$$

Zbiór $\Psi$ wykorzystuje się przy określaniu optymalnych $s,\tau$:

$$(s^{**},\tau^{**})= \begin{cases} \arg\max\limits_{(s,\tau)\in\Psi} X_U^A(s,\tau,\hat{B}(s,\tau),0) & \text{gdy } \Psi\neq\emptyset \\ (0,0) & \text{gdy } \Psi=\emptyset \end{cases} \quad (14)$$

Z kolei optymalny schemat negocjacji otrzymujemy poprzez wykorzystanie (10): $B^{**}= \hat{B}(s^{**},\tau^{**})$.

## 3. Zapewnienie stabilności porozumień nieformalnych

Mówiąc o porozumieniu nieformalnym mamy na myśli porozumienie, którego realizacja nie wynika z założenia Innymi słowy - nie zakłada się, że partnerzy są automatycznie zobowiązani do jego przestrzegania. Dopuszcza się zatem możliwość złamania porozumienia, co czyni sytuację bardziej zbliżoną do rzeczywistości. W takim przypadku pojawia się problem stabilizacji realizacji takiego porozumienia, co może być dokonane poprzeez ogłoszenie strategii odwetu. Taka strategia groźby oznajmia, że w przypadku złamania porozumienia przez partnera decydent podejmie określoną akcję (dla partnera szkodliwą). Problem powstaje wówczas, gdy nie zakładamy automatycznej wiarygodności takiej groożby, a jej realizacja byłaby szkodliiwa również dla strony ją ogłaszającej. W takim przypadku strony stają przed problemem doboru ogłaszanych gróźb odwetu, przy czym wybór ten musi być kompromisem pomiędzy efektywnością (siłą odstraszania) a wiarygodnością.

Weźmy pod uwagę prostą grę zwaną Chicken:

| $u_1 \backslash u_2$ | 1 | 0 |
|---|---|---|
| 1 | $(p_1^3,p_2^3)$ | $(p_1^2,p_2^4)$ |
| 0 | $(p_1^4,p_2^2)$ | $(p_1^1,p_2^1)$ |

Decyzja $u_i$=1 oznacza współpracę, $u_i$=0 brak współpracy. Górne indeksy przy wypłatach oznaczają ich uporządkowanie, tzn. $p_i^4$ wypłatę najlepszą, $p_i^1$ – najgorszą z możliwych dla gracza i. Kółkami zakreślono istniejące dwa punkty równowagi Nasha. Jak się wydaje najrozsądniejsza byłaby obopólna współpraca dająca $(p_1^3,p_1^3)$. Zauważmy jednak, że nie jest to punkt stabilny – na przykład gracz 2 będzie miał pokusę do zmiany $u_2$ z 1 na 0 i przejścia do wypłaat $(p_1^2,p_2^4)$. Gracz 1 mógłby temu zapobiec ogłaszając, że jeśli gracz 2 przyjmie $u_2$=0, to on ustali również $u_1$=0. Problem jednak w tym, że wykonanie tej grożbby byłoby szkodliwe nie tylko dla gracza 2, ale również dla gracza 1. W związku z tym wiarygodność tej groźby jest wątpliwa.

Niemniej jednak w grach z większą liczbą dostępnych decyzji istnieje problem znalezienia kompromisu pomiędzy szkodliwością groźby dla partnera, a jej kosztem dla ogłaszającego. Przykładem takiej gry może być już ciągła wersja Chicken, gdzie decyzje $u_1,u_2 \in [0,1]$, a wypłaty:

$$P_i(u_1,u_2) = -(1-p_i^3+p_i^2)u_1u_2 + p_i^2 + u_j \quad , \quad i,j=1,2;\ i \neq j. \quad (15)$$

Przyjmiemy, że na początku gracze ogłaszają strategie groźby $r_1,r_2$, gdzie $r_i:[0,1] \to [0,1]$ (tzn. $u_i=r_i(u_j)$, $i \neq j$). Następnie negocjują porozumienie o współpracy $(u_1^A,u_2^A) \in [0,1]^2$ dające wypłaty $y^A = (y_1^A,y_2^A)$. Potem jednocześnie podejmują decyzje $u_1,u_2$. Jeśli porozumienie jest przestrzegane przez obu lub też obaj gracze je złamali, to gra się kończy z wypłatami $y_i=P_i(u_1,u_2)$ $i=1,2$. Jeśli natomiast tylko decydent j złamał porozumienie, t.j. $u_j<u_j^A$, to partner ma ruch odwetowy $u_i^r=r_i(u_j)$ i ostateczny wynik : $y_k=P_k(u_i^r,u_j)$, $k=1,2$; $i,j\in\{1,2\}$, $i\neq j$. Zauważmy, że nie zastosowanie się do porozumienia w ten sposób, że $u_j>u_j^A$ byłoby korzystne dla partnera i (patrz (15)) i dlatego nie uznałby on tego za czynność naganną.

Zauważmy, że dana para ogłoszonych gróźb $(r_1,r_2)$ stabilizuje tylko pewne porozumienia, których zbiór oznaczymy przez $U^A(r_1,r_2)$

$$U^A(r_1,r_2)=\{(u_1^A,u_2^A)\in[0,1]^2:\ P_j(u_1^A,u_2^A)\geq \max_{u_j\in[0,1]} P_j(r_i(u_j),u_j),\quad j,i=1,2,\ j\neq i\}. \qquad (16)$$

Oznaczmy: $S^A(r_1,r_2)=\{(y_1,y_2):\ y_i=P_i(u_1,u_2),\ (u_1,u_2)\in U^A(r_1,r_2),\ i=1,2\}$. Do rozwiązania targu $(S^A(.),y^o)$, gdzie $y^o$ jest punktem status quo nie można zastosować schematu Nasha, bo zbiór $S^A(.)$ może nie być wypukły. Można na przykład przyjąć schemat Kalai-Smorodinsky'ego (1975). Oznaczając go przez $\Phi$ mamy:

$$y^A=\Phi(S^A(r_1,r_2),y^o) \qquad (17)$$

Zauważmy, że groźby $r_1,r_2$ wpływają na rozwiązanie zadania targu, przy czym jest to wpływ nie poprzez przesunięcie status quo (jak w klasycznym podejściu Nasha), lecz poprzez zmianę <u>kształtu</u> zbioru stabilnych porozumień $S^A(r_1,r_2)$.

W związku z wiarygodnością gróźb powstaje pytanie: dlaczego decydent miałby egzekwować swoją groźbę skoro byłoby to dla niego szkodliwe. Jedna z możliwych odpowiedzi jest następująca - ponieważ podważa to jego reputację w przyszłości. Przypuśćmy, że decydent j złamał porozumienie, a partner nie zastosuje $r_i$, i oznaczmy subiektywną wartość straty reputacji dla gracza i przez $\alpha_i$. Jednakże gracz j nie zna $\alpha_i$. Może on jednak założyć pewien rozkład prawdopodobieństwa $h_j(\alpha_i)$. Ze względu na brak miejsca powiemy tutaj tylko, że koszt realizacji $r_i$ zależy od tej groźby oraz od akcji partnera $u_j$. Koszt ten oznaczymy przez $c_i(r_i,u_j)$ (Stefanski,1988). Zatem decydent j mógłby oszacować prawdopodobieństwo nie wykonania $r_i$ w sposób następujący:

$$\pi_j(r_i,u_j)= \int_0^{c(r_i,u_j)} h_j(\alpha_i)\, d\alpha_i. \qquad (18)$$

$\pi_j(r_i,u_j)$ odzwierciedla <u>niewiarygodność</u> wykonania $r_i$. Zauważmy, że zależy ona od samej groźby jak również od decyzji łamiącej porozumienie $u_j$. Wykorzystując to decydent j może określić oczekiwaną wypłatę

$$Y^B_j(r_i,u_j)= (1-\pi_j(r_i,u_j))\ P_j(r_i(u_j),u_j) + \pi_j(r_i,u_j)\ P_j(R_i(u_j),u_j), \qquad (19)$$

gdzie $R_i$ jest funkcją optymalnej reakcji gracza i, oraz optymalną decyzję łamiącą porozumienie:

$$u^B_j(r_i)= \arg \max_{u_j\in[0,1]} Y^B_j(r_i,u_j) \qquad (20)$$

Oczywiście jeśli strategie przestrzegania porozumienia mają być dominujące, to musi zachodzić:

$$y^A_1 > Y^B_1(r_2,u^B_1(r_2)), \qquad (21)$$
$$y^A_2 > Y^B_2(r_1,u^B_2(r_1)).$$

Przy wyborze gróźb istotną rolę odgrywa wielkość $Y^B_j(r_i,u^B_j(r_i))$. Ogólnie można stwierdzić, że dokonując wyboru strategii groźby $r_i$ decydent musi znaleźć kompromis pomiędzy (Stefanski,1988):

1. wpływem $r_i$ na porozumienie $y^A$ (poprzez kształt $S^A(.)$ - patrz (17)),
2. wiarygonością $r_i$ z kosztem jej ewentualnej realizacji $c_i(.)$,
3. stabilnością wiążącą się z wielkością $Y^B_j(r_i,u^B_j(r_i))$.

## LITERATURA

Binmore,K., and M.J.Herrero (1988). Matching and Bargaining in Dynamic Markets. Rev. of Economic Studies, LV, 17-31.

Binmore,K., A.Rubinstein, and A.Wolinsky (1985). The Nash Bargaining Solution in Economic Modelling. The Hebrew Univ. of Jeruzalem, R.R..

Chatterjee,K., and L.Samuelson (1987). Bargaining with Two-sided Incomplite Information: An Infinite Horizon Model with Alternating Offers. Rev. of Economic Studies, LIV, 175-192.

Farrell,J. (1987). Cheap Talk, Coordination, and Entry. Rand J. of Economics, 18, 34-39.

Harsanyi,J.. (1977). Rational Behavior and Bargaining Equilibrium in Games and Social Situations. Cambridge University Press, New York.

Harsanyi,J.C., and R.Selten (1988). A General Theory of Equilibrium Selection in Games. MIT Press, Cambridge.

Hoel,M. (1987). Bargaining Games with Random Sequence of Who Makes the Offers. Economics Letters, 24, 5-9.

Kalai,E., and M.Smorodinsky (1975). Other Solutions to Nash's Bargaining Problem. Econometrics, 43, 513-518.

Nash,J. (1950). The Bargaining Problem. Econometrica, 18, 155-162.

Nash,J. (1953). Two-Person Cooperative Games. Econometrica, 21, 128-140.

Pattanaik,P.K., and J.Stefanski (1988). Flexible Strike Threats in Industrial Bargaining. Mimeo..

Roth,A.E. (1979). Axiomatic Models of Bargaining. Springer, New York.

Rubinstein,A. (1982). Perfect Equilibrium in a Bargaining Model. Econometrica, 50, 87-109.

Rubinstein,A. (1985). A Bargaining Model with Incomplete Information about Time Preferences. Econometrica, 53,1117-1132.

Stefanski,J. (1988). On Cooperation and the Choice of Threats. Univ. of Birmingham, R.R..

Stefanski,J., and A.Straszak (1986). Bargaining and Credibility in Dynamic Games. In: J.Song, Y.C.Ho: Modelling, Decisions, and Games with Applications to Social Phenomena. CAST, Beijing, vol.II, 437-446.

Wolinsky,A. (1987). Matching, Search, and Bargaining. J. Economic Theory, 42, 311-333.

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

Literatura


1. Berman O. (1985) Dynamic Repositioning of Indistinguishable Service Units on Transportation Networks, Trans. Sci.
2. Berman O., Odoni A.R. (1982) Locating Mobile Servers on a Network with Markovian Properties, Networks, Vol. 12 pp. 73-86
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 MSP-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.120egz.

# 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