

Stanisław KRAWIEC

ELEMENTY MODELU TRANSFORMACJI GOSPODARCZEJ SYSTEMU TRANSPORTOWEGO

Streszczenie. Transformację systemową można definiować [9] jako przejście od gospodarki centralnie planowanej do gospodarki rynkowej, obejmujące zmianę ustroju politycznego oraz tworzenie rynkowych warunków funkcjonowania wszystkich elementów struktur gospodarczych. Wyróżnia się dwa powiązane ze sobą nurty przemian: transformację ustrojową i transformację gospodarczą. Transformacja gospodarcza systemu transportowego sprowadza się głównie do transformacji struktury podmiotowej tego systemu, co umożliwia kształtowanie konkurencyjnego rynku usług transportowych.

ELEMENTS OF THE MODEL OF ECONOMIC TRANSFORMATION OF TRANSPORT SYSTEM

Summary. System transformation may be defined as a transition from centrally planed economy to market economy comprising the change of political system and creation of market conditions for functioning of all elements of economic structures. One distinguishes two mutually interrelated streams of change political transformation and economy transformation. Economical transformation of a transport system is reduced mainly to structure transformation which enables the creation of a competing market of transport services.

1. SYSTEM TRANSPORTOWY JAKO SYSTEM WIELKI I ZŁOŻONY PODLEGAJĄCY TRANSFORMACJI

System transportowy jest celowo wydzielonym z otoczenia fragmentem gospodarki, który można opisywać i analizować tworząc jego model. System transportowy można określić [4] jako relację określoną na iloczynie kartezjańskim zbiorów V_i :

$$\text{SYSTEM} \subset X \{V_i : i \in I\},$$

gdzie:

I – dowolny zbiór wskaźników, tzw. elementy systemu,

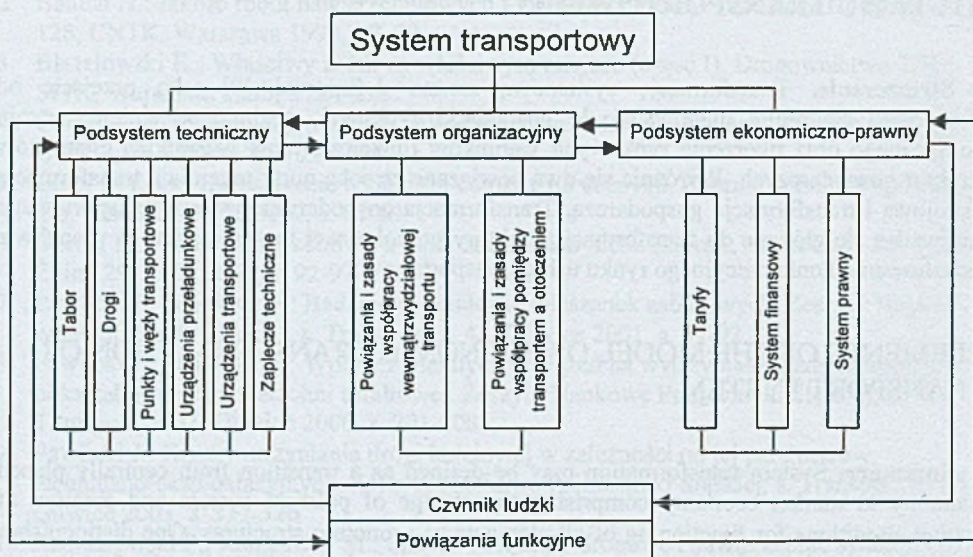
X – iloczyn kartezjański,

V_i – zbiory reprezentujące możliwe zakresy wszystkich zmiennych charakteryzujących kolejne elementy $i \in I$,

Jeżeli I jest zbiorem skończonym, powyższą zależność można określić w sposób następujący:

$$\text{SYSTEM} \subset V_1 \times V_2 \times \dots \times V_n.$$

Relacja jest zazwyczaj podzbiorem iloczynu kartezjańskiego zbioru V_i i można ją określić w sposób dogodny dla określonej klasy systemów. Mniej formalnie [8] system transportowy to celowo określony zbiór elementów oraz relacji zachodzących między tymi elementami i między ich własnościami. Dzięki relacjom cały system ma właściwości, których nie wykazują jego elementy. Intuicyjnie system transportowy można zinterpretować jako pewien mechanizm sprzęgający elementy systemu, czyli umowne części, z których system (lub jego model) jest skonstruowany (rys. 1).



Rys. 1. Schemat strukturalno-organizacyjny systemu transportowego

Fig. 1. Schema of the structure and organisation of a transport system

Między systemami tej samej klasy (o podobnych właściwościach) mogą występować różnice ilościowe i jakościowe. Różnice ilościowe dotyczą składu elementów systemu, natomiast różnice jakościowe dotyczą relacji tworzących strukturę systemu. Skład ilościowy określa propozycje ilościowe elementów określonego typu, a skład jakościowy określa cechy elementów. Relacje tworzące strukturę systemu można również opisywać ilościowo (liczba i natężenie relacji) oraz jakościowo (rodzaj i typ relacji). Obserwacja różnic między systemami zachęca do opisywania systemu wyrażeniem „prosty” lub „złożony”. Formalne poszukiwanie wyraźnej granicy między systemami „prostymi” a systemami „złożonymi” nie jest proste i dla przypadku ogólnego może być niewykonalne. Jako kryterium przyjmuje się często ilość i rodzaj relacji między elementami. Najczęściej wymienia się następujące cechy systemu złożonego:

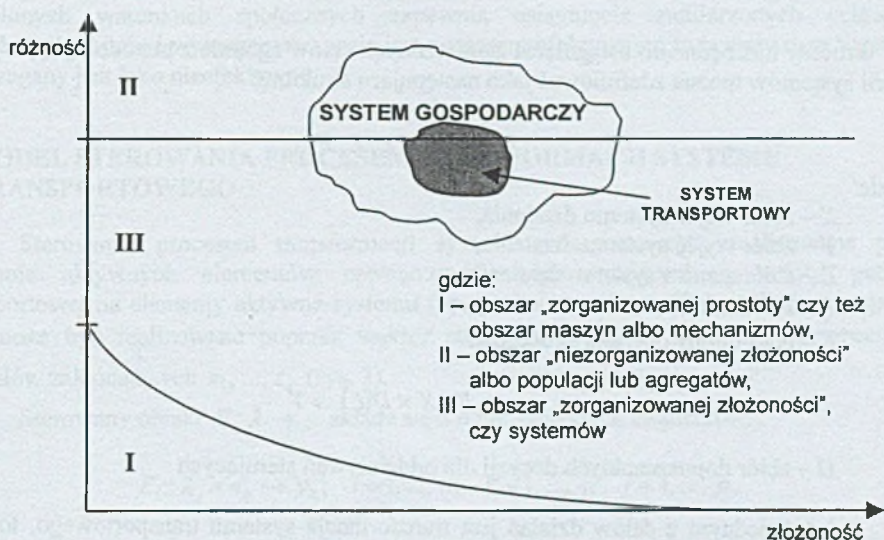
- w systemie można wyodrębnić elementy (podsystemy) składowe;
- system ma globalny cel działania oraz cele lokalne, odpowiadające elementom składowym;
- realizacja celów lokalnych może prowadzić do osiągnięcia celu globalnego (nie oznacza to jednak, że cel globalny jest sumą celów lokalnych);
- w systemie można wyróżnić elementy robocze i elementy organizujące działanie;
- w systemie występuje sterowanie lokalne obejmujące elementy i sterowanie nadrzędne, obejmujące hierarchicznie powiązane grupy elementów (sterowanie nadrzędne z reguły bywa wielopoziomowe, a najwyższy poziom to zazwyczaj sterowanie całym systemem);

- elementy systemu są połączone informacyjnie i zasileniowo;
- dekompozycja celów globalnych na cele lokalne następuje poprzez wykorzystanie właściwości struktur;
- w systemie występuje na ogół problem identyfikacji wszystkich relacji i funkcji opisujących jego zachowanie i oddziaływania na zewnątrz.

Intuicyjnie można przyjąć, że system jest złożony, jeżeli składa się z dużej liczby elementów, wzajemnie powiązanych i współdziałających ze sobą, natomiast funkcje tego systemu nie są banalne. Biorąc pod uwagę niejednoznaczność takiej definicji, można jednak zauważyć wyraźną tendencję systemów do złożoności. Systemy złożone jako układy zorganizowane charakteryzują się określonym stopniem spójności (tzw. koherentności), która polega na takim powiązaniu poszczególnych elementów, że zmiana w którymkolwiek z nich pociąga za sobą zmiany w pozostałych. Dzięki temu system złożony jest nie tylko sumą wszystkich elementów, lecz „czymś innym” jakościowo (system nie jest prostą sumą elementów podlegających prawom związku przyczynowego, lecz zbiorem relacji między tymi elementami).

Każdy system złożony, jeśli ma zachowywać się jako całość, musi charakteryzować się pewnym stopniem spójności, inaczej będzie zbiorem funkcjonalnie niezależnych elementów, dla którego lepszym określeniem jest „grupa” lub „zespół”. Stopień spójności i addytywności systemu jest zwykle funkcją zmienną w czasie. Własność możliwości zmiany stopnia spójności w funkcji czasu można określić jako podatność systemu na procesy zmian.

Stopień koherentności elementów systemu, ilość i rodzaj relacji między elementami, ilość funkcjonalnych płaszczyzn hierarchicznych to jedne z wielu wyznaczników systemu złożonego. Biorąc pod uwagę złożoność oraz różność elementów G. Weinberg [6] definiuje podstawowe typy systemów (rys. 2), traktowane jako obszary, w stosunku do których należy stosować różny aparat formalny.



Rys. 2. Podstawowe typy systemów wg G. Weinberga
Fig. 2. Basic system types according to G. Weinberg

System transportowy kraju, regionu można z punktu widzenia teorii systemów traktować jako określony w sensie celów i funkcji systemu działania, realizujący procesy

niezbędne do osiągnięcia zamierzonych celów. Dla takiego systemu działania można zdefiniować cele działania oraz sposoby ich realizacji w postaci następującej struktury formalnej:

$$\langle C, f, A, D, T \rangle,$$

gdzie:

- C – skończony skrót celów działania (ekonomicznych, społecznych, organizacyjnych, technicznych, ...),
- f – funkcje określające stosunki między celami działania (cele mogą być komplementarne, sprzeczne lub wzajemnie obojętne),
- A – algorytmy podejmowania decyzji (zbiór reguł decydujących),
- D – zbiór dopuszczalnych decyzji dla oddziaływań sterujących,
- T – zbiór chwil czasu.

Dla danych celów działania (jednym z tych celów może być transformacja gospodarcza systemu transportowego) ze zbioru decyzji dopuszczalnych D muszą być wybierane sekwencje decyzji optymalnych (a co najmniej racjonalnych), realizowanych w określonym czasie T , czy zasad określonych przez algorytmy podejmowania decyzji A . Algorytmy decyzyjne muszą uwzględniać funkcję f przedstawiającą stosunki między celami, np. taką, że dla dowolnych celów $c_i, c_j \in C$.

$$f_{ij} = \begin{cases} +1, & \text{gdy cele } c_i \text{ oraz } c_j \text{ są komplementarne lub cel } c_i \text{ jest podporządkowany celowi } c_j, \\ 0, & \text{gdy cele } c_i \text{ oraz } c_j \text{ są wobec siebie neutralne,} \\ -1, & \text{gdy cele } c_i \text{ oraz } c_j \text{ są sprzeczne,} \end{cases}$$

Procesy niezbędne do osiągnięcia zamierzonych celów zgodnie z metodologią przyjętą w teorii systemów można zdefiniować jako następującą strukturę:

$$\langle X, Y, \xi, Z, F \rangle,$$

gdzie:

- X – zbiór wejść systemu działania,
- Y – zbiór wyjść systemu działania,
- Z – zbiór stanów systemu działania,
- ξ – zbiór zakłóceń,
- F – uogólniony operator procesów.

$$F : X \times D(\xi) \rightarrow Y$$

D – zbiór dopuszczalnych decyzji dla oddziaływań sterujących

Jeżeli jednym z celów działań jest transformacja systemu transportowego, to wśród różnych procesów gospodarczych można zdefiniować także proces transformacji gospodarczej, traktowany jako sekwencję działań transformacyjnych. Taki sposób działania, którego celem jest transformacja systemu transportowego, można w sposób formalny przedstawić jako następującą strukturę:

$$\langle E, E', R, T, M, w, \alpha, \beta, v \rangle,$$

gdzie:

E – skończony zbiór możliwych działań transformacyjnych,

$E' - 2^E$ – zbiór wszystkich ciągów utworzonych z elementów zbioru E , zwanych sekwencjami,

$R = \{ \zeta(u) : u \in E \}$ – zbiór możliwych relacji, będących skutkiem pojedynczej sekwencji $u \in E$,

T – zbiór chwil czasu,

w – relacja „wykonalności”, określona na zbiorze $E \times R \times T$, czyli $\langle u, r, t \rangle \in w$ określa, że wykonanie sekwencji $u \in E$, powoduje skutek $r \in R$ w chwili $t \in T$,

v – relacja „wartościowa”, określona na zbiorze $R \times R$, czyli $\langle r_i, r_j \rangle \in v$, jeżeli skutek r_i jest wyżej oceniany („wartościowszy”) niż r_j ,

M – zbiór realizatorów działań, czyli podmiotów sektora TSL traktowanych jako elementy systemowe,

α – relacja możliwości działania określona na zbiorze $M \times E \times T$, czyli $\langle m, e, t \rangle \in \alpha$ oznacza, że realizator $m \in M$ może podjąć w chwili $t \in T$ działania $e \in E$,

β – relacja współdziałania określona na zbiorze $M \times E \times M$, czyli $\langle m, e, n \rangle \in \beta$ oznacza, że realizator $m \in M$ pozostaje w relacji (stosunku, interakcji) współdziałania z innym realizatorem $n \in M$ ze względu na działanie $e \in E$.

Każdą sekwencję działań transformacyjnych spełniającą warunki „wykonalności” i „wartościowania” można nazwać procesem transformacji. Jeżeli proces transformacji w określonych warunkach społecznych zapewnia osiągnięcie zamierzonych celów w pożądanym stopniu i wymaganym czasie, jest procesem efektywnym, w przeciwnym wypadku postrzegany jest jako nieefektywny.

2. MODEL STEROWANIA PROCESEM TRANSFORMACJI SYSTEMU TRANSPORTOWEGO

Sterowanie procesem transformacji systemu transportowego, realizowane przez działania aktywnych elementów zewnętrznych, reprezentujących podmioty polityki transportowej na elementy aktywne systemu (np. podmioty sektora TSL, gałęzie transportu, ...), może być realizowane poprzez wektor sterowań $\lambda_1, \dots, \lambda_p$ działający w obecności sygnałów zakłócających $z_1, \dots, z_q$ (rys. 3).

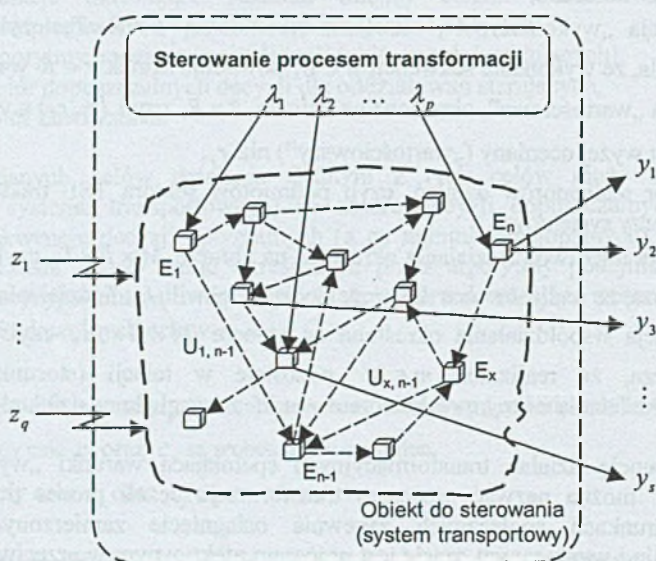
Sterowany obiekt $E : \lambda \rightarrow y$ składa się z n następujących elementów:

$$E_i : \lambda_j \times u_{ij} \rightarrow y_k; \quad i = 1, \dots, n; \quad k = 1, \dots, s; \quad j = 1, \dots, p,$$

na które oddziałuje wektor sterowań $\lambda = \lambda_1 \times \dots \times \lambda_p$ oraz wektor zakłóceń $z = z_1 \times \dots \times z_q$ (niektóre składowe mogą mieć wartość zerową), a zbiorem wyjść jest wektor $y = y_1 \times \dots \times y_s$. Zbiór interakcji $u = u_{1,1} \times u_{1,2} \times \dots \times u_{n-1,n} \times u_{n,n-1} \times u_{n,n}$, $e \in E$, występujących między elementami E_i , jest funkcją K wektora sterowań λ , wektora zakłóceń z oraz lokalnych funkcji przejścia (δ_o^a) elementów aktywnych oraz elementów podległych [5]:

$$u = K(\lambda, z, \delta_o^a)$$

Każdy z n elementów E_i , jeżeli jest elementem aktywnym, posiada zbiór możliwych sterowań $E_i^\gamma : \gamma = 1, \dots, w$ oraz harmonogram e^γ , który jest wektorem b -wymiarowym $e^\gamma = e_1^\gamma, \dots, e_b^\gamma$.



Rys. 3. Model sterowania procesem transformacji systemu transportowego

Fig. 3. Model of controlling the process of transport system transformation

Sterowanie procesem transformacji, oddziałując na obiekt sterowany E wektorem sterowań $\lambda = \lambda_1, \dots, \lambda_p$ posiada swój harmonogram $h = h^1, \dots, h^v$. Celem sterowania jest zapewnienie optymalizacji harmonogramu e^γ dla każdego i -tego elementu aktywnego, przy ustalonym sterowaniu λ .

Funkcja celu sterowania procesem transformacji $\Phi(h, \lambda, u)$ powinna umożliwić wyznaczenie harmonogramu h i sterowania λ maksymalizującego $\Phi(h, \lambda, u)$ przy następujących ograniczeniach:

$$h \in H, \lambda \in L, \eta^i(e^\gamma, \lambda) = \max \eta^i(x, \lambda) \quad x \in E_i^\gamma,$$

gdzie:

$i = 1, \dots, n$ – wskaźnik wybranego elementu aktywnego,

$\gamma = 1, \dots, w$ – wskaźnik harmonogramu e^γ elementu aktywnego,

H – zbiór możliwych harmonogramów sterowania procesem transformacji,

L – zbiór możliwych sterowań sterowania procesem transformacji,

$\eta^i(e^\gamma, \lambda)$ – funkcja celu i -tego elementu aktywnego,

x – dowolny harmonogram ze zbioru E_i^γ .

Sterowanie procesem transformacji można więc interpretować jako wspomagane, wielowymiarowe, wieloetapowe procesy decyzyjne oddziałujące na kompleks operacji, czyli obiekt sterowania obejmujący wielkie i skomplikowane systemy ciągłe lub dyskretne, będące składowymi systemu transportowego. W zależności od formy procesu decyzyjnego (rozdział zasobów, harmonogramowanie czy szeregowanie) realizowanego przez elementy aktywne warstwy sterowania oddziaływanie tej warstwy na elementy aktywne obiektu (oraz na ich elementy podległe) można realizować następującymi metodami:

- zmiana wartości atrybutu elementów aktywnych E_i (co wymusza w modelu każdorazowo uaktywnienie funkcji postępu czasu t),
- zmiana wartości zmiennej opisowej elementu aktywnego E_i lub elementu pasywnego (chwila takiej zmiany wprowadza do procesu decyzyjnego kolejny etap, wykorzystywany przez jeden z elementarnych procesów decyzyjnych),
- zmiana struktury obiektu sterowania E .

W P -etapowym, N -wymiarowym procesie decyzyjnym sterowania procesem transformacji dla każdego i -tego etapu, j -tego wymiaru następuje (może następować, powinno następować):

- ocena stanu obiektu sterowania,
- ocena innych strategii,
- ocena wydajności struktury obiektu sterowania,

a następnie elementy decyzyjne (elementy aktywne) podejmują (lub nie) kolejną decyzję realizowanego harmonogramu. Oczywiście najczęściej decyzje podejmowane są w warunkach niepełnej informacji o aktualnym stanie obiektu (systemu transportowego), co jest związane z niedoskonałością struktur systemów informacyjnych.

Funkcja celu sterowania procesem transformacji $\Phi(h, \lambda, u)$ może być realizowana poprzez stosowanie różnych instrumentów, których aktualne wartości stanowią aktualny stan sterowania λ , a kolejność zmian tych wartości wyznacza harmonogram h . Wśród różnych strategii sterowania procesem transformacji można wyróżnić przykładowo następujące:

- strategię koordynacji, czyli strategię równowagi między elementami aktywnymi E obiektu sterowania (co powodować może jednakowe obciążenie składowymi funkcji celu wszystkich elementów obiektu),
- sterowanie poprzez wprowadzenie ograniczeń (elementy aktywne E_i sterowanego obiektu mają odgórnie zawężony zbiór możliwych realizacji swojej lokalnej funkcji celu $\eta'(e', \lambda)$),
- sterowanie poprzez formułowanie ocen elementów aktywnych struktur obiektu (elementy aktywne otrzymują do realizacji odpowiednie składowe globalnej funkcji celu, strategię ich realizacji, a następnie są oceniane z realizacji tej strategii),
- sterowanie kryterialne – elementy aktywne otrzymują do realizacji odpowiednie składowe globalnej funkcji celu, a następnie same decydują o przyjęciu metody (strategii) realizacji, co prowadzi do pojawienia się nowej, lokalnej funkcji celu tego elementu (niezgodność tak zdefiniowanych lokalnych funkcji celu z funkcją celu sterowania ekonomicznego można oszacować metodą kar).

Strategie te (i inne) mogą być realizowane współbieżnie.

W przypadku braku możliwości zrealizowania funkcji celu sterowania procesem transformacji musi zostać zrealizowane zadanie optymalizacji struktur obiektu sterowanego (restrukturyzacja). Zadanie wyboru struktur optymalnych jest wieloetapowe, realizowane w funkcji czasu, w zmieniających się warunkach otoczenia, w związku z tym najczęściej zadowalającym efektem tego procesu jest tworzenie struktur racjonalnych, a zadanie optymalizacji struktur przybiera formę permanentnej restrukturyzacji, realizowane nie tylko niewidzialnymi siłami wolnego rynku.

Zasadniczym celem modelowania systemu transportowego (i innych systemów) jest identyfikacja wpływów różnych zdarzeń, sterowań (w tym hipotetycznych) na zachowanie się systemu w zmieniającym się otoczeniu.

PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono zarys modelu transformacji systemu transportowego (kraju, regionu, ...). Model taki powinien umożliwić wybór właściwych instrumentów sterowania transformacją. Warunkiem uzyskania takich efektów jest identyfikacja istniejących elementów aktywnych, stanu tych obiektów oraz reguł interakcji zachodzących między nimi.

LITERATURA

1. Bojarski W.: Podstawy analizy i inżynierii systemów. PWN, Warszawa 1984.
2. Gościński A., Nawarecki E.: Hierarchiczne systemy sterowania kompleksami produkcyjnymi. PAN, Kraków 1980.
3. Grzywacz W., Burnewicz J.: Ekonomia transportu. WKŁ, Warszawa 1989.
4. Klir G. J. (red.): Ogólna teoria systemów. Tendencje rozwojowe. WNT, Warszawa 1976.
5. Krawiec S.: Wybrane zagadnienia opisu systemu dyskretnych zdarzeń. Zeszyt Naukowy Politechniki Śląskiej, s. Transport z. 16, Gliwice 1990.
6. Kubicki J., Kuriata A.: Problemy logistyczne w modelowaniu systemów transportowych. WKŁ, Warszawa 2000.
7. Moisiejew N.: Elementy teorii systemów optymalnych. WNT, Warszawa 1983.
8. Mynarski S.: Elementy teorii systemów i cybernetyki. PWN, Warszawa 1979.
9. Nasiłowski M.: Transformacja systemowa w Polsce. Key Text, Warszawa 1995.
10. Scholz C.: The Architecture of Hierarchy, Kybernetes vol 11 nr 3, 1982.
11. Simon H. A.: The Architecture of Complexity, General Systems, Yorkbook 1967.
12. Zeigler B. P.: Teoria modelowania i symulacji. PWN, Warszawa 1984.
13. Zeigler B. P., Praehofer H., Kim T. G., Theory of Modeling and Simulation, Academic Press 2000.

Recenzent: dr hab. inż. Stanisław STANEK

Abstract

The paper presents an outline of a model of transport system transformation (country, region, ...). This model enables the selection of appropriate instruments for controlling the transformation. Identification of existing active elements, object states and interaction principles between them are the conditions for achieving effects.

Praca wykonana w ramach badań własnych BW 455/RT5/2004.