



UNIVERZITET U NIŠU
EKONOMSKI FAKULTET

Časopis "EKONOMSKE TEME"

Godina izlaza XLVIII, br. 3, 2010., str. 403-419

Adresa: Trg kralja Aleksandra Ujedinitelja 11, 18000 Niš

Tel: +381 18 528 601 Fax: +381 18 4523 268

KOMPLEKSNOST, OPTIMIZACIJA I OPERACIONA ISTRAŽIVANJA – REFLEKSIJE

Dr Predrag Mimović*

Rezime: *Praktični problemi su inherentno višeznačni i višeciljni i moraju biti razmatrani sa više aspekata, odnosno, respektujući više kriterijuma. Klasične optimizacione metode su primerene rešavanju dobro strukturiranih problema, posebno ukoliko se optimizacija vrši prema jednom kriterijumu. Većinu realnih problema, s obzirom na njihovu kompleksnost, nije moguće ili je veoma teško valjano formalizovati adekvatnim matematičkim modelom, tako da se tradicionalne algoritamsko-optimizacione procedure pokazuju nedovoljno efikasnim instrumentarijumom za njihovo rešavanje. U tom kontekstu, a imajući u vidu i potrebe privrede i društva u celini, postavlja se pitanje budućnosti tradicionalnih operacionih istraživanja, njihovog odnosa sa naukom o menadžmentu i njihove misije kao naučnih disciplina.*

Ključne reči: *kompleksnost, neizvesnost, operaciona istraživanja, višekriterijumski izbor, optimizacija, odluka, multimetodologija*

Uvod

Problem optimizacije u svojoj tradicionalnoj formi, odnosno, kako postići optimalne rezultate u sistemu odlučivanja predstavlja prirodnu intenciju, ali i tekovinu civilizacijskog razvoja. Praktično od prvih inteligentnih odluka, pojedinci i grupe nastoje da optimiziraju eksploataciju raspoloživih resursa, vremena, rada i konsekvantno tome, rezultate toga rada. Prethodna konstatacija indicira uzročno/posledičnu vezu koja postoji između naših htenja i brojnih inhibirajućih faktora, implicitno nas upućujući na logično pitanje: ukoliko naše odlučivanje nije uslovljeno (inhibirano), da li će odluke i rezultati tih odluka biti optimalne? I drugo, kako i na koji način ih realizovati uz uvažavanje činjenice da je optimum samo sublimirani izraz

* Univerzitet u Kragujevcu, Ekonomski fakultet, E-mail: mimovicp@kg.ac.rs

UDK 005.31, Pregledni rad

Primljeno: 22.09.2009. Prihvaćeno: 08.09.2010.

bezbrojnog mnoštva ciljeva čija pojedinačna optimizacija nužno ne znači i optimum u celini.

Nema dileme da se mi ne ponašamo uvek racionalno, u bilo kom normativnom smislu, niti se može tvrditi da svaki ekonomski rezultat biva deriviran iz pretpostavke optimizacije. Empirijski je pokazano da su za menadžment, čvrstina i stabilnost rešenja često važniji od samog principa optimizacije, tako da strpljiva potraga samo za poboljšanjem može dedukovati kvalitativne pomake, već na osnovu izvesnih stabilnih pretpostavki.

S druge strane, savremeni upravljački problemi su inherentno višeciljni i teško se mogu optimizirati na tradicionalan način, agregatnom funkcijom cilja sa odgovarajućim ograničenjima. Razloge za ovakvu konstataciju treba tražiti u činjenici da efekat optimizacije, bez obzira na svoje pojavne oblike, predstavlja složenu, dinamičku i polivalentnu kategoriju. Pored toga, u većini slučajeva optimalno rešenje je samo aproksimativno ili stvarni problem ima više kriterijuma preko kojih rešenje mora biti ocenjeno.

Klasičan matematički instrumentarijum optimizacije nije u stanju da se adekvatno suoči sa problemima čija su glavna obeležja kompleksnost, dinamičnost i višeznačnost. Upravo navedene karakteristike predstavljaju ozbiljnu prepreku u nastojanju da se posmatrani problem formalizuje i strukturira, na način koji će omogućiti njegovo efikasno rešavanje. Generalno, većina realnih problema je slabo strukturirana, sa nedovoljno izdiferenciranim osobenostima koje bi se matematički egzaktno kvantifikovale. Takođe, adekvatan matematički zapis pretpostavlja veliki broj nepoznatih veličina koje je potrebno uzeti u obzir, što za posledicu ima značajno umnožavanje teškoća, kako tehničke tako i principijelne prirode. Ako se tome dodaju i očekivano konfliktni kriterijumi, evidentno je da proces optimizacije kao traganje za najboljim rešenjem pod odgovarajućim uslovima, nužno mora biti redefinisano na kvalitativno drugačijim osnovama. U tom smislu, cilj ovog rada je da sagleda stanje, ulogu i perspektivu operacionih istraživanja, kao naučne discipline koja se bavi rešavanjem praktičnih problema, u izmenjenim okolnostima u okruženju, koje karakterišu nove potrebe kao i odgovori na nova pitanja, donosilaca odluka - menadžera, naučnika i inženjera.

1. Background

Stanje i perspektive operacionih istraživanja, kao naučne discipline, kao i odnos hard i soft OR, predmet su brojnih teorijskih rasprava poslednjih godina. Pomenućemo, u tom kontekstu, radove Bransa (Brans, 2002), Fulera

i Mansura (Fuller and Mansour, 2003), zatim Fullera i Martineza (Fuller and Martines, 2005), kao i Holta i Pikburna (Holt and Pickburn, 2001). Posebno treba istaći značajan rad Munroa i Mingersa (Munro and Mingers, 2002), u kome se analiziraju rezultati primene multimetodološkog pristupa u rešavanju praktičnih problema, kombinovanjem hard i soft pristupa i naročito, rad Rosenheda i Mingersa (Rosenhead and Mingers, 2001).

2. Hipoteze

Posmatrajući svet oko nas, lako je uočiti da i sama priroda zauzima optimalan kurs. Ako je ta tvrdnja tačna, da li je to slučaj sa ljudskim odlučivanjem? Drugo, ako se osporava princip optimizacije i supstituiše oportunističko-utilitarističkim pristupom zadovoljavajućeg rešenja, da li tradicionalna operaciona istraživanja imaju budućnost? Teško je izbeći filozofsku konotaciju koju imaju navedena pitanja, a svejedno se moraju posmatrati sa različitih nivoa opštosti:

Hipoteza 1: *Potreban je multimetodološki pristup u rešavanju realnih problema.* Obrazloženje: realni problemi postaju sve kompleksniji a njihovo rešavanje je često suočeno sa takozvanim probojima, tj. iznenadnim izmenama konteksta u različitim fazama rešavanja problema. Hipoteza 2: *Čak i kada se prihvata zadovoljavajuće rešenje, ljudsko odlučivanje uvek zauzima optimalan kurs.* Obrazloženje: akcija je optimalna u datom kontekstu i sa tačke gledišta individualnog donosioca odluka.

3. Upravljački problemi i operaciona istraživanja

Svakodnevno su menadžeri, inženjeri i naučnici najrazličitijih profila i orijentacija, suočeni s problemima koje karakteriše visok stepen kompleksnosti i dinamička konstelacija determinišućih faktora. U takvim uslovima, odlučivanje konceptijski utemeljeno na principu sve ili ništa, dobija fundamentalno drugačiju formu, usmeravajući se na traganje ne za optimalnim već za zadovoljavajućim rešenjem. Određen, manji broj ovih problema se može formalizovati, mada samo aproksimativno i kvantitativno obraditi posredstvom odgovarajućeg matematičkog modela. Pri tome, osnovna pretpostavka od koje se polazi u rešavanju, sastoji u mogućnosti izbora određenog rešenja iz skupa dopustivih rešenja. To eksplicitno znači postojanje više alternativnih rešenja između kojih treba izabrati optimalno. Rešavanje ovakvih problema takođe pretpostavlja mogućnost precizne deskripcije, odnosno jasno definisanje cilja koji se želi ostvariti, identifikaciju svih relevantnih ograničenja i postuliranje adekvatnog matematičkog modela. Formulacija problema kao pojedinačnog cilja u funkcionalnom obliku, ili ukoliko su ciljevi višestruki, njihovo *trade-off*

tretiranje na zajedničkoj vrednosnoj skali, predstavljaju ključno obeležje tradicionalnog optimizacionog pristupa. Dobro strukturiranje problema, u tom smislu, moguće je samo ako su zadovoljeni sledeći uslovi: da se može precizno formulisati matematički model kao aproksimacija realnog problema, da su ciljevi specificirani preko dobro definisane i sveobuhvatne funkcije cilja, da su uzeta u obzir i definisana sva ograničenja koja utiču na određivanje optimalne vrednosti funkcije cilja i da postoje algoritmi za određivanje optimalnog rešenja.¹ Jasno je da je način strukturiranja vrlo restriktivan i u smislu relativno visokog stepena slobode koju istraživač ima u ispunjavanju navedenih uslova. Tome svakako, treba dodati i različite vrednosne sisteme, perceptualne mehanizme i višestruke aspekte, pa se upotpunjuje slika o izvesnoj apodiktičkoj strogosti u zahtevu za dobrim definisanjem problema. Teorija poznaje različite pokušaje za tipiziranje ovakvih problema: Ackoff ih jednostavno naziva problemima,² Rittel i Webber pripitomljenim problemima.³ Bilo kako, karakteristični su po tome što način na koji su definisani retko kada realno odražava stvarni problem, istraživač kontroliše okruženje i bira promenljive na čije će dejstvo uticati.

Sve do polovine sedamdesetih godina dvadesetog veka, svakako najznačajnije mesto u rešavanju strukturiranih problema pripadalo je tradicionalnim operacionim istraživanjima i matematičkom programiranju. Kao naučna disciplina utemeljena na sistemskom pristupu, operaciona istraživanja (OR)⁴ su nastala iz namera i pokušaja da se rešavaju praktični problemi upravljanja u složenim sistemima koji su, po pravilu, uključivali tehniku i ljude, a logična su posledica razvoja normativnih modela odlučivanja u čijoj osnovi je pretpostavka o savršeno racionalnom donosiocu odluka, koji je perfektно informisan i kome je imanentna težnja ka optimizaciji. Iako su operaciona istraživanja, pre svega, imala zadatak da razviju prilaz za rešavanje praktičnih problema, te kao pomoć u procesu odlučivanja,⁵ praktični domeni operacionih istraživanja su, međutim, ostali ispod nivoa razvoja metodologije kvantitativnih pristupa. Neki autori ih

¹ Petrić, J., Operaciona istraživanja, Savremena administracija, Beograd, 1979, str. 3.

² Ackoff, R.L., The Art and Science of Mess Management, in: Rosenhead, J., Problem Structuring Methods, XIII European Conference on Operations Research, Glasgow, July, 1994, str. 114

³ Rittel, H.W.J. and Webber, M.M., Dilemmas in a General Theory of Planning, 1973, Policy Sciences 4, str. 157

⁴ Operations research

⁵ Vujosevic, M., Sistemski pristupi slabo strukturiranim problemima – izazov operacionim istraživačima, SYMOPIS 94, Kotor, Zbornik radova, pp. 12-15

kvalifikuju kao ortodoksnu metodološku orijentaciju,⁶ zasnovanu na odgovarajućim algoritamsko-optimizacionim procedurama, a vrlo često se kao sinonim za njih u poslovnim školama koristi i sintagma "nauka o menadžmentu".⁷ Brojne tehnike rešavanja, tj. optimizacije, poput linearnog programiranja, dinamičkog programiranja, mrežnog planiranja etc., našle su veliku primenu, posebno u rešavanju dobro strukturiranih problema i bez sumnje, izvršile ogroman uticaj na biznis. Ove tehnike su bazirane na statičkim pretpostavkama koje uključuju prikupljanje podataka i izgradnju modela od koji najveći broj polazi od pretpostavke da su ulazni podaci nezavisni međusobno. To bi, međutim, značilo da i događaji u okruženju ne zavise jedan od drugog i da se verovatnoća njihovog javljanja ne menja u vremenu, što ne odgovara stvarnom stanju stvari. U devedesetim godinama dvadesetog veka došlo je da zastoja u razvoju primenjenih operacionih istraživanja. Tako su u mnogim slučajevima primenjena operaciona istraživanja adaptirana za druge specijalizovane funkcije u organizacijama (finansijska analiza, materijalno planiranje etc.), tako da su izgubila mnogo od svoga prvobitnog identiteta. U prilog tome, mnoge poslovne škole su redukovale obim izučavanja operacionih istraživanja na studijama kao odgovor na smanjeno interesovanje studenata i njihovo okretanje drugim aspektima biznisa, kao što su, na primer, finansijske aplikacije.⁸ A kao posledica toga, umesto zahteva poslovnim školama da obezbede studentima isti korpus znanja, poslovne škole su dobile slobodu da kreiraju studije konzistentno njihovim definisanim ciljevima, što je značajno izmenilo ulogu operacionih istraživanja u njihovim studijskim programima.⁹ S druge strane, savremena nauka, posebno ekonomska, još uvek nije uspela da efikasno reši ključni problem našeg delovanja, a to je neizvesnost. Zapravo, kompleksnost i neizvesnost, dve su fundamentalne determinante savremenih problema upravljanja i oduvek su bili karakteristika složenih sistema koji su predmet operacionih istraživanja. Rešavanje ovih problema zahteva pristup koji nam omogućava upotrebu niza relevantnih informacija, uključujući one koje se

⁶ Petrović, S., *Sistemska mišljenje sistemske metodologije*, Ekonomski fakultet, Kragujevac, 1998, str. 279

⁷ Fuller, J., *Future Directions of Management Science and Operations Management in Business School Curricula*, *College Teaching methods & Styles Journal* – third quarter 2006, str.29.

⁸ Horner, P., *History in the Making*, *OR/MS Today*, vol. 29 no. 5,2002, <http://www.lionhrtpub.com/orms/orms-10-02/frhistory.html>

⁹ Albritton, M., McMullen, P. and Gardiner, L., *OR/MS Content and Visibility in AACSB-Accredited US Business Programs*, *Interfaces*, vol. 33 no. 5, 2003, str. 83-89

mogu kvantifikovati, kao i one koje se izvode iz intuicije, iskustva, vrednosti, procena i imaginativnog nagađanja.

4. Glavni problemi operacionih istraživanja

Smatra se da su glavni nerešeni problemi operacionih istraživanja predviđanje budućih događaja i (ne)sposobnost da se prilagode novim menadžment filozofijama. Operaciona istraživanja predstavljaju naučni pristup rešavanju problema upravljanja kompleksnim sistemima. Za razliku od prirodnih nauka, međutim, u fokusu OR je realnost koju je stvorio čovek, tj. realnost kompleksnih ljudsko-mašinskih sistema i modeliranje onoga što će se u takvim sistemima dogoditi u budućnosti. To je ujedno i najveći praktični izazov za OR – kako od modela sa statičnim pretpostavkama razviti model sposoban da predviđa i omogućuje pravovremeno reagovanje i odgovor na izazove i promene u realnom svetu. Problem sa statičnim pretpostavkama ogleda se u tome što mi kao istraživači-analitičari prikupljamo za izgradnju modela podatke za koje mislimo da su validni u datom trenutku. Ali naši rezultati mogu samo da nam kažu šta se dogodilo u bliskoj prošlosti, pod uslovom da su naše pretpostavke bile validne. Drugo pitanje je da li postoji način da OR zadrži svoje mesto u novim menadžment filozofijama koje su rezultat nužnih transformacija do kojih dolazi u savremenom biznisu? Opšte je poznato da OR uglavnom predstavljaju kvantitativnu podršku odlučivanju u suočavanju sa novim i nepoznatim, dok za rutinske procese takva vrsta pomoći "spolja" nije neophodna. Prilika za OR se javlja u slučajevima inovacija, kada je menadžment u situaciji da se suoči sa njihovom kompleksnošću. Pored toga, izgleda da je moguće dokazati da iza velike uloge koncepta optimizacije u OR, iza paralelnog razvoja optimalnosti kao fundamentalnog principa u analizi ekonomskih aktivnosti i odlučivanja povezanog sa takvim aktivnostima, postoje pretpostavke sa etičkim implikacijama: sopstveni interes je jedina motivacija za individualan ekonomski izbor, a maksimizacija individualne funkcije korisnosti je najbolji način da se modelira individualno odlučivanje.

Navedena i slična razmatranja neke autore¹⁰ su navela na odbranu korišćenja višekriterijumskog prilaza u cilju balansiranja objektivnih, subjektivnih i etičkih kriterijuma u izgradnji modela za rešavanje problema. Iako često neuporedivi, ove kriterijume, smatra se, ne bi trebalo svesti na jednu kriterijumsku funkciju, jer upravo njihova individualnost vodi rešenju koje je pre prihvatljivo nego optimalno. Drugo, kod modela zasnovanih na konceptu optimizacije krajnji cilj je rešenje, tj. identifikacija akcije koju će

¹⁰ Brans, J.P., Ethics and Decisions, European Journal of Operational Research, 136:340352, 2002.

sprovesti donosilac odluka, dok drugi autori smatraju da je proces važniji od rešenja, što je dovelo do alternativnih pristupa kao što su sistemsko mišljenje i soft operaciona istraživanja. Kako sugerise Rozenhed (Rosenhead), "operaciona istraživanja bi trebalo da obrate pažnju na razvoje i promene, aktuelne ili projektovane, u materijalnoj bazi njihovih potencijalnih korisnika...takvi razvoji i promene erodirali su tradicionalnu bazu OR i nastavljaju da to i dalje čine." Standardno formulisana OR, posebno ona koja su, prema Čeklandu "sjedinjena sa logikom",¹¹ nisu u stanju da se izbore sa situacijama koje su izrazito kompleksne. Više nego ikad OR traže metode i pristupe koji osposobljavaju donosioca odluka da se prilagodi višestrukim aspektima i koji omogućavaju rad kroz nesmetanu interakciju i iteraciju, što su upravo domeni u kojima takozvana soft OR mogu da daju značajan doprinos. Posebno pitanje, pored tradicionalnog OR vs MS, jeste da li su OR nauka ili tehnologija?

5. Fenomenologija upravljačkih problema

Ono što predstavlja zajedničku logičku strukturu upravljačkih problema, da su rezultante delovanja brojnih i po svojoj prirodi različitih faktora, čiji se uticaj često ne može egzaktno izmeriti, upućuje na zaključak da se proces optimizacije pod uslovima ograničenja neizostavno mora redefinisati na novim premisama. Tome u prilog ide i činjenica da apostrofirana logička struktura i semantički korespondira sa svim relevantnim odrednicama empirijskih upravljačkih problema, kako u teleološkom tako i u epistemološkom smislu. Ona ukazuje na složenu konstelaciju različitih uticaja i interesa više entiteta (subjekata, ciljeva, ograničavajućih uslova), pomerajući granice pojma problem u meri u kojoj one postaju izrazito elastične i teško obuhvatne. Teorija ovakve probleme poznaje kao slabo strukturirane ili nedefinisane, tretirajući ih kao svojevrsnu problemsku situaciju, tj. kao skup visoko interaktivnih, izrazito kompleksnih, dinamičkih i višeznačnih problema.¹² Njihova ključna karakteristika je da se ne mogu ili se samo fragmentarno mogu definisati, pa je formalizacija njihovog rešavanja izuzetno komplikovana. Pored toga, načelno, problemsku situaciju karakteriše prisustvo više aktera sa širokim spektrom ciljeva, interesa i perspektiva. Međutim, o problemskoj situaciji se može govoriti i kada postoji jedan donosilac odluka sa više ciljeva, međusobno konfliktnih, u smislu da realizacija jednog i njegovo optimiziranje implicira potpunu ili delimičnu opstrukciju ostalih ciljeva.

¹¹ Checkland, P., OR nad system movement: mappings and conflicts, Journal of Operational research Society, 34 (8), 1983, str. 668

¹² Petrović, S., Sistemsko mišljenje sistemske metodologije, Ekonomski fakultet, Kragujevac, 1998, str. 256

Iskustvo je pokazalo da klasičan pristup optimizaciji u svojoj strogoj primeni nije u stanju da se efikasno suoči sa ovakvim tipom problema, čija je priroda takva da insisitira na znatno aktivnijoj ulozi donosioca odluka u postupku njihovog rešavanja, nego što je to slučaj u tradicionalnim optimizacionim procedurama. Šta više, kontinuirana komunikacija na relaciji istraživač (analitičar, ekspert) – donosilac odluka (DO) kao imperativ, te kreativnost, intuicija i učenje, predstavljaju *conditio sine qua non*, eksplicitno opredeljujući dalje pravce razvoja teorijsko-metodološkog instrumentarijuma za generisanje rešenja u suočavanju sa problemskom situacijom. U tom smislu, postojeća dihotomija upravljačkih problema koja ih definiše kao strukturirane na jednoj i nestrukturirane probleme na drugoj strani, predstavlja pokušaj da se ukaže na neophodnost profilisanja različitih modaliteta kretanja kroz jedan problem u zavisnosti od stepena njegove kompleksnosti. Tako se smatra da su prvi, tzv. *hard* problemi, koji su definisani pitanjem kako, primereniji klasičnom optimizacionom pristupu, dok su tzv. *soft* problemima adekvatnije alternativne metodološke orijentacije (Čeklandova soft sistemska metodologija, totalna sistemska intervencija, kognitivno mapiranje, planiranje putem scenarija etc.).¹³

Tabela 1. Pretpostavke hard i soft OR (Munro, Mingers, 2002)

HARD OR	SOFT OR
<ul style="list-style-type: none"> - jedan DO (ili grupni konsenzus) sa jasnim ciljem - priroda problema je utvrđena - najznačajniji faktori u problemu mogu biti kvantificirani i prikupljeni pouzdani podaci - buduće neizvesnosti mogu biti modelirane pomoću teorije verovatnoće - ne postoji potreba za metodima koji će biti transparentni za klijente prilikom korišćenja - jedna od uloga hard OR stručnjaka je ekspertska analiza - hard operaciona istraživanja, generalno govoreći, zahtevaju dobre analitičke sposobnosti i poznavanje matematike i računara 	<ul style="list-style-type: none"> - postoji niz donosilaca odluka ili grupa sa različitim ili konfliktnim ciljevima - priroda problema nije dobro definisana - mnogi važni faktori u problemu ne mogu biti kvantificirani - matematički model se ne može biti koristiti - neizvesnost se ne može umanjiti pomoću verovatnoća - metodi koji se koriste moraju biti transparentni i prihvatljivi za klijente - uloga soft OR stručnjaka je da olakša rad sa grupom učesnika - soft operaciona istraživanja, generalno govoreći, zahtevaju ljudske veštine i sposobnosti da se olakšaju sporni i stresni poslovi

¹³ Ashby, W.R., An Introduction to Cybernetics, Wiley and Sons, Inc., New York, 1966, str. 207

Nemogućnost precizne deskripcije problemske situacije navodi na zaključak da i modeli za njeno aproksimiranje moraju biti fleksibilni u smislu korišćenja metodologija koje će na odgovarajući način izraziti stepen njene složenosti. Poznata Ešbijeve sentenca da samo raznolikost može uništiti raznolikost, upravo eklatantno odražava stanje stvari u realnom svetu i zahtev za primenom odgovarajuće metodologije. Dvodimenzionalna slika se može sagledati samo iz prostora sa većim brojem dimenzija, obrnuta percepcija nije moguća. Rešavanje upravljačkih problema mora biti karakterisano visokom kompleksnošću samog pristupa, koji mora biti jednako dimenzionalan kao i sam problem, nema jednostavnih rešenja. Uprkos svemu, teško se može povući granica između strukturiranih i nestrukturiranih problema, jer je većina problema loše ili se ne može valjano strukturirati, tako da i prilazi njihovom rešavanju ne mogu biti strogo egzaktni ili strogo empirijski. Egzaktni postupci su ograničeni na relativno usku klasu dobro strukturiranih problema koji zahtevaju matematički model, cilj i kriterijume upravljanja, upravljačke akcije i ograničenja. Empirijsko-edukativni postupci, s druge strane, u velikoj meri zavise od subjektivnih sklonosti, praktičnog iskustva, komparacije sa poznatim analognim sistemima i intuicije. Konačno, svaki pa i nedovoljno dobro strukturirani problem se odgovarajućim simplifikacijama matematičkog modela može dovoljno dobro formalizovati i kvantitativno obraditi da bi se dobio makar zadovoljavajući rezultat. Verovatno da u ovoj konstataciji i treba tražiti razloge zašto se brojne optimizacione tehnike sve više okreću, reklo bi se, kombinovanom pristupu za rešavanje, sa naglašenijom ulogom DO ne samo u fazi izbora već i fazi razvoja, ali sa zahtevom da se u samoj postavi problema unese što više egzaktnog. U stvari, fokus interesovanja se sve više pomera sa optimizacije rešavanja problema na strukturiranje problema, gde je bez sumnje, uloga ljudskog faktora presudna. Tretiranje tzv. problemskih situacija kao skupova visoko interaktivnih upravljačkih problema, insistiranje na sagledavanju celine problema u okvirima postojećih dimenzija, apostrofira značaj korelacije koja postoji između entiteta, njihovih veza, te uzroka i posledica u tokovima događaja realnog sveta. Sistemska dimenzija problemske situacije upravo reflektuje njenu složenost iskazano u kategorijama sistema, što s obzirom na kompleksnost *soft* problema, logično upućuje na holistički pristup kao najprimereniji. Otuda pridavanje značaja konceptu sistema u teoriji optimizacije i kontinuiranim naporima da se matematički (teorijom skupova, matematičkom logikom, linearnom algebrom) u što većoj meri formalizuje i sam sistemski pristup.

Pojava opšte teorije sistema i sistemskog mišljenja predstavljali su onaj neophodni *spiritus movens* za kvalitativni pomak modernih nauka, posebno društvenih, jer gotovo da ne postoji oblast ljudskog istraživanja gde

koncept sistema nije našao svoju primenu. Reč je o metafenomenu *sui generis*, koji je univerzalnog karaktera i koji ima suštinsko značenje, koje se ogleda u činjenici da proučavani entitet predstavlja sistem, kao skup elemenata povezanih makar jednim odabranim principom. Imajući u vidu da je glavna odlika našeg sveta sve veća kompleksnost i međusobna uslovljenost njegovih delova, nije iznenađenje da se koncept kompleksnosti nalazi u središtu interesovanja opšte teorije sistema. Postoje, međutim, praktični problemi čije je rešavanje previše skupo ili je *de facto* nemoguće. Za ovakve probleme može biti svrsishodnije u svakom smislu, da se redizajnira sistem, u kome se ti problemi javljaju. To znači da bi sistemski pristup bio bolje prilagođen za rešavanje problema, kada bi bio u boljoj poziciji da koristi zajedničku upotrebu deduktivnih i induktivnih metoda nauke. Prvo treba razumeti šta je verovatno da će se desiti, a drugo, kako najbolje kontrolisati situacije, tako da se verovatni ishodi mogu usmeriti u željenom pravcu. Kao posledica toga u rešavanju problema je nastojanje da se posmatrani problem reši unapred, ili još bolje, da se spreči njegova pojava, zbog čega se u odgovarajućem matematičkom modelu simuliraju podaci pre nego što se problem pojavi.

6. Od jedne do druge paradigme – kompozitna operaciona istraživanja

Kompleksnost se karakteriše velikim brojem interakcija između mnogih subjektivnih i objektivnih faktora različitog tipa i stepena važnosti, koji potiču od aktera sa različitim ciljevima i konfliktnim interesima (stakeholders), koji se kombinuju da bi se uticalo na verovatnoću ili nemogućnost odabira alternativnog ishoda, koji svima odgovara, uz određeni stepen kompromisa. Da bi se izišlo na kraj sa kompleksnošću, neophodno je da postoji organizovan okvir koji predstavlja aktere, njihove ciljeve, kriterijume i politike kojima ti ciljevi upravljaju, alternativne ishode i resurse, da bi se te alternative locirale.

Operaciona istraživanja i nauka o menadžmentu su razvili niz modela i tehnika za mehanicističko izlaženje na kraj sa kompleksnošću, ali njihov najveći neuspeh je oblast ljudskog učenja i adaptibilnosti kao i politika i razrešenje konflikata. Uzmimo, na primer, jednog menadžera koji može imati različite uloge, pri čemu svaka uloga ima svoju sopstvenu teleologiju. On može pokušati da sintetički izrazi sve ciljeve jednim opštim izrazom kao što je maksimizacija dobiti preduzeća. Međutim, čak i ovako uopšten cilj teško da je dovoljan da validno objedini značaj različitih, eksplicitno ili implicitno definisanih ciljeva. Kada su ciljevi međusobno zavisni, optimizacija jednog od njih može rezultovati u niskom stepenu ostvarenja za bar jedan od preostalih ciljeva. Zapravo problem ne bi ni postojao kada bi postojao zajednički standard uniformne ili univerzalne mere

vrednosti između ciljeva. Kada bi dimenzija uporedivosti postojala, problem bi se sveo na formulisanje jednog cilja i jednokriterijumsku optimizaciju. Situacijama koje uključuju konfliktne ciljeve mora se pristupiti sa svešću o činjenici da postoji ozbiljan problem kada različite rezultate nije moguće izraziti u dimenzijama jedne sveobuhvatne mere. Ipak, na izvestan konceptualan način, moguće je upravljati ocenjivanjem alternativa, dodeljujući određene specifične težine ili rangove datim ciljevima, što zahteva uključivanje socio-psihološke dimenzije donosioca odluka. Očigledno, mi nikada de facto i ne ostvarujemo optimizaciju, već iz razloga što ona zahteva najpre simultano razmatranje svih alternativa i rešenja, a zatim sagledavanje dinamike i očekivanih ishoda naših akcija. Realnost je drugačija: mi često razmatramo samo neke od mogućih alternativa usled redukcija koje su uslovljene dejstvom brojnih subjektivnih faktora, događaji prethode predikcijama a naši kriterijumi su često nepotpuni i nesavršeni, te kao takvi reflektuju čitav niz efekata na dobrobit donosioca odluka, iskazanu bilo vrednosno, bilo u jedinicama korisnosti. Stoga je neminovno da istraživač-analitičar-donosilac odluka s pažnjom i razumevanjem izabere onaj kriterijum (dajući mu najveći stepen signifikantnosti) koji će najviše odgovarati u smislu promene mogućih akcija jer, "kalkulisanje kvantitavnih rešenja zasnovanih na temelju pogrešnih kriterijuma, ravno je pružanju odgovora na pogrešna pitanja."¹⁴

Poslednjih godina ograničenja tvrdih operacionih istraživanja su postala više nego očigledna i to upravo u smislu njihove primene na rešavanje određenih praktičnih problema koji postaju sve kompleksniji, tako da se standardne metodologije i paradigme ne mogu nositi sa njima. Poseban segment soft operacionih istraživanja predstavljaju metodi za strukturiranje problema (PSM).¹⁵ Glavna karakteristika ovih metoda je da je fokus pre svega na ljudima koji su uključeni u problem, a zatim i na problemu. To je u potpunoj suprotnosti sa tradicionalnim OR pristupom koja su usmerena na razumevanje problema i nalaženje najboljeg odgovora na njega, dakle obratno. Iako je jasno da oba faktora treba uzeti u obzir, to takođe implicira i određene razlike. Ako je, recimo, primarni fokus na ljudima koji se bave problemom, može se, po subjektivnoj proceni, smatrati uspehom ako im se omogući bolje razumevanje pitanja sa kojima se suočavaju, kao i njihovo zajedničko prihvatanje kursa akcije. S druge strane, činjenica da navedeni kurs akcije u odnosu na sam problem može biti katastrofalan, u takvoj

¹⁴ Mc Closkey, J., Florence, T., Operations Research for Management, Panorama, Zagreb, 1965, str. 135.

¹⁵ Rosenhead, J., Rational analysis for a problematic world: problem structuring methods for complexity, uncertainty and conflict, Wiley John, 1989

situaciji postaje apsolutno irelevantna. Jasno je da ovakva vrsta subjektivne procene ne može biti validan način da se pokaže vrednost pristupa. Metode za strukturiranje problema nesumnjivo imaju svoju ulogu procesu donošenja odluka, ali ostaje da još puno toga uradi u pogledu njihove ekspanzije i prihvatanja. To podrazumeva sledeće:

- jasniji i koncizniji opis ovih metoda, nego što je to do sada bio slučaj,
- više napora u pogledu evaluacije uspeha u primeni ovih metoda i
- napuštanje fanatične podrške ovim metodima (uočljivo je da su u mnogim aspektima, soft OR postala svojevrsno jednoulje, poput religije)

Navedeni problemi su otvorili mogućnost povezivanja i kombinovanja više metoda u pojedinačnim studijama slučaja. Praksa kombinovanja više metoda u okviru studija je poznata pod nazivom multimetodologija.¹⁶ U praksi, multimetodologija obuhvata kombinaciju kompletnih ili adaptiranih metodologija, ili kombinaciju tehnika različitih metodologija. Istraživanja su pokazala da operacioni istraživači često kombinuju više hard ili više soft metoda posebno, a ređe hard i soft zajedno. U proseku, se kombinovano koriste dve-tri metodologije istovremeno. Iako postoji relativno malo kombinacija tvrdih i mekih metodologija koje se koriste danas, smatra se da je kombinovanje metoda budućnost operacionih istraživanja.¹⁷ Osim toga, OR metode, bilo da su one tvrde ili meke, u kombinaciji sa društvenim naukama, psihologijom, sociologijom i antropologijom, obezbeđuje da se ljudski faktor tačno reprezentuje i očigledno, imaju značajnu ulogu u budućnosti.¹⁸ Kompozitna OR su nastala kao odgovor na sve kompleksnije probleme i promene, nova vrsta nauke, zasnovana na teoriji i iskustvu.

Tabela 2. Pregled najčešćih kombinacija metodologija (Munro i Mingers, 2002, Abdel-Malek et al., 1999).

Hard i hard	Soft i soft	Soft i hard
1. Simulacija i statistika	1. SWOT/PEST and SSM	1. Simulacija i SSM
2. Predviđanje i statistika	2. Dijagrami odlučivanja i SSM	2. Statistika i SSM
3. Matematičko modeliranje i statistika	3. Strategijski izbor and SSM	3. Strukturna analiza i dizajn i SSM

¹⁶ Munro, L. and Mingers, J., The use of multimethodology in practice – result of a survey of practitioners, *Journal of Operational research Society*, 53, 2002, str. 369-378.

¹⁷ Isto

¹⁸ Holt, J., Pickburn, G., *OA Techniques for the Future*, DERA/CDA/SEA/AIR/ CR000141, 2001.

Kompleksnost, optimizacija i operaciona istraživanja – refleksije

4. Matematičko modeliranje i simulacija	4. Interaktivno planiranje i SSM	4. Statistika i kognitivno mapiranje
5. Matematičko modeliranje i heuristika	5. Kognitivno mapiranje i SSM	5. Statistika i dijagrami odlučivanja

Može se reći da se, zapravo, više i ne postavlja pitanje OR vs MS (Nauka o menadžmentu), s obzirom, da je kontekst primene jednih ili drugih jasno specificiran i determinisan karakteristikama. Pravo pitanje je da li su OR/MS nauka ili tehnologija.¹⁹

Razlozi za primenu multimetodološkog pristupa, počivaju na sledećim zapažanjima:

1. posmatranjem problema iz različitih perspektiva ili sa aspekta različitih paradigmi može se steći potpuniji uvid u celinu problema i jasnija slika sveta oko nas.
2. u mnogim praktičnim primerima prisutno je kombinovanje metodologija ali bez valjane teorijske osnove i podrške

Postoje takođe i potencijalne opasnosti u primeni multimetodološkog pristupa:

1. Različite paradigme su često u kontradikciji jedne s drugima. S druge strane, kada je moguće uvideti razlike, to može biti i prednost u realnijoj prezentaciji problčema
2. Kulturološka pitanja aficiraju pogled na svet i sposobnost za analitički pristup. Poznavanje nove paradigme nije dovoljno da prevaziđe potencijalne pristrasnosti, već se mora učiti kroz iskustvo i praksu.
3. Ljudi imaju kognitivne sposobnosti koje su predisponirane za prihvatanje partikularnih paradigmi. Takođe, logičan um će lakše razumeti i usvojiti kvantitativne metodologije. Samim tim lakša je tranzicija iz kvantitativnih u kvalitativne metodologije, nego obrnuto.

Teorijsko-metodološke implikacije koje rezultiraju iz svega navedenog, ogledaju se u sledećem:

- postoji širok spektar problema koji nastaju u procesu upravljanja ekonomskim ponašanjem, bilo preduzeća, pojedinaca ili grupa. S obzirom na njihove specifične karakteristike, posmatrani problemi se mogu podeliti u dve grupe: dobro strukturirane i slabo strukturirane probleme;

¹⁹ Ovo pitanje bi se isto tako moglo postaviti i za neke druge kvantitativne discipline, kao što je recimo statistika.

- sistemski koncept predstavlja fundament na kome počiva čitava teorija optimizacije, omogućujući posmatranje problema u kategorijama sistema koji stvara. Po pravilu, sistemski koncept u uslovima optimizacije podrazumeva jednu ili više funkcija kao analitičkih izraza definisanih ciljeva;
- težnja ka optimizaciji je *arche* u kretanju kroz određeni problem. Ona je korisna jer donosiocu odluka obezbeđuje različite modalitete da testira i i redefiniše svoje razmišljanje, čak i kada je rešenje daleko od optimalnog;
- stvarni problemi su pre problemske situacije sa nedovoljno jasnim granicama i elementima i teško se mogu aproksimirati i kvantifikovati jedno- kriterijumskom funkcijom cilja. Realnija interpretacija je jednovremeno profilisanje niza funkcija cilja, određivanje svih mogućih akcija i njihova evaluacija sa aspekta svakog pojedinog kriterijuma i pronalaženje kompromisnog rešenja;
- budućnost tradicionalnih operacionih istraživanja je vezana za koncept sistema i imanentno, koncept optimizacije. Trenutak ako i kada budu napuštena ova dva koncepta, označiće raskid sa tradicionalnim OR;
- autokorektivnost je suštinska komponenta naučnog razmišljanja. Naučno znanje se stalno reinterpretira i u stanju je kontinuirane revolucije, jer se stare teorije zamenjuju novim ili se znatno modifikuju.

Zaključak

U mnogim realnim situacijama javljaju se problemi koji uključuju brojne kriterijume i ciljeve, delom kvantitativne, delom kvalitativne. Određen, manji broj ovih problema moguće je formalizovati putem matematičkog zapisa i efikasno rešavati primenom različitih metoda, naročito matematičkog programiranja. Znatno su brojniji problemi kod kojih, usled njihove kompleksne i višedimenzionalne prirode, klasični optimizacioni prilaz utemeljen na zahtevu za optimizacijom jedne ciljne funkcije, nedovoljno dobro specificira njihove ključne komponente, relevantne za validnu opservaciju i modeliranje, tako da strukturiranje problema postaje problem *per se*. Optimizacija je teorijski koncept koji nije od pomoći u situacijama koje karakterišu neizvesnost i konflikt, ili u slabo strukturiranim višedimenzionalnim situacijama koje ne dopuštaju numeričko modeliranje. Ovaj argument favorizuje višekriterijumsko odlučivanje do tačke gde se pretpostavlja prisustvo nekog strukturiranja, ali ne nudi pomoć u evaluaciji neizvesnih alternativa.

Kompleksnost, optimizacija i operaciona istraživanja – refleksije

Mogućnost za rešavanje ovakvih problema leži u fuziji soft i hard operacionih istraživanja. Ono što soft operaciona istraživanja obezbeđuju u metodima za strukturiranje problema jeste njegovo bolje razumevanje kod ljudi uključenih u problem. Ono što, međutim, nedostaje soft OR a poseduju ga hard OR, jeste logičan i objektivan način donošenja najbolje odluke a ne one koja će biti najbolja sama po sebi. Multimetodologija – kombinovanje različitih metoda nije uobičajena pojava. Dešava se češće u okviru metoda OR ili MS, nego jednih i drugih zajedno, ali je uspešno, bar po oceni prakse. Izbor metoda koji će se koristiti je determinisan znanjem, iskustvom i veštinama i u izvesnoj meri organizacionim i akademskim kontekstom, koliko i prirodom problema po sebi

U svakom slučaju, postojanje formalnog okvira za donošenje odluka omogućuje analizu problema odlučivanja na logičkoj osnovi i konvertovanje intuicije i instikta donosioca odluka u brojeve, koji mogu biti otvoreni za ispitivanje od strane drugih a koji se takođe mogu i objasniti drugima. Potreban je proces koji će inkorporirati inpute, revizije i znanje donosioca odluka i saopštiti ih drugima na način da se izbegne ili redukuje mogućnost pojave konflikta. Odluke moraju da evoluiraju, uprkos ograničenim kognitivnim i perceptivnim sposobnostima donosilaca odluka. Referentan nerešeni problem operacionih istraživanja i najveći praktičan izazov je modeliranje budućih događaja, tj. kako na osnovu modela sa statičnim pretpostavkama razviti model čija sposobnost predviđanja omogućuje odgovor u realnom vremenu, na izazove i promene u okruženju. U tom smislu, operaciona istraživanja treba razvijati u pravcu povezivanja sa predviđanjem i analizom rizika, kao odgovor na dinamiku informacija iz realnog sveta. Partikularne analitičke tehnike su korisne, ali mi moramo biti sposobni da postavljamo prava pitanja i da razvijamo sistematski način razmišljanja o problemima. Ono što želimo je da zatvorimo ili makar umanjimo jaz između stvarnog i željenog, napredujući kroz niz naizmernih odluka i ocena, u vremenu i paralelno, komparirajući etapne rezultate dok se ne ostvari željeni cilj. Ono što nam treba su osetljivi načini da se izborimo sa svojim limitima, odnosno pristupi koji olakšavaju korišćenje kreativnosti i iskustva u strukturiranju kompleksnih problema i primeni njihovih rešenja u sistemskom i dostupnom okviru. Ono što možemo, već su i sami pokušaji da nađemo rešenje problema, iz čega se može detektovati značajan korak dalje, možda samo poboljšanje već ostvarenog, identifikujući i prihvatajući relevantna ograničenja, svesni da željeni rezultati nisu uvek i ostvarivi.

Literatura

1. Ackoff, R.L., The Art and Science of Mess Management, in: Rosenhead, J., Problem Structuring Methods, XIII European Conference on Operations Research, Glasgow, July, 1994.
2. Albritton, M., McMullen, P. and Gardiner, L., OR/MS Content and Visibility in AACSB-Accredited US Business Programs, *Interfaces*, vol. 33 no. 5, 2003, pp. 83-89.
3. Ashby, W.R., An Introduction to Cybernetics, Wiley and Sons, Inc., New York, 1966.
4. Brans, J.P., Ethics and Decisions, *European Journal of Operational Research*, 136:340352, 2002.
5. Checkland, P., OR and system movement: mappings and conflicts, *Journal of Operational research Society*, 34 (8), 1983, pp. 661-675.
6. Fuller, J. and Mansour, A., Operations Management and Operations Research: An Historical and Relational Perspective, *Management Decision*, vol. 41 no. 4, 2003, pp. 422-426.
7. Fuller, J. and Martinec, C.L., Operations Research and Operations Management: From selective Optimization to System Optimization, *Journal of Business&Economics research*, vol.3, number 7, 2005., pp. 11-16.
8. Fuller, J., Future Directions of Management Science and Operations Management in Business School Curricula, *College Teaching methods & Styles Journal – third quarter*, vol.2, number 3., 2006, pp. 29-32.
9. Holt, J., Pickburn, G., OA Techniques for the Future, DERA/CDA/SEA/AIR/CR000141, 2001.
10. Horner, P., History in the Making, *OR/MS Today*, vol. 29 no. 5, 2002, <http://www.lionhrtpub.com/orms/orms-10-02/frhistory.html>
11. Mc Closkey, J., Florence, T., Operations Research for Management, Panorama, Zagreb, 1965.
12. Munro, L. and Mingers, J., The use of multimethodology in practice – result of a survey of practitioners, *Journal of Operational research Society*, 53, 2002, pp. 369-378.
13. Petrić, J., Operaciona istraživanja, Savremena administracija, Beograd, 1979.
14. Petrović, S., Sistemsko mišljenje sistemske metodologije, Ekonomski fakultet, Kragujevac, 1998.
15. Rittel, H.W.J. and Webber, M.M., Dilemmas in a General Theory of Planning, 1973, *Policy Sciences* 4, pp.155-169.
16. Rosenhead, J.V., What's the problem? An introduction to problem structuring methods, *Interfaces* 26(6), 1996, p.p. 117-131.
17. Rosenhead, J.V., Success and survival . A comment. *The Journal of the Operational Research Society* 49(4), 1998, p.p.408-412.
18. Rosenhead, J. and Mingers, J., Rational analysis for a problematic world Revisited, *Problem structuring methods for complexity, uncertainty and conflict*, Wiley John, 2001.
19. Vujošević, M., Sistemski pristupi slabo strukturiranim problemima – izazov operacionim istraživačima, SYMOPIS 94, Kotor, Zbornik radova, pp. 12-15.

**COMPLEXITY, OPTIMIZATION AND OPERATIONAL
RESEARCH - REFLECTIONS**

Abstract: Practical problems are inherently ambiguous and multiobjective and must be considered with several aspects, i.e. with respect to multiple criteria. Classical optimization methods are appropriate for solving the well-structured problems, especially if optimization is done according to a criterion. Most of the real problems, given their complexity, are not possible or very difficult to properly formalize with appropriate mathematical model, so that the traditional algorithmic-optimization procedure shows enough effective instruments for their solution. In this context, and bearing in mind the needs of the economy and society as a whole, the question of the future of traditional operational research, their relationship with the science of management and their mission as a scientific discipline is raised.

Key words: complexity, uncertainty, operational researchs, multicriteria choice, optimization, decision, multimethodology.