

## **PRIMJENA KIBERNETSKIH METODA U ISTRAŽIVANJU SVOJSTAVA SISTEMA**

*U članku se ukazuje na nužnost i korisnost kibernetičkih metoda u istraživanju svojstava sistema, i to naročito upravljanja. Sistemom se može upravljati ako njegova konstitucija dozvoljava dovoljnu prilagodljivost i elastičnost. Prikazana je metoda definiranja i analize područja željene stabilnosti sistema pomoću konkretnog računskog primjera.*

### **1. UVOD**

U posljednje se vrijeme u našoj znanstvenoj i stručnoj literaturi sve rjeđe piše o primjeni kibernetike, tj. kibernetičkih metoda u vezi sa strukturiranjem i ponašanjem privrednih i proizvodnih sistema. Poslije početnog oduševljenja i pokušaja primjene kibernetike na tom području u toku šezdesetih godina nastupilo je zatišje tako da se dobiva dojam da je kibernetika zaboravljena i napuštena.

Ovaj članak ima svrhu da na području analize ponašanja sistema i upravljanja sistemom ukaže na korisnost primjene kibernetičkih metoda i nužnost nastavka teoretskih i praktičkih radova i istraživanja na tom području.

### **2. UPRAVLJANJE PREMA REALNIM CILJEVIMA**

Razvojem metoda optimalizacije, koje su poznate pod imenom operacijskog istraživanja, mnogo je učinjeno u spoznaji ponašanja sistema, izboru realnih ciljeva i utvrđivanju stvarnih mogućnosti sistema. Te metode odnose se uglavnom na izbor optimalnih izlaza iz sistema uz zadane ulaze i ograničenja. One su u dovoljno stabilnoj privrednoj situaciji vrlo dobre i korisne. Međutim, u složenoj promjenljivoj privrednoj situaciji, kad na sistem dje-

luje velik broj raznih vanjskih i unutarnjih smetnji, one nisu uvijek dovoljne te se osjeća potreba za razvojem novijih aplikativnijih metoda. Takve se metode razvijaju i u okviru kibernetike, i jednu od takvih metoda i pristupa prikazat ćemo u daljem tekstu.

Ciljevi su stanja koja sistem mora postići u određenim vremenskim intervalima, odnosno efekti koji se od sistema očekuju. Njihov izbor ovisi s jedne strane od vanjskih uvjeta, tj. razvoja i stanja aktivne okolice sistema, a s druge strane od unutrašnjih uvjeta, njegove strukture i procesa koji su u njemu mogući.

Od vanjskih uvjeta zavisi valjanost postavljenih ciljeva. Ciljevi su valjani ako njihova realizacija predstavlja poželjno stanje za sistem. Isto tako ciljevi moraju biti na racionalan način ostvarivi, tj. realni, a to s jedne strane zavisi od vanjskih uvjeta, a s druge strane od svojstava samog sistema, tj. kvalitete konstrukcije, odnosno konstitucije sistema.

Zadatak upravljanja je da ostvaruje postavljene ciljeve, a to znači da na sistem djeluje tako da se on uvijek nalazi u stanju ostvarivanja postavljenih ciljeva.

Problemu se kibernetički može prići na slijedeći način. Podvrgnimo neki sistem sistematskoj analizi, tj. utvrdimo elemente sistema, strukturu i funkciju sistema, njegove kapacitete, ograničenja i utjecajne veličine. Na osnovi postavki teorije sistema znamo da funkciju sistema ostvaruju izlazi iz sistema i da se kvaliteta ostvarivanja funkcije može mjeriti na osnovi veličine ili intenziteta jednog ili više reprezentanata funkcije.

Prema tome cilj nekog sistema može se predstaviti veličinom reprezentanta funkcije u određenom vremenskom razdoblju. Kod pri vrednih sistema reprezentant funkcije može biti neka ekonomska veličina, npr. dohodak, dobitak, razlika realizacije, gubitak ili nešto slično.

Isto tako iz kibernetike je poznato da se na sistem može utjecati promjenom ulaza, promjenom strukture i promjenom procesa

u sistemu. Prema tome problem racionalnog upravljanja može se realizirati smišljenim promjenama tih utjecajnih faktora. U vezi toga postavlja se pitanje kakve mogućnosti neki sistem ima s obzirom na unutarnje faktore, tj. konstituciju sistema, da postavi i ostvari racionalne ciljeve.

### 3. ANALIZA KONSTITUCIJE SISTEMA

Valjanost cilja može se definirati određivanjem određene veličine funkcije cilja sistema. Funkciju sistema, kao što smo već ranije spomenuli, realiziraju izlazi iz sistema. Prema tome sistem dobro funkcionira ako u zadanim vremenskim intervalima realizira takve kombinacije izlaza koje zadovoljavaju zadanu funkciju i veličinu definiranu tom funkcijom. Budući da se zadana veličina funkcije cilja može realizirati različitim kombinacijama izlaza, možemo reći da skup svih kombinacija izlaza koje udovoljavaju spomenutom uvjetu čine područje željene stabilnosti sistema. To znači da ako sistem realizira bilo koju kombinaciju iz spomenutog skupa da dobro funkcionira, tj. ostvaruje ciljeve koje smo mu postavili. To područje stabilnosti može biti veće ili manje i smisao operativnog upravljanja se svodi na to da se sistem i promijenjenim uvjetima zadrži u tom području. Naravno, to će se lakše učiniti ako je to područje veće jer veće područje pruža i veće mogućnosti.

U povoljnom slučaju, kad se izlazi iz sistema mogu kvantificirati, tj. predstaviti nekim mjerljivim reprezentantima, funkcija cilja se može postaviti kao jednadžba:

$$F(c) = ay_1 + by_2 + \dots + ny_n \quad (1)$$

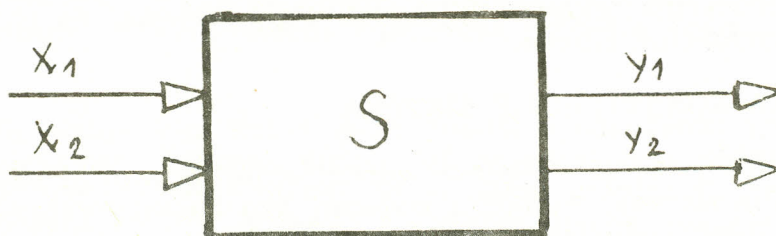
$F(c)$  = funkcija cilja, koja se može zadati jednom veličinom nekog reprezentanta ili intervalom veličina nekog reprezentanta

$a, b, \dots, n$  - koeficijenti doprinosa funkciji cilja svakog izlaza

$y_1, y_2, \dots, y_n$  - izlazi iz sistema.

Ako naša razmatranja svedemo na sistem sa samo dva ulaza i dva izlaza, onda rezultate možemo prikazati i grafički.

Uzmimo kao primjer sistem S koji ima dva ulaza ( $x_1$  i  $x_2$ ) i dva izlaza ( $y_1$  i  $y_2$ ), a koji je prikazan na slici br.1.



Slika br. 1.

Jednadžba funkcije cilja za taj sistem ima sljedeći oblik:

$$F(c) = ay_1 + by_2 = \text{cons.} \quad (2)$$

Napomenimo da će  $F(c) = \text{cons}$  (konstanta) biti samo za prikazani primjer jer  $F(c)$  može biti i interval vrijednosti.

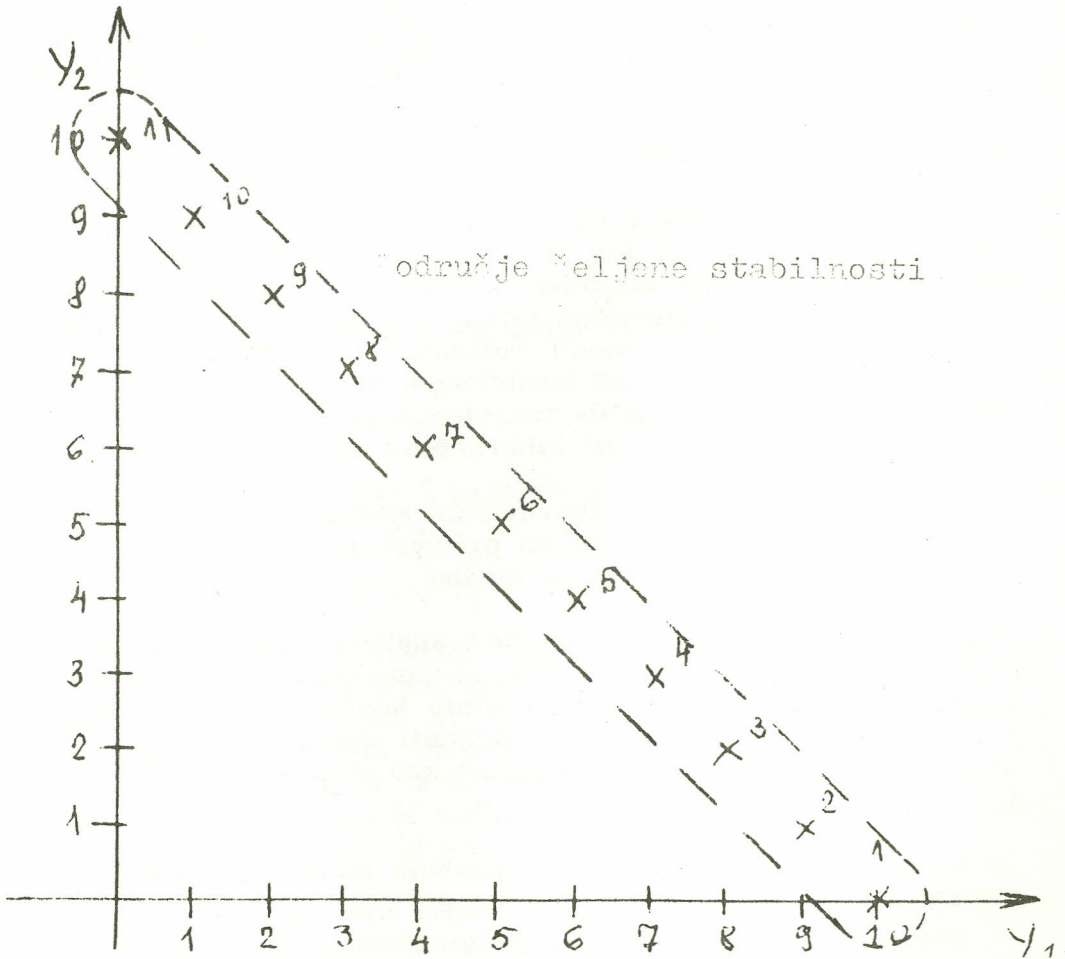
Neka je u našem primjeru

$$\begin{aligned} F(c) &= 100 \\ a &= 10 \\ b &= 10, \end{aligned}$$

onda jednadžba funkcije cilja za naš primjer poprima oblik:

$$100 = 10 y_1 + 10 y_2 \quad (3)$$

U tom slučaju područje željene stabilnosti sistema, uz uvjet da izlazi mogu biti cjelobrojne veličine (1, 2, itd., a ne npr. 1,2 ili 2,35 itd.), ima 11 točaka koje predstavljaju sve moguće kombinacije izlaza koje zadovoljavaju navedenu funkciju cilja. Te točke prikazane su na slici br. 2. i tabeli br. 1.



Slika br. 2.

Tih jedanaest točaka iz slike br. 2. znači da imamo uvijek 10 mogućnosti da realiziramo funkciju sistema ako to zbog bilo kojeg razloga ne možemo učiniti na dosadašnji način.

Veličina područja željene stabilnosti, tj. broj mogućih poželjnih kombinacija izlaza na neki način pokazuje elastičnost i prilagodljivost sistema. Pitanje koje si upravljači moraju postaviti da li se te točke iz područja željene stabilnosti mogu racionalno ostvariti, tj. da li je to područje stvarno tako veliko kako nam na osnovi analize izlaza izgleda. Na to pitanje bez kibernetičke analize sistema nije lako odgovoriti.

Iz kibernetike je poznato da se izlaz iz sistema dobije transformacijom ulaza u sistem, što znači da svakoj kombinaciji izlaza odgovara barem jedna kombinacija ulaza. Prema tome, da bismo dobili odgovor na postavljeno pitanje, tj. na to da li su sve točke iz područja željene stabilnosti racionalno ostvarive, mora za te točke pronaći odgovarajuće kombinacije ulaza, a to se može učiniti pomoću zakona i pravila transformacije kojeg treba pronaći. To znači da treba napraviti kibernetičku analizu sistema.

Nećemo se zadržavati na kibernetičkoj analizi sistema nego ćemo pretpostaviti da je ona u našem primjeru izvršena pa ćemo samo prikazati posljedice i pouke te analize.

Pretpostavimo da smo kibernetičkom analizom dokazali da je naš sistem potpuno determiniran i da se ponašanje sistema može definirati sistemom jednadžbi parcijalnih koeficijenata (S. Kanel, 1-64). Neka su ti parcijalni koeficijenti konstante, a to znači da se ponašanje sistema može prikazati kao sistem linearnih jednadžbi.

Za navedeni primjer taj sistem linearnih jednadžbi izgledao bi ovako:

$$\begin{aligned} y_1 &= a_{1,1} x_1 + a_{1,2} x_2 \\ y_2 &= a_{2,1} x_1 + a_{2,2} x_2 \end{aligned} \quad (4)$$

$y_1, y_2$  su izlazi iz sistema

$a_{1,1}, a_{1,2}, a_{2,1}$  i  $a_{2,2}$  su parcijalni koeficijenti  
 $x_1, x_2$  su ulazi u sistem.

Da bismo mogli odrediti za svaku kombinaciju izlaza odgovarajuću kombinaciju ulaza, moramo sistem jednačbi 4 prevesti u nov oblik:

$$\begin{aligned}x_1 &= b_{1,1} y_1 + b_{1,2} y_2 \\x_2 &= b_{2,1} y_1 + b_{2,2} y_2\end{aligned}\quad (5)$$

Pretpostavimo, u našem primjeru, da su parcijalni koeficijenti konstante i da imaju slijedeće veličine:

$$\begin{aligned}a_{1,1} &= 2 \\a_{1,2} &= 2 \\a_{2,1} &= 2 \\a_{2,2} &= 1\end{aligned}$$

U tom slučaju jednačba 4 ima slijedeći oblik:

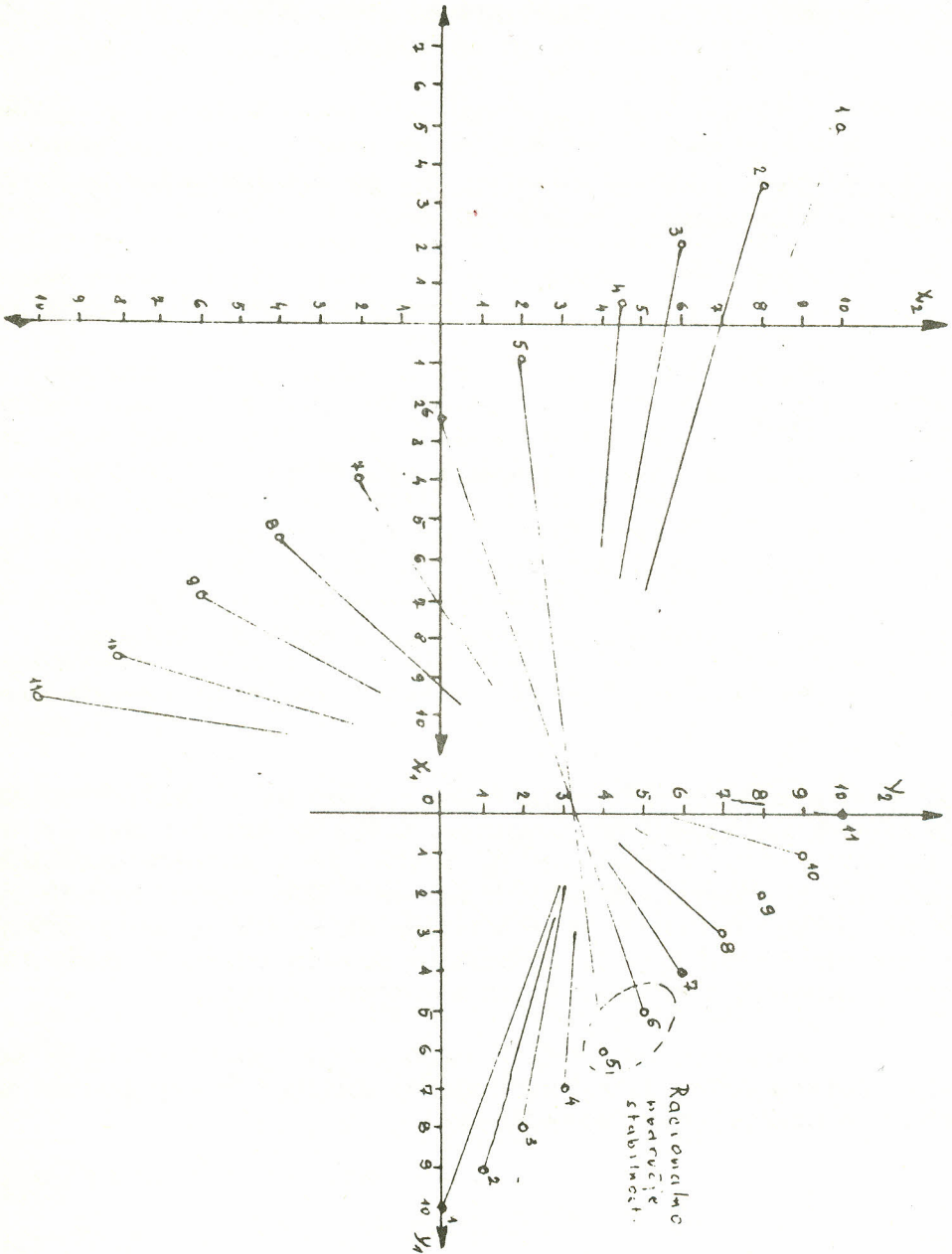
$$\begin{aligned}y_1 &= 2 x_1 + 2 x_2 \\y_2 &= 2 x_1 + x_2\end{aligned}\quad (6)$$

Ako taj sistem jednačbi 6 prevedemo u oblik 5, dobijemo:

$$\begin{aligned}x_1 &= -3 y_1 + 2 y_2 \\x_2 &= 2 y_1 - y_2\end{aligned}\quad (7)$$

Ako prema sistemu jednačbi 7 izračunamo za svaku točku područja željene stabilnosti odgovarajuće točke ulaza, što smo prikazali na slici br. 3. i tabeli br. 1, vidimo da velik broj kombinacija ulaza sadrži i negativne vrijednosti koje kod većine realnih sistema ne možemo ostvariti, a to ukazuje da se dobar dio područja željene stabilnosti koje je definirano pomoću izlaza ne može racionalno ostvariti uslijed internih svojstava sistema.

Naravno, ovo vrijedi samo uz pretpostavku da je ponašanje sistema dobro istraženo i da se sistem stvarno ponaša u skladu s postavljenim jednačbama.



Slika br. 3.



Tabela br. 1. Točke područja željene stabilnosti izlaza i ulaza

	$y_1$	$y_2$	$x_1$	$x_2$
1	10	0	-5	10
2	9	1	-3,5	8
3	8	2	-2	6
4	7	3	-0,5	4
5	6	4	1	2
6	5	5	2,5	0
7	4	6	4	-2
8	3	7	5,5	-4
9	2	8	7	-6
10	1	9	8,5	-8
11	0	10	10	-10

Kao što se iz slike br. 3. i tabele br. 1. vidi, racionalne točke željenog područja stabilnosti su u našem primjeru samo točke 5 i 6.

Ako tome dodamo našu hipotezu da se dobro može upravljati samo onim sistemom koji ima dovoljnu elastičnost i prilagodljivost, vidi se korisnost ovakvog pristupa i analize. Da bi se moglo dobro upravljati, sistem mora biti tako konstruiran da omogućuje dovoljan broj dobrih alternativa.

#### 4. ZAKLJUČAK

Ovim malim primjerom željeli smo ukazati na mogućnosti i korisnost proučavanja sistema kibernetičkim metodama. U vezi tog primjera ne želimo tvrditi da je takav slučaj čest, a pogotovo ne da je on pravilo, ali on je svakako moguć i s njim treba u analizi upravljivosti sistema računati.

Drugo na što smo željeli ukazati jest to da se pomoću kibernetičkih metoda mogu otkriti stvari i odnosi koji nisu evidentni ali su bitni za upravljanje sistemima.

Prikazani primjer je vrlo jednostavan i izrađen na nizu pojednostavljenih pretpostavki, stvarni odnosi u realnim sistemima su

mного složeniji, ali je ovaj primjer, smatramo, dovoljno indikativan da služi kao poticaj za daljnja istraživanja na tom, za sada zanemarenom, području.

#### L I T E R A T U R A

S.V.Känel: Einführung in die Kybernetik für Ökonomen, Verlag die Wirtschaft, Berlin 1972.

D. Radošević: Organizacija između upravljanja i informatike, Jugoslavenski simpozij organizacije rada, Organizacija i informatika, Varaždin, 1984.

Priljeno: 1986-12-20

Radošević D. Die Anwendung der kybernetischen Methoden bei der Forschung der Eigenschaften des Systems

#### Z U S A M M E N F A S S U N G

*In dem Artikel weist man auf die Notwendigkeit der kybernetischen Methoden bei der Forschung der Eigenschaften des Systems und besonders auf Steuerung hin. Das System kann man steuern wenn seine Konstitution die genügende Anpassungsfähigkeit und Elastizität zulässt. Es wurde die Methode der Festlegung und Analyse des Bereiches der gewünschten Stabilität des Systems mit Hilfe eines konkreten rechnerischen Beispiels dargestellt.*