
Veljko JOVANOVIĆ,
Vladimir IVKOVIĆ,
Tomislav JANOVIĆ,
Damir NAZOR

MOZAK, KOMPLEKSNI
SUSTAVI I LJUDSKE
ZAJEDNICE -
SUVREMENA
ANTROPOLOŠKA
PERSPEKTIVA

Predmet proučavanja mnogih znanstvenih disciplina jest čovjek i njegova djelatnost. Izvorište fenomena takvih znanstvenih istraživanja – ali i zaključivanja – nalazi se u čovjekovu umu. U tom kontekstu počinjemo pitanjem: što je antropologija? Naime propitujući antropologiju ujedno propitujemo ulogu mozga/uma. Stavova o antropologiji vjerojatno ima koliko i antropologa. Najkraće rečeno, antropologija se bavi čovjekom (ali i svim njemu sličnim bićima) u prostoru i vremenu, u njegovu prirodnom i kulturnom okruženju. U toj komunikaciji (bavljenju) čovjekom nalazimo čitav spektar nijansi antropološkoga pristupa: bilo da je riječ o studijama, istraživanjima, opisima, osmišljavanju ili pak znanosti. (Što je znanost i postoji li kao entitet u jednini, ostavljamo za neku drugu raspravu.) Kompleksnost antropologije sadržana je u sagledavanju bitnih aspekata njezina predmeta – čovjeka. Treba li ga sagledavati kao biološko ili kao sociokulturno biće? Treba li proučavati pojedinca i njegove vrijednosti naspram ljudskih zajednica? Epistemološka osobitost antropologije proizlazi iz činjenice da je objekt proučavanja ujedno i subjekt koji utječe na stupanj autopoietičnosti antropologije kao znanosti.¹

1 Autopoieza: grč. *auto* (-samo) + *poiesis* (stvaranje); proces kojim sustav stvara, tj. Regenerira, samoga sebe. Autopoietičnu organizaciju odlikuje samoodržavajuće jedinstvo procesa stvaranja dijelova sustava. Prema autorima teorije, "komponente sustava svojim stalnim interakcijama i transformacijama regeneriraju i stvaraju mrežu procesa (odnosa) kojima su i sami stvoreni; te komponente određuju sustav u prostoru topološkim domenama ostvarivanja mreže procesa." Varela, F., Maturana, H., Uribe, R., «Autopoiesis: The organization of living systems, its characterization and a model», *BioSystems* 5 (1974) 187-196.

U suvremenoj znanosti ideja kompleksnosti sustava dobiva sve određenije značenje. Pod terminom „kompleksnost“ razumijeva se složenost pojavnosti u smislu odstupanja (nepredvidljivosti) od onoga što očekujemo polazeći od vlastita znanja o sustavu. Ovako shvaćena kompleksnost odražava se i na antropološko sagledavanje znanosti o mozgu.

Antropološki pristup čovjeku kao biološkom biću u jednom svom dijelu može se provesti primjenom spoznaja i principa populacijske genetike. Prisjetimo se: populacijska genetika proučava čimbenike koji utječu na promjene u frekvencijama gena unutar određene populacije. Kompleksnost djelovanja gena na sudbinu pojedinca predmet je genetike sa specifičnim primjenama u medicini i biotehnologiji. Prosudba dinamike neke zajednice na osnovi spoznaja o osobinama pojedinih članova te zajednice danas je središnji problem i mnogih drugih društvenih znanosti. Nagli razvoj genetičkih istraživanja utječe na kompleksnost proučavanoga fenomena, s konkretnim praktičnim posljedicama. Već sada ima naznaka da će uspješan završetak projekta „Ljudski genom“ (*Human Genome Project*) – zahvaljujući enormnim ulaganjima, uglavnom farmaceutske industrije – dovesti do dramatičnih promjena u dijagnostičkim metodama. Područja znanosti na kojima se očekuje najveći napredak u 21. stoljeću jesu biotehnologija i nanotehnologija te znanost o mozgu.

Informacije koje pruža znanost o mozgu postaju sastavni dio sociokulturne antropologije. Polazeći od teze da je kultura vezivno tkivo zajednice, ono što zajednicu čini „entitetom“ te da se odgovarajući kulturni stupanj doseže učenjem, želimo se osvrnuti na „memsku teoriju“ kulturnoga razvoja. Riječ je o teoriji koja se temelji na analogiji s djelovanjem gena kao ključnoga čimbenika biološke evolucije, a čiji je začetnik Richard Dawkins. U svom ključnom djelu iz 1976. godine Dawkins je elaborirao misao da je komunikacija proces kopiranja ideja ili njihovih djelomičnih sadržaja, koje je nazvao memi. Meme možemo najbolje razumjeti kao informacijske sustave koji se sami repliciraju i koji se služe spoznajnom svijješću kao vektorom prijenosa (Dawkins, 1976.). Zamisao o memima-replikatorima podložnima evoluciji nužno je razlikovati od nastojanja da se mehanizmi kulturne evolucije objasne sociobiologijom ili evolucijskom psihologijom. Ukratko, u sociokulturnim sustavima memi imaju ulogu sličnu onoj koju geni imaju u biološkim sustavima (Dawkins, 1976.). Kao što je, međutim, poznato, integracija mema u postojeće sociokulturne matrice može doći u sukob s biološkim preživljavanjem.

Održanje sociokulturne matrice predstavlja gornju granicu antagonizma mema i gena, jer opstanak mema ovisi o postojanju/opstanku biološkoga domaćina (Ivković i Grammer, 2002.). Upravo s obzirom na preživljavanje biološke jedinice valja imati na umu ulogu koju imaju evolucijski razvijeni mehanizmi percepcije, kognitivne obradbe i ponašanja čija funkcionalnost proizlazi iz njihove uloge u rješavanju adaptivnih problema s kojima su se suočavali naši preci (Barkow, Cosmides, Tooby, 1992.). Osnovne su karakteristike tih mehanizama visoka razina specijalizacije, aktivacija na osnovi perceptivnog/kontekstualnog ulaznog podražaja i visoka razina integracije unutar neuronskih veza encephalona (Barkow, Cosmides, Tooby 1992.). Suvremena istraživanja u temeljnoj neuroznanosti usmjerena su prema razumijevanju procesa kojima se niže funkcionalne strukture moždane integracije povezuju s višima, tj. na međusobnu uvjetovanost sustava i metasustava. Tranzicija metasustava jest kibernetički pojam koji se odnosi na evolucijski proces stvaranja viših razina kompleksnosti i kontrole. Kada govorimo o razvoju ljudskog mozga, metasistemska tranzicija događa se kontinuirano – od migracije i koordinacije neurona moždanoga debla, do integracije dijelova korteksa u funkcionalnu cjelinu.

Upravo s obzirom na opisanu ulogu pojmova kompleksnosti i sustava pokazuje se relevantnost kibernetike za razumijevanje opisanih odnosa između gena, ljudskoga mozga i evolucije kulturnih obilježja. Kibernetika je znanstvena disciplina koja se bavi upravljanjem sustavom (Wiener, 1948.). Najopćenitije, pod sustavom se razumijeva cjelina sastavljena od dijelova, a s kibernetičkoga gledišta takva se cjelina nalazi u interakciji s okruženjem iz kojega je sustav izdvojen (Ashby, 1956.). Kao što smo naveli, ljudski se mozak može razumjeti kao sustav u kibernetičkom smislu.

Sustav svojom strukturom na kompleksan način odražava komunikaciju s okolišem. Odnos sustava i njegove ciljne usmjerenosti dobro opisuje definicija sustava kao skupa elemenata koje je odabrao promatrač (Ashby, 1956.). Prijenos informacija kroz sustav rezultira nekim mogućim (re)akcijama samoga sustava. Razumijevanje i uporaba tih (re)akcija – kontrola – pretpostavlja određene logičke sheme sustava. Naime, poznavajući sustav i njegovu logiku, mogu se izvoditi zaključci o stanju u neposrednom okolišu sustava (Bončina i sur., 2001.). No sustav odražava komunikaciju s okolišem, a ne sam okoliš. U toj komunikaciji s okolišem sustav poprima kompleksne karakteristike i upravo je uloga kibernetike procijeniti samostalnost

i autopoietičnost sustava naspram okoliša. Činjenica da postoje strukture sustava koje nisu pod utjecajem okoliša pokazuje da se sustav može razumjeti i kao samostalna jedinica – „entitet“. Kao što pokazuje Gödelov teorem – prema kojemu je svaki nekontradiktoran sustav aksioma nužno nepotpun, budući da uvijek postoji neka tvrdnja koja se, samo na temelju danih aksioma, ne može ni dokazati ni opovrgnuti – svaki je sustav nepotpun i podložan iterativnoj dogradnji. Ovakva *iterativna* i spoznajna dogradnja sustava odvija se u istraživanjima i konstrukcijama modela danoga sustava (Bončina i sur., 2001.). Modeli predstavljaju pojednostavljenje sustava. Kako je čovjeku dano da kreira okoliš, tako o sustavima možemo razmišljati kao o izrazima različitih ljudskih nastojanja u rasponu od spoznavanja do djelovanja. Pritom treba imati na umu da je okoliš uvijek „bogatiji“ od sustava, a cilj je istraživača pojednostavniti i tipizirati to bogatstvo upravo pomoću sustava i njegovih modela. Radi sagledavanja ovoga momenta povezanosti sustava s njegovim tvorcem – onim koji putem sustava nastoji kontrolirati ili tumačiti fenomene – uveden je pojam *kibernetike drugoga reda* kao nadogradnje jednostavne kibernetike negativnih povratnih sprega koje omogućuju održavanje zacrtanih smjerova. Kibernetikom drugog reda zahvaćamo kompleksnost pojavnosti unutar sustava, a njezin ključni pojam jest pojam pozitivne povratne sprege. Pozitivne povratne sprege dolaze do izražaja u sustavima koji imaju sposobnost predviđanja tijeka događaja. Osim toga, za kibernetiku drugoga reda (Foerster, 1972.) karakteristični su matematički nelinearni opisi i primjena teorije kaosa.

Ljudske zajednice razvijaju se naspram i unutar svoga okoliša, a njihove kompleksne nelinearne interakcije objašnjavamo antropološkim i sociokibernetičkim modelima (Geyer, 1994.). U takvim interakcijama ljudskih zajednica s okolišem, u odgovarajućim uvjetima odnosa povratnih sprega, može doći do uspostavljanja ravnoteže (Bončina i sur., 2001.). Naspram takvih ravnoteža u uvjetima ograničena kapaciteta okoliša dolazi do međusobnoga pojačavanja djelovanja povratnih sprega, što dovodi do oscilacija unutar sustava (Viličić i Jovanović, 2000.). Pritom treba uzeti u obzir da se kompleksnost antropoloških sustava očituje i u aktivnom stvaranju sociokulturnoga („memskog“) okoliša, koji u tom slučaju ima ulogu supokretača evolucije ljudskoga ponašanja. Sustav s ovakvim odnosima pozitivnih povratnih sprega osjetljiv je na neznatne ili slučajne promjene početnih uvjeta (Maruyama, 1963.).

Mozak/um predstavlja kompleksan sustav. Ta kompleksnost djelomice proizlazi iz činjenice da se mozak/um služi modelima kao sredstvom reprezentiranja (=pojednostavnjenja) stvarnosti, s time da je model uvijek u funkciji nekog oblika djelovanja. S obzirom na uočenu varijabilnost sustava, mi nikada ne možemo biti sigurni da su nam poznate sve funkcije utjecaja okoliša: uvijek postoji mogućnost da su nova tumačenja korelativno povezana s nepoznatim utjecajem. Kompleksnost odnosa okoliš-sustav-model ne može se zahvatiti klasičnim znanstvenim metodama utemeljenima na jednostavnom odnosu uzrok-posljedica (Lucas, 2000.a).

Neki se kompleksni sustavi sastoje od *autonomnih agenata*. Nad takvim agentima nema centralne ili vanjske kontrole, što ne znači da kontrolnih struktura nema, nego da su takve kontrole nastale unutar sustava. Ovakav, nelinearan, sustav tvori cjelinu koja je nešto više od agregata sastavnih dijelova (Koffka, 1935.). Ideja autonomnih agenata nalazi primjenu u genetici, npr. u razumijevanju specifičnih međudjelovanja (epistaze) nealelnih gena, pri čemu je jedna kombinacija takvih gena dominantna ostalim kombinacijama (Lucas, 2000.b).

Upravo u analizi takvih kompleksnih sustava dolaze do izražaja vrline holističkoga pristupa. Za razliku od holističkoga, redukcionistički pristup polazi od ideje da je struktura sustava stabilna i neovisna o pojedinim djelovanjima sustava te da niža razina organiziranosti daje napatuk za akciju razini iznad sebe. Svojstva kompleksnoga sustava proizlaze iz metatranzicije komunikacija sustava i ona su *sinergička* u smislu kooperacije. Metafunktionalnost (i meta-strukture) ne mogu se opisati istim jezikom kojim se opisuju dijelovi sustava. Ovakvi kompleksni sustavi specifični su u pogledu kauzalnosti. Osim što postoje komunikacija i uzročne veze u smjeru „gore“-„dolje“, s obzirom na porast kompleksnosti moguće su i veze u suprotnom smjeru. Na primjer, kao što se političke odluke manifestiraju na razini lokalnih zajednica, tako sudbina i ponašanje lokalnih zajednica utječe na političke odluke; na taj način dolazi do strukturne isprepletenosti kauzalnosti. Važan aspekt samoorganizacije sustava čine *dinamički atraktori*, relativno mala područja stabilnosti varijabli sustava. Kompleksni sustav može imati nekoliko dinamičkih atraktora, što znači i nekoliko mogućih načina reagiranja na određenu situaciju. Aktualni način reagiranja posljedica je perturbacija, ali i „povijesti“ sustava. Kompleksni sustavi djeluju daleko od ravnoteže te zbog toga crpe energiju iz okoliša. Takvi sustavi koji se sami održavaju

smanjuju lokalnu entropiju i prostiru se kroz prostor i vrijeme. Primjena kibernetike i pojma sustava na mnogim se znanstvenim područjima pokazala plodonosnom tek kad se detaljnije razlučila veza između strukture pojedinih dijelova sustava i načina kako ta struktura kodira i dekodira ulaznu informaciju.

Nakon što smo ugrubo opisali ulogu kibernetike i nekih njezinih ključnih pojmova u razumijevanju kompleksnih sustava, postavlja se pitanje: na koji bi način kibernetika mogla pridonijeti primjeni novih spoznaja što ih pruža znanost o mozgu u antropološkim istraživanjima? Premda se kibernetika bavi upravljanjem, svrha njezine primjene u antropologiju nije da „upravlja“ čovjekom i njegovim okruženjem u skladu s dnevnim političko-ekonomskim potrebama društva. U antropologiji se pod sustavom razumijevaju složene ekspresije izučavanih populacija. Kompleksnost ljudskih zajednica očituje se i u promjenama genskih frekvencija i u promjenama društveno-kulturnih odnosa. Dodatni stupanj kompleksnost takvih zajednica proizlazi iz činjenice da promjene međusobno koreliraju, a mogu biti i u međusobnoj uzročnoj vezi. Takvim kompleksnim međudjelovanjem uspostavljaju se mreže latentnih struktura zajednice – lokalne se zajednice prilagođuju kroz svoju antropološku (biološku i kulturnu) varijabilnost.

U kontekstu ovakve složenosti kibernetika pruža epistemološku bazu za razlučivanje mreža korelacija od uzročno-posljedičnih odnosa. Upotreba antropokibernetičkih modela omogućuje povezivanje podataka o demografskoj dinamici istraživane populacije s utjecajima okoliša. Studije antropološke varijabilnosti lokalnih zajednica pružaju vjerodostojnu sliku kompleksnosti kakvu susrećemo u čovjekovu okruženju. No ta se kompleksnost očituje i u čovjekovoj kreativnosti: u njegovoj sposobnosti da pronade nove načine prilagođavanja okruženju koje je sam stvorio, ali i kontrole tog okruženja. Drugim riječima, antropologija i kibernetika susreću se u istraživanju kompleksnih struktura u prostoru neposrednog i historijskog okruženja. No kibernetičko-antropološka istraživanja ne iscrpljuju se „dokumentacijom“ varijabilnosti; ona predstavljaju osnovu budućega „antropološkog inženjeringa“ u smislu održavanja antropološke varijabilnosti lokalnih zajednica. Svojim dosadašnjim pokušajima da sagledamo dinamiku ljudskih zajednica pokazali smo neke mogućnosti primjene antropokibernetičkih modela (Jovanović, 1992., Bončina i sur., 2000., Viličić i Jovanović, 2001.). Kao polazište za konstrukciju takvih modela uzeti su temeljni postulati teorije

sustava, a glavni je cilj bio prikazati interakcije lokalnih zajednica s kompleksnim biološkim i sociokulturnim okolišem. Na sljedećem koraku postojeći bi se modeli pokušali primijeniti u istraživanju interakcije moždanih procesa s okolišem.

Kao što pokazuju brojna istraživanja, postoje relativno male i relativno izolirane ljudske zajednice koje se do određenog stupnja mogu razvijati samostalno. S genetičkog aspekta, u takvim zajednicama dolazi do specifičnih promjena genskih frekvencija koje se javljaju zbog potpune ili djelomične izolacije (Wright, 1943.). Riječ je o promjenama koje se obično opisuju pojmovima „gensko odstupanje“ (*drift*) i „srođivanje“ (*inbreeding*). Opravdano je očekivati da će se i određena psihološka i kulturalna obilježja takvih populacija također razvijati na specifičan način. Polazeći od te pretpostavke, u tijeku su istraživanja koja bi trebala prikupiti podatke o međudjelovanju psiholoških svojstava i genske varijabilnosti serotoninskih (5-hidroksitriptamin) transporterata u određenim populacijama.

Možemo zaključiti da kibernetika pruža okvir za plodnu suradnju između istraživanja mozga i antropoloških istraživanja. U oba područja dolazi do izražaja fenomen kompleksnosti koji se najbolje može opisati i sagledati u skladu s opisanim postavkama nelinearnosti i ireverzibilnosti. Nove znanstvene spoznaje na područjima gdje se očekuje najveći napredak u 21. stoljeću, kao što su biotehnologija i nanotehnologija te znanost o mozgu, dovest će do dramatičnih promjena i u razumijevanju i u vrednovanju pojedinih fenomena vezanih za čovjeka i njegove djelatnosti. U tom će kontekstu uloga kibernetike biti nezaobilazna: ta će se uloga sastojati u konstrukciji antropoloških i neuroloških modela koji će pružiti solidnu metodološku osnovu za objašnjenje sustava različitih razina kompleksnosti – od bioloških do sociokulturnih.

Veljko Jovanović
Vladimir Ivković
Tomislav Janović
Damir Nazor

**Mozak, kompleksni
sustavi i ljudske zajednice
- suvremena antropološka
perspektiva**

LITERATURA

- Ashby, W. R. (1956.), *An Introduction to Cybernetics*, London, Chapman & Hall.
- Barkow, J. H., Cosmides, L. i Tooby, J. (1992.), *The Adapted Mind: Evolutionary Psychology and the Generation of Culture*, Oxford, Oxford University Press.
- Bončina, J., Ivković, V. i Jovanović, V. (2001.), Interaction With the Environment: Anthropological Cybernetic Model, *Collegium Antropologicum*, 25(2): 413-423.
- Dawkins, R. (1976.), *The Selfish Gene*, Oxford, Oxford University Press.
- Foerester, J. W. (1972.), *World Dynamics* (2nd ed.). Cambridge, Ma., Wright Allen Press.
- Geyer, F. (1994.), The Challenge of Sociocybernetics, <http://construct.haifa.ac.il/~dkalekin/cyber1.htm>
- Ivković, V. i Grammer, K. (2002.), Communication, Deception, Indoctrination, Dogmatism and Memes – Neuroethology of Mind Control, *Collegium Antropologicum*, 26(suppl.): 91-92.
- Jovanović, V. (1992.), An Example of Cybernetic Model: Demography of the Island of Hvar, *Collegium Antropologicum*, 16(2): 427-432.
- Koffka, K. (1935.), *Principles of Gestalt Psychology*, New York, Harcourt, Brace & World.
- Lucas, C. (2000., a), *The Philosophy of Complexity*, <http://www.calresco.org/lucas/philos.htm>
- Lucas, C. (2000., b), *Fitness and Synergy*, <http://www.calresco.org/lucas/fitness-htm>
- Maruyama, M. (1963.), The Second Cybernetics: Deviation Amplifying Mutual Causal Processes, *American Scientist*, 51(1): 164-179.
- Wright, S. (1943.), Isolation by Distance, *Genetics*, 28(1): 114-138.
- Viličić, N. i Jovanović, V. (2000.), Anthropological Cybernetic Model of the Island of Hvar, *Collegium Antropologicum*, 24(2): 315-323.
- Wiener, N. (1965.), *Cybernetics (2nd ed.): or the Control and Communication in the Animal and the Machine*, Boston, MIT Press.