

Piotr Sienkiewicz*

Modelowanie systemowe sytuacji konfliktowych

1. Wprowadzenie

Wielowiekowe doświadczenia społeczne skłaniają do wniosku, że konflikty stanowią immanentną cechę wszelkich działań bez względu na ich charakter, zasięg, środowisko społeczne i kulturowe.

Przyjęcie odmiennego założenia, a mianowicie, że istnieją działania pozbawione wewnętrznych lub zewnętrznych sprzeczności, przejawiających się w relacjach między uczestnikami działań a ich bliższym lub dalszym otoczeniem, należy traktować jako założenie idealizujące rzeczywistość społeczną.

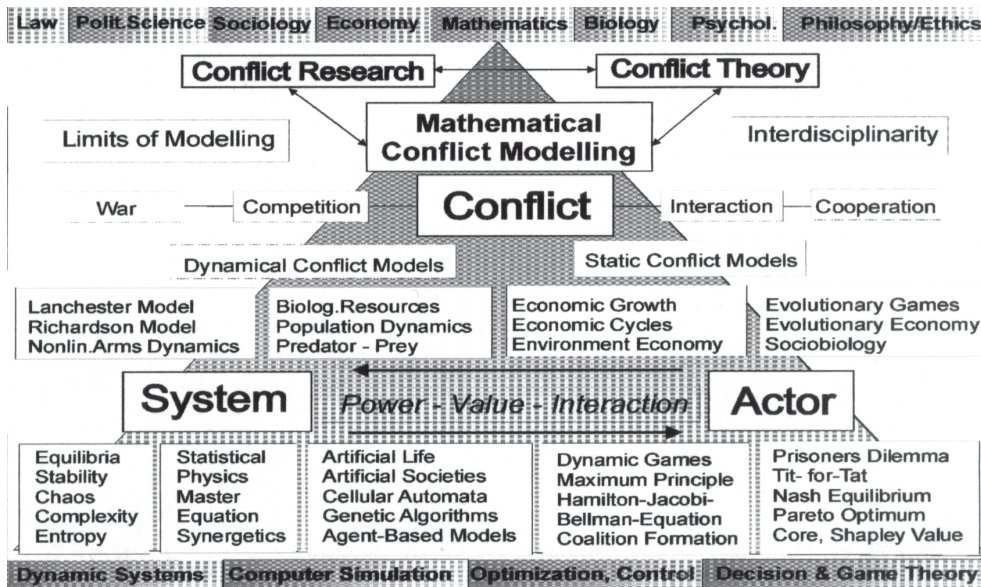
Konflikty społeczne wynikają z rozwoju sytuacji konfliktowych, czyli wytworów swoistych uwarunkowań obiektywnych i subiektywnych. Każda taka sytuacja jest zjawiskiem dynamicznym, czyli procesem, który może doprowadzić do konfliktu w rezultacie kumulacji różnych przyczyn o charakterze zarówno subiektywnym (np. wola podjęcia działań zamierzonych i zaplanowanych), jak i obiektywnych (np. zdarzenia niezamierzone o charakterze losowym lub deterministycznym). W szczególności sytuacja konfliktotwórcza może zostać „rozładowana” dzięki usunięciu sprzeczności, np. dzięki podjętym działaniom mediacyjnym lub negocjacyjnym.

Współczesne badania nad wojną i pokojem, będące w istocie badaniami nad przyczynami i rozwojem sytuacji konfliktowych, prowadzone są na różnych poziomach.

Najwyższy poziom stanowi ogólna refleksja historiozoficzna nad istotą konfliktów (wojen), zaś na niższych poziomach badania te wiążą się z modelowaniem procesów energo-materialnych i informacyjno-decyzyjnych, które składają się na procesy walki zbrojnej i walki informacyjnej.

Współczesne konflikty są obiektem badań mono- i multidyscyplinarnych, a także interdyscyplinarnych badań systemowych (rys. 1).

* Warszawska Wyższa Szkoła Informatyki



Rys. 1. Konflikt jako obiekt badań systemowych [2]

2. Wybrane koncepcje i teorie

2.1. Teoria konfliktów Z. Pawlaka

Punktem wyjścia dla formalnej teorii konfliktów jest skończony zbiór obiektów, które mogą być ze sobą w przyjaźni, w konflikcie, bądź wobec siebie neutralne. Tym podstawowym rodzajem stosunków zostały przypisane odpowiednie relacje binarne (przyjaźni, konfliktu, neutralności). Zbiór obiektów wraz z relacjami pomiędzy nimi tworzy tzw. konfigurację, czyli statyczny obraz stosunków między obiektami, który na ogół przedstawia się w postaci grafu.

Dla takiego wyjściowego modelu sytuacji konfliktowej jako pewnego systemu, zwanego konfiguracją, można udowodnić następujące twierdzenie o rozwoju tych sytuacji [5]:

Jeżeli dany jest pewien początkowy układ stosunków i jeżeli stosunki te będą się zmieniać według określonych reguł, to końcowy układ stosunków przybierze ściśle określoną postać, zwaną postacią normalną.

Z twierdzenia o postaci normalnej wynika, że przy zachowaniu pewnych warunków konflikty, które można nazwać lokalnymi, przekształcają się w konflikty totalne, prowadzone jednak jedynie między „parami ugrupowań”.

Następnie na zbiorze obiektów określono funkcje siły (potencjału) obiektu, przy czym wyróżnia się potencjał ofensywny i defensywny. Pojęcie strategii określa natomiast, jak każdy obiekt dzieli swe siły, aby zwalczać swych przeciwników. Wprowadza się ponadto pojęcie strategii zastraszania oraz równowagi strachu.

W sytuacji konfliktowej mówimy o równowadze strachu, jeżeli istnieje taka strategia (zastraszenie), przy której mogą się wzajemnie zniszczyć wszystkie obiekty będące w konflikcie.

Przyjęto założenie, że celem każdego konfliktu (walki) jest uzyskanie jakiejś wartości, przy czym dla uproszczenia rozważań przyjmuje się, że wartość stanowi jakieś wymierne dobro materialne. Wartość, o którą toczy się walka, nazwano łupem.

Dla określonych zasad podziału łupu między zwycięzców przeprowadzono dowód tzw. twierdzenia smutnego (ze względu na jego pesymistyczny charakter), które mówi:

Przy odpowiedniej wielkości łupu dla niektórych obiektów korzystniejszy jest jego podział w warunkach wojennych aniżeli pokojowych.

Modele sytuacji konfliktowych Z. Pawlaka należą do klasy modeli deterministycznych, statycznych. Pomimo tego niewątpliwie idealizacyjnego założenia, modele mogą stanowić bardzo dobry punkt wyjścia dla bardziej złożonych analiz realnych konfliktów.

2.2. Kierowanie refleksyjne

Rozpatruje się sytuację konfliktową, w której uczestnicy podejmują decyzje na podstawie pewnego obrazu możliwych decyzji przeciwnika. Kierowaniem refleksyjnym nazywa się proces przekazywania przez jednego z przeciwników podstaw do podejmowania decyzji przeciwnikowi. A zatem wszelkie „oszukiwane ruchy” (provokacje, intrygi, maskowanie się, podstępny, konstruowanie fałszywych obiektów, kłamstwo w dowolnym kontekście) są przykładem kierowania refleksyjnego.

Oto charakterystyczne przykłady kierowania refleksyjnego za pomocą:

- przekazywania fałszywej informacji o miejscu akcji (maskowanie swoich obiektów, czyli danie przeciwnikowi konkretnej informacji, lecz nielikwidowanie jej dopływu w ogóle);
- kształtowania celów przeciwnika (provokacja, podstępne „przyjacielskie” rady);
- kształtowania koncepcji przeciwnika;
- przekazywania decyzji (fałszywa odpowiedź rozwiązania sytuacji);
- przekazywania obrazu akcji (dostarczanie fałszywych danych o położeniu i zamiarze działania);
- transformacji miejsca akcji (przekazanie przeciwnikowi jak gdyby swego spojrzenia na miejsce akcji, np. podrzucenie odpowiednio sfabrykowanej dokumentacji);
- transformacji sposobu działania (tzw. zwody, markowanie działania);
- transformacji zasady działania (zmiana pewnych tzw. stałych reguł gry podczas działania przy jednoczesnym sugerowaniu sztywnego się ich trzymania);
- łańcucha transformacji (tzw. potencjalizacja, która polega na tym, że się osiąga swoje cele nie przez wykonanie danego działania, lecz przez stworzenie lub ukazanie jego możliwości);
- neutralizacji dedukcji przeciwnika (np. aranżowanie miejsca, akcji tak, by implikowało kilka równie prawdopodobnych celów, wśród których „kryje się” cel rzeczywisty);
- kierowania przeciwnikiem, który uprawia kierowanie refleksyjne (imitowanie nie tylko procedury podejmowania decyzji, ale samego procesu refleksyjnego kierowania);
- kierowania przeciwnikiem, którego reguły decyzyjne oparte są na teorii gier (wprowadzenie zasad nieuczciwej gry).

W ujęciu kierowania refleksyjnego konfliktu jawi się jako wzajemne intelektualne oddziaływanie stron. Konflikt występuje tu jako wynik niezgodności między odzwierciedlanymi w umysłach ludzkich obrazami świata zewnętrznego, ściślej – między planami na przyszłość, jakie układają sobie przeciwnicy.

Niezgodność, przeciwstawność tych planów, przejawiająca się w niezgodności celów stanowi wewnętrzną naturę każdego konfliktu.

Rozpatrzmy następnie sytuację konfliktową międzysystemową, w której uczestniczy system A oraz system B. System A posługuje się swoją funkcją celu $F(x, y)$, zaś w jego dyspozycji znajduje się potencjał x . System B, z kolei, posługuje się funkcją celu $f(x, y)$ i dysponuje potencjałem y .

System A ma prawo pierwszego ruchu.

Sytuacja I: A określa wektor x i może oczekiwać, że B wybierze wektor y jako funkcję x z warunkiem: $f(x, y) \rightarrow \max$. Zatem system A dokonuje wyboru x z warunku

$$F(x, y(x)) \rightarrow \max_x.$$

Sytuacja II: A określa funkcję $x(y)$ i przypuszcza, że B wybierze działanie, wyrażane teraz jako funkcjonał $y[x(y)]$, z warunku: $f(x(y), y) \rightarrow \max$. System A dokonuje następującego wyboru

$$F((y), y[x(y)]) \rightarrow \max_{x(y)}.$$

Sytuacja III: A określa funkcjonał $x[y(x)]$ i oczekuje, że B wybierze działanie również w postaci funkcjonału $y[x[y(x)]]$. Wtedy reguła wyboru A może być następująca:

$$F(x[y(x)], y[x[y(x)]]) \rightarrow \max_{x[y(x)]}.$$

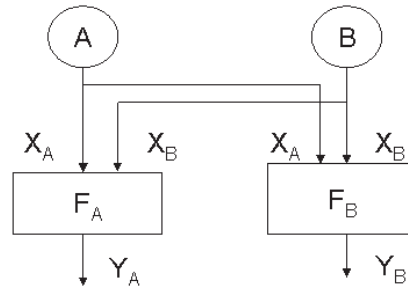
2.3. Gry

Zakłada się, że pomiędzy uczestnikami sytuacji konfliktowej (przeciwnikami) istnieje pewien określony związek taki, że decyzje A zbliżające go do osiągnięcia określonego celu równocześnie wpływają niekorzystnie na cel B i odwrotnie.

Niech funkcje celu uczestników sytuacji (rys. 2) określają odpowiednio funkcje:

$$y_A = F_A(x_A, x_B), \quad y_B = F_B(x_B, x_A).$$

Załóżmy, że celem obu decydentów jest minimalizacja ich funkcji celów, natomiast konflikt oznacza tu taką sytuację, że zmiana x_A zmniejszająca y_A równocześnie zwiększa y_B i odwrotnie, zmiana x_B zmniejszająca y_B równocześnie zwiększa y_A .



Rys. 2. Uogólniona gra jako model sytuacji konfliktowej

W szczególności można sformułować cel „kompromisowy”, czyli należy podejmować decyzje x_A i x_B tak, aby minimalizować łączny wskaźnik efektywności

$$y = k_A F_A(x_A, x_B) + k_B F_B(x_B, x_A),$$

gdzie k_A i k_B oznaczają współczynniki wagowe.

Można również stosować inne podejście: należy wyznaczyć x_A i x_B minimalizujące y_A przy ograniczeniu $y_B \leq \alpha_B$ lub minimalizujące y_B przy ograniczeniu $y_A \leq \alpha_A$. Oznacza to, że niezależne działania stron zostają zastąpione wspólnym podjęciem decyzji (x_A, x_B) optymalizującej wspólną funkcję celu, będącą np. wynikiem wspólnego uzgodnienia.

2.4. Modele walki

Podstawą matematycznego modelowania procesów walki są klasyczne modele W.F. Lanchestera, które obejmują liczną rodzinę modeli: od równań różniczkowych liniowych do równań nieliniowych (tab. 1).

Rozpatrywany jest prosty model Lanchestera:

$$\frac{dx}{dt} = -ay, \quad \frac{dy}{dt} = -bx$$

gdzie:

$x(t), y(t)$ – potencjał bojowy stron walczących,
 a, b – uogólnienie charakterystyki potencjałów stron.

Dla warunków początkowych:

$$x(0) = x_0, \quad y(0) = y_0$$

oraz:

$$0 = x(t) = x_0, \quad 0 = y(t) = y_0, \quad 0 = t < \infty$$

otrzymuje się rozwiązanie w postaci:

$$x(t) = x_0 \cosh \sqrt{ab} t - y_0 \sqrt{\frac{b}{a}} \sinh \sqrt{ab} t,$$

$$y(t) = y_0 \cosh \sqrt{ab} t - x_0 \sqrt{\frac{b}{a}} \sinh \sqrt{ab} t.$$

Tabela 1
Matematyczne modele walki

Model	Równania dynamiki walki	Równania stanu
A	$\frac{dx}{dt} = -ay \quad \frac{dy}{dt} = -bx$	Lanchester (1914) (Prawo kwadratowe) $b(x_0^2 - x^2) = a(y_0^2 - y^2)$
B	$\frac{dx}{dt} = -axy \quad \frac{dy}{dt} = -bxy$	Lanchester (1914) (Prawo liniowe) $b(x_0 - x) = a(y_0 - y)$
C	$\frac{dx}{dt} = -ay \quad \frac{dy}{dt} = -bxy$	Brackney (1959) (Prawo mieszane) $\frac{b}{2}(x_0^2 - x^2) = a(y_0 - y)$
D	$\frac{dx}{dt} = -ax \quad \frac{dy}{dt} = -by$	Peterson (1963) (Prawo logarytmiczne) $b \ln \frac{x_0}{x} = a \ln \frac{y_0}{y}$
E	$\frac{dx}{dt} = -ay - bx$ $\frac{dy}{dt} = -bx - ay$	Morse, Kimball (1951)
F	$\frac{dx}{dt} = -ayh \left(\frac{x}{y} \right)$ $\frac{dy}{dt} = -bxg \left(\frac{y}{x} \right)$	Helmbold (1968)
G	$\frac{dx}{dt} = -2axy^2 - 2bxy - cy^2 - 2dx - fy - g$ $\frac{dy}{dt} = -2ax^2y - bx^2 - 2cxy - 2ey - fx - h$	Woodcock (1986)
H	$\frac{dx}{dt} = -y(2bx + cy)$ $\frac{dy}{dt} = -x(bx - 2cy)$	Dockery (1986)

Z ogólnej analizy podstawowych modeli walki wynika, że stopień, w jakim strony prowadzą „ogień punktowy” lub „ogień powierzchniowy”, zależy od wiedzy – informacji o sytuacji. Im pełniejsza jest wiedza, tym bardziej działania strony zgodne z prawami „ognia punktowego” (uderzenia precyzyjne). Względna precyzyjność walki jest bezpośrednio związana ze stanem wiedzy (stopniem poinformowania).

Zależności te można przedstawić w postaci modelu Helmbolda:

$$\frac{dx}{dt} = -a(t) \left(\frac{x}{y} \right)^{1-W_y} \cdot y,$$

$$\frac{dy}{dt} = -b(t) \left(\frac{y}{x} \right)^{1-W_x} \cdot x,$$

w którym można wyróżnić charakterystyczne przypadki:

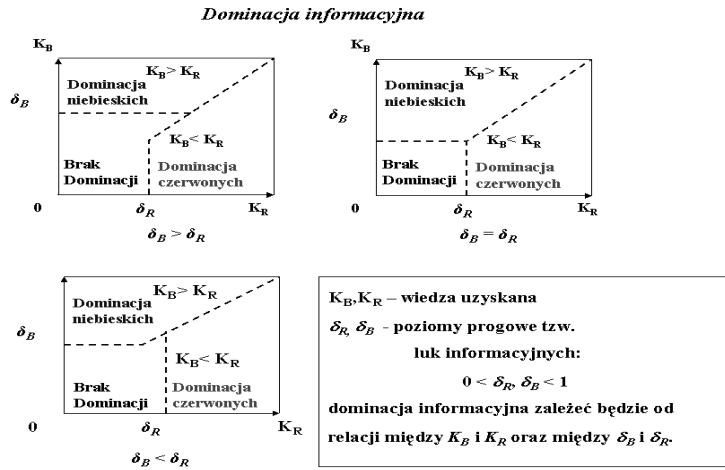
- pełna wiedza stron, odpowiadająca prowadzeniu „ognia punktowego”: $W_x = W_y = 1$;
- niepełna wiedza, odpowiadająca prowadzeniu „ognia powierzchniowego”: $W_x = W_y < 0,5$;
- błędna informacja (dezinformacja), co odpowiada działaniom gorszym niż prowadzenie „ognia powierzchniowego”: $W_x = 0, W_y < 0,5$;
- całkowicie błędna informacja, co może prowadzić do „samozniszczenia”
 $\dot{x} = -ax, \dot{y} = -by$.

We współczesnych koncepcjach walki eksponowane są pojęcia przewagi (dominacji) informacyjnej lub przewagi wiedzy (rys. 3).

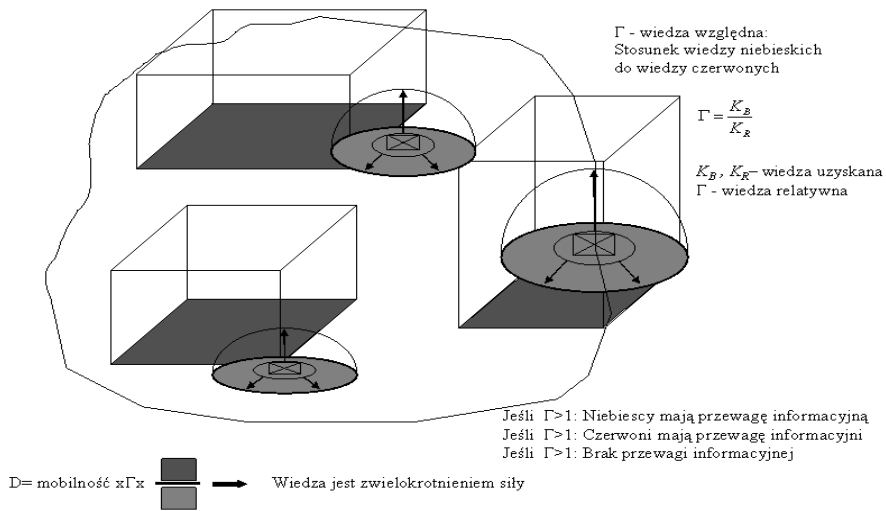
Warunkiem powodzenia współczesnych działań jest uzyskanie przewagi informacyjnej rozumianej jako: *zdolność do zbierania, przetwarzania i udostępniania informacji przy wykorzystaniu (lub deprecjonowaniu) zdolności przeciwnika do wykonania tego samego (RAND)*. Z kolei, dominacja informacyjna obejmuje zarówno wysiłki ofensywne, jak i defensywne, których celem jest stworzenia dystansu *między tym, co my wiemy o naszej przestrzeni bojowej i operacjach w niej prowadzonych, a tym, co nieprzyjaciel wie o swojej przestrzeni bojowej*. [6]

Przyjęcie powyższych koncepcji zmusza do poszukiwania nowych miar (kryteriów) oceny efektywności. Jedną z nich jest tzw. stosunek wiedzy, określony dla następujących założeń (rys. 4):

- dowolna jednostka kontroluje dowolny obszar, gdy jest ona zdolna do działania z pełną swobodą „wewnątrz” tego obszaru;
- promień kontrolowanego przez daną jednostkę obszaru jest równy najmniejszej z trzech wielkości: maksymalnego skutecznego zasięgu systemów ognia pośredniego jednostki, maksymalnego skutecznego zasięgu jej systemów rozpoznania („sensorów”), promienia przydzielonego obszaru operacji;
- wiedza to stopień posiadanej przez dowódcę jednostki znajomości dyspozycji sił własnych i nieprzyjaciela wewnątrz obszaru wyznaczonego przez promień kontroli tej jednostki (tzw. stopień posiadanej „świadomości sytuacyjnej”).



Rys. 3. Dominacja informacyjna [6]



Rys. 4. Koncepcja przewagi wiedzy w działaniach bojowych [6]

Niech wiedzę jednostki Niebieskich i jednostki Czerwonych oznaczają odpowiednio wielkości: K_B i K_R . Względna wiedzę (lub względną świadomość sytuacyjną) określa „stosunek wiedzy”:

$$\Gamma = \frac{K_B}{K_R}, \quad 0 \leq \Gamma < \infty.$$

Taki że:

Jeśli: to: i:

$K_B > K_R$: $\Gamma > 1$: Niebiescy mają przewagę informacyjną.

$K_B < K_R$: $\Gamma > 1$: Czerwoni mają przewagę informacyjną.

$K_B = K_R$: $\Gamma > 1$: Brak przewagi informacyjnej.

Załóżmy, że $0 < \beta < 1$ jest wymaganą „luką” zapewniającą dominację informacyjną. Aby Niebiescy osiągnęli dominację informacyjną, należy przyjąć, że $K_B > K_R$ (warunek przewagi informacyjnej) oraz

$$1 = K_B - K_R = \beta,$$

stąd warunek

$$1 = \frac{\beta}{K_R} \leq \Gamma \leq 1 + \frac{1}{K_R}.$$

Pozostaje otwarty problem modelowania działań z uwzględnieniem warunków przewagi (dominacji) informacyjnej oraz wyboru miar oceny efektywności: Zgodnie z ostatnią propozycją RAND nadal użytecznymi narzędziami modelowania jest teoria gier i modele walki Lanchestera oraz symulacja komputerowa. I z tych modeli należy korzystać w analizie systemowej warunków uzyskania przewagi informacyjnej w działaniach połączonych.

3. Zakończenie

Systemy w konfliktowym otoczeniu nie są jedynymi, w których losowość i determinizm, przypadek i konieczność splatają się w jedną całość i współlistnieją. Szczególną uwagę przyciąga matematyczna teoria nieliniowych systemów dynamicznych, zwaną teorią chaosu. Charakterystycznym dla tych systemów zjawiskiem jest możliwość reakcji na zmiany warunków początkowych, co sprawia, że systemy dynamiczne nie poddają się w istocie długoterminowym prognozom.

Istotnym ograniczeniem jest niepewność, czyli trudność w jednoznacznym określeniu stanu systemu (sytuacji), nieoznaczoność parametrów, nieprzewidywalność zachowania itp. Przyczynami niepewności są np. brak informacji, brak możliwości istotnych pomiarów itp. Niepewne sytuacje i nieunikniona omylność w podejmowaniu decyzji wynikają z tego, że przyszłość cechuje bardzo ograniczona przewidywalność.

Można wyróżnić następujące rodzaje niepewności:

- niepewność probabilistyczną (w sensie teorii prawdopodobieństwa);
- niepewność rozmytą (w sensie teorii zbiorów rozmytych);
- niepewność – nieoznaczoność (przez analogię do zasady Heisenberga).

Modelowanie systemów jest w istocie zmaganiem się z niepewnością i złożonością świata realnego. O ograniczeniach modelowania sytuacji konfliktowych (walki, wojny) decydują, między innymi, następujące wnioski [2].

- Spójność społeczna jednostek wojskowych nie może być precyzyjnie testowana w czasie pokoju.
- Wartość danych empirycznych zebranych w czasie wojny szybko maleje.
- Nie można przewidzieć wpływu emocji ludzkich na wysiłek wojenny.
- Efekty wpływu politycznego na działania wojenne są nieprzewidywalne.
- Nawet zgrubne wytyczne prowadzenia wojny mogą być błędne.
- Często nie można określić z pewnością, która strona zwyciężyła.
- Względna siła może być tylko oszacowana.
- Nawet niewielkie zmiany wartości potencjałów lub uważany za mało istotny przypadek może spowodować katastrofalne efekty.

Literatura

- [1] Przemieniecki L.J.: *Mathematical Methods In Defense Analyses*. Washington 1994
- [2] Booss-Bavnbek B. Eoyrup (eds): *Matematics and War*. Stockholm 2003
- [3] Sienkiewicz P.: *Inżynieria systemów*. Warszawa, MON 1983
- [4] Sienkiewicz P.: *Modelling of Crisis and Conflict Situations, Barriers and Limitations*. ZN AON nr 3, Warszawa 2006
- [5] Sienkiewicz P.: *Sytuacje konfliktowe-modelowanie systemowe (w:) Z zagadnieniem socjologii polityki*. Lublin, UMCS 1996
- [6] Darilek R. et al.: *Measures of Effectiveness for the Information-Age Army*. Santa Monica, RAND 2001