

**ANALITIČKI HIJERARHIJSKI PROCES KAO METOD
PREDVIĐANJA EKONOMSKIH POJAVA EVALUACIJOM
ALTERNATIVNIH BUDUĆIH ISHODA**

doktorska disertacija

Mr Predrag Mimović

SADRŽAJ

Uvod

I DEO

EKONOMSKO PREDVIĐANJE

Uvod

- 1. Sadržaj i cilj ekonomskog predviđanja**
- 2. Metodi ekonomskog predviđanja**
- 3. Izbor najboljeg metoda ekonomskog predviđanja**
- 4. Problemi i perspektive ekonomskog predviđanja**
 - 4.1 Glavni problemi u ekonomskom predviđanju**
 - 4.2 Potencijalna rešenja i perspektive ekonomskog predviđanja**

II DEO

ANALITIČKI HIJERARHIJSKI PROCES

Uvod

- 1. Kompleksnost i hijerarhije kao prezentacije kompleksnosti**
 - 1.1 Kompleksnost**
 - 1.2 Hijerarhije kao prezentacije kompleksnosti**
 - 1.3 Strukturiranje hijerarhije**
- 2. Višekriterijumska analiza i kompleksnost**
 - 2.1 Problem višestrukih i konfliktnih kriterijuma**
 - 2.2 Paradigma diskretnog višekriterijumskog odlučivanja**
- 3. Proces analitičke hijerarhije**
 - 3.1 Principi AHP**
 - 3.2 Aksiomi AHP**

- 3.2 Rezime koraka u AHP**
- 4. Kritika moći primene AHP**
 - 4.1 Validnost AHP aksioma**
 - 4.2 Promena (preokret) ranga**

III DEO

AHP U EKONOMSKOM PREDVIĐANJU

Uvod

- 1. Procenjivačko predviđanje**
 - 1.1 Uloga i validnost procene u predviđanju**
 - 1.2 Prednosti i ograničenja klasičnih modela**
- 2. AHP u procenjivačkom predviđanju**
 - 2.1 Usklađivanje predviđanja – AHP pristup**
 - 2.2 Procedura AHP usklađivanja predviđanja i validnost pristupa**
- 3. Evaluacija, izbor i kombinovanje predviđanja metodom AHP**
 - 3.1 Izbor i kombinovanje predviđanja**
 - 3.2 Kombinovano predviđanje**
 - 3.3 AHP model kombinovanog predviđanja**
- 4. Evaluacija alternativnih ishoda**
 - 4.1 Evaluacija u ekonomskom predviđanju**
 - 4.2 AHP – ekspertska evaluacija alternativnih ishoda**
 - 4.3 AHP – izvođenje verovatnoće scenarija**
 - 4.4 AHP model izvođenja distribucije verovatnoća**

IV DEO

PREDVIĐANJE GODIŠNJEG KRETANJA TRAZNJE ZA PROIZVODIMA NAMENJENIM ZA POTREBE VOJSKE SCG, PREDUZEĆA D.P.O. ZASTAVA TAPACIRNICA – AHP PRISTUP

- 1. Proces predviđanja u sedam koraka**
- 2. D.P.O Zastava Tapacirnica**
- 3. AHP Model predviđanja tražnje**

ZAKLJUČAK

LITERATURA

UVOD

Predviđanje je jedan od najvažnijih inputa koje menadžeri razvijaju kao podršku procesu odlučivanja. Praktično sve bitne poslovne odluke zavise u izvesnoj meri od predviđanja, i imaju manje ili više uticaja na budućnost, usled čega im je inherentna kontinuirana neizvesnost u pogledu raspoloživih informacija, naročito u permanentno turbulentnom poslovnom okruženju. Okruženje nije statičan entitet, ono se stalno kreće i menja, utiče na događaje i događaji utiču na njega. U takvoj, dinamičkoj konstelaciji snaga i odnosa u okruženju, stalan podstrek za generisanje predviđanja je pokušaj da se eliminiše ili ublaži neizvesnost, kako bi se ex ante reagovalo na izazove koje budućnost donosi. Otuda je razumljiv interes menadžmenta da se u nejasnim i maglovitim, često virtuelnim naznakama budućih kretanja u poslovnom okruženju uoče pre pravilnosti nego zakonitosti, i saglasno njima profilišu poslovne strategije koje će preduprediti pretnje i iskoristiti šanse; više nije dovoljno ići u korak sa događajima, već je potrebno biti ispred njih.

Veliki progres u poboljšanju procesa predviđanja ostvaren je u drugoj polovini dvadesetog veka. Kroz praćenje brojnih ekonomskih, političkih i socijalnih trendova, kako bi se utvrdilo kako razni događaji i faktori mogu uticati na tražnju za proizvodima i uslugama, razvijene su tehnike predviđanja koje su dale značajne rezultate. Međutim, veći progres implicira i više ciljeve. U konkurentskom okruženju više nije dovoljno moći predvideti tražnju za nekim proizvodom bolje nego što je to činjeno pre deset ili dvadeset godina, već je potrebno izvršiti predviđanje bolje i preciznije nego što to čini konkurencija.

Istorijski gledano, za predviđanje su se koristila dva odvojena pristupa: kvantitativna predviđanja, zasnovana na primeni niza matematičkih modela i kvalitativna predviđanja koja se oslanjaju na intuiciju i lično iskustvo. Iako se kvantitativna predviđanja *per definitum* smatraju preciznijim i objektivnijim, činjenica da se baziraju na istorijskim podacima, te da nema podataka za budućnost, značajno limitira njihovu predviđajuću sposobnost. Ako je pretpostavljeno da će budućnost biti slična prošlosti kvantitativni metodi će biti adekvatno sredstvo predviđanja. S druge strane, tehnološke inovacije u sadejstvu sa brojnim političkim, ekonomskim i socijalnim, domaćim i međunarodnim promenama, čine kvantitativne metode predviđanja čak i manje pouzdanim nego što je to bio slučaj u prošlosti.

U početku, primarni cilj predviđanja bio je da se utvrdi šta može doneti budućnost, kao i da li će se određeni trendovi iz prošlosti nastaviti i u narednom periodu. Danas, predviđanje u većoj meri treba da pomogne u donošenju boljih odluka. Za menadžere je, u tom smislu, jedno od ključnih pitanja da li

veći značaj treba pridati kvantitativnim metodama predviđanja ili sopstvenom mišljenju i sopstvenim procenama. Iskustvo pokazuje da je kombinacija kvantitativnih metoda i dobre procene, utemeljene na zdravoj logici, recept za dobro predviđanje. I drugo, postoje li načini da naši kognitivni kapaciteti i naše procene utemeljene na njima, anticipiraju neočekivane promene u poslovnom okruženju, čime bi se stvorili uslovi za pravovremenu i efikasnu evaluaciju alternativnih tokova akcije.

U tom smislu opredeljeni su struktura i sadržaj ovog rada. U prvom delu biće prezentiran obim i sadržaj pojma ekonomsko predviđanje. Imajući u vidu značaj predviđanja, odgovarajuća pažnja biće posvećena pregledu metoda, uz osvrt na njihove ključne karakteristike, mogućnosti i ograničenja i trenutno stanje u teoriji i praksi ekonomskog predviđanja. Ekonomsko predviđanje karakteriše izrazita kompleksnost i neizvesnost u pogledu krajnjih ishoda. Iznenadne promene u poslovnom okruženju ili takozvani proboji (iskliznuća), mogu dovesti do značajnih ako ne i radikalnih odstupanja stvarnih rezultata od projektovanih.

Konvencionalni pristupi predviđanju su fokusirani, uglavnom, na razvoj i testiranje statističkih tehnika. U praksi, međutim, ljudsko rezonovanje i prosuđivanje, imaju primarnu ulogu. Čak i kada se koriste statistički metodi, rezultati se neretko prilagođavaju prema proceni eksperata. Menadžeri obično imaju pristup širokom spektru informacija koje moraju da integrišu kako bi izvršili predviđanje. Menadžeri mogu pristupiti holistički problemu integracije informacija tj. svoja poređenja mogu vršiti neformalno bez bilo kog strukturiranog analitičkog metoda. Međutim, ako se zna ograničeni kapacitet obrade informacija u ljudskom umu, češće se usvajaju simplifikovane mentalne strategije ili heuristika, da bi se smanjili zahtevi i kompleksnost zadatka.

Drugi način za redukovanje teškoće zadatka predviđanja je korišćenje formalnog metoda dekompozicije zadatka na određeni broj lakših zadataka, čiji se ishodi zatim mogu rekombinovati kako bi se dobila zahtevana procena. Na ovoj ideji razvijen je veliki broj tehnika koje treba da pomognu pri odlučivanju. Ali, ako se zna da postoji blizak odnos između odlučivanja i procenjivačkog predviđanja, nije iznenađujuće da jedna oblast istraživanja uključuje aplikaciju na predviđanje, tehnika koje su originalno razvijene da bi pomogle pri odlučivanju.

U tom kontekstu, u drugom delu biće obrađen Analitički hijerarhijski proces (AHP), razvijen u cilju podrške procesu odlučivanja. AHP omogućava donosiocima odluka da modeliraju neki kompleksni problem u hijerarhijsku strukturu, pokazujući odnose cilja, zadataka (kriterijuma), podzadataka i alternativa. AHP razlaže problem na sastavne delove i vodi donosiocima odluke, kroz niz procena parnih poređenja (koje se dokumentuju i mogu se preispitati) da bi se izrazila relativna snaga ili intenzitet uticaja tih elemenata u hijerarhiji. Ove procene se nakon toga prevode u brojeve. AHP

uključuje procedure i principe, koji se koriste za sintetizovanje mnogih procena, da bi se izveli prioriteti među kriterijumima, a zatim za alternativna rešenja. Koncept i principi analitičke hijerarhije biće teorijski obrazloženi i ilustrovani hipotetičkim problemom evaluacije alternativnih tokova akcije i izbora preferirane alternative.

U trećem delu će se analizirati mogući nivoi i forme primene AHP u ekonomskom predviđanju. Ekonomsko predviđanje inkorporira veliki broj međusobno interagujućih faktora koje je potrebno uzeti u obzir i poseduje sve karakteristike višekriterijumskog problema. Višekriterijumska analiza pomaže donosiocima odluka u suočavanju sa kompleksnošću i neizvesnošću, fundamentalnim determinantama procesa odlučivanja i upravljanja. Analitički hijerarhijski proces (AHP) kao metod višekriterijumske analize, utemeljen na principu dekompozicije, predstavlja pogodan instrument za sintetizovanje informacija kako bi se donele bolje odluke u uslovima neizvesnosti. Ograničeni kognitivni kapaciteti su realnost s kojom se suočavaju donosioci odluka. U takvoj situaciji moguće rešenje je redukcija kompleksnosti dekompozicijom zadatka predviđanja na određeni broj lakših zadataka. Dekompozicija formira osnovu velikog broja tehnika kao pomoć pri odlučivanju, ali njena efektivnost u predviđanju je nedovoljno istražena. Nemogućnost tradicionalnih tehnika predviđanja da zadovoljavajuće obuhvate i procene kvalitativne faktore u procesu predviđanja ekonomskih pojava i upravo sposobnost AHP da to učini, te lakoća korišćenja i mogućnost velike specifikacije procena, čime se vrše provere konzistentnosti, upućuje na zaključak da je AHP moguć pristup problemima predviđanja. Primena AHP u procesu predviđanja nije dobro poznata, empirijski je relativno malo potvrđena i naišla je na određene kritike koje se uglavnom odnose na dobro poznate, uslovno rečeno, nedostatke AHP ali se i kao *terra incognita* može posmatrati u dve dimenzije: AHP kao podrška tradicionalnim kvantitativnim tehnikama predviđanja i kao samostalna metodologija predviđanja. S obzirom da su modeli predviđanja najuže povezani sa modelima izbora, jasno je opredeljenje analize da se istraži efektivna sposobnost AHP da poboljša ekonomsko predviđanje, bilo kroz unapređenje samog procesa predviđanja, evaluacijom, selekcijom i kombinovanjem različitih tehnika predviđanja, ili kroz evaluaciju alternativnih budućih ishoda.

Poslednji, četvrti deo, je konkretna aplikacija AHP na praktičnom primeru evaluacije alternativnih stopa rasta tražnje proizvodnog programa D.P.O Zastava Tapacirnica, namenjenom za potrebe Vojske SCG i MUP-a Srbije.

I DEO

EKONOMSKO PREDVIĐANJE

Uvod

Predviđanje je jedna od najvažnijih pretpostavki na kojima je utemeljen proces menadžerskog odlučivanja. Praktično svaka bitna poslovna odluka zavisi u određenoj meri od predviđanja. Praksa je pokazala da su menadžeri svesni važnosti predviđanja u toj meri, da prilično vremena provode proučavajući ekonomske i političke trendove kako bi spoznali kako neki događaji mogu uticati na tražnju za proizvodima i/ili uslugama. Važno pitanje pri tome je značaj, koji menadžeri pridaju kvantitativnim metodama predviđanja u poređenju sa njihovim sopstvenim mišljenjem i procenama.

Kada govorimo generalno o predviđanju, naročito o ekonomskom predviđanju, sledećih 11 pitanja se nameću kao fundamentalna:¹

1. Šta je predviđanje?
2. Šta se može predviđati?
3. Koliko možemo imati poverenja u predviđanja?
4. Kako se predviđanje vrši generalno?
5. Kako ekonomisti vrše predviđanje?
6. Kako se može meriti uspeh ili neuspeh predviđanja?
7. Kako se analiziraju odlike metoda predviđanja?
8. Koje posebne karakteristike podataka imaju najveći značaj?
9. Koji su glavni problemi?
10. Da li ovi problemi imaju potencijalna rešenja?
11. Kakva je budućnost ekonomskog predviđanja?

Na neka od ovih pitanja se može odgovoriti brzo, dok su neka od njih suviše kompleksna, predstavljaju problem *eo ipso* i zahtevaju dublju analizu. Zbog toga ćemo se posebno zadržati na nekima od njih.

¹ Hendry, D.F., and Ericson, N.R., Understanding Economic Forecasts, 2001, Cambridge, MA: MIT Press.

1.Sadržaj i cilj ekonomskog predviđanja

Predviđanje je svaka izjava u vezi budućnosti. Ovakve izjave mogu biti dobro zasnovane, ili im može nedostajati jaka osnova; one mogu biti tačne ili netačne u nekoj datoj situaciji, ili u proseku; precizne ili neprecizne; bazirane na modelu ili neformalne. Kao disciplina, predviđanje je povezano sa aktivnostima menadžmenta, naročito na strategijskom nivou (razmatranje koncepta i podaci o odlučivanju), povezano je sa ljudskim razmišljanjem (predviđanje, vizije) i sa naučnim i istraživačkim aktivnostima (proučavanje budućnosti). Motivi za predviđanje nastaju iz potrebe za eksponiranjem državne moći, iz ekonomskih aktivnosti, transporta, zaštite okoline, tehnologije..., jednostavno iz svega gde postoje pokušaji da se sazna budući razvoj i da se svrsishodno na njega deluje.

Sve važne odluke imaju uticaj na budućnost, i zato im je inherentna informaciona neizvesnost i nesigurnost, naročito u situaciji stalno menjajućih uslova. Stalan podstrek za generisanje predviđanja je pokušaj da se eliminiše ili ublaži neizvesnost u vezi budućnosti, u pogledu našeg sadašnjeg ponašanja. Cilj predviđanja je prikupljanje znanja, iskustva i vizija o budućnosti, pomoću racionalnih procedura i logičkog razmišljanja. Predviđanje proučava rešenja zadataka i procesa razmišljanja o budućnosti, ispravljajući intuitivna predviđanja, analizira važnost vizije budućnosti, kao osnove za ponašanje i odlučivanje ljudi. Predviđanje smatra budućnost objektivno potencijalnom, verovatnom, a ne utopijom. Budućnost se shvata kao sistem događaja i procesa, koji mogu da se dese u određeno vreme i pod određenim okolnostima. Predmet predviđanja se može ilustrovati kao karakteristika razvoja i promena. Predviđanje shvata razvoj kao tendenciju, trend ili tekući proces; promenu (uzrok razvoja) kao događaje na koje utiče fenomen. Proučavanje budućnosti treba da obezbedi smernice za optimalno ponašanje ljudi.

Predviđanje se sistematski izvodi, tako da u smislu evaluirane pouzdanosti, predstavlja izjavu o budućem statusu događaja, koji bi trebalo da se dese pod određenim okolnostima, u određeno vreme. Ono obično pokriva skup alternativnih mogućnosti budućnosti i varijanti načina njihovog ostvarenja. Nasuprot jednostavnoj predikciji, predviđanje podrazumeva primenu odgovarajućih tehnika, na osnovu kontrolisane aktivnosti, primenjujući najbolja naučna saznanja. Predviđanje donosi vizije, pretpostavke i modele budućnosti, koji još ne postoje (mogu pokrivati više predviđanja na istu temu, ili njihove alternative budućeg razvoja). Uz postojanje ovakve hipoteze o budućnosti, koja je razvijena racionalnim procesima, upotrebom egzaktnog metoda, možemo govoriti o predviđanju. Predviđanje se može potpuno uključiti u viziju budućnosti, ili se može uključiti u nju u kombinaciji sa intuitivnim predviđanjem, ili je uopšte ne mora pokrivati.

Predviđanje je sistematska studija budućnosti i formulacija naučnih izjava o potencijalnim varijantama razvoja. Ono nije teorijska aktivnost koja se dešava u izolaciji, već je povezano sa opštom naučnom kognicijom, koja potiče iz znanja o prošlosti, posvećeno je preoblikovanju sadašnjosti, na bazi procene mogućnosti i potreba budućnosti. U društvenoj praksi, predviđanje postaje deo procesa menadžmenta i planiranja. Naučni nivo predviđanja se bazira na njihovoj potpunosti, kompleksnosti, multidisciplinarnom karakteru i jasnosti.

Predviđanje je kompleksan problem. Istorijski, skoro svi izmišljeni metodi su isprobani, tako da u engleskom jeziku postoji više od 36 različitih reči za aktivnost "proricanja", u širem smislu, šta budućnost može doneti. Pošto je to samo izjava u vezi budućnosti, sve se može predviđati: stopa inflacije, cena robe široke potrošnje sledećeg meseca, sutrašnja vremenska prognoza, budžeti, projekti, rezultati istraživanja i njihova primena, procesi nabavke, status i uticaj okruženja u oblasti marketinga i finansija, industrija, proizvodnja hrane, tehnološki razvoj, rezerve prirodnih resursa, socijalno okruženje, mehanizam menadžmenta, vojna nauka, itd., što ne znači da su rezultirajuća predviđanja, neophodno korisna u svakom smislu.

Ekonomsko predviđanje se može definisati kao naučno fundirano, odgovarajućim metodološkim instrumentarijumom podržano, istraživanje budućih uslova privređivanja i tokova ekonomskih pojava, kroz kreiranje anticipiranih podataka i informacija, s ciljem da se omogući donošenje i realizacija poslovnih odluka. Sadržaj ekonomskog predviđanja, koje se može raščlaniti na predviđanje opštih privrednih kretanja i tržišno predviđanje, čine: a) interni i eksterni faktori privređivanja i b) efekti njihovog uticaja u smislu ishoda nameravanih akcija.

Istorijski, teorija ekonomskog predviđanja bazirana je na dve ključne pretpostavke:²

- 1) Model je dobra reprezentacija ekonomije, i
- 2) struktura ekonomije će ostati relativno nepromenjena.

Danas znamo da su ovakve pretpostavke suviše rigidne i ne odgovaraju realnosti, pa se moraju modifikovati kako bi bile manje restriktivne:

- 1) modeli su simplifikovane prezentacije koje su u mnogim slučajevima nekorektne, i

² Klein, L.R., An Essay on the Theory of Economic Prediction, 1971, Chikago: Markham Publishing Company, in: Hendry, D.F., and Clements, M.P., Economic Forecasting:somme lessons from recent research, 2001, European Central Bank, Working paper series, Working paper no.82, 1-38.

2) ekonomije nisu statične već se istovremeno i razvijaju i iznenadno menjaju.³

Kada se kaže ekonomsko predviđanje obično se misli na predviđanje važnih parametara za pojedinačna preduzeća ili neke njihove segmente, odnosno mikroekonomsko predviđanje. Nasuprot tome, sve je veći interes za predviđanje važnih varijabli za čitavu privredu jedne zemlje, što je poznato kao makroekonomsko predviđanje. Najčešće se predviđaju određeni ekonomski indikatori kao što su stopa nezaposlenosti, bruto društveni proizvod i primarna kamatna stopa, značajni za profilisanje opšte ekonomske politike jedne zemlje. Iako se poslednjih godina ulažu značajni naponi u poboljšanje metoda predviđanja ekonomskog učinka jedne zemlje, jedna od glavnih teškoća u makro-ekonomskom predviđanju je neočekivana i osetna promena nekog od ključnih ekonomskih faktora. Pomenimo samo skok cena nafte, visoku stopu inflacije i slično. Mogućnost ovakvih dramatičnih promena postavlja ključno pitanje u makroekonomskom predviđanju: da li je korisno predviđanje dobijeno primenom određenog modela predviđanja modifikovati korišćenjem procene predviđača? Iskustvo govori da uloga procene u predviđanju raste poslednjih godina. Ljudi, naime poseduju jedinstveno znanje i interne informacije nedostupne kvantitativnim metodama. S druge strane, empirijske studije i laboratorijski eksperimenti su pokazali da predviđanja zasnovana na proceni nisu nužno preciznija od kvantitativnih predviđanja. Razlozi su pre svega, psihološke prirode: ljudi teže da budu optimisti i neretko potcenjuju neizvesnost. Osim toga, troškovi predviđanja zasnovanih na proceni su znatno viši od troškova primene kvantitativnih metoda. Istina je kao i obično, negde između: kombinacija kvantitativnih tehnika predviđanja, dobre procene i zdravog razuma, recept je za dobro predviđanje. Jasno, naše poverenje će zavisiti od toga koliko su dobro predviđanja zasnovana. Čista nagađanja ne mogu biti pouzdana, dok predviđanja iz dobro testiranih pristupa mogu više obećavati, što opet, vrlo često nije dovoljan uslov. Problem je to što je budućnost neizvesna. Postoje dva različita smisla u kojima se ovo primenjuje, što je izrazila Maxine Singer u svom radu "Thoughts of a Nonmillenarian" na sledeći način:⁴

"Zbog stvari za koje ne znamo da ne znamo, budućnost je veoma nepredvidiva. Ali neka dešavanja se mogu anticipirati, ili bar zamisliti, na bazi postojećeg znanja."

³ Clements, M.P., and Hendry, D.F., Forecasting Non-stationary Economic Time Series, 1999a, Cambridge, Mass:MIT Press.

⁴ Singer, M., Thoughts of a Nonmillenarian, 1997, Bulletin of the American Academy of Arts and Sciences, 51,2, p.39.

Malo toga se može učiniti unapred u vezi neizvesnosti, koja potiče od "stvari za koje ne znamo da ne znamo". Međutim, očigledna slučajnost ishoda u okviru područja koje razumemo, koju ćemo zvati "merljiva neizvesnost", se često može korisno saopštiti korisniku predviđanja. Merljiva neizvesnost obično uzima oblik intervala predviđanja, oko "tačke" predviđanja, tako da se ta tačka vidi kao centralna tendencija ili, "najverovatniji" ishod. Izjava da je mesec udaljen tačno 5.000 kilometara je veoma precizna (ali potpuno netačna) i shvaćena bukvalno bi se povezivala sa intervalom predviđanja, koji ima dužinu nula. Sa druge strane, izjava da se mesec nalazi između 1.000 i milijardu kilometara daleko, je tačna ali veoma neprecizna, i ima ogroman interval predviđanja. Sofisticiranije prezentacije merljive neizvesnosti uključuju predviđanja gustine, tj. procene raspodele verovatnoće mogućih budućih ishoda.

Često se planovi mešaju sa predviđanjima. Planovi su skupovi akcija koji treba da pomognu da se izađe na kraj sa budućnošću. Predviđanje (ili predikcija) se bavi determinisanjem kakva će budućnost biti. Jedan plan je input za model predviđanja. Ako su predviđanja nepoželjna, onda se može promeniti plan, što bi dalje moglo promeniti predviđanje. Uglavnom, dobri planovi zavise od dobrih predviđanja. U praksi, predviđanja se ponekad koriste da bi motivisala ljude. U stvari, ljudi bi trebalo da su motivisani planovima (npr: ispuni ovaj plan i dobićeš stimulaciju od 25%). Odluke se često donose pre nego što se izvrši neko formalno predviđanje. U ovakvim slučajevima predviđanje ničemu ne služi, osim da iritira donosioce odluka, ako se ne poklapa sa njihovom odlukom, ili da im udovolji ako se slaže sa njihovom odlukom. Da bi se predviđanje koristilo efektivno, trebalo bi da se pripremi pre donošenja odluke. Konačno, potrebno je predviđati ne samo očekivani ishod, već i ostale verovatne ishode (kao što je najbolji i najgori ishod). Ako najgori ishod nosi previše rizika, predviđanja bi trebalo vršiti za alternativne intervencije.

2. Metodi ekonomskog predviđanja

Postoje mnogi načini predviđanja. Oni uključuju formalne, na modelu zasnovane statističke analize, statističke analize koje se ne zasnivaju na parametarskim modelima, neformalne kalkulacije, jednostavne ekstrapolacije, vodeće indikatore, grafikonske pristupe, procene, nagađanje i naslućivanje. Teško je proceniti frekvenciju sa kojim se svaki od ovih metoda koristi u praksi, ali se većina njih redovno javlja u našem svakodnevnom životu. Najveći broj tehnika predviđanja koje se danas koriste razvijene su u 19.veku, druge tek nedavno, poput *Box-Jenkins* procedure ili neuronskih mreža.

Razvojem sofisticiranijih tehnika predviđanja uz korišćenje sve moćnijih kompjutera i odgovarajućih softvera, predviđanje privlači sve veću pažnju. Svaki menadžer danas može koristiti vrlo sofisticirane tehnike analize podataka za predviđanje uz bitan uslov razumevanja funkcionisanja tih tehnika. Iz istog razloga, menadžeri, kao konzumenti predviđanja, moraju biti svesni da neadekvatno korišćenje tehnika predviđanja može dovesti do netačnog predviđanja a samim tim i do pogrešnih odluka. Evidentno je da se priprema, generisanje i tumačenje predviđanja, baziraju na studiji događaja u realnosti i njihovoj analizi, sa racionalnim refleksijama i procenama koje rezultiraju u skladu sa jakim pretpostavkama. Predviđanje zahteva sticanje i usklađivanje podataka iz kojih se dobijaju informacije o budućnosti upotrebom računskih procedura. Procedure predviđanja olakšavaju izgradnju formula i skupova jednačina, tj. matematičkog modela za simulaciju, kao i upotrebu procedura predviđanja i procesa u ekspertskom mišljenju. Metodi predviđanja se mogu primeniti specifično za datu oblast, ili je moguće koristiti kombinaciju više metoda. U rešenju samog predviđanja, uzimamo u obzir metodologiju, informacione i komunikacione karakteristike.

Pod metodologijom predviđanja, podrazumevamo procedure aktivnosti kognicije, upotrebu skupa međusobno suplementarnih metoda i procedura. Ona zavisi od mogućnosti, sposobnosti i potreba predviđanja. U predviđačkoj praksi, često objedinjujemo nekoliko metodologija koje imaju veoma sličan cilj.

Osnovni tipovi predviđanja, koje su sa stanovišta vremenskog horizonta identifikovali Magee i dr.⁵, su dugoročno, srednjoročno i kratkoročno predviđanje. Dugoročna predviđanja pokrivaju vreme od 3-10 godina i koriste se, recimo, u analizama fiksnih obaveza i zahteva za kapacitet nekog skladišta ili nove fabrike. Neophodna su, kako bi se na dugi rok postulirao opšti smer savremenog preduzeća u kontekstu neizvesnosti s kojom se suočava u svom poslovanju. Srednjoročna predviđanja se vrše za godinu dana, kao podrška planiranju proizvodnje, uprkos veoma cikličnoj tražnji ili nabavci sirovina. Kratkoročna predviđanja pokrivaju period od 1 nedelje do tri meseca, i koriste se za kontrolu popune zaliha i kontrolu proizvodnih nivoa, uprkos kratkoročnim varijacijama tražnje. Koriste se za brzo reagovanje i najčešće ih koristi srednji menadžment kako bi odgovorio potrebama bliske budućnosti. Drugi osnov za klasifikovanje predviđanja su njegove pozicije na makro-mikro kontinuumu. Tako menadžer nekog preduzeća može biti zainteresovan za predviđanje broja radnika, potrebnih za nekoliko narednih meseci, što je definisano kao mikro predviđanje, dok neka vlada može npr. da predviđa ukupan broj ljudi zaposlenih u čitavoj državi, što je makro-predviđanje. Takođe, različiti nivoi

⁵ Magee, J.F., Copacino, W.C. and Rosenfield, D.B., Modern Logistic Management, Wiley, New York, 1985.

menadžmenta u preduzeću teže da se fokusiraju na različite nivoe makro-mikro kontinuuma. Top menadžment bi bio zainteresovan za predviđanje prodaje čitave kompanije, dok bi pojedinačni prodavci bili više zainteresovani za predviđanje sopstvenog obima prodaje.

Kategorije koje su identifikovali Bowersox i dr.⁶ su (1) kvalitativni metodi, (2) metodi vremenske serije, i (3) kauzalni metodi.

Kvalitativni metodi, koji se ponekad zovu subjektivni ili procenjivački, se primenjuju kada istorijski podaci u vezi predviđanog događaja, nisu dovoljni ili nisu dostupni, ili u situacijama kada se predviđani događaji ne mogu opisati informacijama koje se mogu kvantifikovati, ili se odnose na promene tehnologije. Moguće ih je tretirati i kao tzv. pred-predviđanja, izvedena iz intuicije i iskustva. Osnovne procedure koje se koriste u kvalitativnim metodima se baziraju na iskustvu, kontemplacijama ili mišljenjima eksperata. Kvalitativne procedure su ili istraživačke ili normativne. Istraživački metodi potiču od informacija o prošlosti i sadašnjosti, primenjuju heurističke pristupe budućnosti (često proučavajući sva moguća scenarija), tako da bi rezultirajuće predviđanje moglo da odgovori na pitanje šta i kada će se desiti u budućnosti. Nasuprot tome, normativno predviđanje započinje sa budućim ciljevima i od njih se vraća u sadašnjost i identifikuje koji resursi i tehnologije su neophodni za ostvarenje tih ciljeva, i koja ograničenja se moraju eliminisati.

Heuristički metodi racionalizuju i sistematizuju kreativni rad, u razvoju predviđanja, da bi jasno i efektivno organizovali veliki obim informacija o predviđanju, i olakšavaju eliminisanje logičkih i drugih nepotrebnih grešaka. Oni brže generišu rešenje, koncentrišući se samo na one varijante rešenja, koje će sa određenom verovatnoćom zadovoljiti zahteve rešenja. U prognostici, oni se uglavnom odnose na pristupe koji ne koriste pouzdane podatke ili zakone razvoja, ali zato koriste iskustvo u predviđanju i intuiciju eksperata u izboru različitih hipoteza o budućnosti. Kvalitativni metodi se baziraju na kvalitativnim podacima, kao što je ekspertsko mišljenje, i na specijalnim informacijama, u predviđanju budućnosti. Prošlost može, ali i ne mora da se uzme u obzir u kvalitativnom predviđanju. Primer kvalitativnog metoda je Delfi tehnika, gde se procene dobijaju od eksperata, u jednom iterativnom procesu, gde svaki ekspert razvija nove procene, nakon što vidi rezime prethodnih rezultata grupe.⁷ Glavne koristi ovih metoda ogledaju se u mogućnosti upotrebe velikog obima informacija i u njihovoj pogodnosti za dugoročna predviđanja. Limitiranost kvalitativnih metoda je u njihovom nesistematskom angažovanju u merenju i evaluaciji tačnosti predviđanja, i potencijalnoj pristrasnosti eksperata.

⁶ Bowersox, D.J., Closs, D.J. and Helferich, O.K., *Logistical Management*, MacMillan, New York, 1986.

⁷ Stock, J.R., and Lambert, D.M., *Strategic Logistic Management*, Richard D. Irvin Inc., USA, 1987.

Nasuprot kvalitativnim metodima, kvantitativni metodi, u koje spadaju metodi vremenske serije i kauzalni metodi, primenjuju statističku analizu podataka iz prošlosti, u različitim vremenskim aspektima. Prognošičar koji koristi istorijske podatke, identifikuje putanju predviđanja, primenjuje pogodni matematički model i sa jednačinama modela predviđa tačke u budućnosti. Ovakav pristup pretpostavlja da se identifikovana putanja za predviđanje, nastavlja i u budućnosti. Metodi vremenskih serija, su statističke tehnike koje se koriste, kada su istorijski podaci, recimo o prodaji, dostupni, sa relativno jasnim i stabilnim odnosima i trendovima.⁸ Modeli vremenskih serija analiziraju hronološki sled opservacija pojedinačnih varijabli. Opservacije se mogu izvršiti godišnje, kvartalno, mesečno, nedeljno, dnevno, svakog sata, itd. Posmatrana varijabla, može da sadrži pojedinačne merene vrednosti, agregirane ili izvedene podatke iz ekonomske ili neke druge oblasti. Međutim, metodi koji koriste vremenske serije, pretpostavljaju da proučavanje prošlih vrednosti i njihovih kretanja u vremenu, olakšava predviđanje budućih vrednosti analizirane varijable. Analiza vremenske serije se može upotrebiti za identifikovanje (1) sistematičnih, sezonskih varijacija u podacima, (2) cikličnih šema, (3) trendova, i (4) stopa rasta trendova. Osnovna pretpostavka da će budućnost biti slična prošlosti, ograničava efektivno korišćenje analize vremenskih serija, na kratkoročno predviđanje.

Kauzalni modeli izvode vrednosti predviđane varijable (zavisne) iz ponašanja ostalih varijabli (nezavisne). Npr., obim buduće prodaje se može izvesti iz obima stvarnih rashoda, finansijskih sredstava koje kupac ima na raspolaganju, cena proizvoda itd. Tipičan primer kauzalnog metoda, je regresiona analiza. Upotrebom regresije, predviđanje tražnje se bazira na korelaciji jednog događaja u odnosu na drugi. Nije potreban kauzalni odnos između tražnje i nezavisnog događaja, ako se može otkriti visok stepen korelacije. Međutim, pouzdanost predviđanja, koje se zasniva na regresiji, se može povećati korišćenjem odnosa uzrok-efekat. Upotreba analize regresije, zahteva veliku količinu podataka za varijablu predviđanja i kauzalne varijable. Ograničenja analize regresije uključuju zamku, koja se ogleda u potencijalnoj nemogućnosti otkrivanja odnosa uzrok-efekat, koji ima prihvatljiv koeficijent korelacije.

Osnovne karakteristike kvantitativnih metoda su, prema tome, sledeće:

- Nakon adekvatne selekcije nezavisne varijable (varijabli), predviđanje se bazira samo na vrednostima ove varijable, pa je stoga objektivno,
- Postoje metodi merenja tačnosti predviđanja,

⁸ Bowersox, D.J., Closs, D.J. and Helferich, O.K., *Logistical Management*, MacMillan, New York, 1986.

- Ako se konstruiše model, generisanje predviđanja zavisi samo od vremena,
- Pogodni su za kratkoročna i srednjoročna predviđanja.

Svejedno, poznavanje i jednih i drugih predstavlja korisnu podršku savremenom menadžmentu u suočavanju sa neizvesnošću. Međutim, u izboru odgovarajuće tehnike postoje i određene nedoumice. Kao prvo, da li su neka predviđanja uopšte potrebna, i drugo, u kojoj meri su u određenim situacijama adekvatnije kvalitativne ili kvantitativne tehnike? Najznačajniji reper u izboru adekvatne tehnike predviđanja je zahtev da rezultati moraju olakšati proces odlučivanja donosiocu odluka. U tom kontekstu, adekvatnost tehnike predviđanja ne meri se kompleksnošću matematičke procedure, već odabrani metod treba da omogući predviđanje koje je precizno, blagovremeno i čije rezultate menadžment razume na način da mu pomogne u donošenju boljih odluka. Osim toga, korišćenje određene procedure predviđanja mora da stvori veću korist od troškova njene upotrebe.

Osnovni tipovi predviđanja u smislu hipotetičkog dela, su pasivna, aktivna i normativna predviđanja. Rešenje pasivne predikcije je procedura prakse predviđanja, koja je najjednostavnija. Ona se bazira na zakonima realnosti i rezultatima merenja: predviđač ekstrapolira izjavu u vezi budućnosti, tamo gde su inicijalne zavisnosti validne i u budućnosti. Osnovni koraci projekcije su:

- Identifikacija reprezentativnih merljivih karakteristika predviđene realnosti;
- Determinacija vremenske zavisnosti vrednosti ove karakteristike;
- Determinacija buduće vrednosti karakteristike, u skladu sa šemom ekstrapolacije.

Dok prvi korak ima karakter istraživanja, drugi i treći korak se baziraju na opservaciji, merenju i kompjuterskoj obradi. Kritičan je izbor karakteristike, koja bi trebalo da bude otporna na promenu vremena, osetljiva na odgovarajuću izjavu predviđene realnosti i u pogodnom formatu za kompjutersku obradu. Izbor karakteristike dovodi do identifikacije direktno merljivih vrednosti, koje su pouzdano sa njom u vezi. Merene vrednosti se ređaju u vremensku seriju, tako da je moguće dedukovati iz njih buduće vrednosti korišćenjem šeme ekstrapolacije. Determinacija ove šeme je predmet metoda matematičke statistike. Izračunati rezultat podleže kritičkom pregledu, na bazi iskustva, u smislu kredibiliteta. Rezultat se može označiti kao nekredibilan ako prelazi dopustivu vrednost.

U aktivnu predikciju, možemo uključiti izjave o ljudskim aktivnostima i njihovim uticajima, na bazi kognicije realnosti. Izvođenje izjave o budućnosti, je procena uticaja ljudske aktivnosti. U odnosu na pasivne predikcije, to je mnogo više od aplikacije intuitivnih metoda, za predviđanje odnosa

aktivnosti – to je posledica. Normativno predviđanje je osmišljeno za predviđanje potrebnih ili poželjnih ciljeva i statusa budućnosti, putanja i vremena, kada će se oni ostvariti. Normativno predviđanje se sastoji u identifikaciji i proceni utvrđenih ciljeva, potreba i vizija i željenom statusu u budućnosti i varijanti za to ostvarenje.

Praksa normativne predikcije prvo analizira institucionalnu realnost, i izražava je pomoću modela. Upotrebom ovog modela, ona produkuje vizije o budućnosti. Pojedinačni budući statusi organizacije su pod uticajem standarda koju utiču na ponašanje institucija i ljudi. Proučavaju se uticaji elemenata strategije ponašanja, na formiranje budućnosti. Rezultati su preporuke za reviziju strategije ponašanja, nakon čega ponovo možemo evaluirati hijerarhijski sistem ciljeva i resursa i iz njih stvoriti drvo relevantnosti.

Kompleksnost prakse predviđanja ima uticaja na aktivno ponašanje učesnika. Interesi doživljavaju razvoj koji se teško može predvideti. Predviđač procenjuje odnos kognicije osobe koja deluje i realnosti, i koristi npr., istorijsku analogiju ili teoriju igara. Takođe se mogu upotrebiti druga predviđanja, npr. eksplorativna (objašnjavajuća) predviđanja koja opisuju potencijalne buduće razvojne statuse i tendencije fenomena i procesa, otkrivajući smer i intenzitet budućeg razvoja. Da bi se ostvarilo pasivno predviđanje, metod ekstrapolacije je pogodna procedura. Aktivno predviđanje će se onda povezivati sa analizom ciljeva, modeliranjem i razvojem scenarija budućnosti. Normativna predviđanja se izvode iz željenih budućih ciljeva.

Nasuprot statističkim stoje metodi procenjivačkog predviđanja. Procena se može koristiti u predviđanju na mnogim nivoima, od izbora varijabli koje se uključuju, do usklađivanja predviđanja modela za nove informacije. Pojam procenjivačko predviđanje se odnosi na inkorporiranje predviđačevog mišljenja i iskustva u proces predviđanja, i tako pokriva široku lepezu situacija. Pregled faktora koju utiču na tačnost procenjivačkih, i na modelu baziranih predviđanja, i procenjivačkih usklađivanja i kombinacije ova dva tipa predviđanja pokazuje da korisnici predviđanja, ponekad preferiraju procenjivačka predviđanja, bez obzira na njihovu tačnost.

Procenjivačko predviđanje uključuje metode, gde informacije obrađuju eksperti, a ne kvantitativni metodi. Eksperti bi mogli imati pristup podacima, a njihov pristup bi mogao biti strukturiran, ali su krajnja predviđanja, rezultat istog procesa koji se odvija u njihovim glavama.

Metodi procene se baziraju na znanju eksperata u vezi evaluacije realnosti koju neki model zadržava i uključuju tri koraka:

- 1) Generisanje modela predviđene realnosti;

- 2) Predviđanje budućnosti pomoću ekspertske procene ili pomoću simulacije (na bazi modela);
- 3) Pisanje scenarija budućeg razvoja realnosti.

Procenjivačka predviđanja su osetljiva na različite pristrasnosti. Najčešći uzrok pristrasnosti je nestrukturirano, grupno okupljanje. Pored pristrasnosti koje su inherentne nestrukturiranim okupljanjima (kao što je uticaj šefa), drugi uzrok pristrasnosti je i neadekvatno korišćenje informacija u grupi ⁹. Da bi se one smanjile, potrebno je odabrati nepristrasne eksperte (t.j., one koji ništa nemaju od toga da li je neko predviđanje tačno ili ne). Pored toga, trebalo bi obratiti pažnju na to kako se formuliše problem predviđanja. Pitanja bi trebalo tako strukturirati, da se znanje onih koji vrše procenu, koristi najefektivnije, takođe i pred-testirati, da se osigura da ih eksperti razumeju i formulirati na različite načine, da se vidi da li to utiče na predviđanja. Ovakve procedure su naročito važne kada se predviđaju osetljiva pitanja.

Upotreba strukturiranih procedura može značajno da poboljša tačnost procenjivačkih predviđanja. Strukturu je lako primeniti uz skromne troškove. Standardni pristup predviđanju optimalan je samo kada model koincidira sa procesom generisanja podataka ali je, svejedno, obim u kom se formalne metode preferiraju u odnosu na ekspertske sisteme, važna dimenzija analize ekonomskog predviđanja. U principu, tačnija predviđanja mogu da rezultiraju izborom novog modela i/ili ponovnom procenom parametara modela odvojeno za svaki horizont predviđanja koji nas interesuje. Jedno predviđanje se može oceniti "uspešnim" ako je bilo blizu ishoda, ali ta ocena zavisi od toga kako se to blizu meri. Razmotrimo ponovo primer nagađanja udaljenosti meseca: očigledno je da su tačnost i preciznost, dve dimenzije, prema kojima se može ocenjivati predviđanje. Za laika, veoma precizno predviđanje koje je veoma netačno, se može smatrati nepoželjnim, kao što je to slučaj i sa tačnim ali veoma nepreciznim predviđanjem. Neuspeh je lakše primetiti: predviđanje nije uspelo ako je netačno za iznos, koji je veliki u odnosu na njegovu tvrđenu preciznost. Stoga su oni koji vrše predviđanja u procepu između želje za tačnim i preciznim predviđanjima, i nepreciznosti koja se regularno dešava. Ideja o nepristrasnosti, kojom se predviđanja centriraju na ishode, se koristi u tehničkim analizama za merenje tačnosti, dok ona sa malom varijansom, tako da je samo uski opseg ishoda kompatibilan sa izjavom predviđanja, mere preciznost. U principu, u svakom specifičnom slučaju, troškovi pristrasnosti i varijanse će zavisiti od cilja za koji se predviđanje vrši, preko troškova svih akcija koje se preduzimaju na bazi predviđanja.

⁹ Armstrong, J.S., Long – Range Forecasting, 1985, 2nd ed. Wiley&Sons, pp.1211-1212.

Ovakvi troškovi definišu funkciju gubitka, iako u praksi funkcija gubitka možda nije eksplicitno navedena. Svejedno, u takmičenju predviđanja nema jedinstvene mere - pobednika.

Pored razmatranja pristrasnosti i varijanse, predviđanja momenta se često ocenjuju na osnovu kriterijuma kao što je efikasno korišćenje informacija. Predviđanja takođe često uključuju i intervale predviđanja, gde ponekad postoji potpuna gustina ishoda, tako da se zahteva da oni budu dobro kalibrisani. Merenje kalibrisanja se široko primenjuje u laboratorijskim proučavanjima procene. Da bi predviđač bio savršeno kalibrisan, procenjena verovatnoća treba da bude jednaka tačnom procentu u odnosu na broj procena jednake verovatnoće. Drugim recima, od svih procenjenih događaja koji imaju 0,XX verovatnocu pojavljivanja, XX% treba da se zaista dogode, što su laboratorijski eksperimenti i potvrdili. Pošto se retko dešava da postoji samo jedno predviđanje nekog ekonomskog fenomena, često su dostupna i konkurentna predviđanja, da bi mogla da se izvrši međusobna komparacija *ex post*. Prirodni fokus pažnje je onda na tome da li je kombinacija jednog ili više predviđanja, bolja od pojedinačnog predviđanja, ili da li jedno predviđanje sadrži sve korisne informacije u drugom (tako da ono obuhvata to predviđanje). Odnosno, za jedno predviđanje se kaže da obuhvata drugo, kada optimalna kombinacija ta dva predviđanja dodeljuje nulti ponder drugom predviđanju.

Možemo želiti da testiramo da li je, uz poznatu određenu funkciju gubitka, jedno predviđanje statistički bolje od drugog, i dalje, da li uzimanje u obzir neizvesnosti koja je inherentna procenama parametara modela, utiče na zaključke.

Pregled literature o testiranju racionalnosti i efikasnosti predviđanja pojedinaca, i izveštaja o aplikacijama na predviđanja rasta *outputa* i inflacije, i u SAD-u i u V. Britaniji, pokazuje da mnoga od tih predviđanja nisu racionalna, i da postoji veza između nekih testova racionalnosti, i testova obuhvatanja i kombinacije predviđanja. Nije jasno zašto se u nekim vremenima vrše iracionalna predviđanja, a u nekim drugim ne, ali neke sistematske greške mogu rezultirati iz fundamentalnih promena tržišne strukture ili privrede, koje se ne mogu predvideti, tako da se u nekom smislu, rezultirajuće greške ne mogu izbeći, iako o tome postoji malo dokaza. Motiv za priču o kombinaciji predviđanja i obuhvatanju, je to što ponekad o istom fenomenu može biti dostupno dva ili više predviđanja. Empirijski, čest je slučaj da se preferira kombinacija predviđanja u odnosu na pojedinačno predviđanje, što može delovati razumno, kada se predviđanja zasnivaju na različitim izvorima informacija.

3. Izbor najboljeg metoda ekonomskog predviđanja

Potreba za predviđanjem potiče od neophodnosti da moderna organizacija donosi blagovremene odluke uprkos stanju kontinuirane neizvesnosti. Ovaj proces obično uključuje proces projekcije istorijskih podataka i iskustava u budućnost. Broj i raznolikost raspoloživih metoda i tehnika predviđanja, čine izbor najadekvatnijeg metoda kompleksnim problemom.

Makridakis i Wheelwright¹⁰ su identifikovali sledeće kriterijume za evaluaciju primenljivosti određenog metoda: (1) preciznost (2) vremenski horizont predviđanja, (3) vrednost predviđanja, (4) raspoloživost podataka, (5) tip šeme podataka, i (6) iskustvo praktičara u predviđanju. S druge strane, Boldt¹¹ je definisao sedam osnovnih koraka za izbor i implementaciju adekvatne tehnike predviđanja: (1) identifikovati problem ili svrhu za koju se koristi predviđanje, (2) prikupiti dostupne faktičke podatke, koji pokrivaju i interno i eksterno okruženje kompanije, (3) determinisati koji metod predviđanja je najkompatibilniji sa ciljevima kompanije i tipom dostupnih podataka. (4) generisati dobre pretpostavke, koje se tiču svakog elementa predviđanja, sa što je moguće većom preciznošću, (5) porediti predviđanje sa očekivanjima, što znači pregled inicijalnog predviđanja i poređenje ishoda sa očekivanim rezultatima, ili sa stvarnim rezultatom, (6) analiza varijanse, i (7) uskladiti predviđanje da bi ono bilo tačnija refleksija realnosti.

Izbor najboljeg metoda predviđanja za neku određenu situaciju nije jednostavan zadatak, i ponekad se preferira više od jednog metoda. Da bi dao smernice, Armstrong¹² je koristio rezultate sa *forecastingprinciples.com* da bi razvio blok-dijagram i da bi pomogao u izboru najadekvatnijeg metoda predviđanja za neku određenu situaciju. Prvo pitanje kome treba da pristupi analitičar, jeste da li je dostupno dovoljno podataka. Ukoliko to nije slučaj, zahtevaju se procenjivačke procedure. Za procenjivačke procedure, glavno pitanje je da li situacija uključuje interakciju među donosiocima odluke i da li su iznenadne, neanticipirane promene (iskliznuća, p.a.) uključene u proces predviđanja.

Ako se poseduje velika količina podataka, da li se ona sastoji od podataka vremenskih serija? Sledeće pitanje je da li postoji znanje (informacije) o očekivanim empirijskim odnosima. Rađene su, na primer, meta-analize, tako da u većini situacija postoji odlično prethodno znanje o cenovnim

¹⁰ Makridakis, S. and Wheelwright, S.C., *Forecasting: issues and challenges for marketing management*, J. Marketing, 1977, 55:24-37.

¹¹ Boldt, B.I., *Sound business forecasting*, *Today's Executive*, 1982, 5(1):6-11.

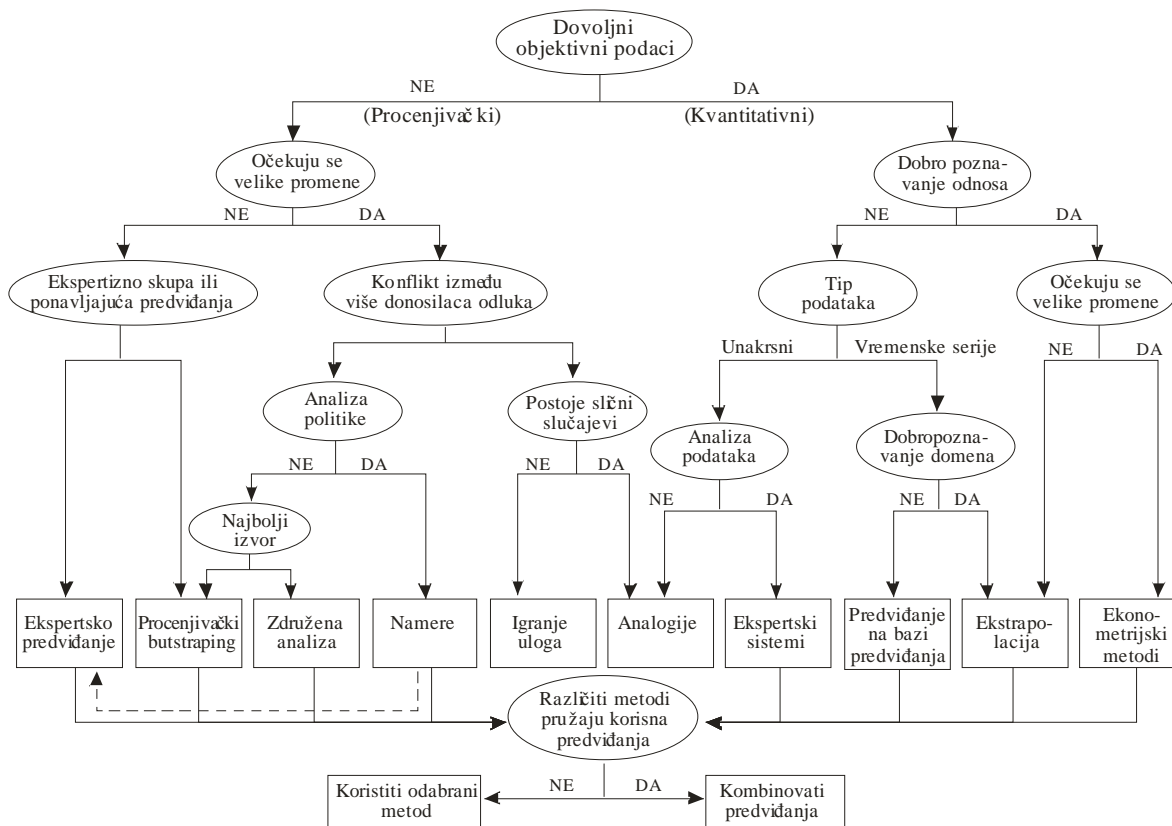
¹² Armstrong, J.S., *Evaluating forecasting methods*, in: Armstrong, J.S., (ed), *Principles of Forecasting: Handbook for Researchers and Practicioners*, 2001c, Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers, pp.417-439.

elastičnostima¹³. Ako je dostupno empirijsko poznavanje odnosa, koristiti ekonometrijske modele. Pored toga, treba razmotriti znanje domena, kao što je znanje menadžera u vezi dotične situacije.

Za situacije vremenskih serija, gde ne postoji kauzalno znanje, ekstrapolacija je pogodna. Ako nema prethodnog poznavanja odnosa, ali postoji znanje domena (kao kada menadžer pouzdano zna da će se prodaja povećati), koristiti predviđanje na bazi pravila. U situacijama gde nema podataka o vremenskim serijama, a takođe se ne poseduje prethodno znanje o odnosima, analogije su pogodne, ako nedostaje znanje domena. Ali uz dato znanje domena, trebalo bi da se upotrebe ekspertske sistemi.

Slika 1 rezimira gornje smernice. Iako su ovde predstavljena glavna razmatranja, ova lista nije sveobuhvatna. Štaviše, uslovi ne moraju uvek biti jasni. U ovakvim slučajevima, treba upotrebiti različite pristupe problemu. Predviđanja iz ovih pristupa se onda mogu kombinovati.

¹³ Tellis, G.J., The price elasticity selected demand, 1988, Journal of Marketing Research 25, pp.331-341.



Slika 1. Stablo izbora za metode predviđanja. (Izvor: Armstrong, J.S., and Brodle, R., Forecasting for marketing, Published in: Hooley, G., and Hussey, M., (eds.), Quantitative Methods in Marketing, Second edition, London:International Thompson Business Press, 1999, pp. 92-119.)

Upotreba novih metoda predviđanja zavisi od njihovog poznavanja. Iako je u prošlosti prihvatanje novih metoda predviđanja bilo sporo, nešto se menja. Tradicionalni metodi prihvatanja, kao što su pohađanje kurseva, čitanje udžbenika, i korišćenje konsultanata, su sve manje prisutni zahvaljujući Internetu. Najnoviji metodi se mogu lako pronaći na web sajtovima, i inkorporirati u ekspertske sisteme i softverske pakete.¹⁴ Ekspertski sistemi i softverski paketi imaju sposobnost da inkorporiraju kumulativno znanje o softveru za predviđanje. Logično, očekivalo bi se da to pomaže da se izbor odgovarajućeg metoda zasniva na prethodnom istraživanju.

Osobine metoda predviđanja se mogu ispitati i u empirijskom i u veštačkom okruženju, korišćenjem matematičke analize i kompjuterski-intenzivnih numeričkih metoda. Moguće je isprobati

¹⁴ Npr. potpuni set pravila za predviđanje na bazi pravila, je dostupan i ažurira se, i do njega se može doći preko sajta o principima predviđanja (www-marketing.wharton.upenn.edu/forecast).

ideje o kojima je već diskutovano, za merenje uspeha ili neuspeha predviđanja, tako što će se testirati kombinacije modela predviđanja, sa aspekta obuhvatanja. Metodi predviđanja se takođe mogu porediti pomoću *Monte Carlo* metoda (ili stohastičke simulacije), gde onaj ko ispituje generiše veštačke podatke prema kojima se modeli porede u ponavljanim pokušajima, da bi se izračunalo koliko dobru performansu imaju ovakvi metodi u kontrolisanom okruženju, sopstvenog izbora. Međutim, empirijski značaj ovakvih rezultata zavisi od toga da li ti veštački podaci bar aproksimiraju relevantne odlike realnog sveta, tako da mogu biti otvoreni za kritičko procenjivanje. Ovaj metod analize je najkorisniji kada poznamo ponašanje statistike koja nas interesuje za metode predviđanja i to na velikom uzorku i kada želimo da ispitamo korisnost asimptotskih rezultata uzoraka za uzorke čija je veličina obično dostupna primenjenom istraživaču. Empirijska poređenja u formi takmičenja među predviđanjima, obično posmatraju performansu različitih metoda za mnoge vremenske serije. Zato što proces generisanja podataka nije pod kontrolom onoga ko vrši ispitivanja, i biće samo delimično poznat, rezultati poređenja predviđanja za bilo koju seriju, bi mogli da uključe samo one odlike serije, koje ograničavaju njihovu opštu primenljivost. Iz ovog razloga, poredi se mnogo serija, i često se biraju serije koje dele određene karakteristike, uz upozorenje da bi rezultati mogli samo da važe za serije sa tim karakteristikama. Tako dolazimo do problema cirkularnosti: sve dok ne znamo kako su generisani ekonomski empirijski podaci, ne možemo znati adekvatan okvir za metode analiziranja ili razvoja, tako da ne možemo zapravo da znamo kakva treba da im bude performansa.

Robert Fildes i Keith Ord vrše pregled uloge nadmetanja (takmičenja) predviđanja, u poboljšanju prakse i istraživanja predviđanja.¹⁵ Oni razmatraju ono što je naučeno iz velikih nadmetanja tokom proteklih 30 godina. Oni prvo opisuju komponente nadmetanja i kriterijume za poređenja, među metodama nadmetanja. Onda se vrši pregled glavnih nadmetanja, zajedno sa kritikama. Oni tvrde da je moguće izvući validne zaključke o performansi različitih metoda, na bazi dokaza koje daju ova nadmetanja predviđanja.

Collins i Hopwood¹⁶ sugerišu da predviđanja analitičara imaju bolju performansu od kvantitativnih predviđanja, usled sposobnosti analitičara da ekstrapoliraju informacije iz potencijalnih budućih događaja. Uprkos tvrdnji o superiornosti predviđanja analitičara, nad statističkim predviđanjima, izgleda da se subjektivna predviđanja mogu poboljšati kada se kombinuju sa

¹⁵ Fildes, R., and Ord, K., *Forecasting Competitions: Their Role in Improving Forecasting*, in: Clements, M.P., and Hendry (eds.), 2001, *Companion to Economic Forecasting*, Basil Blackwell.

¹⁶ Collins, W., and Hopwood, W., *A Multivariate Analysis of Annual Earnings Forecasts generated from Quarterly Forecasts of Financial Analysts and Univariate Time Series Models*, 1980, *Journal of Accounting Research*, v18, 390-406.

statističkim predviđanjima. Objašnjenje ovog fenomena je slično diversifikaciji u teoriji finansijskog portfolia (Bates i Granger,¹⁷ Newbold i Granger,¹⁸ Granger i Ramanathan¹⁹). Kombinujući više nezavisnih predviđanja u jedno predviđanje, umanjuju se greške i neracionalne pretpostavke, čime se izbegavaju veće greške.²⁰ Takođe je otkriveno da ako dva predviđanja nisu u savršeno pozitivnoj korelaciji, onda će njihova kombinacija, u proseku rezultirati u predviđanju koje je tačnije od oba pojedinačna predviđanja.²¹ Koristeći istu ovu logiku, ako faktor procenjivačkog predviđanja za statističko predviđanje predstavlja deo predviđanja usklađivača, koji nije u savršenoj korelaciji sa statističkim predviđanjem, onda procenjivački usklađeno statističko predviđanje, u proseku, treba da bude tačnije od samog statističkog predviđanja. Ako je poznat nedostatak dokaza o procenjivačkoj reviziji statističkih predviđanja, i ako je poznato da bi tekuća teorija podržala model predviđanja orijentisan na reviziju, onda ima motiva za analizu tačnosti predviđanja jednog ovakvog modela. Bez odgovora ostaju važna pitanja, koja se tiču toga zašto i kada će procenjivački faktori poboljšati statistička predviđanja.²²

Hashem Pesaran i Spyros Skouras daju pregled kvantitativnih i kvalitativnih metoda za evaluiranje predviđanja, kada postoje a priori informacije koje se tiču upotrebe ovih predviđanja.²³ Oni suprotstavljaju pristup evaluaciji koji je zasnovan na odlučivanju, i poređenju predviđanja, čisto statističkim pristupima, i pokazuju kako jedan ovakav pristup može da pruži razloge za nedavna dešavanja u literaturi o evaluaciji predviđanja, a to je upotreba generalizovanih funkcija troškova-greške, događaja verovatnoće, evaluacija predviđanja gustine, i evaluacija sposobnosti tržišnog tajminga. Značajno mesto zauzima poređenje metoda predviđanja, pomoću pokušaja da se determiniše da li su razlike u performansama značajne, kada se uzme u obzir stohastička priroda problema. Rani pokušaji konstruisanja odgovarajućih statističkih testova tačnosti predviđanja, su izvršili određeni broj strogih pretpostavki u vezi odlika grešaka predviđanja, i funkcija gubitka, koje su protivrečile svojoj

¹⁷ Bates, J.M., and Granger, C.W.J., The Combination of Forecasts, 1969, *Operational Research Quarterly*, 20, 451-468.

¹⁸ Granger, C.W.J., and Newbold, P., *Forecasting Economic Time Series*, 1977, New York, Academic Press.

¹⁹ Granger, C.W.J., and Ramanathan, R., Improved Methods of Combining Forecasting, 1984, *Journal of Forecasting*, 3, 197-204.

²⁰ Armstrong, J.S., Research on Forecasting: A Quarter-Century Review, 1960-1984, 1986, *Interfaces* 16, 89-109

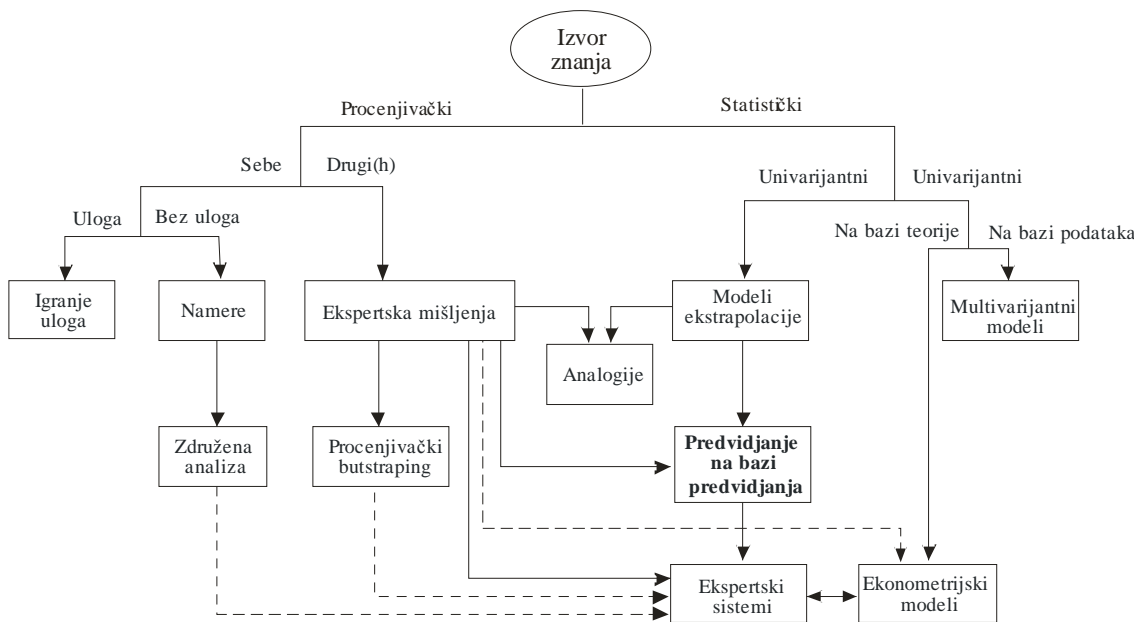
²¹ Lobo, G.J., Alternative methods of combining security analysts and statistical forecasts of annual corporate earnings, 7-1, 57-63.

²² Brown, L.D., Comparing judgmental to extrapolative forecasts: its time to ask why and when, 1988, 4-2, 171-173.

²³ Pesaran, M.P., and Skouras, S., Decision-based Methods for Forecast Evaluation, 2001, in: Clements, M.P., and Hendry (eds.), *Companion to Economic Forecasting*, Basil Blackwell.

korisnosti, iako nedavni doprinosi dopuštaju te uslove. Čak i tako, ovi testovi prediktivne tačnosti modela van uzorka, često funkcionišu kao da su parametri modela iz kojih dolaze predviđanja, poznati.

Pored metoda i tehnika predviđanja, menadžment treba da stavi naglasak i na proces predviđanja.²⁴ Proces predviđanja se sastoji od procedura koje se koriste u razvoju i upotrebi predviđanja, kao što je dodela odgovornosti za predviđanje, usklađivanje agregatnih i pojedinačnih predviđanja, odobrenje predviđanja sa različitih nivoa menadžmenta, usklađivanje predviđanja od strane menadžera, da bi se reflektovala stanja koja nisu obuhvaćena u modelu predviđanja, i dogovor o jednom predviđanju, od strane različitih funkcionalnih grupa u okviru organizacije.



Slika 2. Karakteristike metoda predviđanja i njihove relacije. (Izvor: Armstrong, J.S., and Brodle, R., Forecasting for marketing, Published in: Hooley, G., and Hussey, M., (eds.), Quantitative Methods in Marketing, Second edition, London:International Thompson Business Press, 1999, pp.92-119.)

²⁴ Magee, J.F., Copacino, W.C. and Rosenfield, D.B., Modern Logistic Management, Wiley, New York, 1985.

4. Problemi i perspektive ekonomskog predviđanja

4.1 Glavni problemi u ekonomskom predviđanju

Glavni problemi u ekonomskom predviđanju nastaju iz "stvari za koje ne znamo da ih ne znamo", i iz činjenice da promene determinističkih pojmova mogu biti vrlo problematične. Ostali mogući izvori grešaka predviđanja – kao što je pogrešno specifikovanje stohastičkih komponenti ili neizvesnost usled procene njihovih parametara – su manje važni.

Generalno, relativna efikasnost statističkih metoda predviđanja će zavistiti od prirode i frekvencije promena. Kada neka vremenska serija pokazuje iznenadnu promenu sredine, u toku perioda uzorkovanja, jedan mogući tok akcije će uključiti adekvatne varijable (impuls ili pomeranje, u zavisnosti od toga da li je promena odmah promenila smer) kojima bi se obuhvatili efekti faktora koji leže izvan granice, bez kojih model možda neće biti konstantan tokom prošlosti. Ova strategija je popularna u ekonometrijskom modeliranju. Međutim, u meri u kojoj ovi faktori nisu mogli da se predvide *ex ante*, i mogu da se ponovo jave, standardna greška modela je podcenjivanje prave neizvesnosti, inherentne objašnjenju zavisne varijable, a intervali predviđanja mogu biti slično obmanjivi.

Nelinearni modeli vremenskih serija, nude relativno tačniju sliku neizvesnosti koja okružuje predviđanja modela, jer oni eksplicitno ugrađuju u probablističku strukturu modela, mogućnost da se može desiti dalja promena režima. Npr. ako je promena jednog režima određenog tipa, uočena istorijski u proteklih 30 godina, onda bi se tako mogao postaviti model, da bi tipičan uzorak od 30 godina, koga je generisao model, mogao uključiti jednu epizodu tog tipa. Međutim, osim ako promene nisu stalne i u izvesnoj meri predvidljive, najbolje što se može uraditi je da se brzo prilagodimo promenjenim okolnostima, da bi se sprečila pojava niza velikih grešaka istog znaka.

Nagađanje i slični metodi se oslanjaju isključivo na sreću. Iako to može biti samo minimalna pretpostavka, u poređenju sa ostalim metodima o kojima ćemo diskutovati, nagađanje nije generalno koristan metod: "dobra" nagađanja se često prijavljuju, a ona "loša" se tiho ignorišu; a i obično je nemoguće evaluirati unapred neizvesnost koja se pripisuje svakom nagađanju. U mnogim pojedinačnim nagađanjima, neka će slučajno biti tačna, što ne opravdava ovaj pristup, jer bi u protivnom ekonomisti počeli da proizvode na hiljade predviđanja, teatralno objavljujući kad god je neko od njih tačno.

Ekspertska procena je obično deo pristupa predviđanja, ali joj nedostaje validacija, čak iako u nekom momentu neki menadžeri -"proroci" tačno izvrše predviđanje. Sistematski uspeh, međutim, izmiče čak i ekspertima, tako da niko ne može da predvidi koje će sledeće predviđanje biti uspešno.

Ekstrapolacija je dobra sve dok postoje te tendencije, ali to je samo po sebi neizvesno jer se različite ekstrapolacije koriste u različitim vremenskim momentima. Štaviše, predviđanja su najkorisnija kada predviđaju promene tendencija, što ekstrapolativni metodi verovatno propuštaju.

Predviđanje bazirano na vodećim indikatorima, zahteva stabilan odnos između varijabli koje "vode" i varijabli koje su "vođene". Kada su razlozi za vođenje jasni, kao kad nalozi prethode proizvodnji, onda indikatori mogu biti korisni, inače mogu pružiti obmanjujuće informacije. Čak i za tako očigledne vodeće indikatore, kao što su počeci stambene gradnje, statistika nije ohrabrujuća (jer odlaganja mogu da se skrate i prošire dramatično, u bumovima i krizama na tržištu stanova – ili zbog meteoroloških prilika).

Pregledi potrošača i preduzeća mogu biti informativni u vezi budućih događanja, ali se oslanjaju na planove koji se realizuju. Negativne promene poslovne klime mogu da indukuju radikalne promene planova, jer je jeftinije preraditi plan, nego stvarnost.

Modeli vremenskih serija koji opisuju istorijske šeme podataka, su popularni metodi predviđanja, i često su konkurentni u odnosu na ekonometrijske sisteme jednačina, ali kao i svi ostali metodi, fokusiraju se na merljivu neizvesnost.

Ekonometrijski sistemi jednačina su glavno sredstvo u ekonomskom predviđanju. Oni se sastoje od jednačina koje teže da modeliraju ponašanje observiranih grupa ekonomskih subjekata (potrošači, proizvođači, radnici, investitori, itd) pretpostavljajući znatan stepen racionalnosti, kasnije korigovan istorijskim iskustvom. Njihove jednačine se onda procenjuju iz dostupnih podataka, uglavnom agregatnih vremenskih serija. Može se smatrati da ovakvi modeli imaju tri komponente: deterministički termini koji se uvode da bi obuhvatili proseke i stabilan rast (ovde predstavljeni presecima i linearnim trendovima, koji uzimaju vrednosti 1,1,1,...; odnosno 1,2,3,...) i čije buduće vrednosti su poznate; observirane stohastičke varijable sa nepoznatim budućim vrednostima (kao što su rashodi potrošača, cene itd); i neobservirane greške, čije su sve vrednosti (prošle, sadašnje i buduće) nepoznate (iako se možda mogu proceniti u kontekstu nekog modela). Odnosi između bilo koje od ove tri komponente bi se mogli neadekvatno formulirati, netačno proceniti ili promeniti na neanticipirani način. Svaki od rezultirajućih tipova grešaka, bi mogao da indukuje lošu performansu predviđanja, ili zbog netačnog (t.j. pristrasnog) ili zbog nepreciznog (t.j. sa visokom varijansom) predviđanja. Međutim, dešava se da sistematski neuspeh predviđanja najverovatnije zavisi od ponašanja determinističkih fenomena, a

naročito od neanticipiranih promena njihovih vrednosti. Ovakve determinističke promene, mogu odražavati promene na nekom drugom mestu u privredi, interagujući sa nepotpunim ili netačnim specifikacijama modela.

Prednost koju imaju ekonomisti kada koriste formalne ekonometrijske sisteme nacionalnih privreda, je konsolidovanje postojećeg empirijskog i teorijskog znanja o tome kako privrede funkcionišu, obezbeđenje okvira za strategiju progresivnog istraživanja koja tokom vremena dovodi do povećanog razumevanja, pomaganje u objašnjenju sopstvenih neuspeha, kao i pružanje saveta u vezi politike i predviđanja. Ekonometrijski i modeli vremenske serije, su primarni metodi predviđanja u ekonomiji, ali procena, indikatori i nagađanja mogu da modifikuju rezultirajuća predviđanja.

Jedan od glavnih problema sa predviđanjem u ekonomiji je to što privrede evoluiraju tokom vremena, i podložne su naizmeničnim i ponekad velikim, neanticipiranim šokovima. Ekonomska evolucija ima svoje izvore u naučnim otkrićima i inovacijama, koje dovode do tehničkog progressa a koji se otelotvoruje kroz fizički i ljudski kapital, i postaje pokretač održivog rasta realnog autputa. Pored toga, strukturalni proboji mogu biti ubrzani promenama legislative, naglim promenama ekonomske politike ili političkim nemirima (tipičan primer proboja je porast cena goriva u '70-im god. XX veka). Nekadašnji stabilni odnosi između ekonomskih varijabli su podložni promeni, i ako se u to vreme koriste za predviđanje, mogu rezultirati velikim i trajnim greškama predviđanja.

Štaviše, empirijski ekonometrijski modeli koji se koriste za razumevanje i predviđanje procesa, koji su često komplikovani kao što su nacionalne privrede, su daleko od savršene prezentacije ponašanja. Predviđači samo mogu biti blede svesni promena koje su u toku, i čak i kada se dešavanja mogu predočiti, mogu otkriti da je teško kvantifikovati njihove verovatne uticaje. Ove teškoće utiču na to da je ekonomsko predviđanje skopčano sa problemima, a u praksi, neuspeh predviđanja – znatno pogoršanje performanse predviđanja u odnosu na anticipirani ishod - je uobičajeno.

4.2 Potencijalna rešenja i perspektive ekonomskog predviđanja

Kompleksnost okruženja i visok stepen neizvesnosti s kojima se suočava savremeni menadžer, realno inhibiraju njegova nastojanja da ostvari željeni ekonomski cilj. Uopšte, ako su prethodno navedene osobenosti aktuelna šema po kojoj je uređena ekonomska stvarnost, prirodan zaključak bi bio da je dobro poznavanje problema, prividno identičnih *in abstracto*, potreban i dovoljan razlog da naponi istraživača budu usmereni na iznalaženje metodološkog inženjeringa predviđanja primenljivog na sve slučajeve. S druge strane, moramo imati na umu da je svaki slučaj za sebe, jedinstveni sticaj

jedinstvenih okolnosti i konstelacije determinišućih ekonomskih snaga i uticaja, neponovljivi događaj koji se ne može anticipirati a da naše delovanje koje nužno proizilazi iz izvesnosti o očekivanom ne indukuje neretko i neočekivane posledice. Prirodna težnja ka anticipaciji budućih događaja, civilizacijskim razvojem podignuta na kvalitativno viši nivo, dobija sasvim novu dimenziju: mi tragamo za načinom da unapredimo i sam proces ekonomskog predviđanja.

Predviđanje je rezultat određenog lanca kognitivnih aktivnosti, čije je rešenje već verifikovano ili dokazano znanje. Ovo su polazišta predviđanja. Generalno, postoje logički odnosi između polazišta i rezultata predviđanja, ali oni takođe mogu biti i intuitivni. Predviđanje kao celina, je verodostojno, ako su verodostojni i njegovi delovi (polazišta, procedure, rezultati).

Da bi mogli da predvidimo nešto što će se desiti u budućnosti ili će biti otkriveno, moramo uglavnom početi od poslednjeg ili tekućeg znanja. Međutim, poznavanje činjenica o sadašnjosti, ne stvara dovoljan uslov za predviđanje. Zajedno sa činjenicama, neophodno je znati i razvojne tendencije predviđenih događanja i procesa ili njihove zakone.

Predviđanje pretpostavlja poznavanje polazišta dva tipa:

- 1) Činjenice koje opisuju stvarnu situaciju;
- 2) Zakoni, teorije i tendencije koje odražavaju karakteristike razvoja.

Mnoge ekonomske i finansijske vremenske serije poseduju mnoge specijalne karakteristike, uključujući u različitim kombinacijama: sezonalnost, fluktuacije poslovnog ciklusa, rast trenda, sukcesivnu zavisnost i promenljivu varijabilnost. Opštije rečeno, podaci u ekonomiji su često nestacionarni, odnosno imaju promenljive sredine i varijanse tokom vremena. Ove specijalne odlike podataka su potencijalno važne iz mnogo razloga. Neuzimanje u obzir ovakvih specifičnih karakteristika (recimo sezonalnosti), može rezultirati u inferiornim predviđanjima određenih aspekata koji nas interesuju (recimo trenda), naročito ako su ove karakteristike inherentno međupovezane. S druge strane, određene karakteristike same mogu biti fokus pažnje, pri sprovođenju predviđanja. Možemo želiti da predvidimo karakteristiku poslovnog ciklusa, kao što je sledeća recesija, i da budemo nezainteresovani za nivo, ili stopu rasta serije. Iz oba ova razloga, razvijeni su modeli koji pokušavaju da obuhvate specijalne karakteristike, a predloženi su i različiti pristupi.

Pošto se nestacionarnost može modelirati, ili sistematski inkorporirati u metod predviđanja, promena sredina i varijansi tokom vremena, nije problematična. Međutim, neki drugi, nepoznati izvori

promena nisu još uvek stigli do modeliranja: ono "što ne znamo da ne znamo" jednostavno se ne može uključiti u neki model.

Sezonalnost je važna karakteristika mnogih ekonomskih i finansijskih vremenskih serija. Tradicionalno, sezonalnost se često posmatra kao suštinski fiksna tokom vremena, i kao neprijatnost koja maskira postojeća kretanja u originalnim serijama. Istraživači zainteresovani za dugoročne odlike ekonomskih vremenskih serija, su smatrali opravdanim analiziranje sezonski usklađenih podataka, tako da je u skorije vreme bilo prilično interesovanja za modele vremenskih serija, koji su sposobni da obuhvate uočene asimetrije u fazama fluktuacija aktivnosti poslovnog ciklusa.

Ovo je oblast tekuće intenzivne istraživačke aktivnosti koja je pokazala da mnoge finansijske vremenske serije, poseduju određen broj specifičnih odlika, kao na primer da promene cene (ili prinosa) mogu biti u velikoj nekorelaciji, ali da se uslovne varijanse promene cena, mogu predvideti. Može se očekivati da će buduća dešavanja u ekonometrijskoj analizi finansijskih vremenskih serija nastaviti da koriste eksploziju kompjuterske moći u poslednjoj deceniji, fokusirajući se na nelinearne modele i kompjuterske tehnike evaluacije.

Stoga, uprkos brojnim problemima i teškoćama, postoje načini da se izbegnu sistematski neuspesi predviđanja u privredama, koje su podložne iznenadnim neanticipiranim velikim promenama. Kada su šokovi neanticipirani, gotovo je nemoguće pronaći načine da se izbegnu velike greške u predviđanju, koje je objavljeno pre nego što su se ti šokovi desili. Umesto toga, ako je poznata nesposobnost da se predvidi šok, potrebna je adaptacija, kada se šok desi, da bi se izbegao niz loših predviđanja. Neki modeli se adaptiraju brže od drugih. Takođe su uloženi napor u proučavanje signala ranog upozorenja. Ovakvi metodi anticipiraju promenu, uočavanjem te iste promene drugde u vodećim regionima, ili uočavanjem visoke frekvencije (kao što su sedmični podaci, kada je uobičajena frekvencija kvartalna). Međutim, logički problemi počinju da se javljaju u društvenoj nauci. Prvo, recimo da je MMF mogao da predvidi početak valutnih kriza, onda bi usledila akcija koja bi sprečila da se predviđeni ishod materijalizuje. Drugo, recimo da ste mogli da predvidite krizu, i da ste to tajili – pored toga što vam mala grupa finansijskih poverilaca veruje - onda ste mogli da stvorite novčanu mašinu: vaše akcije bi mogle da promene ishod, u odnosu na ono što je originalno predviđano, ali bi podjednako indukovali samoispunjavajuće proročanstvo, svojevrsnu Edipovu posledicu, stvarajući krizu tamo, gde se inače ne bi desila. Znači, postoje limiti onoga za šta se nadamo da možemo predvideti.

Efektivnost predviđanja je odnos između koristi i troškova njenog stvaranja. Efekti se mogu izraziti kao uticaj rezultata aktivnosti predviđanja, u njegovoj primeni. Oni se mogu pratiti iz funkcije predviđanja (informaciona, analitička, sintetička...). Troškovi nastaju u pojedinačnim fazama aktivnosti

predviđanja (analiza, stvaranje, stavljanje u praksu...). Efekti predviđanja se evaluiraju na bazi procene karakteristika njihovih informativnih vrednosti (pouzdanost, tačnost, potpunost...). Vrednost predviđanja za korisnike se sastoji od informativnih sadržaja (Zašto? Kako? Šta?) i naučnog (objašnjavanje buduće realnosti) sadržaja. Da bi moglo da se ostvari ovakvo stanje, neophodno je poznavati potrebe korisnika predviđanja – identifikovati dijagnozu korisnika i preporučiti proceduru za stvaranje predviđanja. U fazi analize tj. pred-predviđanja, identifikacije strategije korisnika i stvaranja organizacionog modela, mogu se uneti sopstvene procedure pripreme predviđanja.

Analiza tj. pred-predviđanje treba da:

- Identifikuje strategiju ponašanja korisnika,
- Identifikuje gde se u petlji učenja, nalaze neizvesnosti za korisnika (gde nedostaju informacije?),
- Identifikuje šta će biti fokus analiza predviđanja.

Da bi se identifikovala strategija ponašanja korisnika, potrebno je:

- Definisati ciljeve i njihov odnos,
- Determinisati kriterijume za evaluaciju ciljeva,
- Proceniti pojedinačne ciljeve u strategiji ponašanja,
- Predstaviti strategiju, korišćenjem modela.

Organizacioni model potencijalnog korisnika, identifikacija njegovih ciljeva, pretpostavlja poznavanje njegovog ponašanja, specifikaciju objektivne funkcije. Model institucionalne realnosti (t.j. analiza ciljeva) nastaje proučavanjem planova, programa, koncepata, namera, kompetenci, misija,...i njihovog odnosa. Ekonomsko predviđanje često uključuje odluke koje imaju dugoročne posledice. Pored toga, ova predviđanja će verovatno biti podložna oštrim pristrasnostima, u zavisnosti od nečije perspektive. Da bi se bavili ovim pitanjima, sugerišemo četiri principa:

- Koristiti relevantne informacije,
- Osigurati da su informacije i procedure, objektivne,
- Strukturirati inpute za proceduru predviđanja,
- Koristiti metode koji nisu kompleksniji, no što je potrebno.

Relevantne informacije. Malo je ljudi koji bi tvrdili da raspolaganje većom količinom informacija nije korisno, ali u nekim situacijama, više informacija ne popravljaju tačnost predviđanja. Ako su dodatne informacije irelevantne, to će redukovati tačnost predviđanja. Npr. u mnogim profesijama visina ljudi nije važna za performansu na poslu; međutim visina igra određenu ulogu u razgovorima za posao, kada ljudi vrše predviđanja sposobnosti kandidata da obavlja neki posao. Opasnost od korišćenja irelevantnih informacija je naročito ozbiljna, kada se koriste procenjivačke procedure. Saznanje da neki poznat ekonomista ima jak stav o nekom ekonomskom pitanju, može da umanjiti nečiju sposobnost donošenja dobre procene u vezi tog pitanja: više je nego verovatno da nečiji status renomiranog stručnjaka nema ništa sa donošenjem procene. Takođe, više informacija verovatno neće poboljšati tačnost predviđanja, ako se one koriste na nestrukturiran način²⁵.

Objektivne informacije i procedure. Pre nego što se počne sa prikupljanjem podataka i analizom, donosioci odluka treba da se slože oko toga koje informacije su relevantne i kako ih treba analizirati. Ove odluke treba da donose ljudi koji nisu pristrasni prema nekom određenom stanovištu, bar tako da neće imati neku ličnu korist od toga. Ovde bi bilo razumno osloniti se na one sa ekspertizom u metodima predviđanja. Da bi se izbegla pristrasnost kod prikupljanja podataka, treba tražiti alternativne izvore podataka. Brenner i dr., su zaključili da su subjekti koji primaju pristrasne podatke, manje tačni u svojim predikcijama, ali poverljiviji, čak i kada je očigledno da su podaci pristrasni i nepotpuni.²⁶

Strukturirani inputi. Predviđanja se mogu poboljšati strukturiranjem problema, da bi se efikasno upotrebile dostupne informacije. Jedno od najkorisnijih sredstava za strukturiranje problema predviđanja je dekompozicija. Najsigurniji način dekomponovanja problema, je njegovo razlaganje na aditivne elemente. Stanovništvo se često dekomponuje da bi se predvidela rođenja, smrti, imigracija, i emigracija: ova odvojena predviđanja se onda sabiraju, da bi se formiralo kompozitno predviđanje stanovništva. Alternativno, ponekad je korisna multiplikativna dekompozicija. Ali multiplikativna dekompozicija može biti rizična, jer se greške u svakom elementu množe sa greškama u svim ostalim elementima. MacGregor²⁷ je sumirao istraživanja o ovoj temi i zaključio da multiplikativna dekompozicija poboljšava tačnost kada je neizvesnost visoka, i kada su uključeni ekstremni brojevi

²⁵ Armstrong, J.S., Long – Range Forecasting, 1985, 2nd ed. Wiley&Sons, pp.100-102.

²⁶ Brenner, L.A., Koehler, D.J. and Tverski, A., On the evaluation of one-sided evidence, 1996, Journal of Behavioral Decision Making 9, pp. 59-70.

²⁷ MacGregor, D.G., Decomposition for judgmental forecasting and estimation, 2001, in: Armstrong, J.S.(ed), Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners, Norwell, MA:Kluwer Academic Publishers.

(veliki ili mali). Obično, problemi se mogu dekomponovati, da bi se izbeglo predviđanje ekstremnih brojeva. Međutim, multiplikativna dekompozicija, je ponekad štetna, kada brojevi nisu veliki, kao ni neizvesnost.

Jednostavni metodi. Jedno od interesantnijih otkrića iz empirijskog istraživanja u vezi predviđanja, je to da relativno jednostavni metodi daju predviđanja koja su tačna koliko i predviđanja dobijena pomoću kompleksnih metoda. Sledi, konsekvntno, da metodi predviđanja ne treba da budu kompleksniji nego što je to neophodno. Ovaj zaključak pokriva širok opseg uslova. Jednostavni metodi redukuju troškove i pomažu razumevanju između predviđača i donosioca odluka. Oni takođe redukuju verovatnoću pravljenja grešaka. Međutim greške se javljaju, čak i kod relativno jednostavnih metoda, kao što je eksponencijalno usklađivanje. Gardner²⁸ je naveo 23 knjige i članka, koji sadrže greške u formulisanju modela za eksponencijalno usklađivanje. Što je neki proces kompleksniji, to je verovatnije da će se potkrasti greška i ostati neotkrivena. Upotreba jednostavnih metoda treba da je dobrodošla kod donosioca odluka. Yokum i Armstrong-ov²⁹ pregled predviđača, je zaključio da je lakoća razumevanja, implementacije i upotrebe, skoro isto toliko važna kao i tačnost, kada se biraju metodi predviđanja. Način da se izbegne nametanje nečije pristrasnosti, je da se traže predviđanja koje daju nezavisne treće strane. Ova procedura bi takođe mogla da smanji troškove predviđanja. Pre upotrebe objavljenog predviđanja, potrebno je znati detalje o izvoru tog predviđanja, zajedno sa metodima i podacima, koji su korišćeni. Nažalost, ovi detalji se često izostavljaju.

Već je istaknuto da su greške i nepreciznosti inherentni procesu predviđanja, pa se postavlja pitanje da li je predviđanje i u kojoj meri korisno? Imajući u vidu da sva preduzeća funkcionišu u atmosferi neizvesnosti i da se uprkos tome odluke moraju donositi, što utiče na budućnost, predviđanje je neophodno. Šta više, pošto se i okruženje u kojem posluju organizacije uvek menja, predviđanja su uvek neophodna. Poslednjih godina, međutim, predviđanja se sve više oslanjaju na metode koje uključuju sofisticirane tehnike manipulisanja podacima. To ne znači da su intuitivne tehnike predviđanja loše: često je ovakav način predviđanja jedini moguć, posebno u situacijama kada je neophodno brzo reagovanje. Organizacije koje u uslovima rastuće kompleksnosti i konkurentnosti ne mogu da brzo reaguju na promenljive uslove i ne mogu da sa izvesnom preciznošću predvide budućnost, osuđene su na propast. Prema tome, predviđanja su potrebna skoro svakoj organizaciji, velikoj ili maloj, javnoj ili privatnoj. Svaka od njih koristi predviđanje ili eksplicitno ili implicitno, jer

²⁸ Gardner, E.S., The strange case of the lagging forecasts, 1984, Interfaces 14, pp.47-50.

²⁹ Yokum, J.T. and Armstrong, J.S., Beyond accuracy: Comparison of criteria used to select forecasting methods, 1995, International Journal of forecasting 11, pp.591-597.

gotovo svaka od njih ima kao imperativ ispunjenje budućih uslova o kojima ima nepotpuno znanje. Moderni načini predviđanja uz široku upotrebu kompjutera, postali su neophodni za funkcionisanje u savremenom okruženju.

Da bi simultano bili uspešni u predviđanju i što se tiče politike, ekonometrijski modeli će morati da imitiraju adaptibilnost najboljih sredstava za predviđanje, i da zadrže svoje osnove u ekonomskoj analizi. Uprkos lošem praćenju podataka do sada, i mnogim problemima sa kojima se suočavaju ekonomska predviđanja iz ekonometrijskih sistema, ovi modeli su sredstvo razumevanja, i učenja iz neuspeha, kao i konsolidovanja našeg sve većeg znanja o ekonomskom ponašanju. Štaviše, bliska interakcija između teorije i dokaza, je esencijalna za uspešnu ekonomsku nauku.

Posledično, ekonometrijski sistemi daju najbolju dugoročnu nadu za uspešno predviđanje, naročito ako se razviju pogodni metodi za poboljšanje njihove robustnosti za neanticipirane proboje (iskliznuća). Međutim, naše je verovanje da sposobnosti i zdrav razum menadžmenta moraju biti uključeni u proces predviđanja. Kvantitativne tehnike se moraju posmatrati isključivo kao sredstva koja u interakciji sa procenama menadžera treba da omoguće menadžmentu donošenje boljih odluka. Jedan realističniji stav, saznanje da nema univerzalnog recepta za predviđanje, da je svaki problem jedinstven za sebe, znatno mogu poboljšati korisnost predviđanja. Za očekivati je, da kao posledica boljeg razumevanja odlika modela i metoda ekonomskog predviđanja, u čemu je, nesumnjivo, ostvaren veliki progres, ekonomsko predviđanje sve više dobija na značaju, što je, uostalom, praksa i potvrdila krajem drugog milenijuma.

Određivanje verodostojnosti svakog rešenja ima različit karakter. Inicijalne činjenice potvrđuju svoju istinu u poređenju sa realnošću. Potvrđivanje verodostojnosti zakona, teorija i tendencija je komplikovanije, što dokazuju permanentne diskusije i polemike. Različite naučne discipline, imaju različite načine verifikovanja istine zakona. Najlakši odgovor na pitanje o istinitoj predikciji, je njeno poređenje sa datom realnošću. Odgovor je banalan i neprihvatljiv, jer ne možemo čekati da se budućnost desi, već je potrebno da imamo mogućnost da procenimo pouzdanost predikcije, pre toga.

II DEO

ANALITIČKI HIJERARHIJSKI PROCES

Uvod

Svakodnevno su menadžeri, inženjeri i naučnici najrazličitijih profila i orijentacija suočeni sa problemima koje karakteriše visok stepen kompleksnosti i dinamička konstelacija determinišućih faktora. U takvim uslovima, odlučivanje koncepcijski 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 može se formalizovati mada samo aproksimativno i kvantitativno obraditi posredstvom odgovarajućeg matematičkog modela. Pri tome, osnovna pretpostavka od koje se polazi u rešavanju sastoji se 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 i njegova optimizacija, 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 ukoliko 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.³⁰ Jasno je da je način strukturiranja vrlo restriktivan i u smislu relativno visokog stepena slobode koji istraživač ima u ispunjavanju navedenih uslova. Tome svakako treba dodati 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 njihovo tipiziranje: Ackoff ih jednostavno naziva problemima³¹, Rittel i

³⁰ Petrić, J., Operaciona istraživanja, Beograd, 1979, str.3.

³¹ 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, p.114, prema: Petrović S., Sistemsko mišljenje Sistemske metodologije, Ekonomski fakultet u Kragujevcu, Institut za ekonomska istraživanja, Kragujevac, 1998, str. 256.

Webber pripitomljenim problemima.³² Bilo kako, karakteristični su po tome što način na koji su definisani retko realno odražava stvarni problem, istraživač kontroliše okruženje i bira varijable koje će kontrolisati.

Sve do polovine sedamdesetih godina XX veka, svakako najznačajnije mesto u rešavanju strukturiranih problema pripadalo je tradicionalnim operacionim istraživanjima i matematičkom programiranju. Kao naučna disciplina utemeljena na sistemskom pristupu,³³ operaciona istraživanja su nastala iz namera i pokušaja da se rešavaju praktični problemi upravljanja u složenim sistemima koji su, po pravilu, uključivali tehniku i ljude. Iako je od samih početaka operacionih istraživanja smatrano da se jedino sveobuhvatnim, sistemskim sagledavanjem problema može doći do povoljnog rešenja, ipak je akcenat bio na rešavanju zadataka matematičkog programiranja koji nastaju u razvijenom modelu realnog sistema. Praktični problem i kvantitativan pristup su dva suštinska pojma u definisanju operacionih istraživanja. Operaciona istraživanja su oduvek imala zadatak da razviju prilaz za rešavanje praktičnih problema.³⁴ Kvantitativan pristup podrazumeva rad sa više ili manje sofisticiranim matematičkim modelima koji koriste apstraktne prezentacije realnog sveta tražeći tzv. optimalna rešenja. Praktični domeni operacionih istraživanja su, međutim, ostali ispod nivoa razvoja metodologije kvantitativnih pristupa. 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 bile karakteristika složenih sistema koji su predmet operacionih istraživanja. Realni problemi su uvek delimično ili slabo strukturirani, posebno kada se izučavaju sistemi koji uključuju ljudske aktivnosti. Slabo strukturirane probleme prate neodređenosti koje relativizuju granice pojma sistem: nisu jasno prepoznatljivi elementi sistema ni njihove međusobne relacije, postoji više od jednog cilja i složena interakcija sa okruženjem.

Ono što predstavlja zajedničku logičku strukturu realnih problema, da su rezultante delovanja brojnih i različitih faktora čiji se uticaj često ne može kvantifikovati, upućuje na zaključak da se tradicionalni pristup optimizaciji, neizostavno mora redefinisati na novim premisama. Tome u prilog ide i činjenica da apostrofirana logička struktura i semantički korespondira sa svim relevantnim odrednicama realnih problema (višeznačnost, kompleksnost, interaktivnost), kako u teleološkom tako i u epistemološkom smislu. Ona ukazuje na složenu konstelaciju različitih uticaja i interesa više entiteta

³² Rittel, H.W.J., and Webber, M.M., Dilemmas in a General Theory of Planning.

³³ Više o sistemskom pristupu pogledati u: Petrović, S., Sistemsko mišljenje, sistemske metodologije, 2006, Kragujevac.

³⁴ Vujošević, M., Sistemski pristupi slabo strukturiranim problemima – izazov operacionim istraživačima, SYMOPIS 94, Kotor, Zbornik radova, pp. 12-15.

(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.³⁵ 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 odluke sa više ciljeva, međusobno konfliktnih, u smislu da realizacija jednog i njegovo optimiziranje implicira potpunu ili delimičnu opstrukciju ostalih ciljeva. Iskustvo je pokazalo da klasični prilaz optimizaciji u svojoj strogoj primeni, nije u stanju da se efikasno suoči sa ovakvim tipom problema, čija priroda je takva da insistira na znatno aktivnijoj ulozi ljudi u postupku njihovog rešavanja nego što je to slučaj u tradicionalnim optimizacionim procedurama. Šta više, kontinuirana komunikacija na relaciji istraživač-donosilac odluka 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 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. 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 Ešbijeva sentenca da samo raznolikost može uništiti raznolikost,³⁶ upravo eklatantno odražava zahtev za primenom odgovarajuće metodologije. Rešavanje upravljačkih problema i njihova optimizacija, smatra se, moraju biti karakterisani visokom kompleksnošću samog pristupa. Uprkos svemu, teško se može povući stroga 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.

³⁵ Petrović, S., *Sistemska mišljenje, sistemske metodologije*, 2006, Kragujevac, p.282.

³⁶ Ashby, W.R., *An Introduction to Cybernetics*, Wiley and Sons, Inc., New York, 1966, p. 207.

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 formalizovati i kvantitativno obraditi da bi se dobio makar zadovoljavajući rezultat. Verovatno da u navedenom i treba tražiti razloge zašto se brojne optimizacione tehnike sve više okreću, reklo bi se kombinovanom pristupu za rešavanje, sa naglašenijom ulogom ljudskog faktora ne samo u fazi donošenja odluke, već i u fazi rešavanja problema ali sa zahtevom da se u samoj postavci 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.

1. Kompleksnost i hijerarhije kao prezentacije kompleksnosti

Glavna odlika okruženja našeg sveta, je sve veća kompleksnost i međusobna zavisnost njegovih delova. Problemi, bez obzira da li su socijalni, politički ili ekonomski, ne egzistiraju izolovano.

Oni se ne mogu izdvojiti iz celine, ne mogu sami sebe objasniti, niti skup objašnjenja može da objasni celinu. Može se postaviti pitanje da li ti problemi uopšte spadaju u specifičnu socijalnu, političku ili ekonomsku klasu. Sva, čak i ona veoma trivijalna pitanja u bilo kojoj od ovih sfera aktivnosti, su povezana sa odgovarajućim problemima u nekim drugim sferama. Našoj dilemi, pridodaje se i stalno promenljiva priroda ovih međuzavisnosti. Na tu međuzavisnost utiču promene populacije, resursa, politike, tehnologije i sl. Okruženje u kome se problemi javljaju, samo po sebi nije statički entitet. Ono je dinamično, uvek se menja, istražuje i manipuliše se njime. Okruženje se menja kako se menjaju njegovi problemi i njihova rešenja; ono se menja u fizičkom i konceptualnom prostoru, kako odnosi među delovima bivaju promenjeni tehnološkim napretkom, i filtrirani kroz veoma lične interpretativne strukture. Ono se takođe menja vremenom, kako na njega utiču događaji.

Kompleksnost sačinjavaju mnoge stvari koje deluju zajedno. Ovaj koncept se nalazi u srcu opšte teorije sistema. Naš konačan, delimično emocionalan, delimično logičan um, koji je naš prozor kroz koji vidimo svet, ima svoje sopstvene kompleksnosti. Ove interne kompleksnosti se same moraju shvatiti, jer je naša konstrukcija realnosti, relativna u odnosu na naše fizičko i bihevioralno okruženje. Ono što želimo je da zatvorimo ili makar umanjimo jaz između stvarnog i željenog, napredujući kroz niz naizmeničnih odluka i ocena, u vremenu i paralelno, komparirajući etapne rezultate dok se ne

ostvari cilj. Ono što nam treba su osetljivi načini da se izborimo sa svojim problemima, odnosno, pristupi koji olakšavaju korišćenje kreativnosti i iskustva u strukturiranju kompleksnih problema, i primeni njihovih rešenja u sistematskom i dostupnom okviru. Ono što možemo, već su i sami pokušaji da pronađemo 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.

1.1 Kompleksnost

Kompleksnost bi se mogla definisati kao veliki broj stvari koje ne interaguju na jednostavan način. Postoje mišljenja da kvantitet nije uslov kompleksnosti, jer i jedna jedina stvar, kao što je čvor na konopcu, može sama po sebi da bude kompleksna. Međutim, moramo napraviti razliku između kompleksnog i teškog. Čvor ima jedno rešenje, koje može biti teško, ali čija svrha je jasna: da se odveže konopac. Kompleksni problem obično ima mnogo mogućih rešenja, i ta rešenja mogu imati puno svrha. Dizajn ili modifikacija jednog integrisanog transportnog sistema, će zahtevati razmatranje vazduhoplovnih, kopnenih i verovatno vodenih kapaciteta. Cilj bi bilo razvijanje i održavanje odgovarajućeg miksa ovih kapaciteta, koji bi se nadopunjavali. Bilo bi nekoliko, možda i mnogo ovakvih mikseva, od kojih bi svaki mogao efektivno da reši problem. Kompleksnost je interakcija, i što je još važnije, međusobna zavisnost, t.j., ponašanje jednog ili nekoliko elemenata utiče na ponašanje ostalih elemenata. Privreda zavisi od energije i drugih resursa, raspoloživost energije zavisi od politike, politika zavisi od moći, a moć zavisi od vojne snage i ekonomske stabilnosti. Primećujemo da su ove međusobne zavisnosti uzajamne: politika zavisi od privrede, ali i privreda zavisi od politike. Ono što rezultira je kompleksna mreža simetričnih odnosa sa varirajućim intenzitetom.

Kroz diferencijaciju, stepen ekskluzivnosti elemenata postaje očigledan u kompleksnom okviru, u kom se javljaju. *Pod diferencijacijom podrazumevamo da su socijalne i/ili funkcionalne uloge interaktivnih elemenata, jasno različite.* Kompleksnost ne zavisi samo od međusobne zavisnosti, već i od broja komponentni koje interaguju. Stoga, okvir za rešavanje kompleksnosti zavisi od novih osobina dobijenih iz sinergije interakcije međusobno zavisnih delova. Ovakve osobine nisu u delovima i često se mogu pripisati novim elementima ili klasterima koji su rezultat interakcija postojećih elemenata.

Naša interpretacija i razumevanje kompleksnosti, zavisi od naše kulture, jezika, prethodnog iskustva, profesionalne obuke i logike koju koristimo da sastavimo delove slagalice. Ova subjektivnost predstavlja dilemu višeg reda, koja negira svaku latentnu sumnju da postoji objektivna interpretacija

realnosti koja prevazilazi naša čula i kogniciju. Izgleda da je, u tom smislu, jedino rešenje da se snađemo sa onim što imamo, na jedini način koji znamo, određujući svoje prioritete i ispunjavajući ih najbolje što možemo. Ljudi (zvani akteri) koji odlučuju koju akciju preduzeti za rešenje kompleksnih problema, i oni na koje ta odluka utiče (tzv.stejkholderi), obično imaju različite interese i konfliktne ciljeve. Može se desiti da ne postoji konsenzus (u okviru ove dve grupe ili između njih) o željenim ciljevima ili o strategijama za njihovo ostvarenje. Stoga, izbor ciljeva i izbor sredstava za ostvarenje tih ciljeva, zahtevaju debatu i kompromis. Učesnici mogu da pristupe procesu odlučivanja sa različitim pretpostavkama o ograničenjima u okruženju i internim ograničenjima samog sistema. Ove pretpostavke oblikuju njihovu percepciju, determinišu njihove definicije problema i uslovljavaju njihovu reakciju. Zato što konfliktni ciljevi rezultiraju iz alternativnih procena, a procene su opterećene vrednošću, moramo pokušati da izvučemo na površinu, i ispitamo vrednosti i specijalne interese u problemima kompleksnog odlučivanja.

Još jedna teškoća pri razumevanju kompleksnosti je povezanost mnogih problema u tzv. problematiku. Rešenje skupa kao celine, se ne može izvesti prostim deljenjem na male probleme, njihovim rešavanjem i sintezom opšteg rešenja na veći problem. Kompleksni problemi nikada ne postoje izolovano i retko ih karakterišu kauzalni odnosi jednog smera. Umesto toga, kompleksnost povezuje probleme i formira šemu zajedničke interakcije i višestruke kauzalnosti. Tačna priroda šeme može biti nejasna. Vrlo često, otkrivamo da su problemi povezani nakon što implementiramo rešenja, što stvara probleme drugog reda.

Privreda predstavlja tipičan primer kompleksnosti. Često prisutna nemogućnost da tačno predvidimo fluktuacije u privredi, sugerise da kompleksnost, inherentna u socio-ekonomskom ponašanju, može da pređe granice naših intelektualnih sposobnosti. Čak i uz korišćenje sofisticiranih ekonomskih teorija i modela, otkrivamo da nismo sposobni da se nosimo sa kompleksnom mrežom međudnosa. Imamo teškoće u predviđanju kratkoročnog, godišnjeg ili čak mesečnog stanja privrede. Dugoročna predviđanja od nekoliko ili više godina, liče na nešto više od obrazovanog nagađanja. Simptomi se javljaju u jednom sektoru privrede, kao rezultat događaja u nekom drugom sektoru. Npr., produktivnost je povezana sa kapitalnim investicijama, koje su dalje povezane sa kamatnim stopama, kreditnom politikom i poreskim olakšicama. Stanje privrede je takođe povezano sa šemama mobilnosti radne snage, što je dalje u vezi sa mnogim lokalnim i regionalnim temama, kao što su prilike za zaposlenje, troškovi života, i opšti kvalitet života. Na kraju, stanje privrede, je u velikoj meri, determinisano neopipljivim stvarima, kao što je poverenje u politiku izabranih lidera. Ako postoji rašireno poverenje u ekonomsku politiku koju formulišu vladini lideri, onda ekonomski rast, zapravo

postaje izvestan. Takođe važi i obratno. Ova ekonomska vitalnost može biti koliko stanje uma, toliko i stanje bića.

Cirkularne šeme privrede i njenih subjektivnih neopipljivih elemenata, otežavaju identifikovanje tačaka intervencije, koje nude potencijal za proizvodnju željenih efekata. Jasno je da sada preduzete akcije, neće proizvesti brze rezultate; a rezultati koji se na kraju dobiju, mogu biti manifestacija mnogih interventnih sila, koje nije lako izolovati, niti jasno razumeti danas. Kompleksnost i međuzavisnost, igraju važnu ulogu u svim navedenim slučajevima. Rešavanje ovih problema zahteva pristup koji nam omogućava upotrebu niza relevantnih informacija, uključujući i hard podatke, kao što su informacije koje se mogu kvantifikovati, i soft podatke, koji se izvode iz intuicije, iskustva, vrednosti, procena i imaginativnog nagađanja. Na ovaj način, možemo proširiti svoju analizu, tako da ona uključi moguće ishode, koji inače mogu promaći. Naša konceptualizacija znanja treba da uključi subjektivne opservacije i interpretacije kao i objektivnu procenu realnosti. Ovo delimično zato, jer postoji i znanje koje nije izvedeno iz ponovljenih eksperimentisanja i naučnih dokaza. Što se tiče sistema koji dotiču naše živote, kao što je zajednica u kojoj živimo ili organizacije u kojima radimo, mi poznajemo i stvari u vezi fenomena, koje nikad nismo rigorozno analizirali, i izvlačimo zaključke, koje nikad nismo naučno dokazali. U svakom slučaju, možda neće uvek biti moguće definisati najobjektivniji pristup.

Na kraju, vidimo nove intepretacije velikog dela našeg bazičnog znanja, kako nove informacije postaju dostupne. Klasična fizika više ne uživa status koji je razvila u toku dva veka, i čak i teorija relativiteta može biti revizirana, usled novih otkrića. Naučnom znanju je inherentna autokorektivnost, stanje kontinuirane revolucije, jer se stare teorije zamenjuju ili znatno modifikuju. Objektivnost je relativna u odnosu na stepen znanja koje posedujemo. Sledi da je naše viđenje realnog sveta još uvek uveliko stvar kulturalnog razumevanja i interpretacije. U skorije vreme, naučnici uče da uzimaju za ozbiljno procese kognicije, koji odstupaju od normi klasičnog naučnog metoda. Na drugoj strani su oni koji bi odbacili kao lično mišljenje i one tvrdnje koje nisu izvedene iz naučnog procesa koji uključuje pravila i procedure.

Činjenica je da naučni metodi nisu uvek dobro adaptirani za ljudske aktivnosti. Operaciona istraživanja i Nauka o menadžmentu, su razvili niz modela i tehnika za mehanicističko izlaženje na kraj sa kompleksnošću. Njihov najveći neuspeh je ljudska oblast učenja i adaptibilnosti, politika i razrešenje konflikata. Rešavanje klasičnog problema, zahteva da se taj problem reši unapred, ili još bolje, da se spreči njegova pojava. Kao rezultat toga, simuliraju se podaci za upotrebu u modelu, pre no što se problem pojavi. Ali nijedan problem se ne pojavljuje baš onda kada ljudi smatraju da će se javiti. Ovo naročito važi za konflikte. Možemo pokušati da sprečimo pojavu konflikta, ali kad se oni jednom jave,

potrebna je drugačija procedura da bi se oni zaustavili. Realna situacija je da se problemi rešavaju, kada se jave, i što problem duže traje, to je potrebno duže da bi se on rešio u procesu. U tom slučaju, dobijene informacije imaju veću vrednost dajući bolju predstavu o tome koja vrsta novih informacija može biti potrebna.

Ipak, postoje kompleksni problemi, čije rešavanje je previše skupo ili je praktično nemoguće. Za ovakve probleme može biti jeftinije i poželjnije, da se redizajnira sistem, u kom se ti problemi javljaju. Da bi se ovo učinilo, potrebna je velika investicija intelektualnih i materijalnih resursa i politička sposobnost da se ljudi ubede da prihvate promenu. Sistemski pristup bi bio bolje prilagođen za rešavanje problema, kad 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.

1.2 Hijerarhije kao prezentacije kompleksnosti

Kompleksnost se, kao što je poznato, 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, koji se kombinuju da bi se uticalo na verovatnoću ili nemogućnost odabira alternativnog ishoda, koji svima odgovara, uz određeni stepen kompromisa. Da bismo izišli na kraj sa kompleksnošću, potrebno je da imamo organizovan okvir koji predstavlja aktere, njihove ciljeve, kriterijume i politike kojima ti ciljevi upravljaju, alternativne ishode i resurse, da bi se te alternative locirale. Korišćenje hijerarhija kao prezentacija kompleksnosti, često je efektivan način da se reši kompleksnost.

Postoji nekoliko vrsta hijerarhija. Najjednostavnije su hijerarhije dominacije, koje imaju oblik obrnutog drveta, gde se šef nalazi na vrhu, a slede sukcesivni nivoi šefovanja. Holarhije su u suštini hijerarhije dominacije sa povratnom spregom. Hijerarhije-kineska kutija (ili modularne) povećavaju svoju veličinu od najjednostavnijih elemenata ili komponenti (unutrašnje kutije) ka sve većim agregatima (spoljašnje kutije). Koncentrisaćemo svoju pažnju na hijerarhije dominacije, čija je teorija generalizovana na ostale hijerarhijske forme.

Kaže se da je hijerarhija potpuna, kada svaki elemenat datog nivoa, funkcioniše kao kriterijum za sve elemente nivoa ispod, u protivnom je nepotpuna.

Opšti cilj ili fokus problema, kao što je izbor najboljeg auta, dizajniranje najboljeg sistema, alociranje resursa prema važnosti, je obično vršni (top) nivo hijerarhije, koji se zove cilj ili fokus. U

predviđanju, ovaj nivo može da se sastoji od horizonata (nekoliko vremenskih intervala, recimo 3 ili 5 godina). Nakon fokusa, dolazi nivo najvažnijih kriterijuma, kao što su cena, stil, komfor i veličina auta; ili u predviđanju, profitabilnost, investicije, konkurencija itd. Svaki kriterijum se može podeliti na podkriterijume. Posle njih dolazi nivo alternativa, kojih može biti veoma mnogo.

U određenim hijerarhijama, nivo aktera se može uključiti ispod nivoa opštih kriterijuma (ponekad ovaj nivo kriterijuma može biti potpuno odsutan), da bi se determinisalo koji akter ima najveći uticaj na ishod. Posle ovoga ide nivo ciljeva aktera, za svakog aktera, pa zatim nivo politika aktera na osnovu ciljeva svakog aktera, a sledi nivo alternativnih ishoda.

U principu, dekompozicija problema (ili fokus) u hijerarhiju, prati sled misli pojedinaca. Kako da znamo da smo odabrali pravi fokus ili cilj, prave kriterijume i uključili adekvatne aktere, itd? Možemo li pratiti metod, koji nam pomaže da tačno identifikujemo problem, odaberemo ciljeve za njihovo rešavanje, i dalje strukturiramo hijerarhiju? Bilo kako, hijerarhijska prezentacije nije jedinstvena, već na krajnji rezultat utiče usvojena hijerarhijska struktura.

1.3 Strukturiranje hijerarhije

Prvi korak u strukturiranju hijerarhije problema bio bi definisanje opšteg cilja tj. problema koji pokušavamo da rešimo. Cilj treba da odražava pretpostavke u pogledu uzroka problema a ne samo njegove manifestacije (npr. nizak moral zaposlenih kao uzrok niske produktivnosti). Niska produktivnost nije problem, već njegova manifestacija. Sledeći korak je identifikacija pretpostavki, eksplicitnih i implicitnih, koje su reflektovane u našoj definiciji problema. Ukoliko ove pretpostavke nisu validne, potrebno je formulisati nove ciljeve. Pri tome, veoma je vazno uočiti sopstvene pristrasnosti i predrasude koje bi mogle uticati na definiciju problema. Čak i trivijalan problem kao što je kupovina auta, može imati uticaja na više zainteresovanih aktera i dobro je znati ko su oni i kako definišu problem i ako postoji mogućnost, poželjno bi bilo da učestvuju u konstrukciji hijerarhije. Moguće je da postoje druge definicije problema, vitalnije od one koju smo postavili, pa je to činjenica koju bi trebalo uzeti u obzir. Nijedan problem se ne može posmatrati izolovano od drugih problema u nekom opštem cilju, pri čemu analitički okvir mora biti elastičan i prilagodljiv problemu.

Svi aspekti problema moraju biti razmotreni, kriterijumi za analizu organizovani u hijerarhiju, na način da su relevantni faktori grupisani u uporedive klase kojima je dodeljen odgovarajući pozitivan ili negativan smer. Važno je za donosioca odluke saznanje da je sposoban da odgovori na pitanja o

važnosti elemenata u posmatranom nivou, u odnosu na elemente višeg nivoa kao i da je u stanju da formuliše pitanja na koja će odgovarati na svakom nivou.

U vreme kada nije bilo dovoljno empirijskih rezultata, ljudi su razmišljali o svom problemu izlistavajući sve ideje za koje su smatrali da su relevantne i onda ih grupisali u klustere sličnih stvari, a zatim ih aranžirali u nivoe prednosti, da bi utvrdili odnose između onoga što je važnije, onoga što je manje važno i onoga što je još manje važno. Tako su započeli rani primeri hijerarhije, i tako su nastale dve različite klase hijerarhija: hijerarhija unapred, strukturirana za projektovanje onoga što je verovatno i hijerarhija unazad, za determinisanje onoga što je željeno i za njegovo ostvarenje. Kombinovanjem ove dve hijerarhije, razvijena je kontrolna ili hijerarhija planiranja.

Postoje dva opšta tipa hijerarhija dominacije, koja se sreću u praksi:

1. Proces hijerarhije unapred, koji projektuje sadašnje stanje problema, u verovatnu ili logičnu budućnost (ili posledicu), i
2. Proces hijerarhije unazad, koji determiniše kontrolne politike, da bi pomogao u ostvarenju željene budućnosti (ili posledice).

Oba ova tipa hijerarhija, se koriste u procesu planiranja. Planiranje je iterativan proces, koji kombinuje procese unazad i unapred, da bi stvorio konvergenciju verovatnog ka željenom.

Nivoi hijerarhije unapred, koji se javljaju u opadajućem nizu, u najopštijoj formi (u praksi određene hijerarhije su mnogo jednostavnije) su makroekološka ograničenja, društvena i politička ograničenja, sile, ciljevi, akteri, ciljevi aktera, politike aktera, scenarija kontrasta i kompozitni scenario.

Nivoi tipa hijerarhije unazad, su: anticipatorna scenarija, problemi i mogućnosti, akteri i koalicije, ciljevi aktera, politike aktera i određene kontrolne politike, da bi se uticalo na ishod.

Kao i u procesu hijerarhije unapred, neki nivoi se mogu eliminisati, zbog određenih problema. Primećujemo da se struktura hijerarhije može promeniti, da bi uzela u obzir anomalije izbora. Ovde je data situacija koja se predstavlja u problemima izbora. Na primer, ako se A preferira u odnosu na B, uvođenjem više primeraka A, postavlja se pitanje da li se i dalje preferira A, ili se, sada, zbog većeg broja A preferira B? Sa jedne strane, A može biti čak još atraktivnije od B– što više to bolje. Sa druge strane, dodavanje A, može da promeni preference – kad imate nečega previše, nikad ga mnogo ne želite. Pitanje je kako se može razviti teorijski pristup, tako da on može da dovede do oba ishoda, prema tome koji od njih je poželjan? Očigledno je da je svesnost u vezi problema, u glavi korisnika. Matematički pristup ne može sam po sebi, da automatski načini tu distinkciju. Potrebno je da

prezentujemo svoja skrivena očekivanja, u formi kriterijuma u hijerarhiji. U ovom smislu treba pomenuti još dve ideje. Prva je da kriterijum višeg prioriteta u hijerarhiji, može imati nekoliko alternativa, koje se na osnovu njega procenjuju, dok kriterijum nižeg prioriteta, može imati malo alternativa. Želi se da se poveća prioritet elemenata u većem skupu, jer ako ih ima mnogo, onda svaki može dobiti manji kompozitni prioritet, nego svaki od malog broja elemenata, pod kriterijumom niskog prioriteta. Ponekad, nekim drugim, ređim elementima je potrebno dati viši prioritet. U prvom slučaju, može se množiti prioritet svakog kriterijuma sa relativnim brojem elemenata pod njim, i normalizovati ponderi kriterijuma. U drugom slučaju, se može upotrebiti komplementarni set pondera. Opštiji pristup bi bio onaj koji je opisan gore, da se uvede dodatni kriterijum u hijerarhiju, koji se zove važnost broja silaznih elemenata. Prioritizacija se sprovodi na osnovu ovog kriterijuma, koji se takođe poredi sa ostalim kriterijumima. Na kraju, ako bi trebalo da pretpostavimo da su neizrečena osećanja i iskustva ljudi, fundamentalne osnove, na kojima pojedinac artikuliše svoju kreativnost, onda se procene i njihov intenzitet, mogu upotrebiti za izražavanje unutrašnjih osećanja i inklinacija. One takođe povećavaju okvir samog diskursa, tako što šire klastere i elemente hijerarhije. Ovaj pristup dizajnu sistema i rešavanju problema, podstiče urođenu sposobnost ljudi da logično i kreativno razmišljaju, da identifikuju događaje i utvrde odnos između njih. U ovom smislu, primećujemo da ljudi imaju dve prenosive osobine. Jedna je njihova sposobnost da saopšte i uoče stvari, i tako prenesu ono što su uočili. Druga je njihova sposobnost da diskriminišu, utvrđivanjem odnosa i njihovog intenziteta, između onog što su uočili, i da onda sintetizuju te odnose u ukupno razumevanje.

2. Višekriterijumska analiza i kompleksnost

Mnogi kompleksni problemi odlučivanja karakteristični su po tome što informacije koje se tiču konteksta koji definiše problem nedostaju ili su u međusobnoj kontradikciji³⁷, a uključeni su mnogi akteri sa sopstvenim ciljevima, perspektivama i emocijama. U procesu rešavanja problema, generalno se razlikuju sledeće faze, povezane sa zadacima: prepoznavanje problema, definisanje problema, određivanje ciljeva koje treba ostvariti, generisanje alternativnih rešenja, evaluacija rešenja, generisanje toka implementacije, implementacija usvojenog rešenja i monitoring njegove performanse. Analitička podrška rešavanju ovakvih kompleksnih problema se fokusira eksplicitno na odlučivanje koje se može

³⁷ Clark, K.B., The interaction of design hierarchies and market concepts in technological evolution, 1985, Research Policy 14, 235-251.

definisati kao niz koraka od definisanja problema do uključivanja generisanja toka implementacije³⁸. U tom smislu, jedno sveobuhvatno razumevanje procesa odlučivanja je esencijalno za adekvatnu primenu adekvatnog sredstva za podršku odlučivanju.

U osnovi ranih, normativnih modela odlučivanja, stoji prećutna pretpostavka da se odluke donose na čisto kognitivnim osnovama³⁹. Međutim, ljudsko odlučivanje je dokazalo da odstupa od ovih modela, na sistematske načine. Generalno, nekognitivne varijable kao što su emocije i motivacija, bez sumnje, utiču na proces odlučivanja. Potrebno je da se modeli odlučivanja adekvatno izbore sa međuodnosom kognitivnih i nekognitivnih varijabli⁴⁰. Ove varijable su povezane sa nekoliko međusobno povezanih faktora, koji oblikuju procese interakcije grupe. Ovi faktori uključuju osobine pojedinih članova grupe, čitave grupe, zadataka grupe i okruženja u kome ta grupa funkcioniše⁴¹. Hijerarhijski model je složeni model koji obuhvata ovu kompleksnost grupnog odlučivanja.

Ovaj model se sastoji od granica grupe i tri međusobno povezane dimenzije: zadatak-održavanje, eksplicitno-implicitno i normativno-lokalizovano⁴². Granice grupe definišu sastav članstva grupe i stepen u kome su ti članovi posvećeni samoj grupi. Hijerarhijski model deli grupne procese odlučivanja na funkcije zadatka i održavanja. Funkcije zadatka se bave rešavanjem problema od strane grupe, u svom organizacionom kontekstu. Funkcije održavanja olakšavaju koheziju grupe, sposobnost članova da kooperiraju, ili posvećenost članova grupi i zadacima. Ovaj model pretpostavlja da kada se funkcije održavanja ili funkcije zadatka posmatraju eksplicitno, ove druge se javljaju implicitno. I norme grupe i pojedinačne karakteristike, uključujući ličnost, sposobnosti, ulogu ili stavove članova grupe, utiču na proces odlučivanja. Esencijalne faze procesa analitičkog odlučivanja su izviđanje (obaveštavanje), dizajn, izbor i podrška za implementaciju⁴³. Tokom faze izviđanja, članovi grupe definišu problem, određuju ciljeve koje treba ostvariti i generišu alternativna rešenja. U dizajnu, ključni faktori se strukturiraju u drvo odlučivanja. Tokom izbora, rešenja se evaluiraju, i pruža se podrška za implementaciju najboljeg rešenja. Prateći ovaj redosled aktivnosti, grupa je uključena i u funkcije održavanja. Odvajanje divergentnog izviđanja i konvergentne faze izbora, pomaže grupi da se ogradi

³⁸ Cooke, S., Slack, N., Making management decisions, 1984, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall International.

³⁹ Keren, G., Perspectives of behavioral decision making: some critical notes, 1996, Organizational behavior and human decision process, 65(3), 169-178.

⁴⁰ ibid

⁴¹ McGrath, J.E., Groups: interaction and performance, 1984, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall.

⁴² Hoffman, L.R., Improving the problem-solving process in managerial groups, Guzzo R.A., (ed), in: Improving group decision making in organizations: approaches from theory and research, 1982, New York, Academic Press.

⁴³ Lewandovski, A., Wierzbicki, A.P., Aspiration based decision support systems, LNEMS, 1989, Berlin, Springer.

od zamki deljenja informacija tj. da zanemari relevantne kriterijume odlučivanja i da se prerano fokusira na rešenja.⁴⁴ Ipak, sama strukturirana agenda nije dovoljna da podrži performansu odlučivanja. Podrška odlučivanju je korisna jer otkriva neslaganja, dvosmislenosti, neizvesnosti, kontradikcije i nedostatak informacija. Ovo nagoni članove grupe da dele više informacija i da rezonuju, da bi bolje razumeli svoje procene i da bi proširili svoja gledišta na definisane ciljeve. Formiranje kritičnog stepena konsenzusa i zajedničkog razumevanja razloga za kontinuirane razlike, je esencijalno za posvećenost grupi i zadacima⁴⁵. Usled svojih divergirajućih perspektiva, interesovanja, iskustava i znanja, članovi grupe će imati različite informacije i različite percepcije istih informacija.

Ova raznolikost može dovesti do veće performanse deljenja informacija kada se članovi bolje razumeju i kombinuju međusobne informacije ili ideje. Međutim, osetljivost evaluacije i grupno razmišljanje ometaju podelu informacija. Ovi problemi se mogu umanjiti uz pomoć normi grupe koje podstiču na konstruktivno slušanje i odgovaranje na stavove koje izražavaju drugi, davanje podrške i priznavanje interesa i dostignuća drugih. Pri tome, potrebno je da članovi grupe dele jedinstvene i relevantne informacije koje se tiču definicije problema, kako bi se podržala konverzija procena pojedinačnih članova u zajedničke grupne procene. Sredstva višekriterijumske analize mogu da pruže podršku odlučivanju, tako što olakšavaju razmenu informacija i formiranje konsenzusa, kroz strukturiranje procesa odlučivanja i tako što čine eksplicitnim neslaganja među članovima grupe. Još preciznije, ona pružaju analitičku podršku odlučivanju, da bi se evaluirao konačan broj alternativa odlučivanja u odnosu na konačan broj kriterijuma. Sredstva višekriterijumske analize odlučivanja podržavaju odlučivanje u analizi važnosti kriterijuma i preferenci za alternative koje se tiču ovih kriterijuma, da bi se generisao opšti skor za alternative.

2.1 Problem višestrukih i konfliktnih kriterijuma

Odavno se zna da u glavi bilo kog pojedinca mogu koegzistirati više-manje konfliktni kriterijumi. Međutim, Simon⁴⁶, je bio prvi koji je dao naučnu osnovu ovoj činjenici, uveo je kao ideju u svoj model

⁴⁴ Stasser, G., Taylor, L.A., Hanna, C., Information sampling in structured and unstructured discussions of three - and six - persons groups, 1989, *Journal of Personality and Social Psychology* 57, 67-78.

⁴⁵ Gear, A.E., Minkes, A.L., Read, M.J., On interactive communication and decision making, 1999, *International Journal of Technology Management*, 17(1-2), 208-222.

⁴⁶ Simon, H.A., A Behavioral Model of Rational Choice, *The Quarterly Journal of Economics*, vol.LXIX, 1955, Cowles Foundation Paper 98, pp.1-20.

limitirane racionalnosti i dao status zadovoljavajućeg rešenja koje ne mora da bude optimalno. Bilo je potrebno da prođe neko vreme dok ova ideja ne bude prihvaćena, tako da je Roy⁴⁷, izneo zahtev da operaciona istraživanja, utemeljena na paradigmi jednokriterijumske optimizacije, treba de-optimizirati, jer ideja optimizacije nema smisla u višekriterijumskoj analizi. Krajem 80-tih godina dvadesetog veka, Roy⁴⁸, uvodi ideju nove paradigme, identifikujući nekoliko nivoa u novom načinu razmišljanja. Prvi nivo je nivo limitirane racionalnosti kroz korišćenje različitih kriterijuma u različito vreme, kako se razvija interakcija akcije i odlučivanja. Drugi nivo je višekriterijumsko modeliranje ili paradigma. Roy insistira na sledećem: 1) postoji nekoliko više ili manje konfliktnih kriterijuma, relevantnih i legitimnih za vođenje posmatranog organizacionog sistema, i 2) pojam optimalno vođenje sistema je beznačajan, već je cilj pronalaženje sukcesivnih ekvilibrijuma, gde pozicija svakog ekvilibrijuma rezultira iz kompromisa ili arbitriranja među kriterijumima. Sukcesivni kompromisi se otkrivaju jedan po jedan kroz sistem koji počiva na sposobnosti njegovih članova da vrše kompromise. Tako ideja apsolutnog optimuma gubi svaki smisao, što nužno ne implicira da ne postoje odluke koje su bolje od ostalih, već da je najbolja odluka sa svih stanovišta mit. Nekoliko sukcesivnih kompromisa je moguće, koji determinisani pomoću različitih kriterijuma, ne moraju biti racionalni: oni predstavljaju normalnu evoluciju ravnoteža koje treba pronaći, a do koje dovode promene okruženja, ravnoteže sila, moći, informacija i dr., u okviru organizacije. Ove modifikacije su često rezultat neravnoteža koje nastaju u prethodnim ekvilibrijumima. U stvari, ako se želi optimizacija, pre se može govoriti o optimizaciji procesa dobijanja sukcesivnih kompromisa. Tako je na putu od jedne paradigme do druge, došlo do promena u aspektu posmatranja, uključujući put od jednog do više kriterijuma, priznavanje uloge konteksta odlučivanja, uvođenje ideje o procesu odlučivanja i napuštanje ideje o konvergenciji i inkrementalnom procesu. Teorijske konsekvence ovih promena ogledale su se u pojavi paradigme o "uplašenom čoveku". Ovaj pojedinac je zabrinut za budućnost (uplašenost u smislu straha), posmatra globalno umesto da detaljno analizira (uplašenost u smislu percepcije) i oportunist je. Uplašen čovek ima poverenje u sopstveno pređašnje iskustvo sa situacijama od kojih je strepeo, tako da na osnovu tog poverenja donosi odluku koja neće biti optimalna, već konzervativna i bazirana na nivou satisfakcije. On je pre osoba koja izvršava zadatak, nego što ga optimizira uprkos neizvesnosti, postizujući cilj posle mnogo neuspeha, pre intuicijom nego kalkulacijom.

Konsekvence paradigme o uplašenom čoveku odgovaraju onome što je uočeno u praksi:

⁴⁷ Roy, B., Il faut desoptimiser la Recherche Operationnelle, juillet 1968, Bulletin de l'Afiro, no 7, editorial.

⁴⁸ Roy, B., Des criteres multiples en Recherche Operationnelle, in: Grand, G.K.,(editor), Operational research, Elsevier Science Publisher, 1988, North Holland, pp.829-842.

1) Analizom dominira uplašenost. U situacijama kompleksnog odlučivanja, donosilac odluke ne smatra da bi trebalo da veruje, već da prati rezultate analize. Navedeno predstavlja argument za višestruke kriterijume ali i upozorenje, da čak i kod višestrukih kriterijuma, u glavi donosioca odluka postoji svesnost o visokom riziku da analiza neće rešiti problem.

2) Proces odlučivanja je interaktivan i rekurzivan. Evaluacije i modifikacije su često lokalnog karaktera, tako da se retko viđa proces odlučivanja u kojem se zadržava opšta racionalnost od početka do kraja.

3) Konflikti vrednosti i interesa su neizbežni u svakoj organizaciji i nemoguće ih je teorijski rešiti, jer u svakom trenutku preovladava jedan ili drugi interes. Ipak, kriterijumi za odlučivanje nisu apsolutna kategorija i mogu se menjati tokom vremena. Osim toga, stvaranje novih alternativa i eliminisanje starih može da olakša postizanje kompromisa.

4) Donosioci odluka su više uplašeni od analitičara. Posledica ovoga je da su donosioci odluka nesporni da koriste komplikovane višekriterijumske metode.

5) 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.

Opšti zaključak bio bi da ne može postojati univerzalna definicija optimalnosti, sve zavisi od organizacionog konteksta, razmišljanja, motiva i ciljeva donosioca odluka. Višekriterijumsko odlučivanje nije jedinstven instrument za rešavanje složenih problema, ali bar dozvoljava da se odluka donese u situacijama kada je uključen veliki broj dimenzija, bez insistiranja na optimizaciji.

2.2 Paradigma diskretnog višekriterijumskog odlučivanja

Menadžeri u organizacijama retko spontano koriste višekriterijumsku analizu. Šta više, privatna preduzeća su i dalje u jednokriterijumskoj paradigmi koja se dobro uklapa sa jedinicom odluke i ciljem, što je dominantna vizija većine iz senior menadžmenta. Iskustvo pokazuje da je odluka ili proizvod intuicije i diskrecioni proizvod pojedinca, pri čemu praktično ne postoji pomoć pri odlučivanju, ili , alternativno, proces odlučivanja uključuje nekoliko ljudi, čak iako samo jedan na kraju donosi odluku. Višekriterijumska analiza – odlučivanje, se generalno koristi ne na nivou odluke i strategijskog planiranja, već onda kada je teško izbeći višestruke kriterijume, kao što su izbor nove proizvodne ili

distributivne jedinice, materijalnih investicija, finansijskih investicija itd., uz ravnotežu barem dva faktora – rizika i prinosa.

U diskretnom višekriterijumskom odlučivanju pretpostavlja se prisustvo donosioca odluka, koji će očigledno učestvovati kao element u modelu. U praksi, pojam donosilac odluke, se odnosi ili na jednu, ili na grupu pojedinaca, ali i na ljude čiji je posao analiziranje izvesnih izbora, čak iako oni ne donose odluke, ili ako se odluke donose kasnije. Prosto zato što se trenutak odluke retko može identifikovati, već je proces odlučivanja kontinualan i prolazi kroz barem četiri faze: prikupljanje informacija, dizajn, izbor i pregled. Faze ne idu jedna za drugom po nekom utvrđenom redu i mogu se menjati više ili manje slučajno, kako napreduje razmišljanje donosioca odluke. U višekriterijumskoj analizi faza prikupljanja informacija će se primenjivati na čitav problem kojim se bavimo, uključujući pregled kriterijuma i mogućih alternativa. Alternative predstavljaju moguće izbore donosioca odluka. Polazna tačka u formulaciji alternativa, obično je mali broj ideja donosioca odluka, koje se zatim, moraju redefinisati kako bi se dobio validan set izbora, što pretpostavlja najpre povećanje broja alternativa kako bi se istražila ostala rešenja, a zatim, njihovu redukciju na vrlo mali broj alternativa koje se detaljno ispituju. Ograničavajući faktor koji se može pojaviti prilikom povećanja broja alternativa je rezervisanost donosioca odluka prema prevelikom skupu izbora. Alternative su retko jednostavne, pre su višestruke, ili je to čak čitav scenario koji uključuje subalternative. Tako npr., svaka bazična alternativa može generisati nekoliko scenarija u zavisnosti od toga kakve su pretpostavke izvršene o reakcijama iz okruženja, a onda će svaki scenario biti razmotren kao alternativa sa odgovarajućom verovatnoćom da će biti izabran. Očigledno je da konstrukcija skupa alternativa kao i analiza alternativa ne može biti odvojena od diskusije o kriterijumima, pošto se svaka alternativa mora na kraju proceniti u odnosu na iste kriterijume. Kriterijumi nastaju iz razlika među alternativama i uključuju se u proces modeliranja cilja na bazi njihove relevantnosti za izbor postojećih alternativa. To praktično znači da se novi kriterijumi mogu uključiti ili se stari mogu izostaviti, uporedo sa dinamikom razmatranja novih ili izostavljanja starih alternativa. Ovaj proces je u suštini, kontinuirana interakcija između kriterijuma i alternativa. Adekvatno strukturiranje kriterijuma omogućuje njihovo redefinisanje ukoliko postoji potreba za tim. Kada donosilac odluka vrši izbor između alternativa u okviru supa izbora, pretpostavlja se da ima na raspolaganju bar jednu liniju evaluacije koja se definiše kao atribut ili odlika alternativa. Kada se atributu doda minimalna količina informacija o preferencama donosioca odluka (DO), preference postaju kriterijumi. Kriterijum, prema tome, izražava preference DO o datom atributu.

Ako se evaluacija među kriterijumima vrši na numeričkoj osnovi, takve kriterijume nazivamo kvantitativnim. U protivnom, ukoliko ne postoji jedinica mere, kriterijume definišemo kao kvalitativne. U velikom broju višekriterijumskih problema alternative se porede međusobno u odnosu na kriterijume, pri čemu bi trebalo imati na umu da je zbog ograničene kognitivne sposobnosti ljudskog uma ekstremno teško izvršiti poređenja sa više od 6-7 komponenti, što redukuje prihvatljiv broj kriterijuma na oko sedam. Ukoliko se smatra da je neophodno da se uzme u obzir veći broj kriterijuma, najčešće rešenje je hijerarhijska struktura.

Korišćenje hijerarhijskog modeliranja problema je efektivan način da se DO suoči sa kompleksnošću. Važno pitanje, pri tome, su odnosi koji mogu postojati među kriterijumima a koji rezultiraju u njihovom relativnom značaju koji se izražava ponderima. Ponderi moraju biti funkcija porodice kriterijuma, tako da analitičar mora biti pažljiv da ne dodeli nekom kriterijumu preveliki ponder. Problem zapravo nastaje zbog činjenice da kriterijumi najčešće nisu nezavisni i između njih postoji manje ili više jaka korelacija. Druga faza u procesu odlučivanja je faza dizajna koja se sastoji od konstruisanja seta izbora tj. alternativa i njihove evaluacije u odnosu na svaki od odabranih kriterijuma. Faza izbora je trenutak kada se alternativa konačno bira. Neretko, dešava se da se izbor vrši nezavisno od analize a ponekad i u slučajevima koji su van domena višekriterijumske analize. Što se tiče pregleda, oni se vrlo retko sprovode, čak iako su ih donosioci odluka izvesno svesni.

Na kraju, u cilju uvoda u filozofiju Analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP), pored donosioca odluka često je pogodno uvesti i tzv. analitičara u proces odlučivanja. Analitičar je osoba (ili tim) koja modelira proučavanu problemsku situaciju i koja će dati preporuke za konačni izbor. Analitičar ne izražava lične preference, već jednostavno, prikuplja preference DO i tretira ih što je moguće objektivnije. Krajnji rezultat višekriterijumske analize kao podrške procesu odlučivanja je otkrivanje preferencija DO ne samo okruženju već i njemu samom.

3. Proces analitičke hijerarhije

AHP je sistematska procedura za hijerarhijsko predstavljanje elemenata nekog problema. Organizujući bazičnu racionalnost, tako što razlaže problem na manje i još manje sastavne delove, AHP vodi donosiocce odluke kroz niz procena odnosa elemenata problema (koje se dokumentuju i mogu se preispitati), da bi se izrazila relativna snaga ili intenzitet uticaja tih elemenata u hijerarhiji. S obzirom da se procene odnosa svih elemenata vrše međusobno, poznate su pod nazivom poređenja parova. Ove procene se nakon toga prevode u brojeve. AHP uključuje procedure i principe, koji se

koriste za sintetizovanje mnogih procena, da bi se izveli prioriteta najpre među kriterijumima, a nakon toga i za alternativna rešenja. Rešavanje problema je proces postavljanja prioriteta u koracima. Jedan korak odlučuje o najvažnijim elementima problema, drugi o tome kako najbolje popraviti, zameniti, testirati i evaluirati elemente, neki drugi o tome kako implementirati rešenje i meriti performansu. Čitav proces je podložan reviziji i preispitivanju, sve dok onaj ko taj proces vrši, ne bude zadovoljan saznanjem da je otkrio sve važne odlike, potrebne da se predstavi i reši problem. Ovaj proces bi mogao da se sprovede u redosledu hijerarhija; t.j. korišćenjem autputa jedne hijerarhije, kao fokusa interesovanja sledeće hijerarhije. AHP sistematizuje ovaj proces rešavanja problema.

U ovom poglavlju izlažemo i ilustrujemo upotrebu AHP-a. Takođe se bavimo pitanjima konzistentnosti hijerarhije i zavisnosti elemenata. Detaljno izlaganje o AHP se može naći kod Saaty⁴⁹. Saaty i Vargas⁵⁰ ilustruju aplikacije AHP-a u različitim sistemima realnog života.

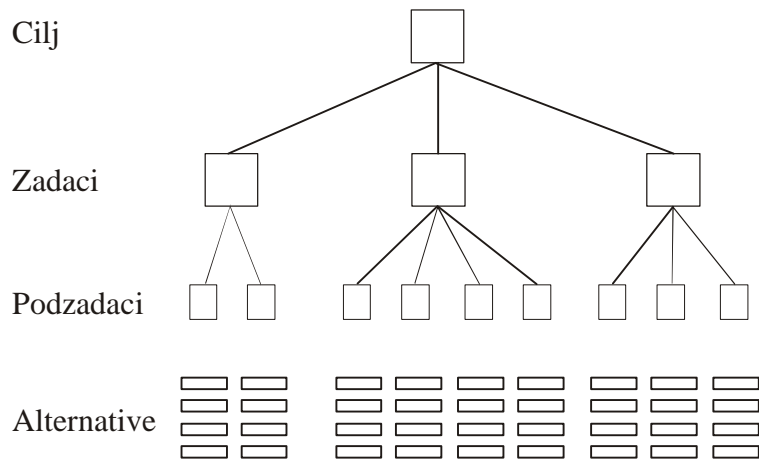
Analitički hijerarhijski proces (AHP)

AHP koji je u Wharton School of Business, razvio Thomas Saaty,⁵¹ omogućuje donosiocima odluka da modeliraju neki kompleksni problem u hijerarhijsku strukturu, pokazujući odnose cilja, zadataka (kriterijuma), podzadataka i alternativa.(sl.3)

⁴⁹ Saaty, T.L., The Analytic Hierarchy Process, 1980, New York, McGraw-Hill.

⁵⁰ Saaty, T.L., and Vargas, L., The Logic of Priorities, Applications in Business, Energy, Health, Transportation, 1982, Kluwer-Nijhoff Publishing, Boston.

⁵¹ Saaty, T.L., The Analytic Hierarchy Process, New York, McGraw Hill, 1980.



Slika 3. AHP hijerarhija odlučivanja

Omogućujući obuhvatanje i kvantifikovanje tzv. neopipljivih kriterijuma, AHP je okvir za rešavanje problema i sistematska procedura za predstavljanje elemenata bilo kog problema, koja se primenjuje na brojne oblasti, kao što je teorija odlučivanja i razrešavanje konflikata. AHP započinje hijerarhijskim dekomponovanjem kompleksnog višekriterijumskog problema, gde se svaki nivo hijerarhije sastoji od nekoliko elemenata podesnih za rukovanje, koji se, zatim, dekomponuju na drugi skup elemenata. Drugi korak je upotreba metodologije merenja za utvrđivanje prioriteta, među elementima u okviru svakog nivoa hijerarhije. Treći korak je upotreba AHP-a, za sintetizovanje prioriteta elemenata, za utvrđivanje opštih prioriteta za alternative odlučivanja. AHP se razlikuje od konvencionalnih metodologija analize odlučivanja, po tome što ne zahteva od donosioca odluke, da vrši numerička nagađanja, jer se subjektivne procene lako uključuju u proces, a procene se potpuno mogu izvršiti u verbalnom obliku (modu). AHP zahteva aplikaciju podataka, iskustva i intuicije na logičan i temeljan način, omogućujući donosiocima odluka da izvedu pondere ili prioritete skale koeficijenata (racija), što je suprotno od njihovog arbitrarnog dodeljivanja. Pri tome, AHP ne samo da omogućuje da donosioci odluka strukturiraju kompleksnost i izvrše procenu, već im i dozvoljava da inkorporiraju i objektivno i subjektivno razmatranje u procesu odlučivanja.⁵²

AHP je kompenzatorna metodologija odlučivanja jer alternative koje su oskudne u pogledu jednog ili više zadataka mogu da budu kompenzirane njihovom performansom u pogledu ostalih

⁵² Forman, E.H., The Analytic Hierarchy Process as a Decision Support System, Proceedings of the IEEE Computer Society(Fall, 1983).

zadataka.⁵³ AHP se sastoji od nekoliko postojećih ali nepovezanih koncepata i tehnika kao što su hijerarhijsko strukturiranje kompleksnosti, poređenje parova, procene, metod karakterističnog vektora za izvođenje pondera i razmatranje konzistentnosti. Iako je svaki od ovih koncepata i tehnika bio sam za sebe koristan, Saaty-jeva sinergijska kombinacija koncepata i tehnika je proizvela proces čija je snaga veća od zbira njegovih delova.⁵⁴

AHP daje kvalitativne mere jačine preference jednog mišljenja u odnosu na drugo, umesto da traži od pojedinaca da daju procene određenih vrednosti ishoda za svako mišljenje. Čitav pristup je dizajniran oko koncepta poređenja parova kako bi se definisala važnost datog broja (recimo n) faktora, za neku specifičnu situaciju, pri čemu se koristi relativna skala za poređenje dva cilja istovremeno. Stoga, za n ciljeva zahteva se ukupno $n(n-1)/2$ poređenja.(tabela 1).

Broj ciljeva	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Broj poređenja parova	1	3	6	10	15	21	28	36	45

Tabela 1: broj ciljeva nasuprot broju poređenja parova

Dve važne oblasti u AHP su skala poređenja koja se koristi i maksimalni broj ciljeva koji se uključuju u analizu. Pokazano je u komparativnim studijama da u ovom okviru, skala poređenja od 1-9, najbliže simulira ljudsko odlučivanje, pri poređenju faktora. Ova se skala generalno definiše na sledeći način:

⁵³ Kompenzatorne metodologije odlučivanja su one koje se konfrontiraju konfliktu, omogućujući da se niska vrednost po jednoj dimenziji trampa za visoku vrednost po drugoj. Na drugoj strani su metodologije koje izbegavaju konflikt i ne omogućuju takvu trampu, odnosno nekompenzatorne metodologije.

⁵⁴ Uvođenjem njegove PC implementacije Expert Choice, broj i raznolikost AHP aplikacija su znatno porasli. U 1995.godini, Expert Choice se koristio u 57 zemalja širom sveta a bilo je preko 1000 žurnala i drugih navoda o AHP-u. Međunarodno društvo za AHP (International Society of the Analytic Hierarchy Process), vrši sastanke svake 2 ili 3 godine širom planete.

Intenzitet relativne važnosti	Definicija	Objašnjenje
1	Jednaka važnost	Dve aktivnosti jednako doprinose cilju
3	Umerena važnost jednog u odnosu na drugi	Iskustvo i procena blago favorizuju jednu aktivnost u odnosu na drugu
5	Esencijalna ili jaka važnost	Iskustvo i procena jako favorizuju jednu aktivnost u odnosu na drugu
7	Demonstrirana važnost	Jedna aktivnost se jako favorizuje i njena dominacija se demonstrira u praksi
9	Ekstremna važnost	Dokazi koji favorizuju jednu aktivnost u odnosu na drugu su najvišeg mogućeg reda afirmacije
2, 4, 6, 8	Srednje vrednosti između dve susedne procene	Kada je potreban kompromis
Reciprociteti gornjih nenultih brojeva		Ako jedna aktivnost ima jedan od gornjih brojeva, (npr.3.) u poređenju sa drugom aktivnošću, onda druga aktivnost ima recipročnu vrednost (tj. 1/3), kada se poredi sa drugom

Skala relativne važnosti. Izvor: Saaty, T., and Kearns, K., Analytical Planning: The Organization of Systems, The Analytic Hierarchy Process Series, Vol.IV, 1985, p.27.

U psihološkim eksperimentima je pokazano da donosilac odluke ne može simultano porediti više od 7 ± 2 faktora bez konfuzije. Ova tvrdnja se bazira na broju poređenja koja treba izvršiti i na vremenu potrebnom da se taj zadatak izvrši. Stoga, postoji prirodan limit broja faktora koji se mogu uključiti u studiju. AHP uključuje četiri glavna koraka:

- 1) razvoj hijerarhije međusobno povezanih elemenata odlučivanja koji opisuju problem;
- 2) poređenje parova elemenata odlučivanja, obično koristeći skalu poređenja 1-9, da bi se dobili input podaci;
- 3) izračunavanje relativnih pondera elemenata odlučivanja, najčešće korišćenjem metoda karakteristične vrednosti i

4) agregacija relativnih pondera elemenata odlučivanja kako bi se izračunao rejting alternativnih mogućnosti odlučivanja.

AHP je izgrađen na jakim a ipak jednostavnim teorijskim osnovama. Osnovni model je onaj sa kojim je upoznat gotovo svaki rukovodilac - kolač grafikon. Ako nacrtamo kolač grafikon, čitav grafikon predstavlja cilj odlučivanja. Kolač je organizovan u klinove, gde svaki klin predstavlja zadatak (kriterijum) koji doprinosi cilju. AHP pomaže da se determiniše relativna važnost svakog klina u kolaču. Dalje se svaki klin može podeliti na manje klinove koji predstavljaju podzadatke itd. Na kraju manji klinovi koji korespondiraju sa najnižim nivoom podzadataka, se razlažu na alternativne klinove ili kriške, gde svaka od njih predstavlja obim u kom svaka alternativa doprinosi tom podzadatku. Izvođenjem prioriteta za kriške, determiniše se obim doprinosa alternativa svim zadacima.

AHP se bazira na tri osnovna principa: identitetu i dekompoziciji, poređenjima parova i sintezi prioriteta.⁵⁵

Princip dekompozicije se primenjuje na strukturu problema odlučivanja koji se formalno definiše kao hijerarhija od, generalno, tri nivoa. Ovaj princip podrazumeva eksplicitno određivanje cilja na najvišem nivou, kriterijuma tj. zadataka na drugom nivou i alternativa na trećem nivou. Cilj se definiše kao izjava opšteg zadatka. Zadaci ili kriterijumi su izraz onoga što se pokušava ostvariti. Alternative su instrument za ostvarenje krajnjeg cilja. Kompleksnije hijerarhije mogu inkorporirati i podzadatke koji omogućuju veće specificiranje u modelu, u smislu boljeg detaljisanja zadataka. Princip komparativnih procena se primenjuje za konstrukciju parnih poređenja svih elemenata odlučivanja, koja se zatim koriste za izvođenje njihovih lokalnih prioriteta. Princip hijerarhijske kompozicije ili sinteze se primenjuje za multiplikovanje lokalnih prioriteta, stvarajući globalne prioritete kroz hijerarhiju, a zatim ih dodajući elementima najnižeg nivoa tj. alternativama.

3.1 Principi AHP

Princip identiteta i dekompozicije

Princip identiteta i dekompozicije zahteva hijerarhijsko strukturiranje problema, što je prvi korak koji se mora preći kada se koristi AHP. U svojoj najelementarnijoj formi, hijerarhija je strukturirana od

⁵⁵ Saaty, T., Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with Analytic Hierarchy Process, RWS Publications, Pittsburgh, 1994, p.337.

vrha (ciljevi sa menadžerskog stanovišta), kroz srednje nivoe (kriterijumi od kojih zavise naredni nivoi) do najnižeg nivoa (što je obično lista alternativa). Za adekvatan izbor kriterijuma i konstrukciju hijerarhije, potrebno je pridržavati se određenih smernica: 1) problem se mora predstaviti što je moguće temeljnije ali da se pri tome ne izgubi osetljivost na promene elemenata, 2) razmotriti okruženje koje okružuje problem, 3) identifikovati attribute ili pitanja koja doprinose rešenju, i 4) razjasniti odnose između učesnika u problemu⁵⁶. Skup kriterijuma mora biti koherentan, što znači da mora zadovoljiti tri osnovna uslova:

- 1) Iscrpnost. Nijedan od atributa koji se koristi za diskriminaciju među alternativama ne sme biti zaboravljen. Od vitalnog je značaja da izabrani kriterijumi zaista izražavaju sve attribute koji se razmatraju u odlučivanju.
- 2) Konzistentnost. Globalne preference donosioca odluka moraju biti koherentne sa preferencama prema svakom kriterijumu. Ova osobina je generalno zadovoljena kod racionalnog donosioca odluka, ali svakako može predstavljati problem, jer pretpostavlja dobro poznavanje globalnih preferenci donosioca odluka.
- 3) Ne-suvišnost. Skup kriterijuma koji zadovoljava navedene uslove je ne-suvišan, ako eliminacija jednog kriterijuma dovodi do toga da ostatak skupa kriterijuma ne zadovoljava uslove iscrpnosti i konzistentnosti.

Organizovanje kriterijuma u hijerarhiju ima dve svrhe: 1) pruža opšte viđenje kompleksnog odnosa koji je inherentan posmatranoj situaciji, i 2) pomaže donosiocima odluka da procene da li su stavke na svakom nivou istog reda veličine, tako da se može sačuvati homogenost poređenja.

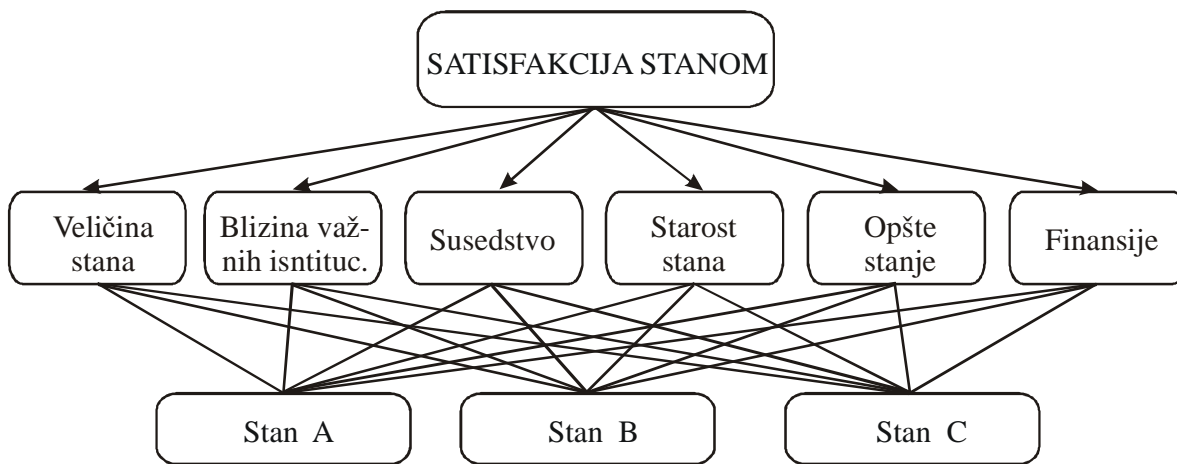
Hijerarhijski portret nekog problema, se najbolje ilustruje jednostavnim primerom, koji ćemo koristiti u većem delu ovog poglavlja, da bismo objasnili AHP. Pretpostavimo da je jedna porodica sa prosečnim primanjima, koja živi u iznajmljenom stanu, odlučila da kupi stan, i da je identifikovala tri interesantna stana i šest kriterijuma, za koje smatra da bi ih trebalo uzeti u obzir, kada je stan u pitanju. Ti kriterijumi su podeljeni u tri kategorije: ekonomski, geografski i fizički. Iako neko može započeti ispitivanjem relativne važnosti ovih klastera, pretpostavimo da hipotetička porodica želi da prioritizuje relativnu važnost svih faktora, bez rada sa klasterima. Problem je bio odlučiti, koji od tri stana-kandidata, izabrati. Prvi korak je dekompozicija ili strukturiranje problema, kao hijerarhije. Na prvom (ili vršnom) nivou, je opšti cilj "Zadovoljstvo lili satisfakcija stanom". Na drugom nivou je šest faktora

⁵⁶ Saaty, T.L., How to Make a Decision: The Analytic Decision Process, 1990, European Journal of Operatios Research 48, pp.9-26.

ili kriterijuma koji doprinose cilju, a na trećem (ili poslednjem) nivou su tri stana – kandidati, koje treba evaluirati u odnosu na kriterijume, na drugom nivou (slika 4). Kriterijumi koji su važni za porodicu, su bili sledeći:

1. Veličina stana: terasa; veličina soba; broj soba; ukupna površina stana
2. Blizina važnih institucija (lokacija): obdanište, skola, posao.
3. Susedstvo: Malo saobraćaja, sigurno, lep pogled, dobro stanje susedstva.
4. Starost stana: nova -stara gradnja.
5. Opšte stanje: Potrebne popravke; zidovi, tapete, čistoća; električne i vodovodne instalacije.
6. Raspoloživo finansiranje: hipoteka, finansiranje od strane prodavca, ili bankarsko finansiranje.

Primećujemo da se kriterijum opsteg stanja, može podvesti pod kriterijum starosti stana, ali ilustracije radi, posmatracemo ih odvojeno.



Slika 4: hijerarhijska struktura problema satisfakcije stanom

Ovaj format opadajuće dekompozicije se lako može upotrebiti u mnogim problemima. Pored toga, može se uraditi blaga modifikacija, da bi se inkorporirale povratne petlje, pa se onda proširuje opseg problema, na koje je ovaj format primenljiv. Zakon hijerarhijskog kontinuiteta, zahteva da elementi najnižeg nivoa hijerarhije, budu parno uporedivi, prema elementima na sledećem nivou, i tako redom, sve do fokusa hijerarhije. Npr. mora se biti u mogućnosti da se pruže značajni odgovori na pitanja, kao što su : "Što se tiče susedstva, kakva je poželjnost Stana A u odnosu na Stan B ili Stan C?"

Što se tiče satisfakcije stanom, kolika je važnost veličine u odnosu na blizinu važnih institucija?" itd. Kadgod postoji neizvesnost, do kojih nivoa uvesti hijerarhiju, zakon hijerarhijskog kontinuiteta daje vezu. Zadatak je izvesti prioritete elemenata u poslednjem nivou, koji, što je nabolje moguće, odražavaju njihov relativni uticaj na fokus hijerarhije. Važno je primetiti da AHP zahteva da problem strukturiraju učesnici u procesu odlučivanja; u ovom jednostavnom primeru, članovi porodice bi osmislili hijerarhiju u skladu sa svojim uočenim potrebama i svojim shvatanjem ograničenja (t.j. ograničenih sredstava) i mogućnosti (stanova, za koje su se opredelili) situacije. Ovaj korak zahteva dijalog i debatu, da bi se uverili da kriterijumi i alternative odražavaju opseg preferenci i percepcija uključenih ljudi.

Nije esencijalno da se svi učesnici u procesu planiranja, slože oko svake komponente problema. U ovoj ilustraciji, kriterijum - starost stana, bi se mogao uključiti u opšti portret problema, samo zato što je jedan član porodice smatrao da tako treba da bude. Učesnici u procesu će kasnije imati mogućnost da izraze jačinu svojih preferenci za kriterijume i alternative, i stoga će argumenti koje oni prezentuju da bi opravdali te preference, na kraju pokazati svoju validnost. Drugim rečima, nije potrebno da se neko oseća ograničenim u inicijalnom hijerarhijskom portretu problema. Međutim, krucijalno je da se planeri slože oko najvišeg nivoa hijerarhije – cilja ili fokusa – pošto će on oblikovati sve njihove dalje procene. Identifikovanje ovog cilja može zahtevati mnogo ranijeg istraživanja i pregovora. Npr. u ovom slučaju, porodica je prvo odlučila da se zahteva fundamentalna promena u sistemu (kupovina stana umesto iznajmljenog stana) koja može da uključi procenu potreba te porodice npr. mogućnosti proširenja porodice.

Princip diskriminacije i komparativne procene

Kada se ostvari hijerarhijska ili mrežna prezentacija problema, prioriteti između kriterijuma i alternativa prema kriterijumima koji se smatraju najvažnijim, utvrđuju se poređenjem parova. Poređenja parova su osnova AHP metodologije. Kada se poredi neki par faktora može se utvrditi koeficijent: njihovog relativnog značaja (poređenje kriterijuma), preference (poređenje alternativa) ili verovatnoće (poređenje neizvesnih događaja ili scenarija u pogledu verovatnoće njihovog ostvarenja) ovih faktora. Ovaj koeficijent ne mora da se bazira na nekoj standardnoj skali i predstavlja samo odnos ova dva faktora koji se porede. Uprkos skepticizmu prema preciznosti svake procene koja se vrši bez upotrebe neke standardne skale, utvrđeno je da određeni broj ovih poređenja parova uzetih zajedno, formira prosek čiji su rezultati vrlo tačni. Ovaj prosek se izračunava kompleksnim matematičkim

postupkom, uz korišćenje metoda karakterističnih vrednosti i vektora. Rezultati ovog metoda su testirani eksperimentalno i pokazalo se da su ekstremno tačni.

Matrica poređenja parova daje informacije o dominaciji svake alternative u odnosu na svaku drugu alternativu. Da bi rangirali alternativu u pogledu nekog kriterijuma moramo prvo izvesti meru prioriteta kriterijuma, po jedinici dominacije alternativa. Kada dobijemo ovu meru, možemo da je množimo sa ukupnom dominacijom svake alternative da bi dobili prioritet alternativa. Da bi smo ga izveli, potrebna nam je operacija normalizacije.

U AHP-u, elementi problema se porede po parovima, u odnosu na njihov relativni uticaj ("ponder" ili "intenzitet") na dotičnu osobinu koja im je zajednička. Determinisanje pondera prioriteta je važan korak u poređenju parova. U literaturi se predlažu tri metode za kalkulaciju pondera prioriteta: metod normalizovane karakteristične vrednosti, logaritamskih najmanjih kvadrata i metod najmanjih kvadrata. Iako je dokazano da će ovi sugerisani metodi generisati identična rešenja u smislu konzistentnosti rezultata, metod karakteristične vrednosti se posebno preporučuje kada podaci nisu potpuno konzistentni. U AHP, parna poređenja se redukuju na formu matrice – kvadratnu formu u kojoj su brojevi aranžirani kao u sledećem primeru:⁵⁷

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

Uočavamo da ova matrica ima reciprocitet; t,j:

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$$

gde se indeksi i i j , odnose na red, odnosno na kolonu, gde se locira svaki unos.

Sada, neka $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ bude neki skup od n elemenata, i neka su $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ njihovi odgovarajući ponderi ili intenziteti. U AHP-u, odgovarajući ponderi ili intenziteti svakog elementa se

⁵⁷ Saaty, T., and Kearns, K., Analytical Planning: The Organization of Systems, The Analytic Hierarchy Process Series, Vol.IV, 1985, p.23.

porede sa ponderima ili intenzitetima svakog drugog elementa u skupu, u odnosu na osobinu ili cilj, koji im je zajednički. Poređenje pondera se može prezentovati na sledeći način:⁵⁸

	A ₁	A ₂	A ₃	...	A _n
A ₁	w ₁	w ₁	w ₁	...	w ₁
A ₂	w ₁	w ₂	w ₃	...	w _n
A ₃	w ₂	w ₂	w ₂	...	w ₂
⋮	w ₁	w ₂	w ₃	...	w _n
A _n	w ₃	w ₃	w ₃	...	w ₃
	w ₁	w ₂	w ₃	...	w _n
	⋮	⋮	⋮		⋮
	w _n	w _n	w _n	...	w _n
	w ₁	w ₂	w ₃	...	w _n

Za kvadratnu matricu je očigledno da ima jednak broj redova i kolona, ali ima druge korisne osobine, kao što su karakteristični vektori i karakteristične vrednosti. Oni će se razviti dalje, u pokušajima da se reši ova kvadratna recipročna matrica. Razlog ovog izračunavanja je što nam to pruža način da kvantitativno determinišemo, relativnu važnost faktora ili pitanja u problemskoj situaciji. Faktori sa najvišim vrednostima su oni na koje treba da se koncentrišemo u rešavanju nekog problema ili razvijanju plana akcije.

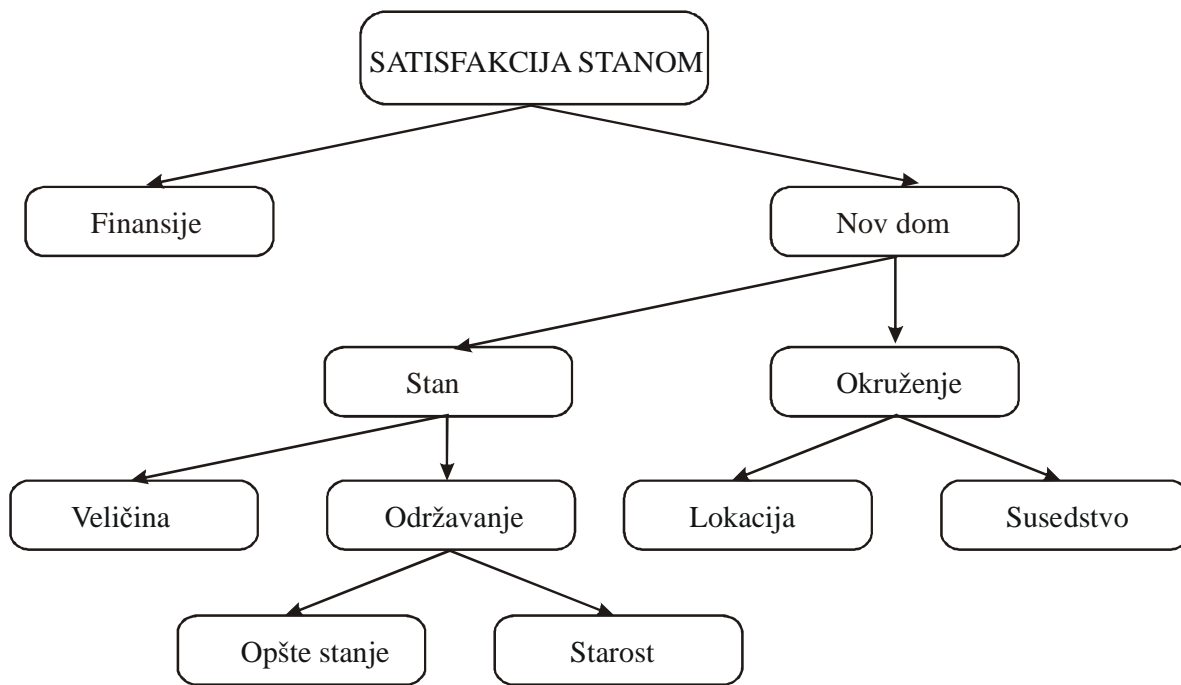
Važno je videti da ako $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ nisu poznati unapred, onda vršimo parna poređenja elemenata, korišćenjem subjektivnih procena, koje su numerički ocenjene sa skale brojeva i onda rešavamo problem, da bi pronašli w_s .

Kada su problemi strukturirani hijerarhijski, formira se matrica, da bi se uporedila relativna važnost kriterijuma u drugom nivou, u odnosu na opšti cilj ili fokus prvog nivoa. Moraju se konstruisati slične matrice, za parna poređenja svake alternative u trećem nivou, u odnosu na kriterijume drugog nivoa. Matrica se postavlja tako što se napiše cilj (ili kriterijum) poređenja, negde iznad, i onda se izlistaju elementi koje treba porediti, sa leve strane i na vrhu. U primeru kupovine novog stana, bilo bi potrebno sedam ovakvih matrica, jedna za drugi nivo hijerarhije, i šest za treći nivo.

⁵⁸ Ibid

Ako postoji skala poređenja (t.j., ako su dostupni merljivi podaci) ona se može upotrebiti za poređenja; u drugom slučaju, polja se popunjavanju sa subjektivnim, a ipak prijavljenim procenama pojedinca ili grupe, koja rešava problem.

Parno poređenje svakog kriterijuma se može vršiti ponaosob sa svim ostalim kriterijumima, što je uobičajeni pristup, ili tzv. naivni AHP. Iskustvo je pokazalo da primena naivnog AHP stvara određene probleme u slučaju postojanja velikog broja kriterijuma: broj pitanja postavljenih ispitanicima srazmerno raste, interesovanje i koncentracija opadaju a nekonzistentnost procena raste. Alternativa je grupisanje kriterijuma u hijerarhiju na bazi kvalitativnih sličnosti, što je tzv. strukturirani AHP. U osnovi drugog načina je ideja da adekvatno strukturiranje kriterijuma treba da izme u obzir sve kvalitativne distinkcije koje je ispitanik identifikovao. U našem primeru, predložena struktura izgledala bi kao na slici 5.



Slika 5. Hijerarhija na bazi kvalitativnih sličnosti za satisfakciju stanom

U ovom slučaju, finansije su izdvojene od ostalih kriterijuma, što je razumljivo ako se uzme u obzir činjenica da bez finansijskih sredstava nije moguće doći do stana. Razlika između finansija i ostalih

kriterijuma korespondira sa konfliktom između onoga što je potrebno da bi se došlo do svakog stana ponaosob i preferenci za svaki stan. Tako recimo lokacija u odnosu na susedstvo može formirati uporedivu podgrupu koja se jednim imenom može nazvati okruženjem. Druga podgrupa korespondira sa stambenim pitanjima. U okviru nje veličina stana je vrlo različita u odnosu na pitanja u vezi starosti i opšteg stanja stanova, koji mogu formirati uporedivu podgrupu koja se može nazvati održavanjem. Generalno, ovo kvalitativno grupisanje i raspoređivanje kriterijuma se vrši odozgo na dole, i to nakon što su otkriveni glavni diferencirajući atributi među alternativama. Izdvajanjem kriterijuma koji su vrlo različiti, kao što su finansije u ovom slučaju, može se pojasniti način razmišljanja donosioca odluka. Prezentovanje pitanja na bilo kom nivou po kvalitativno – logičkom redosledu, takođe može da pomogne. Tako npr. finansije dolaze pre novog stana, kao što u okviru podgrupe okruženja treba početi sa lokacijom koja implicira više tehničke aspekte, a ne sa susedstvom koje se više odnosi na druge ljude. Strukturirani AHP rezultira višim indeksima konzistentnosti, jer grupisanje kriterijuma pomaže donosiocima odluka da postanu svesni potisnutih ili zaboravljenih kriterijuma i jer su pitanja specifičnija i lakša za shvatanje. Opasnost, s druge strane, leži u lošem strukturiranju problema, jer može doći do konfuzije. Iz tih razloga u našem jednostavnom, ilustrativnom primeru koristimo naivni AHP.

Jedno od glavnih pitanja u kritici AHP odnosi se na poređenja parova kao metoda za izvođenje prioriteta. Najpre bi trebalo ukazati na činjenicu da se ovaj bazira na jakoj matematičkoj osnovi i da je njegova validnost proverena i u praksi. Sam Saaty je izvršio brojne eksperimente sa članovima svoje porodice, gostima koji bi dolazili u njegovu kuću kao i sa kolegama na poslu. Bila je standardna praksa da se od gosta koji dođe u posetu Saaty-ju, traži da poredi u parovima težine različitog kamenja ili različitih kofera.⁵⁹ Za sada, pretpostavimo da skala za poređenje postoji, i procene u tom slučaju se izražavaju kao koeficijenti iz skale. Ako na primer, neko poredi relativne težine (pondere) kamenja, i ima kamen A koji ima težinu W_A , i kamen B težine W_B , onda se koeficijent W_A/W_B unosi u matricu, za relativnu težinu kamena A u odnosu na kamen B. Recipročna vrednosti, ili W_B/W_A se unosi za relativnu težinu kamena B u odnosu na kamen A. U matrici, se počinje sa elementom na levoj strani, i postavlja se pitanje koliko je on važniji od elementa koji je izlistan na vrhu. Kada se uporedi sa samim

⁵⁹ U jednom eksperimentu, Saaty je stavio stolice na različitu udaljenost (9, 15, 21 i 28 jardi) od svetla iz njegovog dvorišta, da bi video da li njegova supruga i deca mogu, dok stoje na svetlu, da procene relativnu osvetljenost stolica. Rezultati dobijeni verbalnim procenama parova su bili vrlo slični zakonu obrnutih kvadrata u optici, što će reći da je relativna osvetljenost obrnuto proporcionalna kvadratu udaljenosti objekta od izvora svetla.

sobom, koeficijent je jedan. Kada se poredi sa nekim drugim elementom, onda je on ili važniji od tog elementa, pri čemu se koristi vrednost celog broja, iz skale koja će kasnije biti data, ili je recipročna vrednost u obrnutom slučaju. U oba slučaja se recipročni koeficijent, unosi u transponovanu poziciju matrice. Stoga se mi uvek bavimo pozitivnim recipročnim matricama, i potrebno je samo izvršiti $n(n-1)/2$ procena, gde je n ukupan broj elemenata koji se porede.

Može se ispravno posumnjati da je poređenje relativnih pondera (težina) kamenja, daleko teže nego poređenje relativne važnosti kriterijuma, kao što su susedstvo ili opšte stanje stana, u problemu sa kojim se suočava porodica u našem primeru. U nekim poređenjima koristimo jedinice mere, kao što su dinar, evro, kilometar ili sekunda. Ali kako porediti socijalne, političke ili emocionalne faktore, čija se relativna važnost ne može izraziti u fizičkim merama?

Pretpostavimo da nismo imali skalu kojom se porede relativni ponderi našeg kamenja. Verovatno bi onda u rukama držali po jedan kamen, i pokušavali da "osetimo" njihovu relativnu težinu. Ili smo mogli da u istu ruku uzmemo prvo jedan, pa drugi kamen, da bi izbegli pristrasnost, jer je jedna ruka jača od druge. Na bazi ovakvih "eksperimenata", ne bi mogli da kažemo da je kamen A precizno, za 3,5 kilograma teži od kamena B, ali bi mogli da reći da je kamen A "nešto teži", "dvostruko teži", "mnogo teži" itd. Slično tome, kada se poredi relativna važnost neopipljivih faktora, t.j., faktora koji se ne mogu kvantifikovati, kao što su susedstvo ili opšte stanje stana, nije problem što ne postoje fizičke ili objektivne jedinice merenja. Legitimno bi rekli da je susedstvo nešto važnije od opšteg stanja, mnogo važnije, itd. u zavisnosti od naših ukusa i preferenci. Stoga, razlika između poređenja fizičkih objekata i neopipljivih osećanja, nije toliko oštra, kako se to možda na prvi pogled čini.

Za vršenje subjektivnih poređenja parova koristi se skala poređenja, karakteristicna za AHP, o kojoj je već bilo reči. Ova skala je vrednovana, što se tiče efektivnosti, ne samo u brojnim aplikacijama, od strane velikog broja ljudi, već i kroz teorijsko poređenje sa velikim brojem drugih skala. Dodatne matrice poređenja se konstruišu za svaki sukcesivni nivo hijerarhije. Pitanja koja treba postaviti u primeru kupovine stana, kada se porede dva kriterijuma u drugom nivou, su sledeća: koji od dva kriterijuma koji se porede, porodica koja kupuje stan smatra važnijim i koliko je on važniji u odnosu na koncept "satisfakcije stanom" ove porodice, što je opšti cilj? Slično tome, u trećem nivou, postavilo bi se pitanje: od alternativnih stanova koje se porede, koji porodica smatra najpoželjnijim, i koliko je on poželjniji, u odnosu na određeni kriterijum (npr. susedstvo) u drugom nivou, i na kom se bazira poređenje? Ponovo ističemo, da je usvojeno pravilo, da se poredi relativna važnost elementa na levoj strani matrice, sa elementom na vrhu. Ako je element u koloni matrice poređenja, važniji od elementa na vrhu, onda će se u polje uneti pozitivan ceo broj (od 1 do 9); ako je on manje važan, uneće

se recipročna vrednost celog broja. Relativna važnost svakog elementa, koji se porede sa samim sobom je 1; stoga dijagonala matrice (od gornjeg levog do donjeg desnog polja) sadrži samo jedinice. Na kraju, recipročne vrednosti se unose za inverzno poređenje, t.j., ako se smatra da je element A "nešto važniji" (3 na skali), u odnosu na element B, onda se pretpostavlja da je B "nešto manje važan" (1/3 na skali) u odnosu na element A.

Prilikom vršenja parnih poređenja, javljaju se sledeća pitanja:

U poredjenju A sa B

- šta je važnije, ili ima veći uticaj?
- šta je verovatnije da će se desiti?
- šta se više preferira?

U raznoraznim aplikacijama, do sada, sva postavljena pitanja su spadala u jednu od ove tri kategorije. U poređenju kriterijuma, često se postavlja pitanje, koji kriterijum je važniji? Prilikom poređenja alternativa, u odnosu na neki kriterijum, postavlja se pitanje, koja alternativa je poželjnija? U poređenju scenarija, koji rezultiraju iz nekog kriterijuma, postavlja se pitanje, koji scenario će najverovatnije rezultirati iz tog kriterijuma? Određivanje prioriteta kriterijuma na vrhu hijerarhije, je ozbiljan korak, koji zahteva puno pažnje. Ponderi prioriteta strukturiranih kriterijuma se determinišu kroz poređenja parova, da bi se izrazile procene i relativne preference različitih donosilaca odluka i mogu varirati od jedne do druge osobe. Kada postoji nekoliko nivoa kriterijuma i podkriterijuma, prvo se kalkulišu ponderi kriterijuma višeg nivoa, koji se zatim koriste za ponderisanje kriterijuma na nižem nivou hijerarhije (kompozitni ponder). Procedura se nastavlja idući kroz hijerarhiju, kalkulacijom pondera za svaki kriterijum na određenom nivou, čime se determinišu kompozitni ponderi za naredne nivoe. Nema problema sa procesom ponderisanja u slučaju nepotpune hijerarhije, pošto se koriste prioriteti odgovarajućeg elementa u pogledu kog se i vrši evaluacija. tj., hijerarhija se može podeliti na podhijerarhije kojima je zajednički jedino element na samom vrhu.

Kriterijumi su apstraktne osobine, pripisane ili nametnute alternativama. Postavlja se pitanje na šta neko misli, kada poredi kriterijume? Postoje dva načina poređenja kriterijuma u parovima, koristeći populaciju alternativa, uskladištenu u memoriji. Prvi način, pretpostavlja tipične ili reprezentativne alternative, i fokusira se na njihove agregatne odlike. Onda se primenjuje viši kriterijum, kao što je cilj, da bi se odgovorilo na pitanje koji od ta dva kriterijuma doprinosi više ostvarenju cilja. Drugi način

pretpostavlja da su sve shvatljive alternative, prisutne u razmišljanju onoga koji odgovara na pitanje (odnosno da on u momentu odgovaranja, misli na sve alternative): koji od sledeća dva kriterijuma je važniji za mene u izražavanju preference među alternativama; ili, od ova dva kriterijuma, koliko je jaka moja preferenca za jednog od njih u odnosu na drugi? U nekom drugom okruženju, npr. u predviđanju, pitanje bi se moglo formulisati na sledeći način: za koji kriterijum je verovatnije, da će biti važan uzrok pojave alternativnog ishoda? Mnogo puta u praksi je pokazano, da ljudi ne samo da mogu da odgovore na ovakva pitanja, već to rade i sami, bez toga da se od njih traži da svoje procene učine eksplicitnim. Rezultat ovakvih parnih poređenja upotrebom AHP-a, je izvedena skala koeficijenata kojima se uzražavaju prioriteti kriterijuma.

Vratimo se na porodicu koja je suočena sa problemom kupovine stana, i pretpostavimo da su subjektivne procene od strane porodice, uz korišćenje skale 1-9, i na osnovu njihovih preferenci i percepcije ograničenja ili prilika koje situacija pruža, izvršene. Npr. kada se pita : "Što se tiče opšte satisfakcije stanom, kakva je važnost veličine, u odnosu na blizinu važnih institucija?", članovi porodice su se složili da je veličina jako važnija, i stoga unose broj 5 u odgovarajuće polje, dok je njegova recipročna vrednost ili $1/5$, automatski uneta za inverzno poređenje, itd.

Kada učestvuje nekoliko ljudi, o ocenama se obično raspravlja, i od ljudi se traži da opravdaju svoje ocene, razlozima ili podacima kojima imaju pristup. U ovim slučajevima, debata se fokusira na pretpostavke koje leže u osnovi ocena, a ne na same ocene. Ponekad, grupa prihvata geometrijsku sredinu svojih kombinovanih ocena, koja korespondira sa sintezom recipročnih ocena. Ako postoji jako neslaganje, svako različito mišljenje se može uzeti u obzir, i iskoristiti za dobijanje odgovora. Ona koja zatim, pokažu najveću konzistenciju u okviru grupe, su ona koja obično ostaju.

AHP inkorporira podjednako i vidljive faktore, koji zahtevaju posedovanje jakih mera, i nevidljive faktore koji zahtevaju procene. Međuzavisnost kriterijuma, kao što su stanje stana i starost, se pažljivo mora razmotriti, jer može postojati preklapanje. Stoga se procena relativne važnosti ovakvih stvari, kao što su stanje i starost, mora vršiti što je moguće nezavisnije, izbegavajući preklapanja.

Elementi na poslednjem nivou, koje treba porediti parno su stanovi, prema tome koliko je neki od njih poželjniji, ili bolji od nekog drugog, u zadovoljavanju svakog kriterijuma na drugom nivou. Postoji šest matrica procena 3×3 , pošto postoji šest kriterijuma na drugom nivou, i tri stana koje treba parno porediti, za svaki kriterijum. Matrice sadrže, procene od strane porodice. Da bi razumeli te procene, ispod se daje kratak opis stanova.

Stan A – Ovaj stan je trosoban, najveći od svih. Lociran je u dobrom susedstvu, sa malo saobraćaja i nalazi se blizu obdaništa i škole, ali je prilično udaljen od centra grada i radnog mesta članova

porodice. Ima veliku i malu terasu, uporedivo veće od stanova B i C. Međutim, opšte stanje nije mnogo dobro, jer je u pitanju stara gradnja i zahteva čišćenje i krećenje. Takodje, finansiranje je nezadovoljavajuće, jer bi se on morao finansirati preko banke, uz visoku kamatnu stopu.

Stan B – Ovaj stan je manji od stana A ali veći od Stana B, nalazi se u samom centru grada, i takođe u blizini ima školu i obdanište. Susedstvo daje osećaj nesigurnosti, zbog uslova saobraćaja. Terasa ne postoji, pre mali balkon, ali postoji podrum, a i opšte stanje je odlično jer je u pitanju nova gradnja. Takođe je moguće dobiti hipoteku, što znači da je finansiranje dobro, sa niskom kamatnom stopom.

Stan C – Stan C je vrlo mali, zapravo garsonjera i ima malo modernih pogodnosti. Susedstvo je pristojno, u neposrednoj blizini je škola pa čak i park stan je u dobrom stanju i izgleda bezbedno. Terasa postoji, ali nije uporediva sa prostranom terasom Stana A. Opšte stanje ovog stana je dobro, sa parnim grejanjem, iako se radi o staroj gradnji. Njegovo finansiranje je mnogo bolje od A, ali ne tako dobro kao B.

U ovom momentu, u našem primeru, porodica konstruiše hijerarhiju, aranžira matrice i nudi subjektivne ocene u parovima. Ali šta znače svi ovi brojevi, i kako oni mogu da pomognu porodici u izboru koji se mora izvršiti?

Sinteza: Lokalni prioriteti

Iz skupa matrica parnog poređenja, generiše se skup lokalnih prioriteta, koji izražavaju relativni uticaj skupa elemenata, na element u nivou neposredno iznad. Otkriva se relativna snaga, vrednost, poželjnost ili verovatnoća svakog elementa koji se poredi, "rešavanjem" matrica, od kojih svaka ima recipročne odlike. Da bi ovo uradili potrebno je da izračunamo skup karakterističnih vektora za svaku matricu, i da onda normalizujemo rezultat na jedinicu, da bi dobili vektore prioriteta.

Izračunavanje karakterističnih vektora nije teško, ali može zahtevati dosta vremena. Na sreću, postoje i laki načini da se dođe do dobrih aproksimacija prioriteta. Jedan od najboljih načina je geometrijska sredina. Ona se dobija tako što se pomnože elementi u svakom redu, a onda se izvadi njihov n -ti koren, gde je n broj elemenata. Onda se normalizuje na jedinicu kolona brojeva, dobijene deljenjem svakog unosa, sumom svih unosa. Alternativa je normalizovati elemente u svakoj koloni matrice i onda odrediti prosek svakog reda. Kod rešenja, nadamo se da možemo determinisati ne samo rang prioriteta svakog elementa, već i magnitudu njenog prioriteta. Jednostavnije rečeno, ukoliko se opredeljujemo

između tri automobila, treba da budemo u mogućnosti ne samo da ih rangiramo po redosledu po kom ih favorizujemo, već takođe i da odlučimo o relativnom intenzitetu naše želje za svakim od njih.⁶⁰

Prilikom upotrebe bilo kog metoda aproksimacije, postoji opasnost od promene reda ranga, i stoga vršenja manje poželjnog izbora. Pristup karakterističnog vektora koristi informacije pružene u matrici, bez obzira na to kolika nekonzistentnost može biti i izvodi prioritete na osnovu tih informacija, bez sprovođenja aritmetičkih poboljšanja na podacima. Osnovna ideja je da pojedinac ili grupa odluči da li želi da promeni svoju ocenu. Nije na sofisticiranom matematičaru da "poboljšava" ono što pojedinci možda ne žele da promene. Ilustracije radi, pogledajmo sledeću matricu poređenja parova:⁶¹

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
A ₁	$\frac{w_1}{w_1}$	$\frac{w_1}{w_2}$	$\frac{w_1}{w_3}$	$\frac{w_1}{w_4}$
A ₂	$\frac{w_2}{w_1}$	$\frac{w_2}{w_2}$	$\frac{w_2}{w_3}$	$\frac{w_2}{w_4}$
A ₃	$\frac{w_3}{w_1}$	$\frac{w_3}{w_2}$	$\frac{w_3}{w_3}$	$\frac{w_3}{w_4}$
A ₄	$\frac{w_4}{w_1}$	$\frac{w_4}{w_2}$	$\frac{w_4}{w_3}$	$\frac{w_4}{w_4}$

Ako se izmnoži $\frac{w_1}{w_1} \times \frac{w_1}{w_2} \times \frac{w_1}{w_3} \times \frac{w_1}{w_4}$, i onda izvadi 4-ti koren, procena prve komponente

glavnog karakterističnog vektora, se razvija iz ovog reda.

⁶⁰ Za spisak ostalih načina aproksimiranja prioriteta videti Thomas L. Saaty, *The Analytic Hierarchy Process*, New York: McGraw-Hill, 1980.

⁶¹ Saaty, T., and Kearns, K., *Analytical Planning: The Organization of Systems*, The Analytic Hierarchy Process Series, Vol.IV, 1985, p. 31.

Ako se izmnoži $\frac{w_2}{w_1} \times \frac{w_2}{w_2} \times \frac{w_2}{w_3} \times \frac{w_2}{w_4}$, i onda izvadi 4-ti koren, procena druge komponente glavnog karakterističnog vektora, se razvija iz ovog reda i td.

Tako je komponenta karakterističnog vektora, prvog reda:

$$1 = \sqrt[4]{\frac{w_1}{w_1} \times \frac{w_1}{w_2} \times \frac{w_1}{w_3} \times \frac{w_1}{w_4}}$$

Komponenta karakterističnog vektora, drugog reda:

$$2 = \sqrt[4]{\frac{w_2}{w_1} \times \frac{w_2}{w_2} \times \frac{w_2}{w_3} \times \frac{w_2}{w_4}}$$

Kada se jednom razvije n komponenti karakterističnog vektora, za sve redove, postaje potrebno normalizovati ih, da bi se izvršila dalja izračunavanja. U tom smislu, potrebno je izračunati procene komponenti karakterističnog vektora iz redova, a zatim normalizovati rezultat, da bi se dobila procena vektora prioriteta, kao što je prikazano u tabeli 5:⁶²

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄				
A ₁	$\frac{w_1}{w_1}$	$\frac{w_1}{w_2}$	$\frac{w_1}{w_3}$	$\frac{w_1}{w_4}$	→	$\sqrt[4]{\frac{w_1}{w_1} \times \frac{w_1}{w_2} \times \frac{w_1}{w_3} \times \frac{w_1}{w_4}}$	=a	$\frac{a}{Total} = x_1$
A ₂	$\frac{w_2}{w_1}$	$\frac{w_2}{w_2}$	$\frac{w_2}{w_3}$	$\frac{w_2}{w_4}$	→	$\sqrt[4]{\frac{w_2}{w_1} \times \frac{w_2}{w_2} \times \frac{w_2}{w_3} \times \frac{w_2}{w_4}}$	=b	$\frac{b}{Total} = x_2$
A ₃	$\frac{w_3}{w_1}$	$\frac{w_3}{w_2}$	$\frac{w_3}{w_3}$	$\frac{w_3}{w_4}$	→	$\sqrt[4]{\frac{w_3}{w_1} \times \frac{w_3}{w_2} \times \frac{w_3}{w_3} \times \frac{w_3}{w_4}}$	=c	$\frac{c}{Total} = x_3$
A ₄	$\frac{w_4}{w_1}$	$\frac{w_4}{w_2}$	$\frac{w_4}{w_3}$	$\frac{w_4}{w_4}$	→	$\sqrt[4]{\frac{w_4}{w_1} \times \frac{w_4}{w_2} \times \frac{w_4}{w_3} \times \frac{w_4}{w_4}}$	=d	$\frac{d}{Total} = x_4$
							<u>Total</u>	

⁶² Ibid, p.32.

Množenje matrice vektorom prioriteta, se ostvaruje na sledeći način. Množimo prvi element reda, sa prvim elementom kolone x_s , drugi element u redu, sa drugim u koloni x_s ; itd. Onda sabiramo da bi dobili jedan broj Y , za taj red, na sledeći način:⁶³

$$\begin{array}{c}
 \left[\begin{array}{cccc}
 \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \frac{w_1}{w_3} & \frac{w_1}{w_4} \\
 \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \frac{w_2}{w_3} & \frac{w_2}{w_4} \\
 \frac{w_3}{w_1} & \frac{w_3}{w_2} & \frac{w_3}{w_3} & \frac{w_3}{w_4} \\
 \frac{w_4}{w_1} & \frac{w_4}{w_2} & \frac{w_4}{w_3} & \frac{w_4}{w_4}
 \end{array} \right] \begin{array}{c} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{array} \\
 = \\
 \begin{array}{c}
 \frac{w_1}{w_1} x_1 + \frac{w_1}{w_2} x_2 + \frac{w_1}{w_3} x_3 + \frac{w_1}{w_4} x_4 = Y_1 \\
 \frac{w_2}{w_1} x_1 + \frac{w_2}{w_2} x_2 + \frac{w_2}{w_3} x_3 + \frac{w_2}{w_4} x_4 = Y_2 \\
 \frac{w_3}{w_1} x_1 + \frac{w_3}{w_2} x_2 + \frac{w_3}{w_3} x_3 + \frac{w_3}{w_4} x_4 = Y_3 \\
 \frac{w_4}{w_1} x_1 + \frac{w_4}{w_2} x_2 + \frac{w_4}{w_3} x_3 + \frac{w_4}{w_4} x_4 = Y_4
 \end{array}
 \end{array}$$

Kada matrica ima ovu formu, ispada da zapravo, x_1, x_2, x_3 i x_4 su w_1, w_2, w_3 i w_4 a to je ono što mi tražimo; naime od koeficijenta od w_s , želimo da determinišemo svako w . Važno je primetiti da u matrici procene, ne postoje koeficijenti kao što je w_i/w_j već samo brojevi ili recipročne vrednosti brojeva sa skale. Ta matrica je generalno nekonzistentna. Algebarski, konzistentan problem uključuje rešavanje $A_w = nw$, $A = (w_i/w_j)$ a opšti problem sa recipročnim procenama, uključuje rešavanje $A'w = \lambda_{\max} w'$, $A' = (a_{ij})$ gde je λ_{\max} najveća karakteristična vrednost matrice procene A .

Konzistentnost lokalnih prioriteta

Unutrašnji korisni nus-produkt teorije, je indeks konzistentnosti, koji pruža informacije o tome koliko su ozbiljna kršenja numeričke (kardinalne, $a_{ij}a_{jk} = a_{ik}$) i tranzitivne (ordinalne) konzistentnosti. Rezultat bi moglo da bude traženje dodatnih informacija i preispitivanje podataka, upotrebljenih u konstruisanju skale, da bi se poboljšala konzistentnost. Stukturalno generisan indeks, nije dostupan u drugim procedurama za konstrukciju skala koeficijenata. Kao što je već pomenuto, ovaj metod takođe koristi, iz razloga koje sugerišu zahtevi konzistentnosti, recipročne unose ($a_{ij} = 1/a_{ji}$) u matricama parnog poredjenja, umesto tradicionalnih $a_{ij} = -a_{ji}$, koji se koriste za konstrukciju intervalnih skala

⁶³ Ibid

Sva merenja, uključujući ona koja koriste instrumente, su podložna eksperimentalnim greškama i greškama samih instrumenata merenja. Ozbiljan efekat greške je da on može, i često to čini, da dovede do nekonzistentnih zaključaka. Jednostavan primer posledice greške u merenju predmeta, je otkrivanje da je A teže od B, i B je teže od C, ali je C teže od A. Ovo se naročito može desiti kada su težine (ponderi) objekata A, B i C bliske, a instrument nije dovoljno precizan, da bi napravio razliku među njima. Nedostatak konzistentnosti može biti ozbiljan za neke probleme, ali za neke ne. Npr, ako su objekti, dve hemikalije koje treba pomešati u tačnoj proporciji, da bi se napravio neki lek, nekonzistentnost može da znači, da se koristi proporcionalno više jedne hemikalije od druge, što može da dovede do štetnih rezultata, prilikom korišćenja tog leka. Ali savršenu konzistentnost u merenju, čak i sa najfinijim instrumentima, je teško ostvariti u praksi, i potreban je način evaluacije, koji će pokazati koliko je to sve loše za neki određeni problem.

Kod matrice parnog poređenja, postoje mere za procenu obima odstupanja od konzistentnosti. Kada ovakve devijacije pređu određene limite, kažemo da postoji potreba da onaj koji je dao procene za matricu, preispita svoje inpute za matricu.

Indeks konzistentnosti za svaku matricu i za čitavu hijerarhiju, se može aproksimirati ručnim kalkulacijama. Prvo se sabere svaka kolona matrice procene, i onda se množi zbir prve kolone sa vrednošću prve komponente normalizovanog vektora prioriteta, zbir druge kolone sa vrednošću druge komponente, itd., a zatim se saberu rezultirajući brojevi.

Ovako se dobija vrednost, obeležena sa λ_{\max} . Za indeks konzistentnosti, imamo $C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ gde je n broj elemenata koji se porede. Za recipročnu matricu, uvek je $\lambda_{\max} \geq n$.

Sada poredimo ovu vrednost sa onom koja bi bila, kad bi naše numeričke procene bile uzete slučajno, sa skale 1/9, 1/8, 1/7, ..., 1/2, ..., 9 (korišćenjem recipročne matrice). U sledećoj tabeli su date prosečne konzistentnosti za slučajne matrice različitog reda:

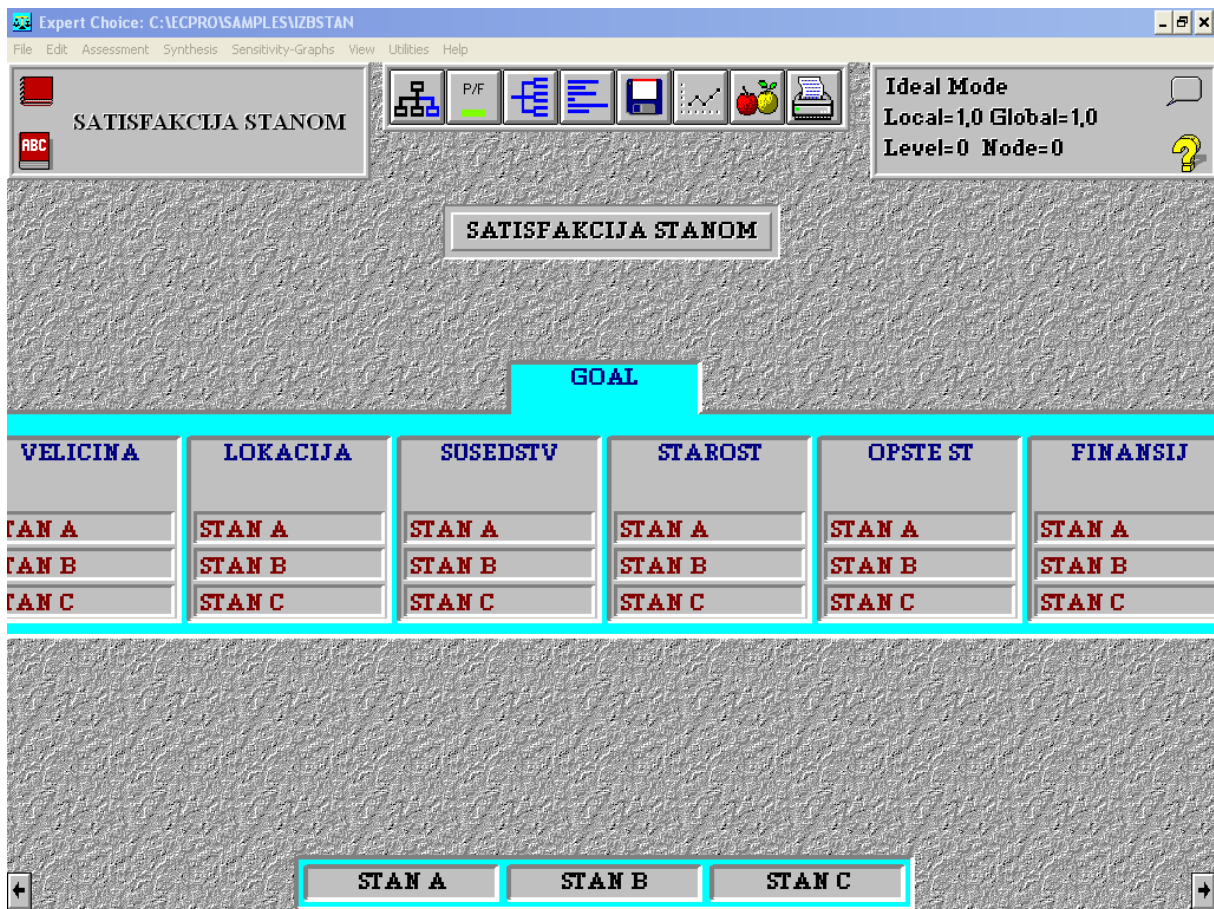
Veličina matrice	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Slučajna konzistentnost	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Tabela 2. Prosečne konzistentnosti za slučajne matrice različitog reda.

Ako podelimo C.I. sa brojem slučajne konzistentnosti, za matricu iste veličine, dobijamo koeficijent ili indeks konzistentnosti C.R. Vrednost C.R. treba da bude negde oko 10% ili manja, da bi bila prihvatljiva. U nekim slučajevima, 20% se može tolerisati, ali nikad više od toga. Ako C.R. nije u ovom opsegu, učesnici treba da prouče problem i da promene svoje procene.

Princip sinteze

Kada se unesu procene za svaki deo modela, informacije se sintetizuju da bi se pokazala opšta preferenca. Ova sinteza daje izveštaj koji rangira alternative u odnosu na opšti cilj. Izveštaj uključuje detaljno rangiranje koje pokazuje kako je svaka alternativa evaluirana u odnosu na svaki kriterijum. Prioriteti se sintetizuju od drugog nivoa, na dole, tako što se množe lokalni prioriteti sa priritetom njihovog odgovarajućeg kriterijuma na nivou gore, i sabiraju se za svaki elemenat u nivou, prema kriterijumima na koje on utiče. (Svaki element drugog nivoa se množi jedinicom, ponderom cilja top nivoa). Ovo daje kompozitni ili globalni prioritet tog elementa koji se onda koristi za ponderisanje lokalnih prioriteta elemenata na nivou ispod, poređenih sa njim, kao kriterijumom, i tako redom sve do poslednjeg nivoa. Hijerarhijska struktura problema, matrice parnih poređenja, lokalni prioriteti i globalni rang alternativa prezentirani su softverskim paketom Expert Choice 9:



Slika 6. Hijerarhijska struktura problema satisfakcije stanom u Expert Choice 9.

SATISFAKCIJA STANOM

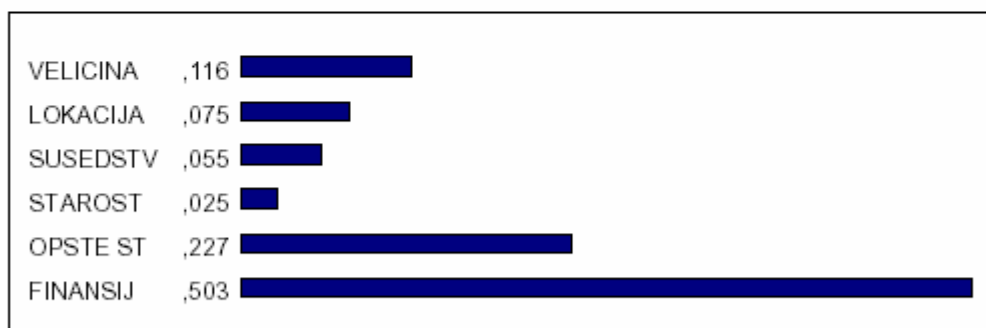
Node: 0

Compare the relative IMPORTANCE with respect to: GOAL

	LOKACIJA	SUSEDSTV	STAROST	OPSTE ST	FINANSIJ
VELICINA	4,0	2,0	5,0	(3,0)	(7,0)
LOKACIJA		3,0	5,0	(5,0)	(7,0)
SUSEDSTV			4,0	(6,0)	(5,0)
STAROST				(7,0)	(8,0)
OPSTE ST					(5,0)

Row element is ... times more than column element unless enclosed in ()

Abbreviation	Definition
Goal	SATISFAKCIJA STANOM
VELICINA	VELICINA
LOKACIJA	BLIZINA VAZNIH INSTITUCIJA
SUSEDSTV	SUSEDSTVO
STAROST	STAROSTSTANA
OPSTE ST	OPSTE STANJE
FINANSIJ	SREDSTVA FINANSIRANJA



Inconsistency Ratio =0,14

SATISFAKCIJA STANOM

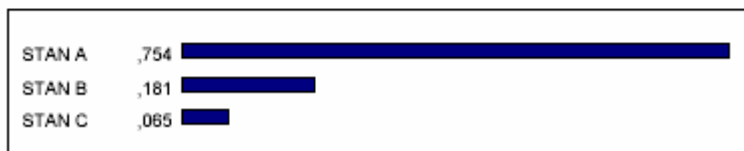
Node: 10000

Compare the relative PREFERENCE with respect to: VELICINA < GOAL

	STAN B	STAN C
STAN A	6,0	8,0
STAN B		4,0

Row element is __ times more than column element unless enclosed in ()

Abbreviation	Definition
Goal	SATISFAKCIJA STANOM
VELICINA	VELICINA
STAN A	STAN A
STAN B	STAN B
STAN C	STAN C



Inconsistency Ratio =0,13

SATISFAKCIJA STANOM

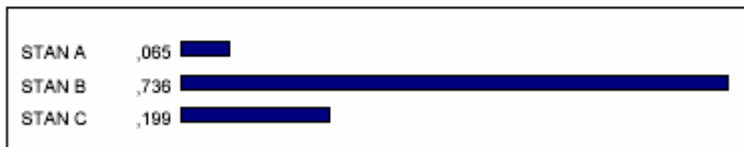
Node: 20000

Compare the relative PREFERENCE with respect to: LOKACIJA < GOAL

	STAN B	STAN C
STAN A	(7,0)	(5,0)
STAN B		6,0

Row element is __ times more than column element unless enclosed in ()

Abbreviation	Definition
Goal	SATISFAKCIJA STANOM
LOKACIJA	BLIZINA VAZNIH INSTITUCIJA
STAN A	STAN A
STAN B	STAN B
STAN C	STAN C



Inconsistency Ratio =0,23

SATISFAKCIJA STANOM

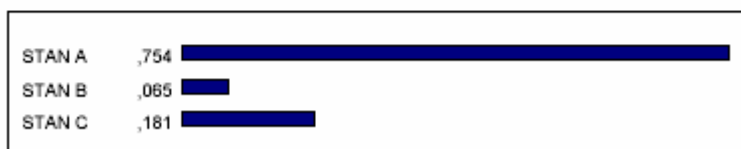
Node: 30000

Compare the relative PREFERENCE with respect to: SUSEDSTV < GOAL

	STAN B	STAN C
STAN A	8,0	6,0
STAN B		(4,0)

(Row element is ___ times more than column element unless enclosed in ())

Abbreviation	Definition
Goal	SATISFAKCIJA STANOM
SUSEDSTV	SUSEDSTVO
STAN A	STAN A
STAN B	STAN B
STAN C	STAN C



Inconsistency Ratio =0,13

SATISFAKCIJA STANOM

Node: 40000

Compare the relative PREFERENCE with respect to: STAROST < GOAL

	STAN B	STAN C
STAN A	(5,0)	2,0
STAN B		3,0

(Row element is ___ times more than column element unless enclosed in ())

Abbreviation	Definition
Goal	SATISFAKCIJA STANOM
STAROST	STAROSTSTANA
STAN A	STAN A
STAN B	STAN B
STAN C	STAN C



Inconsistency Ratio =0,16

SATISFAKCIJA STANOM

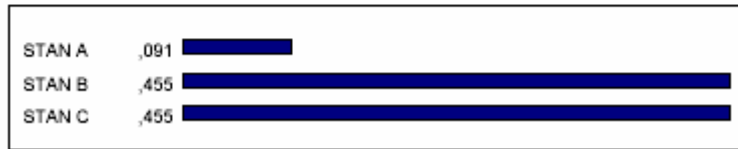
Node: 50000

Compare the relative PREFERENCE with respect to: OPSTE ST < GOAL

	STAN B	STAN C
STAN A	(5,0)	(5,0)
STAN B		1,0

(Row element is __ times more than column element unless enclosed in {})

Abbreviation	Definition
Goal	SATISFAKCIJA STANOM
OPSTE ST	OPSTE STANJE
STAN A	STAN A
STAN B	STAN B
STAN C	STAN C



Inconsistency Ratio =0,0

SATISFAKCIJA STANOM

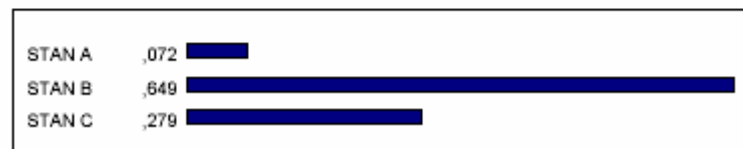
Node: 60000

Compare the relative PREFERENCE with respect to: FINANSIJ < GOAL

	STAN B	STAN C
STAN A	(7,0)	(5,0)
STAN B		3,0

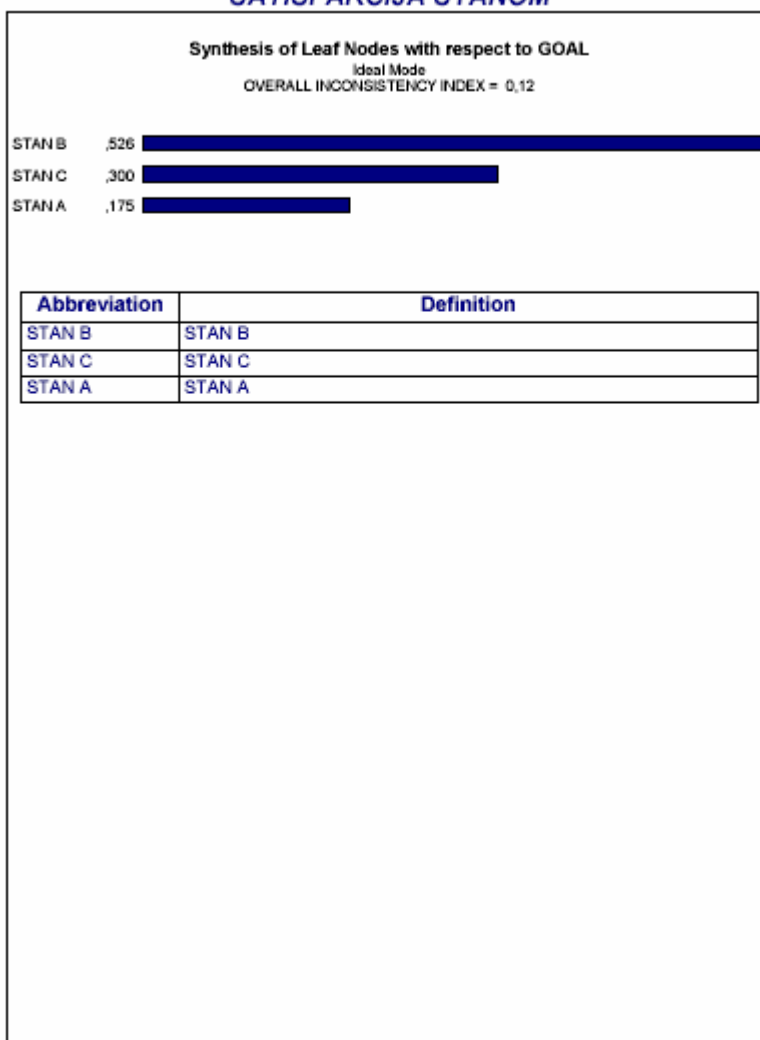
(Row element is __ times more than column element unless enclosed in {})

Abbreviation	Definition
Goal	SATISFAKCIJA STANOM
FINANSIJ	SREDSTVA FINANSIRANJA
STAN A	STAN A
STAN B	STAN B
STAN C	STAN C



Inconsistency Ratio =0,06

SATISFAKCIJA STANOM



Na osnovu rezultata modela dobijenih primenom Expert Choice 9, primećuje se da je koeficijent konzistentnosti nešto viši (0,12) nego što je poželjno (0,10), ali pretpostavićemo da je porodica odlučila da ne menja procene, pošto nije bila zainteresovana za rigorozno konzistentne rezultate. Kod relativno velikih matrica (t.j. do 9 elemenata), često je teško ostvariti visok nivo konzistentnosti. Međutim, nivo konzistentnosti treba da korespondira sa rizikom koji je povezan sa nekonzistentnim rezultatima. Kad bi npr., poredili efekte lekova, želeli bi vrlo visok nivo konzistentnosti. Teorija AHP ne zahteva savršenu konzistentnost. AHP dozvoljava nekonzistentnost, ali pruža meru nekonzistentnosti u svakom skupu procena. Ova mera je važan nusprodukt procesa izvođenja prioriteta na bazi poređenja parova. Prirodno je da ljudi žele da budu konzistentni, s obzirom da se konzistentnost često posmatra kao uslov za jasno razmišljanje. Međutim, realni svet je i sam retko kada savršeno konzistentan, tako da je pomak

u razumevanju pojava moguće samo ukoliko se prihvati činjenica da određena nekonzistentnost zaista postoji. Čak i ako smo savršeno konzistentni mereno nultim koeficijentom AHP konzistentnosti, nije izvesno da su naše procene zaista dobre, kao što se ne može reći da je sa nama sve u redu ako imamo temperaturu 40 stepeni. S druge strane ako je naša nekonzistentnost recimo 30 ili 40% (koeficijent konzistentnosti od 100% ekvivalentan je slučajnim procenama), možemo reći da nešto nije u redu sa našim procenama, kao što nije u redu ako je temperatura našeg tela čak i nešto preko normalne. Racio nekonzistentnosti od oko 10% ili manji, se smatra prihvatljivim, ali pod određenim okolnostima mogu se prihvatiti i veće vrednosti. Recimo, čak i izuzetno visoka temperatura može biti normalna ako se zna da je posmatrana osoba upravo istrčala maraton po izuzetno toplom danu.

Koji su uzroci nekonzistentnosti? Kao najčešći uzroci nekonzistentnosti u literaturi se navode greška u pisanju, nedostatak informacija, nedostatak koncentracije i neadekvatna struktura modela. Pri unosu jedne ili više procena u kompjuter, može se uneti pogrešna vrednost ili moguće, suprotno od onoga što se želi.

Greške u pisanju mogu biti vrlo štetne i obično prolaze neotkrivene prilikom upotrebe računara. Tako, samo jedna greška u pisanju u višestrukoj regresiji koja ima na hiljade podataka, može uzrokovati da rezultirajuća procena parametra regresije bude znatno drugačija. Drugi uzrok nekonzistentnosti je nedostatak informacija. Ukoliko se poseduje malo ili se ne poseduju informacije o faktorima koji se porede, onda su procene praktično slučajne, što bi rezultiralo u visokom koeficijentu nekonzistentnosti. Još jedan uzrok nekonzistentnosti je nedostatak koncentracije tokom procena, što se može desiti ako ljudi koji vrše procene postanu umorni ili manje zainteresovani. S druge strane, neadekvatna struktura modela takođe povećava rizik od nekonzistentnosti. Idealno, kompleksna odluka se strukturira na hijerarhijski način tako da su faktori na svakom nivou uporedivi u okviru reda magnitude ostalih faktora na tom nivou. Praktična posmatranja mogu uključiti ovakvo strukturiranje a ipak je moguće doći do značajnih rezultata.

Pretpostavimo na primer, da smo poredili nekoliko stavki koje se razlikuju za dva reda veličine. Neko bi mogao pogrešno zaključiti da je AHP skala nesposobna da obuhvati razlike, pošto se skala kreće od 1-9. Međutim, kako se rezultirajući prioriteti baziraju na dominaciji drugog, trećeg i višeg reda, AHP može da proizvede prioritete koji imaju daleko viši red veličine. Do koeficijenta nekonzistentnosti koji je viši nego što je uobičajeno, doći će zato što su neophodne ekstremne procene. Ako se navedeno prizna kao glavni uzrok, onda se može prihvatiti koeficijent nekonzistentnosti koji je i viši od 10%. Kako god, neobično je važno da niska nekonzistentnost ne postane cilj po sebi u procesu

odlučivanja, jer, teorijski je moguće biti savršeno konzistentan ali konzistentno pogrešan. Dakle, važnije je biti precizan nego konzistentan.

Jedan od najuspešnijih i najlakših načina za strukturiranje i rešenje problema sa AHP-om, je korišćenje softverskog paketa pod nazivom Expert Choice, proizvođača Decision Support Software, McLean, Virginia, koji je u našem primeru i korišćen. Kako se sada interpretiraju prioriteti, koji su ovako dobijeni? Jasno, porodica smatra da je dostupnost adekvatnog finansiranja, najvažniji kriterijum pri njenom izboru stana. Zapravo, ovaj kriterijum je više od dva puta važniji od opšteg stanja (0,503 nasuprot 0,227) i daleko važniji od kriterijuma-starost, koji ima najniži prioritet od 0,025. Neko bi odlučio da uključi samo 3 ili 4 najvažnija kriterijuma-recimo finansiranje, veličinu, lokaciju i opšte stanje-kada vrši kalkulacije, jer će ti kriterijumi izvršiti najveći uticaj na krajnji izbor stana. Da bi se to izvršilo, jednostavno se saberu prioriteti najvažnijih kriterijuma, i svaki se podeli rezultirajućim totalom, da bi se dobio novi normalizovani vektor prioriteta za manji i, za rukovanje pogodniji, skup kriterijuma.⁶⁴ Uočavamo da je stan B imao najbolju performansu što se tiče kriterijuma finansiranja, starosti i lokacije, a da je stan A smatran najboljim, što se tiče veličine i susedstva. Stan C, zajedno sa stanom B, ima najbolju performansu što se tiče opšteg stanja. Sledeći korak je primena principa sinteze. Da bi utvrdili kompozitne ili globalne prioritete stanova, raspoređujemo lokalne prioritete stanova u odnosu na svaki kriterijum, u matricu i množimo svaku kolonu vektora, sa prioritetom odgovarajućeg kriterijuma, i sabiramo svaki red, koji rezultira u vektoru kompozitnog ili globalnog prioriteta, stanova. Npr. kod stana B imamo: $(0,754 \times 0,173) + (0,233 \times 0,054) + \dots + (0,072 \times 0,333) = 0,526$. Stan B koji je bio najpoželjniji u pogledu finansiranja, (kriterijum najvišeg prioriteta), je pobedio. To je bio stan koji će porodica kupiti. Pretpostavićemo da porodica prikom izbora, nije imala nikakve ograde.

U retrospektivi, ishod nije bio iznenađujući, kada razmotrimo činjenicu, da je stan B imao bolju performansu od ostalih, prema 3 od 6 kriterijuma, uz jedan nerešen rezultat. Ovaj primer takođe ilustruje da treba paziti, pre no što se odluči da se isključe određeni kriterijumi, koji slede nakon prvog skupa kalkulacija. Na kraju, može se izvršiti i analiza osetljivosti rešenja, kako bi se videlo kakva je performansa alternativa u pogledu svakog kriterijuma, kao i koliko su te alternative osetljive na promene važnosti kriterijuma.

⁶⁴ Kao što se može primetiti, u našem primeru svi kriterijumi su međusobno upoređeni, bez grupisanja u hijerarhiju na bazi kvalitativnih sličnosti, u čemu i jeste razlika između naivnog i strukturiranog AHP. To je učinjeno kako bi jasnije ilustrovali princip funkcionisanja AHP.

3.2 Aksiomi AHP

Teorijski, AHP se bazira na četiri aksioma, koje je dao Saaty:

Aksiom 1: Donosilac odluke može da obezbedi parna poređenja a_{ij} dve alternative i, i, j , u odnosu na kriterijum/podkriterijum, na skali koeficijenata, koja je recipročna, t.j., $a_{ji} = 1/a_{ij}$

Aksiom 2: Donosilac odluke nikad ne ocenjuje jednu alternativu kao beskrajno bolju od neke druge, u odnosu na dati kriterijum, t.j., $a_{ji} \neq \infty$.

Aksiom 3: Problem odlučivanja se može formulisati kao hijerarhija.

Aksiom 4: Svi kriterijumi/podkriterijumi koji imaju isti uticaj na dati problem, i sve relevantne alternative, su predstavljeni u hijerarhiji u jednom redu.

Treba reći, da što su aksiomi jednostavniji i što ih ima manje, teorija je opštija i primenljivija. Prvi, aksiom recipročnosti, zahteva da ako je $Pc(Ea, Eb)$, parno poređenje elemenata A i B, koje pokazuje koliko puta više element A poseduje neku osobinu od elementa B, onda je $Pc(Eb, Ea) = 1/Pc(Ea, Eb)$. Odnosno, ako je na primer, A pet puta veće od B, onda je B, 1/5 puta veće od A. Drugi, aksiom homogenosti ističe da elementi koji se porede, ne bi trebalo da se razlikuju previše, u protivnom će biti velikih grešaka u proceni. Zbog toga, pri konstrukciji hijerarhije zadatka, potrebno je ažurirati elemente na način da se ne razlikuju za više od jednog reda veličine (AHP verbalna skala se kreće od 1-9, ili jedan red veličine, dok numerički i grafički mod Expert Choice, omogućuju i dva reda veličine). Procene izvan dozvoljenog reda veličine mogu rezultirati u smanjenju preciznosti i u povećanoj nekonzistentnosti. Treći aksiom zahteva da procene ili prioriteta elemenata u hijerarhiji ne zavise od elemenata nižeg nivoa. Ovaj aksiom je neophodan da bi se primenio princip hijerarhijske kompozicije. Dok su prva dva aksioma saglasna sa aplikacijama u realnom svetu, poslednji aksiom zahteva pažljivo ispitivanje, jer nije neuobičajeno da se on ne poštuje. Stoga, iako je preferenca za alternative skoro uvek zavisna od elemenata višeg nivoa tj. od zadataka, važnost tih zadataka može i ne mora biti zavisna od elemenata nižeg nivoa a to su alternative. Tako npr., prilikom izbora *Laptop* kompjutera, relativna važnost brzine u odnosu na težinu, može zavisiti od specifičnih alternativa koje se razmatraju. Ako su alternative skoro iste težine, ali se dosta razlikuju u brzini, onda će brzina biti važnija. Dakle, postoji povratna sprega od alternativa ka zadacima. Postoje dva osnovna načina da se proces nastavi u situacijama gde se ovaj aksiom ne primenjuje, tj. gde postoji povratna sprega. Prvi uključuje formalnu primenu povratne sprege i kalkulaciju supermatrice za sintezu, umesto hijerarhijske kompozicije. Ovaj pristup je poznat pod nazivom ANP tj., Analitički mrežni proces. Za jednostavnu povratnu spregu samo između susednih nivoa, ovo je ekvivalentno izvođenju prioriteta za zadatke u

odnosu na svaku alternativu, pored toga što se izvode prioriteta za alternative u odnosu na svaki kriterijum. Rezultirajući prioriteta se obrađuju u supermatrici koja je ekvivalentna konvergenciji iterativnih hijerarhijskih kompozicija. Iako je ovaj pristup ekstremno dobar i fleksibilan, jednostavniji pristup koji dobro funkcioniše je vršenje procena najpre za niže nivoe hijerarhije a zatim na gornjim nivoima ponovo. Pri tome, mozak vrši funkciju povratne sprege tako što razmatra šta je naučeno na najnižim nivoima hijerarhije kada se vrše procene za više nivoe. Zato je važno opšte pravilo da se procene u hijerarhiji vrše odozdo na gore, osim ako je analitičar ili DO uveren da nema povratne sprege, ili je već dobro upoznat sa alternativama i njihovim odnosima. Čak i ako nema pridržavanja ovog pravila, četvrti aksiom AHP kao i sama ideja AHP ipak vodi do odgovarajućih procena, pošto će ispitivanje prioriteta nakon prve iteracije naglasiti segmente koje treba preraditi na osnovu onoga što je naučeno. Četvrti aksiom AHP kaže da pojedinci koji imaju razloge za svoja uverenja, treba da se uvere da su njihove ideje adekvatno reprezentovane da bi se ishod uskladio sa ovim očekivanjima. Iako ovaj aksiom može zvučati pomalo nejasno, on je vrlo značajan jer generalnost AHP omogućava raznolikost njegove primene a pridržavanje ovom aksiomu sprečava neadekvatnu primenu AHP.

3.3 Rezime koraka u AHP

AHP pomaže procesu prirodnog odlučivanja. Stoga će biti korisno izvršiti reiteraciju koraka koji su praćeni u AHP-u. Neki koraci se mogu pratiti više u nekim situacijama, nego u drugim.

1. Definisati problem i determinisati šta želite da znate;
2. Strukturirati hijerarhiju od vrha (ciljevi sa menadžerskog stanovišta) kroz srednje nivoe (kriterijumi od kojih zavise neposredni nivoi) do najnižeg nivoa (koji je obično lista alternativa). Problem se dekomponuje u hijerarhiju cilja, kriterijuma, podkriterijuma i alternativa. Ovo je najkreativniji i najvažniji deo odlučivanja. Strukturiranje problema odlučivanja, u oblik hijerarhije, je fundamentalno za proces AHP-a. Hijerarhija indicira odnos između elemenata jednog nivoa i elemenata nivoa odmah ispod. Ovaj odnos se filtrira na niže, sve do najnižih nivoa hijerarhije, i na ovaj način svaki element je povezan sa svakim drugim elementom, bar indirektno. Hijerarhija je uredniji oblik mreže. Struktura obrnutog drveta je slična hijerarhiji. Saaty sugerše da je koristan način za strukturiranje hijerarhije, da se radi na dole od cilja, sve dok se može, a da se onda radi na gore od alternativa, sve dok se nivoi ova dva procesa ne povežu tako da omoguće poređenje. U korenu hijerarhije je cilj ili zadatak problema

koji se proučava i analizira. Čvorovi-list su alternative koje treba porediti. Između ova dva lista su različiti kriterijumi i podkriterijumi. Važno je istaći da, kada se porede elementi na svakom nivou, donosilac odluke mora da ih poredi u odnosu na doprinos koji elementi nižeg nivoa daju elementu gornjeg nivoa. Ova lokalna koncentracija donosioca odluke, na samo deo čitavog problema, je moćna odlika AHP-a.

3. Konstruisati skup matrica parnog poređenja, za svaki od nižih nivoa-jednu matricu za svaki element u nivou koji je neposredno iznad. Za element u najvišem nivou, se kaže da je upravljački element za one na nižem nivou, jer im on daje doprinos, ili utiče na njih. U potpunoj jednostavnoj hijerarhiji, svaki element na nižem nivou, utiče na svaki element na gornjem nivou. Elementi na nižem nivou se onda porede međusobno, na osnovu svog uticaja na upravljački element odozgo. Ovako se dobija kvadratna matrica procena. Poređenja parova se vrše u smislu koji element dominira nad drugim. Ove procene se onda izražavaju kao celi brojevi. Ako element A dominira elementom B, onda se ceo broj unosi u red A, kolonu B, a recipročna vrednost (razlomak) se unosi u red B, kolonu A. Naravno, ako element B dominira elementom A, onda važi suprotno. Ceo broj se onda stavlja na poziciju B, A, a recipročna vrednost se automatski dodeljuje poziciji A, B. Ako se proceni da su A i B jednaki, onda se obema pozicijama dodeljuje 1.

4. Postoji $n(n-1)/2$ procena, neophodnih da se razvije svaka matrica u koraku 3 (recipročne vrednosti se automatski dodeljuju u svakom parnom poređenju).

Kada se izvrše sva parna poređenja, i unesu podaci, konzistentnost se determiniše korišćenjem karakteristične vrednosti. Poređenja izvršena pomoću ovog metoda su subjektivna, i AHP toleriše nekonzistentnost kroz obim redundancije (preklapanja) u pristupu. Ako ovaj indeks konzistentnosti ne dođe do potrebnog nivoa, onda se odgovori na poređenja mogu preispitati. Indeks konzistentnosti CI, se izračunavana sledeći način:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

gde je λ_{\max} maksimalna karakteristična vrednost matrice procene. CI se može porediti sa indeksom za slučajnu matricu, RI. Indeks konzistentnosti, se onda testira korišćenjem odstupanja λ_{\max} od n, u poređenju sa odgovarajućim prosečnim vrednostima za slučajne unose, čime se dobija koeficijent konzistentnosti C.R. Izvedeni koeficijent, CI/RI je označen kao koeficijent konzistentnosti CR.

5. Koraci 3,4 i 5 se vrše za sve nivoe i klastere u hijerarhiji.

6. Sada se koristi hijerarhijska sinteza za ponderisanje karakterističnih vektora, ponderima kriterijuma i sabiraju se svi unosi ponderisanog karakterističnog vektora, koji korespondiraju sa onima na sledećem nižem nivou hijerarhije.

7. Konzistentnost čitave hijerarhije se dobija, množenjem svakog indeksa konzistentnosti, prioritetom odgovarajućeg kriterijuma i njihovim sabiranjem. Rezultat se deli istim tipom izraza, koristeći indeks slučajne konzistentnosti, koji korespondira sa dimenzijama svake matrice ponderisane prioritetima, kao i pre. Primećujemo, da koeficijent konzistentnosti (C.R.) treba da bude oko 10% ili manji, da bi bio prihvatljiv. Ako nije, kvalitet procene treba poboljšati, možda promenom načina postavljanja pitanja prilikom poređenja parova. Ako ovo ne poboljša konzistentnost, onda je verovatno da problem treba preciznije strukturirati; t.j., grupisati slične elemente na osnovu značajnijih kriterijuma. Bio bi potreban povratak na korak 2, mada samo problematični delovi hijerarhije mogu iziskivati reviziju.

Primećujemo da pri procenjivanju, i u održavanju poređenja relevantnim, pojedinac mora da ima na umu sve elemente koji se porede. Nije teško uočiti da, da bi se razvila validna numerička poređenja, ne bi trebalo porediti više od 7 ± 2 elementa. U tom slučaju, mala greška u svakoj relativnoj vrednosti, ne menja tu vrednost značajno. Ako je tako, postavlja se pitanje kako možemo vršiti merenja među različitim klasama ciljeva? Odgovor je: pomoću hijerarhijske dekompozicije. Elementi se grupišu ordinalno (kao prva procena) u klase uporedivosti, od po oko sedam elemenata u svakoj. Element sa najvišim ponderom u klasi elemenata sa lakšim ponderima, se takođe uključuje u sledeću težu klasu, i služi kao pivot, da bi uniformisao skalu između te dve klase. Procedura se ponavlja od jedne klase do sledeće, sve dok se svi elementi ne skaliraju kako treba.

U određenim problemima sa velikim brojem alternativa, nije uvek potrebno da među njima vršimo poređenja po parovima. Umesto toga, uvodimo podkriterijume koji predstavljaju rafinirane kriterijume (npr. visoko, srednje, nisko) i prioritizujemo njihov značaj, u odnosu na kriterijume. Zatim, uzimamo svaku alternativu i ispitujemo koji podkriterijum je najbolje opisuje, i uzimamo prioritet tog podkriterijuma. Sabiramo sve ove prioritete za tu alternativu. Na kraju normalizujemo vrednosti alternativa da bi dobili njihov opšti prioritet.

4. Kritika moći primene AHP

Prošlo je skoro tri decenije od kad je Saaty uveo AHP. Tokom ovog vremena, predložen je veliki broj aplikacija, ali se takođe pojavio i određeni broj kritika ovog pristupa. U jednom ranijem radu,

Harker i Vargas, reaguju na kritiku AHP-a, i zaključuju da "... je prihvatanje ovog metoda, usporeno onim za šta smatramo da je (a) pogrešno razumevanje njegovih teoretskih osnova, i (b) protivljenje odvajanju od tradicionalnih metoda analize..."⁶⁵ U poslednje vreme, u literaturi se mogu pronaći radovi u kojima su izloženi primeri modifikacije metoda analitičke hijerarhije. Modifikacija AHP je nastala kao potreba da se ulazni podaci, kojima se ističe relativna važnost kriterijuma opišu na realniji način tj. lingvističkim deskriptorima koji se modeliraju pomoću različitih matematičkih teorija. U empirijskim AHP istraživanjima dominiraju studije slučaja kojima se rešava neki određeni problem. Istovremeno se vrše istraživanja da bi se testirao kvalitet ovog metoda u eksperimentalnom okruženju. U jednom ranijem istraživanju,⁶⁶ AHP se poredi sa četiri druga metoda kako u vezi procene pondera tako i u vezi njihove moći predviđanja u pogledu izbora, rangiranja i rezultata preferencije. Rezultati do kojih se došlo su različiti sa stanovišta ocene pondera, dok su u pogledu predviđanja približno identični. Osnovna zamerka koja se upućuje ovoj i drugim komparativnim studijama odnosi se na limitiran broj učesnika (30 i 60) koja u znatnoj meri relativizuje ostvarene rezultate.⁶⁷

Istaknuto je da AHP ima nekoliko slabosti⁶⁸. Kao prvo, ne postoji teorijski okvir za razvoj hijerarhije tj. modeliranje problema odlučivanja u hijerarhiju. Ovo je generalno specifičan problem, gde je specifikacija hijerarhije subjektivna i na nju mogu uticati procene modelara. Nepotpuna hijerarhija može dovesti do kontraintuitivnih kompozitnih pondera. Drugo, upotreba poređenja parova, kao instrumenata procene elemenata odlučivanja, može dovesti do nekonzistentnih rejtinga. Kao posledica toga, slučajne greške se možda neće eliminisati proverama konzistentnosti. Treće, zbog mnogih metoda procene predloženih i primenjenih za izračunavanje relativnih pondera elemenata odlučivanja, čini se da za datu analizu nijedan nije primenljiviji od drugog. Ipak, najčešće se u ovoj fazi primenjuje se metod karakterističnog vektora. Na kraju, ukoliko je u analizi prisutno više od jednog evaluatora, nema preferiranog pristupa za kombinaciju procena.

Osnovne primedbe o kojima se detaljno govori kod Dyer⁶⁹ i Belton⁷⁰ odnose se na sledeće:

⁶⁵ Harker, P.T., and Vargas, L.G., The theory of ratio scale estimation: Saaty's analytic hierarchy process, 1987, Management Science, 33, 1383-1403.

⁶⁶ Schoemaker, P.J.H., and Waid, C.C., An Experimental Comparison of Different Approaches to Determining Weights in Additive Utility Models, 1982, Man. Science 28, 182-196.

⁶⁷ Eelko, K., Huizingh, R.E., and Vrolijk, H.C.J., The Predictive Power of the Self Explicated Approach and the AHP: A Comparison, MCDM, Proceedings of the Twelfth International Conference, 1997, Hagen, 137-146.

⁶⁸ Zahedi, F., The Analytic Hierarchy Process - A Survey of the Method and its Applications, Interfaces, (Vol.16, 1986), pp.96-108.

⁶⁹ Dyer, J.S., Remarks on the analytic hierarchy process, 1990, Management science, 36, 249-258.

- 1) limitiranost parnih poređenja na skalu 1-9, što logično implicira nekonzistentnost odgovora. Npr., ako se A jako preferira u odnosu na B, mereno kao 5 na AHP skali, i ako se B jako preferira u odnosu na C, onda, da bi se održala konzistentnost u poređenju A i C, jačina preference treba da bude 5x5, što nije moguće;
- 2) korespondenciju između numeričke i verbalne skale; nekoliko autora tvrdi da je multiplikativni faktor od 5, previsok za izražavanje utiska jake preference;
- 3) nedostatak operativnog značenja odgovora na pitanja koja iznose na videlo relativni značaj kriterijuma; činjenica da ta pitanja nisu u vezi sa skalama na kojima se kriterijumi mere, ili sa alternativama koje se procenjuju, znači da uvođenje nove alternative može da dovede do poznatog efekta obrnutog rejtinga;
- 4) pretpostavku o koeficijentima kojima se mere preference alternativa u odnosu na kriterijume; AHP se stavlja nasuprot pristupu multiatributivne funkcije vrednosti, koja je dobro utemeljena na aksiomima teorije odlučivanja i pretpostavlja samo merenje intervalne skale.

Treba reći da su navedene primedbe bile predmet brojnih polemika, posebno između već pomenutih autora s jedne i Saaty-ja i Vargasa s druge strane. Rad J.S. Dyer-a⁷¹, prezentuje dva argumenta, protiv upotrebe AHP-a: aksiomi imaju mana a rejtinzi, koje AHP proizvodi, su arbitrarni. Prema mišljenju Saaty-ja i Vargasa, ovaj kriticizam nastaje iz nedostatka razumevanja teorije koja se nalazi u osnovi AHP-a.

4.1 Validnost AHP aksioma

Dyer kritikuje aksiome AHP-a, jer ne sledi iz bazičnih aksioma, već iz primitivnih ideja, koje uključuju pretpostavku o fundamentalnoj skali. U AHP-u se koristi skala koeficijenata, koja je izabrana zbog svojih empirijskih osobina koje sugerišu da je ovo adekvatna skala za obuhvatanje preferenci donosioca odluke. AHP je prilično elastičan, čak i ako se naprave, uslovno rečeno, greške. Takođe, da li je ideja verovatnoće toliko intuitivna za ljude, da se mora uzeti kao osnova svih teorija odlučivanja? Rezultati iz analize eksperimentalnog odlučivanja, dovode u sumnju ovu tvrdnju. Prosto rečeno,

⁷⁰ Belton, V., A comparison of the analytic hierarchy process and simple multi-attribute value function, 1986, European Journal of Operational Research, 26, 7-21.

⁷¹ Dyer, J.S., Remarks on the analytic hierarchy process, 1990, Management science, 36, 249-258.

Aksiom 1 AHP-a, kaže da ljudi mogu da vrše poređenja, i u ovom procesu možemo koristiti skale koeficijenata. Primećuje se da ova pretpostavka ne zahteva korišćenje negativnih brojeva, koji se moraju definisati kada se koriste intervalne skale. Da li su intervalne skale jedini način razmišljanja o svetu, kako se najčešće veruje? Izbor skale je mnogo kompleksniji problem nego što se to obično misli; skale koeficijenata pružaju koristan način modeliranja niza situacija, pa ne treba jednostavno pretpostaviti da su intervalne skale jedini metod merenja kognicije. Razlog zašto se intervalne skale ne mogu koristiti kroz proces odlučivanja je to, što proizvod dva broja intervalne skale, iz iste ili iz različitih intervalnih skala, ne pripada intervalnoj skali. Međutim, proizvod skale koeficijenata je skala koeficijenata, i zbir brojeva skale koeficijenata iz iste osnovne skale, kao što je slučaj sa prioritetima izvedenim u AHP-u, je broj koji pripada toj skali koeficijenata. U teoriji korisnosti, intervalne skale se koriste za rangiranje alternativa. Ne nudi se nijedan način za rangiranje kriterijuma u hijerarhijskoj strukturi. Predlagano je da se AHP koristi za rangiranje kriterijuma, a da se rezultati racio skale koriste za ponderisanje merenja intervalne skale alternativa. Ovo se svodi na to da se intervalna skala množi sa racio skalom, da bi se dobila intervalna skala, ali nije jasno šta je krajnji cilj toga?

Drugo, kriterijumi ili atributi su apstraktni koncepti, čije je pondere lakše determinisati relativnim poređenjem koeficijenata, nego uzimanjem razlika merenja, koja već ne postoje na nekoj skali.

Treće, relativna poređenja i apstraktnih i konkretnih entiteta se mogu efektivno meriti sredinama koeficijenata, kada su objekti bliski, u smislu atributa, a onda one koji su bliski, povezivati sa ostalima, korišćenjem reklasteringa i merenja.

Zbog toga pitanje nije da li treba koristiti intervalne skale ili skale koeficijenata, jer takođe postoje ordinalne i čak opštije numeričke skale, već da li prvo, može li se obuhvatiti nešto opštije što se može izraziti na određeni način, i da li ljudi zaista imaju sposobnost da izražavaju svoje preference kroz skale koeficijenata.

Aksiom 2 se odnosi na ograničene kognitivne kapacitete. Nerealno je smatrati da ljudi mogu efektivno da koriste neograničene perceptualne skale; ovaj aksiom navodi da postoji limit naših sposobnosti, da poredimo veoma različite alternative ili kriterijume. Kritikujući aksiomatsku osnovu AHP i manjkavu prirodu procedure rangiranja, Dyer tvrdi da su pitanja koja se postavljaju u AHP-u, dvosmislena; on piše⁷²:

"Zamislimo jednog promišljenog čoveka, koji čuje pitanje: "Koliko je A_i bolje od A_j , prema nekom kriterijumu?"

⁷² ibid

Njegov odgovarajući odgovor bi bio: "U odnosu na šta?" Ovo drugo pitanje izražava intuitivno, potrebu za definisanjem referentne tačke."

Pošto je ovaj rad verovatno najpotpunija kritika AHP, posebno ćemo se zadržati na njemu.

Prvo, pitanja koja se koriste u AHP-u nisu formulisana na način kako ih Dyer opisuje. Drugo, definicija kriterijuma mora uvek uključivati referentnu tačku. Aksiom 2 (homogenost) implicira sledeće: da bi pitanja imala smisao, moraju se izvršiti parna poređenja na homogenoj skali. Stoga npr., ako poredimo automobil A sa automobilom B, prema njihovoj ceni, odgovarajuće pitanje je: "U odnosu na cenu, koji od ova dva auta (A ili B) se preferira, i za koliko?" Naravno da ako neko ne može da priušti ni jedan od ova dva auta, onda bi odgovor bio besmislen, i stoga ovaj set nije homogen. Sama definicija kriterijuma cene, je definisala implicitni set referenci. Ako se adekvatno razmotri, AHP pruža nove načine definisanja referentnih tačaka. Prvo bi poredili sve alternative sa prvom (alternativom koja je referentna tačka), a onda se porede sve, sa drugom alternativom itd. Stoga, AHP ne uzima fiksnu referentnu tačku, već tretira sve alternative kao referentne tačke, da bi se minimizirala svaka pristrasnost koja se može uvesti pomoću odabira samo jednog fokusa za poredjenja. Ideja da AHP narušava nezavisnost relevantnih alternativa (promena ranga), je glavno mesto gde Dyer smatra da je AHP manjkav. Jedini razlog koji Dyer daje za to što AHP donosi arbitrarne rangove je to što AHP ne poseduje aksiom o nezavisnosti; ovo nije slučaj. Aksiom 3 vrlo jasno ističe šta znači nezavisnost u kontekstu AHP-a. Dyer predlaže upotrebu koncepta nezavisnosti razlike, da bi se ispravio problem koji on uočava u AHP-u. Svi koncepti nezavisnosti u AHP-u su subjektivni; oni su bazirani na jednostavnoj ideji: da li se naše preference menjaju kada se menja neki od kriterijuma? U primeru koji je Dyer dao, odgovarajuće pitanje je: ako imamo par kriterijuma C_i , C_j , i ako se C_i preferira u odnosu na C_j , pri razmatranju alternative A_k , možemo li zaključiti da se C_i preferira u odnosu na C_j , za sve alternative? U AHP-u, preferenca nije samo ordinalna skala. Stoga se jačina preference C_i u odnosu na C_j , mora sačuvati od alternative do alternative. AHP je jednostavno obezbedio formalni mehanizam za njegovo ispitivanje. Pošto se kriterijumi doživljavaju kroz alternative, izgleda teško odvojiti kriterijume od alternativa. U primeru koji daje Dyer, uočavamo da važnost kriterijuma varira od alternative do alternative. Aksiom 3 AHP-a, ističe da za hijerarhije (jedina struktura za koju je validan princip hijerarhijske kompozicije), neki nivo ne zavisi od nivoa iznad, u smislu koji je gore pomenut. Pored toga, elementi u okviru nivoa, moraju biti nezavisni međusobno, tako da je jasno da Dyer-ov primer ne zadovoljava Aksiom 3.

Dyer-ova kritika ne formuliše ispravno ni pitanje za poređenje kriterijuma u odnosu na alternative:⁷³

"Od donosioca odluke bi se zahtevalo da odgovori na pitanja, kao što je ovo: "Da li Mercedes ima bolju performansu, što se tiče troškova ili što se tiče izgleda, i za koliko?"

Ovo pitanje je prema Saaty-ju, Dyer-ovo pogrešno razumevanje. Odgovarajuće pitanje bi bilo: ako je data alternativa (npr. Mercedes), koji kriterijum (npr. izgled ili troškovi) je važniji, u opštem izboru najboljeg automobila? Donosilac odluke može da odgovori sa istom relativnom važnošću svakog kriterijuma, bez obzira koja alternativa je odabrana; u ovom slučaju, može se koristiti hijerarhijska kompozicija. Ako odgovori variraju sa odabranom alternativom (referentna tačka), onda se mora koristiti tehnika supermatrice⁷⁴; hijerarhija nije problem. Iako Dyer možda sumnja da se na ovakva pitanja može odgovoriti, empirijske aplikacije⁷⁵ ove tehnike pružaju dokaz da su pitanja značajna za odlučioce. Štaviše, ova tehnika pruža test za to da li se može ili ne, hijerarhija koristiti za modeliranje datog problema odlučivanja.⁷⁶ Stoga je Dyer-ova tvrdnja da se nezavisnost ne može testirati u AHP-u, netačna.

4.2 Promena (preokret) ranga

AHP je nastao iz potrebe da se usklade kvalitativne razlike između kriterijuma. Određenu zabrinutost i sumnje, AHP je izazvao usled arbitrarnog rangiranja, koje se javlja kada dva ili više alternativa imaju iste ili slične karakteristike, ili zbog promene ranga usled dodavanja ili eliminicije alternativa (Dyer⁷⁷, Perez⁷⁸). Primećeno je, naime, da uvođenje irelevantnih alternativa ili brojnih primeraka jedne alternative, utiče na promenu (preokret) ranga. Tako, ako se A preferira u odnosu na B

⁷³ Dyer, J.S., Remarks on the analytic hierarchy process, 1990, Management science, 36,p.253

⁷⁴ Saaty, T.L., An Exposition of the AHP in Reply to Paper: Remarks on the Analytic Hierarchy Process, 1990, Management Science, 36, 259-268.

⁷⁵ Hamalainen, R.P., and Seppalainen, T.O., The Analytic Hierarchy Process in Energy Policy Planning, 1986, Socio-economic planning Sci., 20, 388-405.

⁷⁶ Harker, P.T., and Vargas, L.G., Reply to Remarks on the Analytic Hierarchy Process by J.S. Dyer, 1990, Management Science, vol.36, 269-273.

⁷⁷ Dyer, J.S., Remarks on the analytic hierarchy process, 1990, Management science, 36, 249-258.

⁷⁸ Perez, J., Somme comments on Saaty's AHP, 1995, Management Science, vol.41, no.6, 1091-1095.

i B se preferira u odnosu na C, možda bi uvođenje više primeraka C, dovelo do toga da se B preferira u odnosu na A, odnosno do preokreta u rangu. Međutim, ovi neželjeni efekti ne limitiraju AHP (Vargas & Harker)⁷⁹. U stvari, sve ordinalne metode agregacije pokazuju obrnuti rang⁸⁰. Dokazano je da obrnuti rang neće biti problem u realnim aplikacijama, jer se vrlo retko dogodi da postoje dve alternative sa sličnim karakteristikama a i lako se mogu preduzeti posebne mere opreza, kao što je grupisanje sličnih alternativa, kako bi se izbeglo obrnuto rangiranje. Očito je da razloge dilema oko promene ranga treba tražiti u konfuziji koja postoji u vezi interakcije između alternativa i kriterijuma.

U AHP-u, postoje četiri načina na koji su kriterijumi povezani sa alternativama. Prva dva se odnose na slučajevne nezavisnosti i kvazi-nezavisnosti kriterijuma u odnosu na alternative, druga dva slučaja se odnose na zavisnost kriterijuma od alternativa određene odluke. Oni su:

1. Apsolutna mera. Rangiranje kriterijuma je potpuno nezavisno od određenih alternativa razmatranog problema odlučivanja, i od njihovog broja i merenja.
2. Relativna mera. Rangiranje kriterijuma je inicijalno nezavisno od određenih alternativa u razmatranom problemu odlučivanja, ali se rezultati kasnije reskaliraju kao rezultat merenja alternativa.
3. Kriterijumi zavise od alternativa, ali ne od njihovog broja. Ovaj slučaj je važan u mnogim primenama AHP-a, uključujući vremenske horizonte u analizama rizika i holarhijama, gde su kriterijumi vršnog nivoa, zavisni od alternativa poslednjeg nivoa.
4. Kriterijumi zavise i od alternativa i od njihovog broja i merenja koje one generišu u odnosu na svaki kriterijum.

U principu, kriterijume bi trebalo uključiti u proces modeliranja cilja, na bazi njihove relevantnosti za izbor postojećih alternativa. Ovo može da znači da se novi kriterijumi mogu uključiti ili se stari kriterijumi mogu izostaviti uporedo sa dinamikom razmatranja ili eliminisanja alternativa. Ovaj proces je, u suštini, interakcija između kriterijuma i alternativa, pri čemu adekvatno strukturiranje kriterijuma

⁷⁹ Harker, P.T., and Vargas, L.G., Reply to Remarks on the Analytic Hierarchy Process by J.S. Dyer, 1990, Management Science, vol.36, 269-273.

⁸⁰ Perez, J., Somme comments on Saatys AHP, 1995, Management Science, vol.41, no.6, 1091-1095.

omogućuje njihovu promenu ako za tim nastane potreba. Adekvatno strukturiranje kriterijuma podrazumeva uzimanje u obzir svih kvalitativnih distinkcija koje je donosilac odluke identifikovao.

Prema tradicionalnoj teoriji korisnosti, ako je dat skup nezavisnih alternativa, skup atributa datih pondera, nezavisno od alternativa, i ako ponderi alternativa zavise samo od kriterijuma, onda se rang alternativa može promeniti samo ako se ponderi kriterijuma menjaju, ili ako se u uvođenju ili brisanju alternativa, uvedu novi kriterijumi ili se stari brišu. Beskorisno je čuvati rang, što se tiče metoda koji daje pogrešan rezultat. U tom smislu, u literaturi se navode sledeća dva koraka u cilju zaštite rangiranja: 1) apsolutno zaštititi rang korišćenjem moda apsolutnog merenja (u slučaju irelevantnih alternativa, rang je moguće zaštititi korišćenjem idealnog moda), i 2) omogućiti rangu da se preokrene, korišćenjem distributivnog moda pristupa relativnom merenju.⁸¹

1) Apsolutno merenje i čuvanje ranga se koristi kada je poželjno rangirati alternative prema standardima koji su utvrđeni kroz iskustvo eksperata, čak i ako neko može da se ne slaže sa ovim standardima. To je normativni mod - mora i treba. Ako su dati prioriteta kriterijuma, apsolutno merenje uključuje normalnu procenu, uvođenjem intenziteta ili stepena sa kojima se alternativa rangira u odnosu na kriterijum. Intenziteti se prvo determinišu kvalitativno, kao potencijalni rasponi diskriminacije, kao što se ocene A, B, C, itd. dodeljuju studentu na ispitu, ili kao što se broj zvezdica dodeljuje nekom hotelu. Intenziteti mogu biti različiti za svaki kriterijum, ali ono što je važnije, je da je potrebno pre poznavanja i ekspertize koliko alternativa je poznato, da se rangiraju u ovakvom sistemu. Apsolutno merenje pretpostavlja da je onaj ko vrši merenje, naučio da kaže kako se alternative jedna po jedna rangiraju po svakom kriterijumu.

Najpre ističemo da čitav skup intenziteta mora biti poznat ekspertu koji vrši evaluaciju, i da se ovi intenziteti moraju izlistati i uporediti. Ne dovodi se u pitanje dodavanje ili brisanje intenziteta, kao što je slučaj, kod alternativa. Ako iz nekog razloga ekspert kasnije doda opseg intenziteta, pretpostavlja se da bi se prethodni rejting odbacio kao rezultat previda. Intenziteti su podkriterijumi za rangiranje alternativa, i dodavanje ili brisanje jednog, bi bilo jednako dodavanju ili brisanju kriterijuma, pa se može javiti promena ranga. Sa jako utvrđenim intenzitetima, svaka alternativa se odvojeno rangira, i ništa nema sa rangiranjem ostalih alternativa. Stoga, sa apsolutnim merenjem AHP-a, nikad ne može doći do promene ranga alternativa, dodavanjem ili brisanjem drugih alternativa.

⁸¹ Saaty, T.L., How to Make a Decision: The Analytic Decision Process, 1990, European Journal of Operations Research 48, pp. 9-26.

Intenziteti svakog kriterijuma mogu biti kvalitativni (što je suprotno frekvenciji vibracija, npr.) i malobrojni, čiji se prioriteti dobijaju parnim poređenjima. Oni se takođe mogu opisati numerički, npr. u intervalu $[0,1]$, koji se onda deli na konačan set podintervala, koji se takođe mogu porediti. Kad god se odabere neki broj, prioritet njegovog odgovarajućeg podintervala se ponderiše prioritetom kriterijuma, i dodeljuje kao prioritet broja u odnosu na taj kriterijum. Ako je set konačan, on treba da bude kompletiran, da bi se indicirao pun opseg diskriminacije. Ne bi trebalo da postoji potreba za uvođenjem novog broja ili brisanje postojećeg, jer bi to pokazalo nedostatak razumevanja intenziteta od strane eksperta. Znači, intenziteti su fiksni za svaku odluku.

U principu, brojevi se mogu smatrati stimulansima koji indiciraju različite nivoe prioriteta. Brojevi se ne razlikuju od svetla ili zvuka čije značenje i važnost variraju sa godištem, dobom godine i pod nizom drugih okolnosti. Uticaj stimulanasa takođe varira od osobe do osobe. Problem sa direktnim dodeljivanjem brojeva u procesu odlučivanja, je što numerička vrednost broja može da ne korespondira sa prioritetom za taj atribut. U tom slučaju, pogodno je dodeliti alternativni nulti intenzitet. Kada razmišljanje neke osobe postane potpuno uslovljeno određenom racio skalom merenja, tako da se može pretpostaviti da njegovi prioriteti prirodno proističu iz tog uslovljavanja, onda se mogu vrednosti racio skale upotrebiti kao prioriteti. Slična merenja iz intervalne skale se mogu konvertovati u koeficijente i koristiti kao prioriteti, ako postoji adekvatno opravdanje za takvo korišćenje.

Pojedinac koji je navikao na skalu sa intervalnim ili na skalu sa kardinalnim brojevima, može pogrešno očekivati ili pretpostavljati da AHP zadovoljava kriterijum racionalnosti teorije korisnosti: što neko ima veću vrednost korisnosti, to mu je bolje. Uobičajena praksa u teoriji korisnosti je renormalizovanje, tako da većina preferiranih alternativa dobija jediničnu (punu) vrednost za svoj rang. Situacija nije tako direktna sa AHP-om, ali AHP alocira ponder kriterijuma na alternative, na pravičniji način.

U poređenju intenziteta u pogledu različitih kriterijuma, najpoželjniji intenzitet dobija samo frakcionu vrednost jedinice, koja može biti različita za svaki kriterijum, kao i ostali intenziteti. Ne bi bilo ispravno dodeliti punu vrednost kriterijuma, alternativni koja je dominantna u pogledu svakog kriterijuma. Ovakva praksa može biti poželjna u retkim slučajevima, a ne kao opšta dogma. Skale koeficijenata pokazuju da se ovaj proces mora pažljivo vršiti. Imamo tri interesantna slučaja za razmatranje.⁸²

⁸² Saaty, T.L., An Exposition of the AHP in Reply to the Paper: Remarks on the AHP, 1990, Management Science, vol.36, 259-269.

a) *Skup intenziteta i njihovih prioriteta je identičan za sve kriterijume.* U ovom slučaju, kao u pristupu korisnosti, alternativa koja se prema svakom kriterijumu rangira najviše, može da dobije punu vrednost svakog kriterijuma. Prisetimo se da kod skale koeficijenata, možemo množiti vrednosti sa konstantom i dobiti identične koeficijente. Bilo bi neispravno dodeliti nultu vrednost poslednjoj preferiranoj alternativi, u odnosu na svaki kriterijum, samo zato što je ona poslednja preferirana. Alternativa koja dobija nulu, je čitav univerzum koji je izostavljen iz apsolutnog rangiranja. Lako je videti kako AHP dodeljuje punu vrednost kriterijuma, razmatrajući dve alternative koje su rangirane 50% i 40% za svaki kriterijum. Na kraju, prva alternativa dobija 50% sume pondera svih kriterijuma, dok druga dobija 40%. Ovaj ukupni ishod za ove dve alternative, ostaje isti ako se se oba rezultata pomnože sa dva, dajući prvoj punu vrednost, a drugoj 80% od pune vrednosti. Ono što je važno je da koeficijenti ove dve alternative ostaju isti.

b) *Svi intenziteti su isti, ali se njihovi prioriteti razlikuju od jednog do drugog kriterijuma.* Bilo bi kršenje osobine skale koeficijenata, opšteg prioriteta, kad bi se normalizovali prioriteti intenziteta, na jedinicu, deljenjem prioriteta najvišeg intenziteta za svaki kriterijum, ili oduzimanjem od svakog najmanjeg intenziteta prioriteta, i deljenjem sa razlikom najvećeg i najmanjeg, da bi se konvertovali na intervalnu skalu. Dovode se u pitanje ovakve igre normalizacije, čak i kod intervalnih skala, gde ovakva praksa preovladava. Tamo oni podležu prilično kompleksnim razmatranjima korisnosti, koja mogu biti razumna u teoriji, ali ih je teško implementirati u praksi. U AHP-u, alternativa dobija svoj proporcionalni ili čitav udeo kriterijuma, u odnosu na ostale alternative, kako garantuje intenzitet koji zadovoljava za svaki kriterijum. Osobina skale koeficijenata ostaje precizno merilo finalnog prioriteta, u odnosu na sve kriterijume.

c) *Broj i tip intenziteta su različiti za kriterijume.* Ovo je isto kao i u 2), ali se prioritet svakog kriterijuma reskalira množenjem neke druge skale koeficijenata i relativnog broja upotrebljenih kategorija intenziteta. Nas ne interesuje šta favorizovana alternativa dobija, već koji deo ona dobija i koji deo dobijaju druga i treća željena alternativa. Što je intenzitet vršne alternative bliže ostalim alternativama, to je on manje izdvojen u odnosu na njih, i manji je relativni deo njegovog kriterijuma koji dobija. Obratno, što je on odvojeniji od ostalih, to je više rangiran.

2) Relativna mera – legitimnost promene ranga je deskriptivan pristup AHP-a, koji se sprovodi bez korišćenja standarda intenziteta. To je način koji se vrši parnim poređenjem alternativa prema njihovoj relativnoj dominaciji u pogledu svakog kriterijuma, i bez pomoći normativnih intenziteta. Da bi se održao nizak nivo nekonzistentnosti u procenama, relativna poređenja uključuju vrlo mali broj

elemenata u isto vreme. Klasterisanjem alternativa prema homogenosti, u odnosu na neki kriterijum, arbitrarno veliki broj elemenata se može skalirati, adekvatnim uvođenjem zajedničkog elementa od klastera do klastera. Pitanje je kako treba prioritet kriterijuma dodeliti alternativama, za koje jedino znamo njihovu relativnu dominaciju? Kod skale koeficijenata, nije potrebno kardinalno rangiranje alternativa, već samo skala koeficijenata relativnog rangiranja, da bi se distribuirao relativni, a ne apsolutni prioritet kriterijuma.

U relativnom merenju, preferenca za neku alternativu se determiniše pomoću svih ostalih alternativa. U tom smislu, alternative nisu nezavisne jedna od druge u determinisanju svojih prioriteta. Ova zavisnost među alternativama može se reinterpretirati kao reskaliranje prioriteta kriterijuma, u zavisnosti od toga koliko alternativa postoji. Drugačije rečeno, prisustvo ili odsustvo neke alternative u relativnom merenju, uvodi dodatne informacije koje se tiču dominacije te alternative u odnosu na druge alternative, bez obzira na njihov broj. Ove informacije nastaju iz promene strukture problema odlučivanja, kao što je dodavanje ili brisanje neke varijable u problemu linearnog programiranja. Mora se izračunati novi optimum, od početka, i on se obično ne bi poklapao sa prethodnim optimumom za neku od varijabli. Nove informacije u problemu odlučivanja se predstavljaju strukturalnim kriterijumom, koji umesto da se poredi sa starim kriterijumima od kojih se fundamentalno razlikuje, funkcioniše kao transformacija prioriteta ovih kriterijuma, reskalirajući ih prema novim informacijama. Promenom prioriteta kriterijuma, skup starih i novih alternativa ili jednostavno stari skup sa nedostajućom alternativom, može imati novi rejting, koji nije kompatibilan sa starim.

Korisno je ispitati precizno, način na koji se kriterijumi zapravo reskaliraju, da bi se transformisao problem u tradicionalno okruženje, koje navodi uslove za legitimnost promene ranga. Nakon svega, okruženje relativnog merenja uključuje određenu vrstu zavisnosti među alternativama.

U relativnom poređenju alternativa, najbolje rangirana alternativa je jednostavno najbolja u klasi alternativa sa kojima se poredi. Kod relativnog merenja, prioritet kriterijuma se dodeljuje u isto vreme za nekoliko alternativa. Tradicionalan uslov promene ranga, je dakle, da se pretpostavlja da su ponderi kriterijuma dati. Ako se oni nekako promene, onda se i rangovi alternativa mogu menjati. Značajna opservacija koja se tiče ove kontroverze oko fenomena promene ranga u AHP-u, je da jednostavno rešenje postoji. Rezimirajmo centralni elemenat diskusije koja se tiče promene ranga. Ako imamo jedan kriterijum kao što je crvenilo, i jabuka A je crvenija od jabuke B, onda bi prigovorili da nova jabuka C utiče na to da jabuka B postane crvenija od A, prema nekoj teoriji. Zapravo, ovo se ne može desiti u AHP-u, kada su procene konzistentne. Kada je neka alternativa irelevantna, ona ne može da prouzrokuje promenu ranga. Primećujemo, da u AHP-u, svaka alternativa koja može da se poredi sa

ostalim alternativama, može da se nazove relevantnom u toj terminologiji. Ako imamo nekoliko kriterijuma, onda je tradicionalna pretpostavka, da promenu ranga treba dozvoliti samo ako se novi kriterijumi uvedu ili se ponderi starih kriterijuma promene, kada se neka nova alternativa doda, ili stara izbriše. AHP sugerise da se mora odlučiti da li da se sačuva rang zbog stečenih standarda onoga šta treba ili ne treba da bude, korišćenjem procedure rangiranja, ili da se dozvoli da rang zauzme svoj prirodni kurs, vršenjem parnih poređenja. Razlog zašto rang može da se promeni u AHP-u, sa relativnim merenjem, je jasan. To je zato jer kriterijumi zavise od toga koje se alternative razmatraju, tako da dodavanje ili brisanje alternativa može da dovede do promene krajnjeg ranga. U AHP-u se ne javljaju matematički neopravdane promene ranga.

III DEO

AHP U EKONOMSKOM PREDVIĐANJU

Uvod

AHP se u literaturi predlaže kao rešenje za velike, dinamične i kompleksne probleme višekriterijumskog odlučivanja, kao što su strategijsko planiranje organizacionih resursa, evaluacija strategijskih alternativa i oportunističko uvođenje novih proizvodnih tehnologija. Ovakvi problemi uključuju brojne, kako kvantitativne tako i kvalitativne faktore, zatim mnoge interaktivne atribute (ekonomske, socijalne, političke, kulturološke itd.) i kompleksne odnose među njima. Za navedene probleme višekriterijumskog odlučivanja, procena menadžerskih preferenci prioriteta, među kriterijumima ciljne veličine, igra ključnu ulogu u procesu rešavanja problema. Da bi se preferenca menadžera procenila eksplicitno nekim modelom preference, jedan od najatraktivnijih pristupa je AHP, kao što sugerišu Falkner i Benhajl⁸³ i Saaty⁸⁴.

AHP je pristup razvijen kao odgovor na probleme vojnog planiranja kontingenata, alokaciju oskudnih resursa i potrebe za političkim učešćem u pregovorima o razoružanju. Svi ovi problemi se uglavnom oslanjaju na merenje i odnose u procesu višekriterijumskog odlučivanja. U novijoj literaturi AHP se predlaže kao novi pristup specifičnim problemima višekriterijumskog odlučivanja. Jedan takav problem je predviđanje, koje uključuje brojne međusobno povezane i često konfliktne faktore i zavisnosti koje treba uzeti u obzir kako bi se donela najbolja poslovna odluka. Sposobnost AHP da poboljša evaluaciju i fazu izbora u procesu odlučivanja dobro je poznata. Međutim ono što nije tako dobro poznato je korisnost AHP u svakom aspektu rešavanja problema i odlučivanja, koji uključuje evaluaciju i merenje.

U procesu evaluacije alternativa neke odluke često postaje očigledno da su ishodi jednog ili više tokova akcije neizvesni. AHP se može upotrebiti za merenje relativnog uticaja brojnih relevantnih faktora na moguće ishode i za predviđanje tj. izvođenje distribucije relativnih verovatnoća ishoda, čime

⁸³ Falkner, C.H. and Benhajla, S., Multi-Attribute Decision Models in the Justification of CIM Systems, *The Engineering Economist*, 1990, 35(2):91-114.

⁸⁴ Saaty, T., How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process, *European Journal of Operations Research*, 1990, 48, 9-26.

se u značajnoj meri neizvesnost može umanjiti ili eliminisati. Ova predviđanja se zatim koriste kada se evaluiraju alternativni tokovi akcije. Primene AHP se mogu sistematizovati u dve osnovne kategorije: 1) izbor - evaluacija alternativnih tokova akcije, i 2) predviđanje - evaluacija alternativnih budućih ishoda.⁸⁵ Problem izbora obično podrazumeva evaluaciju preferentnosti alternativnih tokova akcije. Predviđanje, nasuprot tome, se fokusira na evaluaciju relativne verovatnoće budućih ishoda.

Najstariji pokušaji predviđanja bili su motivisani radoznalošću i željom da se sazna šta može doneti budućnost. Danas, predviđanje budućnosti treba da omogući donošenje boljih odluka. AHP može biti korisno oruđe u sintetizovanju informacija kako bi se donele bolje odluke u uslovima neizvesnosti. AHP se može koristiti za kombinovanje niza tehnika predviđanja u formi raspodele verovatnoća. Iako se neizvesnost ne može u potpunosti eliminisati, AHP se može koristiti za izvođenje raspodele verovatnoća kako bi se umanjio uticaj neizvesnosti.

Dyer i Forman⁸⁶ sugerišu tri primarne oblasti u predviđanju, gde se bi se AHP mogao primeniti. Kao prvo, AHP bi se mogao koristiti za kombinovanje rezultata nekoliko tehnika predviđanja, da bi se dobilo jedno kompozitno predviđanje. Druga upotreba je kada se AHP koristi u selekciji najadekvatnijeg metoda ili tehnike predviđanja. Treće, AHP se može upotrebiti kao ekspertska mišljenje za predviđanje. Primena AHP u predviđanju se, prema tome, može posmatrati sa dva aspekta: kao prvo, AHP se može koristiti u optimizaciji procesa predviđanja, i kao drugo, AHP predviđanje – evaluacija alternativnih ishoda.

1. Procenjivačko predviđanje

Iako svi metodi predviđanja uključuju procenu, metodi predviđanja se dele na statističke i procenjivačke. Značajan segment istraživačkog predviđanja fokusiran je na razvoj i testiranje statističkih tehnika. Međutim, u praksi ljudsko prosuđivanje i rezonovanje igraju primarnu ulogu. Čak i kada se koriste statistički metodi, rezultati se često prilagođavaju prema proceni eksperta.⁸⁷

Kombinacija procene i kvantitativnih tehnika, često je obeležje procesa predviđanja kada se tzv. objektivna predviđanja revidiraju procenom analitičara ili donosioca odluka.

⁸⁵ Forman, Decision by objectives, 2000, Washington University Press.

⁸⁶ Dyer, R.F., and Forman E.H., Analytic Approach to Marketing Decisions, 1991, Prentice - Hall, Englewood Cliffs, NJ.

⁸⁷ Bunn, D.and Wright, G., Interaction of judgmental and statistical forecasting methods: issues and analysis, Management Science, 1991, 37, 501-518.

1.1 Uloga i validnost procene u predviđanju

Subjektivne verovatnoće se koriste kao glavni input u mnogim menadžment tehnologijama, kao što su analiza odlučivanja, analiza unakrsnog uticaja, ekspertski sistemi itd. Veliki deo psihološkog istraživanja procene verovatnoće je pokazao da ljudsko mišljenje o subjektivnoj verovatnoći često ne prati zakone verovatnoće, već heurističke principe koji mogu dovesti do pristrasnosti u procenama. Sintagma *normativna adekvatnost*, koristi se da odrazi stepen saglasnosti procena sa aksiomima teorije verovatnoće. U tom smislu, termin - *kalibrisanje*,⁸⁸ opisuje adekvatnost onog koji procenjuje verovatnoću. Procenjivač verovatnoće je dobro kalibrisan, ako je tokom dužeg perioda, za sve propozicije kojima je dodeljena ista verovatnoća, deo koji je tačan jednak dodeljenoj verovatnoći.⁸⁹ Odnosno, procenjivač je dobro kalibrisan kada dobija dobru povratnu informaciju o tačnosti svojih predviđanja. O ovoj temi naročito diskutuje Pious, koji poredi odlično kalibrisanje prognozero vremenskih prilika, koji imaju dobro sumirane povratne informacije, sa lošim kalibrisanjem lekara, koji dobijaju povremene i loše sumirane povratne informacije.⁹⁰ Veliki deo studija kalibrisanja obično je koristio almanah pitanja, kao što su: šta je duže a) Suecki kanal i b) Panamski kanal. Od ispitanika se tražilo da indicira koji od dva odgovora je tačan i da onda sa verovatnoćom od 0,5 do 1, kaže koliko je siguran u to, pri čemu 0,5 znači nisam sasvim siguran, 1, apsolutno sam siguran. Pitanja ove vrste široko su primenjivana zato što su odgovori poznati onome ko vrši eksperiment, pa tako kalibrisanost subjekta može lako da se izračuna. Istraživači su ekstenzivno koristili pitanja vezana za opšte znanje, jer odgovori na njih mogu biti brzi i adekvatno evaluirani. Tek sredinom 80-tih godina, fokus studija kalibrisanja se pomerio sa verifikacije opšteg znanja na procenjivačko predviđanje verovatnoće.

Često se, međutim, procene verovatnoće mogu ispitati sa stanovišta njihove tačnosti u pogledu budućih događaja. Wright i Aiton,⁹¹ su pokazali da veće lično učešće u budućim događajima izaziva i veći osećaj sigurnosti da će se ili neće događaj desiti. Kod ličnih događaja, koji bi se mogli desiti u vremenskom horizontu od četiri nedelje, rastuća subjektivna preferencija događaja je bila povezana sa

⁸⁸ McClelland, A. and Bolger, F., The Calibration of Subjective Probabilities: Theories and Models 1980-1994, in: Wright, G. and Ayton, P., eds., Subjective Probability, Wiley, Chichester, 1994.

⁸⁹ Yates, J.F., External correspondence: Decomposition of the mean probability score, Organizational Behavior and Human Decision Process, 1982, 57, 1-25.

⁹⁰ Pious, S.J., The Psychology of Judgment and Decision Making, 1993, New York, McGraw Hill, part 19.

⁹¹ Wright, G., and Aiton, P., Judgmental probability forecasting in the immediate and medium term, Organizational Behavior and Human Decision Process, 1992, 51, 344-363.

naglašenim poverenjem u u verovatnoću njegovog ostvarenja. Tako se utvrdilo da ukoliko osoba koja predviđa, smatra da je događaj pod njenom kontrolom, uočena mogućnost kontrolisanja implicira znatno veće poverenje. Faktori, za koje bi se moglo reći da imaju značajan uticaj na procenjivačko predviđanje verovatnoće su dužina vremenskog perioda i njegova bliskost. Milburn,⁹² je istraživao efekat bliskosti i otkrio da preferirani (ne-lični) događaji postaju verovatniji za dešavanje u svakoj od četiri sukcesivne dekade u budućnosti, za razliku od nepreferiranih događaja, koji postaju sve manje verovatni. Milburn zato tvrdi da preferirani događaji povećavaju svoju verovatnoću tokom vremena, što su istraživanja koja su vršili Wright i Aiton⁹³ na neki način opovrgla, pokazujući da efekat povećanja vremenskog trajanja perioda predviđanja sa 1 na 2 meseca nije imao uticaja na performansu i rezultat predviđanja. Predviđanja kraćeg trajanja nisu sklonija nestabilnim efemernim uticajima bar kada se radi o predviđanju za 1 ili 2 meseca. U stvari, pokazalo se da subjektivna preferentnost ne ličnih događaja nije imala efekta na uočenu verovatnoću njihove pojave.

Do potpuno suprotnih zaključaka se došlo kada je reč o ličnim događajima, gde je otkriven jak efekat preferencije. Takođe je otkriveno da će u srednjoročnom predviđanju, preferentnost ostvarenja nekog događaja smanjiti njihovu procenjenu verovatnoću što će rezultirati u smanjenom kalibrisanju i povećanom poverenju. Ovaj rezultat je naročito zabrinjavajući za analizu odlučivanja, gde procenu subjektivne verovatnoće za niz preferiranih događaja rutinski vrši analitičar odlučivanja u interakciji sa donosiocima odluka, jer je uočeno da u srednjoročnom predviđanju nedostatak informacija vodi ka jačoj međuzavisnosti između korisnosti i procenjene verovatnoće ishoda. Isti autori su utvrdili da ljudi čije su procene verovatnoće koherentnije, tj. više se povinuju zakonima verovatnoće, pokazuju bolju performansu predviđanja od onih čije su procene verovatnoće manje koherentne. Prognozeri koji su izražavali veću ekspertizu u vezi svojih predviđanja bili su i bolje kalibrirani. U prilog ovih zaključaka idu i rezultati drugih istraživanja. Tako su analize predviđanja kretanja cena akcija tokom jedne nedelje pokazala da su ekspertske portfolio menadžeri imali znatno bolju performansu u poređenju sa ostalim poluespertskim i početničkim grupama, posebno kada je vršena procena predviđanja korišćenjem preciznih multiintervalnih skala a ne odgovor tipa povećanje ili isto/smanjenje. Dakle, eksperti su imali bolji učinak za kraći horizont predviđanja ali se situacija menjala u korist polueksperata kako se vremenski horizont produžavao.

⁹² Milburn, M.A., Sources of bias in the prediction of future events, *Organisational Behavior and Human Performance*, 1978, 21, 17-26.

⁹³ Wright, G., and Aiton, P., Tasks influences on judgmental forecasting, *Scandinavian Journal of Psychology*, 1987, 28, 115-127.

Interesantno je međutim, kako reaguju korisnici predviđanja tj. donosioci odluka na rezultate procenjivačkog predviđanja. Korisnici predviđanja preferiraju predviđanja koja su 1) ekstremna, jer se kroz njih mogu izvesti zaključci o kompetentnosti analitičara predviđanja i 2) koja potvrđuju neki dokumentovan proces, pomoću koga su izvršene procene verovatnoće. Predviđanja tipa interesantno, ne znam ili 50%, gotovo da su odbacivana sa indignacijom, pošto se očigledno pretpostavlja neznanje predviđača. Konačno, sve do današnjih dana fokus istraživanja procenjivačkog predviđanja verovatnoće, bio je na poređenju kvaliteta numeričkih procena verovatnoće događaja koji se predviđa, sa ishodima koji su se zapravo desili. Glavno otkriće je bio fenomen preteranog poverenja, gde je verovatnoća dodeljena skupu događaja, više nego značajna. Manje poznat je uticaj procesa rezonovanja koji se nalazi u osnovi numerički procenjenog odgovora. Benson,⁹⁴ tvrdi da je rezonovanje retko proučavano u kontekstu procene verovatnoće, ali se procena verovatnoće može poboljšati fokusom na poboljšanje rezonovanja a ne na automatsko prilagođavanje verovatnoće ostvarenja nekog događaja proceni predviđača.

1.2 Prednosti i ograničenja klasičnih modela

Analiza prakse predviđanja u Australiji, SAD i Britaniji, ukazuje na kontinuirano veliku upotrebu metoda koji se baziraju na procenama i mišljenjima, znatno veću nego što je to slučaj sa kvantitativnim metodama. Studije poslovnog predviđanja (uglavnom prodaje), otkrivaju da samo 10% proučavanih firmi koristi kvantitativne tehnike predviđanja, i da je broj firmi koje su pokušavale i zatim napuštale ove tehnike, oko dva puta veći od broja firmi koje ih trenutno koriste. Ranija istraživanja⁹⁵ su dovela do zaključka da je tačnost procenjivačke ekstrapolacije inferiorna u odnosu na kvantitativnu ekstrapolaciju. Međutim, radovi Lawrence,⁹⁶ i Lawrence i dr.⁹⁷, koji su koristili bazu podataka 111 vremenskih serija i njihovih kvantitativnih predviđanja, su pokazali da je procenjivačka ekstrapolacija skoro isto toliko precizna kao i najbolja kvantitativna ekstrapolacija. S druge strane, Asher⁹⁸ je u

⁹⁴ Benson, P.G., Curley, S.P., and Smith, G.F., Belief assessment: An underdeveloped phase of probability elicitation, *Management Science*, 1996.

⁹⁵ Hogarth, R.M., and Makridaksi, S., Forecasting and Planning: An Evaluation, *Management Science*, 1981, 27, 115-137.

⁹⁶ Lawrence, M., An Exploration of some practical issues in the use of quantitative forecasting models, *Journal of Forecasting*, 1983, 1, 169-179.

⁹⁷ Lawrence, M., Edmundson, R.H. and Connor, M.J., An examination of the accuracy of judgmental extrapolation of time series, *International Journal of Forecasting*, 1985, 1, 25-35.

⁹⁸ Ascher, W., *An Appraisal for Policy Makers and Planners*, 1978, Baltimore: Johns University Press, p.119.

ispitivanju 10- togodišnjih predviđanja potrošnje struje, zaključio da su ekstrapolacija i ekonometrijski modeli tačniji od predviđanja zasnovanog na proceni.

Studije tačnosti predviđanja generalno se mogu klasifikovati prema tome da li koriste podatke iz realnog života ili ne, kao i prema tome da li su prisutni kontekstualni podaci. Većina studija ne uključuje kontekstualne podatke, naglašavajući laboratorijsku prirodu većeg dela rada. Kada nisu prisutni kontekstualni podaci, poželjna je ekstrapolacija, jer su i kvantitativno i procenjivačko predviđanje ograničeni na skup podataka istih vremenskih serija. Moglo bi se zaključiti, da kada se koriste veštački podaci, tačnost favorizuje kvantitativno predviđanje.⁹⁹

S druge strane, kada se koriste podaci iz realnog života, rezultati su skoro isti, naročito za podatke o prodaji.¹⁰⁰ Očigledno je da nestabilnost i nestacionarnost podataka iz realnog života, favorizuju subjektivne metode naspram kvantitativnih, koji počivaju na pretpostavkama stacionarnosti i konstantnosti. Relativno mali broj studija je sproveden kako bi se napravilo poređenje predviđanja izvršenih u realnim uslovima kada su korišćeni realni podaci, od strane procenjivačkog predviđača. U ovakvim uslovima, kvantitativna predviđanja se samo informišu pomoću vremenskih serija. Ove studije mere ljudsku sposobnost korišćenja kontekstualnih podataka. Edmundson idr.¹⁰¹ i Fildes,¹⁰² su pokazali da su procenjivačka predviđanja, koja koriste kontekstualne podatke, bila znatno tačnija od kvantitativnih predviđanja. Tako je u predviđanju dobiti kompanija, procenjivačko predviđanje bilo tačnije od ekstrapolacije.¹⁰³

Važan element u upotrebi procenjivačkog predviđanja u odlučivanju predstavljaju intervali predviđanja. Kada se predviđanje vrši procenjivački, interval predviđanja će se takođe proceniti. Tu međutim, rezultati nisu ohrabrujući: na tačnost intervala predviđanja u značajnoj meri utiču sezonalnost, trend i slučajnost. Interval predviđanja predstavlja delove vremena potrebne da se stvarna predviđanja pozicioniraju u određeni opseg. Tako se za intervale predviđanja od 95% očekuje da sadrže 95% stvarnih vrednosti. Procene intervala predviđanja se mogu dobiti poređenjem predviđanja iz više

⁹⁹ Lawrence, M., and Connor, M.J., Exploring Judgmental Forecasting, *International Journal of Forecasting*, 1992, 8, 15-26.

¹⁰⁰ Makridakis, S., Anderson, A., Carbone, R., Fildes, R., Hibon, M., The accuracy of extrapolation(time series) methods:results of a forecasting competition, 1982, *Journal of forecasting* 1, 111-153.

¹⁰¹ Edmundson, R.H., Lawrence, M.J. and Connor, M.J., The use of non-time series data in sales forecasting:a case study, 1988, *International Journal of Forecasting* 7, 201-212.

¹⁰² Fildes, R., Efficient use of information in the formation of subjective industry forecasts, 1991, *Journal of Forecasting* 10, 597-617.

¹⁰³ Goodvin, P., and Wright, G., Improving judgmental time series forecasting: a review of the guidance provided by research, 1993, *International Journal of Forecasting* 9, 147-161.

različitih metoda. Iako podudarnost rezultata implicira više poverenja, i obrnuto, prevođenje potencijalnih razlika u intervale predviđanja je subjektivan čin. Neka poboljšanja se mogu postići ukoliko se intervale predviđanja procene nezavisno pomoću određenog broja pristupa, a procene se zatim, kombinuju mehanički. Verovatno je najbolje rešenje simuliranje situacije sa kojom se suočava predviđač, a zatim, *ex ante* kalkulacija grešaka predviđanja, što se može upotrebiti za konstrukciju intervala predviđanja za svaki horizont predviđanja. Rezultirajući limiti se mogu uskladiti tokom horizonta predviđanja. Brojni pokušaji poboljšanja procenjivačkog predviđanja korišćenjem kompjuterske podrške, bili su fokusirani na strukturiranje procesa kako bi se otklonila pristrasnost u predviđanju, do koje dolazi usled podcenjivanja uticaja trenda. Dekompozicija zadatka predviđanja na klasične komponente trenda, sezonalnosti i slučajnosti, omogućila je direktan uticaj kontekstualnih podataka na desezonizaciju predviđanja što je dovelo do poboljšanja tačnosti predviđanja u odnosu na običnu procenu ili klasično desezonalizovano ekspanzionalno usklađivanje.¹⁰⁴ U poslednje vreme učestali su pokušaji poboljšanja procenjivačkog predviđanja kombinovanjem sa statističkim modelima, sa intencijom da se kontekstualno znanje inkorporira u predviđanje. Pokazalo se da firme koje koriste kvantitativne tehnike predviđanja obično pribegavaju usklađivanju statističke ekstrapolacije, ako se smatra da kontekstualni podaci negiraju pretpostavku o konstantnosti, čime se smanjuju greške u odnosu na bazična kvantitativna predviđanja. Pojavio se, međutim, problem kako strukturirati kombinaciju procenjivačkog znanja i kvantitativnih predviđanja, odnosno kako korišćenjem procena uskladiti predviđanja iz statističkih modela.¹⁰⁵ Značajan iskorak u tom smislu, bio je pokušaj korišćenja AHP za vršenje procenjivačkih usklađenja.

2. AHP u procenjivačkom predviđanju

U pregledu sadašnjih pretpostavki koje se odnose na predviđanja, najkontroverznija pretpostavka, prema Armstrong-u,¹⁰⁶ je da usklađivanje objektivnih predviđanja ne bi trebalo vršiti pomoću ekspertskog mišljenja. Armstrong, takođe ističe da je usklađivanje objektivnog predviđanja još uvek nerešeno pitanje. Međutim, empirijska istraživanja indiciraju da se, recimo, ARIMA predviđanja poboljšavaju, kada se njihova revizija vrši pomoću faktora procenjivačkog usklađivanja, koji je

¹⁰⁴ Edmundson, R., Decomposition: a strategy for judgmental forecasting, 1990, Journal of Forecasting 4, 305-314.

¹⁰⁵ Bunn, D. and Wright, G., Interaction of judgmental and statistical forecasting methods: issues and analysis, 1991, Management Science 37, 501-518.

¹⁰⁶ Armstrong, J.S., Research on Forecasting: A Quarter-Century Review, 1960-1984, 1986, Interfaces 16, 89-109.

razvijen AHP-om. Dalje testiranje ovih procenjivački usklađenih predviđanja, može doneti dragocene informacije o tome zašto i kada procenjivačko usklađivanje poboljšava statistička predviđanja.

2.1 Usklađivanje predviđanja – AHP pristup

Upotreba dobre procene je esencijalna tehnika svih dobrih tehnika predviđanja. Dobra procena je potrebna da bi se utvrdilo koji su podaci relevantni za problem, kao i u interpretiranju rezultata procesa analize podataka a ponekad čini i glavni deo same analize. Mnoga predviđanja, međutim, za generisanje konačnog predviđanja koriste samo analizu istorijskih podataka, dok procene ili mišljenje analitičara nisu uključeni u proces. Najčešće je to slučaj sa kratkoročnim i srednjoročnim predviđanjima, koja su esencijalna briga gotovo svih nivoa menadžmenta u organizaciji i povezana su sa većinom ključnih odluka koje se moraju doneti. Takva predviđanja se uglavnom oslanjaju na manipulaciju istorijskim podacima i apriornoj prepostavci da se prošlost i budućnost neće razlikovati, osim za specifične varijable koje mogu da utiču na verovatnoću budućih ishoda. Neretko, analitičar upotpunjuje proces analize podataka informacijama do kojih je došao nakon razmatranja neuobičajenih ili tzv. kontekstualnih okolnosti, koje su iznenađa nastale, ili nakon spoznaje da prošlost ne projektuje nužno jednaku budućnost. Obim procena uključenih u proces predviđanja stoji u obrnutoj proporciji sa obimom istorijskih podataka i njihovim značajem: kada su istorijski podaci malobrojni ili procenjeni kao irelevantni, obim procena je veći i obrnuto. U ekstremnom slučaju, analitičar može konstatovati da nema dovoljno istorijskih podataka relevantnih za predviđanje, pa su predviđanja bazirana samo na ekspertskom mišljenju i najčešće se koriste za formulisanje različitih scenarija budućnosti. Istraživanja su pokazala da kada su istorijski podaci dostupni i relevantni, procenjivačka modifikacija predviđanja nastalih putem analitičkih metoda teži da smanji tačnost predviđanja. Moguće je da razloge tome treba tražiti u izvesnoj pristrasnosti analitičara-predviđača, prvenstveno usled prevelikog optimizma i uverenja da budućnost i nije toliko neizvesna. I inače rukovodioci preferiraju procenjivačke metode predviđanja uvereni da njihovo poznavanje tržišta, proizvoda i klijenata kao i uvid u interne informacije daju jedinstvenu sposobnost procenjivačkog predviđanja. Uopšte, kada je dostupno malo ili nema raspoloživih istorijskih podataka, jedini način da se predvidi budućnost je procena. Top menadžment je često suočen sa ovim problemom, što je nužno dovelo do razvoja tehnika za poboljšanje predviđanja uz pomoć procena.

Predviđanje zasnovano na proceni često implicira pristup širokom spektru informacija, koje je neophodno integrisati, kako bi se izvršilo predviđanje. Ove informacije mogu uključivati podatke o

prošlom ponašanju varijable koja se predviđa (informacije vremenskih serija) i kontekstualne informacije, kao što je informacija da neki rival preuzima reklamnu kampanju. Povremeno, dostupne informacije mogu uključiti i predviđanja statističkog modela, na koji predviđač može primeniti procenjivačko predviđanje. Predviđači problemu integracije informacija mogu pristupiti holistički, tj. svoja predviđanja mogu vršiti neformalno, bez korišćenja bilo kakvog strukturiranog analitičkog metoda. Međutim, kako je kapacitet obrade informacija ljudskog uma limitiran, analitičar predviđanja se često opredeljuje za simplifikovane mentalne strategije ili heuristiku, kako bi smanjio zahteve i kompleksnost zadatka predviđanja¹⁰⁷. Uprkos tome, i ovakva heuristika neretko dovodi do sistematski pristrasnih procena¹⁰⁸.

Drugi način za redukovanje teškoće zadatka predviđanja je korišćenje formalnog metoda dekompozicije zadatka na određeni broj lakših zadataka, čiji se ishodi zatim mogu rekombinovati kako bi se dobila zahtevana procena¹⁰⁹. Na ovoj ideji razvijen je veliki broj tehnika koje treba da pomognu pri odlučivanju, kao što su stabla odlučivanja¹¹⁰, tehnika jednostavnog multi-atributivnog rangiranja¹¹¹ ili AHP¹¹². Do danas je vršeno relativno malo istraživanja efektivnosti dekompozicije u procenjivačkom predviđanju¹¹³. Ali, ako se zna da postoji blizak odnos između odlučivanja i procenjivačkog predviđanja, nije iznenađujuće da jedna oblast istraživanja uključuje aplikaciju na procenjivačko predviđanje, tehnika koje su originalno razvijene da bi pomogle pri odlučivanju. Naročito su AHP, kao tehniku procenjivačkog predviđanja predlagali Wolfe & Flores,¹¹⁴ i Saaty & Vargas,¹¹⁵ te Ulengin & Ulengin¹¹⁶. U prilog primeni AHP u procenjivačkom predviđanju, isticane su prednosti AHP koje su se ogledale u lakoći korišćenja i velikoj mogućnosti specifikacije procena, čime

¹⁰⁷ Tversky, A., and Kahneman, D., Judgment under uncertainty: heuristic and biases, 1974, Science, 185, 1124-1131.

¹⁰⁸ Hogarth, R.M., and Makridakis, S., Forecasting and planning: an evaluation, 1981, Management Science, 27, 115-138.

¹⁰⁹ Armstrong, J.S., Denniston, W.B. and Gordon, M.M., The use of the decomposition principle in making judgments, 1975, Organizational Behavior and Human Performance, 14, 257-263.

¹¹⁰ Goodwin, P., and Wright, G., Decision Analysis for Management Judgment, 1991, Wiley, Chichester.

¹¹¹ Von Winterfeldt, D., and Edwards, W., Decision Analysis and Behavioral Research, 1986, Cambridge University Press, Cambridge.

¹¹² Saaty, T., The Analytic Hierarchy Process, 1990, RWS Publications, Pittsburgh.

¹¹³ Goodwin, P., and Wright, P., Heuristics, biases and improvement strategies in judgmental time series forecasting, 1994, Omega, 22, 553-568.

¹¹⁴ Wolfe, C. and Flores, B., Judgmental adjustment of earning forecasts, 1990, Journal of Forecasting, 9, 389-405.

¹¹⁵ Saaty, T. and Vargas, L.G., Prediction, Projection and Forecasting, 1991, Kluwer Academic Publishers, Norwell.

¹¹⁶ Ulengin, F., and Ulengin, B., Forecasting foreign exchange rates: a comparative evaluation of AHP, 1994, Omega, 22, 505-519.

se vrši provera konzistentnosti. Saaty i Vargas, analiziraju primenu AHP u predviđanju cena nafte i predviđanju deviznih kurseva. Ulengin i Ulengin su takođe primenili ovu tehniku na predviđanje deviznih kurseva, dok su Wolfe & Flores¹¹⁷, predlagali korišćenje AHP u usklađivanju statističkih predviđanja dobiti kompanija.

Pojam usklađivanje, u predviđanju je najuže povezan sa vremenskim serijama. Statističko ocenjivanje slučajnih, neregularnih efekata podrazumeva njihovu eliminaciju kako bi se uočio osnovni tendencijski tok. Rezultat usklađivanja je konstrukcija nove vremenske serije, zasnovane na supstituciji empirijskih podataka usklađenim vrednostima koje ne sadrže neregularne efekte. Ali za razliku od poznatih metoda usklađivanja vremenskih serija (pokretne sredine, eksponencijalno usklađivanje), kod AHP usklađivanja se originalni podatak vremenske serije zamenjuje njegovom novom vrednošću dobijenom procentualnom korekcijom stare vrednosti uz pomoć AHP. Usklađivanjem svakog člana vremenske serije dobija se linija kretanja koja otkriva trend razvoja pojave.

Statističko predviđanje formira osnovu za proceduru usklađivanja, međutim, proces usklađivanja predviđanja (AHP) ne zavisi od određenog tipa statističkog modela. Sledeći primer ilustruje kako se AHP koristi u usklađivanju predviđanja. Upotrebljeni pristup uključuje određeni broj koraka.

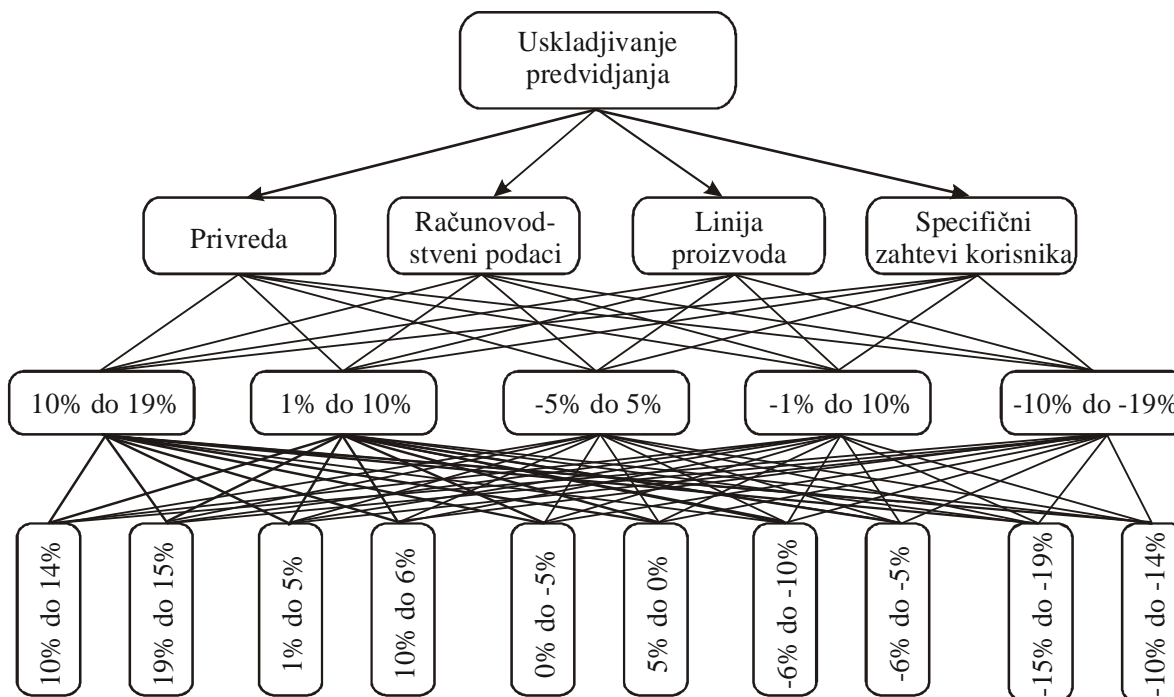
Pretpostavimo da se predviđa kvartalna dobit po akciji (KDA) neke hipotetičke firme, te da je primenom statističkog metoda specifičnog za tu firmu (u Wolfe & Flores slučaju to je bio ARIMA model) dobijeno predviđanje dobiti pre usklađivanja i da ono iznosi 15 dinara po akciji za prvi kvartal. Hijerarhija usklađivanja predviđanja, prikazana na slici 7, formira teorijsku osnovu za implementaciju procesa procenjivačkog usklađivanja, korišćenjem AHP-a. Vršni nivo ove hijerarhije je skup kvalitativnih faktora, koji objašnjavaju usklađivanje predviđanja i predstavljaju dostupne informacije koje utiču na predviđanje profitabilnosti, za skoro sve firme. Iako opšti faktori u nivou jedan obuhvataju širok opseg pretpostavki, oni se ne mogu svi uključiti za sve firme. Faktor specifičan za korisnika, omogućava onome ko usklađuje predviđanje, da doda sopstvenu stavku, faktorima prvog nivoa, ako to želi. Tako bi subjekti mogli da dodaju svom modelu odlučivanja, neki veoma bitan faktor. Nivoi dva i tri su moguća procentualna usklađivanja objektivnog predviđanja. Kritični aspekt izbora opsega jeste veličina opsega. On treba da je dovoljno veliki da se razlikuje od ostalih, a ipak dovoljno mali da generiše faktor usklađivanja za predviđanje koje se ispituje. Da bi se izvršio proces usklađivanja predviđanja, analitičari moraju proizvesti rejting koji dozvoljava da se ponderi, ili

¹¹⁷ Wolfe, C., and Flores, B., Judgmental adjustment of earning forecasts, 1990, Journal of Forecasting, 9, 389-405.

verovatnoće, dodele svakom elementu, na svakom nivou hijerarhije. Univerzalni set elemenata je odabran za hijerarhiju usklađivanja predviđanja, tako da može služiti kao mehanizam usklađivanja za sve potencijalne firme uključene u eksperiment predviđanja. Elementi nivoa jedan, u hijerarhiji usklađivanja predviđanja su: Stanje privrede (makroekonomski scenario), Računovodstveni podaci (informacije iz bilansa stanja, bilansa uspeha, itd.), Proizvodna linija, i subjektivno definisani Specifični faktor korisnika. Može se uočiti da se prvi nivo hijerarhije sastoji od skupa faktora koji mogu formirati bazu za usklađivanje statističkih predviđanja i koji čine okruženje firme. Podrška za izbor faktora nivoa jedan, odnosi se na važnost podataka za predviđanje.

Analitičari rangiraju svaku moguću parnu kombinaciju faktora nivoa jedan, na skali od jedan do devet, koja označava važnost ili verovatnoću. Može se smatrati da je relativna važnost opšteg ekonomskog scenarija, recimo, pet puta veća od specifičnih računovodstvenih podataka kompanije, te da je opšti ekonomski scenario tri puta važniji od efekta proizvodnih linija kompanije itd. Ovaj proces se nastavlja sve dok se ne obavi $n(n-1)/2$ poređenja, iz kojih se dobijaju ponderi koji odražavaju relativnu važnost faktora i koji se determinišu bez reference na veličinu mogućih usklađenja na drugom nivou hijerarhije.

Ova procedura rezultira u analizi i rangiranju šest parnih kombinacija (npr. četiri stavke, dve po dve) koje postaju osnova za recipročnu matricu.



Slika 7. Hijerarhija problema usklađivanja predviđanja

Sledeći nivoi hijerarhije usklađivanja predviđanja, sadrže specifične procentualne opsege za koje se dato predviđanje može uskladiti. Nivo dva omogućava usklađivanja predviđanja, bazirana na intervalima od 10% između -19% i 19%, dok nivo 3 redukuje intervale od 10%, na intervale od 5%, i ovu tehniku Saaty naziva klastering. Za rangiranje na nivou dva, je potrebno 10 parnih poređenja, mogućih u drugom nivou hijerarhije usklađivanja. Za svaki skup rejtinga nivoa dva, potrebno je pet parnih poređenja, za rejtinge nivoa tri, koji deli intervale od 10% na intervale od 5%. Rejtinzi nivoa dva i tri, se vrše po jednom u odnosu na privredu, na istorijske računovodstvene podatke, na liniju proizvoda i na faktor koji je specifičan za korisnika. Npr. analitičar bi rangirao verovatnoću da će privreda generisati povećanje dobiti od 10% do 19%, u odnosu na povećanje od 0% do 5%. Onda bi u okviru opsega 10%-19% predviđač rangirao da li opseg 10-19% treba da favorizuje 10% u odnosu na 14%, ili 15% u odnosu na 19%. Ova rangiranja se vrše za svaki faktor nivoa jedan, i za sve moguće parove procentualnih intervala u nivoima dva i tri. Proizvode se recipročne matrice i njihovi glavni karakteristični vektori služe kao verovatnoće elementa. Primer rezultatnih pondera iz rangiranja nivoa jedan i dva, dat je u tabeli 3.

Tabela 3. Tabela pondera za nivoe jedan i dva

Nivo jedan	Privreda	Računovodstveni podaci	Linija proizvoda	Specifični faktori korisnika
Ponderi	0,30	0,20	0,05	0,45
Nivo dva				
10% do 19%	0,48	0,17	0,05	0,46
1% do 10%	0,29	0,38	0,07	0,31
-5% do 5%	0,11	0,36	0,18	0,15
-1% do -10%	0,08	0,05	0,27	0,04
-10% do -19%	0,04	0,04	0,43	0,04

Tabela 3 prikazuje proces ponderisanja. Ponderi nivoa jedan prikazani u ovoj tabeli, su hipotetičke vrednosti i potiču iz direktnog rangiranja alternativa nivoa četiri: privreda, istorijski računovodstveni podaci, linija proizvoda, i faktor specifičan za korisnika. Ponderi nivoa jedan objašnjavaju obrazloženje subjekata u usklađivanju njihovih predviđanja. Npr. ponder od 0,30 u okviru faktora privrede, indicira da se 30% faktora usklađenja subjekta baziralo na osećanju u vezi makroekonomskog efekta na neusklađeno predviđanje. Rangiranja nivoa dva i tri, daju pondere za opsege usklađenja predviđanja, u odnosu na svaku alternativu nivoa jedan.

Nivo tri (podela nivoa dva)

10% do 14%		0.9		0.9		0.88		0.85
	[0.48]		[0.17]		[0.05]		[0.46]	
15% do 19%		0.1		0.1		0.12		0.15
1% do 5%		0.1		0.9		0.88		0.12
	[0.29]		[0.38]		[0.07]		[0.31]	
6% do 10%		0.9		0.1		0.12		0.88
-5% do 0%		0.1		0.1		0.9		0.12
	[0.11]		[0.36]		[0.18]		[0.15]	
0% do 5%		0.9		0.9		0.1		0.88
-10% do - 6%		0.1		0.1		0.88		0.12
	[0.08]		[0.05]		[0.27]		[0.04]	
-5% do - 1%		0.9		0.9		0.12		0.88
-19% do - 15%		0.1		0.1		0.88		0.12
	[0.04]		[0.04]		[0.43]		[0.04]	
-14% do - 10%		0.9		0.9		0.12		0.88

Primećujemo da je svrha nivoa tri, deljenje alternativa nivoa dva. Npr. u okviru naslova privreda, u opsegu 10-19% u tabeli, ponder nivoa dva je 0,48 a ponderi nivoa tri za 10-14% i 15-19% su 0,9,

odnosno 0,1. U odeljku tabele pod nazivom - Nivoi dva i tri, kombinovano, brojevi u zagradama su ponderi nivoa dva, koji se dele ponderima nivoa tri koji su van zagrada. Npr., opsezi 10-14% i 15-19% su 0,48 pomnoženo sa 0,9 odnosno sa 0,1 (t.j, 0,432 i 0,048), kao što je prikazano u rezultatnoj matrici. Pretposlednji korak u analizi hijerarhije, zahteva da se svaki ponder u delu Nivoi dva i tri, kombinovano, pomnože odgovarajućim ponderom nivoa jedan.

Nivoi dva i tri, kombinovano

10% do 14%	0.432	0.153	0.044	0.391	
15% do 19%	0.048	0.017	0.006	0.069	
1% do 5%	0.029	0.342	0.062	0.037	
6% do 10%	0.261	0.038	0.008	0.273	
-5% do 0%	0.011	0.036	0.162	0.018	
0% do 5%	0.099	0.324	0.018	0.132	
-10% do -6%	0.008	0.005	0.238	0.005	
-5% do -1%	0.072	0.045	0.032	0.035	
-19% do -15%	0.004	0.004	0.378	0.005	
-14% do -10%	0.036	0.036	0.052	0.035	

Ponderi kombinovanih nivoa dva i tri, su pomnoženi sa ponderima nivoa jedan, i sabrani.

	A	B	C	D	A+B+C+D
10% do 14%	0.1296	0.0306	0.0022	0.17595	0.33835
15% do 19%	0.0144	0.0051	0.0003	0.03105	0.05085
1% do 5%	0.0087	0.0684	0.0031	0.01665	0.09685
6% do 10%	0.0783	0.0076	0.0004	0.12285	0.20915
-5% do 0%	0.0033	0.0072	0.0081	0.0081	0.0267
0% do 5%	0.0297	0.0648	0.0009	0.0594	0.1548
-10% do -6%	0.0024	0.001	0.0119	0.00225	0.01755
-5% do -1%	0.0216	0.009	0.0016	0.01575	0.04795
-19% do -15%	0.0012	0.0008	0.0189	0.00225	0.02315
-14% do -10%	0.0108	0.0072	0.0026	0.01575	0.03635

Opseg	Prosek opsega	Kompozitno ponderisanje	
		A	B
10% do 14%	0.12	0.33835	0.040602
15% do 19%	0.17	0.05085	0.086445
1% do 5%	0.03	0.09685	0.029055
6% do 10%	0.08	0.20915	0.016732
-5% do 0%	-0.025	0.0267	-0.0006675
0% do 5%	0.025	0.1548	0.00387
-10% do -6%	-0.08	0.01755	-0.001404
-5% do -1%	-0.03	0.04795	-0.0014385
-19% do -15%	-0.17	0.02315	-0.0039355
-14% do -10%	-0.12	0.03635	-0.004362
	Totals	1.00	0.1648965
Iznos usklađenja predviđanja	0,096		
KDA predviđanje	15,00		

Usklađeno predviđanje: $0,165 \times 15,00 + 15,00 = 17,50$

Kombinovanjem skupova pondera sa nivoa dva i tri, i onda množenjem tih pondera ponderima na nivou jedan, postizemo sledeći cilj: faktori usklađivanja procentualnog opsega se ponderišu relativnom važnošću elemenata na nivou jedan, na kom se zasnivaju. Deo tabele 1 pod imenom 'Nivoi dva i tri množeni nivoom jedan', može da se interpretira za opseg 10-14% na sledeći način: u odnosu sa privredom, postoji verovatnoća od 12,96% da predviđanje od 15 dinara zahteva povećanje od 10-14%, u odnosu sa istorijskim računovodstvenim podacima, postoji 3,06% verovatnoće da predviđanje od 15 dinara, zahteva povećanje od 10-14%, itd. Dodavanjem svih pondera koji se odnose na opseg 10-14%, može se dobiti opšta verovatnoća za taj opseg. Da bi se integrisala analiza, vrednosti koje su dobijene, se međusobno množe. Opšte verovatnoće za sve procentualne opsege, su prikazane u primeru 2, i zovu se kompozitni ponderi. Krajnji kompozitni ponderi se baziraju na čitavoj hijerarhiji, a *output* je jedan skup pondera,¹¹⁸ koji definišu deset opsega od 5%. Npr. kompozitni ponder za opseg 10%-14% je 0,33835. Ovaj ponder bi se u probablističkim terminima mogao interpretirati, tako što bi rekli da postoji približno 33,84% šansi da će biti potrebno da se predviđanje od 15 dinara poveća za 10% do

¹¹⁸ Iako ponderi nisu prave verovatnoće, oni mogu da funkcionišu kao verovatnoće.

14%. Koristeći ovu logiku, dolazimo do prosečnog usklađenja od približno 16,50%, množeći prosek svakog procentualnog opsega, sa njegovim kompozitnim ponderom, kao što je ilustrovano u primeru 2. Onda se koristi faktor prosečnog usklađenja, da bi se predviđanje od 15 dinara prilagodilo na 17,50 (15,00 x 1,165). Isti postupak bi se ponovio i za ostale kvartale. Prednost modela AHP usklađivanja predviđanja, je njegova sposobnost da obuhvati osnovne pretpostavke onoga ko usklađuje predviđanje i to u visoko strukturiranoj formi. Iako AHP pomaže i dokumentuje proces usklađivanja predviđanja, on postavlja zahteve pred onog ko vrši usklađivanje predviđanja, jer zahteva brojne procene na svakom nivou hijerarhije usklađenja predviđanja.

U svom originalnom istraživanju, Wolfe i Flores¹¹⁹ su pronašli dokaze da se AHP može upotrebiti za reviziju objektivnih predviđanja i za povećanje njihove tačnosti. Kasnija njihova studija je proširila to istraživanje, poredeći AHP sa skorije razvijenim centroidnim metodom. Podsticaj za ovo poređenje, je bila lakoća sa kojom se centroidni metod može implementirati.

Metodologiju koja je u ovoj studiji analizirana, su razvili Olson i Dorai¹²⁰, bazirana je na radu Solymosi i Dombi-ja¹²¹ i naziva se centroidni metod. Centroidni metod je još jedno sredstvo za razvijanje skupa pondera za poređenje alternativa, koje zahteva da se alternative koje se porede, ordinalno rangiraju. Uz pretpostavku da se pet elemenata, A_1 do A_5 , rangiraju prema preferenci, ponder za A_1 može biti u opsegu od 1/5 (kada su svih pet pondera jednaki) do 1,0 (kada je sva težina na A_1 , a ostali elementi imaju nultu težinu). Za pet elemenata AHP bi zahtevao 10 parnih poređenja, dok bi centroidni metod te elemente samo rangirao ordinalno. Centroidni metod, prema tome, zahteva vrlo malo analitičkih poređenja, što rezultira u nižim troškovima. Stoga, ova metodologija ima potencijal da zadovolji Mahmoud-ove¹²² zahteve, jer je to formalna tehnika za reviziju predviđanja koja ima niske troškove. Rezultati istraživanja indiciraju da revizija predviđanja, bazirana na centroidnom metodu, može da proizvede rezultate koji su skoro identični onima koji se dobijaju korišćenjem AHP-a.

Ako je centroidni metod jeftiniji od AHP-a, i produkuje rezultate koji su bar ekvivalentni AHP-u, onda postoje jaki razlozi za njegovu upotrebu. Da bi se uporedile ove dve metodologije, nađen je input za centroidni metod, iz usklađivanja predviđanja, koje je obavljeno korišćenjem AHP-a. Upotrebljen je uzorak od 28 firmi, koje su slučajno odabrane iz baze podataka *Value Line*-a, da bi se testirale

¹¹⁹ Wolfe, C., and Flores, B., Judgmental adjustment of earning forecasts, 1990, Journal of Forecasting, 9, 389-405.

¹²⁰ Olson, D., and Dorai, V., Implementation of the centroid method of Solymosi and Dombi, 1991, European Journal of Operational Research.

¹²¹ Solymosi, T., and Dombi, J., A Method for determining the weights of criteria: The centralized weights, 1986, European Journal of Operational Research, 26, 35-41.

¹²² Mahmoud, E., Combining of forecasts: some managerial issues, 1989, International Journal of Forecasting, 5, 599-600.

procedure usklađivanja predviđanja. Analitičari, koje je sačinjavalo 14 profesora poslovne administracije i 14 korporativnih referenata za kredite, su usklađivali četiri kvartala predviđanja. Svakom analitičaru je dodeljena jedna firma. Analitičari su koristili AHP da bi uskladili svoja predviđanja. Oni nisu vršili centroidna rangiranja; ordinalni ishod njihovog AHP rangiranja je upotrebljen, da bi se dobili centroidni ponderi i usklađivanja predviđanja. Stoga, eksperimentalno poređenje je bilo jedna od identičnih preferenci, koja se razlikovala samo u pogledu pondera generisanih u ova dva konkurentna procesa usklađenja predviđanja.

Eksperimentalna otkrića indicirala su da AHP proizvodi veća apsolutna usklađenja objektivnog predviđanja, nego centroidni metod. Međutim, razlike u obimu usklađenja predviđanja, nisu bile toliko velike da bi uticale na tačnost predviđanja. Rezultati simulacije su potvrdili sposobnost AHP-a da produkuje finije, više rasute pondere, nego centroidni metod. Međutim, ponderisanja koja je obavila grupa analitičara u proceduri usklađenja predviđanja, su bila veoma slična onima koje je proizveo centroidni metod. Rezultati su sugerisali da centroidni metod treba da se upotrebi:

- (1) Kada se porede četiri ili više stavki (razlike između metoda opadaju sa povećanjem broja elemenata koji se porede)
- (2) Kada se elementi koji se porede smatraju sličnima, ili kada dostupnost informacija dovodi do percepcije sličnosti.
- (3) Kada je vreme, a time i troškovi od velike važnosti.

AHP nudi mnogo više informacija od centroidnog metoda, samo u slučajevima gde se ekstremno rangiranje koristi za identifikovanje uočenih razlika između elemenata koji se porede.

Ovo istraživanje nije testiralo bihevioralni uticaj korišćenja centroidnog metoda. Nije jasno da li bi subjekti koju usklađuju predviđanja, produkovali centroidna rangiranja, ekvivalentna njihovim AHP rangiranjima, ili, ako se rangiranja razlikuju koje bi bilo najtačnije. Štaviše, ova studija je bila ograničena specifičnim uzorkom firmi i subjekata korišćenim u procesu usklađivanja predviđanja, jer bi drugačiji uzorci mogli potencijalno da proizvedu drugačije rezultate. Međutim, rezultati su indicirali da je centroidni metod vitalna alternativa za AHP, i da su troškovi korišćenja centroidnog metoda definitivno niži. Pokazalo se da postoji veoma mala razlika u ishodima ova dva metoda. Iznosi usklađivanja predviđanja su bili u visokoj korelaciji ($r = 0,99$), dok su usklađivanja predviđanja centroidnog metoda, konzistentno manja u apsolutnom smislu, od onih kod AHP-a. Ova analiza sugeriše da su rezultatna predviđanja (ARIMA predviđanja pomnožena obimom usklađivanja) obe

metodologije, vrlo slična, ali da je AHP predviđanje nešto veće. Poređenjem AHP predviđanja i predviđanja centroidnog metoda, pokazalo se da je u 74 od 112 proučenih predviđanja, AHP predviđanje bilo veće od centroidnog predviđanja. Ovo otkriće pokrenulo je pitanje tačnosti predviđanja: ako se AHP predviđanja i centroidna predviđanja razlikuju, koji metod produkuje tačnija predviđanja?¹²³

Pokazalo se da nema značajnije razlike između grešaka AHP usklađenog predviđanja i centroidnih usklađenih predviđanja.¹²⁴ Štaviše, broj predviđanja koja su poboljšana procesima usklađivanja, razlikovao se samo za jedno predviđanje u 112 usklađenih predviđanja. Iako su AHP usklađenja predviđanja bila konzistentno veća, razlika između usklađenih iznosa je bila veoma mala i ovo je rezultiralo u predviđanjima slične tačnosti. Kako je primetio Saaty u svojoj odbrani AHP-a¹²⁵ – uprkos postojanju konkurentskih normativnih metodologija, AHP predstavlja efektivno sredstvo skaliranja konkurentskih alternativa. Izgleda da je isti ovaj argument relevantan za centroidni metod, kada se on poredi sa, bolje utvrđenim, AHP-om.

2.2 Procedura AHP usklađivanja predviđanja i validnost pristupa

Ključno pitanje koje se postavlja u procesu AHP usklađivanja predviđanja je da li faktor procene razvijen AHP-om, može da poboljša tačnost statističkih predviđanja. Glavna hipoteza od koje se pri tome polazi je da su usklađena predviđanja tačnija od neusklađenih predviđanja. Pored opšte tačnosti, postoje i pitanja zašto i kada procedura procenjivačkog usklađivanja, poboljšava kvantitativna predviđanja.

Prvo pitanje se tiče informacionog okruženja u kome se vrši to usklađivanje predviđanja. Ako usklađivač poseduje znanje koje nije implicitno u predviđanju, procenjivačko usklađivanje će rezultirati u poboljšanom predviđanju (Armstrong¹²⁶, Brown¹²⁷).

¹²³ Tačnost predviđanja se meri korišćenjem apsolutne procentualne greške: $|(Predviđanje - Stvarno stanje) / Stvarno stanje|$

¹²⁴ Wolfe, C., and Flores, B., Judgmental adjustment of forecasts: a comparison of methods, 1992, International Journal of Forecasting, 7, pp.421-433.

¹²⁵ Saaty, T., An exposition of the AHP in reply to the paper - Remarks on the analytic hierarchy process, 1990, Management Science, 36, 259-268.

¹²⁶ Armstrong, J., The Ombudsman: research of forecasting: a quarter - century review, 1960-1984, 1986, Interfaces 16, 89-109.

¹²⁷ Brown, L.D., Comparing judgmental to extrapolative forecasts: its time to ask why and when, 1988, 4-2, 171-173.

Drugo pitanje se tiče kvaliteta predviđanja koje se usklađuje. Lorek i dr.¹²⁸ je otkrio da se procenjivačka predviđanja razlikuju od kvantitativnih predviđanja, u periodima gde su predviđanja relativno netačna.

Ako analitičari mogu da ekstrapoliraju informacije iz potencijalnih budućih događaja, koji uzrokuju netačna kvantitativna predviđanja¹²⁹, onda ova netačna kvantitativna predviđanja, mogu da ponude veću verovatnoću za poboljšanje, iz procesa procenjivačkog usklađivanja. Kada se izvrše kvantitativne ekstrapolacije, procenjivačko usklađivanje predviđanja nosi određene rizike. Ipak, ako su oni koji vrše usklađivanja nepristrasni i dobro poznaju problem, i ako usklađivanje vrše ekspert ili grupa eksperata prateći strukturirane vrednosti, za očekivati je da će ta usklađenja poboljšati tačnost predviđanja. Još je i bolje koristiti procenjivačke informacije kao inpute za kvantitativni model¹³⁰.

Druga hipoteza u analizi AHP usklađivanja predviđanja je da se netačna neusklađena predviđanja češće poboljšavaju procesom usklađivanja, nego tačna neusklađena predviđanja.

Brown¹³¹ navodi da je potrebno da istraživači determinišu gde leže predviđači duž spektra tačnosti. On sugerise da je tačnost procenjivačkog predviđanja na najvišoj tački, tamo gde predviđač (1) može da utiče na predviđani događaj, (2) poseduje unutrašnje informacije o događaju koji se predviđa, i (3) može da odabere događaj za predviđanje. Pošto su poznati ovi faktori, Brown¹³² identifikuje menadžere kao optimalne predviđače dobiti. Međutim, on ističe da postoji spektar tačnosti, i da su određeni predviđači bolji od drugih, zbog znanja i motivisanosti.

Faktor usklađivanja predviđanja se dobija iz rangiranih poređenja na tri nivoa hijerarhije. Sledeći koraci ocrtavaju proces rangiranja:

Korak 1: Rangirati na skali od jedan do devet (obeležavaju važnost) parna poređenja na nivou jedan hijerarhije. Iz ovog rejtinga, ponderišu se sve alternative na nivou jedan. U našem primeru, privreda se poredi sa istorijskim računovodstvenim podacima, i rangira, privreda se poredi sa linijom proizvoda i rangira, itd.

¹²⁸ Lorek, K.S., McDonald, C.L., and Patz, D.H., A comparative examination of management forecasts and Box-Jenkins forecasts of earnings, 1976, *Accounting Review*, 51, 321-330.

¹²⁹ Collins, W., and Hopwood, W., A Multivariate Analysis of Annual Earnings Forecasts generated from Quarterly Forecasts of Financial Analysts and Univariate Time Series Models, 1980, *Journal of Accounting Research*, v18, 390-406.

¹³⁰ Armstrong, J.S., and Collopy, F., Integration of statistical methods and judgment for time series forecasting; Principles from empirical research, 1998, in: Wright, G. and Goodwin, P., (eds), *Forecasting with Judgment*, Chichester, England:Wiley&Sons, pp.269-293.

¹³¹ Brown, L.D., Comparing judgmental to extrapolative forecasts:its time to ask why and when, 1988, 4-2, 171-173.

¹³² Ibid

Korak 2: Rangirati sva poređenja parova na nivou dva i tri, u odnosu na svaki faktor na nivou jedan. Svi opsezi usklađivanja se rangiraju jednom u odnosu na privredu, jednom u odnosu na istorijske računovodstvene podatke, jednom u odnosu na liniju proizvoda, i jednom u odnosu na faktor specifičan za korisnika. Tako bi predviđač rangirao verovatnoću da će privreda ostvariti povećanje dobiti od 10%-19%, nasuprot povećanju 0-5%. Onda u okviru opsega 10%-19% predviđač bi rangirao da li opseg 10-19% treba da favorizuje 10%-14% ili 15%-19%. Ovakva rangiranja se rade za svaki faktor nivoa jedan i sve moguće parove procentualnih opsega.

Rangiranja omogućavaju elementima na svakom nivou hijerarhije da budu prioritetizovani korišćenjem pristupa skaliranja karakterističnog vektora. Množeći proritate dobijene iz svakog hijerarhijskog nivoa, dobija se vektor prioriteta iz svakog nivoa hijerarhije. Kompozitni vektor prioriteta koji predstavlja čitavu hijerarhiju, se može razvijati iz vektora prioriteta u hijerarhiji.

Postoje mnoge situacije kada je potrebno izvršiti usklađivanja, posebno usled grešaka u tekućem statusu, tj. usklađivanje početne vrednosti. Kada se pripremi, na primer, ekonometrijsko predviđanje, generalno govoreći, ne bi trebalo usklađivati ga procenjivački¹³³. Međutim, ako se nedavno desio neki bitan događaj, koji još uvek nije reflektovan u podacima, uputno je upotrebiti strukturirane procenjivačke procedure usklađivanja. Generalan problem kod usklađivanja predviđanja je što ga najčešće vrše pristrasni eksperti. Tako je članovima Međunarodnog Instituta Predviđača data na procenu sledeća tvrdnja: previše često predviđanja kompanija se modifikuju zbog političkih razloga. Na skali od 1 – jako neslaganje, do 7 – jako slaganje, prosečan odgovor je bio 5,37.¹³⁴ Odgovori na ovo pitanje su analizirani u zavisnosti da li su ispitanici sebe identifikovali kao donosiocce odluka, praktičare, edukatore ili istraživače. Dok su praktičari izrazili najjače slaganje, između ostalih grupa nije bilo statistički značajnih razlika. Takođe su Fildes i Hastings, u svojoj studiji o predviđanju otkrili da se 64% ispitanika slaže da se predviđanja često modifikuju iz političkih razloga.¹³⁵

Primena AHP na procenjivačko predviđanje pokreće dva pitanja. Prvo, da li su ponderi važnosti koji se pridodaju faktorima uopšte potreban deo kalulacije predviđanja. Drugo, kada se ovi ponderi

¹³³ Armstrong, J.S., and Collopy, F., Integration of statistical methods and judgment for time series forecasting; Principles from empirical research, 1998, in: Wright, G. and Goodwin, P., (eds), Forecasting with Judgment, Chichester, England:Wiley&Sons, pp.269-293

¹³⁴ Yokum, J.T. and Armstrong, J.S., Beyond accuracy: Comparison of criteria used to select forecasting methods, 1995, International Journal of forecasting 11, pp.591-597.

¹³⁵ Fildes, R. and Hastings, R., The organization and improvement of market forecasting, 1994, Journal of the Operational Research Society 45, pp.1-16.

koriste za izračunavanje ponderisanog prosečnog usklađenja, u kojoj meri sprečavaju modeliranje situacije gde faktori deluju simultano u svom punom obimu.

Prvi značajan aspekt posmatranja se fokusira na obim u kom su pitanja koja se koriste za prikaz pondera važnosti faktora, značajna. U kritici AHP, Belton i Gear¹³⁶, su sugerisali da procedura ispitivanja ne treba nepotrebno da doprinosi nejasnoći koja je inherentna situaciji. S druge strane, Wolfe i Flores¹³⁷, jednostavno korak 1, nazivaju rejtingom na skali od 1 do 9 (koja označava verovatnoću ili važnost) parnog poređenja na nivou 1 hijerarhije. Glavna primedba se ovde odnosi na nemogućnost da se sagleda na koja pitanja su predviđači pokušali da daju odgovor. Da bi pristup AHP bio koristan, predviđač mora biti svestan pravog značenja svakog pitanja koje se koristi u otkrivanju pondera, u protivnom će diskrepance između prosečnih usklađenja i pondera faktora samo naglašavati dvosmislenost postavljenih pitanja.

U kontekstu odlučivanja, Belton i Gear¹³⁸, su sugerisali da ponder važnosti, koji se daje nekom kriterijumu, treba da odražava vrednost jedinice skale, na kojoj se taj kriterijum meri, pri čemu tu skalu determiniše opcija najviše rangirana na njoj. Oni takođe sugerišu da pitanja koja se donosiocu odluka nameću, treba da budu dovoljno specifična, da bi odražavala ovu definiciju.

U kontekstu predviđanja zasnovanog na proceni, izgleda da se važnost faktora definiše veličinom usklađenja prema statističkom predviđanju, koje je kako se smatra, neophodno u svetlu tog faktora (ili veličinom promene tekuće vrednosti varijable predviđanja za koju se smatra da će rezultirati iz tog faktora). Ovakav zaključak nameće dalja razmatranja. Relativna važnost se meri veličinama prosečnog usklađenja, izvedenih iz nivoa 2 u hijerarhiji. Pošto se ponderi važnosti determinišu nezavisno od veličine usklađenja, nejasno je kakvu ulogu ovi ponderi treba da igraju u dekompoziciji. U stvari, ponderi impliciraju da postoji izvestan odnos između ovih faktora. Zato se ponderi normalizuju na sumu 1, tako da što je viši ponder koji se pridodaje usklađenju, na primer, za opšti ekonomski scenario, to će biti niži ponder koji se pridodaje efektu usklađenja za specifične računovodstvene podatke kompanije. Ovo sugeriše da korisni efekti optimističnijih ekonomskih uslova, na predviđeni dohodak, mogu da se jave samo na račun manje povoljnih računovodstvenih podataka, ali i da oba faktora ne mogu da funkcionišu u svom punom obimu u isto vreme. Smatra se da je inherentan problem primene AHP u ovom kontekstu, vezan za činjenicu da je ovaj metod originalno dizajniran za procenu relativne važnosti opcija. Znači, jedna opcija treba da bude tačka reference, a sve ostale opcije se

¹³⁶ Belton, V., and Gear, T., On a short-coming of Saaty's method of analytic hierarchies, 1983, Omega, 11, 228-230.

¹³⁷ Wolfe, C., and Flores, B., Judgmental adjustment of earning forecasts, 1990, Journal of Forecasting, 9, 389-405.

¹³⁸ Belton, V., and Gear, T., On a short-coming of Saaty's method of analytic hierarchies, 1983, Omega, 11, 228-230.

porede sa njim, ali se atraktivnost originalne opcije ne meri na apsolutnoj skali. Međutim, u poznatim aplikacijama AHP u procenjivačkom predviđanju, AHP se koristi za determinisanje apsolutnih usklađenja. Tako npr., pretpostavimo da ponderi impliciraju da se smatra da je faktor X dvostruko važniji od faktora Y. Pošto se važnost faktora X ne meri na apsolutnoj skali, nije moguće na ovom nivou hijerarhije proceniti apsolutnu veličinu uticaja ovih faktora na varijablu koju treba predvideti. Pošto predviđač poriče apsolutnu vrednost sa kojom treba da izvrši poređenja, njegova sposobnost da pravilno odgovori na postavljena pitanja, može dalje biti redukovana. Aplikacije AHP na predviđanja cena nafte i deviznih kurseva (Saaty&Vargas¹³⁹ i Ulengin&Ulengin¹⁴⁰), nisu uključivale prilagođavanja iz statističkih predviđanja. U ovim slučajevima čitav proces predviđanja se bazirao na AHP, dok su moguće promene vrednosti varijable predviđanja zauzimale najniži nivo hijerarhije, tako da navedene primedbe ovde ne stoje.

3. Evaluacija, izbor i kombinovanje predviđanja metodom AHP

3.1 Izbor i kombinovanje predviđanja

Pretpostavljajući da postoje podaci za upotrebu svakog od raspoloživih metoda predviđanja, postavlja se pitanje koji metod upotrebiti? Ukoliko faktori koji su uzrokovali promene u prošlosti, nastave da deluju na isti način i u budućnosti, izbor metoda neće biti toliko bitan. Očekivalo bi se, naime, da svaki metod ima relativno dobru tačnost. Ali ako se zna da u mnogim problemima mogu nastupiti velike promene, izbor metoda predviđanja je itekako bitan. U mnogim situacijama kada se vrši predviđanje, moguće je željeno predviđanje dobiti pomoću dva ili više različitih metoda. Skup dostupnih metoda može da uključi različite metode ekstrapolacije, ostale statističke procedure za predviđanje, modele koji uključuju pitanja od interesa (npr. ekonomski modeli za ekonomska predviđanja ili meteorološki modeli za vremensku prognozu), subjektivna predviđanja od strane različitih eksperata, ili neki miks ovih pristupa. Ekstrapolacija je poželjna za predviđanje promena kada kauzalni faktori nastavljaju da deluju kao i u prošlosti, dok, recimo, ekonometrijski modeli mogu da kompenziraju znatne promene kauzalnih sila. Kao rezultat toga, ekonometrijska predviđanja su

¹³⁹ Saaty, T., and Vargas, L.G., Prediction, Projection and Forecasting, 1991, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

¹⁴⁰ Ulengin, F., and Ulengin, B., Forecasting foreign exchange rates:a comparative evaluation of AHP, 1994, OMEGA, 22, 505-519.

generalno tačnija od ekstrapolacije ili procene, kada su prisutne velike promene¹⁴¹. Fildesov pregled¹⁴², daje dalju podršku i takođe sugeriše da ekonometrijski modeli daju mala poboljšanja tačnosti u kratkoročnim predviđanjima. U principu, pretpostavljajući adekvatne podatke i dobro razumevanje kauzalnih odnosa, ekonometrijski modeli bi bili preferirani, jer oni koriste relevantne informacije na strukturiran način.

Danas, u eri brze kompjuterske komunikacije, skup mogućih alternativa koje se razmatraju kada se odlučuje kako izvršiti neko predviđanje, je često veoma veliki.

Tradicionalno, odluka o tome kako dobiti predviđanje, se posmatra kao problem identifikovanja samo jednog metoda. Ova odluka uključuje neku vrstu evaluacije svakog pojedinačnog metoda koji se razmatra, zatim poređenje njihove performanse, i izbor samo jednog metoda na bazi ove evaluacije i poređenja. Ovaj problem zovemo scenario izbora. Neko bi mogao da formuliše ovaj problem kao izbor najboljeg metoda predviđanja, ili izbor metoda koji proizvodi najbolje predviđanje. To najbolji, međutim, je samo u očima posmatrača, i znači najbolji, kako to on vidi, za dotičnu situaciju. Umesto da se odabere najbolji metod, bolje se problem determiniše pitanjem: koji bi metodi pomogli da se poboljša tačnost predviđanja? Interesantno je da istraživači, edukatori, predviđači i donosioci odluka koriste slične kriterijume za procenu korisnosti modela predviđanja¹⁴³. Tačnost se generalno rangira kao najvažniji kriterijum. Postoji i saglasnost oko toga da su lakoća razumevanja i upotrebe gotovo jednako važne kao i korisnost. Ova slaganja navode na zaključak da je moguće doći do konsenzusa i oko toga koji metodi predviđanja imaju najbolju performansu u datoj situaciji. S druge strane, različiti korisnici predviđanja, saglasno svojim potrebama, mogu želiti različita predviđanja. Problem je što donosioci odluka imaju određenu averziju prema kompleksnim procedurama predviđanja jer ih slabo ili nimalo razumeju. Uz to, kompleksnost ne vodi nužno do poboljšane tačnosti. Sasvim drugačijeg karaktera je problem pristrasnosti i favorizovanja određenog metoda predviđanja kod donosioca odluka, što u slučaju nepovoljnih rezultata predviđanja, može dovesti do sumnje u pogledu adekvatnosti primenjenog modela predviđanja.

Kada su dostupna dva ili više metoda predviđanja, takođe je moguće kombinovati više predviđanja, u jedno jedinstveno predviđanje. Kombinovana predviđanja su ona gde se koriste različiti metodi da bi se predvidela ista situacija, a zatim se ta predviđanja kombinuju. Kombinovana

¹⁴¹ Armstrong, J.S., Long-range forecasting, 1985, 2nd ed., Wiley&Sons, pp.391-420.

¹⁴² Fildes, R., The state of the art: Econometric models, 1985, Journal of Operational Research Society 36, pp.549-586.

¹⁴³ Yokum, J.T. and Armstrong, J.S., Beyond accuracy: Comparison of criteria used to select forecasting methods, 1995, International Journal of Forecasting 11, pp. 591-597.

predviđanja su naročito korisna u slučajevima gde je jako izražena neizvesnost oko toga koji metod će proizvesti najtačnije predviđanje. Kombinovana predviđanja obično poboljšavaju tačnost, jer svaki metod daje svoj doprinos krajnjem rezultatu.

Metodološka i praktična pitanja u vezi kombinovanja, su ekstenzivno proučavana poslednjih godina¹⁴⁴, a kombinovana predviđanja su se generalno pokazala kao prilično dobra u praksi. Veliki deo istraživanja sugerise da su kombinovana predviđanja generalno tačnija od predviđanja dobijenih pomoću jednog metoda. Osim toga, kombinovano predviđanje minimizira uticaj grešaka, kompenzatornim dejstvom metoda koji se koriste u procesu predviđanja.

Kada se razmatra neka vrsta agregacije predviđanja, problem se obično posmatra kao odluka u vezi toga koja predviđanja kombinovati, i kako ih kombinovati. Ovakav problem je poznat pod nazivom scenario kombinovanja. Naravno, svako kombinovanje više predviđanja, donosi jedinstveno predviđanje. Kao rezultat toga, određena kombinacija datog skupa predviđanja, se može smatrati metodom predviđanja, koji bi mogao da se upotpuni u scenariju izbora. U tom smislu, široko viđenje opšte situacije predviđanja, bi jednostavno uključivalo scenario kombinovanja u okviru opštijeg scenarija izbora. Ipak, izbor i kombinovanje se često posmatraju odvojeno, i pogodno je održavati ovu distancu i suprotstavljati ova dva scenarija. Bez obzira da li se bazičnim problemom smatra izbor ili kombinovanje, neophodno je uključiti neku vrstu metodologije za evaluaciju predviđanja. U praksi, evaluacija često uključuje jednu ili dve sumarne mere. Međutim, kvalitet predviđanja je po svojoj prirodi višedimenzionalan, i jedna ili dve sumarne mere, generalno ne mogu potpuno da opišu kvalitet nekog metoda predviđanja ili skupa predviđanja. Kompleksniji pristup uključuje opis odnosa među predviđanjima i opservacijama, baziran na njihovom zajedničkom doprinosu, kao i višestruke mere koje karakterišu različite aspekte performanse predviđanja¹⁴⁵.

Scenario izbora

Scenario izbora ima cilj da izabere jedan metod predviđanja. Uloga evaluacije predviđanja je stoga, da evaluira metode pojedinačno i da nakon toga, uporedi njihovu performansu. Za svaki metod, osnova evaluacije je odnos između predviđanja verovatnoće i naredne opservacije, što opisuje

¹⁴⁴ Clemen, R.T., Combining forecasts: A review and annotated bibliography, 1989, International Journal of Forecasting 5, pp.559-583.

¹⁴⁵ Murphy, A.H. and Winkler, R.L., Diagnostic verification of probability forecasts, 1992, International Journal of Forecasting 8, pp.435-455.

zajednička raspodela predviđanja i opservacija¹⁴⁶. Štaviše, uslovna i marginalna raspodela, povezana sa faktorizacijama ove zajedničke raspodele, karakteriše specifične aspekte kvaliteta predviđanja. Postojanje ovih različitih aspekata demonstrira višedimenzionalnu prirodu kvaliteta predviđanja. Dijagnostička evaluacija skupa predviđanja verovatnoće, iz datog metoda predviđanja, zajedno sa odgovarajućim opservacijama, može da otkrije jaku performansu jedne dimenzije i slabu performansu, što se tiče neke druge dimenzije. Npr. verovatnoće bi mogle da budu loše kalibrisane, a ipak veoma diskriminatorne između prilika u kojima se dati događaj desio, odnosno nije desio.

Što se tiče relativnog kvaliteta dve ili više metode predviđanja, poređenje vrednosti jedne ili više mera opšte performanse, je neadekvatno. Neophodno je razmotriti osnovne karakteristike kvaliteta predviđanja, koji je oličen u odgovarajućim zajedničkim raspodelama predviđanja i opservacija. Da bi se evaluiralo n metoda predviđanja u scenariju izbora, neophodno je posmatrati n bivarijantnih distribucija predviđanja i opservacija. Konačno, izbor među metodima može da uključi odnose među tim karakteristikama. Npr. donosilac odluke možda mora da odluči da li je vredno da se odrekne neke diskriminatorne sposobnosti, radi boljeg kalibrisanja.

Pre no što donosilac odluke dođe do faze u kojoj se razmatraju odnosi, skeniranje u smislu dovoljnosti u scenariju izbora i irelevantnosti u scenariju kombinovanja metoda predviđanja, može da pomogne da se redukuje skup metoda koje se razmatraju, na broj kojim je lako rukovati i koji se dalje može detaljno evaluirati. Skeniranje može da indentifikuje metode predviđanja koji su pod dominacijom, u smislu da su njihova predviđanja jasno inferiorna u odnosu na predviđanja pomoću drugih metoda, ili da ne dodaju nikakve informacije kombinovanju predviđanja. Dovoljnost pruža formalno sredstvo skeniranja alternativnih metoda predviđanja, što je konzistentno sa višedimenzionalnom prirodom kvaliteta predviđanja. Štaviše, ona održava monotoni odnos između kvaliteta predviđanja i vrednosti predviđanja, t.j., kada je metod A dovoljan za metod B, sledi da su predviđanja metoda A, višeg kvaliteta i veće vrednosti za sve korisnike, nego predviđanja metoda B. U tom smislu, izbor metoda A umesto metoda B, nije stvar odnosa; metod A jednostavno dominira nad metodom B, tako da je izbor očigledan.

¹⁴⁶ Ibid

Scenario kombinovanja

Scenario kombinovanja ima cilj da agregira predviđanja iz dva ili više metoda. Kao rezultat toga, nije adekvatno evaluirati metode individualno. Odnosi među metodima su važni u kombinovanju, a odvojene evaluacije neće obuhvatiti te odnose. Tako npr., dva metoda mogu imati identične karakteristike kada se evaluiraju pojedinačno; za svrhu kombinovanja, velika je razlika u tome da li njihove verovatnoće teže da budu veoma slične, ili teže da budu prilično različite. U prvom slučaju, metodi mogu biti redundantni, dok u drugom slučaju stepen redundantnosti (izlišnosti) može biti mnogo manji.

Kao što je gore opisano, neophodno je da se u scenariju odabira ispita n zajedničkih (dvodimenzionalnih) raspodela predviđanja i opservacija, da bi se evaluiralo i uporedilo n metoda predviđanja. Međutim, ovih n raspodela, ne pružaju informacije o nezavisnom informacionom sadržaju alternativnih metoda predviđanja. U scenariju kombinovanja, sa n metoda predviđanja, moramo razmotriti $(n+1)$ -dimenzionalnu raspodelu n predviđanja i odgovarajućih opservacija. Stoga je fundamentalna razlika između evaluacije predviđanja u scenarijima odabira, odnosno kombinovanja, to što ovaj prvi scenario uključuje n bivarijantnih raspodela, dok drugi scenario uključuje jednu multivarijantnu, $(n+1)$ -dimenzionalnu raspodelu.

Skeniranje u scenariju kombinovanja se može upotrebiti za redukovanje razmatranog broja kandidat-metoda, za uključivanje u kombinaciju. Irelevantnost pruža formalno sredstvo skeniranja metoda predviđanja, da bi se eliminisali metodi koji ne pružaju dodatne informacije kombinovanom predviđanju, izvan informacija koje su date u predviđanju iz preostalih metoda. Odnosno, kada se razmatraju metodi A, B, i C, ako je metod A irelevantan, onda kombinacija predviđanja iz A, B i C, ništa više nije informativna nego kombinacija predviđanja iz samo B i C.

3.2 Kombinovano predviđanje

Mnoge firme imaju koristi od korišćenja niza tehnika predviđanja u kombinaciji, zato što prednosti jednih neutrališu slabosti drugih tehnika. Međutim, problem kod simultane upotrebe više tehnika predviđanja je u tome kako doći do jednog numeričkog predviđanja. Alternativa predviđanju kombinovanjem rezultata više kvantitativnih tehnika predviđanja, je predviđanje primenom samo jedne od raspoloživih tehnika. Nedavna istraživanja su pokazala da kombinacija više različitih pristupa predviđanja često daje bolje rezultate od korišćenja samo jednog pristupa. Kriterijumi kao što su

tačnost, stabilnost procene i procena prekretnice, mogu da se upotrebe za ocenu kredibilitnosti različitih tehnika predviđanja. Donosioci odluka mogu ocenjivati relativnu preferencu tehnika u pogledu zadataka, kao što su tačnost, troškovi, obezbeđene menadžment informacije, sposobnost te tehnike da predvidi tačke zaokreta i vreme koje je potrebno za implementaciju te tehnike. Takođe se vrše i procene relativne važnosti ovih zadataka. Rezultirajuća sinteza će indicirati opštu relativnu preferencu različitih tehnika.

Tri primarna faktora motivišu kombinovanje predviđanja, kako je opisao Mahmoud¹⁴⁷: (1) poboljšana preciznost predviđanja, (2) metodološka jednostavnost i (3) niski troškovi kombinovanja predviđanja. U praksi, većina predviđanja su kombinacije menadžerske procene i kvantitativnih predviđanja, kako su indicirali Lawrence i ostali¹⁴⁸ i Jenkins.¹⁴⁹ Mahmoud¹⁵⁰ sugeriše da je procenjivačko usklađivanje objektivnog predviđanja, oblik kombinovanog predviđanja koji se najviše koristi, što potvrđuje frekvencija menadžerskih osobina koje se pronalaze u komercijalnim softverskim paketima za predviđanje. Međutim, empirijski rezultati iz eksperimenata usklađivanja predviđanja, su mešoviti. Prema Armstrong-ovom¹⁵¹ pregledu dešavanja u predviđanju od 1960. god., objektivna predviđanja prerađena mišljenjem eksperta, ne postaju preciznija. On ističe da je revizija objektivnog predviđanja, još uvek nerešeno pitanje.

Što se tiče pitanja revizije predviđanja, studije Diamantopoulos & Mathews¹⁵² i Wolfe & Flores¹⁵³ su otkrile da je procenjivačko usklađivanje kvantitativnih predviđanja, poboljšalo tačnost predviđanja, iako ne uvek značajno. Ovi rezultati indiciraju da su situacioni faktori koje poznaju donosioci menadžerskih odluka, važni elementi koji potencijalno mogu da poboljšaju predviđanje. Mahmoud sugeriše da je dodatno istraživanje potrebno u oblasti procenjivačkog usklađivanja

¹⁴⁷ Mahmoud, E., Combining forecasts: Some managerial issues, 1989, International Journal of Forecasting 5, 599-600.

¹⁴⁸ Lawrence, M., Edmundson, R.H., and Connor, M.J., An examination of the accuracy of judgmental extrapolation of time series, 1985, International Journal of Forecasting 1, 25-35.

¹⁴⁹ Jenkins, G., Some practical aspects of forecasting in organisations, 1982, Journal of Forecasting 1, 3-21.

¹⁵⁰ Mahmoud, E., Combining forecasts: Some managerial issues, 1989, International Journal of Forecasting 5, 599-600.

¹⁵¹ Armstrong, J., The Ombudsman: research of forecasting: a quarter - century review, 1960-1984, 1986, Interfaces 16, 89-109.

¹⁵² Mathews, B.P., and Diamantopoulos, Factors affecting the nature and effectiveness of subjective revision in sales forecasting: An empirical study, 1989, Managerial and Decision Economics 10, 51-60.

¹⁵³ Wolfe, C., and Flores, B., An analysis of hierchically adjusted earnings forecasts, 1990, Journal of Forecasting 4, 389-405.

predviđanja. Štaviše, on izražava potrebu za formalizovanim, troškovno-efektivnim procedurama u procesu usklađivanja predviđanja.

Wolfe i Flores ¹⁵⁴ su odgovorili na pitanje, koje je pokrenuo Mahmoud, koje se odnosi na formalizovane procedure u studiji u kojoj su koristili Saaty-jev AHP, da bi se uskladila predviđanja dobiti na bazi ARIMA. AHP je ponudio formalizovani pristup za usklađivanje predviđanja, i kako je ranije istaknuto, opšti rezultati su indicirali da su usklađena predviđanja bila preciznija od neusklađenih ARIMA predviđanja.

Kombinovano predviđanje je grana predviđanja koja uključuje kombinaciju dva ili više metoda predviđanja kako bi se dobilo jedno, kompozitno predviđanje. Istraživanje koje je obuhvatilo preko dve stotine studija slučaja, pokazalo je da kombinovanje predviđanja ima konzistentnu ali umerenu preciznost, uz jednu rezervu: ovo istraživanje ne definiše dobro uslove pod kojima je kombinovanje najefikasnije, niti kako u određenoj situaciji kombinovati metode. Relativno je malo poznato koliko i kako menadžeri u praksi kombinuju predviđanja. Najveću pažnju u tom smislu, izazvala su sledeća pitanja: menadžersko usklađivanje kvantitativnih predviđanja, korišćenje ekspertskih sistema u kombinovanju predviđanja i analiza troškova kombinovanja predviđanja. Pregled literature vezane za ove probleme, navodi na sledeći zaključak: tačnost predviđanja se može znatno poboljšati kombinacijom više pojedinačnih predviđanja.

Otkuda interes za kombinaciju predviđanja? Pre svega, konvencionalne metode predviđanja se rado oslanjaju na istorijske podatke za razvoj modela, koristeći te podatke za projektovanje relevantnih varijabli u budućnost. Ove projektovane vrednosti postaju predviđanja koja se zatim koriste za razvoj poslovnih planova. U ovim modelima pretpostavlja se da će budućnost biti ista kao i prošlost, osim za one varijable koje model prepoznaje kao specifične. Konvencionalni modeli ponekad vrše pretpostavke o formi raspodele populacije, pretpostavke koje mogu ili ne moraju biti predmet verifikacije. Procene intervala korišćenjem regresionog modela npr., pretpostavljaju da populacija prati normalnu raspodelu. Kombinovanje predviđanja bi trebalo vršiti mehanički, da bi se korisnici uverili da je procedura kombinovanja objektivna. Preciznije, trebalo bi koristiti neko pravilo i potpuno ga opisati. Jedan takav primer, bio bi pravilo jednakih pondera, koje sugerise sabiranje predviđanja i kalkulaciju proseka, uz pretpostavku objektivnosti u procesu ponderisanja, koja će poboljšati tačnost. Tako su Bretschneider i

¹⁵⁴ ibid

dr. u jednoj studiji na terenu, otkrili da su SAD države, koje koriste mehaničke kombinacije predviđanja dobile tačnija predviđanja prihoda, od onih država koje koriste subjektivne kombinacije.¹⁵⁵

3.3 AHP model kombinovanog predviđanja

Teorija kombinovanog predviđanja se bazira na određenoj linearnoj kombinaciji različitih rezultata iz različitih modela predviđanja. Kao rezultat toga, sposobnost uklapanja kombinovanog predviđanja je poboljšana a preciznost je povećana. Devijacija kombinovanog modela predviđanja dostiže minimum i manja je od devijacije svakog pojedinačnog metoda predviđanja. Aplikacija kombinovanog modela predviđanja može kombinovati odvojene metode i integrisati dobre strane svakog modela da bi se obezbedio tačniji rezultat.

Pretpostavimo da je za određeni model predviđanja stvarna vrednost u periodu t , recimo, y_t ($t=1,2,\dots,n$) i da postoji m modela predviđanja. Neka je vrednost koja se predviđa u periodu t , pomoću modela i , f_{it} ($i = 1,2,\dots,m$). Tada je odgovarajuća devijacija $e_{it} = y_t - f_{it}$. Pretpostavimo da je vektor pondera $W = (w_1, w_2, \dots, w_m)^T$ pri čemu se kombinovani model predviđanja može formulisati na sledeći način:

$$\hat{y}_t = \sum_{i=1}^m w_i f_{it} \quad (t = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^m w_i = 1 \quad (2)$$

Jednačina 1, se takođe može zameniti jednačinom 2:

$$\hat{Y} = FW \quad (3)$$

¹⁵⁵ Bretschneider, S.I., et al., Political and organizational influences on the accuracy of forecasting state government revenues, 1989, International Journal of Forecasting 5, pp.307-319.

gde je:

$$\hat{Y} = [\hat{y}_1, \hat{y}_2, \dots, \hat{y}_n]^T, F = [f_{it}]_{n \times m}$$

greška predviđanja kombinovanog modela se može napisati kao:

$$e_t = y_t - f_t = \sum_{i=1}^m (w_i y_t) - \sum_{i=1}^m (w_i f_{it}) \quad (4)$$

$$= \sum_{i=1}^m w_i (y_t - f_{it}) = \sum_{i=1}^m (w_i e_{it})$$

Iako kombinovani model ne može da u suštini poboljša preciznost predviđanja, on može da iskoristi slučajnost grešaka da bi redukovao grešku predviđanja. Tako, u slučaju kada devijacije svih modela nisu istog smera, greške mogu da dejstvuju parcijalno, suprotno jedna drugoj u kombinovanom predviđanju. Ključ kombinovanog modela predviđanja je determinisanje pondera svakog modela. Postoji veliki broj mogućih metoda za determinisanje pondera, koji se koriste u kombinovanom predviđanju. Metod jednakih pondera koristi aritmetičku sredinu pojedinačnih predviđanja i veoma je jednostavan pristup, ali tretira predviđanja kao razmenljiva i kao nešto što se može razlikovati međusobno. Iako ovo može biti racionalna pretpostavka, kada modeli imaju slične varijanse greške, u principu ona nije privlačna. Alternativa jednakim ponderima su diferencijalni ponderi za koje se pokazalo da su tačniji od jednakih pondera¹⁵⁶. Metod minimalne varijanse je Bajesovski pristup za kombinovanje pojedinačnih predviđanja. Ponderi kombinacije dobijeni ovim metodom, međutim, su manje pouzdani kada su podaci poređani ili nestabilni.

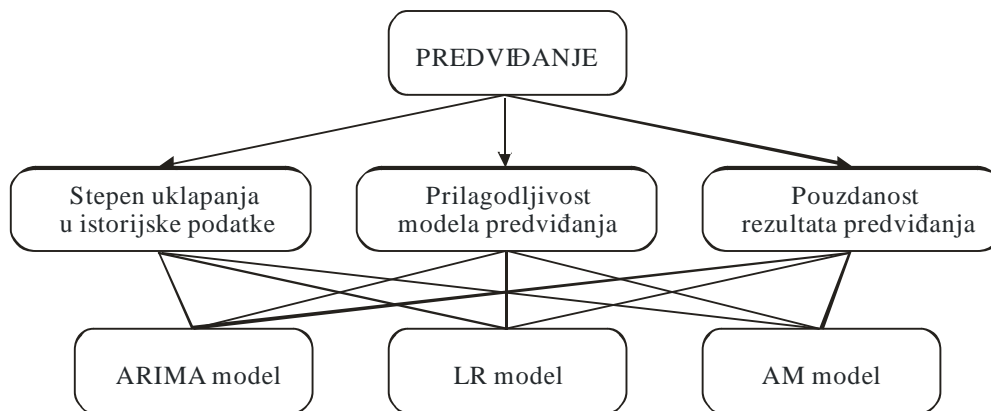
¹⁵⁶ Collopy, F., and Armstrong, J.S., Rule-based forecasting: Development and validation of an expert systems approach to combining time series extrapolations, 1992a, Management Science 38, pp.1394-1414.

S druge strane, AHP¹⁵⁷ uspešno podržava kombinovanje više metoda predviđanja, izvodeći pondere svakog pojedinačnog metoda, koji se onda mogu primeniti na svaku procenu predviđanja da bi se dobilo jedno ponderisano kompozitno predviđanje. Poenta je da znanje menadžera treba primeniti na predviđanje i to na strukturiran način.

Pretpostavimo stoga, da se posmatraju tri pojedinačna metoda predviđanja: model višestruke linearne regresije, ARIMA model, zasnovan na autoregresivnoj pokretnoj sredini i AM¹⁵⁸ model. Pretpostavimo, takođe, da se ova tri modela koriste za određeni proces predviđanja. Nijedan od navedenih modela pojedinačno nema dovoljno dobru performansu jer svaki od njih uzima u razmatranje samo nekoliko ili obično jedan relevantan faktor. Da bi se utvrdio kombinovani model predviđanja, upotrebom AHP, moraju se znati zajedničke karakteristike tekućeg procesa predviđanja. Pretpostavimo da se proces predviđanja vrši na bazi istorijskih podataka. Stepem uklapanja u istorijske podatke je jedan od elemenata koji se razmatraju tokom predviđanja. Pored toga, uzmimo da su prilagodljivost i pouzdanost druga dva važna elementa koja se uzimaju u obzir pri evaluaciji pojedinačnih modela predviđanja. Prilagodljivost se odnosi na sposobnost modela predviđanja da se prilagodi promenljivim okruženjima a pouzdanost se odnosi na preciznost predviđanja. Hijerarhijski model koji se formira ima tri nivoa za predviđanje kao što je prikazano na slici 12.

¹⁵⁷ Kao intuitivni model za formulisanje i analiziranje odluka, zbog svoje praktičnosti i fleksibilnosti mnoge korporacije i vlade ga rutinski koriste za donošenje bitnih odluka.

¹⁵⁸ Adaptivni model predviđanja, u: Marina Milanovic, Model predviđanja ekonomskih pojava sa izraženim trendom i sezonskim ritmom, 1999, Magistarski rad, Ekonomski fakultet, Kragujevac.



Slika 8. AHP model za kombinovano predviđanje

U ovom modelu predviđanje je glavni cilj problema, na najvišem nivou. Srednji nivo korespondira sa kriterijumima koji uključuju tri elementa, gore pomenuta. Najniži nivo sadrži tri modela predviđanja koji se računaju kao alternativne odluke. Da bi se izvršio proces predviđanja korišćenjem AHP kombinovanog modela, moraju se dobiti ponderi svakog pojedinačnog modela predviđanja, unapred, pomoću AHP metoda, tj. njegove kompjuterske aplikacije Expert Choice. Postupak derivacije pondera pojedinačnih metoda predviđanja, uključuje sledeće korake:

- 1) konstrukciju matrice parnih poređenja, na bazi eksperata ili eksperimenata;
- 2) kalkulacija vektora prioriteta za svaki kriterijum;
- 3) kalkulacija pondera alternativa u odnosu na svaki kriterijum;
- 4) provera konzistentnosti poređenja po parovima korišćenjem koeficijenta (indeksa) konzistentnosti, da bi se proverilo da li su poređenja donosioca odluke bila konzistentna ili ne, i
- 5) dobijanje pondera svakog modela predviđanja i korišćenje jednačine 1, da bi se izvršilo kombinovano predviđanje.

Pretpostavimo da su sva tri pojedinačna metoda predviđanja upotrebljena za predviđanje pojave A, po kvartalima za narednu godinu i da su poznati istorijski podaci i rezultati predviđanja (hipotetičke vrednosti) za sva tri modela:

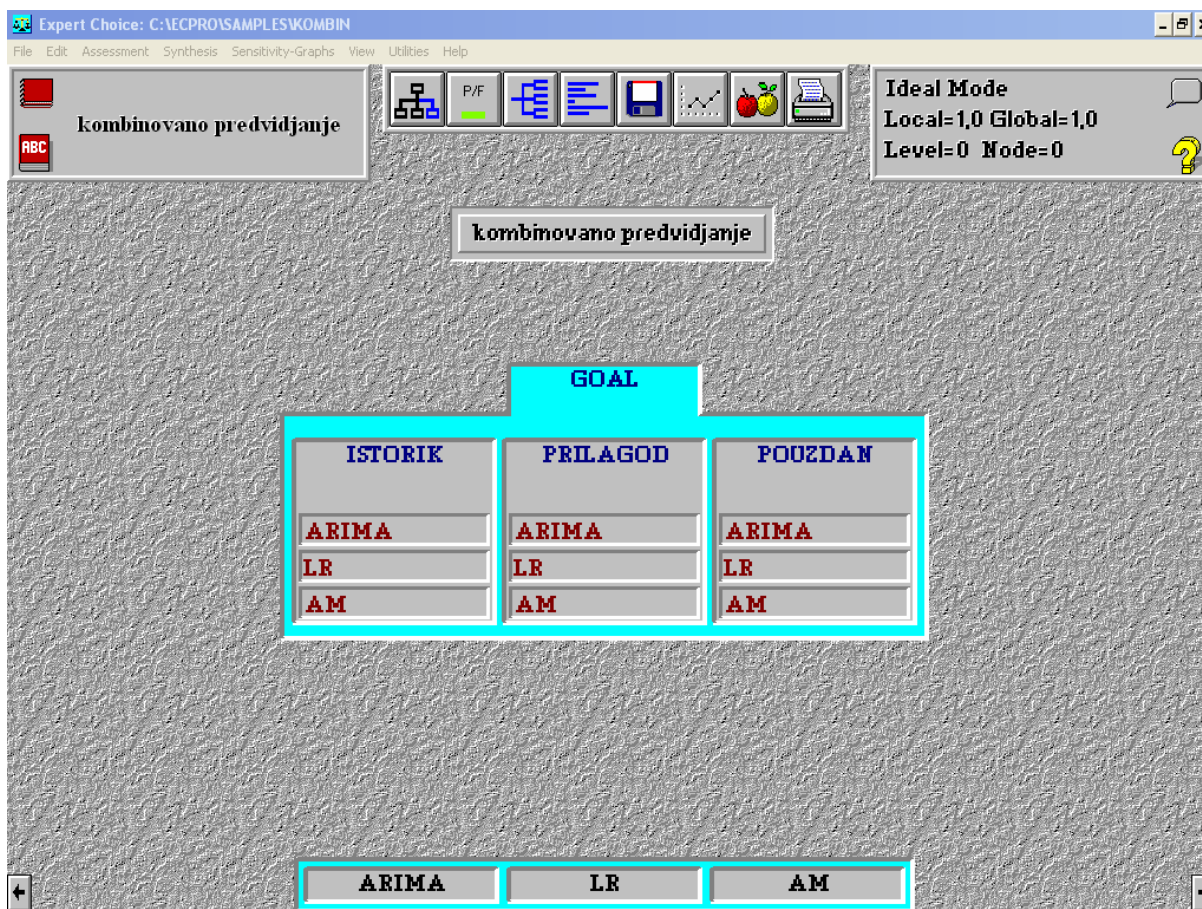
Kvartal predviđanja	perioda	istorijski podaci	ARIMA predviđanje	LR predviđanje	AM predviđanje
I		1,7	2,3	1,8	1,5
II		4,3	4,1	4,4	4,1
III		3,4	3,1	3,5	3,2
IV		3,3	3,6	3,4	3,2

Tabela 4. Predviđanje pojave A poređenih modela u odnosu na istorijske podatke

Kvartal predviđanja	perioda	stvarna vrednost pojave	ARIMA predviđanje	LR predviđanje	AM predviđanje
I		2,0	2,1	2,3	2,2
II		3,5	3,0	3,8	3,1
III		4,5	4,2	4,0	4,9
IV		2,5	2,8	1,7	2,3

Tabela 5. Predviđanje pojave A poređenih modela u odnosu na stvarne vrednosti

Poređenjem grešaka predviđanja kao razlike između stvarne i predviđene vrednosti, pokazuje se da LR model ima najbolje uklapanje u istorijske podatke, dok model ARIMA ima najgore uklapanje. Što se tiče prilagodljivosti kao drugog kriterijuma, AM model ima najbolju prilagodljivost u predviđanju, ARIMA model je nešto lošija, dok LR model ima najmanju prilagodljivost. ARIMA model je najbolji u smislu pouzdanosti, AM model je manje pouzdan a LR model najlošiji što se tiče pouzdanosti. Dobijeni podaci će biti osnov da se izvrše parna poređenja relativnog prioriteta na srednjem nivou. Hijerarhijska struktura i rezultirajući ponderi prezentirani su programskim paketom Expert Choice 9.



Slika 9. Hijerarhijska struktura AHP problema kombinovanog predviđanja u EC – 9.

Pored poređenja po parovima za alternative odlučivanja, tj. metode predviđanja, takođe se mogu odrediti ponderi za sva tri kriterijuma u smislu važnosti za opšti cilj (predviđanje). Među definisanim kriterijumima pouzdanost treba da ima najviši prioritet, prilagodljivost niži, dok je stepen uklapanja u istorijske podatke najpodređeniji faktor koji treba uzeti u obzir.

Ponder svakog modela predviđanja u kombinovanom predviđanju se može pronaći kombinovanjem prioriteta kriterijuma i prioriteta svakog modela sa svakim kriterijumom.

Kalkulacije su date radi ilustracije:

Ponder ARIMA modela

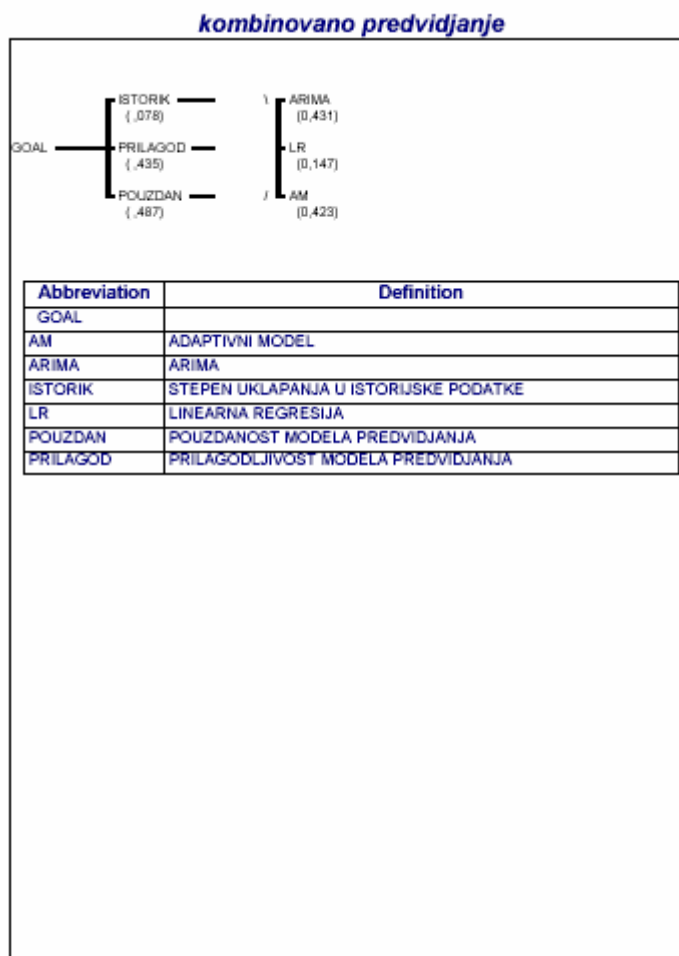
$$= 0,078 \times 0,088 + 0,435 \times 0,258 + 0,487 \times 0,637 = 0,431$$

Ponder LR modela

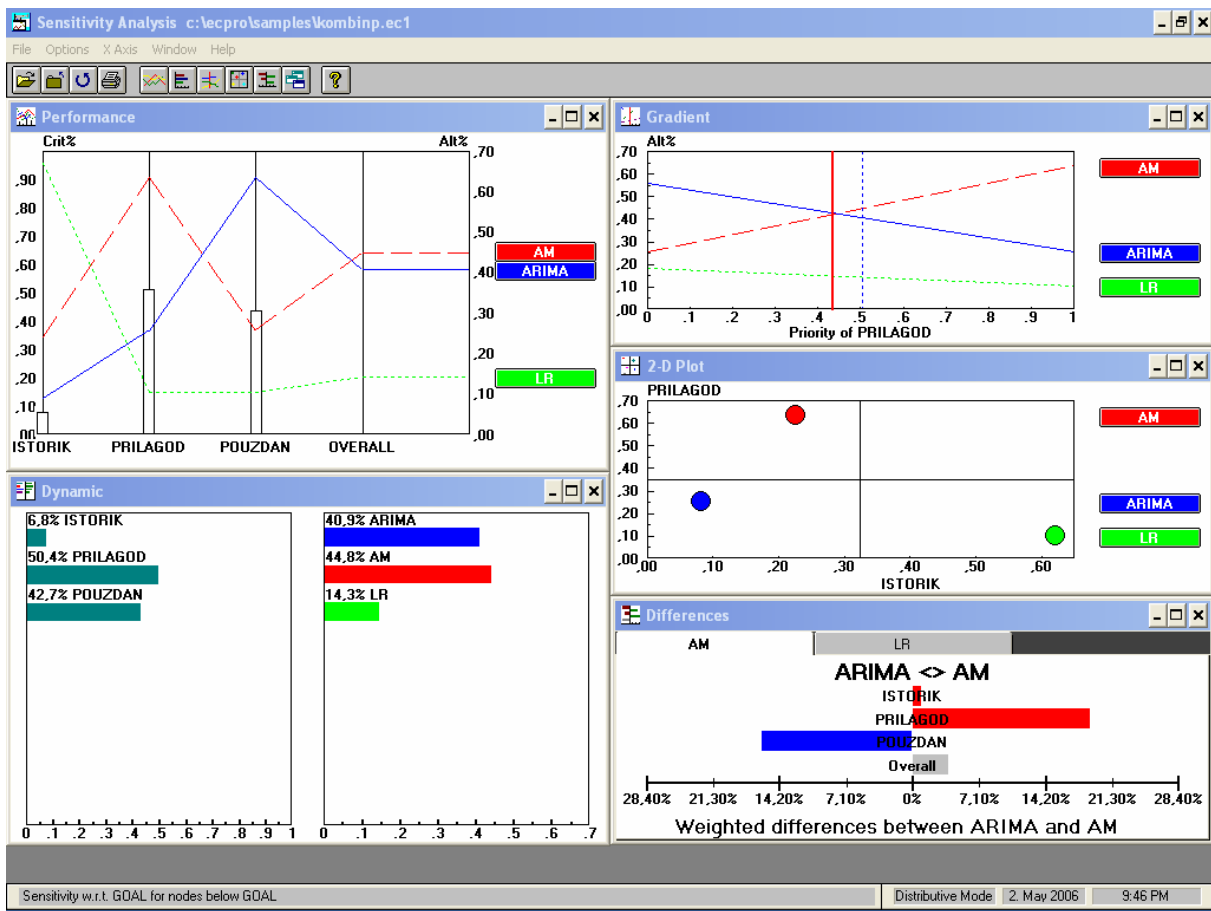
$$= 0,078 \times 0,669 + 0,435 \times 0,105 + 0,487 \times 0,105 = 0,147$$

Ponder AM modela

$$= 0,078 \times 0,243 + 0,435 \times 0,637 + 0,487 \times 0,258 = 0,423$$



Iz gornjih pondera sledi da se ARIMA model može smatrati najboljim među poređenim modelima predviđanja, dok je LR model ovde najlošiji. Rezultati se mogu dalje analizirati, analizom osetljivosti rešenja, kao što je ilustrovano na slici 10.



Slika 10. Analiza osetljivosti rešenja¹⁵⁹ prema kriterijumu prilagodljivost modela predviđanja: Dodeljivanje većeg značaja kriterijumu prilagodljivost modela predviđanja, menja redosled alternativa, tako da je sada AM model najbolji među poređenim metodima predviđanja.

Korišćenjem pondera svakog modela predviđanja i formule kombinovanog predviđanja (jednačina 1), kao i predviđenih rezultata od strane svakog modela predviđanja, predviđanje se još jednom vrši pomoću metoda kombinovanog predviđanja:

$$Y_{(1)} = 0,431 \times 2,1 + 0,147 \times 2,3 + 0,423 \times 2,2 = 2,1892$$

¹⁵⁹ Grafik senzitivnosti performanse pokazuje kakvu performansu ima svaka alternativa u odnosu na svaki od kriterijuma. Važnost kriterijuma je predstavljena vertikalnim stubićima, pri čemu se prioriteti za kriterijume mogu pročitati sa leve ose. Performansa svake alternative u odnosu na svaki kriterijum je prikazana presekom obojenog niza segmenata linije sa vertikalnim stubićima i može se pročitati na desnoj osi. Opšta performansa alternative je prikazana presekom segmenata linije alternative sa opštom vertikalnom linijom na desnoj strani grafika.

$$Y_{(II)} = 0,431 \times 3,0 + 0,147 \times 3,8 + 0,423 \times 3,1 = 3,1629$$

$$Y_{(III)} = 0,431 \times 4,2 + 0,147 \times 4,0 + 0,423 \times 4,9 = 4,4709$$

$$Y_{(IV)} = 0,431 \times 2,8 + 0,147 \times 1,7 + 0,423 \times 2,3 = 2,4296$$

Validnost modela se ispituje proverom da li predviđeni rezultati dobijeni pomoću AHP kombinovanog modela predviđanja imaju povoljno slaganje sa stvarnim rezultatima. Uočljivo je da je kombinovani model precizniji od ostala tri modela. Moguće je radi validnosti modela izvršiti i poređenja grešaka predviđanja između AHP kombinovanog modela predviđanja i ostalih modela.

4. Evaluacija alternativnih ishoda

4.1 Evaluacija u ekonomskom predviđanju

U kontekstu ekonomskog predviđanja, postoje dva ključna aspekta evaluacije:

- vršenje procena na bazi dokaza o vrednosti i kvalitetu predviđanja (dokazivanje);
- proces učenja iz predviđanja, da bi se poboljšala performansa ili ishodi u budućnosti (poboljšanje)

U tom smislu, postoje dva tipa pitanja koja bi mogla biti fokus evaluacije u ekonomskom predviđanju:

- **Ishodi:** da li i kako će se nešto promeniti u budućnosti kao rezultat sadašnje aktivnosti?
- **Metodi:** koji metod predviđanja daje najbolje rezultate?

Evaluacija ishoda je ograničena na prikupljanje i procenu informacija o tome da li će se promene desiti i distribuciju relativnih verovatnoća rezultata tih promena. Najvažnije promene koje evaluacija ishoda treba da ispita, su one koje su indicirane ciljevima u planu, t.j., nameravane promene.

Predmet evaluacije takođe mogu biti i metodi predviđanja, čak iako je jasno da su ciljevi uspešno ostvareni. Pojam metodi, se ovde koristi u najširem smislu, i uključuje strategije, tehnike, resurse (ljudi, novac, itd.) i način organizovanja, upravljanja i implementiranja predviđanja.

Obično nema dovoljno vremena, novca ili interesovanja da bi se temeljno evaluirao svaki aspekt predviđanja. Neophodno je izabrati šta pokriti, i to uraditi na bazi dva kriterijuma:

- Šta je najkorisnije za donosioca odluka za koga se i vrši evaluacija? Koja pitanja su od najvećeg značaja ili interesa, za njega? Ako predviđanje ima veliki broj ciljeva i niz metoda, da li su neki od njih važniji od ostalih?
- Šta je praktično, uzimajući u obzir ograničene resurse i rok za upotrebu tih informacija?

Evaluacija mora da bude korisna i da opravda resurse koji su na nju utrošeni, a blagovremenost je važan elemenat korisnosti. Ponekad su rezultati evaluacije potrebni do određenog vremena ili datuma koji se ne može lako promeniti. To može imati snažne implikacije po ono što se evaluira i za metode koji su upotrebljeni za prikupljanje i procenu informacija. Tako npr., ako je rok za završetak relativno kratak, možda je uputno ograničiti broj ishoda koji se evaluira.

Ukoliko je bitno da se određeno pitanje temeljno evaluira, a nema određenog roka za završetak, onda je potrebno postaviti rok na bazi vremena potrebnog da se istraživanje adekvatno sprovede.

Samo jedan resurs je apsolutno esencijalan za evaluaciju: vreme. Jedan čovek ili više ljudi moraju da prikupe informacije, ljudi moraju da provedu vreme u obezbeđivanju tih informacija, informacije se moraju proceniti, a rezultate razmatraju oni koji su za njih zainteresovani.

Ne postoji formula za determinisanje obima vremena i novca, koje treba potrošiti na evaluaciju. Ako postoji spremnost i fleksibilnost donosioca odluka, onda budžet treba da reflektuje odgovore na ova pitanja:

- Koliko bi bilo korisno imati informacije koje bi evaluacija mogla da obezbedi? Da li će to pomoći u efikasnijem suočavanju sa neizvesnošću?
- Koliko će biti potrebno vremena/novca, da se prikupe i analiziraju informacije, koje su potrebne za produkovanje korisne evaluacije?

Relevantne informacije su determinisane ciljem evaluacije. Način na koji se prikupljaju informacije, zavisi od vrste informacija koje su potrebne kao i od faktora, kao što je njihova pristupačnost, raspoloživi resursi i rok za završetak.

Neke informacije mogu biti lako dostupne, ali neke i ne. Velika prednost planiranja da se izvrši evaluacija, je u tome što se na početku mogu identifikovati informacije koje će biti potrebne i usput

razmotriti načini prikupljanja bar nekih od tih informacija. Postoje i neke važne informacije koje nije moguće prikupiti jer su možda nepristupačne. Drugi razlog je što metodi potrebni da se prikupe informacije, mogu biti previše skupi i troše previše vremena. U ovakvim okolnostima, poželjno je identifikovati i prikupiti neke druge informacije koje su relevantne za cilj evaluacije.

Procena je proces upotrebe informacija da bi se ostvarili ciljevi evaluacije – da se odgovori na pitanja kao što su "da li napredujemo?", "da li dobro koristimo svoje resurse?", "treba li da pokušamo nešto drugačije?"

Procene mogu biti prilično različite. Jedne su činjenične – šta će se dogoditi i zašto? Ponekad se činjenična procena može izvršiti diskretno. Drugi put ona se ne može izvršiti, jer ne postoje informacije koje su potrebne. U nekim situacijama, relativno je lako zahtevati vezu između onoga što će se uraditi i ishoda. U drugim situacijama, ne postoji dovoljno informacija da bi bili sigurni u vezi faktora koji će dovesti do budućih događaja. Druga vrsta procene je vršenje ocena vrednosti, kao što je da li je neka aktivnost bila uspešna ili da li su rezultati bili vredni truda. Vršenje ocena vrednosti, zahteva ne samo informacije o tome šta će se desiti i zašto, već takođe i kriterijume na osnovu kojih se mogu proceniti uspeh i ostvarenje. Uspeh je teže definisati tamo gde:

- plan ne specifikuje ciljeve ili metode. Cilj predstavlja ono za šta postoji nada da će se desiti, a ne dobro zasnovano očekivanje. Ovo je generalno slučaj, tamo gde je neka aktivnost nova.
- je cilj delimično ostvaren

Kada nema eksplicitnih kriterijuma uspeha, osoba koja vrši procenu, treba da bude oprezna da ne nameće svoje vrednosti. Treća vrsta procene uključuje davanje preporuka o tome da li neku aktivnost treba nastaviti u njenoj tekućoj formi, promeniti ili prekinuti, i da li treba inicirati neku drugačiju aktivnost. Davanje preporuka uključuje davanje činjeničnih ocena o prošlosti (zašto je nešto funkcionisalo ili propalo?) i budućnosti (kako će nešto funkcionisati?). Preporuke se mogu bazirati na proceni informacija prikupljenih za evaluaciju, ili na informacijama u vezi sa drugim situacijama, kao što su uspešne tehnike marketinške kampanje, koje su koristile druge organizacije, ili na obe vrste informacija.

4.2 AHP – ekspertaska evaluacija alternativnih ishoda

Malo je studija sprovedeno o validnosti primene ekspertskog predviđanja, međutim one koje su sprovedene govore u prilog tezi da je takvo predviđanje tačnije od klasičnog procenjivačkog predviđanja. Kada se od nekog eksperta traži da, na primer, predvidi ponašanje tržišta, nije neophodno da on bude reprezentativan ekspert. Upravo suprotno, taj ekspert može biti izuzetak.

Princip je kombinovati nezavisna predviđanja od grupe eksperata, obično 5-20.¹⁶⁰ Zahtevani nivo ekspertize je prilično, čak iznenađujuće nizak¹⁶¹. Procedura koja se uobičajeno preferira je, ponderisati podjednako predviđanje svakog eksperta.

Tačnost ekspertskih predviđanja se može poboljšati upotrebom strukturiranih metoda, kao što je *Delfi* procedura. *Delfi* je procedura iterativnog pregleda, u kojoj eksperti vrše predviđanja za neki problem, dobijaju anonimnu sumarnu povratnu spregu iz predviđanja drugih eksperata, i onda dalje vrše predviđanja. Sumirajući studije o validnosti *Delfi* metoda, koji se bazira na: 1) delovanju više od jednog eksperta, 2) korišćenju nepristrasnih eksperata, 3) upotrebi strukturiranih pitanja i 4) sumiranju na objektivna načina, Armstrong,¹⁶² Stewart,¹⁶³ i Rowe idr.¹⁶⁴, dolaze do zaključka da je *Delfi* znatno tačniji od klasičnih procenjivačkih predviđanja, posebno u situacijama kada takva predviđanja vrši samo jedan čovek ili dvoje ljudi, ili kada se ona vrše na tradicionalnim grupnim sastancima. Problem sa kojim se suočava *Delfi* metod, karakterističan je za većinu ekspertskih metoda predviđanja: po pravilu, eksperti su optimisti sa previše samopouzdanja, kada razmišljaju o nekom problemu njihovo samopouzdanje znatno prevazilazi njihovu tačnost.¹⁶⁵ Način da se prevaziđe ovaj problem je da se odredi osoba koja će u kratkom vremenskom periodu prikupiti argumente o tome zašto predviđanje ili njegova interpretacija mogu biti pogrešni. Ova procedura je dovela do tačnijih predviđanja u studiji

¹⁶⁰ Ashton, A.H., and Ashton, R.H., Aggregating subjective forecasts: Some empirical results, 1985, *Management Science*, pp.1499-1508.

¹⁶¹ Armstrong, J.S., *Long-term Forecasting: From Crystal Ball to Computer*, (second ed.), 1985, New York, Wiley & Sons.

¹⁶² Armstrong, J.S., *Long-range forecasting*, 2nd ed., 1985, Wiley&Sons.

¹⁶³ Stewart, T.R., *The Delphi technique and judgmental forecasting*, 1987, *Climatic Change* 11, pp.97-113.

¹⁶⁴ Rowe, G., Wright, G. and Bolger, F., *The Delphi technique: A re-evaluation of research and theory*, 1991, *Technological forecasting and Social Change* 39(3), pp.235-251.

¹⁶⁵ Za rezime dokaza o tačnosti *Delfi*-ja nasuprot nestrukturirane procene, videti: Rowe i Wright (2001). Princip je da predviđanja eksperata treba generalno da budu nezavisna međusobno. Fokus grupe uvek krše ovaj princip; kao rezultat toga ne treba ih koristiti u predviđanju.

Cosier-a,¹⁶⁶. Samo razvoj argumenata protiv validnosti sprovedenog predviđanja mogao bi da rezultira u boljoj proceni poverenja u to predviđanje.(Koriat¹⁶⁷, Hoch¹⁶⁸). Varijansa među predviđanjima eksperata nudi samo grubu aproksimaciju neizvesnosti¹⁶⁹. Empirijske studije ekonomskih predviđanja su pokazale da su kod 22 ekonomista – predviđača u periodu od 11 godina, stvarne vrednosti u oko 43% vremena, bile van opsega njihovih pojedinačnih predviđanja.¹⁷⁰ Nije jasno kako bi se ovakve informacije mogle prevesti u interval predviđanja, ali bi se za direktniji pristup proceni neizvesnosti moglo zahtevati od svakog eksperta da obezbedi interval poverenja od 95%. Međutim, eksperti obično nisu dobro kalibrisani, tako da u nekim slučajevima gotovo polovina procena pada van intervala poverenja od 95%.

Ekspertski metodi se koriste za razne probleme ekonomskog predviđanja, iako su informacije o njihovoj prediktivnoj validnosti ograničene, ali i ono malo dostupnih su uglavnom afirmativne, posebno one o makroekonomskim predviđanjima, koja su usled svoje kompleksnosti obično grupno – ekspertskog karaktera. Konvencionalni pristupi makroekonomskom predviđanju su utemeljeni na modelima sa više jednačina, koji se obično koriste za preliminarna predviđanja relevantnih endogenih varijabli. Osim toga, vrednosti velikog broja egzogenih varijabli, kao što su budući tok monetarne i fiskalne politike, vrednosti izvoza i sl., moraju se subjektivno proceniti na bazi raspoloživih podataka i postignutog konsenzusa. Sledeći korak je prilagođavanje inicijalnih predviđanja, pomoću dodatnih ili varljivih faktora, najčešće u formi promena vrednosti prethodno procenjenih stavki preseka. Navedeni postupak se koristi da bi se dobila predviđanja koja su konzistentna sa skorašnjim vrednostima ključnih endogenih varijabli, kada je evidentno da se izvesna promena desila u delovima strukture postojećeg modela. Na taj način se stvaraju uslovi za resetovanje vrednosti egzogenih varijabli. Studije *ex ante* predviđanja, koje su vršene pomoću dodatnih faktora, sugerišu da su ova predviđanja tačnija od *ex post* predviđanja koja vrše sami modeli, čak iako se koriste identični dodatni faktori. Pokazalo se da je upravo upotreba stvarnih a ne pretpostavljenih vrednosti egzogenih varijabli, smanjila tačnost predviđanja, što

¹⁶⁶ Cosier, R.A., The effects of three potential aids for making strategic decisions on prediction accuracy, 1978, *Organizational Behavior and Human Performance* 22, pp.295-306.

¹⁶⁷ Koriat, A., Lichtenstein, S., and Fischhoff, B., Reasons for confidence, 1980, *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and memory* 6, pp.107-118.

¹⁶⁸ Hoch, S.J., Counterfactual reasoning and accuracy in predicting personal events, 1985, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* 11, pp. 719-731.

¹⁶⁹ Ashton, A.H., Does consensus imply accuracy in accounting studies of decision making, 1985, *Accounting Review* 61, 173-185.

¹⁷⁰ McNees, S.K., The uses and abuses of consensus forecasting, 1992, *Journal of Forecasting* 11, pp.703-710.

je konzistentno sa stavom da su dodatni faktori, u širem smislu, važniji od modela u determinisanju predviđanja *ex ante*. Navedeno navodi na zaključak da su makroekonomski predviđači svesni ograničenja konvencionalnih modela predviđanja i potrebe da se u predviđanje inkorporiraju subjektivne procene. Po svojoj prirodi, međutim, usklađivanja predviđanja zasnovana na proceni su nesistematska i *ad hoc*. Da bi se otklonio pomenuti nedostatak makroekonomskih modela predviđanja, moguće je koristiti AHP kao konceptualni okvir zasnovan na modernoj ekonomiji.

Modeli za AHP predviđanje mogu biti jednostavni i jasno osmišljeni za merenje relativnog značaja uticajnih faktora na alternativne ishode. Tipičan primer za to je sledeći jednostavan model: pretpostavimo da se hipotetička korporacija A koja ima širok asortiman proizvoda i usluga, pozicionirala na tržištu kao jedini proizvođač proizvoda P. U jednom trenutku na tržištu se iznenada pojavljuje konkurent, renomirana korporacija B, sa vrlo diversifikovanim proizvodnim programom, koja je odlučila da svoje poslovanje proširi i na taj segment tržišta. Korporacija A se našla pred dilemom kako reagovati na novu situaciju, tim pre što stvarne namere konkurenta B na tržištu proizvoda P nisu bile poznate. Predviđanje sledećeg koraka korporacije B bio bi očigledan interes za korporaciju A. Ekspertski tim analitičara korporacije A odlučio se zato da formuliše AHP model predviđanja za procenu relativne verovatnoće alternativa da su namere korporacije B: 1) trajno pozicioniranje isključivo na tržištu proizvoda B, 2) osvajanje proizvodnje drugih proizvoda iz asortimana korporacije A i njeno potiskivanje sa tržišta, 3) privremeno pozicioniranje, ali sa dugoročnim aspiracijama ili 4) privremeno pozicioniranje, bez većih ambicija na tržištu proizvoda P. Faktori (kriterijumi) za koje se smatra da utiču na namere korporacije B su uključivali: 1) sama korporacija B (menadžment, politika cena, promocija, odlike proizvoda, politika servisiranja kupaca itd.), 2) mogućnost osvajanja novih tržišta, 3) mogućnost prevazilaženja internih problema (pretpostavimo da korporacija B ima određenih teškoća u poslovanju) i 4) minimiziranje rizika od gubitka u konfrontaciji sa korporacijom A koja dominira tržištem proizvoda P. Nakon hijerarhijskog strukturiranja problema, tim ekspertskih analitičara vrši procene o relativnoj verovatnoći ishoda u pogledu svakog od kriterijuma, nakon čega se procenjuju relativne verovatnoće svakog od kriterijuma. Sinteza ovih procena determiniše najverovatniji ishod odnosno namere korporacije B. Posmatranje grafika osetljivosti gradijenta za pojedine kriterijume, može otkriti potencijalne promene u rangju alternativnih ishoda. Strukturalne promene modela, u smislu dodavanja podkriterijuma u okviru pojedinih kriterijuma, mogu dovesti do manjih ili većih promena u evaluaciji, usled novih procena koje uzimaju u obzir nove podkriterijume. Rezultat se u tom smislu, može promeniti od jednog do drugog

najverovatnijeg ishoda, što bi zahtevalo restrukturiranje modela za evaluaciju alternativnih akcija korporacije A.

Prema Saaty-ju¹⁷¹, AHP formira sistematski okvir za grupnu interakciju i grupno odlučivanje. Dyer i Forman¹⁷², opisuju prednosti AHP-a u grupnom okruženju: (1) i vidljive i nevidljive, i pojedinačne i zajedničke vrednosti, se mogu uključiti u proces grupnog odlučivanja na bazi AHP-a, (2) sa AHP-om, diskusija u grupi se može fokusirati na ciljeve, a ne na alternative, (3) sa AHP-om, diskusija se može strukturirati tako da se svaki faktor koji je relevantan za odluku, razmotri, i (4) u jednoj strukturiranoj analizi, diskusija se nastavlja, dok se ne razmotre sve relevantne informacije od svakog pojedinačnog člana u grupi, i dok se ne ostvari konsenzus izbora alternativne odluke. Kod Forman & Dyer¹⁷³, Golden & Wasil and Harker¹⁷⁴ se mogu naći detaljne diskusije o sprovođenju sastanaka AHP grupnog odlučivanja, uključujući sugestije za okupljanje grupe, konstruisanje hijerarhije, slaganje u grupi, nejednakosti moći, sakrivene ili izvrnute preference, i implementiranje rezultata. Koristeći AHP, možemo razviti sistem podrške odlučivanju, zasnovan na grupnom predviđanju, s obzirom da proces predviđanja usled svoje kompleksnosti, obično uključuje grupu ljudi. Ovaj proces se sastoji od tri osnovna koraka: (1) identifikovanje ključnih faktora koji utiču na glavni cilj predviđanja i determinišu strukturu AHP hijerarhije, (2) dodeljivanje prioriteta elementima u hijerarhiji, i (3) sintetizovanje prioriteta da bi se dobili opšti prioriteti za elemente, kalkulacija kompozitnog predviđanja i ispitivanje ishoda predviđanja, pomoću analize senzitivnosti.

Procesu strukturiranja hijerarhije hronološki prethodi inicijacija grupe za predviđanje. U tom smislu, najpre se vrši izbor veštaka koji mora biti sposoban da shvati diskusije o cilju predviđanja i treba da bude kompetentan za podsticanje šireg učešća u diskusijama, za strukturiranje i upravljanje procesima komunikacije i za primenu sistema podrške odlučivanju grupe, u ovom slučaju za AHP. Veštak inicira grupu na način da se dobije uravnotežena prezentacija relevantnih ekspertiza uključenih u proces predviđanja. Mora se izvršiti pažljiva selekcija, jer je u većim grupama teže ostvariti konsenzus a posvećenost grupi opada. Tokom sastanka, uobičajeno je da članovi grupe sede u obliku slova U, a ispred grupe sedi veštak. Hardver se sastoji od laptopa koji ima instaliran Team Expert

¹⁷¹ Saaty, T., Decision making for leaders, 1982, Lifetime Learning Publications, USA.

¹⁷² Dyer, R.F., Forman, E., Group decision support with the analytic hierarchy process, 1992, Decision support systems, 8, 99-124.

¹⁷³ Ibid

¹⁷⁴ Golden, B.L., Wasil, E.A., and Harker, P.T., The Analytic Hierarchy Process: Applications and Studies, 1989, Springer, Berlin.

Choice, sistem projekcije, risiver radiofrekvencije i pojedinačne bežične tastature za članove grupe (panela). Veštak priprema softver tako što unosi imena članova panela u grupni fajl Team Expert Choice-a. Prvi sastanak obično počinje jednočasovnim uvodom, u kojem veštak informiše članove panela u vezi procedura softvera, na bazi praktičnog primera. Da bi ljudi razumeli kako se učestvuje u strukturiranju hijerarhije, daje im se 25-minutno predavanje o tome kako se neki problem dekomponuje na nivoe hijerarhije, od opšteg cilja na dole, do nivoa alternativa, i gde svaki nivo sadrži uporedive klasterne. Pokazuje im se skala i način na koji se ona koristi verbalno, a onda konvertuje u brojeve. Oni se podstiču, ne da koriste brojeve, već samo procene. Pokazuje im se jedan ili dva primera, kako se vrše parna poređenja, šta su prioriteri karakterističnog vektora, nekonzistentnosti, moguće revizije i kompozitni ponderi. Problemi sa beneficijama i troškovima se takođe ilustruju, kombinujući ova dva pojma u skalu jednog koeficijenta. U procesu definicije problema, veštak može da naglasi, ukoliko se primenjuje, pravila grupe za *breinstorming*, koja korespondiraju sa adekvatnim normama grupe za deljenje informacija. Ova pravila se uključuju u odlaganje kritike, kombinovanje i poboljšavanje sugerisanih ideja, izražavanje svih ideja koje mogu pasti na pamet a da se pri tome ostane fokusiran na dotičnu temu¹⁷⁵. Članovi panela prvo definišu problem koji treba da bude rešen predviđanjem, nakon čega veštak unosi opis cilja predviđanja i alternativne ishode.

Nakon prezentacije, članovi grupe počinju da strukturiraju neki jednostavan problem, sa tri nivoa hijerarhije. Za proces formiranja hijerarhijske strukture, veštak koristi funkciju *drug and drop* u *Team Expert Choice*, grupišući slične kriterijume i dajući imena ovim grupama. Izvedena struktura uključujući glavne kriterijume i podkriterijume se diskutuje u grupi, da bi se uverilo da se svaki nivo sastoji od kriterijuma koji su međusobno isključivi, jasni, složeni i važni u okviru istog reda veličine. Postupak se nastavlja sve dok grupa daje komentare u vezi dodavanja, modifikovanja ili brisanja kriterijuma. Na kraju, *Team Expert Choice* model je sastavljen od cilja predviđanja, kriterijuma, podkriterijuma i alternativnih ishoda.

Sledeći korak u procesu predviđanja je izvođenje prioriteta za elemente u hijerarhiji. Kada u odlučivanju učestvuje grupa, pitanje je kako se koriste procene u procesu. Nakon debate i konsenzusa, moguće je kombinovati različite procene, da bi se zadovoljila odlika recipročnosti. Bez obzira koje se pravilo koristi za kombinaciju procena i uzimanje recipročnih vrednosti ishoda, to treba da se poklapa sa onim što se dobija kada se kombinuju recipročne vrednosti ovih procena. Uobičajen način u AHP da

¹⁷⁵ Sutton, R.I., Hargadon, A., *Breinstorming groups in context: effectiveness in product design firm*, 1996, *Administrative Science Quarterly* 41:685-718.

se ovo uradi je množenje procena i vađenje k-tog korena ako učestvuje k ljudi, odnosno geometrijska sredina.

Postavlja se pitanje šta se dešava sa odlukom, kada se procene pojedinca ili grupe, menjaju tokom vremena? Ako je odluka već doneta, ona se može promeniti i reimplementirati, ako se želi, uz neke troškove. Sa druge strane, AHP se može upotrebiti kao sredstvo učenja, u kom slučaju se procene mogu promeniti. U tom slučaju, koristi se ili poslednja procena, ako se smatra da je ona najbolja, ili se sve prethodne procene sintetizuju, vađenjem njihove geometrijske sredine ili se neke procene više naglašavaju, osiguravanjem da su one prezentovane češće, pre dobijanja geometrijske sredine. Ovo je takođe moguće, uz korišćenje AHP programa, Expert Choice, na PC-u, da bi se sprovedla analiza osetljivosti procena, na ishodima.

Na ovaj način, se može izići na kraj sa promenama procena, kao delom kompleksnosti koja se proučava. Primećuje se da se AHP, kao i druge analitičke procedure, može zloupotrebiti, tako što se šteluje da se podaci (procene) slažu sa predrasudama i pristrasnostima analitičara. Stoga se moraju braniti ponderi dodeljeni procenama. Prioriteti se određuju poređenjem svakog skupa elemenata, u parovima, u odnosu na svaki od elemenata u višem sloju¹⁷⁶. Verbalna ili odgovarajuća numerička skala od devet podeljaka, se može upotrebiti za poređenja, a ta poređenja se mogu bazirati na objektivnim, kvantitativnim podacima ili subjektivnim, kvalitativnim procenama. U grupnom okruženju postoje četiri osnovna načina koja se mogu upotrebiti za utvrđivanje prioriteta: (1) konsenzus, (2) glasanje ili kompromis, (3) geometrijska sredina pojedinačnih procena i (4) odvojeni modeli ili igrači¹⁷⁷. Primarni metod koji se koristi je pokušaj ostvarenja konsenzusa, na bazi ekstenzivne debate i diskusije. Međutim, ako se konsenzus ne može utvrditi, koristi se geometrijska sredina procena članova grupe, jer je to jedinstveno adekvatno pravilo za kombinovanje procena, i jer čuva recipročno svojstvo matrice procene¹⁷⁸. Tokom ovih poređenja veštak stalno podseća članove grupe na distribuciju informacija i na prihvatljivost različitih procena. Koristeći svoje tastature članovi panela daju svoje procene svakog parnog poređenja. Pojedinačne procene se projektuju na ekranu omogućujući članovima panela da diskutuju o objašnjenjima koja stoje iza njihovih pojedinačnih skorova. Nakon poređenja parova svih faktora, *Team Expert Choice* izračunava koeficijent nekonzistentnosti i pokazuje koliko je svako parno poređenje konzistentno u odnosu na ostatak poređenja. Ukoliko je koeficijent nekonzistentnosti veći od

¹⁷⁶ Wind, Y., Saaty, T., Marketing applications of the analytic hierarchy process, 1980, Management Science, 26(7):641-658.

¹⁷⁷ Dyer, R.F., Forman, E., Group decision support with AHP, 1992, Dec. support systems (8):99-124.

¹⁷⁸ Aczel, J., Saaty, T., Procedures for synthesizing ratio judgments, 1983, J.Math. Psychology, 27:93-102.

0,10, obično se od članova grupe traži da preispitaju svoje procene. Eventualna aplikacija procedura koje uključuju slanje predinformacija, pripremu prezentacija i alociranje vremena za pojedinačni ili grupni *breinstorming*, podstiče šire učešće i pozitivne interakcije između članova grupe, olakšavajući razmenu jedinstvenih i relevantnih informacija. Uloga eksperta ili početnika među članovima grupe, varira između faktora o kojima se diskutuje. Stoga je podela informacija, da bi članovi grupe shvatili procene neophodna u fazi evaluacije i izbora. Poređenja parova elemenata u hijerarhiji su intuitivno jednostavan način da se strukturira ova razmena informacija. Pošto proces predviđanja obično uključuje grupu ljudi, AHP pristup pomaže vođenju sastanka grupe, na analitički i sistematski način. Uz pomoć kompjuterskog softvera, pod imenom Team Expert Choice, hijerarhija i prioriteta se lako mogu ažurirati i modifikovati, uzimajući u obzir iterativni pristup predviđanju. Štaviše, analiza osetljivosti, se može upotrebiti za detaljnije ispitivanje, ishoda procesa predviđanja. Upotrebom predloženog pristupa, proces predviđanja se može dokumentovati detaljno, i preneti drugim ljudima, da bi se ostvario konsenzus i razumevanje.

4.3 AHP – izvođenje verovatnoće scenarija

Neizvesnost i predviđanje se primenom AHP mogu inkorporirati i kroz scenarije. Upotreba scenarija može da pomogne donosiocima odluka da se lakše suoče sa predviđanjima koja imaju neprijatne posledice. Scenario je priča o onome što će se možda desiti u budućnosti. Scenariji ponekad mogu dovesti do precenjivanja verovatnoće nekog događaja. Izvesno, predviđač bi trebalo da istakne da funkcija scenarija nije predviđanje već odlučivanje kako upotrebiti predviđanja. Činjenica da će događaj izgledati verovatniji, bi trebalo da pomogne ljudima da ozbiljnije shvate nepovoljna predviđanja. Scenarija dozvoljavaju donosiocima odluka da prijave tj. predvide kako bi se ponašali pod datim budućim događajima, što bi trebalo posmatrati u kontekstu njihovog daljeg ponašanja. Tako je pokazano da ovakva predviđanja ponašanja utiču na ponašanje ljudi kada se sretnu sa istim situacijama kasnije¹⁷⁹. Planeri koriste scenarije kao način opisivanja budućih uslova. Scenariji služe kao osnov za planiranje i evaluaciju alternativnih tokova akcije.¹⁸⁰

¹⁷⁹ Gregory, W.L., Cialdini, R.B. and Carpenter, K., Self-relevant scenarios as mediators of likelihood estimates and compliance: Does imagining make it so?, 1992, Journal of Personality and Social Psychology 43, pp.88-99.

¹⁸⁰ Brooke, J.A., Consumer issues, 1991, Presentation at Planning Forum, April 4, New York.

Za ilustraciju, pretpostavimo da preduzeće P razmatra dve međusobno isključive alternative ulaganja (A i B) koje zahtevaju isto inicijalno ulaganje od 10.000 evra. Procene mogućih scenarija (godišnje stope prinosa na ulaganje) dati su u Tabeli 6:

	<i>A</i>	<i>B</i>
Inicijalno ulaganje	10.000	10.000
Godišnja stopa prinosa (%)		
I Scenario I	13	7
II Scenario II	15	15
III Scenario III	17	23
Opseg varijacije (III - I)	4	16

Tabela 6: Scenariji sa aspekta mogućih godišnjih stopa prinosa za alternative ulaganja A i B.

Gledano kroz interval stope prinosa, ulaganje A izgleda manje rizično (17%-13%) od B (23%-7%). Mada obe alternative nude kao verovatan (prosečan) godišnji prinos od 15%, izbor može zavistiti od afiniteta prema riziku – ukoliko je cilj minimizirati rizik onda je prihvatljivija alternativa A jer ima manji opseg varijacije.

Na bazi verovatnoće mogućih scenarija može se utvrditi tzv. očekivana vrednost, kao ponderisani prosečan prinos svakog scenarija, gde kao ponderi služe verovatnoće mogućih ishoda. Za ilustraciju poslužićemo se podacima iz prethodnog primera uz pretpostavku da scenario II za obe alternative ima verovatnoću od 50%, a scenariji I i III verovatnoću od po 25%. Očekivane vrednosti prinosa projekata A i B date su u Tabeli 7:

<i>Mogući ishodi</i>	<i>Verovatnoća</i>	<i>Prinos (%)</i>	<i>Ponderisana vrednost</i>
	1	2	3=(1*2)
A			
I Scenario I	0,25	13	3,25%
II Scenario II	0,50	15	7,50%
III Scenario III	0,25	17	4,25%
Ukupno	1,00	Očekivani prinos	15,00%
B			
I Scenario I	0,25	7	1,75%
II Scenario II	0,50	15	7,50%
III Scenario III	0,25	23	5,75%
Ukupno	1,00	Očekivani prinos	15,00%

Tabela 7: Očekivane vrednosti prinosa za alternative ulaganja A i B.

Rezultat pokazuje da su očekivane vrednosti prinosa u oba projekta iste (stopa prinosa od 15%). Ukoliko je međutim, verovatnoća pojedinih ishoda u različitim ulaganjima različita, AHP metod može biti pogodno sredstvo za izvođenje verovatnoće scenarija. Hijerarhijska struktura modela za izvođenje verovatnoće scenarija, uključivala bi najmanje tri nivoa: vršni nivo ili cilj, kao izraz onoga što se želi ostvariti (u ovom slučaju – Izvođenje verovatnoće scenarija), na drugom nivou bili bi kriterijumi¹⁸¹ za procenu verovatnoća scenarija i na trećem, najnižem, mogućim scenariji kao alternative. Pretpostavimo sada, da postoji hijerarhijski strukturiran problem izvođenja verovatnoće scenarija za obe alternative ulaganja i da su poređenja parova svih alternativa i svih kriterijuma izvršena. Kao rezultat poređenja dobijeni su ponderi mogućih scenarija, prikazani u tabeli 8:

<i>Mogući ishodi</i>	<i>Ponderi</i>	<i>Prinos (%)</i>	<i>Ponderisana vrednost</i>
	1	2	3=(1*2)
A			
I Scenario I	0,15	13	1,95%
II Scenario II	0,48	15	7,20%
III Scenario III	0,37	17	6,29%
Ukupno	1,00	Očekivani prinos	15,44%
B			
I Scenario I	0,18	7	1,26%
II Scenario II	0,60	15	9,00%
III Scenario III	0,22	23	5,06%
Ukupno	1,00	Očekivani prinos	15,32%

Tabela 8: Ponderi mogućih scenarija i ponderisane vrednosti prinosa.

Očigledno je, na ovom hipotetičkom primeru, da alternativa A, predstavlja bolji izbor za preduzeće jer nosi veći očekivani prinos.

Na ovom krajnje trivijalnom primeru, vidimo da potreba da se u model AHP uključe scenariji često postaje očigledna. Važnost različitih zadataka i alternativa može da zavisi od specifičnih budućih uslova, koje je često teško predvideti i mogu se modelirati AHP-om, što omogućava razmatranje alternativa odlučivanja pod različitim okolnostima.

¹⁸¹ Kao kriterijumi za procenu verovatnoća očekivanih prinosa mogu poslužiti uobičajene komponente ukupnog rizika kao kategorije inherentne svakom ulaganju: sistematski i nesistematski rizik. Sistematski rizik proizlazi iz karakteristika okruženja (važna politička događanja, opšte stanje ekonomije, tržišna kamatna stopa, poreska regulativa, inflacija, itd.), i nije ga moguće smanjiti ili otkloniti diversifikacijom ulaganja. Nasuprot tome, nesistematski rizik ishodište ima u specifičnim karakteristikama same aktivnosti u koju je ulaganje izvršeno, i kao takav može biti reduciran i čak potpuno neutralisan efikasnom diversifikacijom ulaganja u portfolio.

Razmotrimo nešto složeniji problem. Pretpostavimo, da se posmatra slučaj hipotetičkog investitora koji raspolaže određenom, relativno značajnom sumom novca i želi da pomoću AHP evaluira relativnu preferentnost sledećih alternativnih investicija: štedeti u dinarima, štedeti u evrima, kupovati državne obveznice, kupovati nekretnine, kupovati akcije. Pretpostavićemo takođe, da naš zamišljeni investitor nije u stanju da svoj investicioni portfolio diverzifikuje, smanjujući na taj način rizik ostvarenja prinosa na ukupan portfolio u većoj meri nego što bi to bio slučaj sa zbirom rizika svih pojedinačnih ulaganja. Kao kriterijume naš hipotetički investitor navodi: sigurnost povraćaja glavnice, očekivani rast vrednosti finansijske aktive, zaštitu od nepovoljnih privrednih kretanja, i transakcione troškovi. Osim toga, za svaki kriterijum definisaćemo svojevrzne podkriterijume, kao deskripciju njihovog intenziteta i to: vrlo nizak nivo, nizak nivo, srednji nivo, visok nivo i vrlo visok nivo.¹⁸² Evidentno je naime, da kupovina državnih obveznica ima veoma visok nivo zaštite od nepovoljnih privrednih kretanja za razliku od, recimo, kupovine akcija, što značajno utiče na proces evaluacije alternativa. Ovakvo detaljisanje iako sa određenim stepenom subjektivnosti u proceni je korisno, jer omogućuje veću senzitivnost analize i realniju prezentaciju problema..

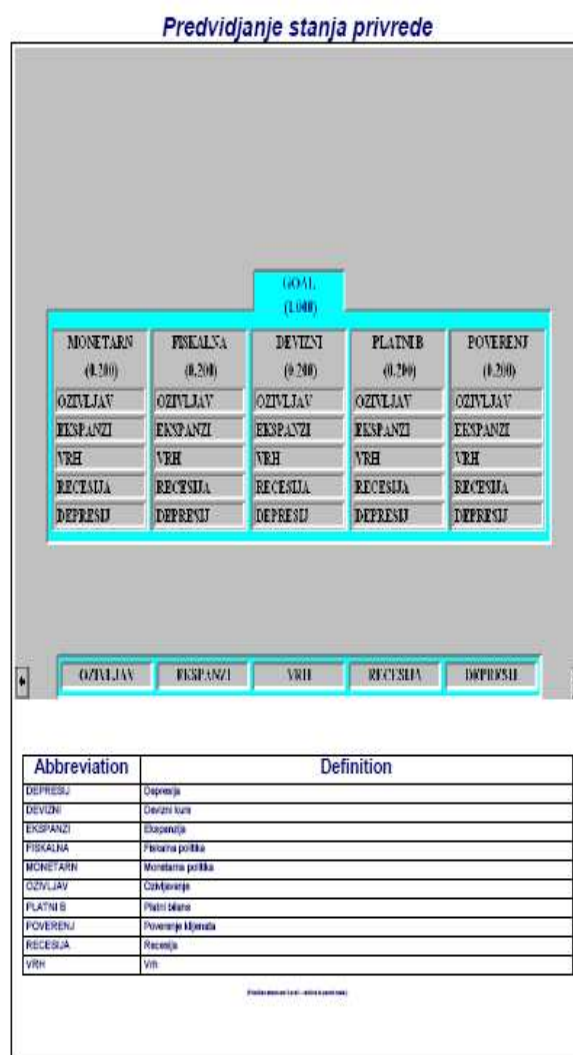
Takođe, svaka alternativa može generisati nekoliko scenarija, u zavisnosti od toga kakve su pretpostavke izvršene o reakcijama iz okruženja, tako da će se i svaki scenario analizirati. Tako, kada se razmatra neka ocena kao što je: Šta je važnije sigurnost povraćaja glavnice ili očekivani rast vrednosti finansijske aktive, potreba za scenarijima postaje više nego očigledna, pošto odgovor zavisi od ekonomskog okruženja koje bi usled toga nastalo.

Zato su scenariji ekonomskog okruženja uključeni u okviru cilja, kao što je pokazano na slici 1 i korespondiraju sa fazama u životnom ciklusu privrede. Prioriteti za scenarije se mogu izvesti iz poređenja parova u odnosu na kriterijume višeg nivoa. Oni se mogu bazirati na tehničkoj i fundamentalnoj analizi, odnosno na istorijskim podacima ili na ekspertskoj proceni budućeg poslovnog okruženja. Prilikom procene budućeg poslovnog okruženja donosilac odluke (investitor, analitičar itd.), prati kretanje ključnih makroekonomskih parametara u svetskoj i domaćoj ekonomiji. Ponekad u vršenju ovih procena mogu nastati i određene nejasnoće. Tako na primer, kada se ocenjuje da li je neki scenario ekspanzije više ili manje verovatan u odnosu na scenario recesije, odgovor može zavisiti od faktora kao što su monetarna politika, fiskalna politika, platni bilans, devizni kurs, poverenje klijenata.

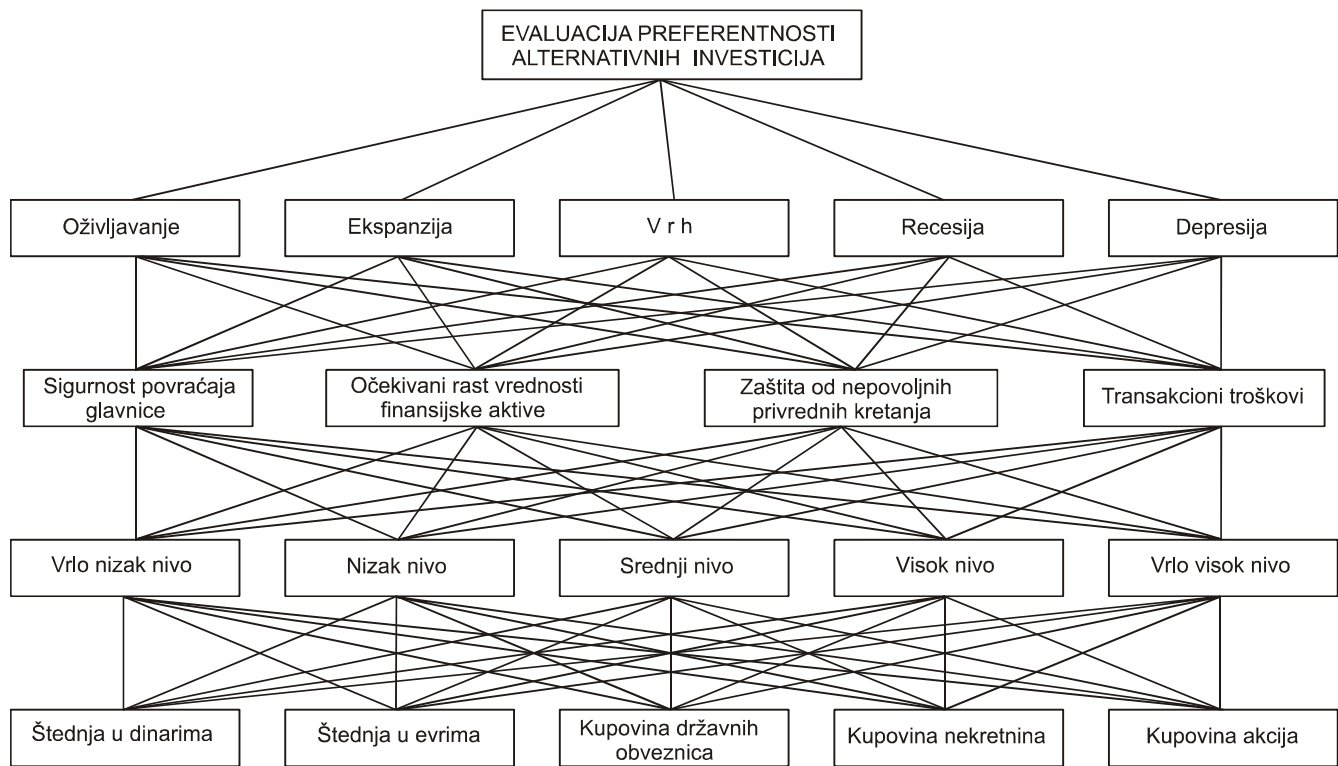
¹⁸² U određenim problemima sa velikim brojem alternativa, nije uvek potrebno da među njima vršimo poređenja po parovima. Umesto toga, uvodimo podkriterijume koji predstavljaju rafinirane kriterijume (npr. visoko, srednje, nisko) i prioritizujemo njihov značaj, u odnosu na kriterijume.

Pomoćni model za izvođenje verovatnoća scenarija koji uključuju ove faktore može da se upotrebi za razjašnjenje ovih nejasnoća (Slika 1).

Slika 1: Pomoćni model za izvođenje verovatnoće scenarija



Rezultirajući prioriteti iz pomoćnog modela se unose kao relativne važnosti kriterijuma (scenarija) u model na Slici 2.



Slika 2. Hijerarhijska struktura problema evaluacije alternativnih investicija.

Kao što se može videti sa Slike 2., hijerarhijska struktura problema, u formatu opadajuće dekompozicije, ima pet nivoa:

a) Kriterijumi preko kojih se traži rešenje problema su mogući scenariji stanja privrede na nivou dva: 1) oživljavanje, 2) ekspanzija 3) vrh 4) recesija i 5) depresija.

b) Na trećem nivou nalazi se skup podkriterijuma:

1) sigurnost povraćaja glavnice, 2) očekivani rast vrednosti finansijske aktive, 3) zaštita od nepovoljnih privrednih kretanja i 4) transakcioni troškovi.

c) četvrti nivo su nivoi intenziteta podkriterijuma trećeg nivoa: 1) vrlo nizak nivo, 2) nizak nivo, 3) srednji nivo, 4) visok nivo i 5) vrlo visok nivo.

d) Alternative na petom nivou su definisane na sledeći način:

a_1 – štednja u dinarima,

a_2 – štednja u evrima,

a₃ – kupovina državnih obveznica,

a₄ – kupovina nekretnina,

a₅ – kupovina akcija na berzi.

Parnim poređenjima faktora sa nižih nivoa u odnosu na faktore viših nivoa, koristeći kao inpute pondere mogućih scenarija iz pomoćnog modela, dobijaju se ponderi alternativnih investicija dati na Slici 3. Može se videti da pri datim pretpostavkama i izvršenim procenama, investitor najviše preferira treću alternativu (kupovina državnih obveznica) uz pretpostavku da je za njega od svih kriterijuma najznačajniji očekivani rast vrednosti finansijske aktive i procenu da će privreda biti u fazi oživljavanja kao najverovatniji mogući scenario. Analiza osetljivosti rešenja može pomoći da se sagleda kako promene relativnih težina faktora viših nivoa utiču na globalne prioritete alternativa. Iako smo pošli od pretpostavke da investitor ne može da diverzifikuje svoj investicioni portfolio, uočljivo je da investitor ukoliko ima mogućnosti može da to učini shodno rezultirajućim ponderima koji izražavaju njegove preferencije. Takođe, može se primetiti da vremenski period posmatranja nije decidno određen. Upućujemo u tom smislu, na rezultate sprovedenih empirijskih istraživanja prema kojima su ekspertske portfolio menadžeri imali bolji učinak za kraći horizont odlučivanja, ali se situacija menjala u korist polueksperata kako se vremenski horizont produžavao. Tako su analize predviđanja kretanja cena akcija tokom jedne nedelje, pokazala da su ekspertske portfolio menadžeri imali znatno bolju performansu u poređenju sa ostalim poluekspertskim i početničkim grupama.¹⁸³

Slika 3: hipotetički rezultirajući prioriteti alternativnih investicija

	Alternatives	PRIORITY	SIGURNOS	OCEKIVAN	ZASTITA	TRANSAKC
			-	-	-	-
			.2000	.4000	.2000	.2000
1	štednja u dinarima	0.160	NIZAK NI	VRLO NIZ	NIZAK NI	VRLO NIZ
2	štednja u evrima	0.225	SREDNJI	SREDNJI	SREDNJI	VRLO NIZ
3	kupovina obveznica	0.292	VRLO VIS	NIZAK NI	VISOK NI	VRLO NIZ
4	kupovina nekretnina	0.191	SREDNJI	VISOK NI	SREDNJI	VRLO VIS
5	kupovina akcija	0.132	NIZAK NI	SREDNJI	NIZAK NI	VISOK NI
6						
7						
8						
9						
10						

¹⁸³ Wright, G., Lawrence, M.J. and Collopy, F., The role and validity of judgment in forecasting, International Journal of Forecasting 12 (1996), 1-8.

Prema tome, modeli predviđanja su najuže povezani sa modelima izbora. Kad god postoji nekoliko mogućnosti, od koji na svaku deluje nekoliko faktora, može se koristiti model predviđanja. Za evaluaciju alternativa u takvim slučajevima može biti korisno da se najpre konstruišu odvojeni modeli predviđanja za jednu ili više alternativa, da bi se procenilo šta će se verovatno desiti ako se taj alternativni ishod ostvari.

4.4 AHP model izvođenja distribucije verovatnoća

Distribucija verovatnoće predstavlja odnos između očekivanih ishoda određene aktivnosti i verovatnoća njihovog ostvarenja. Uobičajeno se distribucija verovatnoće prikazuje grafički u koordinatnom sistemu u vidu histograma karakterističnih odnosa. Za ilustraciju izvođenja distribucije verovatnoće alternativnih budućih ishoda pomoću AHP, poslužićemo se sledećim jednostavnim primerom.

Pretpostavimo da se posmatra hipotetički akcionar koji procenjuje svoje poteze u vezi akcija u čijem je vlasništvu. Nakon određenog istraživanja on će formirati mišljenje da li će vrednost akcija rasti ili opadati. Uzmimo na primer, da posmatrani akcionar sad poredi akcije dva različita preduzeća i smatra da će u oba slučaja njihova vrednost rasti. Postavlja se pitanje u kojoj meri će njihova vrednost rasti i da li je možda verovatnije da će vrednost jedne akcije rasti u odnosu na drugu. Ili se može desiti da akcionar smatra da će vrednost akcija A rasti u odnosu na vrednost akcija B, ali da akcija B ima veću verovatnoću da raste za više od 20% nego akcija A. Za našeg akcionara problem je kako da svoja razmišljanja inkorporira u svoj proces odlučivanja. Ako bi mogao da svoje poznavanje berzanskih kretanja prevede u raspodele verovatnoća, onda bi mogao da upotrebi te raspodele verovatnoća pri izboru akcija, ili u čak i u kompleksnijm odlukama kao što je izbor alternativnih strategija. Ne bi bilo razumno očekivati da će naš zamišljeni akcionar moći da direktno specifikuje raspodelu verovatnoća za određene vrednosti akcija, u toku konkretnog vremenskog perioda. Međutim, on može da izrazi svoje mišljenje u vezi anticipirane vrednosti akcija pomoću relativnih parnih poređenja. U tom smislu, akcionar mora biti u mogućnosti da svoja istraživanja kretanja vrednosti akcija prevede u procene tipa: Verovatnoća da će vrednost akcija rasti 5% u nekom vremenskom periodu je umereno veća od verovatnoće da će ostati nepromenjena, dok je verovatnoća da će vrednost akcija ostati

nepromenjena umereno do mnogo veća od verovatnoće da će rasti 20%. Ponavljanje parnih poređenja uporedo sa stalnim preispitivanjem polaznih pretpostavki i dostupnih podataka, rezultiraće verovatnoćama koje odražavaju procene akcionara, zasnovane na njegovim istraživanjima i ličnom iskustvu.

Četiri osnovne perspektive u vezi predviđanja kretanja vrednosti akcija su:

1. fundamentalna analiza (osnovni podaci o kompaniji, koeficijent cene u donosu na dobit, ponuda, tražnja itd.)
2. tehnička analiza (grafikoni, pokretne sredine, nivoi podrške i otpora, eliot talasi),
3. ciklična analiza, i
4. istorijska analiza, povezana sa istorijskim maksimumima ili minimumima, itd.

Neki profesionalni analitičari koriste samo jednu perspektivu, dok drugi koriste kombinaciju perspektiva pokušavajući da sintetizuju verovatnoće koje svaka perspektiva indicira i relativan značaj koji oni pridaju svakoj perspektivi u određenom momentu. Ova vrsta sinteze može se ostvariti uz pomoć AHP kao što je pokazano u sledećem modelu.

Formulacija modela

Pretpostavimo sada da naš akcionar želi da predvidi kretanje vrednosti (tržišne vrednosti) akcija hipotetičkog preduzeća u narednom periodu kako bi odlučio da li će i dalje zadržati te akcije ili će ih ponuditi na prodaju. Nije realno očekivati da se raspodelom verovatnoća direktno specificiraju određene vrednosti akcija ali je neophodna u situacijama kada se vrše racionalni izbori, kao što je donošenje odluka prilikom trgovine akcijama. Prvi korak u korišćenju AHP modela je razvoj hijerarhije odlučivanja, tako što se problem rastavlja na svoje komponente. Tri glavna nivoa hijerarhije su cilj, zadaci i alternative. Cilj je izjava opšteg zadatka. U ovom primeru to je distribucija raspodele verovatnoća za kretanje vrednosti posmatranih akcija. Zadatak je ono što akcionar pokušava da ostvari procenom: da donese odluku šta da čini sa njima. Alternative mogu biti definisane kao verovatnoće da će vrednost akcija rasti ili opadati u određenom procentu.

Prema tome, posmatra se jednostavan problem, zasnovan na sledećim pretpostavkama zamišljenog akcionara:

1) Vremenski period u kome se rešava postavljeni problem je tačno ograničen (tri meseca, odnosno period isplate dividendi),

2) Kriterijumi preko kojih se traži rešenje problema su: 1) fundamentalna analiza (osnovni podaci o preduzeću, prinos, profitna stopa itd), 2) tehnička analiza (grafikoni, pokretne sredine, Eliotova teorija, Teorija rasta i pada), 3) ciklična analiza (istorijski ciklusi, trend), 4) istorijska analiza (da li je cena povezana sa svojim istorijskim maksimumom tj. minimumom). Navedeni kriterijumi predstavljaju četiri osnovne perspektive u vezi predviđanja cena akcija i mogu se dalje diferencirati na podkriterijume na nižem nivou kao što je navedeno. U ovom slučaju, ovi kriterijumi formalno se zapisuju skupom C (C_1, C_2, \dots, C_4).

3) Alternative zapisujemo skupom A (a_1, a_2, \dots, a_5). Alternative su definisane na sledeći način:

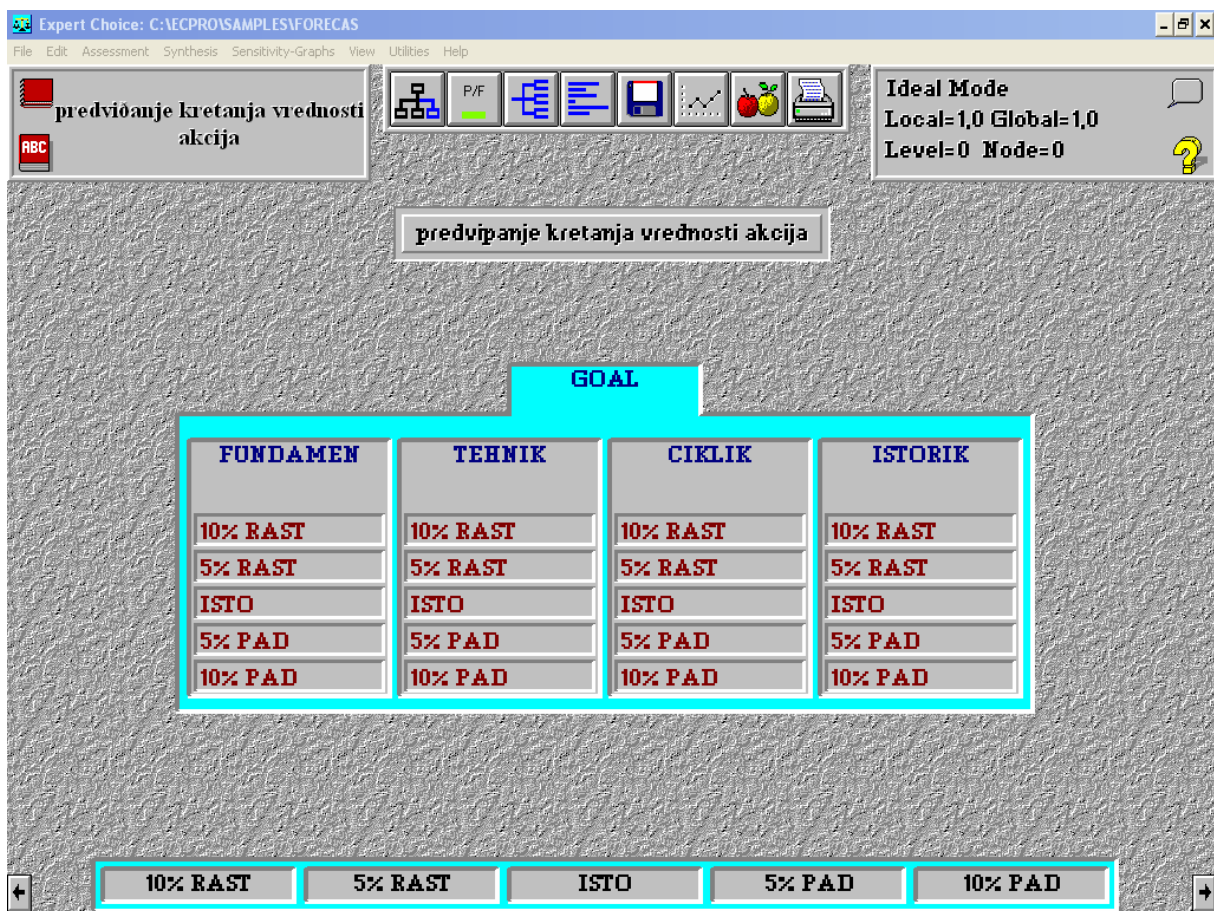
a_1 - rast vrednosti za 10%

a_2 - rast vrednosti za 5%,

a_3 - bez promene,

a_4 - pad vrednosti za 5 %,

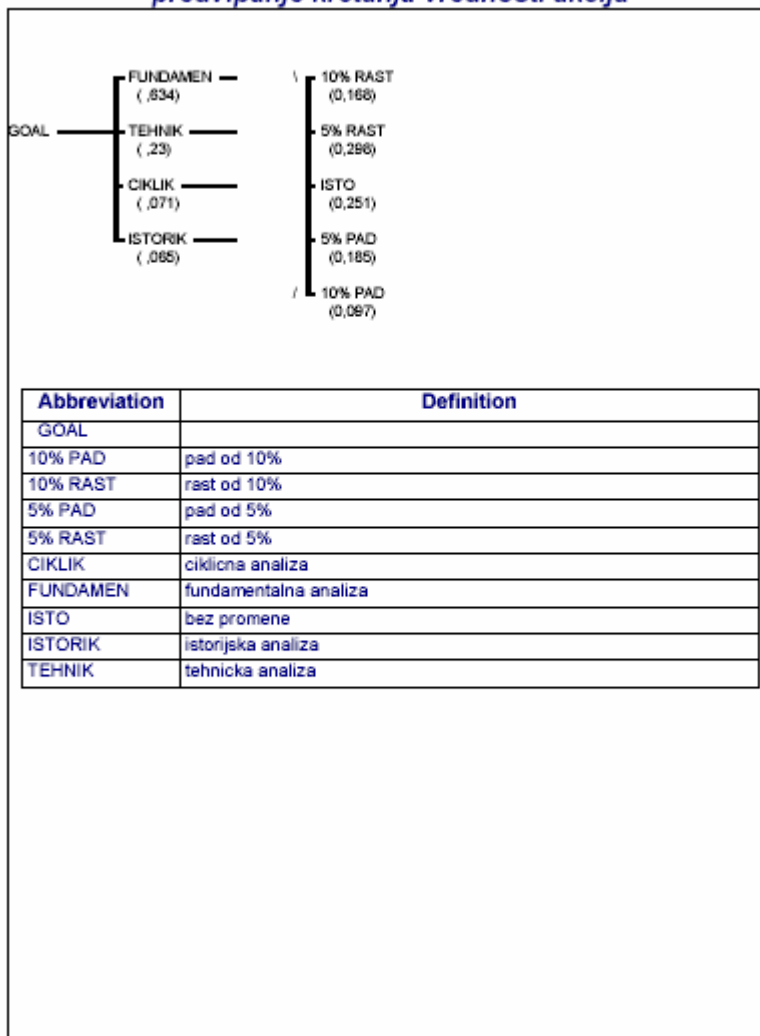
a_5 - pad vrednosti za 10%

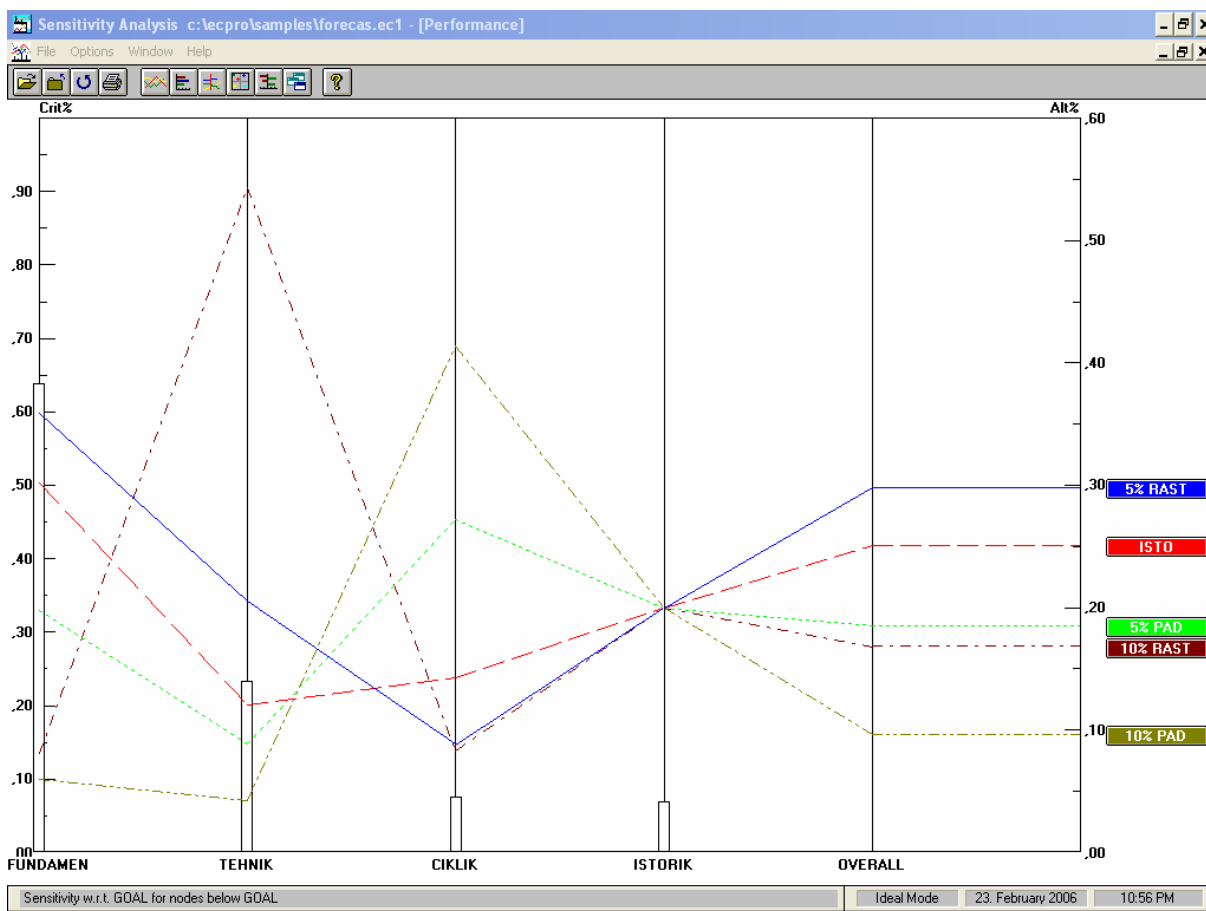


Slika 14. Hijerarhijska struktura problema predviđanja kretanja vrednosti akcija

Rezultati modela

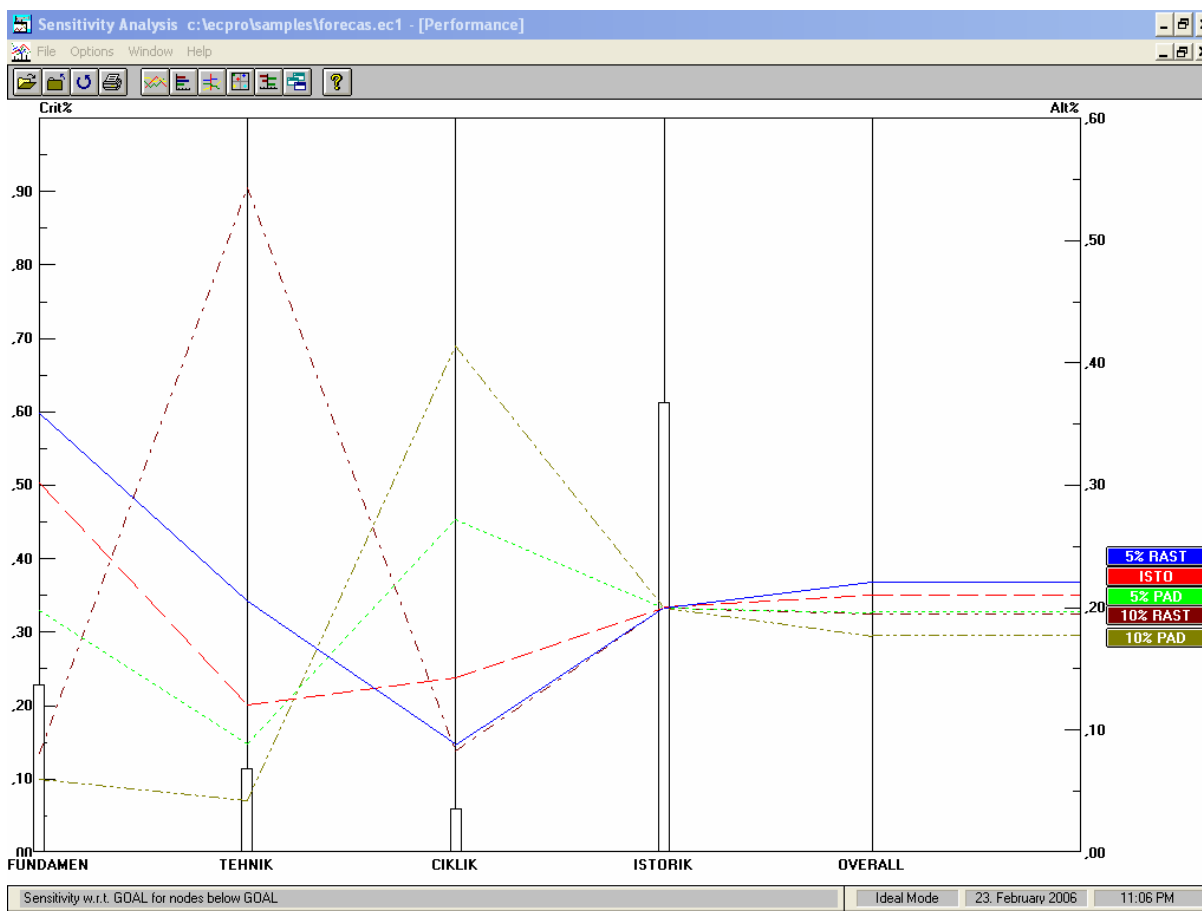
predvipanje kretanja vrednosti akcija





Slika 15. Performansa alternativa u odnosu na glavni cilj problema.

Analiza rezultata na osnovu definisanih pretpostavki (1-4) modela i ocenjene preferentnosti alternativa pokazuju mogući rang alternativa, odnosno redosled značajnosti mogućih kretanja vrednosti akcija, posmatrano prema četiri definisana kriterijuma. Ukoliko se najveći rang značajnosti dodeli fundamentalnoj analizi, vidi se da je najverovatnija opcija rast vrednosti akcija od 5%. Akcionar dalje može odlučiti da li je procenjeno kretanje dovoljan razlog za njega da se upusti u trgovinu akcijama ili ne. Analiza osetljivosti rezultata promenom nivoa značajnosti kriterijuma, može manje ili više značajno da utiče na redosled važnosti i ocenu posmatranih opcija.



Slika 16. Dodeljivanje znatno većeg relativnog značaja kriterijumu istorijska analiza (sa 0,065 na preko 0,60) nije suštinski izmenio redosled alternativa prema rangu ali ga je gotovo ujednačio

Prevođenje akcionarovog istraživanja u subjektivnu raspodelu verovatnoća je značajan korak, pošto se ova raspodela verovatnoća kasnije može upotrebiti za evaluaciju potencijalnih investicionih alternativa, korišćenjem kriterijuma koji su relevantni za akcionara, kao što su očekivana vrednost, standardna devijacija i verovatnoća dobitka odnosno gubitka više od određenog procenta, kvalitet menadžmenta kompanije i sl. U određenom smislu može se reći da proces izvođenja raspodele verovatnoća otklanja neizvesnost u vezi neizvesnosti, jer prevodi maglovita predosećanja (npr. mišljenje istraživača ili analitičara da će cene verovatno malo rasti ili će rasti značajno), u raspodelu verovatnoća. Raspodela verovatnoća je je u nekim slučajevima ne samo korisna već i neophodna, posebno kada se vrše racionalni izbori, kao što je trgovina

akcijama. Ovaj pristup se lako može proširiti, tako da zadovolji procene bazirane na specifičnim faktorima i da sintetizuje predviđanja izvedena iz različitih perspektiva.

IV DEO

PREDVIĐANJE GODIŠNJEG KRETANJA TRAJNJE ZA PROIZVODIMA NAMENJENIM ZA POTREBE VOJSKE SCG, PREDUZEĆA D.P.O. ZASTAVA TAPACIRNICA – AHP PRISTUP

1. Proces predviđanja u sedam koraka

Četiri osnovna koraka u primeni AHP i Expert Choice na problem predviđanja – evaluacije alternativnih ishoda: 1) dekompozicija problema – razvoj hijerarhije, 2) parna poređenja, 3) sinteza i 4) analiza senzitivnosti, mogu se elaborirati, tako što ćemo ih obuhvatiti procesom od sedam koraka, na sledeći način:

Korak 1: Definicija problema i istraživanje

1a) identifikacija problema

1b) identifikovati zadatke¹⁸⁴ i alternative. U identifikovanju zadataka često je korisno napraviti listu argumenata za i protiv.

1c) istražiti alternative.

Korak 2: eliminisati neizvodljive alternative

2a) determinisanje obaveza tj., onoga što se mora

2b) eliminacija alternativa koje ne zadovoljavaju te obaveze.

Obaveze se koriste za eliminisanje neizvodljivih alternativa. Alternativa koja ne zadovoljava jednu ili više obaveza je neizvodljiva i eliminiše se iz daljeg razmatranja. Preostale alternative se zatim evaluiraju na osnovu toga koliko dobro zadovoljavaju obaveze. Obaveze predstavljaju nivoe aspiracija koji se koriste u zadovoljavajućem modalitetu odlučivanja. Umesto

¹⁸⁴ Racionalna odluka je ona koja se donosi na bazi zadataka. Kriterijume koristimo za merenje toga koliko dobro ostvarujemo sopstvene zadatke. Termini zadatak i kriterijum, iako imaju različite definicije, obično se koriste kao sinonimi, u analizi neke odluke. Termin zadatak pomaže u fokusiranju na ono što se pokušava ostvariti prilikom evaluacije, ali se u praksi obično koristi termin kriterijum.

izbora prve alternative koja zadovoljava sve definisane obaveze, identifikuju se dodatne alternative koje takođe ih zadovoljavaju a zatim se vrši selekcija na osnovu toga koliko dobro izvodljive alternative zadovoljavaju želje donosioca odluka. Pri tome, želje se definišu kao zadaci koji formiraju osnovu za definiciju onoga što je racionalni izbor. Prednost sužavanja liste alternativa pre vršenja kompenzatorne evaluacije je u relativno lakoj realizaciji, čime se umanjuje njena kompleksnost. Nedostatak je da je moguće previdom eliminisati jednu ili više alternativa koje se u kompenzatornoj evaluaciji mogu preferirati zbog stepena u kojem jedan ili više njenih atributa doprinose ostalim zadacima. Ukoliko postoji previše alternativa za evaluaciju, poželjno je koristiti obaveze za redukciju alternativa na razuman broj.

Korak 3: strukturiranje problema predviđanja u formi hijerarhije, tako da inkorporira cilj, kriterijume (i podkriterijume) i alternative. Ukoliko je izvodljivo i neophodno, dodati ostale faktore, prvenstveno scenarije.

Korak 4: evaluacija faktora u modelu preko parnih poređenja

Poređenja parova su bazična za AHP metodologiju. Kada se poredi neki par faktora,¹⁸⁵ može se utvrditi racio relativne važnosti, preferencija ili verovatnoća ovih faktora. Ovaj racio ne mora da se zasniva na nekoj standardnoj skali kao što su metri ili kilogrami, već samo predstavlja odnos dva faktora koji se porede. U nekim situacijama to će biti subjektivna procena, ali u drugim je poređenje moguće.

4a) Potrebno je upotrebiti što je više dostupnih činjenica uz uslov da se one interpretiraju tako da zadovolje formulisane zadatke;

4b) upotrebiti znanje, iskustvo i intuiciju za kvalitativne aspekte problema;

Korak 5: sinteza i deriviranje najbolje alternative.

Kada se unesu procene za svaki segment modela, informacije se sintetizuju da bi se ostvarila opšta preferenca alternativnih budućih ishoda. Ova sinteza daje izveštaj koji rangira alternative (ishode) u odnosu na opšti cilj. Izveštaj uključuje detaljno rangiranje koje pokazuje kako je svaka alternativa evaluirana u odnosu na svaki kriterijum.

Korak 6: ispitati i verifikovati odluku

6a) Ispitati rešenje i izvršiti analizu senzitivnosti.

Ukoliko je rešenje osetljivo na faktore u modelu, za koje ne postoje dostupni podaci, prikupiti neophodne podatke i vratiti se na korak 4. Analiza senzitivnosti se može izvršiti da bi se

¹⁸⁵ Faktori mogu biti kriterijumi, podkriterijumi, scenarija I alternative.

videlo kakva je performansa alternativa u pogledu svakog kriterijuma kao i koliko su te alternative osjetljive na promene važnosti kriterijuma.

6b) proveriti odluku u odnosu na intuiciju.

Ukoliko se ne poklapaju, analizirati razloge koji su moguće je, prisutni u samom modelu. Ukoliko je to slučaj, preraditi model tj., procene.

Korak 7: dokumentovati rezultat zbog kontrole.

Navedeni koraci su ilustrovani sledećom praktičnom aplikacijom.

2. D.P.O Zastava Tapacirnica

DP "Zastava Tapacirnica" je jedno od najstarijih Društava iz GRUPE "ZASTAVA", osnovano 1853.godine. Od 2001. godine, društveno preduzeće Zastava Tapacirnica posluje kao samostalno preduzeće van sistema Zastava sa programom proizvodnje koji je usmeren prvenstveno na zadovoljavanje potreba automobilske industrije. Proizvodni program se sastoji od osnovnog programa proizvodnje koji je namenjen domaćem tržištu i to društvima Zastava Automobili, Zastava Kamioni i Zastava Oružje, i izvozu za firmu JOHNSON CONTROLS NTU iz Slovenj Gradeca, koja zauzima dominantno mesto u ukupnoj proizvodnji i prihodu. U znatno manjem obimu nego što je to bio slučaj donedavno, Zastava Tapacirnica proizvodi proizvode namenjene tehničkom opremanju sredstava Vojske SCG i MUP Srbije, kao i kožnu galanteriju a pruža i usluge tapetarsko-šivačkih i bravarskih radova.

Proizvodni program DP "Zastava Tapacirnica" prema Izveštaju o poslovanju za period I-XII 2005.godine obuhvata sledeće:

I Za tržište Grupe Zastava Vozila, u koji spadaju:

1. Zastava Automobili
2. Zastava Kamioni
3. Zastava Specijalni Automobili
4. Zastava Namenski proizvodi

II Za eksterno tržište

1. Vojska SCG¹⁸⁶
2. Ostalo tržište (civilni programi)

III Izvozno tržište

1. Izvoz u Sloveniju
2. Izvoz u Republiku Srpsku

U okviru navedenih proizvodnih segmenata, proizvodni i uslužni program DP "Zastava Tapacirnica" čine:

- ✚ Proizvodnja delova i pribora za motorna vozila i njihove motore
 - proizvodnja raznovrsnih delova i pribora za motorna vozila
- ✚ Proizvodnja metalnih konstrukcija i delova konstrukcija
- ✚ Proizvodnja stolica i sedišta
 - proizvodnja stolica i sedišta za vozila od svih vrsta materijala
 - dovršavanje stolica i sedišta, kao što je punjenje, tapaciranje i dr.
 - tapetarske, krojačke i šivačke usluge
- ✚ Proizvodnja teške konfekcije
 - proizvodnja i izrada cerada za vozila, šatore, proizvoda za kampovanje, torbica pribora i opreme za oružje i sitne galanterije,
 - usluge održavanja proizvoda
- ✚ Proizvodnja ostalih gotovih tekstilnih predmeta osim odeće
- ✚ Proizvodnja predmeta za sportske potrebe
- ✚ Proizvodnja radne odeće
- ✚ Proizvodnja alata
- ✚ Proizvodnja ostalih standardnih metalnih proizvoda, na drugom mestu nepomenuta
- ✚ Opšti mašinski radovi
- ✚ Proizvodnja kofera, ručnih torbi i sličnih predmeta, sedala i drugih saračkih proizvoda
- ✚ Posredovanje u prodaji raznovrsnih proizvoda
- ✚ Prodaja motornih vozila

¹⁸⁶ U međuvremenu, prestala je da postoji državna zajednica SCG, ali s obzirom da još uvek nije odlučeno kako će se Vojska SCG zvati u narednom periodu, koristićemo stari naziv.

-prodaja na malo

✚ Prodaja delova i pribora za motorna vozila

-prodaja na veliko delova i pribora za motorna vozila

-prodaja na malo delova i pribora za motorna vozila

✚ Ostala trgovina na veliko

-trgovina na veliko različitom robom bez posebne specijalizacije

✚ Trgovina na malo obućom i predmetima od kože

✚ Ostala trgovina na malo u specijalizovanim prodavnicama¹⁸⁷

Poslednjih godina koncipirano je više novih programa:

- ❖ Program kamionskih cerada i tendi - proizvode cerade za sve tipove kamiona koje rade vrhunskom tehnologijom visokofrekventnog varenja od PVC materijala uvezenog od renomiranih proizvođača iz zapadnoevropskih zemalja. Istom tehnologijom i od istog materijala proizvode se tende i sve vrste prekrivki, kao i metalne konstrukcije za predprostore ugostiteljskih i drugih objekata.
- ❖ Program oprema za lov i ribolov i lično naoružanje - poseduju širok asortiman ove opreme (rance, prsluke, redenike, futrole za puške od kože i drugih materijala, futrole za sve modele pištolja za lično naoružanje). Treba napomenuti da su ovi proizvodi rezultat rada starih majstora, izrađeni ručno, vrhunskog kvaliteta i dizajna.
- ❖ Program kožne galanterije - imaju širok asortiman tzv. predmeta pažnje (rokovnici, agende, muški i ženski novčanici, kaiševi, raznovrsne futrole za naočare, olovke, ključeve itd. od prirodne kože). Na svim proizvodima postoji mogućnost utiskivanja suvog žiga sa logotipom firme.
- ❖ Program harmonika za zglobne autobuse - proizvode harmonike za zglobne autobuse svih modela.
- ❖ Program usluga - vrše sve vrste tapetarskih, bravarskih usluga (reparacija kancelarijskog i stambenog nameštaja) sa mogućnošću izvođenja radova na terenu po zahtevu kupca. Posebno treba istaći da su vrhunske rezultate postigli u reparaciji enterijera prevoznih sredstava (automobila, kamiona, aviona, brodova i helikoptera).

¹⁸⁷ Statut DP "ZASTAVA TAPACIRNICA", Kragujevac, 2003.

Pregled strukture proizvodnog programa DP "Zastava Tapacirnica", pokazuje da je on veoma diversifikovan. Osnovni proizvodni program, koji podrazumeva proizvodnju komponenti enterijera vozila (putničkih i teretnih) čini više desetina proizvoda. Proizvodi iz tog proizvodnog programa sa najvećom vrednošću fakturisane realizacije su navlake sedišta, naslon glave, suncobrani, izolacija, plafoni. Ostali proizvodni programi nastali su kao posledica potrebe da se nadomesti masovna proizvodnja komponenti iz osnovnog proizvodnog programa, jer je došlo do drastičnog pada u seriji finalista (Zastava Automobili, Zastava Kamioni, Zastava Specijalni Automobili, Zastava Namenski Proizvodi).

Program za široko tržište, koji je takođe nastao kao rezultat nastojanja da se nadoknadi izgubljena proizvodnja na osnovnom programu, veoma je šarolik. U njega se može svrstati proizvodnja poslovne kožne galanterije, lovačko sportske opreme, tendi i zastora, kamionskih cerada za sve tipove kamiona, zaštitnih harmonika za mašine alatljike, harmonike za zglobna vozila, usluge reparacije kućnog i kancelarijskog nameštaja, usluge reparacije i opremanja enterijera prevoznih sredstava koja ne spadaju u osnovni proizvodni program (aviona, helikoptera, brodova, jahti). Ovaj proizvodni program procentualno učestvuje sa 10% u ukupnoj realizaciji. Proizvodi koji ga karakterišu sa aspekta najveće vrednosti su kamionske cerade, harmonike zglobnih vozila.

Još početkom devedesetih godina, Zastava Tapacirnica je značajan deo svojih proizvodnih kapaciteta i proizvodnog programa preusmerila za potrebe Vojske Jugoslavije (cerade za sve tipove borbenih i neborbenih vozila, prekrivke za sve tipove čamaca, brodova, šajki, navlake za sve tipove borbenih oruđa, prekrivke za RV i PVO itd., u potrazi za novim tržištima kako bi se nadomestio opšti pad prodaje i prihoda do koga je došlo usled krize u Zastava Automobilima. Tako da je na prelazu dva milenijuma, prodaja Zastava Tapacirnice u procentima imala sledeću realizaciju: za potrebe Zastava Automobila, fakturisana realizacija na mesečnom nivou kretala se u proseku od oko 40% od planirane, oko 50% za Vojsku Jugoslavije, a nešto kasnije, diversifikacijom proizvodnog programa za široko tržište ostvarila je oko 10%. Od 2000.godine, situacija se na polju proizvodnje za potrebe Vojske Jugoslavije konstantno pogoršava. Kao što je poznato, Vojska je vrlo glomazan sistem sa velikim potrebama i izdacima, neracionalnim trošenjem budžetskih sredstava koja su svake godine sve manja. Osim toga, nejasna Strategija

odbrane, reforma vojske, mogućnost ulaska u Partnerstvo za mir, sve su to faktori koji pored ekonomskih, u značajnoj meri utiču na opšti položaj Vojske pa samim tim i njenih dobavljača. Tokom devedesetih godina, proizvodnja za potrebe vojske je kontinuirano rasla da bi 1999.godine, procentualno učešće u ukupnoj proizvodnji izraženoj u norma časovima, iznosilo čak 62%. Od 2001.- 2005. god., proizvodnja je u stalnom padu sa izuzetkom 2003.godine, s tim da je njeno procentualno učešće u ukupnoj proizvodnji bilo najveće 2001.godine i iznosilo je 44,95% (tabela 9), da bi 2005. godine taj procenat drastično opao na svega 7,37%. Kada se posmatra ostvareni prihod, koji je 2001. godine iznosio više od 38 miliona dinara, u ovom trenutku iznosi nešto više od sedam miliona dinara prodate robe (tabela 11). U odnosu na baznu godinu svake godine je beležen pad, a najveći je zabeležen 2005. god., kada je proizvodnja ovog programa iznosila samo 20% u odnosu na 2001.godinu. Posmatrano lančano, proizvodnja iz godine u godinu opada, s tim što je najveći pad u odnosu na prethodnu godinu zabeležila 2005. god. i to od čak 80% (tabela 10). Procentualno učešće prihoda ostvarenog od prodaje proizvoda iz ovog programa u ukupnom prihodu 2001.godine, iznosilo je čak 33,60%, a 2005.godine, po odbitku troškova materijala, to učešće je bilo samo 3,47%. Procena je da će ostvareni prihod u 2006.godini biti na istom ili nižem nivou nego u 2005.godini.

Evidentno je da su to činjenice nad kojima je Menadžment Zastava Tapacirnice morao da se zamisli. Zbog toga je direktor marketinga Zastava Tapacirnice, gospodin Rejman Dragoljub dobio zadatak da izvrši analizu i predviđanje kretanja tražnje ove grupe proizvoda, što je dovelo do uspostavljanja saradnje sa autorom ovog rada.¹⁸⁸

¹⁸⁸ Ono što je interesantno je da modeliranje problema u praksi nije tako jednostavno. Pokazalo se, naime, da rukovodioci koji donose odluke nisu uvek u stanju čak ni da prepoznaju problem, ili ukoliko to mogu da učine, njegovo modeliranje predstavlja Sizifovski posao. Konkretno, autor je u razgovorima sa više menadžera i direktora renomiranih firmi, nailazio na primetan animozitet prema onome što sami ne razumeju ili nezainteresovanost za ono što im je nepoznato, a koji se manifestovao kroz razne izgovore, najčešće u smislu potrebnog vremena za razmišljanje, da bi nakon nekog vremena odgovor bio da jednostavno, zbog brojnih obaveza nisu bili u mogućnosti da detaljnije prouče problem. Takođe, većina onih koji su bili raspoloženi i zainteresovani za saradnju, pokazala je priličan nedostatak analitičnosti u interpretaciji i strukturiranju problema, pravdajući se svojom nekompetentnošću za pojedine aspekte problema.

Tabela 9. Procentualno učešće pojedinih programa u ukupnoj proizvodnji u u periodu od 2001- 2005.
god.u ostvarenim norma časovima

	PROIZVODNI PROGRAM	GODINE									
		2001		2002		2003		2004		2005	
		apsolutno n.č.	%	apsolutno n.č.	%	apsolutno n.č.	%	apsolutno n.č.	%	apsolutno n.č.	%
I	OSNOVNI PROGRAM										
1	Z. Kamioni	8293	3,80	10.542	5,03	8.809	4,74	13.987	7,51	10.597	3,98
2	Z. Automobili	39.830	18,23	91.472	43,67	68.946	37,11	99.363	53,36	83.372	30,26
3	Z. Spec. autom.	2.093	0,96	5.589	2,67	2.098	1,13	5.661	3,04	2.670	0,97
4	Z. Namenski proiz.	12.843	5,88	21.332	10,18	18.034	9,71	5.558	2,98	12.071	4,38
II	EKSTERNO TRŽIŠTE										
5	Vojska SCG	98.210	44,95	37.299	17,80	44.104	23,74	20.394	10,95	20.298	7,37
6	Lov. i spor. oprema	6.973	3,19	6.266	3,00	-	-	-	-	-	-
7	Kožna galanterija	10.426	4,77	1.186	0,57	-	-	-	-	-	-
8	Ostale usluge	39.800	18,22	35.777	17,08	43.813	23,58	38.993	20,94	6.617	2,40
9	Izvoz Slovenija	-	-	-	-	-	-	-	-	136.100	49,40
10	Izvoz Republika Srpska	-	-	-	-	-	-	2.241	1,20	3785	1,37
III	UKUPNO I+II	218.468	100	209.463	100	185.804	100	186.207	100	275.510	100

Izvor: Izveštaj o poslovanju DP "ZASTAVA TAPACIRNICA"- za period od 2001.- 2005. god.

Tabela 10: Pregled ostvarenog prihoda pojedinih proizvodnih programa DP "ZASTAVA TAPACIRNICA"- u periodu od 2001.- 2005. god. (indeksi)

PROIZVODNI PROGRAM													
	God.	Vojska SCG			Zastava Kamioni			Zastava Automobili			Ostalo tržište		
		Prihod	Bazni indeksi	Lanč. indeksi	Prihod	Bazni indeksi	Lanč. inde.	Prihod	Bazni indeksi	Lanč. indeksi	Prihod	Bazni inde.	Lanč. inde.
1	2001	38.574.082	100,00	/	4.060.314	100,00	/	27.198.610	100,00	/	23.377.045	100,00	/
2	2002	18.507.545	47,98	47,98	6.015.793	148,16	148,16	55.988.093	205,85	205,85	17.973.446	76,86	76,86
3	2003	27.079.000	70,20	146,31	3.501.000	86,22	58,19	46.638.000	171,47	83,30	18.010.000	77,04	100,23
4	2004	17.825.133	46,21	65,82	8.792.772	216,55	251,16	75.891.557	279,03	162,73	26.285.322	112,44	145,95
5	2005	7.721.487	20,01	43,30	6.686.403	164,68	76,05	107.779.998	396,3	142,03	6.989.899	29,90	26,59
	Σ	109.707.247			29.056.282			313.496.258			92.635.712		

Izvor: Izveštaj o poslovanju DP "ZASTAVA TAPACIRNICA"- za period od 1998.- 2002. god.

Tabela 11: Pregled ostvarenog prihoda (u dinarima) po proizvodnim programima u periodu od 2001-2005. godine.

PROIZVODNI PROGRAM	GODINE									
	2001		2002		2003		2004		2005	
	Planiran prihod	Ostvaren prihod	Planiran prihod	Ostvaren prihod	Planiran prihod	Ostvaren prihod	Planiran prihod	Ostvaren prihod	Planiran prihod	Ostvaren prihod
OSNOVNI PROGRAM										
Z. Kamioni	23.481.526	4.060.314	18.760.231	6.015.793	14.622.000	3.501.000	9.918.247	8.792.772	9.125.000	6.686.000
Z. Automobili	116.470.364	27.198.610	85.485.069	55.988.093	131.795.000	46.638.000	86.604.491	75.891.557	102.450.000	107.779.000
Z. Spec. autom.	3.717.891	1.680.694	4.219.572	3.274.184	6.338.000	1.338.000	3.499.020	3.506.408	2.154.000	2.420.000
Z. Namenski proiz.	4.457.547	6.096.503	6.185.804	6.347.055	7.813.000	3.837.000	4.038.007	1.406.507	2.600.000	8.985.000
EKSTERNO TRŽIŠTE										
Vojska SCG	47.079.823	38.574.082	57.343.779	18.507.545	22.280.000	27.079.000	21.491.759	17.825.133	21.774.000	7.721.000
Ostalo tržište (civilni program)	21.099.393	23.377.045	14.045.867	17.973.446	19.864.000	18.010.000	19.448.470	26.285.322	18.700.000	6.989.000
Izvoz Slovenija (JC NTU)	-	-	-	-	-	-	-	319.234	32.500.000	294.954.000
Izvoz Republika Srpska	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.996.000
UKUPNA REALIZACIJA I+II	216.406.544	102.698.139	198.659.142	109.831.000	202.712.000	99.547.000	144.999.994	134.026.933	189.303.000	444.534.000
OSTALI PRIHODI	-	12.118.000	-	5.514.000	-	153.000	395.488	3.587.747	1.500.000	5.456.000
UKUPNO I+II+IV	216.406.544	114.816.139	198.659.142	115.345.000	202.712.000	99.710.000	145.395.482	137.614.680	190.803.000	449.990.000

Izvor: Izveštaj o poslovanju DP "ZASTAVA TAPACIRNICA"- za period od 2001.- 2005. god.

3. AHP Model predviđanja tražnje

Strukturiranje hijerarhije problema

Posmatra se D.P.O Zastava Tapacirnica, koja ima izrazito diversifikovan proizvodni program i prodaje svoje proizvode drugim granama. Predviđanje tražnje je osnovni input za taktičko planiranje proizvodnje i nivoa zaliha i jedna od najznačajnijih determinanti prihoda. Rukovodilac marketing sektora želi da izvrši predviđanje tražnje proizvoda namenjenim za potrebe Vojske SCG, s obzirom na činjenicu da je taj segment proizvodnje bio niz godina dominantan, da bi poslednjih godina pokazivao kontinuiran pad. Preciznije, po strukturi učešća u ukupnoj realizaciji, proizvodni program za potrebe Vojske i Policije SCG je u periodu od 1995.-2000.g. predstavljao 70% ukupne mesečne, pa i godišnje realizacije. Poslednjih četiri godine, međutim, taj proizvodni program doživljava supstituciju zbog reorganizacije sistema odbrane i trenutno iznosi 20% ukupne realizacije, sa tendencijom daljeg smanjivanja. U okviru tog proizvodnog programa već postoji preko 150 veoma složenih proizvoda, a proizvodi koji sa aspekta procentualnog učešća imaju najveću vrednost u fakturisanju realizaciji su: cerade za neborbena vozila, cerade za borbena vozila, navlake za artiljerijsko naoružanje. S druge strane, na programu Vojske Jugoslavije konkurenti su brojni: "Ljubiša Miodragović"-Prijepolje, "Napredak"-Čačak, "Jumko"-Vranje, "Niteks"-Niš, Proizvodnja Mile Dragić-Zrenjanin, "Gepard"-Novi Sad i veoma veliki broj malih privatnih preduzeća. Očigledno je da su na proizvodnom programu za potrebe Vojske Jugoslavije konkurenti brojni, postoji pretnja novih pridošlica, dobavljači su brojni, a kupci malobrojni. Pred menadžmentom ovog preduzeća pojavila se dilema šta činiti sa ovim segmentom proizvodnje. Tim pre što je u julu 2004. god., uspostavljena poslovna saradnja sa firmom „Johnson Controls NTU” iz Slovenj Graca o proizvodnji navlaka naslona glave za poznate proizvođače automobila. Tako su sredinom decembra prošle godine pušteni u pogon proizvodni kapaciteti za izradu navlake naslona glave za automobil "Opel Astra". Počela je sa radom nova proizvodna linija, koja je deo zajedničkih projekata sa „Johnson Controls NTU”, slovenačkom podružnicom čuvene američke kompanije. Na ovim kapacitetima DP "Zastava Tapacirnica" proizvodiće oko 7.000 navlaka mesečno. Isporuke će postepeno da rastu, pa se očekuje da će krajem ove godine mesečna zarada dostići 60 hiljada evra mesečno. Predviđa se izgradnja još jedne linije za izradu naslona za glavu, na kojoj će biti zaposleno još 60

radnika. Tako da je sada odnos proizvodnih programa: 50% „Johnson Controls NTU”, 40% Z. Automobili i 10% ostali. Predviđa se da će taj odnos biti čak 70% „Johnson Controls NTU”, a 30% Z. Automobili i ostali.

Rukovodilac marketinga, inženjer Dragoljub Rejman je u razgovoru sa autorom ovog rada pokazao interesovanje za AHP pristup predviđanju, tim pre što u Zastava Tapacirnici ne postoji sektor za statistiku niti je bila praksa da se vrši projekcija tražnje, koja je, inače, stohastičkog karaktera. Uglavnom su to bile procene utemeljene na očekivanjima, pa je na predlog analitičara koristio AHP pristup, kako bi mogao da uključi kvalitativne faktore u proces predviđanja.

Prvi korak je identifikovanje faktora koji imaju znatan uticaj na nivo tražnje za proizvodima ovog preduzeća. Rukovodilac marketing sektora definisao je sledeće glavne aktere i sile okruženja, koji po njegovom mišljenju, imaju uticaj na tražnju za proizvodima Zastava Tapacirnice, namenjenim potrebama Vojske SCG, a koje treba razmotriti u procesu predviđanja: rast društvenog bruto proizvoda, nezaposlenost, inflacija, marketing miks konkurenata (politika cena, promocija, distribucija, odlike proizvoda), marketing miks D.P.O Zastava Tapacirnice, zahtevi kupaca, zahtevi proizvoda, poslovni rast, nacionalna strategija odbrane, međunarodna politička i vojno-bezbednosna kretanja. Na predlog analitičara, a s obzirom na kompleksnost problema, rukovodilac marketinga je formirao sledeće uporedive podgrupe kriterijuma: (1) makroekonomska kretanja (rast DBP, nezaposlenost, inflacija), tj., opšte stanje ekonomske aktivnosti u toj tržišnoj oblasti, (2) glavni konkurenti (politika cena, promocija, distribucija, odlike proizvoda), (3) sadašnji i potencijalni kupci (zahtevi kupaca, zahtevi proizvoda), (4) D.P.O Tapacirnica (poslovna politika, politika cena, promocija, distribucija, odlike proizvoda) i (5) neekonomski faktori (nacionalna strategija odbrane, međunarodna politička i vojno-bezbednosna situacija, reforma Vojske SCG). Uočljivo je da se svaki od faktora u okviru podgrupa kriterijuma može posmatrati kao podkriterijum, čime bi se ostvario dovoljno detaljan nivo analize. Tako na primer, u okviru podgrupe razvoj nacionalne privrede, tri navedena faktora opisuju opšte stanje ekonomske aktivnosti u toj tržišnoj oblasti i dokazano je da su oni u jakoj korelaciji sa nivoom tražnje za proizvodom. Što se tiče glavnih konkurenata, treba razmotriti sledeće faktore: aktivnosti prodajne promocije, odlike proizvoda, politiku cena, i politiku servisiranja (opsluživanja) kupaca. Pošto su gorepomenuti elementi kritični faktori uspeha preduzeća, performansa konkurenata u odnosu na njih, ima veliki uticaj na nivo tražnje za proizvodima Zastava Tapacirnice. Ako npr. neki konkurenti koriste politiku vrlo niskih cena, od njih se

očekuje da steknu tržišni udeo. "Ljubiša Miodragović"-Prije polje je preduzeće za proizvodnju platna sa preko 2000 zaposlenih. Ima izuzetne probleme sa viškom zaposlenih i nalazi se u veoma teškoj situaciji. Na svakih četiri meseca menjaju rukovodstvo, tako da nema neke ustaljene politike. Imajući to u vidu, može se reći da nije u boljoj konkurentskoj poziciji od DP "Zastava Tapacirnica".

"Napredak"-Čačak je preduzeće koje ima 30-40 zaposlenih. Isključivo radi proizvodni program za potrebe Vojske Jugoslavije. Nema kapacitete kolike ima DP "Zastava Tapacirnica", niti može udovoljiti zahtevima na ceradnom programu za borbena ili neborbena vozila, artiljerijsko naoružanje itd. S obzirom na to da poseduje relativno dobru akumulaciju iz prethodnih godina, sada može relativno lakše od DP "Zastava Tapacirnica" da prebrodi ovaj period tranzicije i poteškoća.

Međutim, neki od njih poput firme "Proizvodnja Mile Dragić" iz Zrenjanina, su agresivnom kampanjom opremanja vojnika za dvadeset prvi vek i zahvaljujući dobrom kvalitetu, i pored visokih cena svojih proizvoda, prete da zahvate značajan deo tržišta.¹⁸⁹ U poslednje vreme se primećuje tendencija da napada program DP "Zastava Tapacirnica", jer je proizvodio samo opasače za potrebe Vojske Jugoslavije, a zatim se uključio u projekat vojnika za 21. vek, pri čemu je praktično obezbedio ulogu nosioca razvoja za opremu vojnika 21. veka. Postoji opasnost da će napasti ceradni program DP "Zastava Tapacirnica". Pošto je finansijski moćan i ne mogu se nositi sa njim, DP "Zastava Tapacirnica" je pokušalo da mu odvuče pažnju na taj način što su pokrenute aktivnosti na osvajanju balističkih i pancirnih prsluka. To su vrlo male serije, 450-500 komada godišnje, ali su cene izuzetno visoke. Na taj način on više ne bi bio jedini proizvođač tih proizvoda. Ove godine je počeo sa proizvodnjom obuće, tako da mu je verovatno tendencija da zaokruži kompletnu opremu za vojnike za 21. vek (odeća, obuća, balistički prsluci, šlem i ceradni program). On bi praktično za tako redukovanu vojsku, zadovoljio sve njene potrebe, i što se tiče vojnika i što se tiče naoružanja i sredstava.

Ključni element povezan sa sadašnjim i potencijalnim kupcima (Vojska SCG, Policijska akademija i MUP), su zahtevi koje oni postavljaju u vezi odlika proizvoda. Ako kupci pooštre svoje zahteve u vezi proizvoda, Tapacirnica ima velike šanse da poveća prodaju, jer je ona jedan od konkurentnih lidera u smislu kvaliteta proizvoda. Štaviše, opšti stav prema proizvodima koje nude Tapacirnica, i njeni konkurenti, ima značajan uticaj na nivo tražnje.

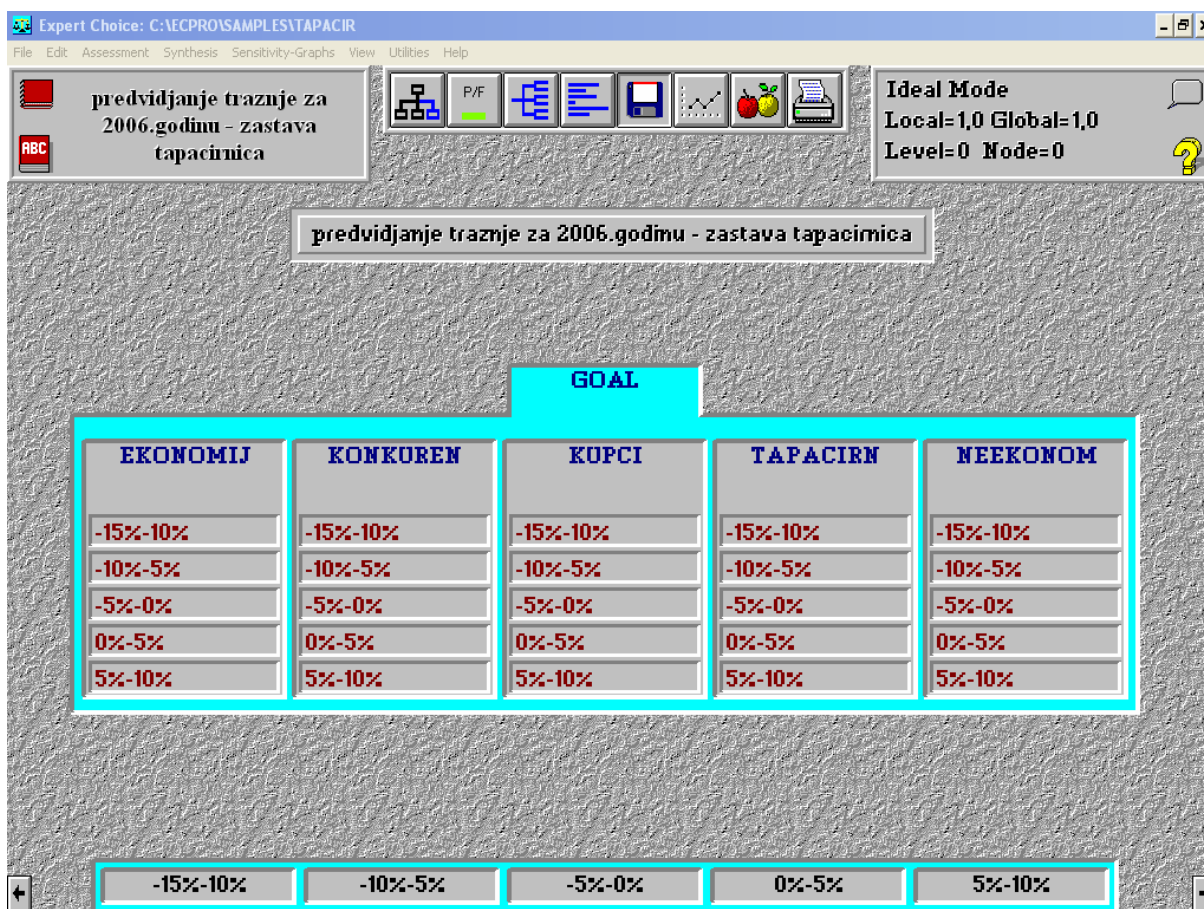
¹⁸⁹ U vreme pisanja ovog rada "Pancir" afera nije bila aktuelna.

Faktori koje treba razmotriti u pogledu Zastava tapacirnice, su isti kao i kod glavnih konkurenata. Ostvareni nivo performanse preduzeća, u smislu promocije prodaje, određivanja cena, servisiranja kupaca, i odlika proizvoda, imaju jasan uticaj na tražnju. Ako preduzeće može da ima bolju performansu u odnosu na svoje konkurente, u pogledu kritičnih faktora uspeha, to može znatno da poveća nivo prodaje. Moguće putanje razvoja elemenata trećeg nivoa (podkriterijuma) mogu se verbalno opisati scenarijima, koji bi, u tom slučaju, bili locirani na četvrtom nivou hijerarhije. Koristeći scenarija, u proces predviđanja se može uključiti neizvesnost u vezi stvarnog razvoja elemenata trećeg nivoa, tj., podkriterijuma. Npr., scenariji u vezi faktora nacionalne privrede, mogli bi biti obeleženi sa: visoko, srednje i nisko. Ili npr., akcije konkurenata mogu biti agresivnije od normalnog, normalne ili slabije od normalnog. Scenariji omogućavaju donosiocima odluka da procene verovatnoću budućeg razvoja svakog faktora, i da procene nivo rasta tražnje, za proizvode u okviru svakog scenarija. Procena verovatnoća scenarija vršila bi se za svaki specifični faktor (npr. koja je verovatnoća da će konkurenti primeniti, normalnu, agresivniju ili slabiju politiku cena), u odnosu na svaki podkriterijum. Poslednji korak u proceduri uspostavljanja prioriteta bila bi dodela verovatnoće svakoj mogućoj stopi rasta, u odnosu na svaki scenario (npr. ako poslovni rast kupaca, ostane na "normalnom" nivou, koje su verovatnoće mogućih stopa rasta tražnje). Međutim, usled nemogućnosti EC-9 da problem strukturira na više od tri nivoa, podkriterijumi su grupisani u podgrupe, odnosno, u kriterijume, a scenariji su izostavljeni.

Elementi na poslednjem nivou hijerarhije, definišu moguće stope promene u tražnji za proizvodima namenjenim za potrebe Vojske SCG, u poređenju sa procenom prodaje za 2006. godinu. Rukovodilac marketing sektora je najpre eliminisao neizvodljive alternative koje se odnose na moguće stope rasta tražnje u odnosu na procenjenu, obrazlažući to time da je prisutan višegodišnji trend opadanja tražnje i da nema razloga verovati da će se u tom smislu išta značajnije promeniti s obzirom na potrebe vojske i policije. Nakon toga je na sugestiju analitičara da intervali iznose 5%, identifikovao pet mogućih stopa promene tražnje: (1) jako smanjenje (od -15 do -10%), (2) slabo smanjenje (od -10 do -5%), (3) vrlo slabo smanjenje (od -5% do 0%), (4) vrlo slab rast (0-5%), (5) slab rast (5-10%), dozvolivši mogućnost da i pored negativnog trenda poslednjih godina, stopa rasta tražnje za proizvodima iz ovog programa u odnosu na procenjenu, ipak može biti i neznatno pozitivna. Diferenciranje alternativa na pozitivne i negativne stope

rasta, Rejman je obrazložio činjenicom da na tržištu ima izvesne nestabilnosti, i dosta neizvesnosti što se tiče aktera i sila okruženja, uslovljenih i dnevno-političkim događanjima.

Hijerarhijska struktura problema se konstruiše prema osnovnoj strukturi koju su definisali Dyer i Forman¹⁹⁰ za predviđanje rasta broja učesnika određenih edukacionih programa. Cilj procesa predviđanja, je lociran na najvišem nivou, a akteri i sile okruženja (kriterijumi), na drugom nivou. Alternative odlučivanja koje definišu moguće stope rasta tražnje, se nalaze na najnižem nivou hijerarhije.



Slika 17. Hijerarhijska struktura AHP problema predviđanja tražnje

¹⁹⁰ Dyer, R.F., Forman, E., Group decision support with AHP, 1992, Dec. support systems (8):99-124.

Dodeljivanje prioriteta elementima u hijerarhiji

Sledeći korak u procesu predviđanja je izvođenje prioriteta za elemente u hijerarhiji. Sa hijerarhijom islustrovanom na slici 17, procedura uspostavljanja prioriteta započinje, poređenjem aktera i sila okruženja, u parovima, u odnosu na opšti cilj procesa predviđanja (kakva je važnost svakog elementa na drugom nivou hijerarhije, u odnosu na stopu rasta tražnje). Nakon nekoliko pokušaja u kojima je indeks nekonzistentnosti bio iznad dozvoljenih 0,10, rukovodilac marketinga konačno procenjuje da opšte stanje u nacionalnoj ekonomiji, ima najveći uticaj na stopu rasta tražnje, te da je važnost ovog kriterijuma 0,370 dok kriterijum neekonomski faktori ima prioritet od 0,221. Pošto Tapacirnica, ima još uvek značajan ali ne i jasno dominantni tržišni udeo, u toj tržišnoj oblasti, procenjuje se da je njen opšti uticaj (0,036) na stopu rasta tražnje, niži nego za sve glavne konkurente zajedno (0,282), t.j. Tapacirnica je jedan od glavnih igrača na tržištu, ali se u procesu predviđanja moraju uzeti u obzir i aktivnosti konkurenata. Iznenađujuće mali procenjeni relativan uticaj kupaca (0,091), Rejman je objasnio uverenjem da njihovi zahtevi zavise od opštih privrednih i političkih okolnosti, tako da bi jedino jasno distanciranje od njih moglo da utiče na kupce kao faktor koji značajno determiniše tražnju u ovom slučaju.

predviđanje traznje za 2006.godinu - zastava tapacirnica

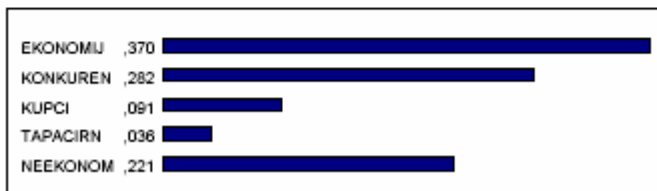
Node: 0

Compare the relative IMPORTANCE with respect to: GOAL

	KONKUREN	KUPCI	TAPACIRN	NEEKONOM
EKONOMIJ	2,0	6,0	7,0	1,0
KONKUREN		4,0	6,0	2,0
KUPCI			4,0	(2,0)
TAPACIRN				(7,0)

Non element 16, ... (since node 16 is column element unless enclosed in {})

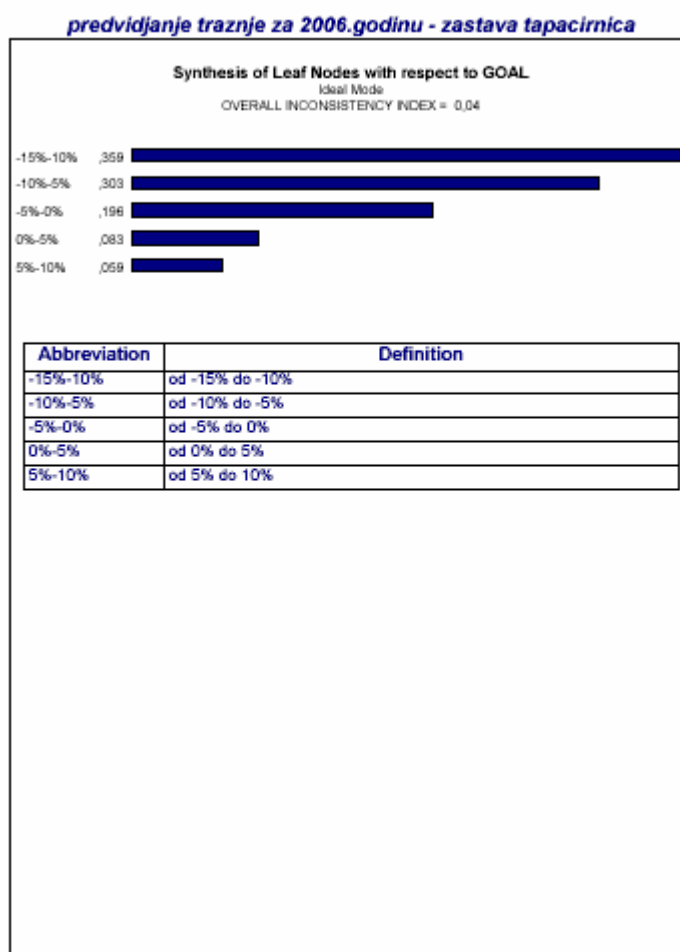
Abbreviation	Definition
Goal	predviđanje traznje za 2006.godinu - zastava tapacirnica
EKONOMIJ	makroekonomska kretanja
KONKUREN	konkurencija
KUPCI	kupci
TAPACIRN	zastava tapacirnica
NEEKONOM	neekonomski faktori

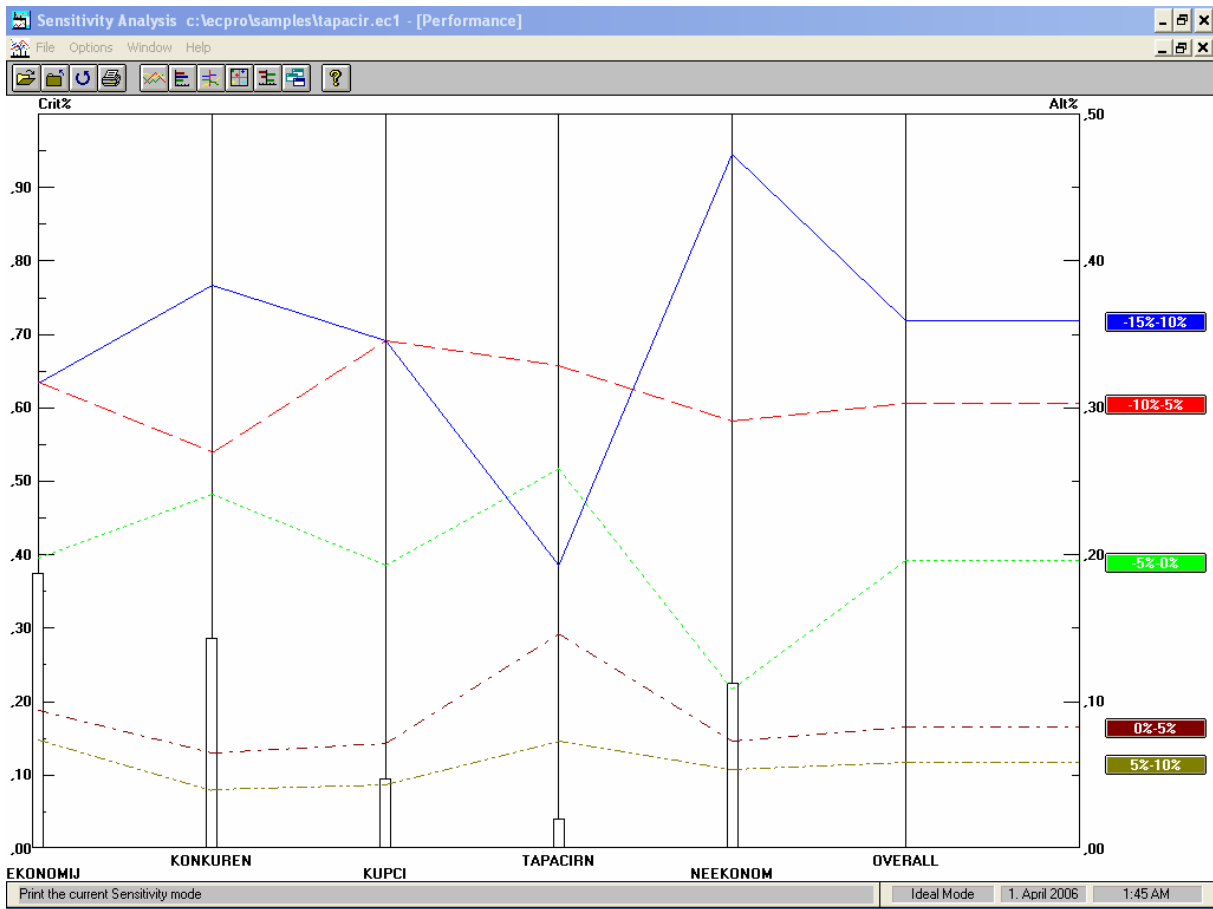


Inconsistency Ratio =0,06

Sinteza prioriteta - kalkulacija predviđanja

Prvi korak u definisanju stvarnog predviđanja tražnje, je sintetizovanje prioriteta elemenata u hijerarhiju, da bi se dobile opšte verovatnoće za alternativne stope rasta tražnje. Od svih razmotrenih faktora u hijerarhiji, jako smanjenje ima najveću opštu verovatnoću (0,359) koja je neznatno veća od verovatnoće alternative slabo smanjenje (0,303), što je u skladu sa očekivanjem da će se trend opadanja tražnje nastaviti u definisanim okvirima. Ilustrovani rezultati predstavljaju verovatnoće da će se određena stopa rasta materijalizovati.





Slika 18. Analiza osetljivosti (performansa alternativa)

U međuvremenu, dogodila se afera "Pancir", koja je gospodina Rejmna inicirala da preispita svoje procene. U tom smislu, ocenjujući da je Mile Dragić bio najznačajniji konkurent na tržištu proizvoda za potrebe Vojske SCG i MUP-a Srbije, Rejman je smatrao da je njegova eliminacija kao konkurenta dovoljan razlog da se u takvim okolnostima kriterijumu konkurencija dodeli manji relativni značaj, a da se na osnovu sagledavanja činjenica vezanih za navedenu aferu, znatno veći značaj dodeli neekonomskim faktorima, koji, evidentno, imaju (ne)očekivano veliki uticaj na ovaj segment tržišta. Nakon ponovljenih procena, u skladu sa novim procenjenim relativnim značajem kriterijuma, kriterijum makroekonomska kretanja i dalje ima najveći relativni uticaj na tražnju (0,399), ali je na drugom mestu sada kriterijum neekonomski faktori (0,288).

predvidjanje traznje za 2006.godinu - zastava tapacirnica

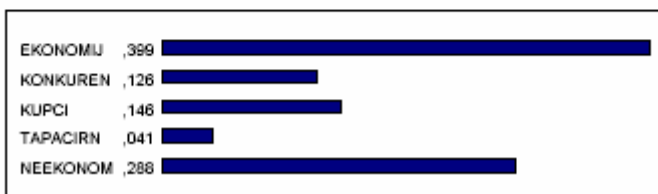
Node: 0

Compare the relative IMPORTANCE with respect to: GOAL

	KONKUREN	KUPCI	TAPACIRN	NEEKONOM
EKONOMIJ	2,0	6,0	7,0	1,0
KONKUREN		(2,0)	3,0	(2,0)
KUPCI			4,0	(2,0)
TAPACIRN				(7,0)

Row element is ... times more than column element unless indicated in ()

Abbreviation	Definition
Goal	predvidjanje traznje za 2006.godinu - zastava tapacirnica
EKONOMIJ	makroekonomska kretanja
KONKUREN	konkurencija
KUPCI	kupci
TAPACIRN	zastava tapacirnica
NEEKONOM	neekonomski faktori



Inconsistency Ratio =0,08

Parna poređenja alternativa u odnosu na tako procenjeni značaj kriterijuma rezultovala su sledećim verovatnoćama definisanih stopa rasta tražnje:

predvidjanje traznje za 2006.godinu - zastava tapacirnica

Node: 10000

Compare the relative PREFERENCE with respect to: EKONOMIJ < GOAL

	-10%-5%	-5%-0%	0%-5%	5%-10%
-15%-10%	1,0	2,0	3,0	4,0
-10%-5%		2,0	3,0	4,0
-5%-0%			2,0	4,0
0%-5%				1,0

Row element is ... times more than column element unless indicated in ()

Abbreviation	Definition
Goal	predvidjanje traznje za 2006.godinu - zastava tapacirnica
EKONOMIJ	makroekonomska kretanja
-15%-10%	od -15% do -10%
-10%-5%	od -10% do -5%
-5%-0%	od -5% do 0%
0%-5%	od 0% do 5%
5%-10%	od 5% do 10%



Inconsistency Ratio =0,02

predvidjanje traznje za 2006.godinu - zastava tapacimica

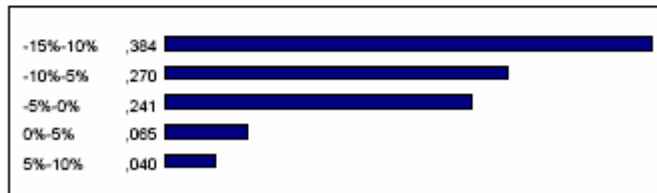
Node: 20000

Compare the relative PREFERENCE with respect to: KONKUREN < GOAL

	-10%-5%	-5%-0%	0%-5%	5%-10%
-15%-10%	1,0	3,0	5,0	7,0
-10%-5%		1,0	4,0	6,0
-5%-0%			5,0	7,0
0%-5%				2,0

Row element (i, j) times more than column element unless enclosed in ()

Abbreviation	Definition
Goal	predvidjanje traznje za 2006.godinu - zastava tapacimica
KONKUREN	konkurencija
-15%-10%	od -15% do -10%
-10%-5%	od -10% do -5%
-5%-0%	od -5% do 0%
0%-5%	od 0% do 5%
5%-10%	od 5% do 10%



Inconsistency Ratio =0,04

predvidjanje traznje za 2006.godinu - zastava tapacimica

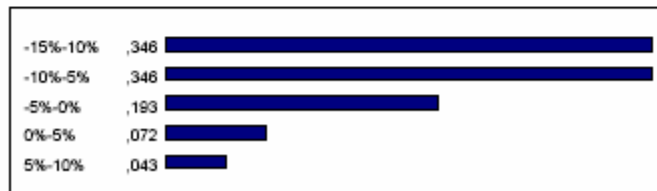
Node: 30000

Compare the relative PREFERENCE with respect to: KUPCI < GOAL

	-10%-5%	-5%-0%	0%-5%	5%-10%
-15%-10%	1,0	2,0	5,0	7,0
-10%-5%		2,0	5,0	7,0
-5%-0%			3,0	5,0
0%-5%				2,0

Row element (i, j) times more than column element unless enclosed in ()

Abbreviation	Definition
Goal	predvidjanje traznje za 2006.godinu - zastava tapacimica
KUPCI	kupci
-15%-10%	od -15% do -10%
-10%-5%	od -10% do -5%
-5%-0%	od -5% do 0%
0%-5%	od 0% do 5%
5%-10%	od 5% do 10%



Inconsistency Ratio =0,01

predvidjanje traznje za 2006.godinu - zastava tapacirnica

Node: 40000

Compare the relative PREFERENCE with respect to: TAPACIRN < GOAL

	-10%-5%	-5%-0%	0%-5%	5%-10%
-15%-10%	(2,0)	(2,0)	2,0	3,0
-10%-5%		1,0	3,0	4,0
-5%-0%			1,0	3,0
0%-5%				2,0

Row element is ___ times more than column element unless indicated in ()

Abbreviation	Definition
Goal	predvidjanje traznje za 2006.godinu - zastava tapacirnica
TAPACIRN	zastava tapacirnica
-15%-10%	od -15% do -10%
-10%-5%	od -10% do -5%
-5%-0%	od -5% do 0%
0%-5%	od 0% do 5%
5%-10%	od 5% do 10%



Inconsistency Ratio =0,04

predvidjanje traznje za 2006.godinu - zastava tapacirnica

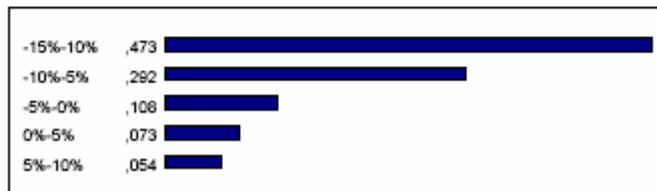
Node: 50000

Compare the relative PREFERENCE with respect to: NEEKONOM < GOAL

	-10%-5%	-5%-0%	0%-5%	5%-10%
-15%-10%	2,0	4,0	6,0	9,0
-10%-5%		2,0	5,0	7,0
-5%-0%			1,0	2,0
0%-5%				1,0

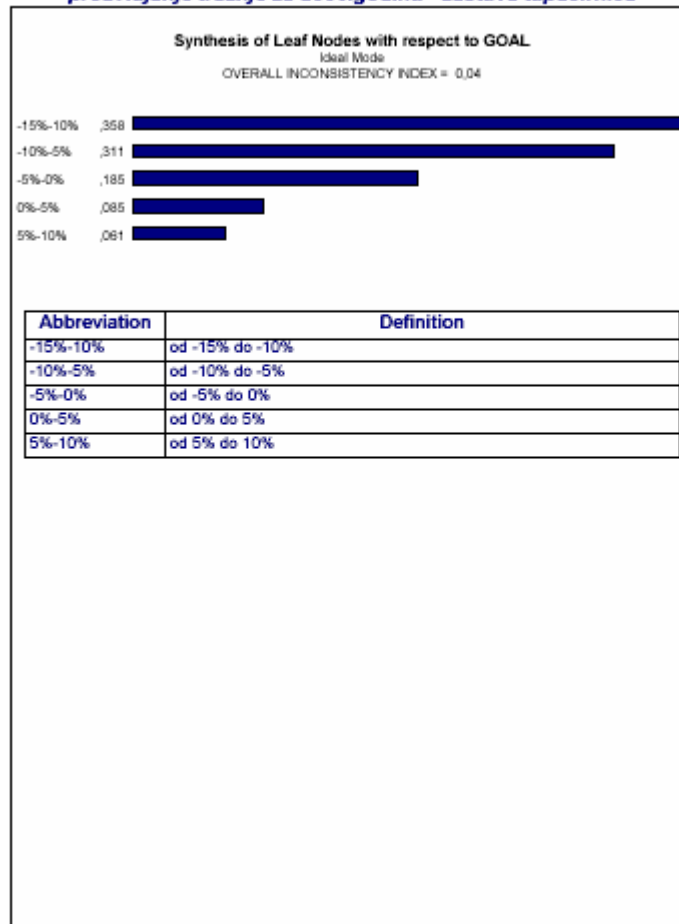
Row element is ___ times more than column element unless indicated in ()

Abbreviation	Definition
Goal	predvidjanje traznje za 2006.godinu - zastava tapacirnica
NEEKONOM	neekonomski faktori
-15%-10%	od -15% do -10%
-10%-5%	od -10% do -5%
-5%-0%	od -5% do 0%
0%-5%	od 0% do 5%
5%-10%	od 5% do 10%



Inconsistency Ratio =0,02

predviđanje tražnje za 2006.godinu - zastava tapacirnica



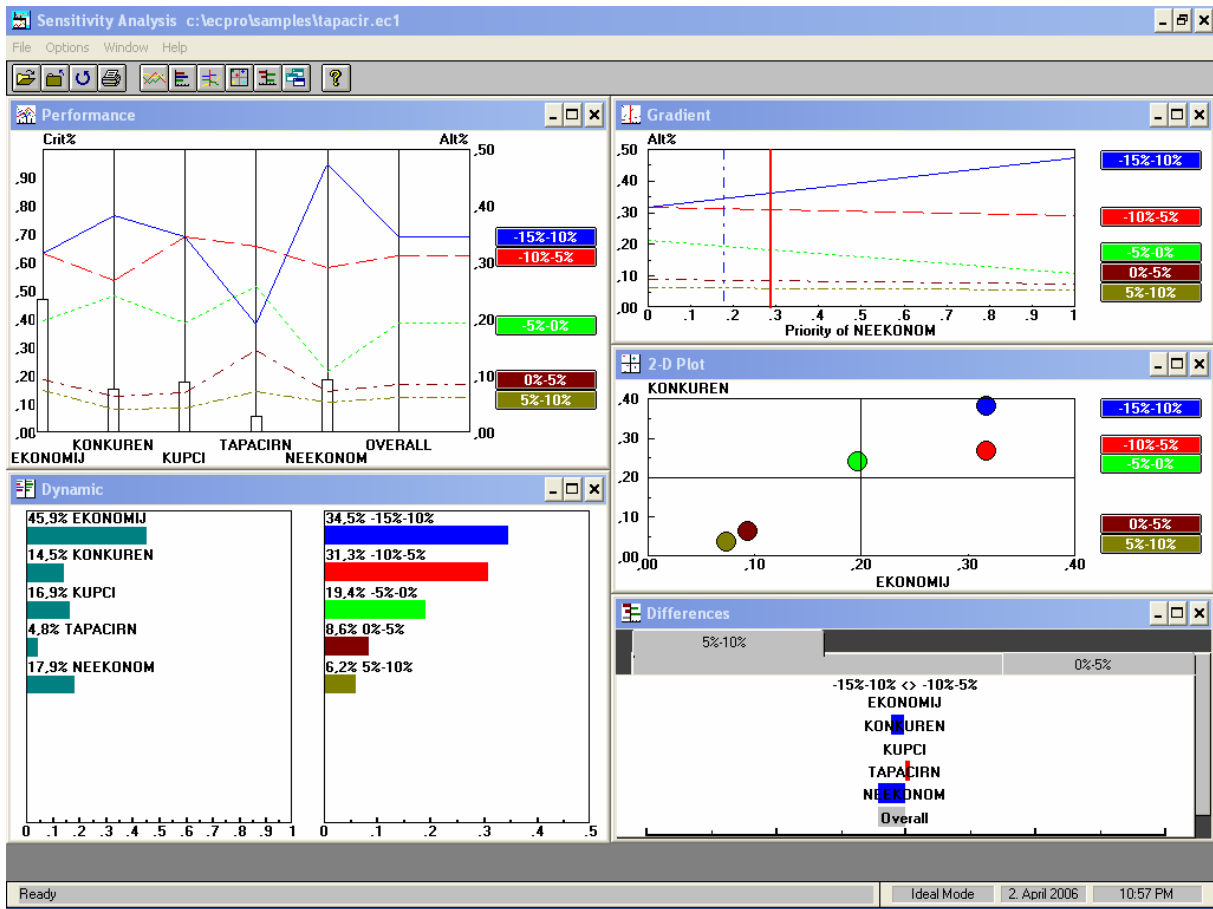
Kao što se može videti, redosled alternativa prema važnosti se nije promenio, dok su se njihove verovatnoće ostvarenja samo neznatno promenile. I dalje najveću verovatnoću ostvarenja ima jako smanjenje tražnje (0,368), nasuprot slabom porastu tražnje koji ima verovatnoću 0,061. Sada se može definisati kompozitno predviđanje, na način da se verovatnoće kombinuju množenjem proseka opsega svake stope rasta, sa njenom opštom verovatnoćom¹⁹¹. Kompozitno predviđanje je dato u tabeli 12.

¹⁹¹ Wolfe, C., How to adjust forecasts with the analytic hierarchy process, 1988, J. Bus. Forecasting, 7:13-17.

Stopa rasta	Opseg (%)	Prosečni opseg (PO) (%)	Opšta verovatnoća (OV)	PO*OV (%)
Slab rast	5% - 10%	7,5	0,061	0,4575
Vrlo slab rast	0% - 5%	2,5	0,085	0,2125
Vrlo slabo smanjenje	-5% - 0%	-2,5	0,185	-0,4625
Slabo smanjenje	-10% - (-5%)	-7,5	0,311	-2,3325
Jako smanjenje	-15% - (-10%)	-12,5	0,358	-4,475
Ukupno			1,000	-6,6

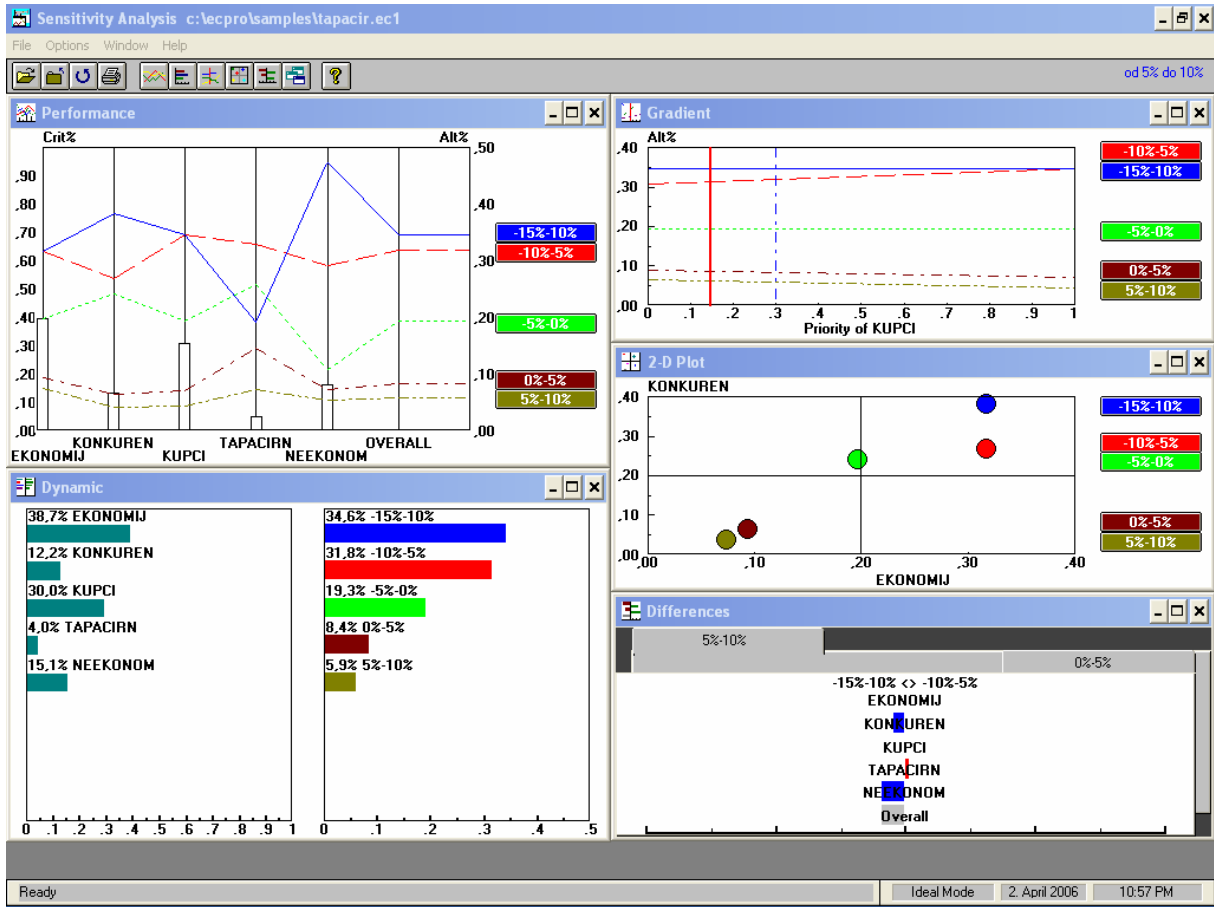
Tabela 12: Kalkulacija kompozitnog predviđanja

Na bazi procesa predviđanja, uz podršku AHP-a, očekivana stopa rasta tražnje, za proizvodima Zastava Tapacirnice, u 2006.godini iznosi -6,6%. Rezultat procesa predviđanja se može dalje analizirati, analizom senzitivnosti, kao što je ilustrovano na slici 19.



Slika 19. Analiza osetljivosti rešenja u odnosu na kriterijum Neekonomski faktori.

Na osnovu slike 19, može se zaključiti da, što je manji procenjeni uticaj kriterijuma Neekonomski faktori, to je niža opadajuća stopa rasta tražnje (-6,465%). Takođe, na slici 20, vidimo da i veći procenjeni uticaj kriterijuma Kupci rezultuje nižom kompozitnom opadajućom stopom rasta tražnje (-6,54%). Ovaj rezultat reflektuje sposobnost Zastava Tapacirnice, da reaguje na zahteve tržišta, pre svega zahteve kupaca u vezi proizvoda, efektivnije od svojih konkurenata. Tim pre, što Zastava Tapacirnica u ovom trenutku poseduje mogućnost uvećanih isporuka i do 20% od planiranih ukoliko postoje zahtevi kupaca, kako u ostalim proizvodnim programima, tako i u segmentu proizvodnje namenjenom za potrebe vojske i policije. Odgovarajuća analiza senzitivnosti se može izvršiti, i što se tiče ostalih elemenata u hijerarhiji.



Slika 20. Analiza osetljivosti rešenja u odnosu na kriterijum Kupci.

Zaključak

Osnovna istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji predstavljaju sintezu više otvorenih, ali logički i suštinski povezanih pitanja. Polazeći od okvira istraživanja definisanog sadržajem rada, može se konstatovati da se naučni cilj ove doktorske disertacije sastojao u proučavanju sposobnosti Analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP), kao metoda za podršku odlučivanju, da poboljša i unapredi proces predviđanja ekonomskih pojava, imajući u vidu blisku povezanost predviđanja i odlučivanja. Takođe, doktorska disertacija je imala za cilj i da pokuša da otkloni neke dileme koje postoje u vezi sa principima korišćenja AHP a čije konsekvence na proces predviđanja nisu dovoljno jasne. Konačno, iako je univerzalnost primene AHP u svetskim okvirima dobro poznata, domaća naučna i stručna javnost, posebno analitičari u preduzećima uglavnom se oslanjaju na statističke metode predviđanja. Jedan od ciljeva disertacije je bio i upoznavanje menadžmenta domaćih preduzeća sa praktičnim prednostima implementacije AHP u procesu odlučivanja i pojedinim njegovim segmentima.

Predmetna doktorska disertacija je bazirana na nekoliko polaznih premisa, hipoteza u istraživanjima, kao što su:

- Širok spektar informacija sa kojima se suočavaju menadžeri i problem njihovog integrisanja, limitiraju primenu konvencionalnih pristupa u predviđanju
- Suočavanje sa rizikom i neizvesnošću je *modus operandi* savremenog menadžmenta
- Višedimenzionalna priroda ekonomskih pojava implicira redukciju kompleksnosti. Jedan od alternativnih načina je i dekompozicija problema predviđanja na određeni broj lakših podproblema.
- Analitički hijerarhijski proces kao metod višekriterijumske analize, utemeljen na principu dekompozicije, predstavlja pogodan instrument za sintetizovanje (koordinaciju) informacija da bi se donele bolje odluke u uslovima neizvesnosti. Lakoća korišćenja i mogućnost velike specifikacije procena, čime se vrši provera konzistentnosti, glavne su prednosti AHP koje ga preporučuju, kao samostalnu tehniku, ili za kombinovanje različitih tehnika predviđanja.

Imajući u vidu navedeno, istraživanja čiji su rezultati prikazani u ovoj disertaciji, impliciraju sledeće zaključke:

I) Predviđanje omogućuje sticanje novih znanja o budućim fenomenima i procesima, dok njihova jasna i vizuelna reprezentacija za korisnike olakšava komunikaciju između predstavnika različitih oblasti (menadžment, administracija, nauka). Ona takođe uključuje unapređenje rezultata predviđačke prakse. Predviđanje podstiče i fokusira razvoj naučnog rada, orijentacijom na netradicionalne, a ipak nerešene probleme.

Svojom analitičnošću, predviđanje analizira i objašnjava uzroke razvoja, uspostavlja interdisciplinarne odnose, dekomponuje kompleksne procese i fenomene na podprocese, interpretira efekte podprocesa i fenomena na razvoj društva i identifikuje njihove karakteristike.

Predviđanje stvara pretpostavke za ponderisanje kriterijuma evaluacije pojedinačnih varijanti predviđanja i objašnjenje optimalnog odnosa između mogućnosti i ciljeva, predmeta predviđanja. Kroz interpretaciju zahteva i uslova primene predviđanja u praksi, predviđanje izvodi stvarne standarde ponašanja i ciljeva iz strategije budućeg razvoja. Ciljevi koji su projektovani predviđanjem, se porede sa odgovarajućim merama implementacije. Nakon odobravanja, oni postaju deo normativnih dokumenata (planova, procedura, projekata). Takođe, predviđanje se fokusira na mere koje će dovesti do prilagođavanja u odnosu na predviđene posledice razvoja. Kao svrsishodna aktivnost, predviđanje predočava ne samo svesnost u vezi zahteva utvrđenih ciljeva, već i resurse i metode za njihovo ostvarenje. Regulacija se bazira na neophodnom razumevanju potencijalnih posledica ostvarenih aktivnosti.

Dobra prognostička praksa ima interaktivan karakter; ona zahteva razmenu znanja između predviđača i korisnika predviđanja. Detaljni i tačno utvrđeni ciljevi korisnika, su neophodan preduslov, i bez razumevanja tih ciljeva, predviđanje neće biti uspešno. Prognostička praksa, kontinuirano uključena u strategiju društvenog života može da doprinese stabilizaciji strategijskog odlučivanja. U principu, svakom odlučivanju treba da prethodi adekvatno predviđanje. Da bi odluka bila kvalitetnija, opseg za predviđanje mora biti veći. Kada se vrše predviđanja u visoko neizvesnim situacijama, trebalo bi biti konzervativan. Na primer, trend treba da bude umanjen u toku horizonta predviđanja.

Nije dokazano da su kompleksni metodi tačniji od relativno jednostavnih metoda. Ako su poznati njihovi dodatni troškovi i smanjeno razumevanje među korisnicima, visoko kompleksne procedure ne mogu biti opravdane. Kada god je moguće metodi, predviđanja treba da koriste

podatke o stvarnom ponašanju, a ne procene ili namere, za predviđanje ponašanja. Metodi koji integrišu procenjivačke i statističke podatke i procedure (npr. predviđanje na bazi pravila) mogu poboljšati tačnost predviđanja u mnogim situacijama. Preterano samopouzdanje se javlja kod kvantitativnih i procenjivačkih metoda. Pored traženja dobre povratne sprege, predviđači bi trebalo eksplicitno da analiziraju sve aspekte sopstvenog predviđanja koji mogu biti pogrešni. Ovo će produkovati bolje kalibrisane intervale predviđanja. Naročito je važno uložiti napor da se osigura, da predviđanja budu oslobođena bilo kakvih ličnih interesa. Kao pomoć pri ovome, naglasak treba da bude na dobijanju saglasnosti u vezi metoda predviđanja, a ne samih predviđanja. Takođe, za važna predviđanja, odluke o njihovoj upotrebi bi trebalo doneti pre nego što se dođe do predviđanja. U upravljanju ovim procesom algoritmi su neophodni, a scenariji svrsishodni. Ostvarenje ovih ciljeva kao i dinamika savremenih uslova privređivanja zahtevaju kontinuirane promene u samom pristupu predviđanja, zamenjujući tradicionalni pristup novim, fleksibilnijim i efikasnijim metodima predviđanja.

II) Analitički hijerarhijski proces svojom analitičnošću omogućuje matematičko i logičko rezonovanje za donošenje odluka. Ono pomaže u analiziranju problema odlučivanja na logičkoj osnovi i konvertovanju intuicije i instinkta donosioca odluke, u brojeve koji mogu biti otvoreni za ispitivanje od strane drugih, a koji se takođe mogu objasniti drugima.

Hijerarhijska dekompozicija koja je u osnovi AHP, je prirodna za ponašanje ljudi u rešavanju problema odlučivanja. Redukovanje kompleksnog problema u podprobleme, da bi se rešavali jedan po jedan, je osnovni način za odlučivanje, imajući u vidu ograničene kognitivne i perceptivne sposobnosti donosilaca odluka.

AHP definiše formalan okvir za odlučivanje. Odluke, naročito kolektivne, trebalo bi da evoluiraju. Potreban je proces koji će inkorporirati inpute, revizije i znanje donosioca odluke, i saopštiti ih drugima, tako da se dođe do kolektivne odluke. AHP je kreiran da bi se taj proces formalizovao i da bi se naučno utemeljio.

U radu je potvrđena pretpostavka o sposobnosti AHP da identifikuje izvore informacija, relevantne za menadžere, odnosno, za donosiocce odluka generalno, posebno u kompleksnim situacijama. Osim toga, AHP omogućuje sistematičniju evaluaciju kvalitativnih kriterijuma. U praktičnim problemima, konzistentna evaluacija i poređenje kvalitativnih faktora, predstavlja težak zadatak za donosiocce odluka. Gotovo da je nemoguće tražiti od pojedinca da pruži konzistentnu procenu ili poređenje kvalitativnih faktora, zato što je apsolutna subjektivna

konzistentnost nespojiva sa ljudskom prirodom. U praktičnom smislu, AHP je atraktivan za menadžere jer im njegova procedura poređenja parova pruža samo relativne, a ne apsolutne procene preferencija, i to jedne po jedne, u odnosu na kvalitativne faktore. Ova relativna poređenja se skaliraju jedinstveno, kako bi se osigurala konzistentnost. U AHP je, u stvari, ugrađen mehanizam provere nekonzistentnosti, kako bi se iste identifikovale u ranim fazama procesa rešavanja problema. Metodološki pristup organizovanja svih kriterijuma i podkriterijuma u lanac hijerarhije, karakterističan za AHP, dobio je pozitivnu potvrdu u praksi. Prednost ovakve hijerarhijske strukture je pružanje okvira u kojem je moguće tražiti inpute o kriterijumima i podkriterijumima u hijerarhiji, od menadžera različitih nivoa u organizaciji. Pored toga, AHP hijerarhijska struktura se lako može inkorporirati u interaktivnu proceduru rešavanja problema, što omogućuje aktivnije učešće menadžera u procesu rešavanja problema. Korišćenje AHP procedure, za procenu preferencija o kriterijumima, zahteva vrlo malo obuke za menadžere, a upotreba softvera Expert Choice može omogućiti menadžerima, poređenje parova i analize (šta – ako) na ekranu monitora, uporedo sa kompleksnim matematičkim operacijama koje vrši računar. Organizovanjem svih relevantnih faktora koji determinišu problem, u lanac hijerarhije, AHP uspostavlja fleksibilan model za usklađivanje preferencija. Tako npr., s obzirom da menadžeri mogu imati različite subjektivne rejtinge prioriteta za pojedine relevantne kriterijume, AHP model omogućuje ponavljanje kalkulacija opštih pondera prioriteta za sve ili pojedine kriterijume ili podkriterijume. Analogno tome, pošto se subjektivni rejting prioriteta različitih kriterijuma ili podkriterijuma može promeniti tokom vremena, reagujući na određene eksterne ili interne promene, lako je ponovo izračunati njihove opšte rejtinge prioriteta na bazi promenjenih preferencija i kao rezultat uskladiti, recimo poslovnu politiku ili plan organizacije. U svakom slučaju, AHP vrši poređenja i evaluaciju opštih rangova prioriteta svih faktora u problemu, u kompleksnim subjektivnim razmatranjima.

III) AHP kvalitativno unapređuje formalne modele predviđanja, omogućujući konzistentnije i sistematičnije generisanje dodatnih faktora i usklađivanje egzogenih varijabli. Smatramo da je u radu nedvosmisleno dokazana hipoteza da problemi ekonomskog predviđanja zadovoljavaju ključne pretpostavke za modeliranje i rešavanje preko AHP, jer ih karakteriše visok stepen kompleksnosti i neizvesnosti i jer se mogu organizovati u vidu hijerarhijske strukture na čijem vrhu je cilj predviđanja, na drugom nivou kriterijumi a na trećem alternative. U teorijsko – metodološkom smislu, primenom AHP učinjen je pomak u optimizaciji

procesa predviđanja ekonomskih pojava, što je u radu pokazano teorijski i eksperimentalno, na hipotetičkim i realnim primerima. AHP se pokazao kao efikasan instrument kako za evaluaciju alternativnih metoda predviđanja, tako i za evaluaciju (izvođenje distribucije verovatnoća) alternativnih budućih ishoda. Osim toga, smatramo i da je dokazana hipoteza da faktor procene razvijen AHP-om, može da poboljša tačnost statističkih predviđanja. Neke nedoumice i nejasnoće koje se odnose na ulogu pondera u procesu dekompozicije predviđanja mogu biti otklonjenje budućim empirijskim testiranjima i analizama. Ponderi nisu neophodno potreban deo kalkulacija predviđanja, ali imajući u vidu da izražavaju odnos između faktora relevantnih za predviđanje neke ekonomske pojave između kojih i inače postoji određeni stepen međuzavisnosti, evidentno je da ima osnova za njihovo involviranje u proces predviđanja. I drugo, zahvaljujući tome što se mogu povremeno dopunjavati na bazi različitih kontekstualnih podataka, ponderi stvaraju dobru pretpostavku za uspešno predviđanje i profilaktičko reagovanje.

Kada se vrše predviđanja u visoko neizvesnim situacijama, korisno je koristiti više od jednog metoda i kombinovati predviđanja koristeći pondere. U nekoj datoj situaciji kad se vrši predviđanje, možemo razmotriti različite metode predviđanja, jer želimo da odaberemo jedan metod ili alternativno, posmatranje višestrukih metoda predviđanja otvara mogućnost generisanja predviđanja iz dva ili više metoda, i onda kombinovanja ovih predviđanja. Odgovarajuća metodologija evaluacije predviđanja će zavisi od toga da li se mora odabrati jedno predviđanje ili se može kombinovati više predviđanja. U scenariju izbora, možemo evaluirati svaki metod pojedinačno, a onda porediti metode: u scenariju kombinovanja, sa druge strane, moramo evaluirati metode simultano da bi razmotrili međuodnose između metoda, kao i njihovu pojedinačnu performansu. AHP ima fleksibilnu sposobnost kombinovanja kvantitativnih i kvalitativnih faktora i upravljanja različitim grupama aktera. Razlažući na logičan način problem od velikog, postepenim koracima, ka sve manjem i manjem, nekoliko dobrih modela predviđanja se mogu povezati i kombinovati u jedan bolji, kroz jednostavne procene poređenja po parovima. Na primeru je pokazano da je AHP adekvatna mera evaluacije i kombinovanja predviđanja, jer dobijeno AHP kombinovano predviđanje najbolje aproksimira stvarno kretanje pojave. Osim toga, AHP reflektuje i obuhvata puni skup relevantnih informacija, čime se omogućuje donosiocu odluka da razmotri i izvrši razmenu među različitim aspektima kvaliteta predviđanja.

Eksperimentalno je pokazano da predloženi sistem podrške odlučivanju, evaluacijom alternativnih budućih ishoda na bazi AHP-a, formira fleksibilan i sistematski okvir za predviđanje i uprkos postojanju konkurentnih normativnih metodologija, predstavlja efektivno sredstvo evaluacije alternativnih budućih ishoda. Poslednje informacije o kretanju tražnje za proizvodima preduzeća Zastava Tapacirnica, na čijem primeru je pokazano kako se AHP koristi u procesu predviđanja evaluacijom alternativnih budućih ishoda, govore da će na kraju poslovne godine tražnja biti gotovo na nivou koji je procenjen pomoću AHP kompozitnog predviđanja. Od suštinskog je značaja razviti planove evaluacije, koji su adekvatni i korisni a možda najveći izazov u vršenju evaluacije, razvijanje određene nepristrasnosti u odnosu na krajnji cilj predviđanja, tako da je moguće kritički osmotriti ono što se pokušava ostvariti, i stepen u kom se to uspelo, što AHP upravo i omogućuje. Prezentovani AHP pristup predviđanju omogućuje donosiocima odluka, da izbegnu sledeće probleme koji su inherentni za klasične metode predviđanja: (1) tradicionalni metodi predviđanja uključuju nekoliko eksplanatornih varijabli, od kojih se većina može lako izraziti u kvantitativnim terminima, (2) tradicionalni metodi predviđanja ne uzimaju u obzir razvoj novih odnosa među varijablama i moguće promene trendova, (3) osnovna pretpostavka u klasičnim metodima predviđanja je da je dimenzija na kojoj se dešava predviđanje, autonomna, (4) predviđanje se bazira samo na prošlim podacima, i (5) klasični metodi predviđanja su deterministički i strukturalno stabilni, dovodeći do greške u predviđanju, zbog konstantne promene koja se selektivno proučava, i intepretira sa specijalnog stanovišta.

Na AHP-u baziran pristup predviđanju, omogućuje donosiocima odluka da uzmu u obzir i kvantitativne i kvalitativne varijable. AHP je korisno sredstvo u borbi sa neizvesnošću koja rezultira kako iz same prirode i dinamike tržišta, tako i iz ograničenih informacija koje su dostupne predviđačima kao i iz njihovog emocionalnog stanja. Verovatnoće alternativnih budućih ishoda kao stohastičkih kategorija, uspešno se mogu aproksimirati pomoću AHP. Pokazano je da iako ponderi nisu prave verovatnoće, oni funkcionišu kao verovatnoće. Strukturiranjem hijerarhije, odnosi između faktora se mogu definisati i analizirati efektivno. U proceduru određivanja prioriteta, mogu se uključiti kvalitativne i subjektivne procene, od strane više osoba, kao i kvantitativni podaci iz različitih izvora. Upotrebom prezentovanog pristupa, donosioci odluka nisu ograničeni na prošle podatke, jer se mogu izvršiti pretpostavke i predviđanja oko budućeg razvoja faktora koji su uključeni, i budućih akcija, aktera uključenih u hijerarhiju. Osim

toga, kada se uzme u obzir neophodnost brzog donošenja odluka u savremenim uslovima poslovanja, kako na nivou preduzeća tako i na nivou privrede u celini ili pojedinih njenih segmenata, implementacija AHP na proces predviđanja, inače nepoznata našoj poslovnoj praksi, predstavlja kvalitativno novo iskustvo i dragocen instrument menadžerima, da brže asimiluju sve činjenice, odmere razloge *pro et contra*, reevaluiraju i saopšte svoju odluku. U tom kontekstu, smatramo da bi AHP trebalo postepeno uvoditi u praksu predviđanja i uz njegovu pomoć, po našem mišljenju, time dodatno podržati i unaprediti proces menadžerskog odlučivanja. Pored toga, čini nam se da i domaća naučna i stručna javnost, pre svega ona koja se bavi ekonomskim pitanjima, nije upoznata ili ne poklanja dovoljno pažnje raskošnom potencijalu Analitičkog hijerarhijskog procesa. Mislimo da je ovaj rad dovoljno dobra prilika za to uz, naravno, dobrodošle primedbe i sugestije. AHP se pokazao kao teorijski jaka, i tržišno testirana i prihvaćena metodologija. Njegovo skoro univerzalno usvajanje, kao nove paradigme za odlučivanje, zajedno sa lakoćom njegove implementacije i razumevanja, determinante su njegovog uspeha. AHP se pokazao kao metodologija sposobna da produkuje rezultate koji se slažu sa percepcijama i očekivanjima. Smatramo da je ovim radom otvoreno jedno, bar za naše uslove, potpuno novo poglavlje u, čini nam se, gotovo neiscrpnim mogućnostima primene AHP. To naravno ne implicira nekritičko prihvatanje AHP i njegovu bespogovornu apologiju. Autokorektivnost je suštinska komponenta naučnog razmišljanja i jedino kroz kontinuirana praktična testiranja u pogledu krajnjih efekata i ishoda procesa predviđanja moći će se sagledati istinske predviđajuće sposobnosti AHP. Na kraju, kao što bi rekao Vilijam Blejk: " Postoje stvari znane i neznane a između njih su vrata..". Nadamo se da smo ovim radom bar odškrinuli ta vrata.

LITERATURA

1. Aczel, J., Saaty, T., Procedures for synthesizing ratio judgments, 1983, *J.Math. Psychology*, 27, pp. 93-102.
2. Armstrong, J.S., Long – Range Forecasting, 1985, 2nd ed. Wiley&Sons, pp.1211-1212.
3. Armstrong, J.S., Research on Forecasting:A Quarter-Century Review, 1960-1984, 1986, *Interfaces* 16, pp. 89-109.
4. Armstrong, J.S., Evaluating forecasting methods, in: Armstrong, J.S., (ed), *Principles of Forecasting: Handbook for Researchers and Practicioners*, 2001c, Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers, pp. 417-439.
5. Armstrong, J.S., and Brodle, R., Forecasting for marketing, Published in: Hooley, G., and Hussey, M., (eds.), *Quantitative Methods in Marketing*, Second edition, London:International Thompson Business Press, 1999, pp. 92-119.
6. Armstrong, J.S., Denniston, W.B. and Gordon, M.M., The use of the decomposition principle in making judgments, 1975, *Organizational Behavior and Human Performance*, 14, pp. 257-263.
7. Armstrong, J.S., and Collopy, F., Integration of statistical methods and judgment for time series forecasting; Principles from empirical research, 1998, in: Wright, G. and Goodwin, P., (eds), *Forecasting with Judgment*, Chichester, England:Wiley&Sons, pp. 269-293.
8. Armstrong, J.S., *Long-term Forecasting: From Crystal Ball to Computer*, (second ed.), 1985, New York, Wiley & Sons.
9. Armstrong, J., The Ombudsman: research of forecasting:a quarter - century review, 1960-1984, 1986, *Interfaces* 16, pp. 89-109.
10. Ascher, W., *An Appraisal for Policy Makers and Planners*, 1978, Baltimore: Johns University Press.
11. Ashby, W.R., *An Introduction to Cybernetics*, Wiley and Sons, Inc., New York, 1966.
12. Ashton, A.H., and Ashton, R.H., Aggregating subjective forecasts: Some empirical results, 1985, *Mnagement Science*, pp.1499-1508.
13. Ashton, A.H., Does consensus imply accuracy in accounting studies of decision making, 1985, *Accounting Review* 61, pp.173-185.
14. Bates,J.M., and Granger, C.W.J., The Combination of Forecasts, 1969, *Operational Research Quarterly*, 20, pp. 451-468.
15. Belton, V., A comparison of the analytic hierarchi process and simple multi-attribute value function, 1986, *European Journal of Operational Research*, 26, pp. 7-21.
16. Belton, V., and Gear, T., On a short-coming of Saaty's method of analytic hierarchies, 1983, *Omega*, 11, pp. 228-230.
17. Benson, P.G., Curley, S.P., and Smith, G.F., Belief assessment:An underdeveloped phase of probability elicitation, *Management Science*, 1996.
18. Boldt, B.I., Sound business forecasting, *Today's Executive*, 1982, 5(1), pp. 6-11.
19. Bowersox, D.J.,Closs, D.J. and Helferich, O.K., *Logistical Management*, MacMillan, New York, 1986.
20. Brenner, L.A., Koehler, D.J. and Tverski, A., On the evaluation of one-sided evidence, 1996, *Journal of Behavioral Decision Making* 9, pp. 59-70.
21. Bretschneider, S.I., et al., Political and organizational influences on the accuracy of forecasting state government revenues, 1989, *International Journal of Forecasting* 5, pp. 307-319.
22. Brown, L.D., Comparing judgmental to extrapolative forecasts:its time to ask why and when, 1988, 4-2, pp.171-173.
23. Brooke, J.A., Consumer issues, 1991, Presentation at Planning Forum, April 4, New York.

24. Bunn, D. and Wright, G., Interaction of judgmental and statistical forecasting methods: issues and analysis, *Management Science*, 1991, 37, pp. 501-518.
25. Clark, K.B., The interaction of design hierarchies and market concepts in technological evolution, 1985, *Research Policy* 14, pp. 235-251.
26. Clemen, R.T., Combining forecasts: A review and annotated bibliography, 1989, *International Journal of Forecasting* 5, pp. 559-583.
27. Clements, M.P., and Hendry, D.F., *Forecasting Non-stationary Economic Time Series*, 1999a, Cambridge, Mass: MIT Press.
28. Clements, M.P., and Hendry (eds.), 2001, *Companion to Economic Forecasting*, Basil Blackwell.
29. Collins, W., and Hopwood, W., A Multivariate Analysis of Annual Earnings Forecasts generated from Quarterly Forecasts of Financial Analysts and Univariate Time Series Models, 1980, *Journal of Accounting Research*, v18, pp. 390-406.
30. Collopy, F., and Armstrong, J.S., Rule-based forecasting: Development and validation of an expert systems approach to combining time series extrapolations, 1992a, *Management Science* 38, pp. 1394-1414.
31. Cooke, S., Slack, N., *Making management decisions*, 1984, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall International.
32. Cosier, R.A., The effects of three potential aids for making strategic decisions on prediction accuracy, 1978, *Organizational Behavior and Human Performance* 22, pp. 295-306.
33. Coyle, D., Making sense of published economic forecasts. In: Hendry, D.F., and Ericson, N.R., *Understanding Economic Forecasts*, 2001, Cambridge, MA: MIT Press, pp. 54-67.
34. Čupić, M., Tummala, V.M., Suknović, M., *Odlučivanje: formalni pristup*, 2001, Beograd.
35. Dyer, R.F., and Forman E.H., *Analytic Approach to Marketing Decisions*, 1991, Prentice - Hall, Englewood Cliffs, NJ.
36. Dyer, R.F., Forman, E., Group decision support with the analytic hierarchy process, 1992, *Decision support systems*, 8, pp. 99-124.
37. Dyer, J.S., Remarks on the analytic hierarchy process, 1990, *Management science*, 36, pp. 249-258.
38. Edmundson, R.H., Lawrence, M.J. and Connor, M.J., The use of non-time series data in sales forecasting: a case study, 1988, *International Journal of Forecasting* 7, pp. 201-212.
39. Edmundson, R., Decomposition: a strategy for judgmental forecasting, 1990, *Journal of Forecasting* 4, pp. 305-314.
40. Eelko, K., Huizingh, R.E., and Vrolijk, H.C.J., The Predictive Power of the Self Explicated Approach and the AHP: A Comparison, MCDM, Proceedings of the Twelfth International Conference, 1997, Hagen, pp. 137-146.
41. Falkner, C.H. and Benhajla, S., Multi-Attribute Decision Models in the Justification of CIM Systems, *The Engineering Economist*, 1990, 35(2), pp. 91-114.
42. Fildes, R., Efficient use of information in the formation of subjective industry forecasts, 1991, *Journal of Forecasting* 10, pp. 597-617.
43. Fildes, R., The state of the art: Econometric models, 1985, *Journal of Operational Research Society* 36, pp. 549-586.
44. Fildes, R. and Hastings, R., The organization and improvement of market forecasting, 1994, *Journal of the Operational Research Society* 45, pp. 1-16.
45. Forman, E.H., The Analytic Hierarchy Process as a Decision Support System, Proceedings of the IEEE Computer Society (Fall, 1983).

46. Forman, E.H., Saaty, T., Sally, M.N., Waldron, R., Expert Choice, Decision Support Software, McLean, VA, 1983.
47. Forman, Decision by objectives, 2000, Washington University Press.
48. Gardner, E.S., The strange case of the lagging forecasts, 1984, Interfaces 14, pp. 47-50.
49. Gear, A.E., Minkes, A.L., Read, M.J., On interactive communication and decision making, 1999, International Journal of Technology Management, 17(1-2), pp. 208-222.
50. Granger, C.W.J., and Newbold, P., Forecasting Economic Time Series, 1977, New York, Academic Press.
51. Granger, C.W.J., and Ramanathan, R., Improved Methods of Combining Forecasting, 1984, Journal of Forecasting, 3, pp. 197-204.
52. Golden, B.L., Wasil, E.A., and Harker, P.T., The Analytic Hierarchy Process: Applications and Studies, 1989, Springer, Berlin.
53. Goodwin, P., and Wright, G., Improving judgmental time series forecasting: a review of the guidance provided by research, 1993, International Journal of Forecasting 9, pp.147-161.
54. Goodwin, P., and Wright, G., Decision Analysis for Management Judgment, 1991, Wiley, Chichester.
55. Goodwin, P., and Wright, P., Heuristics, biases and improvement strategies in judgmental time series forecasting, 1994, Omega, 22, pp. 553-568.
56. Gregory, W.L., Cialdini, R.B. and Carpenter, K., Self-relevant scenarios as mediators of likelihood estimates and compliance: Does imagining make it so?, 1992, Journal of Personality and Social Psychology 43, pp. 88-99.
57. Hamalainen, R.P., and Seppalainen, T.O., The Analytic Hierarchy Process in Energy Policy Planning, 1986, Socio-economic planning Sci., 20, pp. 388-405.
58. Harker, P.T., and Vargas, L.G., The theory of ratio scale estimation: Saaty's analytic hierarchy process, 1987, Management Science, 33, pp. 1383-1403.
59. Harker, P.T., and Vargas, L.G., Reply to Remarks on the Analytic Hierarchy Process by J.S. Dyer, 1990, Management Science, vol.36, pp. 269-273.
60. Hendry, D.F., and Ericson, N.R., Understanding Economic Forecasts, 2001, Cambridge, MA: MIT Press.
61. Hendry, D.F., and Clements, M.P., Economic Forecasting: some lessons from recent research, 2001, European Central Bank, Working paper series, Working paper no.82.
62. Hoch, S.J., Counterfactual reasoning and accuracy in predicting personal events, 1985, Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition 11, pp. 719-731.
63. Hogarth, R.M., and Makridaksi, S., Forecasting and Planning: An Evaluation, Management Science, 1981, 27, pp.115-137.
64. Hoffman, L.R., Improving the problem-solving process in managerial groups, Guzzo R.A., (ed), in: Improving group decision making in organizations: approaches from theory and research, 1982, New York, Academic Press.
65. Izveštaj o poslovanju DP "ZASTAVA TAPACIRNICA"- za period od 2001.- 2005. god.
66. Jenkins, G., Some practical aspects of forecasting in organisations, 1982, Journal of Forecasting 1, pp. 3-21.
67. Keren, G., Perspectives of behavioral decision making: some critical notes, 1996, Organizational behavior and human decision process, 65(3), pp. 169-178.
68. Koriat, A., Lichtenstein, S., and Fischhoff, B., Reasons for confidence, 1980, Journal of Experimental Psychology: Human Learning and memory 6, pp. 107-118.
69. Krčevinac, S., Petrić, J., Nikolić, I., Algoritmi iz operacionih istraživanja, 1990, Naučna knjiga, Beograd.

70. Lawrence, M., An Exploration of some practical issues in the use of quantitative forecasting models, *Journal of Forecasting*, 1983, 1, pp. 169-179.
71. Lawrence, M., Edmundson, R.H. and Connor, M.J., An examination of the accuracy of judgmental extrapolation of time series, *International Journal of Forecasting*, 1985, 1, pp. 25-35.
72. Lawrence, M., and Connor, M.J., Exploring Judgmental Forecasting, *International Journal of Forecasting*, 1992, 8, pp.15-26.
73. Lewandovski, A., Wierzbicki, A.P., Aspiration based decision support systems, LNEMS, 1989, Berlin, Springer.
74. Lobo, G.J., Alternative methods of combining security analysts and statistical forecasts of annual corporate earnings, 7-1, pp. 57-63.
75. Lorek, K.S., McDonald, C.L., and Patz, D.H., A comparative examination of management forecasts and Box-Jenkins forecasts of earnings, 1976, *Accounting Review*, 51, pp. 321-330.
76. Magee, J.F., Copacino, W.C. and Rosenfield, D.B., *Modern Logistic Management*, Wiley, New York, 1985.
77. MacGregor, D.G., Decomposition for judgmental forecasting and estimation, 2001, in: Armstrong, J.S.(ed), *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*, Norwell, MA:Kluwer Academic Publishers.
78. Mahmoud, E., Combining of forecasts:some managerial issues, 1989, *International Journal of Forecasting*, 5, pp. 599-600.
79. Makridakis, S., Anderson, A., Carbone, R., Fildes, R., Hibon, M., The accuracy of extrapolation(time series) methods:results of a forecasting competition, 1982, *Journal of forecasting* 1, pp. 111-153.
80. Makridakis, S.and Wheelwright, S.C., *Forecasting: issues and challenges for marketing management*, *J. Marketing*, 55, pp. 24-37.
81. Mathews, B.P., and Diamantopoulos, Factors affecting the nature and effectiveness of subjective revision in sales forecasting:An empirical study, 1989, *Managerial and Decision Economics* 10, pp. 51-60.
82. McGrath, J.E., *Groups:interaction and performance*, 1984, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall.
83. McClelland, A. and Bolger, F., *The Calibration of Subjective Probabilities: Theories and Models 1980-1994*, in: Wright, G. and Ayton, P., eds., *Subjective Probability*, Wiley, Chichester, 1994.
84. McNees, S.K., The uses and abuses of consensus forecasting, 1992, *Journal of Forecasting* 11, pp. 703-710.
85. Milanović, M., Model predviđanja ekonomskih pojava sa izraženim trendom i sezonskim ritmom, 1999, Magistarski rad, Ekonomski fakultet,Kragujevac.
86. Milburn, M.A., Sources of bias in the prediction of future events, *Organisational Behavior and Human Performance*, 1978, 21, pp. 17-26.
87. Murphy, A.H. and Winkler, R.L., Diagnostic verification of probability forecasts, 1992, *International Journal of Forecasting* 8, pp. 435-455.
88. Olson, D., and Dorai, V., Implementation of the centroid method of Solymosi and Domby, 1991, *European Journal of Operational Research*.
89. Perez, J., Somme comments on Saatys AHP, 1995, *Management Science*, vol.41, no.6, pp.1091-1095.
90. Pesaran,M.P., and Skouras, S., *Decision-based Methods for Forecast Evaluation*, 2001, in: Clements, M.P., and Hendry(eds.), *Companion to Economic Forecasting*, Basil Blackwell.
91. Petrić, J., *Operaciona istraživanja*, 1979, Beograd.

92. Petrović S., *Sistemska mišljenje Sistemske metodologije*, 2006, Kragujevac.
93. Pious, S.J., *The Psychology of Judgment and Decision Making*, 1993, New York, McGraw Hill.
94. Rittel, H.W.J., and Webber, M.M., *Dilemmas in a General Theory of Planning*.
95. Roy, B., *Il faut desopotimiser la Recherche Operationnelle*, julliet 1968, Bulletin de l Afiro, no 7, editorial.
96. Roy, B., *Des criteres multiples en Recherche Operationnelle*, in: Grand, G.K.,(editor), *Operational research*, Elsevier Science Publisher, 1988, North Holland, pp. 829-842.
97. Rowe, G., Wright, G. and Bolger, F., *The Delphi technique: A re-evaluation of research and theory*, 1991, *Technological forecasting and Social Change* 39(3), pp. 235-251.
98. Saaty, T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, 1980, New York, McGraw-Hill.
99. Saaty, T.L., and Vargas, L., *The Logic of Priorities, Applications in Business, Energy, Health, Transportation*, 1982, Kluwer-Nijhoff Publishing, Boston.
100. Saaty, T., *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, Pittsburgh, 1994.
101. Saaty, T.L., *How to Make a Decision: The Analytic Decision Process*, 1990, *European Journal of Operatios Research* 48, pp. 9-26.
102. Saaty, T.L., *An Exposition of the AHP in Reply to Paper: Remarks on the Analytic Hierarchy Process*, 1990, *Management Science*, 36, pp. 259-268.
103. Saaty, T., *The Analytic Hierarchy Process*, 1990, RWS Publications, Pittsburgh.
104. Saaty, T., *Decision making for leaders*, 1982, Lifetime Learning Publications, USA.
105. Saaty, T., and Kearns, K., *Analytical Planning: The Organization of Systems*, *The Analytic Hierarchy Process Series, Vol.IV*, 1985.
106. Sutton, R.I., Hargadon, A., *Breinstorming groups in context:effectiveness in product design firm*, 1996, *Administrative Science Quaterly* 41, pp. 685-718.
107. Saaty, T. and Wargas, L.G., *Prediction, Projection and Forecasting*, 1991, Kluwer Academic Publishers, Norwell.
108. Schary, P.B., *Logistic Decisions - Text and Cases*, The Dryden Press, USA, 1984.
109. Schoemaker, P.J.H., and Waid, C.C., *An Experimental Comparison of Different Approaches to Determining Weights in Additive Unity Models*, 1982, *Man.Science* 28, pp.182-196.
110. Simon, H.A., *A Behavioral Model of Rational Choice*, *The Quaterly Journal of Economics*, vol.LXIX, 1955, Cowles Foundation Paper 98, pp.1-20.
111. Singer, M., *Thoughts of a Nonmillenarian*, 1997, *Bulletin of the American Academy of Arts and Sciences*, 51.
112. Solymosi, T., and Dombi, J., *A Method for determining the weights of criteria: The centralized weights*,1986, *European Journal of Operational Research*, 26, pp. 35-41.
113. Stasser, G., Taylor, L.A., Hanna, C., *Information sampling in structured and unstructured discussions of three - and six - persons groups*, 1989, *Journal of Personality and Social Psychology* 57, pp. 67-78.
114. Statut DP "ZASTAVA TAPACIRNICA", Kragujevac, 2003.
115. Stewart, T.R., *The Delphi technique and judgmental forecasting*, 1987, *Climatic Change* 11, pp. 97-106.
116. Stock, J.R., and Lambert, D.M., *Strategic Logistic Management*, Richard D. Irvin Inc., USA, 1987.
117. Tellis, G.J., *The price elasticity selected demand*, 1988, *Journal of Marketing Research* 25, pp. 331-341.

118. Tversky, A., and Kahneman, D., Judgment under uncertainty: heuristic and biases, 1974, *Science*, 185, pp.1124-1131.
119. Ulengin, F., and Ulengin, B., Forecasting foreign exchange rates: a comparative evaluation of AHP, 1994, *Omega*, 22, pp. 505-519.
120. Von Winterfeldt, D., and Edwards, W., *Decision Analysis and Behavioral Research*, 1986, Cambridge University Press, Cambridge.
121. Vujošević, M., *Operativni menadžment: kvantitativne metode*, 1997, Društvo operacionih istraživača, Beograd.
122. Vujošević, M., *Sistemske pristupi slabo strukturiranim problemima – izazov operacionim istraživačima*, SYMOPIS 94, Kotor, Zbornik radova, pp. 12-15.
123. Weal, M., Camba-Mendez, G., Kapetanios, G., and Smith, R., *The Forecasting Performance of the OECD Composite Leading Indicators for France, Germany, Italy and UK*, in: Clements, M.P., and Hendry(eds.), *Companion to Economic Forecasting*, 2001, Basil Blackwell.
124. Wind, Y., Saaty, T., *Marketing applications of the analytic hierarchy process*, 1980, *Management Science*, 26(7), pp. 641-658.
125. Wolfe, C. and Flores, B., *Judgmental adjustment of earning forecasts*, 1990, *Journal of Forecasting*, 9, pp. 389-405.
126. Wolfe, C., and Flores, B., *Judgmental adjustment of forecasts: a comparison of methods*, 1992, *International Journal of Forecasting*, 7, pp. 421-433.
127. Wolfe, C., and Flores, B., *An analysis of hierchically adjusted earnings forecasts*, 1990, *Journal of Forecasting* 4, pp. 389-405.
128. Wright, G., and Aiton, P., *Judgmental probability forecasting in the immediate and medium term*, *Organisational Behavior and Human Decision Process*, 1992, 51, pp. 344-363.
129. Wright, G., and Aiton, P., *Tasks influences on judgmental forecasting*, *Scandinavian Journal of Psychology*, 1987, 28, pp.115-127.
130. Yates, J.F., *External corespondence: Decompositions of the mean probability score*, *Organisational Behavior and Human Decision Process*, 1982, 57, pp.1-25.
131. Yokum, J.T. and Armstrong, J.S., *Beyond accuracy: Comparison of criteria used to select forecasting methods*, 1995, *International Journal of forecasting* 11, pp. 591-597.
132. Zahedi, F., *The Analytic Hierarchy Process - A Survey of the Method and its Appllicatios*, *Interfaces*, (Vol.16, 1986), pp. 96-108.
133. Zahedi, F., *Group consensus function estimation when preferences are uncertain*, 1986, *Operation research* 34(6), pp. 883-894.