

MATEMATIČKI INSTITUT — BEOGRAD

VESELIN MILOVANOVIĆ

**MATEMATIČKO-LOGIČKI MODEL  
ORGANIZACISKOG SISTEMA**

BEOGRAD

1971

**MATEMATIČKI INSTITUT — BEOGRAD**

**VESELIN MILOVANOVIĆ**

**MATEMATIČKO-LOGIČKI MODEL  
ORGANIZACISKOG SISTEMA**

**BEOGRAD  
1971**

## ПОСЕБНА ИЗДАЊА МАТЕМАТИЧКОГ ИНСТИТУТА У БЕОГРАДУ

Математички институт у Београду у својим *Посебном издањима* објављуваће: монографије актуелних питања из математике и механике, оригиналне чланке већег обима, оригиналне нумеричке таблице итд. Ова публикација није периодична.

1. (1963) *D. S. Mitrinović et R. S. Mitrinović*  
Tableaux d'une classe de nombres reliés aux nombres de Stirling. III.
2. (1963) *K. Milošević-Rakočević*:  
Prilozi teoriji i praksi Bernoullievih polinoma i brojeva.
3. (1964) *V. Devidé*:  
Matematička logika.
4. (1964) *D. S. Mitrinović et R. S. Mitrinović*:  
Tableaux d'une classe de nombres reliés aux nombres de Stirling. IV.
5. (1965) *D. Z. Đoković*:  
Algebra trigonometrijskih polinoma.
6. (1966) *D. S. Mitrinović et R. S. Mitrinović*:  
Tableaux d'une classe de nombres reliés aux nombres de Stirling. VI.
7. (1969) Quelques problèmes de la théorie qualitative des équations différentielles ordinaires
8. (1969) *Б. П. Берасимовић*:  
Правилни верижни разломци

МАТЕМАТИЧКИ ИНСТИТУТ — БЕОГРАД  
ПОСЕБНА ИЗДАЊА

КЊИГА 9

Редактор

*М. Стојаковић*

VESELIN MILOVANOVIĆ

МАТЕМАТИЧКО-ЛОГИЧКИ MODEL  
ORGANIZACISKOG SISTEMA

Републички фонд за научни рад СРС финансирао је штампање ове књиге

## MATEMATIČKO-LOGIČKI MODEL ORGANIZACIJSKOG SISTEMA

### 1. U V O D

U nizu nerešenih problema iz oblasti projektovanja organizacija i upravljanja njima, problem organizacijske strukture svakako spada među najvažnije i naj-interesantnije. Struktura organizacije, tj. odnos između njenih članova, treba da bude ona koja će njihov rad na postizanju organizacijskog cilja učiniti najefikasnijim. Intuitivni metodi projektovanja sve manje mogu da zadovolje, i sve više se oseća potreba za modelom koji bi pružio ono što model pruža u drugim oblastima: mogućnost da se eksperimentiše radi upoznavanja i razumevanja objekta koji se proučava, kao i radi predviđanja budućeg ponašanja tog objekta i donošenja odluka. Jedan uspešno konstruisan model našao bi široku primenu kako u projektovanju organizacija, tako i u upravljanju njima.

Model koji bi služio u ovu svrhu mora da adekvatno opisuje one aspekte organizacijskog sistema koji su relevantni za projektovanja i upravljanje. Jezikom fenomenologije Mih. Petrovića [2], kada se organizacija i model koji je opisuje posmatraju sa gledišta korisnika modela, između njih mora da u svakom momentu postoji jezgro sličnosti koje pokriva sve relevantne suštine.

Korisnici modela organizacije, projektanti i upravljači, zainteresovani su za model koji opisuje ponašanje članova organizacije.

Ako se aktivnost članova organizacije u njoj definiše kao ponašanje u smislu Leavitt-a, [11], organizacijsko ponašanje može da se svede na donošenje odluka [14]. Željeni model će, onda, da opisuje članove organizacije kao donosiocce odluka, a njihovu celokupnu aktivnost kao odlučivanje, pa se organizacija javlja kao sistem za donošenje odluka.

Donošenje odluka predstavlja proces logičnog mišljenja kojim se definišu ciljevi i nalaze putevi za njihovo postizanje. Cilj ovog rada jeste da se razvije formalni matematičko-logički model koji će da opiše odlučivanje kao logično mišljenje, a organizaciju kao sistem u kome se ono odvija.

Kada se logični proces mišljenja za donošenje odluka opisuje formalnim aparatom matematičke logike, nailazi se na ozbiljne prepreke, jer se koriste i dve oblasti matematičke logike koje su daleko slabije istražene nego ostale: logika pitanja i logika preferenci, koja je modalne prirode. Ove prepreke savladane su u ovom radu primenom skorašnjih rezultata Harrah-a i Von Wright-a koji omogućavaju da se postavi odgovarajući formalni aparat.

Od početka izlaganja implicitno je usvojeno da model organizacije treba da bude formalan. Razlozi za ovo su dovoljno poznati i nepotrebno je da se ovde

ponovo iznose. Najpre su osnove modela izložene neformalno, (neformalni model je detaljno dat u [1]), a zatim je u daljem izlaganju dat formalni model.

Izložena razmatranja predstavljaju deo rezultata dugoročnog istraživanja, čiji su raniji rezultati detaljno izloženi u [1], [13] i [14].

## 2. ORGANIZACIJA KAO SISTEM ZA DONOŠENJE ODLUKA

Ako sistem definišemo kao: »(Neprazan) skup ili klasu ili domen  $D$  ili možda nekoliko takvih skupova objekata između kojih su uspostavljeni izvesni odnosi [9], onda organizaciju možemo da posmatramo kao sistem za donošenje odluka, čiji su objekti donosioci odluka. Model ovog sistema treba da opiše njegove objekte — donosiocima odluka i njihove međusobne odnose koji proizilaze iz donošenja odluka.

Model sistema je njegova uprošćena slika, koja može da bude napravljena sa raznih tačaka gledišta. Proces odlučivanja je proces mišljenja koji se odvija po izvesnim logičkim pravilima. Logički aspekti mišljenja su od primarnog interesa ako se zahtevaju adekvatni odnosi među donosiocima odluka. Stoga logika donošenja odluka jeste tačka gledišta sa koje treba izraditi model sistema za donošenje odluka. Taj model je opis objekata koji donose odluke — donosilaca odluka i odnosa između njih koji proizilaze iz donošenja odluka.

Opis donosioca odluka se sastoji od opisa znanja koje on koristi u donošenju odluka, ciljeva koje želi da postigne i procesa kojim donosi odluke. Ovaj opis pokazuje kakvu ulogu u odlučivanju jednog objekta imaju ostali objekti, a ta uloga definiše odnose između objekata. Ti odnosi proističu iz donošenja odluka i predstavljaju osnovu za projektovanje odnosa koji treba da postoje između donosioca odluke u organizaciji, tj. njene strukture.

### 2.1. Znanje

Donosilac odluka donosi odluke pomoću svog znanja o sistemu za donošenje odluka kome pripada i njegovoj okolini. Ovo znanje se sastoji od skupa propozicija o sistemu i okolini kao i skupa logičkih pravila, po kojima on izvodi nove propozicije iz onih koje već zna. Međutim, u opštem slučaju, donosilac odluka ne može da izvede sve propozicije koje logički mogu da se izvedu od onih koje zna.

Znanje donosioca odluke nije nepromenljivo — ono se vremenom menja: on zaboravlja propozicije i uči nove. Karakteristika ovog znanja je da ono generiše pitanja i stimuliše učenje.

Da bi pribavio novo znanje, donosilac odluka postavlja pitanja. On može da pita drugu osobu, elektronski računar, instrument, knjigu, itd. Ako pita drugog donosioca odluka, odgovor koji primi jeste odluka pitanog.

Model donosioca odluka ne mora da sadrži sve propozicije koje on drži u svom umu. One mogu da se svedu na odgovarajući skup propozicija iz koga ostale mogu da se izvedu datim logičkim pravilima.

### 2.2. Učenje

Postavljajući pitanja donosilac odluke pribavlja nove informacije kojima može da proširi svoje znanje, tj. uči.

Za opisivanje procesa kojim donosilac odluka uči (tj. uključuje nove informacije u svoje znanje), usvojićemo da se njegovo znanje sastoji od dva dela:

1. »Osnovno« znanje — skup propozicija koje on smatra istinitim i čiju istinitost ne ispituje. Usvojićemo da je ovo znanje konzistentno.

2. »Promenljivo« znanje — ostalo znanje, koje obično nije konzistentno. Izvesni njegovi delovi mogu da budu nekonzistentni i sa osnovnim znanjem.

Proces učenja nije proces prostog dodavanja novih propozicija starim. Propozicije koje primi, donosilac odluka ispituje u svetlu svog postojećeg znanja.

Preduslov za regularan proces donošenja jedne odluke jeste da znanje koje donosilac smatra relevantnim za tu odluku i razmatra ga istovremeno (tj. ono, na koje je fokusirana njegova pažnja), bude konzistentno.

Ako je primljena propozicija konzistentna sa znanjem na koje je u tom momentu fokusirana pažnja donosioca odluka, on je prima kao istinitu i ona postaje deo njegovog promenljivog znanja. Ako nije, podvrgava je daljem ispitivanju tako što je proverava da li je konzistentna sa osnovnim znanjem. Ako je nekonzistentna, biva odbačena. Ako nije, ona biva prihvaćena, a propozicije nekonzistentne sa njom odbačene.

### 2.3. Ciljevi

Kada čovek pristupi nekoj organizaciji, na primer proizvodnom preduzeću, on ima neke svoje ciljeve koje želi da u njoj (i van nje) postigne. Na drugoj strani, organizacija hoće da on obavlja svoj posao — da donosi odluke — tako da organizacijski ciljevi budu postignuti. Cilj koji donosilac odluka teži da postigne svojim odlukama predstavlja neku vrstu rezultante njegovih i organizacijskih odluka. Ako postizanje ciljeva organizacije predstavlja za njenog člana dobar način da postigne i sopstvene, onda rezultanta ciljeva može da se poklopi sa organizacijskim ciljem.

Da bi organizacija mogla da usmeri svoje članove na postizanje njenih ciljeva, treba te ciljeve jasno i što operativnije definisati »operativno« u smislu [12]. Ovo se može postići jedino sistemskim prilazom, koristeći pojam »stanje sistema«. Sistemski prilaz definisanju ciljeva organizacije najbolje može da se prikaže na primeru proizvodnog preduzeća.\*

Proizvodno preduzeće je sistem koji su stvorili ljudi da daje izvestan autput (na primer, dobit). Međutim, autput sam za sebe je nekompletan kao cilj, jer organizacija treba da obezbedi dalji opstanak i razvoj. Da bi se cilj proizvodnog preduzeća definisao kompletno, treba da se definišu činiooci od kojih zavise opstanak i razvoj. Ako se organizacija posmatra kao sistem, ovi činiooci predstavljaju komponente stanja sistema.

Svaka odluka se odnosi na izvestan period vremena i utiče na buduće odluke preko stanja u koja dovodi sistem. Kompletno formulisanje cilja sastoji se od formulisanja autputa koji donosilac odluke želi da postigne u toku perioda za koji se odluka donosi i stanja u koje želi da dovede sistem na kraju perioda (u nekim slučajevima, i izvesnih stanja kroz koja sistem prolazi u toku perioda). Na ovaj način može da se formuliše cilj za preduzeće (organizaciju) kao celinu. U nekim slučajevima zgodno (ili potrebno) je da se za donošenje izvesne odluke koristi podcilj

\*) Cilj proizvodnog preduzeća detaljno je razmatran u [1] i [13].

izveden iz njega (na primer, u mnogim odlukama tehnologa, umesto što veće dobiti uzimaju se kao željeni output što manji troškovi). Treba naglasiti da se podcilj izvodi za odluku, a ne za donosioca odluka, jer za različite odluke mogu da odgovaraju različiti podciljevi. Za jednog donosioca odluke može da se odredi stalan podcilj samo ako su unapred propisane odluke koje on donosi i način na koji ih donosi, što je moguće samo kod potpuno rutinskih odluka.

Ovaj način za formulisanje cilja ima prednost što eliminiše problem horizonta (tj. dužine perioda na koji se odluka odnosi). Pošto se u okviru cilja određuje i stanje u kome sistem treba da se nađe na kraju perioda, dužina perioda ne utiče na odluku, što inače jeste slučaj.

Cilj sistema za donošenje odluka iskazan je propozicijama. Ako se te propozicije dodaju onima kojima je iskazano znanje donosioca odluke, cilj postaje deo toga znanja i propozicije cilja imaju u procesu donošenja odluka istu ulogu kao ostale propozicije znanja.

Kada se propozicije cilja uključuju u znanje, potrebno je da se uzme u obzir njihova modalna priroda, pošto one ne iskazuju fakta kao ostale propozicije znanja.\*

#### 2.4. Proces donošenja odluke

Odluka je inicirana kada:

1. Donosilac odluka percipira da stanje sveta koji ga okružuje nije zadovoljavajuće (bilo da se radi o trenutnom stanju, bilo o budućem koje on očekuje) i da je razlika između željenog i stvarnog stanja značajna. Pod »stanjem sveta« ovde se podrazumeva stanje onog dela sveta na koji je u momentu donošenja odluke fokusirana pažnja donosioca, i to samo one komponente stanja koje on ovde smatra relevantnim. Na ovaj način se pojavljuje potencijalna odluka.

2. Potencijalna odluka jeste dovoljno važna da bude odabrana za donošenje između svih odluka koje se nadmeću za donosiočev ograničen kapacitet odlučivanja.\*\*

Kada je odluka inicirana, donosilac nastavlja sa njenim donošenjem — počinje da svoja neodređena htenja uobličava u cilj. Njegov cilj može biti ili da postigne zadovoljavajuće stanje, ili da postigne optimalno. U daljem izlaganju, output (ili njegov integral u izvesnom periodu vremena) biće smatran komponentom stanja. Ovim se razmatranja uprošćavaju, a ništa se ne menja, jer izbor šta je komponenta stanja a šta output, jeste proizvoljan.

Ako se traži zadovoljavajuće stanje, dovoljno je da se nađe zadovoljavajuća alternativa i tražnje može da bude obustavljeno. Međutim, kada se traži optimum, moraju se ispitati sve moguće alternative. Ovo može da predstavlja znatnu razliku, jer ispitivanje, a naročito nalaženje, alternativa može da bude vrlo skupo.

Posle definisanja cilja slede dobro poznate faze procesa donošenja odluke: traže se mogući kursevi akcije za postizanje cilja i izabira se zadovoljavajuća, odnosno optimalna, alternativa.

\*) Na ovo mi je skrenuo pažnju prof. R. Carnap.

\*\*) Ovde će biti razmatrana samo individualna odluka; proces odabiranja odluke koja će se doneti izlazi iz okvira ovog rada.



## 2.5. Konflikt

Opisani regularni proces donošenja odluke je skoro redovno praćen konfliktom. Reč »konflikt« se primenjuje za: »Otkazivanje standardnog mehanizma donošenja odluke tako da pojedinac ili grupa imaju teškoća u odabiranju alternative za akciju«. [12]

Konflikt može da se javi u pojedincu — »individualni konflikt«, između pojedinaca ili grupa — »grupni konflikt«, a takođe i između organizacija.

Prema [12], individualni konflikt se javlja u tri slučaja:

1. Neprihvatljivost. Ni jedna od raspoloživih alternativa ne zadovoljava postojeći nivo aspiracija koje ima donosilac odluka u tom momentu.

2. Neuporedivost. Donosilac odluka ne može da izvrši izbor između ishoda raspoloživih alternativa.

3. Neizvesnost. Donosilac odluka ne zna kakve će rezultate dati koja alternativa — ne poznaje vezu između mogućih akcija i njihovih ishoda.

Grupni konflikt može da nastane kada postoji potreba za donošenjem grupne odluke, a u donosiocima odluka ne postoje individualni konflikti u pogledu odluke koja se donosi.

Grupni konflikt javlja se u dva slučaja:

4. Razlike u percepciji stvarnosti. Učesnici u grupnom donošenju odluke različito percipiraju stvarnost.

5. Razlike u ciljevima: Učesnici u grupnom donošenju odluke (pojedinci ili grupe) imaju različite ciljeve.

Ma da na prvi pogled može izgledati da je konflikt čisto psihološki fenomen, njegovi uzroci imaju logičku prirodu, pa se konfliktne situacije mogu opisati formalno.

U slučaju neprihvatljivosti, propozicija koja opisuje šta donosilac odluka želi da postigne je nekonzistentna sa propozicijom koja opisuje šta on zna da je dostižno. Na primer, donosilac odluka želi da njegovo preduzeće postigne u narednoj godini dohodak od najmanje milion dinara, a model linearnog programiranja mu pokazuje da najveći dohodak koji može da se postigne iznosi osam stotina hiljada. Konflikt može da se ukloni pribavljanjem novog znanja koje će željeni cilj da učini dostižnim — da mu omogući stvaranje nove alternative koja će da bude zadovoljavajuća. Ovo traženje nove alternative ide samo do izvesne granice, kada donosilac odluka donese »pododluku« da prekine traženje i snizi nivo aspiracija, tako da neka od raspoloživih alternativa postane prihvatljiva.

Kod neuporedivosti, komponente postignutih stanja koje su uzete u obzir ne razlikuju se za razmatrane alternative dovoljno da bi mogao da se izvrši izbor. Konflikt može da se ukloni tako što će da se uzmu u obzir nove komponente stanja sistema kod kojih će da se javi razlika među alternativama, a koje su od interesa za donosioca odluka. Drugim rečima, ukloniće se time što će da se proširi relevantno znanje.

Neizvesnost znači da znanje donosioca odluka nije dovoljno da se odluka donese, pa ga za uklanjanje konflikta treba dopuniti.

Razlika u percepciji stvarnosti znači da su relevantna znanja članova grupe koja donosi odluku nekonzistentna. Konflikt se uklanja time što članovi grupe

razmenjuju informacije — znanja između sebe i pribavljaju nova, i ovim procesom učenja stvaraju usklađene percepcije stvarnosti koje nisu nekonzistentne.

Kada se konflikt javi usled razlike u ciljevima, to znači da nema alternative koja može da zadovolji aspiracije svih članova grupe. Konflikt može da se razreši na dva načina. Prvi je analitičko razrešavanje konflikta, gde se vrši ubeđivanje (persuasion). Drugi je pogađanje. Oba ova načina se svode na razmenu i pribavljanje informacija, kao što se razrešava i konflikt kod različitog percipiranja stvarnosti. I kod ubeđivanja nekog i kad se sa njime pogađamo, mi mu ustvari saopštavamo informaciju. Ovom informacijom ili pokušamo da izmenimo neki deo njegovog relevantnog znanja, ili da mu predčimo (i time uključimo u njegovo relevantno znanje) neku dodatnu komponentu stanja za koju očekujemo da će da izmeni njegovu preferencu.

Kod svih nabrojanih slučajeva u kojima se javlja konflikt može da se uoči zajednička karakteristika: konflikt se razrešava pribavljanjem informacija, tj. učenjem.

## 2.6. Donošenje odluke kao nalaženje odgovora na pitanje

Proces donošenja odluke može da se opiše kao proces stvaranja pitanja i nalaženja odgovora.

Iniciranje odluke počinje stvaranjem pitanja: »Da li postojeće stanje sveta\* zadovoljava moje aspiracije?«. Ako je odgovor na njega negativan, odluka je inicirana i to tako što je stvoreno pitanje: »Kako postići zadovoljavajuće stanje?«, odnosno: »Kako postići optimalno stanje?«; nazovimo ga »pitanje odluke«. Odgovor na to pitanje jeste odluka.

Pitanje koje inicira odluku može da potiče iz organizacijske rutine — za svaki položaj u organizaciji, odnosno člana koji ga zauzima, postoje određena pitanja za koja se od njega očekuje odgovor.

Drugi izvor u kome se stvaraju pitanja, uključujući inicirajuća, jeste znanje donosioca odluka; ovde ćemo usvojiti ideju da uz svaki skup deklarativnih propozicija koje primi znanje, ide i skup neodgovorenih pitanja. Kada se na njih odgovori, ti odgovori stvaraju novi skup pitanja. Nove propozicije, unete u znanje spolja ili izvedene unutar njega, mogu da stvore pitanje koje će da inicira odluku (kao i pitanje koja neće).

Za neka pitanja donosilac ima gotov odgovor u svom znanju. Ako ga nema, pokušava da ga dobije na jedan od sledeća dva načina:

1. Tražiće ga od okoline.
2. Izvešće ga iz svog znanja.

Kod drugog načina, donosilac odluka izvodi iz svog znanja (u koje su uključeni ciljevi) odgovor na pitanje izvesnim logičkim postupkom. Za ovo izvođenje koristi deo znanja koji smatra relevantnim za odluku koja se donosi.

Biranje relevantnog znanja je važan deo procesa odlučivanja. Da li će donosilac odluka imati manje ili više uspeha, zavisi od toga, koje propozicije i logička pravila izabere kao relevantne, kao i od toga kako ih koristi. Koje znanje će biti uzeto kao relevantno, zavisi od toga na šta je fokusirana njegova pažnja.

\*), „Stanje sveta“ ovde ima značenje definisano u 2.4.

Kada je donosilac odluka u konfliktnoj situaciji, on je razrešava pribavljanjem informacija — učenjem, kao što je opisano u 2.5. (Trebalo napomenuti da u velikom broju slučajeva donosilac odluka nije u stanju da nađe odgovor na pitanja odluke iako je to sa njegovim znanjem logički moguće). Međutim, u nekim slučajevima on traži informacije i kada je u stanju da izvede odgovor. On to čini onda kada novo znanje skraćuje nalaženje odgovora, a potrebno učenje je pogodnije za njega nego deo izvođenja koji se njime zamenjuje.

### 2.7. Sistem za donošenje odluka kao komunikacioni sistem

Izrada modela — opisa — organizacije započeta je u ovom radu polazeći od činjenice da se sva aktivnost organizacije sastoji od donošenja odluka koje vrše njeni članovi. Organizacija je posmatrana kao sistem za donošenje odluka, čiji su objekti donosioci odluka (članovi organizacije).

Objekti su opisani njihovim znanjem i aktivnošću, koja se sastoji od primanja i stvaranja pitanja i nalaženja odgovora na njih. Odnosi između objekata koji proističu iz njihove aktivnosti i koje model treba da opiše sastoje se od postavljanja (odnosno primanja) pitanja i primanja (odnosno davanja) odgovora — od razmene informacija. Drugim rečima, aktivnost u sistemu sastoji se od obrade informacija unutar objekata i komuniciranja između njih.

Da bi sistem funkcionisao efikasno, zahtevi za informacijama moraju da budu ispunjeni brzo i efikasno, tj. pitanja donosilaca odluka moraju da budu dati adekvatni i brzi odgovori. Da bi se ovo postiglo, treba utvrditi zašto, kada i kako se javljaju pitanja (tj. zahtevi za informacijama). Donosilac odluka postavlja okolini pitanja kada:

1. Očekuje da kao odgovor dobije propoziciju koja je odgovor na pitanje postavljeno njemu, tj. primljeni odgovor upotrebi kao sopstvenu odluku.
2. Očekuje da kao odgovor dobije propoziciju koja će skratiti ili olakšati izvođenje odgovora — odluke.
3. Očekuje da kao odgovor dobije propoziciju koja će (uz neke druge, ako je potrebno) da iskoristi za uklanjanje konflikta.

## 3. FORMALNI MODEL

Prethodna razmatranja u kojima je ukratko dat neformalni model — opis — organizacijskog sistema, pružaju osnovu za izradu formalnog modela donosioca odluka, procesa donošenja odluka, razmene informacija, kao i sistema u celini.

### 3.1. Formalni model donosioca odluka

Model donosioca odluka  $D$  je dat kao opis njegovog znanja u koje su uključeni i ciljevi. Na osnovu neformalnog opisa ovog znanja, datog u 2., ono može da se formalno predstavi uređenom četvorkom

$$(1) \quad \langle L, K, G, Q \rangle,$$

gde je

$L$  formalni jezik u kome su dati  $K$ ,  $G$  i  $Q$ ,

$K$  rečenica u  $L$  koja opisuje činjenično znanje donosioca odluka,

$G$  rečenica u  $L$  koja opisuje ciljeve donosioca odluka,

$Q$  skup upitnih rečenica koje opisuju pitanja za koja donosilac odluka traži odgovor.

Model (1) se zasniva na modelu primaoca datom u [8].

Razmotrimo svaku komponentu ovog modela posebno.

### 3.2. Formalni jezik $L$

U formalnom jeziku  $L$ , naznačenom kao prva komponenta formalnog modela (1) donosioca odluka  $D$ , treba opisati ostale tri komponente ovog modela: činjenično znanje  $K$ , ciljeve  $G$  i pitanja  $Q$ , kao i procese kojima se  $D$  menja tokom vremena. Korišćenjem formalnog jezika za izradu modela treba da eliminiše nejasnoće, dvosmislenosti i logičku nesavršenost govornih jezika, kao i da omogući prenošenje modela na kompjuter.

Da bi bio primenjiv za svrhu kojoj je ovde namenjen, jezik  $L$  treba da, pored izvesnih opštih zahteva, ispuni i izvesne posebne, koje postavljaju komponente  $K$ ,  $G$  i  $Q$  modela donosioca odluka. Ovi posebni zahtevi će biti razmotreni za svaku komponentu posebno.

Ma kako precizno bili postavljeni zahtevi koje jezik treba da zadovolji i ma kako brižljivo on bio konstruisan, teško se mogu unapred predvideti posledice pravila postavljenih pri konstruisanju, pa je potrebno da se ispituju za svaki jezik. Ispitivanje posledica koje proističu iz pravila formalnog jezika  $L$  izlazi iz okvira ovog rada i biće predmet posebnih istraživanja.

Mada je definicija pojma »formalno« dobro poznata, oportuno je da se na ovom mestu citira onako, kako je data u [4], jer je tamo data u obliku koji potencira aspekte relevantne za predviđenu namenu jezika  $L$ : »Prema uobičajenom mišljenju, sva logička istraživanja sadrže dva dela: formalno istraživanje koje se odnosi samo na redosled i sintaktičku vrstu lingvističkih izraza, i istraživanje materijalnog karaktera, koji se ne odnose samo na formalnu konstrukciju, već pored i iznad toga, i na pitanja značenja i smisla . . . naše razmatranje opšte sintakse su već pokazala da formalni metod, ako se sprovede u dovoljnoj meri, obuhvata sve logičke probleme, čak i takozvane probleme sadržaja i smisla (utoliko, ukoliko su oni stvarno logički a ne psihološki)«.

U 2.5. je pokazano da formalni metod omogućuje da se opišu i procesi čija je priroda u domenu »sadržaja i smisla«, a koji prouzrokuju u ljudskim donosiocima odluka, psihološke fenomene kao što je konflikt.

Da li izvestan izraz jednog formalnog jezika istinit i da li se izvestan izraz formalnog jezika može izvesti iz nekih drugih datih izraza toga jezika, može se utvrditi posmatrajući samo vrstu elemenata od kojih su posmatrani izrazi sastavljeni i strukturu tih izraza (tj. način na koji su elementi uređeni). Pri ovom nije potrebno da se zna značenje posmatranih izraza, odnosno, njihovih sastavnih delova. U ovom i leži prednost formalnih jezika nad govornim — eliminišu se poteškoće usled nejasnoća i nepreciznosti.

Potpuna formalizacija ne može da se postigne u govornim jezicima; čak ni u veštačkom kakav je Esperanto. Oni su konverzacioni, te su stoga njihova pravila komplikovana, a značenja pojedinih izraza neprecizna. Potpuna formalizacija je moguća samo u simboličnim jezicima, gde su moguće egzaktno formulacije i čvrsti sintaktički dokazi. Tako će formalni jezik  $L$  biti simbolički, što će u velikoj meri pogodovati postavljanju modela na elektronski računar.

Za konstruisanje jednog formalnog jezika treba definisati uslove koje jedan izraz treba da ispuni da bi pripadao određenoj klasi izraza, kao i uslove i načine pod kojima se jedan ili više izraza toga jezika mogu transformisati u drugi izraz istog jezika. Rečeno terminologijom R. Carnap-a [4], treba definisati zakone formacije i transformacije.

Formalni jezik  $L$  ćemo konstruisati polazeći od principa tolerancije koji je R. Carnap postavio u [4], po kome u jezik može (i treba) da se uključi ono i na onaj način, što će najbolje služiti svrsi za koju je jezik namenjen.

Formalni jezik  $L$  će biti konstruisan kao »name language« a ne »coordinate language«, tj. objekti će biti označeni (denoted) imenima, a ne svojim pozicijama u domenu kome pripadaju.

Svaka od komponenti  $K$ ,  $Q$  i  $G$  formalnog modela (1) nameću posebne zahteve u pogledu jezika  $L$ , pa ćemo zahteve za svaku od njih razmotriti posebno. Pri tome ćemo ići postupno, polazeći od uprošćenog modela koji sadrži samo činjenično znanje, kome ćemo kasnije dodati ciljeve i pitanja.

U neformalnom jeziku može logički karakter rečenice (na primer logička validnost ili relacija konsekvence) da zavisi ne samo do njenih sintaktičkih karakteristika, već i od nesintaktičkih činilaca. Na primer, od prethodnog konteksta (ako se u posmatranoj rečenici javljaju zamenice i sl.), ili od prostorno — vremenske lokacije onoga ko kazuje rečenicu.

Da bi se u formalizovanom tekstu postigla nezavisnost logičkog karaktera rečenice od nesintaktičkih činilaca, treba dati designaciju osobe, mesta i vremena. Ovo, na primer, znači eliminaciju zamenica.

### 3.3. Zahtevi koje u pogledu $L$ postavlja $K$

Donosilac odluka živi u veoma složenom svetu. Da se taj svet opiše potrebno bi bilo neuporedivo više nego što um donosioca odluka može da obuhvati. Stoga on u jednom određenom momentu posmatra samo jedan deo propozicije koje opisuju svet koji ga okružuje; neki put su to propozicije kojima je on smišljeno poklonio pažnju, a neki put one koje su privukle njegovu pažnju sticajem okolnosti.

Smišljeno poklanjanje pažnje određenim propozicijama — fokusiranjem pažnje — javlja se kod donošenja odluka onda, kada donosilac odluke razmatra koje su propozicije relevantne za odluku koja se donosi. Primeri fokusiranja pažnje spoljnim uticajima dati su u [6].

Kada se razmatraju načini na koji donosilac odluka pri donošenju jedne određene odluke poklanja pažnju jednim propozicijama, a zanemaruje druge, treba imati na umu da činimo znatnu simplifikaciju posmatrajući samo tu odluku. Stvarni donosilac odluka donosi u istom periodu vremena niz drugih odluka pored one koja se posmatra. Sve one, kao i svi uticaji kojima je donosilac odluka izložen tokom donošenja posmatrane odluke, utiču na to što će donosilac odluka uzeti kao rele-

vantno, a po nekad i prouzrokuje menjanje znanja (činjeničnog ili ciljeva). U daljem izlaganju ćemo posmatrati samo jednu odluku, uzimajući da je sve ostalo došlo do izražaja kroz mehanizam fokusiranja pažnje. Mehanizam izbora relevantnih promenljivih ima isti efekat na celo znanje donosioca odluka — kako na činjenično znanje, tako i na ciljeve.

Ako pođemo od uprošćene postavke da se znanje donosioca odluka sastoji isključivo od činjeničnog znanja, model (1) degeneriše u

$$(2) \quad \langle L, K \rangle.$$

Znanje donosioca odluka, neformalno opisano u 2. može da se predstavi kao aksiomatski sistem. Opšti oblik toga sistema dat je izrazom (2). Ovaj izraz prikazuje opštu strukturu aksiomatskog sistema i on ukazuje kakvim postupkom treba konstruisati takav sistem.

Prvo je potrebno konstruisati odgovarajući formalni jezik  $L$  u kome će  $K$  biti formulirano. Sintaksa jezika  $L$  pruža pravila formacije po kojima se formiraju rečenice u  $L$ . Po ovim pravilima se neformalne propozicije od kojih je sastavljeno znanje donosioca odluka prevode u formalne rečenice jezika  $L$ . Ova sintaksa daje i pravila transformacija rečenica — izvođenja novih rečenica iz onih koje donosilac odluka već drži na umu.

Jezik  $L$  (njegova pravila formacije i transformacije) treba da bude dovoljno bogat, kako bi omogućio da se u njemu opišu činjenično znanje donosioca odluka i njegove transformacije.

Umesto da konstruišemo nov jezik, usvojićemo za opisivanje činjeničnog znanja  $K$  »Jezik II« dat u [4], gde se za ovaj jezik kaže da pruža: »Kompletan sintaktički okvir za nauku«. Ako prihvatimo ovu tvrdnju, možemo smatrati da će »Jezik II« pružiti adekvatan sintaktički okvir za znanje donosioca odluka. U svakom slučaju, tokom daljeg razvoja i usavršavanja modela donosioca odluka može se »Jezik II« prilagođavati potrebama ovog modela.

»Jezik II« je dovoljno poznat, te ga ovde ne treba opisivati. Treba samo skrenuti pažnju na relaciju konsekvence u ovom jeziku, opštiju nego dedukcija, koja se obično javlja u formalnim jezicima.

### 3.4. Konstuisanje aksiomatskog sistema

Činjenično znanje donosioca odluka, koje je opisano kao skup fakata izraženih skupom propozicija u neformalnom modelu, predstavljeno je skupom rečenica formalnog jezika  $L$ . Ovaj skup rečenica može se predstaviti kao aksiomatski sistem.

Za konstrukciju aksiomatskog sistema  $K$  biće primenjena dva od metoda opisanih u [4]. Ovi metodi se razlikuju među sobom po načinima kojima se aksiomi uvode u sistem.

Po prvom metodi, aksiomi koji opisuju znanje  $K$  formulišu se kao dodatne primitivne rečenice »Jezika II«. Takođe se mogu dodati i novi primitivni simboli ako su potrebni da se opiše  $K$ .

Kada se aksiomatski sistem formuliše na ovaj način veza između neformalnog i formalnog modela sistema se uspostavlja u vidu odnosa sintaktičke korelacije, koja može da bude uspostavljena s obzirom na bilo koju vrstu sastavnih elemenata jezika: simbole, izraze, rečenice. Ovaj odnos nije u opštem slučaju jednoznačan, pošto u neformalnom jeziku postoje sinonimi; drugim rečima, za svaki element

neformalnog jezika postoji samo jedan korespodentni elemenat formalnog, dok za svaki elemenat formalnog jezika postoji bar jedan korespodentni elemenat neformalnog (a može ih postojati i više; na primer, sinonimi neformalnog jezika).

Da bi se formalni model  $K$  mogao praktično koristiti, mora se obezbediti reverzibilnost, tj. prelaz iz jednog jezika u drugi mora biti jednoznačan — da jednom elementu jednog jezika korespondira jedan i samo jedan elemenat drugog.

Po pravilu, uvek se, pored ostalih, daju, korelati dodatnih deskriptivnih simbola.

Korelaciona veza između jezika mora da bude uspostavljena u vidu transformanse, tj. da se prilikom transformisanja elemenata iz jednog u drugi, relacija konsekvence iz jednog transformiše u relaciju konsekvence u drugom.

Po drugom metodu, aksiomi koji opisuju znanje  $K$  formulišu se kao premise za derivaciju, odnosno za relaciju konsekvence.

Veza između formalnog i neformalnog jezika uspostavlja se u vidu sintaktičke korelacije, na isti način kao i kod prvog metoda.

### 3.5. $K$ kao aksiomatski sistem

Činjenično znanje donosioca odluka podeljeno je u 2.2. na dva dela:

1. Osnovno znanje, koje se sastoji od propozicija koje on smatra istinitim, ne sumnja u njihovu istinitost i ne proverava je.

2. Ostalo znanje, koje se sastoji od ostalih propozicija.

Aksiomatski sistem  $K$  se formuliše tako, što će propozicije osnovnog znanja biti formalizovane i uključene u aksiomatski sistem po prvom metodu — dakle kao dodatne primitivne rečenice »Jezik II«. Na taj način »Jezik II« postaje  $P$  — jezik: pored logičkih dobija i nelogička pravila transformacije. Propozicije osnovnog znanja su uzete kao primitivne rečenice u »Jeziku II«, jer ne podležu prigovoru i izmenama.

Ostale propozicije činjeničnog znanja se formalizuju i koriste se kao premise za dedukciju (odnosno relaciju konsekvence).

Uključivanjem u osnovu »Jezika II« — postajući njegove dodatne primitivne rečenice — propozicije osnovnog znanja su izdvojene od ostalih i dobile su karakteristiku stalnosti, što je u skladu sa 2.2. Usvojicemo da je osnovno znanje donosioca odluka konzistentno.

Pri izradi aksiomatskog sistema  $K$  nije potrebno uneti u njega sve propozicije znanja donosioca odluka, već treba dati samo one iz kojih se ostale mogu izvesti.

### 3.6. Ciljevi $G$

Uključivanjem ciljeva u znanje donosioca odluka, model (2) se proširuje u

$$(3) \quad \langle L, K, G \rangle,$$

gde  $G$ , shodno oznakama uvedenim u 3.1., označava ciljeve donosioca odluka.

Ovaj deo modela je delikatan za konstruisanje, jer za formalizovanje ciljeva treba da se primeni jedan deo matematičke logike koji je slabo razvijen, a to je modalna logika.

Adekvatnu osnovu za formalizaciju ciljeva pruža prilaz G. H. von Wright-a [15]. Njegova logika preferenci prikazana je ukratko u dodatku I.

U 2. cilj donosioca odluka je neformalno definisan kao željeno stanje sistema. Opisu stanja sistema kakav je tamo neformalno definisan kao formalni model odgovara opisu stanja (state description), definisan u [5]: »Klasa rečenica u (jeziku, prim. V.M.)  $S_1$  koja sadrži svaku atomsku rečenicu,\* bilo tu rečenicu, bilo njenu negaciju, ali ne obe, i nikakve druge rečenice, zove se opis stanja u  $S_1$ , jer on očigledno daje kompletan opis jednog mogućeg stanja sveta jedinki (individuals) s obzirom na sve osobine i odnose izražene predikatima sistema. Tako opisi stanja predstavljaju Lajbnicove moguće svetove ili Vitgenštajnova moguća stanja stvari.« U našem slučaju, opis stanja sveta je konjunkcija atomskih rečenica koje donosilac smatra relevantnim za odluku koja se donosi.

Neka je

$S_a$  relevantno stanje sveta koje donosilac odluka percepira kao dostižno;

$S_1$  relevantno stanje sveta koje predstavlja donosićev nivo aspiracija.

Onda je cilj  $g$  koji donosilac želi da postigne posmatranom odlukom dat izrazom

$$(4) \quad \sim(S_1 PS_a)**$$

### 3.7. Pitanja $Q$

Dodavanjem skupa pitanja  $Q$  modelu (3) dobija se kompletan model donosioca odluka (1), tj.

$$\langle L, K, G, Q \rangle.$$

Za formalizaciju pitanja koja se javljaju u znjaju donosioca odluka usvojicemo Belnap-ovu teoriju pitanja datu u [3], koja je u znatnoj meri zasnovana na teoriji Harrah-a, mada se u nekim aspektima razlikuje od njih (na primer, ne tretira pitanja kao tvrdnje (statements). Belnap-ova teorija je usvojena iz dva razloga:

1. Na osnovu opštih neformalnih razmatranja datih u [3], bilo je moguće da se utvrdi adekvatnost ove teorije za primenu u izradi modela (1).

2. U [3] je razrađena detaljnija klasifikacija pitanja, tako da se lakše može odabrati odgovarajuća vrsta pitanja za formalizovanje znanja.

U uvodu u [3], Belnap podvlači da je to »preliminary report«, Međutim, analizom [3] nije moglo biti utvrđeno ništa što bi govorilo protiv njegove primene.

Belnap posmatra logiku pitanja kao »aparatus dodat formalnom jeziku« i to njegovu logiku pitanja čini veoma pogodnom za ovakvu primenu. On specificira zahteve koje treba da ispuni formalni jezik  $L$  da bi mogla da mu se doda logika pitanja; drugim rečima definiše familiju jezika koji imaju osobine potrebne da se njoj može dodati logika pitanja. Ovi zahtevi su, zajedno sa ostalim delovima Belnap-ove teorije pitanja, ukratko dati u Dodatku II.

\*) „Atomska rečenica je definisana u [5] kao: „Rečenica koja se sastoji od predikata stepena  $r$  za kojim slede  $r$  individualnih konstanti... (na primer: „Ba“, „Abc“).“

\*\*) Relacija  $P$  definisana je u Prilogu I.



### 3.8. Formalni model sistema za donošenje odluka

Proces donošenja odluka počinje tako, što se generiše pitanje odluke (definisano u 2.6.), označimo ga sa  $q$ , ili tako što pitanje koje već postoji dobija prioritet dovoljan za iniciranje odluke (v. 2.4.); u svakom slučaju je

$$(6) \quad q \subset Q.$$

Iz celog skupa  $G$  ciljeva koje donosilac ima, u donošenju posmatrane odluke se javlja samo

$$(7) \quad g \subset G$$

gde je

$g$  cilj koji donosilac odluka želi da postigne tom odlukom.

Za donošenje odluke donosilac koristi samo jedan deo svog znanja.

$$(8) \quad k \subset K$$

gde je

$k$  deo znanja koji donosilac odluka smatra relevantnim za posmatranu odluku.

Posmatrajući izraze (4), (5) i (6) može se zaključiti da u donošenju odluke ne učestvuje »ceo donosilac odluka«  $D$ , opisan izrazom (1), već samo relevantni deo  $d$ , dat izrazom

$$(9) \quad \langle L, k, g, q \rangle.$$

Određivanje ovog, relevantnog, dela jeste najdelikatniji deo procesa donošenja odluke i retko se izvrši odjednom, već može da traje tokom celog procesa odlučivanja.

Ako u toku procesa donošenja odluke donosilac odluka oseti potrebu za dodatnim znanjem — informacijom, on postavlja nekome u svojoj okolini pitanje  $q$ , čiji odgovor treba da pruži potrebnu informaciju. Postavljanje pitanja i primanje odgovora na njih (odnosno primanje pitanja i davanje odgovora) predstavljaju vezu koja postoji između donosilaca odluka. Njihova međusobna zavisnost proističe iz potrebe za informacijama koje oni jedan od drugog dobijaju putem pitanja i odgovora. Postavljanje pitanja i primanje odgovora na njega, što predstavlja komunikacioni događaj  $C$  prema terminologiji iz [8], formalno se može opisati uređenom trojkom

$$(10) \quad \langle d, q, a \rangle,$$

gde je

$q$  pitanje koje donosilac odluka  $d$  postavlja

$a$  poruka — odgovor koji  $d$  prima na postavljeno pitanje  $q$ .

Primalac procenjuje primljenu poruku  $a$  u svetlu znanja  $k$  i procenjuje njenu vrednost na osnovu toga koliko mu ona pomaže u donošenju odluke.

Formalni model strukture celog komunikacionog sistema jeste skup

$$(11) \quad \{D_i\}$$

formalnih modela donosilaca odluka, a funkcionisanje sistema u toku određenog vremena opisana je skupom

$$(12) \quad \{A_i\}$$

opisa stvaranja pitanja i izvođenja odgovora koja su izvršena u toku perioda, i skupom opisa komunikacionis događaja

$$(13) \quad \{C_i\}$$

koji se dešavaju u toku tog perioda.

Skup  $\{D_i\}$  koji opisuje određenu organizaciju, opisuje je onakvu kakva ona izgleda u određenom momentu, što znači da on predstavlja opis stanja sistema u tom momentu. Skupovi  $\{A_i\}$  i  $\{C_i\}$  uzeti zajedno za jedan sistem i za jedan određeni period vremena, opisuju kako se sistem, tj. njegovo stanje, menja u toku tog perioda.

Ova tri skupa zajedno predstavljaju opšti formalni model sistema, na osnovu koga mogu da se konstruišu pojedinačni modeli za konkretne organizacije.

### 3.9. Modalni deo procesa donošenja odluke

Odluka je inicirana kada su ispunjeni uslovi iz 2.4. Pitanje kojim se inicira odluka je po Belnap-ovoj klasifikaciji (v. Prilog II), »da li« pitanje sa jednom alternativom, kojim se pita da li su aspiracije donosioca odluke zadovoljenje. U Belnap-ovoj notaciji, a na osnovu izraza (4), ono će glasati

$$(14) \quad [(S_1 P S), \sim(S_1 P S_e)]?^n,$$

gde je

$S_e$  postojeće (relevantno) stanje sveta kako ga percipira donosilac odluka.

Na srpskohrvatskom pitanje (14) glasi: »Da li je stanje  $S_1$  preferirano stanju  $S_e$ ?«. Kao mogući direktni odgovori prezentirane su dve alternative: »Stanje  $S_1$  nije preferirano stanju  $S_e$ « i »Stanje  $S_1$  jeste preferirano stanju  $S_e$ «.

Ako odgovor glasi

$$(15) \quad S_1 P S_e,$$

odluka je inicirana, pod uslovom da ima dovoljan stepen prioriteta (v. 2.4.).

Pitanje (14) ima modalni karakter, što nije slučaj sa pitanjima koja Belnap razmatra. Ovo proširenje Belnap-ove logike pitanja na modalni slučaj je korektno, jer su alternative i zahtevi (v. Prilog II) prezentirani korektno, i jasno je definisano šta predstavlja direktan odgovor. Istinit odgovor može da se nađe kada se nađe istinitost (truth value) za prezentirane alternative  $\sim(S_1 P S_e)$  i  $(S_1 P S_e)$ . Kao istinit odgovor uzima se istinita alternativa.

Kada je odluka inicirana, donosilac odluka formira cilj na taj način, što iz percipiranog relevantnog stanja odabira komponente (atomske rečenice) koje želi da uključi u cilj za odluku koju će doneti. Tako dobija skup  $S_a$  predikata  $G_j$  koji čine »okvir« cilja. Oni pokazuju šta je od interesa za donosioca odluka. Za svaki predikat  $G_j$  postoji skup  $A_j$  konstanti koje sa  $G_j$  daju atomske rečenice.

Ako donosilac odluka želi da postigne optimum, njegov cilj je da postigne stanje  $S_o$  za koje je zadovoljen uslov

$$(16) \quad \forall S_a [\sim(S_a P S_o)],$$

gdje

$S_a$  označava stanja koja donosilac odluka percipira kao dostižna.

Ako donosilac odluka želi da postigne dovoljno dobro stanje, tj. stanje koje nije ispod njegovog nivoa aspiracija, njegov cilj je da postigne neko stanje  $S_z$  koje zadovoljava uslov

$$(17) \quad \sim(S_1 P S_z),$$

gde je

$S_1$  stanje koje predstavlja nivo aspiracija.

Skup  $s$  zadovoljavajućih stanja čine stanja  $S_{zi}$  koja zadovoljavaju uslov (17). Formulisanje cilja je završeno kada je dat kriterijum kojim se određuje da li je neko stanje  $S_z$  zadovoljavajuće, tj. da li je

$$(18) \quad S_z \subset s$$

Neka je, na primer, donosilac odluka čovek koji nije zadovoljan na poslu i koji je utvrdio da je njegovo stanje u službi ispod njegovog nivoa aspiracija, tj. da je za njega

$$S_1 P S_e.$$

Razmatrajući predikate koji sačinjavaju opise stanja  $S_1$  i  $S_e$ , donosilac odluka dolazi do zaključka da je vrsta radnog mesta od presudnog značaja za njega; radi jednostavnijeg izlaganja usvojimo da je to jedino što ga interesuje. Neka je zauzimanje radnog mesta od njegove strane označeno predikatom  $W$ , i neka su radna mesta označena konstantama  $a, b, c, \dots$ . Tada atomska rečenica

$$(19) \quad W a$$

kazuje da se on nalazi na radnom mestu  $a$ . Njegove aspiracije date su opisom željenog stanja. U ovom slučaju, to je atomska rečenica; označimo je sa

$$(20) \quad W I$$

Zadovoljavajuće je svako radno mesto  $i$  za koje je ispunjen uslov

$$(21) \quad \sim(W I P W i).$$

Pretpostavimo da donosilac odluka želi rukovodeće radno mesto koje nije niže od šefa odeljenja. Onda  $I$  označava to mesto. Radno mesto istog ili višeg nivoa čini skup  $z$  zadovoljavajućih mesta. Stanje  $W a$  je zadovoljavajuće ako je

$$(22) \quad a \subset z$$

Drugim rečima,

$$(23) \quad (a \subset z) \rightarrow \sim(W I P W a).$$

Tako je opšti kriterijum (18) konkretizovan za ovaj primer izrazom (23).

### 3.10. Nemođalni deo procesa donošenja odluke

Formulisanjem cilja generiše se pitanje odluke: »Kako postići zadovoljavajuće (odnosno, optimalno) stanje?« Ovdje će biti razmatran samo slučaj kada postoji spisak alternativa koje stoje na raspolaganju za postizanje cilja.

Neka takvih alternativa bude  $n$ . Onda pitanje odluke glasi:

1.— Za slučaj traženja optimuma: »Koja je od alternativa  $A_1, \dots, A_n$  optimalna?«. Pošto u nekim slučajevima više alternativa daju optimum, po Belnapovoj klasifikaciji (v. Prilog II), pitanje odluke je neekskluzivno »da li« pitanje. U formalnom obliku, ono glasi

$$(24) \quad (A_1, \dots, A_n)?^n.$$

2.— Za slučaj traženja zadovoljavajućeg stanja: »Koja je od alternativa  $A_1, \dots, A_n$  zadovoljavajuća?«. Ovo je, očigledno neekskluzivno »da li« pitanje. U formalnom obliku ono glasi, kao i prethodno,

$$(25) \quad (A_1, \dots, A_n)?^n.$$

Razlika između pitanja (24) i (25) leži u kriterijumima za nalaženje istinitog odgovora.

Za nalaženje odgovora na pitanje odluke postoje vrlo razvijene matematičke (i druge) metode, na primer, metode operacionih istraživanja.

Ako spisak raspoloživih alternativa ne postoji, pitanje odluke je neekskluzivno »koji« pitanje.

### 3.11. Konflikt

#### a) Neprihvatljivost

Ni jedan od direktnih odgovora  $A_1, \dots, A_n$  na pitanje odluke nije istinit, tj. ni jedno od stanja  $S_1, \dots, S_i, \dots, S_n$  koja ovi odgovori daju kao ishod na zadovoljava uslov (17), tj. za sva ova stanja je

$$(25) \quad S_i P S_i$$

Konflikt se uklanja izvođenjem nove alternative na način opisan u 2.5.

#### b) Indiferentnost

Pitanje odluke ima istinite odgovore, ali istiniti odgovori daju ishode koji imaju istu vrednost za donosioca odluka. Ako označimo ove ishode (usvojimo da ih ima dva) sa  $S_j$  i  $S_k$ , onda je ovaj slučaj opisan izrazom

$$(26) \quad S_j E S_k$$

Konflikt se uklanja uvođenjem nekog novog predikata, označimo ga sa  $R$  u opise stanja  $S_j$  i  $S_k$ . Ako alternativa  $A_j$  i  $A_k$  uvrstavaju u predikat  $R$  različite konstante  $j$  i  $k$ , takve da je ili

$$(27) \quad R_j P R_k,$$

ili

$$(28) \quad R_k P R_j,$$

konflikt je uklonjen

Ako je

$$(29) \quad R_k E R_j,$$

onda se pokušava sa novim predikatom  $T$ , itd., sve dok se konflikt ne ukloni.

## c) Neizvesnost

Znanje donosioca odluka je nekompletno za donošenje odluke. Konflikt se uklanja na način koji je opisan u 2.5.

## d) Razlike u percepciji stvarnosti

Relevantna znanja  $k_i$  učesnika  $d_i$ , neka ih bude  $n$ , u grupnom donošenju odluke su nekozistentna, dakle izraz

$$(30) \quad k_1 \wedge \dots \wedge k_n$$

je nekonzistentan. Konflikt se uklanja razmenom informacija između članova grupe i pribavljanjem novih informacija — učenjem, čime se relevantna znanja usklađuju. Znanja se menjaju na način opisan u 2.2.

## e) Razlika u ciljevima

Relevantni ciljevi  $g_i$  učesnika  $d_i$  u grupnom donošenju odluke su nekonzistentni, tj. izraz

$$(31) \quad g_i \wedge \dots \wedge g_n$$

je nekonzistentan.

Analitičko uklanjanje konflikta je analogno uklanjanju konflikta kod razlike u percepciji stvarnosti.

Pogađanje je razmena informacija u kojoj učesnik  $d_k$  pokušava da izmeni relevantni cilj  $g_i$  donosioca odluka  $d_i$ , ubeđujući ga da je  $g_i$  nekonzistentan sa njegovim osnovnim ciljevima  $G_{i0}$ , i da treba da zameni  $g_i$  nekim drugim  $g_{i0}$  koji je konzistentan sa  $G_{i0}$  (a naravno i sa  $g_k$ ). Drugim rečima, u situaciji u kojoj je izraz.

$$(32) \quad g_i \wedge g_k$$

nekonzistentan,  $d_k$  pokušava da ubedi  $d_i$  da je

$$(33) \quad G_{i0} \wedge g_i$$

nekonzistentan, i da  $g_i$  treba zameniti nekim  $g_{i0}$ , jer je

$$(34) \quad G_{i0} \wedge g_{i0}$$

konzistentno, čime postiže ono što želi, a to je postizanje sopstvenog cilja  $g_k$  grupnom odlukom, što je omogućeno konzistentnošću izraza

$$g_k \wedge g_{i0}.$$

Na isti način u pogađanju učestvuju i ostali partneri.

## 3.12. Simuliranje donošenja odluka

Simulacioni modeli koji se primenjuju u organizacijskim naukama, operacionim istraživanjima i dr. simuliraju ponašanje objekta na koji se odluka odnosi.

Opisavši formalno donosioca odluka i njegovu aktivnost u organizaciji, stvorili smo osnovu za izradu simulacionog modela koji neće simulirati ponašanje objekta na koje se odluka odnosi, već ponašanje subjekta koji donosi odluke.

Izrada simulacionog modela je ogroman posao koji izlazi izvan okvira ovog rada.

Međutim, treba napomenuti neke činjenice koje govore da je izrada takvog modela moguća.

Ključni problem u simuliranju donošenja odluke jeste izvođenje odgovora na pitanje odluke. U nekim institucijama u SAD već postoje programi za formalnu logičku dedukciju odgovora na pitanja. U spisku literature navedena su dva rada ove vrste — [7] i [10].

U Prilogu III je kao ilustracija dat autput računara koji je odgovarao na pitanje programom opisanim u [7].

Pre postavljanja pitanja, memoriji su dodate rečenice (1) — (4), koje je program uključio u svoje aksiome.

Zatim mu je postavljeno pitanje (5) koje bi u govornom jeziku glasilo: »Da li je MILO u Kaliforniji?«

Računar je odgovorio: »Da«, a zatim dao sumar dedukcije kojom je došao do odgovora. Posle sumara dao je rekapitulaciju rada programa na izvršenoj dedukciji. Ova rekapitulacija se daje radi poređenja raznih algoritama.

Na isti način su dobijeni odgovori, sumari i rekapitulacije za pitanje (6): »Da li je MILO u U.S.A?« i pitanje (7): »Da li postoji takvo  $x$ , da je MILO u  $x$  i da je  $x$  deo U.S.A?«

Odgovor na pitanje (6) je bio: »Da«, a na pitanje (7): »Da, kada je  $x =$  Kalifornija«.

Na pitanje (8): »Da li nije MILO u Kaliforniji?«, program nije mogao da odgovori.

Navedene činjenice ukazuju da je opravdano i potrebno raditi paralelno na usavršavanju formalnog modela i razvijanju simulacionog.

## PRILOG I

### LOGIKA PREFERENCI G. H. von WRIGHT-a (prema [15])

#### Preferenca P

Svoju logiku preferenci von Wright zasniva na pet osnovnih principa koji bi mogli da se smatraju aksiomima. Međutim, on ne daje svoj sistem u aksiomatskom obliku, već kao tehniku za odlučivanje da li neki izraz o preferenci predstavlja propoziciju koja je logički istinita. Preference koje razmatra jesu preference između »stanja stvari« (»states of affairs«).

Stanja koja se razmatraju jesu »generička« (»generic«) — »koja mogu da se jave ili da se ne jave u bilo kojoj prilici i da se jave u više nego jednoj prilici«.

Opis stanja dat je formalno konjukcijom svih (propozicionalnih) promenljivih koje su predmet razmatranja (Universe of Discourse).

Preference su uvek vezan za subjekat, (tj. za nekog koji preferira jedno stanje drugom), i za vreme kada ta preferenca postoji. Subjektat može da menja svoje preference u toku vremena.

Simbol za relaciju preference jeste  $P$ . »Atomski«  $P$ -izraz jeste izraz koji sadrži slovo  $P$  i promenljive ili izraze sa svake strane ovog slova, na primer

$$(1) \quad p P q,$$

ili

$$(2) \quad (p \wedge q) P \sim r.$$

U materijalnoj interpretaciji (1) bi značilo:

$p$  je preferirano  $q$  (tj. subjekt čija je to preferenca više voli  $p$  nego  $q$ ). Slično i za (2).

Izraze koji izražavaju preference nazivaćemo  $P$  — izrazima.

Atomski  $P$ —izrazi mogu da budu kombinovani u molekularne pomoću logičkih konektiva, na primer

$$(3) \quad (p P q) \rightarrow (p \wedge r) P q$$

Pet osnovnih principa na kojima von Wright zasniva svoju logiku preferenci, »reflektuju« se u sledećih pet formula te logike:

$$(4) \quad (p P q) \rightarrow \sim (q P p)$$

$$(5) \quad (p P q) \wedge (q P r) \rightarrow (p P r)$$

- (6)  $(p P q) \leftrightarrow (p \wedge \sim q) P (\sim p \wedge q)$   
 $(p V q) P (r V s) \leftrightarrow [(p \wedge \sim r \wedge \sim s) P (\sim p \wedge \sim q \wedge r)$   
 (7)  $\wedge (p \wedge \sim r \wedge \sim s) P (\sim p \wedge \sim q \wedge s)$   
 $\wedge (q \wedge \sim r \wedge \sim s) P (\sim p \wedge \sim q \wedge r)$   
 $\wedge (q \wedge \sim r \wedge \sim s) P (\sim p \wedge \sim q \wedge \sim s)]$   
 (8)  $(p P q) \leftrightarrow [(p \wedge r) P (q \wedge r) \wedge (p \wedge \sim r) P (q \wedge \sim r)]$

Obrasci (4) — (8) su tautologije, nazovimo ih »P — tautologijama«.

U [15] se usvaja da  $P$  — izrazi mogu da se transformišu po logičkim pravilima transformacije logike propozicija, pod uslovom da se ovim transformacijama ne uvode nove promenljive. Zatim se uvode tri pravila transformacije: »konjunkcija«, »distribucija« i »amplifikacija« kojima se svaki  $P$  — izraz može transformisati tako, da svaki njegov atomski konstituent sadrži sve promenljive, tj. da se sa svake strane simbola »P« nalazi opis stanja.

#### Indiferentnost I

Stanje  $p$  je indiferentno samo za sebe ako zadovoljava formalnu definiciju

$$(9) \quad \sim(p P \sim p) \wedge \sim(\sim p P p)$$

Stanja  $p$  i  $q$  su indiferentna međusobno ako je zadovoljena formalna definicija

$$(10) \quad \sim(p P q) \wedge (\sim q P p)$$

Ako uvedemo I kao simbol indiferentnosti stanja, onda za stanje  $p$  koje zadovoljava definiciju (9) možemo da pišemo

$$(11) \quad p I p,$$

a za stanja  $p$  i  $q$  koja zadovoljavaju definiciju (10) možemo da pišemo

$$(12) \quad p I q$$

Valja napomenuti da ako su dva stanja,  $p$  i  $q$ , indiferentna sama za sebe, ne moraju uvek da budu indiferentna međusobno, tj.

$$(13) \quad (p I \sim p) \wedge (q I \sim q) \rightarrow (p I q)$$

nije tautologija.

Kaže se da dva stanja imaju istu vrednost u odnosu na treće kada su ili oba preferirana trećem, ili je treće preferirano njima, ili su sva tri indiferentna međusobno.

Nije tautologija ni izraz

$$(14) \quad (p I q) \wedge (p P r) \rightarrow (q P r)$$

odnosno, neformalno rečeno, indiferentnost dva stanja ne znači da ona imaju istu vrednost u odnosu neko treće stanje. Indiferentnost je nazvana slabom indiferentnošću, jer I-ndiferentnost dva stanja ne povlači sobom i ekvivalentnost njihovih vrednosti. Stoga se uvodi relacija »jaka indiferentnost«, za koju je usvojena oznaka »E«.



Razlog za uvođenje dve vrste indiferentnosti jeste holistička (holistic) priroda relacije  $P$ . Izraz  $(p P q)$  znači da je stanje  $(p \wedge \sim q)$  preferentno stanju  $(\sim p \wedge q)$  pod svim okolnostima. »Pod svim okolnostima« znači: pri svim konjukcijama stanja ili njihovih negacija, različitih od  $p$  i  $q$ . Neka je, na primer, totalno stanje opisano trima promenljivima  $p$ ,  $q$  i  $r$ . »Pod svim okolnostima« znači da je uvek

$$(15) \quad (p \wedge \sim q \wedge r) P (\sim p \wedge q \wedge r)$$

i

$$(16) \quad (p \wedge \sim q \wedge \sim r) P (\sim p \wedge q \wedge \sim r)$$

Međutim, ne mora biti uvek da je

$$(17) \quad (p \wedge \sim q \wedge r) P (\sim p \wedge q \wedge \sim r)$$

niti

$$(18) \quad (p \wedge \sim q \wedge \sim r) P (\sim p \wedge q \wedge r).$$

Iz ovoga sledi da pod izvesnim okolnostima, na primer, pod onim koje su opisane izrazima (17) i (18), izraz (10), tj.  $(p I q)$  daje mogućnost da

$$(19) \quad \sim [(p \wedge \sim q) P (\sim p \wedge q)],$$

a da pod nekim okolnostima

$$(20) \quad \sim [(\sim p \wedge q) P (p \wedge \sim q)].$$

Treba napomenuti da okolnosti pod kojima može da se desi (19) i okolnosti pod kojima može da se desi (20) ne moraju da budu iste.

### Ekvivalentnost vrednosti E

Da je stanje  $p$  ekvivalentno po vrednosti stanju  $q$  znači da ni po kakvim okolnostima nije

$$(21) \quad (p \wedge \sim q) P (\sim p \wedge q)$$

ili obratno. U tom slučaju pišemo

$$(23) \quad p E q$$

gde je »E« simbol ekvivalentne vrednosti (odnosno »jako indiferentnosti«).

Ako je

$$(24) \quad p E \sim p$$

onda stanje  $p$  ima nultu vrednost.

Za relaciju  $E$  važe principi — »E tautologije« — koji odgovaraju »P-tautologijama«, koje su date obrazcima (4) do (8). E-tautologije neće biti navođene ovde, jer se mogu dobiti iz P-tautologija kada se »P« zameni sa »E«.

### P E — izrazi

Mogu se formirati kombinovani molekularni izrazi u kojima se javljaju i atomski P-izrazi i atomski E-izrazi. Ovi izrazi su nazvani »PE-izrazi«.

Za ove izraze logike preferenci može da se pomoću tablica istinitosti (truth tables) utvrdi da li je dati izraz tautologija. Kada se radi o *PE*-izrazima, javljaju se tri ograničenja:

1. Konstituenti oblika

$$(25) \quad (W_1 P W_2) \text{ i } (W_2 P W_1)$$

ne mogu oba imati vrednost »istina« za određenu distribuciju vrednosti istinitosti (truth-values).

2. Ako prvih  $n-1$  konstituenata niza konstituenata oblika

$$(26) \quad W_1 P W_2, W_2 P W_3 \dots W_{n-1} P W_n, W_1 P W_n$$

imaju vrednost »istina«, onda i  $n$ -ti konstituent mora da ima vrednost »istina«.

3. Ako konstituent oblika

$$(27) \quad W_1 E W_2$$

ima vrednost »istina«, onda svaka dva *PE* — konstituenta koja sadrže » $W_1$ « ili » $W_2$ « ili oba, i koji su takvi da jedan može da se dobije iz drugog kada se  $W_1$  zameni sa  $W_2$ , ili  $W_2$  sa  $W_1$ , ili se oba uzajamno zamene, moraju da imaju istu vrednost istinitosti.

## P R I L O G II

### BELNAP-OVA LOGIKA PITANJA

(prema [3])

Uzroci zbog kojih čovek postavlja pitanje mogu da budu razni: od neodređenih pitanja koja postavlja kada oseća neku nejasnu nelagodnost, pa sve do određenih pitanja koja postavlja kada mu je potrebna neka određena informacija. Ova poslednja i jesu predmet Belnap-ove teorije. Ranije teorije su usvajale da pitanje označava stanje nedoumice; Belnap usvaja Harrah-ovo tvrđenje da postavljanje pitanja takođe izražava stanje informacija. Mada postaviti pitanje ne znači isto što i izreći tvrdnju, ipak pitanje delimično izražava tvrdnju.

Belnap, međutim, koncentriše svoju pažnju na odnos pitanje — odgovor u smislu: »Šta se smatra odgovorom?«.

Svako pitanje je kompletno opisano kad se:

1. Opišu alternative koje ono prezentira.

Na primer, pitanje: »Koja je od planeta najudaljenija od Sunca?« prezentira alternative:

— »Zemlja je planeta koja je najudaljenija od Sunca«,

— »Mars je planeta koja je najudaljenija od Sunca«,

— iste propozicije izražene za sve ostale planete.

2. Opišu zahtevi koje pitanje postavlja odgovaraocu u pogledu prezentiranih alternativa i to:

— zahtev selekcije i

— zahtev tvrdnje o kompletnosti.

Kada se radi o odgovorima, data je sledeća klasifikacija:

1. **Odazov** (»reply«) — svaki zvuk (»noise«) koji usledi u odgovor na postavljeno pitanje.

Neki odazovi mogu imati neku pragmatičku (psihološku, sociološku) vezu sa pitanjem.

2. **Direktni odgovor** je odgovor one vrste koju pitač želi. Direktan odgovor kompletno, i samo kompletno (bez ičeg izlišnog) odgovara na postavljeno pitanje, i njega pitač prihvata kao odgovor koji »konačno rešava njegov problem«, tj. daje željenu informaciju (i ništa sem nje).

Valja podvući da ova klasifikacija nije uopšte vezana za istinitost; direktan odgovor ne mora biti istinit. Svaki od gore nabrojanih odgovora na pitanje: »Koja od planeta je najudaljenija od Sunca?« predstavlja direktan odgovor (mada je, očigledno, samo jedan od njih istinit).

**Zahtev selekcije.** Direktan odgovor odgovara na pitanje izabirajući jedan podskup iz skupa alternativa koje je pitanje prezentiralo, tvrdeći (tačno ili pogrešno) da su izabrane alternative istinite. Na ovaj način su, pored »prezentiranih«, definisane i »izabrane« alternative. Zahtev selekcije ima ulogu da specificira koliko alternativa iz skupa prezentiranih treba da bude u potskupu koji izabere direktan odgovor.

Zahtev selekcije može da bude:

1. »Zahtev jedne alternative« — iz skupa prezentiranih alternativa treba da se odabere samo jedna.
2. »Neograničavajući zahtev« — ne postavlja se nikakvo ograničenje u pogledu veličine izabranog potskupa alternativa.
3. »Skoro neograničavajući zahtev« kao jedino ograničenje da direktnim odgovorom ne može biti izabran prazan skup alternativa.
4. Zahtevi koji traže da direktan odgovor izabere skup od određenog broja alternativa, na primer, pet.

**Zahtev tvrdnje o kompletnosti.** Analizirajući kako direktan odgovor odgovara na pitanje, dolazimo do zaključka da on prvo izabira jedan podskup iz skupa prezentiranih alternativa i tvrdi da su te alternative istinite. Međutim, može da se postavi pitanje: »Ima li istinitih alternativa osim izabranih?«. Da bi se eliminisala neizvesnost u pogledu ovoga, odgovor sadrži tvrdnju o kompletnosti, koja se definiše na sledeći način: »Tvrdnja o kompletnosti koju čini neki odgovor jeste tvrdnja o tome koliko od istinitih prezentiranih alternativa se nalazi među izabranim alternativama«.

Da bi odgovor bio direktan odgovor, treba da se njegova tvrdnja o tome koliko se od istinitih prezentiranih alternativa nalazi među izabranim slaže sa zahtevom koji pitanje postavlja u tom pogledu.

Maksimalni zahtev tvrdnje o kompletnosti jeste: »Sve istinite prezentirane alternative su uključene u izabrane alternative«.

Minimalni zahtev tvrdnje o kompletnosti predstavlja u stvari odsustvo svake tvrdnje o kompletnosti, a može se definisati i kao: »Neke ili nijedna od prezentiranih istinitih alternativa su uključene u izabrane alternative«.

### **Klasifikacija pitanja**

Belnap daje dve vrste klasifikacija pitanja:

1. Prema načinu na koji prezentiraju alternative.
2. Prema zahtevima koje postavljaju.

Klasifikacija prema načinu prezentiranja alternativa deli sva pitanja u dve vrste:

1. **«Da li — pitanja»** («Whether questions») prezentiraju kao alternative konačan skup tvrdnji, koje se eksplicitno sadrže u pitanju; na primer, pitanje: »Da li je ova mašina ispravna?« prezentira dve alternative kao moguće direktne odgovore:

- »Ova mašina je ispravna«, i
- »Ova mašina nije ispravna«.

2. **«Koji — pitanja»** («Which questions») prezentiraju alternative pozivajući se na dve stvari:

- a. neki uslov, i
- b. odgovarajući skup imena ili izraza kojima se u uslovu zamenjuju slobodne promenljive.

Naravno, u govornim jezicima alternative mogu da budu delimično prezentirane kod obe vrste.

Klasifikacija pitanja prema zahtevima koje postavljaju definiše tri vrste:

1. **«Pitanja jedine alternative»**. Ova pitanja postavljaju zahtev jedne alternative u pogledu izbora (tj. zahtevaju da se izabere jedna i samo jedna alternativa). U pogledu tvrdnje o kompletnosti, ova pitanja tvrde da je izabrana alternativa jedina istinita i da među prezentiranim alternativama nema istinitih osim nje. Ovoj vrsti pitanja često pripada pitanje odluke kada se traži optimalna odluka (u nekim slučajevima može biti više kurseva akcije koji daju optimalni rezultat; u tom slučaju pitanje odluke pripada »pitanjima kompletnog spiska«).

2. **«Pitanje kompletnog spiska»** stavljaju skoro neograničavajući zahtev selekcije i maksimalni zahtev tvrdnje o kompletnosti.

3. **«Neekskluzivna pitanja»** stavljaju zahtev selekcije jedne alternative i minimalni zahtev tvrdnje o kompletnosti. Odgovor na ovo pitanje je dat kada se izabere jedna alternativa, mada može biti i više istinitih. Ovoj vrsti pitanja pripada pitanje odluke kada se traži zadovoljavajuća odluka.

Kada se ova klasifikacija uporedi sa Harrah-ovom, vidi se da je on formalizovao

- da li — pitanja jedne alternative i
- koji — pitanja kompletnog spiska (»da li — pitanja« su »disjunktivna pitanja« prema Harrah-ovoj terminologiji).

### **Formalizacija pitanja (po Belnap-u)**

Razmotrićemo samo formalizaciju pitanja jedne alternative i neekskluzivnih pitanja, pošto oni odgovaraju pitanjima odluka — optimalnim odnosno zadovoljavajućim, respektivno. Pošto pitanja kompletnog spiska neće biti primenjena za izradu modela donošenja odluka, formalizacija ovih pitanja neće biti razmatrana.

Pitanje je potpuno određeno kada su date alternative koje ono prezentira i zahtevi koje postavlja. Shodno tome, simbolički formalizovano pitanje će se sastojati od dva dela: jednog koji prezentira alternative i drugog koji pokazuje zahteve.

Za formalizovanje pitanja, formalizovani jezik mora da ima sledeće simbole:

Zarez	,
Tačka i zarez	;
Zagrada	( )
Znaci pitanja sa indeksom	$?^u, ?^c, ?^n$ .

Zarez, tačka i zarez, i zagrade se koriste pri prikazivanju prezentiranih alternativa za konstruisanje prezentora alternativa, a znaci pitanja sa indeksom se koriste za označavanje zahteva — za konstruisanje indikatora zahteva.

### Prezentor alternativa

Kada se radi o pitanjima tipa »da li«, prezentiranje alternativa je jednostavno — treba dati spisak izraza koji dolaze u obzir (slično Harrah-ovim disjunktivnim pitanjima).

Izraz  $\langle A_1, A_2, \dots, A_n \rangle$  je prezentor alternativa i može se reći da prezentira alternative  $A_1, A_2, \dots, A_n$  (ili skup alternativa  $A_1, A_2, \dots, A_n$ ) pod uslovom da su  $A_1, A_2, \dots, A_n$  tvrdnje-statements (dobro formirane formule bez slobodnih promenljivih). (Kada se radi o pitanju odluke, umesto »dobro formirana formula« (well formed formula) treba u gornju definiciju staviti »rečenica«, prim. V. M.).

Kod pitanja tipa »koji« alternativa se prezentiraju »uslovima« i spiskom imena kojima se mogu zameniti slobodne promenljive u uslovu.

Kao »uslov« Belnap usvaja »kategorijski predikat« (category predicate), koji je definisan kao »bilo koji sa efektivno specificiranog spiska dobro formiranih formula sa jednom promenljivom. Koristićemo »C« kao definisano na (ranging over) kategorijskim predikatima«.

Za svaki predikat  $C$  definisan je skup imena  $A$  koja se mogu zameniti namesto slobodne promenljive  $A$ . Imena  $A$  nazivaju se »C-imena«.

$\langle C_1 x_1, C_2 x_2, \dots, C_n x_n; A x_1 x_2 \dots x_n \rangle$  je prezentor alternativa i može se reći da prezentira alternative (ili skup alternativa) koje imaju oblik  $A a_1 a_2 \dots a_n$  (rezultat zamene  $x_i$  sa  $a_i$ , za svako  $i$ ), gde, za svako  $i$ ,  $a_i$  jeste  $C$ -ime. Usvojimo da je  $A x_1 x_2 \dots x_n$  dobro formirana formula koja sadrži tačno  $n$  slobodnih promenljivih  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Dalje, reći ćemo da je  $A x_1 x_2 \dots x_n$  uslov koji je referenca za prezentiranje alternativa, a da je skup  $C_i$ -imena skup zamene za promenljivu  $x_i$ .

### Indikator zahteva

Zahtevi se u formalnom obliku predstavljaju znakom pitanja sa indeksom, koji označava vrstu zahteva. Tako,

$?^u$  označava zahtev jedne alternative

$?^c$  označava zahtev kompletne liste

$?^n$  označava neekskluzivan zahtev.

**Formalizovanje pitanja**

Kombinovanjem odgovarajućih formalizovanih preneztora alternativa i indikatora zahteva mogu se formalizovati sve vrste pitanja. Navešćemo samo ona koja su od interesa za ovaj rad.

**Bitanje »da li« jedna alternativa**

Alternative su prezentirane skopom tvrdnji, iz kojih treba izabrati jednu, i tvrdi se da je jedino ona istinita među prezentiranim.

Pitanje odluke obično ima ovaj oblik kada postoji spisak raspoloživih kurseva akcije, a traže se optimum.

Opšti formalni oblik ovakvog pitanja je:

$$(1) \quad (A_1, A_2, \dots, A_n) ?^u$$

gde su

$A_i$  prezentirane alternative;

(u slučaju pitanja odluke ovo su rečenice koje prezentiraju raspoložive kurseve akcije, prim. V.M.).

**Pitanje »koji« jedna alternativa**

Alternative su prezentirane uslovom i kategorijskim predikatima; uz jedan uslov ide onoliko kategorijskih predikata koliko ima slobodnih promenljivih: za svaku po jedan. Uz svaku promenljivu ide skup zamene. Treba izabrati jednu alternativu, koja je jedina istinita među prezentiranim.

Pitanje odluke obično ima ovaj oblik kada ne postoji spisak raspoloživih alternativa, a traži se optimum.

Opšti formalni oblik ovakvog pitanja je

$$(2) \quad (C_1x_1, C_2x_2, \dots, C_nx_n; Ax_1x_2 \dots X_n) ?^u$$

gde su

$C_i$  kategorijski predikati,

$Ax_1x_2 \dots X_n$  uslov sa slobodnim promenljivim  $x_1, x_2 \dots x_n$ .

**Neekskluzivna pitanja »da li«**

Alternative su prezentirane skupom tvrdnji od kojih treba izabrati jednu istinitu, bez obzira koliko istinitih ima u prezentiranom skupu.

Pitanje odluke obično ima ovaj oblik kada postoji spisak raspoloživih kurseva akcije, a traže se zadovoljavajuća odluka.

Opšti formalni oblik ovakvog pitanja je

$$(3) \quad (A_1, A_2, \dots, A_n) ?^n$$

gde

$A_i$  imaju isto značenje kao u (1)

**Neekskluzivno pitanje »koji«**

Alternative su prezentirane na isti način kao i kod pitanja koji, jedna alternativa. Razlika je samo u zahtevu: ovde se zahteva da se izabere jedna istinita alternativa, bez obzira koliko istinitih ima među prezentiranim.

Pitanje odluke obično ima ovaj oblik kada ne postoji spisak raspoloživih alternativa, a traži se zadovoljavajuća odluka.

Opšti formalni oblik ovakvog pitanja je

$$(4) \quad (C_1x_1, C_2x_2, \dots, C_nx_n; Ax_1x_2 \dots x_n)?^n$$

gde

$C_i x_i$  i  $A$  imaju isto značenje kao u (2).



PRIOLOG III

S (AT MILO STANFORD) (1)  
OK  
S (PART STANFORD CALIF) (2)  
OK  
S (PART)  
S (PART CALIF USA) (3)  
OK  
S (FA (X Y Z) (IF (AND (AT X Y) (PART Y Z) (AT X Z))) (4)  
OK  
Q (AT MILO CALIF) (5)  
YES  
UNWIND  
SUMMARY  
1 AT (MILO, STANFORD) AXIOM  
2 — AT (MILO, CALIF) NEG OF THM  
3 — PART (Y, Z) — AT (X, Y) AT (X,Z) AXIOM  
4 — AT (MILO, Y) — PART (Y, CALIF) FROM 2,3  
5 — PART (STANFORD, CALIF) FROM 1,4  
6 PART (STANFORD, CALIF) AXIOM  
7 — CONTRADICTION FROM  
5 CLAUSES GENERATED  
3 RESOLUTIONS OUT OF 3 TRIES  
SUBSUMED  $\emptyset$  TIMES OUT OF 4 TRIES  
FACTORED  $\emptyset$  TIMES OUT OF 1 TRIES  
Q (AT MILO USA) (6)  
YES  
UNWIND  
SUMMARY  
1 PART (STANFORD, CALIF) AXIOM  
2 PART (CALIF, USA) AXIOM  
3 — AT (MILO, USA) NEG OF THM  
4 — PART (Y, Z) — AT (X, Y)

AT (X, Z)	AXIOM	
5 — AT (MILO, Y) — PART (Y, USA)	FROM 3,4	
6 — AT (MILO, CALIF)	FROM 2,5	
7 — AT (MILO, Y) — PART (Y, CALIF)	FROM 6,4	
8 — AT (MILO, STANFORD)	FROM 1,7	
9 — AT (MILO, STANFORD)	AXIOM	
10 CONTRADICTION	FROM 8,9	
9 — CLAUSES GENERATED		
6 RESOLUTIONS OUT OF 15 TRIES		
SUBSUMED $\emptyset$ TIMES OUT OF 22 TRIES		
FACTORED $\emptyset$ TIMES OUT OF 2 TRIES		
Q (EX (X) (AND (AT MILO X) (PART X USA)))		(7)
YES WHEN X = CALIF		
UNWIND		
SUMMARY		
1 PART (STANFORD, CALIF)	AXIOM	
2 PART (CALIF, USA)	AXIOM	
3 — PART (X, USA) — AT (MILO, X)	NEG OF THM	
4 — AT (MILO, CALIF)	FROM 2,3	
5 — PART (Y, Z) — AT (X, Y)		
AT (X, Z)	AXIOM	
6 — AT (MILO, Y) — PART (Y, CALIF)	FROM 4,5	
7 — AT (MILO, STANFORD)	FROM 1,6	
8 — AT (MILO, STANFORD)	AXIOM	
9 CONTRADICTION	FROM 7,8	
8 CLAUSES GENERATED		
5 RESOLUTIONS OUT OF 16 TRIES		
SUBSUMED $\emptyset$ TIMES OUT OF 17 TRIES		
FACTORED $\emptyset$ TIMES OUT OF 5 TRIES		
Q (NOT (AT MILO CALIF)		(8)
NO PROOF FOUND		
NO PROOF FOUND		

$\emptyset$  = CIFRA NULA

O = SLOVO AZBUKE

## LITERATURA

- [1] Milovanović, V., *Matematičko-logički model proizvodnog preduzeća*.
- [2] Petrović, M. *Fenomenološko preslikavanje*, SKA, Posebna izdanja, knj. XCVII, Beograd, 1933.
- [3] Belnap, N. D. Jr., *An Analysis of Questions: Preliminary Report*, SDC, 1963.
- [4] Carnap, R., *The Logical Syntax of Language*, Routledge and Kegan Paul, 1964.
- [5] Carnap, R., *Meaning and Necessity*, Chicago University Press, 1967.
- [6] Cyert, R. M. and March J. G. *A Behavioral Theory of the Firm*, Prentice Hall, 1964.
- [7] Green, C. C. and Raphael B., *The Use of Theorem Proving Techniques in Question — Answering Systems*, ACM Conference, Las Vegas 1968.
- [8] Harrah, D., *Communication: A Logical Model*, M. I. T. Press 1963.
- [9] Kleene, S. C., *Introduction to Metamathematics*, D. Van Nostrand, Princeton, 1964.
- [10] Kuhns, J. L., *Answering Questions by Computer: a Logical Study*, The RAND Corporation, Santa Monica, 1967.
- [11] Leavitt, H., *Managerial Psychology*, Chicago University Press, prevod na srpskohrvatski, Panorama, Zagreb, 1965.
- [12] March J. G. and Simon H. A., *Organizations*, Wiley, 1965.
- [13] Milovanović, V., *On Engineering Economic Analysis in the Yugoslav Socialist Economy*, paper presented at the *Workshop on Economics of Engineering Systems*, U. C. L.A., Los Angeles 1968.
- [14] Milovanović, V., *On the Logic of Decision Making in Industrial Organizations*, referat na *Joint European Meeting of TIMS, ES, SI, IASPS*, Amsterdam, 1968.
- [15] Von Wright, G. H., *The Logic of Preference*, Edinburgh University Press, 1963.

