

*Vladimir Horvat*  
*Miloš Mraković*

Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu

OSNOVE TEORIJE KINEZILOŠKIH SISTEMA

*Vladimir Horvat*  
*Miloš Mraković*

FUNDAMENTALS OF KINESIOLOGICAL SYSTEM  
THEORY

After the structure of kinesiology as a science was described, kinesiological system was outlined and the scheme of interdependence of system elements was proposed. Further, the principles of functioning of man as a system were explained and characteristic states of this system during the transformation process were stated.

Владимир Хорват, Милош Мракович

ОСНОВЫ ТЕОРИИ КИНЕЗИОЛОГИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ

После того как описана структура кинезиологии как науки, рассматриваются кинезиологические системы и предлагаются образцы взаимоотношений элементов системы. Кроме того, описаны принципы функционирования человека как системы и характерные состояния этой системы в процессе ее трансформаций.

## 0. UVOD

Za znanost pojava kibernetike označava prelaz na novi sistem mišljenja pri analizi i definiranju različitih fenomena. U dugogodišnjoj povijesti znanosti sve do javljanja kibernetike prevladava stalna tendencija separatnog pristupa izučavanim pojavama, tendencija specijalizacije i produkcije nezavisno promatranih činjenica. Ne rijetko veći broj različitih znanosti isti fenomen promatra samo s vlastitih pozicija, ne vodeći računa o zakonitostima koje utvrđuju druge znanosti, iako bilo koji fenomen nije separatne već integralne prirode. Jednako tako pojedine znanosti različite fenomene promatraju nezavisno, iako su oni po nekoj osnovi višestruko povezani. Upravo zbog toga i na tim osnovama javlja se potreba interdisciplinarnog pristupa proučavanjem pojavama, potreba suradnje različitih naučnih disciplina i proces integracije većeg broja parcijalnih područja znanosti u nove jedinstvene cjeline, posebno iz razloga što ni neživi, a pogotovo živi sistemi, nisu univariantne već uvijek multivariantne naravi.

Za razliku od svih drugih znanosti, koje su očito orijentirane na proučavanje dijelova novog fenomena, kibernetika uvodi sistem razmišljanja sa svrhom generalizacije saznanja. Način na koji kibernetika promatra pojave predstavlja temeljan preobražaj u sistemu mišljenja i rada što je najjače izraženo u stavu koji implicitno nalaže potrebu sintetičkog i strukturalnog izučavanja pojava i što se pri kibernetičnom razmatranju fenomena, izradom adekvatnih modela i primjenom matematičkih metoda mogu objasniti i najsloženiji procesi.

Iako se kibernetika dugo vremena identificira s problemima regulacije u tehnici, vjerojatno zato što je u izradi modela upravljanja tehničkim oruđima bila najviše u primjeni, rečeno je da se sve pojave u prirodi i društvu, od makrokozma do mikrokozma mogu podvrći principima kibernetike, jer su svi elementi bilo kojeg sistema funkcionalno i strukturalno povezani, a to su osnovni atributi kibernetike.

Zadnjih nekoliko decenija mnoge su znanosti započele intenzivnim istraživanjima primjene načela kibernetike, što se naročito odnosi na izradu različitih kibernetičkih modela i primjenu matematičkih metoda koje omogućuju njihovu provjeru. I u području kineziološke znanosti posljednjih godina kibernetički principi nalaze sve veću primjenu kako u svrhe deskripcije i predikcije kinezioloških fenomena, tako i u svrhe utvrđivanja najoptimalnijih modela transformacije kinezioloških sistema što je evidentno posebno u agonološki usmjerenim aktivnostima. Iako su postignuti tek početni rezultati nema nikakve sumnje da je, zahvaljujući kibernetičkom pristupu kineziološkim fenomenima, otpočeo proces stvaranja novog sistema mišljenja i djelovanja koji već doprinosi afirmaciji kineziološke znanosti i procesa koje ta znanost obuhvaća.

Za znanost pojava kibernetike označava prelaz na matiku, fizike, biologije i fiziologije, jer su informacije iz tih znanosti bile materijalni osnov u definiranju nauke o regulaciji procesa koji se odvijaju u složenim sistemima, isto je tako točno da ne bi bilo kineziologije, etimološki definirane kao nauke o pokretu, da nije saznanja anatomije, biomehanike, fiziologije, psihologije i nekih pedagoških naučnih disciplina.

Međutim, jednako kao što kibernetika nije proistekla iz prostog zbira zakonitosti različitih znanosti, već iz generalizacije zakonitosti o procesima upravljanja bilo koje kategorije složenih sistema, najprije u tehnici, a zatim u biologiji, pedagogiji, ekonomici, isto tako na temelju kibernetičkih principa sintetičnosti i strukturalnosti nekog sistema, niti kineziologija nije zasnovana samo na sintezi zakonitosti tzv. elementarnih znanosti, već i na generalizaciji i interakciji različitih zakonitosti o funkcioniranju i upravljanju složenim sistemima koji su pod kontrolom kineziologa.

Primjena kibernetike u kineziologiji izazvala je kvalitativne promjene i u pronalaženju metoda za povećanje efikasnosti primjene kinezioloških stimulusa pri transformaciji subjekta i paralelno u načinu tretiranja realnih vrijednosti kinezioloških operatora pri rješavanju različitih zadataka kinezioloških aktivnosti.

Karakteristično je u kineziologiji za period do pojave kibernetike da su kineziološki fenomeni bili ograničeni određenom količinom često nezavisnih informacija samo jedne od nauka ili svedeni tek na jednostavan zbroj saznanja nekoliko znanosti. Međutim, kako je svaki kineziološki fenomen uvijek multivariantne naravi, nema sumnje da je jednostrana primjena parcijalnih saznanja pojedinih znanosti, koliko god ta saznanja bila korisna, istovremeno maskirala stvarnu složenost problema i nerijetko nanosila štetu za duži period vremena. Poznato je, npr. da je otkrićem bioloških zakonitosti otpočela dugogodišnja dominacija tzv. biologizma čija je, između ostalog, posljedica formiranje stavova po kojima kineziološki stimulusi imaju samo preventivnu ulogu u zaštiti ljudskog zdravlja ili još preciznije, samo ulogu u održavanju higijene tijela, dok se u tom sistemu mišljenja uopće ne spominje neminovnost transformacije ukupnog antropološkog statusa. Ili, npr. otkrivanjem fizikalnih zakonitosti, posebno zakona mehanike i razvojem funkcionalne anatomije ubrzo se razvija naučna disciplina poznata pod nazivom biomehanika, koja značajno utječe na razvoj primjenjene kineziologije, ali istovremeno dolazi do formiranja stavova po kojima kineziološki stimulusi djeluju samo na morfološke karakteristike čovjeka.

Tendencija ka parcijalizaciji kinezioloških fenomena konstantno je prisutna. To je evidentno čak i u suvremenoj literaturi, gdje su činjenice iz pojedinih znanosti prikazane kao sasvim nezavisne kategorije. Ista se pojava može lako uočiti i u sistemu studija na kadrovskim školama, kao i u pedagoškoj praksi

uopće, gdje se podaje znatna količina nezavisnih informacija koje se ne umiju integrirati. Izlaz je očito u kibernetičkom pristupu kineziološkim fenomenima što iziskuje potrebu razvoja kibernetičke kineziologije i njenih disciplina sa zadatkom:

(1) da integriraju zakonitosti do kojih dolaze znanosti s kojima je povezana kineziologija, jer se kineziološki fenomeni ne mogu u potpunosti objasniti saznanjima bilo koje znanosti,

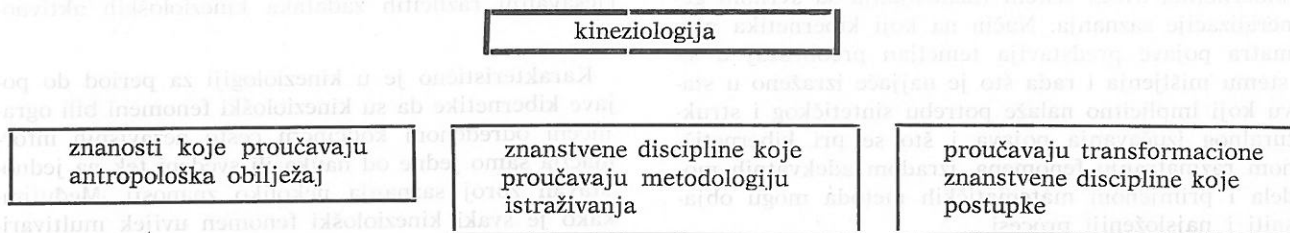
(2) da pomoću vlastitih metoda utvrđuju zakonitosti sa samosvojom egzistencijom, koje se odnose prije svega na deskripciju i predikciju funkcioniranja kinezioloških sistema, utvrđivanje faktora o kojima ovisi uspjeh u kineziološkim aktivnostima i pronalaženje najefikasnijih modela i metoda transformacije subjekta pod utjecajem adekvatnih kinezioloških stimulusa.

Prema tome, kibernetika u kineziologiji nalazi primjenu kao najadekvatniji integralni pristup kineziološkim fenomenima i kao opća metoda u definiranju tipičnih kinezioloških problema kao što su:

utvrđivanje modela funkcioniranja kinezioloških sistema, utvrđivanje najadekvatnijih modela kinezioloških operatora, utvrđivanje principa optimalne organizacije transformacijskih procesa i utvrđivanje najefikasnije strategije i taktike u kineziološkim aktivnostima.

## 02. Struktura kineziologije

Zadaća je kineziologije da proučava opće zakonitosti funkcioniranja i strukturalnih promjena kinezioloških sistema pod utjecajem posebno uvjetovanog kretanja, kao i zakonitosti utjecaja antropoloških karakteristika na motoričku efikasnost pri odvijanju kinezioloških aktivnosti. Osim toga, njena je zadaća da utvrđuje opće principe pri definiranju optimalnih modela transformacije sistema i modaliteta transformacije prema nekom unaprijed definiranom cilju, posredstvom posebno programiranih kinezioloških operatora. Pri tome se kineziologija, kao sintetička znanost, koristi informacijama većeg broja znanosti i znanstvenih disciplina, pa bi logička struktura kineziologije mogla imati ovakav grafički oblik:



Kineziologija koristi saznanja niza tzv. elementarnih znanosti, kao što su anatomija, fiziologija, psihologija, sociologija, naučne discipline iz područja medicine i pedagogije, kojima je osnovna svrha proučavanje zakonitosti funkcioniranja čovjeka i zakonitosti adaptivnih reakcija. Kineziologija koristi one zakonitosti pomoćnih znanosti čija je mogućnost primjene i izvan područja kineziologije, a posebno ona saznanja koja su proistekla iz proučavanja kinezioloških fenomena ili se na njih mogu aplicirati što je obuhvaćeno znanstvenim disciplinama kao što su npr. kineziološka fiziologija ili kineziološka psihologija.

Ako je neki kineziološki fenomen predmet izučavanja istovremeno i kineziologije i drugih znanosti onda kineziologija predstavlja generator informacija za saznanja drugih nauka, jer utvrđuje relacije među njima i stvara zakonitosti na višem nivou, ali, dakako, pod uvjetom i za slučajeve kada se zakonitosti drugih znanosti koriste za kineziološke svrhe. Informacije bilo koje parcijalne znanosti, pogotovo informacije o antropološkom statusu, u kineziologiji imaju realnu opstojnost samo ako se promatraju na integralan

način već samim tim što je i antropološki status, bez ikakve sumnje, integralna cjelina. Sukladno s principima sintetičnosti i strukturalnosti, na kojima je kineziologija zasnovana, svaku informaciju koju uzme od parcijalnih znanosti vraća tim znanostima u vidu nove informacije.

Drugo područje znanstvenih disciplina na kojima se zasniva kineziologija su discipline koje se bave metodologijom istraživanja. Obzirom na osnovnu metodološku orijentaciju kineziologije koja je sadržana:

- u hipotetičko-deduktivnoj metodi istraživanja,
- u multivarijantnom pristupu kineziološkim fenomenima,
- u objektivnosti mjerenja,

svaki je kineziološki problem istovremeno i kibernetički i matematički. Zato je kineziologija osnovana prije svega na kibernetici i statistici, jer se samo pomoću njih mogu transformirati i kondenzirati izmjereni podaci u informacije pogodne za interpretaciju. Osim toga, kineziologija koristi i one discipline koje proučavaju probleme mjerenja, prikupljanja infor-

macija i upotrebu elektroničkih računala. Svrha je svih ovih disciplina da omoguće objektivno prikupljanje informacija o fenomenu i formuliranje matematički izraženih kinezioloških zakonitosti.

Treće značajno područje koje čini osnovu kineziološke znanosti obuhvaća znanstvene discipline kojima je svrha utvrđivanje zakonitosti kinezioloških sistema kao i pronalaženje najoptimalnijih operatora pomoću kojih se provodi transformacija. Tu očitospada kibernetičko modeliranje i programiranje kinezioloških transformacijskih procesa, modaliteti pedagoških

postupaka u transformaciji kinezioloških sistema što uključuje i organizaciju i provođenje operatora i sistema kontrole efekata rada, a konačno tu spadaju i kineziološke aktivnosti koje tvore sadržaj transformacijskih operatora.

Iako svako od navedenih područja ima relativnu samostalnost u kineziologiji, ta područja predstavljaju međuzavisnu cjelinu s povratnim utjecajem.

Da je kineziologija samosvojno područje znanosti, ako ne i oblast, moguće je uočiti iz ove sheme njezine unutarnje logičke strukture:

## KINEZIOLOGIJA

### SISTEMATSKA KINEZIOLOGIJA

- kineziologija monostrukturnih aktivnosti
- kineziologija polistrukturnih acikličkih aktivnosti
- kineziologija polistrukturnih kompleksivnih aktivnosti
- kineziologija konvencionalnih aktivnosti

### SPECIJALNE KINEZIOLOGIJSKE DISCIPLINE

- biomehanika
- kineziološka fiziologija
- kineziološka psihologija
- kineziološka sociologija
- kineziometrija
- kineziološka statistika
- kineziološka informatika

### PRIMIJEJENE KINEZIOLOGIJSKE DISCIPLINE

- kineziologija edukacije
- kineziologija rekreacije
- kineziologija sporta
- klinička kineziologija

Prema tome, osim specijalnih ili pomoćnih kinezioloških disciplina, kineziologija je temeljena na 4 fundamentalne znanstvene discipline u okviru sistematske kineziologije. Te discipline obuhvaćaju ukupnu populaciju kinezioloških aktivnosti i proučavaju kineziološke znanosti prema tipičnim strukturama gibanja koje karakteriziraju pojedinu znanstvenu disciplinu.

Iz sheme je vidljivo da se kineziologija primjenjuje u različitim oblastima. Specifičnost tih oblasti determinirana je specifičnošću ciljeva koji su očitoznačiti u području školstva u odnosu na sport, rekreaciju i kliničku kineziologiju (kineziterapiju) i obrnuto, premda sadržaj operatora može biti identičan.

## 1. OPIS KINEZIOLOŠKIH SISTEMA

### 1.1 *Opći prikaz sistema*

Kibernetika kao nauka o sistemima i upravljanju nastoji apstrahirati i generalizirati bitne principe koji vrijede za različite sisteme. Ona promatra sistem kao cjelinu sastavljenu od međusobno povezanih elemenata koji djeluju kao cjelina. Osnovna postavka kibernetičkog gledišta je finalitet sistema, tj. sistemi imaju neki cilj, zadatak ili svrhu; oni su projektirani tako da uvijek imaju neku funkciju.

Sistemi mogu biti različiti. Govori se o tehničkim sistemima, biološkim sistemima, društvenim sistemima, političkim sistemima, pa čak i o sistemima igre. Zajedničko za sve sisteme su odnosi među elementima sistema, a elementi mogu biti u tehničkim siste-

mima npr. zupčanci, releji, elektronske cijevi i sl., u biološkim sistemima organi, u društvenim sistemima grupe ljudi itd. Elementi u sistemu djeluju kao operatori, tj. vrše određene operacije koje dovode do cilja ili izvršenja zadatka sistema. Na taj način sistem se može zamisliti kao mreža operatora. Različitim kombinacijama operatora s istim karakteristikama nastaju različiti sistemi.

Operacije elemenata mogu se ponekad poistovjetiti s matematičkim operacijama i u tom slučaju može se sistem prikazati kao niz matematičkih jednadžbi. Ali, mnoge operacije, naročito u biološkim sistemima, nemaju adekvatan matematički ekvivalent. Matematičari uspijevaju da pronalaženjem novih matematičkih operacija pronađu pogodne matematičke ekvivalente, ali još uvijek ostaje izvjestan broj operacija za koje nisu pronađena adekvatna matematička rješenja.

Kod različitih sistema operacije se vrše s različitim veličinama, a to mogu biti fizikalne veličine kao npr. električni napon, brzina, itd., ali i bilo koje druge veličine koje se mogu numerički izraziti. Karakteristično je za kibernetiku da ona različite veličine bilo koje vrste tretira jedinstveno pod imenom signali ili informacije. Ti signali upravljaju radom sistema.

Rad sistema nije ništa drugo do protok i prerada informacija. Svaki sistem ima ulazne elemente koji primaju informacije, niz centralnih elemenata koji vrše preradu informacija i izlazne elemente koji predaju informacije okolini, a predaja informacija okolini upravo je zadatak sistema.

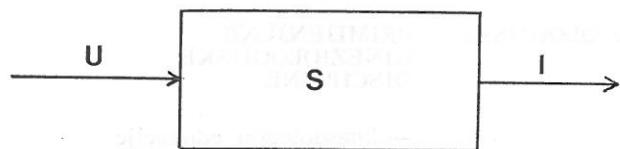
Postoji jedna fundamentalna razlika između tehničkih sistema s jedne strane i bioloških, socioloških



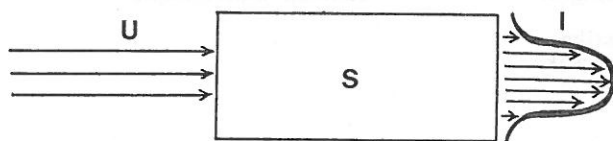
i drugih sistema, s druge strane. Dok kod tehničkih sistema postoji determiniran odnos između ulaza i izlaza, a to znači da tehnički sistem na određeni ulaz daju uvijek isti izlaz, kod bioloških sistema izlaz nije determiniran ulazom nego na određeni ulaz sistem može dati različite izlaze. Od njih neki imaju veću, a drugi manju vjerojatnost pojavljivanja, tako da se kod bioloških sistema određuje vjerojatnost nekog određenog izlaza.

Grafički prikaz jednog tehničkog i jednog biološkog sistema s tog stanovišta mogao bi imati ovakav oblik:

SHEMA



Deterministički sistem

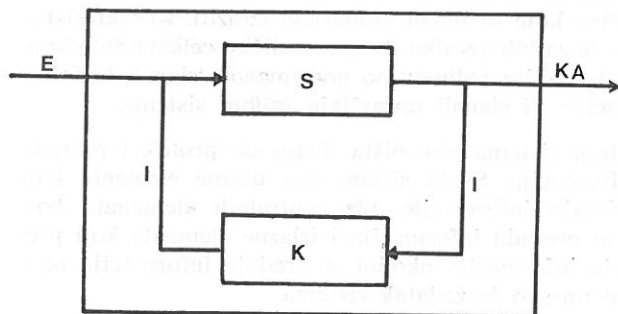


Stohastički sistem

Neki sistemi mogu biti komponente većih sistema i tada se govori o složenim sistemima. Veći sistemi mogu se razmatrati kao skup podsistema, mada svaki podsistem može za određene svrhe biti razmatran također kao zaseban sistem.

## 1.2 Neke karakteristike kinezioloških sistema

Svaki je kineziološki sistem uvijek polistrukturalne naravi, jer je, nezavisno o obliku primjene kinezioloških stimulusa, uspjeh ovisan o interakciji nekoliko složenih sistema. U području edukacije, rekreacije, kineziterapije i npr. agonološki usmjerenim aktivnostima uvijek je prisutan sistem koji se transformira, sistem koji regulira procese transformacije i okolina kao sistem remetećih ili stimulirajućih faktora transformacije. Grafički prikaz polistrukturalnosti kinezioloških sistema mogao bi imati ovakav oblik:



I = informacija      S = subjekt  
E = energija        K = kineziolog  
KA = kineziološka aktivnost

Pod pojmom subjekta u kineziologiji podrazumijeva se pojedinac ili skupina homogenih pojedinaca čija su obilježja antropološkog statusa najbliža jednadžbi specifikacije one kineziološke aktivnosti pomoću koje se ostvaruje unaprijed definirani cilj transformacije subjekta.

Postoji mogućnost:

(1) da je sistem S nepoznat i da je nepoznat kompleksitet kinezioloških aktivnosti. U tom je slučaju znanstveni problem utvrditi faktore o kojima ovisi uspjeh u nekoj aktivnosti, a zatim utvrditi latentnu strukturu sistema S, pa na temelju dobivenih rezultata izvršiti usmjeravanje i izbor sistema S u onu aktivnost čiji je kompleksitet najadekvatniji obilježjima sistema S,

(2) da je sistem S nepoznat, a poznat je kompleksitet kineziološke aktivnosti. Tada je na temelju izmjerenih reakcija sistema S neophodno najprije utvrditi latentnu strukturu antropološkog statusa, a zatim izvršiti izbor one kineziološke aktivnosti čija je jednadžba specifikacije faktora, o kojima ovisi uspjeh u toj aktivnosti, najadekvatnija karakteristikama sistema S,

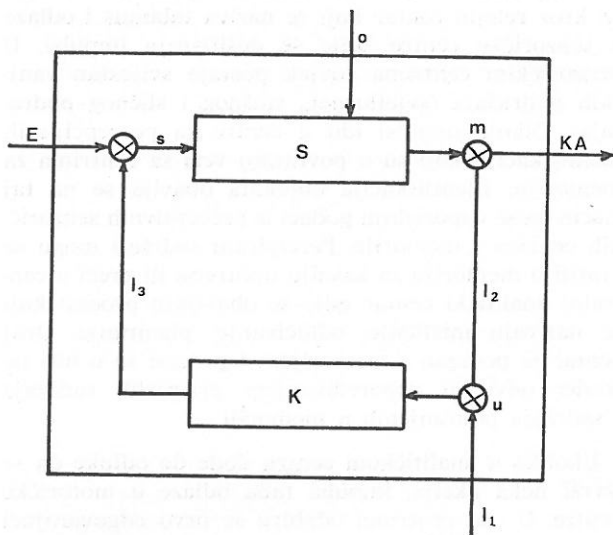
(3) da je sistem S poznat, a nepoznat kompleksitet kineziološke aktivnosti. Naravno, u takvom slučaju problem je utvrditi faktore o kojima ovisi uspjeh u kineziološkoj aktivnosti, što je dovoljna informacija za selekciju i orijentaciju poznatih sistema S u određene kineziološke aktivnosti,

(4) da je sistem S poznat i da je poznat kompleksitet kineziološke aktivnosti, pa ne postoji drugi problem osim da se izvrši takav izbor sistema S čija će struktura antropološkog statusa biti adekvatna faktorskoj strukturi kineziološke aktivnosti.

Svi se navedeni slučajevi mogu dosta uspješno rješavati primjenom adekvatnih statističko-matematičkih procedura. Rješenja su u primjeni faktorskih analiza, regresionih i diskriminativnih postupaka i taksonomskih analiza, kako bi se utvrdili činioci sistema S ili kineziološke aktivnosti (faktorske procedure), izvršila optimalna selekcija (regresiona analiza) i orijentacija (diskriminativna analiza) i odredio minimalan broj maksimalno homogenih skupina sistema S (taksonomske procedure), što je sve skupa pretpostavka za racionalizaciju postupka transformacije sistema S.

Slučajevi (1) do (4) tipični su primjeri za područje agonološki usmjerenih aktivnosti. Međutim, i u svakom drugom području primjene kinezioloških operatora procesi transformacije moraju biti zasnovani na analizi sistema S. Nema racionalizacije transformacijskih procesa ni u edukaciji, ni u rekreaciji, ni u kliničkoj kineziologiji ako je sistem S nepoznat i ako sadržaj transformacijskih procesa nije primjeren sistemu S i cilju koji se želi postići, pa opisani slučajevi vrijede generalno.

Pod pojmom regulatora u kineziologiji podrazumi-jeva se element koji na temelju informacija o su-  
bjektu regulira procese transformacije. Između ele-  
menta S i elementa K postoji povratna veza. Ako ele-  
ment K nema informacije o elementu S, svaki uspjeh  
u transformaciji elementa S produkt je zakona slu-  
čaja.



S = subjekt  
K = kineziolog-regulator  
O = faktor okoline  
E = energija  
I = informacije  
s = stimulusi  
m = mjerni instrumenti  
u = usporednik  
KA = kineziološka aktivnost

Dakle, subjekt (S) kao izvršilac kineziološke aktiv-  
nosti (KA) prima energiju (E) iz okoline i informacije  
(I<sub>3</sub>) od kineziologa (K). Kineziolog daje informacije  
za rad koje kao transformacijski operatori djeluju  
preko stimulusa (s) na subjekt. O aktivnosti subjekta  
kineziolog doznaje pomoću mjernih instrumenata (m),  
čije informacije (I<sub>1</sub>) upoređuje sa ciljevima koje kao  
informacije dobija iz okoline (I<sub>2</sub>). Usporedbom (u) po-  
željnih ciljeva i izmjerenih reakcija subjekta kineziolo-  
g stvara korekzione odluke koje se kao informacije  
pretvaraju u operatore koji se primjenjuju na subjek-  
ta.

Prema tome, bilo koja faza procesa transformacije  
uvijek mora biti zasnovana na protoku informacija iz-  
među kineziologa i subjekta, tj. između sistema koji  
upravlja procesom transformacije i sistema kojim se  
upravlja. Taj se odnos ostvaruje na taj način što ki-  
neziolog primjenom adekvatnih mjernih instrume-  
nata mjeri reakcije subjekta i te podatke pretvara u  
informacije na osnovu kojih se može zaključiti kakvo  
je stanje elementa S, bez čega opet nije moguće pred-  
viđati racionalne postupke njegove transformacije.

Kineziolog je neposredni regulator procesa vjež-  
banja. Međutim, regulator može biti i tehnički uređaj  
koji na temelju informacija o sistemu S i poželjnih  
veličina utvrđuje optimalne operatore. Takvi sluča-

jevi mogu se primijeniti u svakom obliku primjene  
kinezioloških stimulusa.

Iz opisane sheme vidljivo je da je funkcija kine-  
ziologa kao regulatora složena. On mora znati kako  
funkcionira sistem S, utvrđivati postupke za mjerenje  
reakcija sistema S, poznavati postupke za prikuplja-  
nje informacija o sistemu S, poznavati barem general-  
no kojim se statističko-matematičkim metodama mo-  
gu najadekvatnije pretvoriti izmjereni podaci u infor-  
macije pogodne za interpretaciju. Posebno, mora  
znati kako se interpretiraju obrađeni podaci, te po-  
stavljati racionalne ciljeve što znači ciljeve u termi-  
nima dimenzija koje su predmet transformacije.  
Osim toga, kineziolog utvrđuje volumen komponen-  
ta tranzitivnih operatora, generira transformacijske  
operatore, utvrđuje modalitete transformacijskih pro-  
cesa, organizira provođenje i primjenu sadržaja trans-  
formacijskih procesa i vrši adekvatnu kontrolu efekta  
rada. Konačno, on razmatra odnose sistema S i okoli-  
ne, fizikalne i socijalne, i utječe da sistem S postigne  
odgovarajuću mikro i makro socijalnu adaptaciju.

Pojam okoline u kineziologiji obuhvaća sve fizikal-  
ne i socijalne činioce koji utječu na bilo koji sistem  
čovjek. U pojam okoline uključene su i sve kineziolo-  
ške aktivnosti kao sadržaj transformacijskih opera-  
tora. Zavisno o uvjetima u kojima se izvodi neka ki-  
neziološka operacija moguće je očekivati da fizikalni  
i socijalni faktori okoline umanje ili povećaju vrijed-  
nost reakcija sistema čovjek. Isto tako je moguće da  
se primjenom kinezioloških sadržaja sistem S ospo-  
sobljava za varijabilne fizikalne i socijalne uvjete, da  
te uvjete drži pod kontrolom, pa čak i mijenja.

### 1.3 Karakteristična stanja kinezioloških sistema

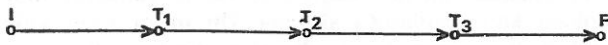
Odnos između podražaja i reakcije uvijek je defi-  
niran osobinama organizma pa se, prema tome, stan-  
jem organizma ne može smatrati ništa drugo nego  
osobine ili latentne strukture koje te odnose odre-  
đuju.

Sistem se u toku transformacije nalazi u različitim  
stanjima:

(1) Početno ili inicijalno stanje sistema je stanje  
koje se mora odrediti prije započetog procesa trans-  
formacije kako bi se mogli odrediti početni optimalni  
operatori i pratiti transformacija sistema u toku ki-  
neziološkog procesa.

(2) Tranzitivnim ili prelaznim stanjima obilježavaju  
se pojedine faze transformacije sistema u toku pro-  
cesa kineziološkog tretmana sa svrhom utvrđi-  
vanja dostignutog stupnja transformacije kako bi se  
izvršile eventualne korekcije operatora.

(3) Finalno ili završno stanje je stanje sistema nakon  
završenog procesa primjene transformacijskih ope-  
ratora koje se utvrđuje sa svrhom usporedbe sa želje-  
nim, odnosno idealnim finalnim stanjem, kako bi se  
znalo da li su i u kojoj mjeri ostvareni ciljevi transfor-  
macije sistema.



Racionalizacija bilo kojeg kineziološkog tretmana praktično je nemoguća ukoliko nije poznat sistem (S). Kada je ostvarena ta pretpostavka, tj. kada su utvrđena antropološka obilježja sistema, postoje npr. ove moguće solucije:

(1) da su poznati ulazi ili podražaji, pa je na temelju poznatog stanja sistema moguće prognozirati izlaze ili reakcije,

(2) da su definirane željene reakcije ili izlazi, pa je na temelju poznatog stanja sistema moguće planirati adekvatne ulaze ili podražaje,

(3) da je poznato stanje sistema, ali je broj ulaza ograničen, pa je osnovni problem da se odaberu oni sistemi koji će najbolje odgovarati modelu ulaza da bi se postigli najbolji rezultati u kineziološkoj aktivnosti.

Vrijedi pravilo: ako su poznate dvije od tri moguće veličine (stanje sistema, sistem od  $n$  ulaza i sistem od  $n$  izlaza), treća se može odrediti.

Osim toga, vrijedi i zakon da će na identičan ulaz kod različitih sistema reakcije uvijek biti različite na čemu je, između ostalog, zasnovan princip individualizacije procesa transformacije sistema S. I konačno, vrijedi i pravilo da su kod istih sistema u procesu transformacije besmisleni stalno isti ulazi iz razloga što biotički sistemi nisu stacionarni sistemi već imaju sposobnost prilagođavanja. Na tome je, između ostalog, zasnovan zakon progresivnog diskontinuiranog opterećivanja organizma.

#### 1.4 Čovjek kao komponenta kineziološkog sistema

Komponenta čovjek, subjekt, zauzima centralno mjesto u kineziološkom sistemu. Kada se promatra kao sistem onda se prvom analizom može ustanoviti da je sačinjen od dva osnovna podsistema i to animalnog i vegetativnog koji, razumljivo, djeluje kao cjelina.

Vegetativni podsistem nalazi se kod biljaka, a kod životinja vegetativni i animalni. Kod čovjeka je animalni podsistem dostigao takav stupanj razvoja da ga diferencira od životinja.

Svaki od tih podsistema ima svoj upravljački dio i izvršni dio. Upravljački dio animalnog sistema je analitičko S.A.M., a izvršni dio je lokomotorni sustav. Upravljački dio vegetativnog sistema je autonomni ili vegetativni živčani sistem, a izvršni dio je transportni sistem.

Ulazi u analitički sistem, S.A.M., su informacije iz okoline. Te informacije primaju receptori (vidni, slušni, taktilni i drugi), koji transformiraju energetske promjene, koje su nosioci informacija, u bioelektrične impulse koji prenose informacije kroz periferne živce u centre u centralnom živčanom sistemu.

U centralnom nervnom sistemu impulsi prolaze prvo kroz relejni centar koji se naziva talamus i odlaze u senzoričke centre, gdje se dešifriraju impulsi. U senzoričkim centrima čovjek postaje svijestan vanjskih podražaja (svjetlosnog, slušnog i sličnog podražaja). Odatle impulsi idu u centre za percepciju ili identifikaciju koji su u povratnoj vezi sa centrima za memoriju. Identifikacija objekata obavlja se na taj način da se uspoređuju podaci iz perceptivnih senzoričkih centara i memorije. Percipirani sadržaji mogu se vratiti u memoriju za kasniju upotrebu ili preći u centralni analitički centar gdje se obavljaju procesi koji se nazivaju mišljenje, odlučivanje, planiranje. Ovaj centar je povezan s memorijom i procesi se u biti također odvijaju uspoređivanjem prispjelih sadržaja i sadržaja pohranjenih u memoriji.

Ukoliko u analitičkom centru dođe do odluke da se izvrši neka akcija, impulsi tada odlaze u motoričke centre. U tim centrima odabiru se prvo odgovarajući programi za željenu aktivnost i po tim programima aktiviraju se diskretni motorički centri za aktiviranje pojedinih grupa mišića. Iz tih centara impulsi odlaze preko živčanih vlakana u lokomotorni sistem ili centar.

Kao što je spomenuto impulsi prije nego dođu u senzoričke centre, prolaze kroz talamus. Iz talamusa impulsi idu u hipotalamus, koji predstavlja glavni vegetativni živčani centar. Vezom ta dva centra uspostavljena je zavisnost animalnog i vegetativnog sistema za upravljanje.

Iz vegetativnog centra za upravljanje odlaze impulsi kojima se upravlja rad sistema za opskrbu i transport.

Informacije iz analitičkog centra, u kojem se donose odluke za neku aktivnost, prenose se preko motoričkih centara u lokomotorni sistem. Lokomotorni sistem predstavlja izlaz iz cijelog sistema, jer je on jedini u stanju da prenese informacije iz sistema u okolinu. Nosioci informacija koji se prenose u okolinu su pokreti. To mogu biti pokreti pojedinim dijelovima tijela, kada se govori o simboličkom izražavanju ili pokreti mišića pomoću kojih se moduliraju glasovi, kada se govori o verbalnom izražavanju. Na taj način cjelokupna aktivnost iz područja tzv. nadgradnje, ako se želi izraziti, odnosno predati okolini, nužno je vezana uz funkciju mišića. Prema tome, svaki tzv. intelektualni rad sadrži komponentu mišićnog rada, kao što vrijedi i obrnuto.

Generalno uzevši prijem, prerada i predaja informacija vezana je za animalnu komponentu sistema. Prijem i prerada vezani su za upravljački dio, a predaja za izvršni dio. Veza između upravljačkog i izvršnog dijela ipak nije jednostrana, jer u lokomotornom sistemu postoje unutrašnji receptori koji stalno in-



formiraju upravljačke centre o aktivnosti izvršnog dijela. Impulsi tih unutrašnjih receptora ne samo da reguliraju same pokrete, već su također odgovorni za stupanj aktivnosti centralnog živčanog sistema

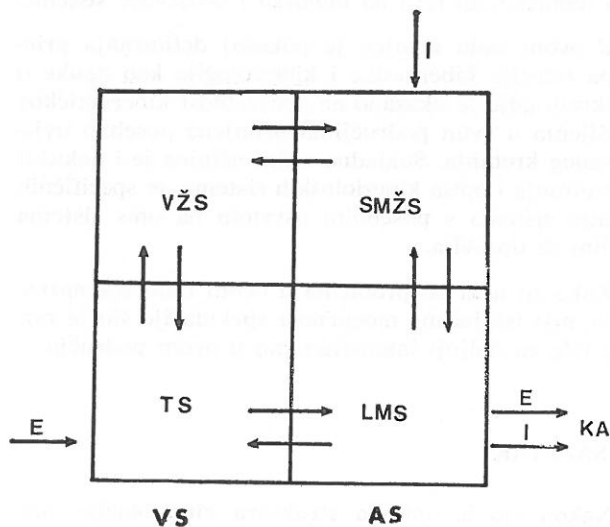
Poznato je, naime, da senzorički impulsi iz lokomotornog sistema imaju najjači utjecaj na tzv. aktivirajući retikularni sistem, ARS.

To je nehomogena nakupina živčanih stanica u moždanom deblu koja djeluje aktivirajuće na koru velikog mozga. Ona je odgovorna za stupanj aktivacije cijelog mozga, zapravo za stanje budnosti i stanje sna. Što je mišićna ili opća senzorička aktivnost većeg intenziteta i kompleksiteta, to je veći dotok impulsa iz tog sistema, pa prema tome i veći stupanj aktivacije retikularnog sistema, što konačno djeluje na veću aktivnost kore velikog mozga tj. senzoričkih, analitičkih i motoričkih centara. Efekt aktivacije kore velikog mozga ostaje i nakon mišićne aktivnosti.

Mišićna aktivnost vezana je uz transformaciju kemijske energije u mehaničku energiju i toplinu. Energiju za mišićni rad doprema opskrbeno-transportni sistem. Prema tome, povećana aktivnost lokomotornog sistema nužno je povezana s povećanom aktivnošću unutrašnjih organa. U energetskej dopremi najveći problem čini adekvatna doprema kisika. Ona je vezana kako za aktivnost plućnog sistema tako i za aktivnost kardiovaskularnog sistema. Zbog povećane potrebe za kisikom pojačava se rad pluća, čovjek brže i dublje diše, a za povećani transport kisika iz pluća potrebna je veća cirkulacija krvi i zbog toga srce mora brže i snažnije raditi.

Usljed povećanog metabolizma i povećane temperature tijela ubrzavaju se biokemijski procesi u cijelom tijelu, a uslijed brže cirkulacije svi dijelovi tijela dobivaju više krvi, a time i kisika te drugih hranjivih tvari.

Opisani način funkcioniranja organizma može se u svrhe izučavanja pojednostavljeno prikazati grafičkim modelom na ovaj način:



Vidljivo je da se sistem organizam sastoji od četiri bitna podsistema: lokomotornog (LMS), transportnog (TS), senzomotoričkog živčanog podsistema (SMŽS) i vegetativnog živčanog podsistema (VŽS). Svi pod-sistemi su međusobno povezani *upravnim* i *povratnim* vezama.

Upravna veza postoji između transportnog i lokomotornog sistema, između senzomotoričkog i lokomotornog sistema, te između senzomotoričkog i vegetativnog živčanog sistema i između vegetativnog živčanog sistema i transportnog sistema.

Dva su osnovna ulaza u sistem i dva izlaza iz sistema organizam i to jedan pod vidom energije (E), a drugi informacija (I).

Energija ima ulaz preko transportnog sistema i prenosi se na lokomotorni sustav, a informacije ulaze u senzomotorički sistem i također se prenose na lokomotorni sistem.

Izlaz iz organizma je preko lokomotornog sistema koji okolini predaje i energiju i informacije. Energija se manifestira u dva oblika i to kao toplinska i mehanička energija, pri čemu mehanička energija i informacije predstavljaju kineziološku aktivnost (KA).

Broj povratnih veza u nekom sistemu je vrlo velik, a njihov ukupan broj jednak je broju elemenata umnoženom s tim brojem umanjenim za jedan. Tako npr. za tri elementa broj mogućih veza je 5.

Za bilo koju svrhu, pa i kineziološku, kod nekog sistema potrebno je znati broj elemenata, broj veza, broj i vrstu ulaza i broj i vrstu izlaza. Naravno, kako se svaki sistem organizam nalazi u okolini s kojom ostvaruje složeniji sistem, uvijek je potrebno da se za svrhe transformacije ili programiranja upravljenog procesa rada ukalkuliraju i faktori okoline. Okolina je širok pojam, a to znači da za određene svrhe nije važna cijela okolina, već samo oni sistemi u vanjskoj okolini koji su u datom momentu važni za konkretnog subjekta.

Iz ovako opisane sheme funkcioniranja sistema čovjek moguće je izvesti niz zaključaka, ali je vjerojatno najbitnije uočiti da je mišićnu aktivnost nemoguće promatrati izolirano od funkcije ostalih organa i organskih sistema. Takva spoznaja, koja je uzgred rečeno već dosta dugo poznata, ima teorijsko i praktično značenje, jer ukazuje na svu štetnost podvajanja sistema čovjek na različite komponente, među inima i na tjelesnu komponentu, što je rezultiralo degradiranjem tzv. tjelesnog odgoja na tzv. tjelesnu komponentu. Međutim, bilo koja aktivnost, koja čini sadržaj transformacijskih operatora, uvijek djeluje na čovjeka kao cjelinu, što vrijedi i za kineziološke aktivnosti. Koji je sadržaj vredniji, može se znati jedino utvrđivanjem kompleksiteta pojedine aktivnosti, dakle poznavanjem faktora koje je moguće transformirati nekom aktivnošću za unaprijed definirane ciljeve. Vjerojatnost da bi u takvoj koncepciji kineziološke aktivnosti trebale imati veći značaj od aktuelnog potvrđena je brojnim, iako tek parcijalnim istraživanjima, jer

istovremeno djeluju na veći broj antropoloških karakteristika.

### 1.5 Kineziološki sistemi i entropija

Shvati li se entropija kao mjera dezorganizacije s tendencijom stalnog porasta, a kineziološki stimuli kao faktor koji može djelovati na organiziranost sistema čovjek i okolina proizlazi da između ta dva fenomena postoji određena povezanost. Ta je veza izgleda tim nužnija što je ljudski život i rad na višem stupnju tehnizacije.

Nema sumnje da se neprekidnim ljudskim radom smanjuje entropija u mnogim područjima znanosti i praktičnog rada, kao što nema sumnje da inaktivitet rapidno povećava entropiju u odnosu na vlastiti sistem. Čovjek je već stvorio takve uvjete života u okolini koje kao sistem s postojećim antropološkim statusom nije spreman prihvatiti; stvorio je uvjete za život s minimalnim motoričkim naprezanjem što je u suprotnosti sa zatečenom biološkom strukturom. Jer, postojeći biotički sistem nastao je tisućgodinjskim formiranjem pod sasvim drugim okolnostima, u uvjetima gdje je prevladavao aktivni motorički kontakt čovjeka s okolinom, čime se neprekidno smanjivala ukupna entropija i entropija vlastitog sistema. Danas, međutim, nestaje motoričke aktivnosti, a to uvjetuje dezintegraciju postojećeg biotičkog sistema.

Kontroverzija je što čovjek i dalje nastoji smanjivati utjecaj entropije u okolini, a za vlastiti sistem je povećava. Nekritički se prihvaća način života u kojem nedostaju motorički podražaji, čemu sistem čovjek nije prilagođen toliko da bi efikasno funkcionirao, pa se javlja niz negativnih posljedica po sam sistem, po sisteme koji su potomci jednog neadaptiranog sistema što dovodi do negativne selekcije, i po sposobnost takvih sistema da dalje smanjuju ukupnu entropiju ili makar održavaju dostignuti stupanj evolutivnog razvoja.

Izlaz iz ove kontroverzije očito nije u prihvaćanju pasivnog odnosa prema vlastitom sistemu, jer to šteti i sistemu čovjek i njegovim progresivnim nastojanjima, već u aktivnom odnosu prema sebi, stalnom procesu prilagođavanja vlastitog sistema nastalim promjenama.

Činjenica je da je egzistencija postojećeg sistema čovjek nemoguća isključi li se motorička komponenta tog sistema, ali je također činjenica da u tehniziranom društvu nema ili je sve manje motoričkih podražaja. U nastojanju da se barem zadrži, ako ne i unaprijedi biotički status, po mišljenju kineziologa, kineziološke su aktivnosti najprikladnije područje u kojem se može dalje odvijati smanjenje utjecaja entropije na vlastiti sistem i povećati sposobnosti čovjeka za efikasan utjecaj na okolinu.

Međutim, različite kineziološke aktivnosti i različiti volumeni kinezioloških operatora nemaju iste efekte u smanjenju entropije. Moguće je ipak konstatirati da se primjenom kinezioloških aktivnosti u pra-

vilu može povećati integriranost čovjeka, znači smanjivati entropija. U nekim slučajevima, istina, entropija se može povećati, što je evidentno u ponekim agnolozki usmjerenim aktivnostima uslijed prekomjerne primjene transformacijskih operatora. Ali, ako ponekad dođe do porasta entropije, to očito nije zbog primjene kinezioloških stimulusa već zbog neadekvatnih modaliteta transformacijskih procesa. To tim prije što su analize pokazale da su ljudski potencijali u kineziološkom smislu iskorišteni tek 30%, što znači da je entropija još vrlo velika, te da su mogućnosti transformacije antropološkog statusa gotovo neiskorištene. Ni promjene uvjeta tehniziranog života još ne moraju ugroziti biotički status, ako se te aktivnosti prihvate kao svakodnevna potreba.

Obzirom da je osnovni cilj kinezioloških aktivnosti povećanje određenih adaptivnih sposobnosti čovjeka, može se smatrati da je proces usvajanja novih motoričkih informacija istovremeno proces smanjenja entropije ukupnog kineziološkog sistema.

## 2. ZAKLJUČAK

Primjena kibernetičkih načela pod vidom upravljanja transformacionim procesima treninga u nekim kineziološkim aktivnostima nije više rijetkost, premda su zakonitosti upravljanja tim procesima nedovoljno poznate. Ipak, i djelomično kibernetički zasnovana kineziološka praksa proizvela je značajne rezultate što je konačno otklonilo sumnje da je svaka primjena kibernetike u toj praksi nehumana, kao da su moguće devijacije uvjetovane kibernetičkim načelima, a ne neadekvatnom primjenom tih načela bez obzira na antropološki status ljudi na kojima se primjenjuju.

Zato što su rezultati postignuti samo u sportu formiralo se i shvaćanje da je primjena kibernetičkih načela nemoguća u ostalim područjima kao što su edukacija, rekreacija ili klinička kineziologija, što asocira na period kada se kibernetika primjenjivala samo na tehničke, ali ne i na biološke i društvene sisteme.

U ovom radu učinjen je pokušaj definiranja principa relacija kibernetike i kineziologije kao nauke o pokretu gdje je ukazano na generalnost kibernetičkog mišljenja u svim područjima primjene posebno uvjetovanog kretanja. Sukladno s tim učinjen je i pokušaj definiranja i opisa kinezioloških sistema, te specifičnih stanja sistema s posebnim osvrtom na opis sistema kojim se upravlja.

Kako su neki od problema u ovom radu tek naznačeni, nije isključena mogućnost spekulacije što je razlog više za daljnji intenzivan rad u ovom području.

## 3. SAŽETAK

Nakon što je opisana struktura kineziologije, opi-

san je kineziološki sistem i predložene sheme međuzavisnosti elemenata sistema. Osim toga, opisani su principi funkcioniranja sistema čovjek i iznesena karakteristična stanja tog sistema u procesu transformacije.

#### 4. LITERATURA

1. *Viner, N.*: Kibernetika i društvo, Nolit Beograd, 1964.
2. *Zaciorski, B. M.*: Matematika, kibernetika i sport, NIIP »Partizan«, Beograd, 1973.
3. *Becher, H., H. Dreissig i G. Reichstein*: Kibernetika JZFK, Beograd, 1969.
4. *DriscHEL, H.*: Einführung in die Biokybernetik, Akademie-Verlag, Berlin, 1972.

