

DOKTORSKA DISERTACIJA

ANALIZA I PRIMENA ANALITIČKIH METODA VIŠEKRITERIJUMSKE ANALIZE U POSLOVNOM ODLUČIVANJU

Mentor
Prof. dr Mališa Žižović

Kandidat
mr Nađeljko Deretić

Beograd, 2012.

Sadržaj:

Uvodna razmatranja 4

1. Predviđanje i planiranje 8

1.1. Pojam, karakteristike i značaj predviđanja 8
1.2. Odnos predviđanja i planiranja 11
1.3. Horizonti predviđanja 13
1.3.1. Sadržina i značaj prostornog horizonta preduzeća 13
1.3.2. Vremenski horizont predviđanja 14
1.4. Osnovni pojmovi o odlučivanju 16
1.5. Proces odlučivanja 19
1.6. Pojam optimizacije 21
1.7. Matematički modeli i optimizacija 22
1.8. Zadatak optimizacije 22
1.9. Šematski prikaz procesa optimizacije 23
1.10. Pregled metoda optimizacije 24
1.10.1. Metode bezuslovne optimizacije 24
1.10.2. Metode uslovne optimizacije 25

2. Opšti pojmovi i terminologija višekriterijumske optimizacije 29

2.1. Osnovi višekriterijumske optimizacije 30
2.2. Definicija odlučivanja 31
2.3. Problem odlučivanja 32
2.4. Višeatributno odlučivanje *VAO* 35
2.5. Rešavanje modela višeatributnog odlučivanja *(VAO)* 36
2.6. Transformacija atributa 37
2.7. Definisanje težinskih koeficijenata za kriterijume 38

3. Metode za višekriterijumsku optimizaciju 40

3.1. Metoda za određivanje neinferiornih rešenja 40
3.2. Metode sa unapred izraženom preferencijom 40
3.3. Interaktivne metode 40
3.4. Stohastičke metode 40
3.5. Metode za "isticanje" podskupa neinferiornih rešenja 41
3.6. Kompromisno rešenje 41
3.7. Max-min metoda 42
3.8. Max-max metoda 43
3.9. Hurwicz-ov metod 44
3.10. *SAW* metoda 44
3.11. *TOPSIS* metoda 44
3.12. Težišni koeficijent 47
3.13. *METODA "PROMETHEE"* 48

4. Koncepcija i istraživanje 54

4.1. Koncepcija 54
4.2. Istraživanje 56
4.3. Prednost merenja 58
4.4. Empirijski dodatak 59
4.5. Primenljivost operacija na brojnom sistemu. Razmera operacija 60
4.6. Princip razmišljanja 61
4.7. Korisnost rednog broja u ekonomskoj teoriji 61
4.8. Korisnost rednog broja 62
4.9. Optimalni uslovi na nezavisnost podloge 62
4.10. Prava mera - prava linija 64
4.11. Sigurna mera - realni brojevi 65
4.12. Neodređeni koeficijenti i pojava dvojenih poređenja 66

5. Uređeni skupovi i mreže 68

5.1. Pojam relacije 68
5.2. Uređeni podskup 69
5.3. Specijalni podskupovi uređenih skupova 69
5.4. Funkcije između uređenih skupova. Dualnost 69
5.5. Specijalni elementi 70
5.6. Infimum i supremum 70
5.7. Mreža 71

6. Mrežna metoda za višekriterijumsku analizu 73

6.1. Mrežna metoda 73
6.1.1. Grafička intepretacija mrežne metode (Hipotetički primer) 76

7. Primena nove metode kao i poređenja sa već poznatim metodama 79

7.1. Preporuka za izbor srednje škole 79
7.2. Izbor studijskog programa prilikom upisa na visoku poslovnu školu 81
7.3. Metodologija za višekriterijumski izbor smera na *VPŠSS.* Blace 82
7.3.1. Mrežna metoda 82
7.3.2. Metoda kompromisnog rangiranja 85
7.4. Metodologija izbora studijskog programa na *VPŠSS*-Blace 86
7.4.1. Mrežna metoda 7x8 86
7.4.2. Metoda kompromisnog rangiranja 97
7.4.3. Metoda „*PROMETHEE“* 100
7.4.4. Mrežna metoda 7x9 107
7.4.5. Mrežna metoda 7x10 113
7.5. Primena mrežne metode za kupovinu automobila za malu privatnu firmu 118
7.5.1. Mrežna metoda 118
7.5.2. Metoda kompromisnog rangiranja 122

7.6. Metodologija rešavanja problema šest alternativa sa pet kriterijuma..... 123
7.6.1. Mrežna metoda (Bez relativnog značaja)..... 123
7.6.2. Mrežna metoda (Sa relativnim značajem)..... 127
7.6.3. Metoda *„PROMETHEE“*..... 133
7.7. Metodologija korišćena prilikom izbora postrojenja za određenu proizvodnju... 139
7.7.1. Mrežna metoda..... 139
7.7.2. Metoda kompromisnog rangiranja..... 147

Zaključak..... 149

Literatura..... 152

Prilozi..... 157

Uvodna razmatranja

Promene u uslovima odlučivanja prouzrokovale su da proces planiranja ciljeva kao i planova bude mnogo odgovornije i sudbonosnije za upravljanje nekom organizacijom nego što je ranije bio slučaj. Matematička teorija odlučivanja daje mnogo precizniji uvid a samim tim izbacila je intuiciju i rutinu pri planiranju budućeg rada. Predviđanje i odlučivanje je potrebno za anticipiranje promena.

Poslednjih decenija došlo je do snažnog razvoja i neobične popularnosti metoda višekriterijumske analize. Razlozi ovog fenomena su i teorijske i praktične prirode:

– u teorijskom smislu višekriterijumska analiza je atraktivna jer se bavi nedovoljno struktuiranim problemima (engl. ill structured problems),

– u praktičnom smislu nudi veliku pomoć u rešavanju svakodnevnih zadataka izbora odluka, upravljačkih akcija, alat su u projektovanju i metodološkoj podršci u eksploataciji najraznovrsnijih sistema.

Bez obzira da li je u pitanju strategijska ili operativna odluka tj upravljačka akcija, da li je u pitanju problem sa dominantno tehničkim ili pretežno ekonomskim sadržajem, ili se radi o multidisciplinarnom problemu, bez obzira da li je reč o problemu koji se tiče dela sistema ili sistema u celini, metode višekriterijumske analize pružaju veliku pomoć u izboru pravih rešenja u zadacima odlučivanja upravljanja u projektovanju i eksploataciji.

Sledi nekoliko mogućih primera primene višekriterijumske analize:

– problem izbora lokacije raznih logističkih centara,

– brojni problemi u vezi sa izborom opreme, raznim ponuđačima

– problemi izbora koncepcije razvoja, organizacione strukture,

– izbor novih N radnika po konkursu na koji se prijavilo M kandidata ($M > N$), itd.

Menadžeri u svojoj svakodnevnoj praksi, hteli to ili ne, veliki deo vremena utroše za donošenje različitih poslovnih odluka. Odlučivanje je uključeno u sve radne aktivnosti koje menadžeri bilo pojedinačno ili timski obavljaju. Delokrug poslovnih problema je veoma raznovrsan, tako da se od menadžera očekuju valjane odluke i kada je reč o problemskim situacijama, a pogotovu u rutinskim situacijama. Pri dononošenju poslovnih odluka pojedinac ili grupa ima pred sobom kompleksan proces odlučivanja, koji se ne može svesti na algoritam matematičkog odlučivanja, programiranja, već je to složena struktura koja često podrazumeva i kriterijume zadate atributima.

Za većinu odluka u konkretnim situacijama može važiti napred definisana varijanta procesa donošenja odluka pri razlaganju jedne odluke na njene delove, i da je odluke potrebno donositi na osnovu argumentovanih činjenica, može se usvojiti, ali da i matematički modeli i optimizacione metode imaju značajnu, a u nekim slučajevima i nezamenjivu ulogu u najbitnijim fazama ovog procesa. Teško, da se neki poslovni problem može opisati jednom kriterijumskom funkcijom, već je sve više onih koji zahtevaju upotrebu većeg broja kriterijuma.

Metode operacionih istraživanja posebno dolaze do izražaja pri razmatranju više ciljeva, saglasno napred navedenom zaključku da višekriterijumski pristup predstavlja jedini način da se što realnije opiše konkretni problem.

Optimizacija ima za cilj da izvrši izbor najbolje varijante iz niza mogućih alternativa, ili iz niza ponuđenih alternativa, što u matematičkom smislu znači traženje ekstremuma kriterijumske funkcije. Optimizacija se vrši primenom različitih metoda, u zavisnosti od tipa relacija u matematičkom modelu, kriterijumske funkcije i ograničenja.

Matematička teorija odlučivanja se upotrebljava u poslovanju i razvoju sa namerom da se smanji neizvesnost i rizik i tako usaglasi budući razvoj.

Teorija optimizacije proučava kako da se opiše i postigne ono što je najbolje, pod uslovom da se može meriti ono što je dobro a šta ne. Reč "optimum" je sinonim za nešto što je maksimalno dobro ili maksimalno loše.

Optimizacija određuje "najbolje" rešenje određenog matematički definisanog problema. Optimizacija se definiše kao nauka koja određuje "najbolje" rešenje određenog matematički definisanog problema. Sam zadatak optimizacije svodi se na izbor najbolje varijante iz niza mogućih ili iz niza povoljnih varijanti u smislu usvojenog kriterijuma. Faktički nemoguće je uzeti sve uslove za formiranje matematičkog problema pa se radije analiziraju posebno delovi sistema a zatim se na osnovu dobijenih rezultata razmotri ceo sistem.

Ova metoda praktično je nastala posle razvoja linearnog programiranja, simpleks metode itd. U višekriterijumskoj optimizaciji želje su prikazane kriterijumima a mogućnosti ograničenjima.

Dakle, osnovni zadatak optimizacije je da se izvrši izbor najbolje alternative iz niza postavljenih varijanti imajući u obzir sva ograničenja. Zatim potrebno je uvesti pojam kriterijumske funkcije koja mora biti specifična i da vrednosti precizno pokazuju kako sistem funkcioniše.

Za optimizaciju sistema koriste se različite metode zavisno od tipa relacija u matematičkom modelu, kriterijumske funkcije i ograničenja. Korišćenjem ove linearne transformacije uključuje pretpostavku linearne zavisnosti između kriterijumske funkcije i zadatih kriterijuma.

Optimizacija obuhvata samo jedan deo problema planiranja ili korišćenja sistema. Da bi sa svih stanovišta razmotrio problem optimizacije uzima se u obzir više kriterijuma (ili bar one glavne) kako bi predviđanje što bolje sagledali. Traženje najboljeg rešenja u višekriterijumskom smislu jeste zadatak višekriterijumske optimizacije.

Favorizovano "najbolje" rešenje ima veliku šansu da na kraju bude stvarno najbolje kao dobar kompromis između različitih konfliktnih interesa učesnika. Takođe opstanak kao najbolje rešenje podrazumeva da nema loše kriterijumske pokazatelje zbog kojih bi ostali predlozi imali razlog da ga ne prihvate.

Rangiranje je potrebno kad se želi odrediti raspored različitih planiranih rešenja. Alternativno rešenje može biti bilo koje rešenje (alternativa) a samim tim prednost ove metode je izbor kriterijuma, favorizovanje pojedinih nazvanih osnovnim, određivanje intervala, određivanje funkcija i dr. Sama reč alternativa podrazumeva izbor od dve ponuđene varijante, u ovom slučaju reč alternativa koristi se kao jedan mogući rezultat promena uz napomenu da ih može biti i više.

Konačno rešenje mora biti jedno od dobijenih alternativa ili skup alternativa za date vrednosti težine kriterijuma. Ako donosilac odluke nije zadovoljan alternativom ili ukoliko oceni da su date vrednosti relativno male postoji mogućnost promene kriterijumske funkcije kao i promene intervala.

Sve se ovo radi da bi se dobilo kompromisno rešenje. Najbolja alternativa je ona koja zauzima prvo mesto odnosno dovoljnu prednost nad ostalim alternativama bez obzira na promenu kriterijuma.

U ovom radu prvo su izložene najpoznatije oblasti u kojima je odlučivanje primenjivano, bez pretenzije da taj spisak bude potpun. Isto tako prikazi tih oblasti su skoro uvek ili preuzeti iz poznate literature koja je citirana na kraju rada ili su intepretacije iz tih knjiga i članaka, jedino su neka važnija mesta specijalno istaknuta tako što je tu naveden i izvor iz koga je baš to mesto preuzeto.

Uz prikaz direktnih oblasti primene kao što su na primer razne vrste odlučivanja dat je takođe prikaz planiranja kao važne oblasti za koju odnosno zbog koje se, sve u vezi sa odlučivanjem radi. Ako je konačna odluka doneta tj. usvojena je jedna alternativa kao konačna, tek tada treba početi sa realizacijom plana i programa.

U delu koji se odnosi na višekriterijumsku optimizaciju istaknute su nove primene ove metode odnosno kao neke nove modifikacije ove metode.

Prvo poglavlje, pod nazivom - **Pojam, karakteristike i značaj predviđanja**, nije šta bi trebalo raditi u budućnosti, nego šta bi trebalo uraditi danas da bi se obezbedilo da se željene stvari dese u uslovima neizvesne budućnosti. Izbor strategije, može biti od prelomnog značaja.“Strategija je odluka koja obezbeđuje put ili način dostizanja organizacionih ciljeva. Pod strategijom se često podrazumeva i skup akcija koje donosiocima odluka stoje na raspolaganju prilikom odlučivanja”.[1]

Drugo poglavlje, pod nazivom - **Opšti pojmovi i terminologija višekriterijumske optimizacije**, bavi se definisanjem osnovnih zadataka višekriterijumske optimizacije kao npr.određivanje metoda, kriterijuma, broj kriterijuma, broj alternativa i dr.

Vrlo je važno naglasiti cilj istraživanja kao i da se sa što manje različitih kriterijuma dobije sveobuhvatna i objektivna slika u skladu sa zahtevima koje nosilac odlučivalja postavlja kao cilj.

U trećem poglavlju, pod nazivom - **Metode višekriterijumske optimizacije**, navedene su neke od poznatih metoda za višekriterijumsku optimizaciju.

Četvrto poglavlje, pod nazivom - **Koncepcija i istraživanje**, detaljnije dovodi do zaključka da sve probleme u donošenju odluka višekriterijumska optimizacija ne rešava na identičan način. Sve je to potrebno na neki način matematički osmisliti kao i naglasiti redosled rada. Međutim za primenu matematičkih operacija u linearnoj algebri i uopšte u računu moraju se znati uslovi koji moraju biti zadovoljeni. Pitanje je dali psihološke ili subjektivne osobine imaju mogućnost da budu izmerene.

Peto poglavlje, pod nazivom - **Uređeni skupovi i mreže**, ima za cilj da naglasi matematički pristup odabiru najpovoljnijih alternativa.

Šesto poglavlje, predstavlja rad pod nazivom - **Mrežna metoda za višekriterijumsku analizu**, gde je pokazana jedna nova metoda za određivanje optimalnog rešenja. Primena ove metode pokazana je na primeru Visoke poslovne škole strukovnih studija iz Blaca kao i na još nekoliko primera iz prakse. Novi metod je upoređen sa nekim već dobro poznatim metodama za višekriterijumsko odlučivanje kako bi se uporedili njihovi rezultati.

1 Čupić, M., Tumala R., Savremeno odlučivanje, metode i primena, Beograd, 1994., str.426

1. Predviđanje i planiranje 8

1.1. Pojam, karakteristike i značaj predviđanja 8

1.2. Odnos predviđanja i planiranja 11

1.3. Horizonti predviđanja 13
1.3.1. Sadržina i značaj prostornog horizonta preduzeća 13
1.3.2. Vremenski horizont predviđanja 14

1.4. Osnovni pojmovi o odlučivanju 16

1.5. Proces odlučivanja 19

1.6. Pojam optimizacije 21

1.7. Matematički modeli i optimizacija 22

1.8. Zadatak optimizacije 22

1.9. Šematski prikaz procesa optimizacije 23

1.10. Pregled metoda optimizacije 24

1.10.1. Metode bezuslovne optimizacije 24
1.10.2. Metode uslovne optimizacije 25

1. Predviđanje i planiranje

1.1. Pojam, karakteristike i značaj predviđanja

Da bi se poboljšale postojeće i prevele u željene potencijalne performanse u poslovanju preduzeća skoro redovno se naglašava nekoliko odrednica:

- potreba anticipiranja konsenkvenci odluka koje se donose u sadašnjosti,
- kompleksnost i dinamičnost sredine (okruženja) u kojoj će se one ostvarivati,
- potreba aktivnog odnosa menadžmenta preduzeća prema izazovima iz okruženja, bilo da su oni pozitivni za preduzeće, ili pak negativni.
- vizionarska koncepcija promena koje će preduzeće vršiti, i
- spremnost da se upravlja iznenađenjima i rizicima.

Kako planiranje ne uključuje donošenje budućih odluka, nego se odnosi na donošenje tekućih odluka sa projekcijom u budućnost, bitno je da se kroz anticipiranje budućnosti i zauzimanje stava o budućem toku događaja poveća stepen izvesnosti ostvarivanja očekivanih rezultata odluka, koje se, dakle, uvek donose u sadašnjosti.

"Problem je u tome koju budućnost mi treba da razmatramo, kao i kako da je pretvaramo u simultane odluke u sadašnjosti."[2]

Oni koji imaju verovanje da će prirodni tok događaja dovesti sam po sebi do željenih stanja, i nemaju ni potrebe za predviđanjem budućnosti pa nemaju ni razmišljanje i promišljanje kako da se ista iskoristi.

Planiranje je dakle, proces koji je usmeren na to da "generiše" buduća stanja, tj. ona stanja koja se žele, a za koja se ne očekuje da bi se desila, ako se nešto ne učini planskom akcijom.

Otuda, planiranje uključuje optimističku i pesimističku komponentu. Optimizam se bazira na shvatanju da se nešto može uraditi u sadašnjosti da bi se povećale šanse da se željene stvari dese u budućnosti. Pesimizam leži u verovanju da, ukoliko se nešto ne preduzme sada, nije verovatno da će se željeno buduće stanje desiti.

Među aktivnostima koje treba uraditi u sadašnjosti, a u cilju povećanja izvesnosti ostvarivanja planiranih zadataka i rezultata, dominantno mesto zauzima aktivnost predviđanja. Otuda se to predviđanje definiše kao:

"Istraživanje budućnosti, s ciljem da se dođe do pouzdanih planskih pretpostavki, odnosno stavova o relevantnosti i prirodi dejstva eksternih i internih faktora na buduće poslovanje preduzeća".[3]

Njegov značaj determinisan je potrebom povećanja stepena izvesnosti realizacije planskih odluka.

2 Drucker, P. "Postkapitalističko društvo", Grmeč i Privredni pregled, Beograd, 1995., str. 18

3 Todorović, J., Đuričin, D., Janošević, S., "Strategijski menadžment", Institut za tržišna istraživanja, Beograd, 2000., str. 183.

Prethodna definicija predviđanja ukazuje na nekoliko njegovih bitnih karakteristika:

– istraživački napor, što znači da treba da uvažava naučno zasnovane metode istraživanja;

– bavi se budućnošću u smislu otkrivanja šansi, odnosno ukazivanja na opasnosti koje se formiraju u budućnosti;

– predviđanje vezuje budućnost za poslovanje preduzeća s ciljem da se olakša donošenje i realizacija planskih odluka;

– predviđanje podrazumeva zauzimanje stava o anticipiranim tokovima budućih događaja (rezultati predviđanja figurišu kao ključne premise planiranja);

– osnovni smisao predviđanja i planiranja jeste da se minimiziraju rizik i neizvesnost u poslovanju.

Na osnovu toga vidi se da predviđanje figuriše kao nužna prethodnica procesa planiranja. Brojni faktori afirmišu značaj predviđanja kao integralnog dela procesa savremenog planiranja.

Posebno je značajno biti spreman:

– blagovremeno iskoristiti šanse,

– predvideti opasnosti,

– minimizirati ih i biti svestan.

Odnosno imati na oku kretanja na područjima kao što su:

– širenje i inteziviranje fronta konkurentske borbe,

– tendencije globalizacije biznisa,

– pravci i brzina tehničko – tehnološkog progresa,

– apsolutno i relativno pomanjkanje resursa,

– nestabilnost tržišnih i ekonomskih uslova,

– kao i to da okruženje postaje sve više amorfno i kompleksno.

Preduzeća koja predviđaju i planiraju suočavaju se sa poznatim problemima, a ona koja to ne čine uvek se bave novim problemima i trpe iznenađenja. Zbog toga je poželjno da menadžment preduzeća bude u stanju

– da pliva ispred struje (proaktivistički pristup)

– preusmerava struju (interaktivistički pristup).

Proaktivistički pristup znači da preduzeće očekujući promene, nastoji da iste predvidi i na taj način bude u stanju da ih blagovremeno iskoristi.

Interaktivistički pristup uključuje pretenziju preduzeća da menja budućnost, odnosno da kroz iniciranje novih tržišnih, tehnoloških i drugih promena, kreira sopstvenu budućnost.

Organi upravljanja moraju da vode računa o dve stvari:

– da obezbede rad preduzeća u sadašnjosti, jer u protivnom ono neće biti sposobno da posluje u budućnosti i

– moraju osposobiti preduzeće da radi, raste i menja se u budućnosti.

Isto tako, oni nemaju izbora nego da prihvate budućnost, da pokušaju da je oblikuju, i da uravnoteže kratkoročne i dugoročne ciljeve.

"Budućnost" se neće dogoditi zato što to neko žarko želi.

- Ona zahteva odluku – sada.
- Ona nameće rizik - sada.
- Ona zahteva akciju – sada.
- Ona traži alokaciju resursa, a pre svega ljudskih resursa i znanja,
- Ona zahteva rad – sada." [4]

Kvalitet planskih odluka i aktivnost koje one pokreću određeni su kvalitetom predviđanja, tj. širinom i dubinom uvida u dinamiku faktora okruženja kao i sposobnošću spoznaje karaktera njihovog uticaja na buduće poslovanje preduzeća.

U savremenim uslovima predviđanje treba da omogući privrednom subjektu da poveća stepen efektivnosti svoga poslovanja, tj. da se u svakom stadijumu svoje egzistencije bavi pravim stvarima. Integrisanje predviđanja i planiranja treba da mu omogući da uspostavi što adekvatniju korespodenciju između svog delovanja i izazova i pretnji koje se formiraju faktorima okruženja.

Predviđanje pomaže da se smanji jaz između stvarnog i mogućeg u poslovanju preduzeća, odnosno omogućava da se zahvaljujući blagovremenoj spoznaji poruka okruženje češće nalazi u situaciji da bira, a ređe da reaguje na nepovoljne iznenadne okolnosti.

Imperativ za predviđanje proizilazi iz pozicije i konfiguracije savremenog robnog proizvođača.

Značaj predviđanja je promenljiv i zavisi od:

- stabilnosti i kompleksnosti tržišta,
- vida organizacije proizvodnje,
- uspostavljenih odnosa sa kupcima i dobavljačima,
- raspoloživosti podataka i
- izraženosti određenog područja predviđanja.

U nestabilnom privrednom ambijentu predviđanje je značajno otežano. Na značaju dobija operisanje sa scenarijima mogućih aktivnosti i projektovanje repertoara poslovnih poteza, kao i spremnost prihvatanja rizika. Preduzeća su prinuđena da se kroz ulaganje u informacije navikavaju na život u uslovima diskontinuiteta, i da zahvaljujući internoj i eksternoj fleksibilnosti upravljaju iznenađenjima.

Eksterno orijentisano planiranje sve više afirmiše monitoring okruženja i spremnost da blagovremeno dešifruje signale koji nose poruke o tržišnim, tehnološkim i društvenim fenomenima.

4 Drucker, P. "Management", Harper and Row Publishers, New York, 1973., str. 122.

1.2. Odnos predviđanja i planiranja

S obzirom na to da su i planiranje i predviđanje orijentisani na budućnost, ponekad se u praksi, a i u teoriji ne pravi jasna razlika između ova dva pojma. Oni se čak ponekad koriste kao sinonimi, a u terminologiji postoje i izrazi kao što su: prognoza, predikcija, projekcija, anticipacija, intencija i futurologija koji se takođe ponekad poistovećuju sa predviđanjem i planiranjem.

Između gornje grupe termina i predviđanja postoji podudarnost, te se neke od njih koriste za bliže objašnjenje predviđanja. Ali, kada je reč o predviđanju i planiranju, smatra se da ima dovoljno elemenata da se oni međusobno razlikuju.

Planiranje je proces donošenja planskih odluka, a predviđanje je anticipiranje budućeg toka događaja, tj. stvaranje predstave unapred o mogućem ishodu događaja u budućnosti i zauzimanja stava o njihovoj relevantnosti za poslovanje preduzeća u budućnosti. Dakle, iz procesa planiranja rezultiraju planske odluke, a iz procesa predviđanja nastaju planske premise.

Planiranje podrazumeva preuzimanje akcija, dok predviđanje uključuje istraživanje, planiranje uključuje konkretizaciju ponašanja preduzeća, dok predviđanje uključuje širi krug opcija jer operiše sa budućnošću koja uglavnom uključuje neizvesnost. Otuda predviđanje inicira i izmenu planova.

Budući da rezultira u planskim pretpostavkama, predviđanje nužno podrazumeva operisanje sa informacijama iz prošlosti, sadašnjosti i budućnosti, dok planiranje uključuje vrednovanje i izbor alternativa. U tom pogledu predviđanje uključuje istraživačku, a planiranje kreativnu fazu, tzv. fino programiranje u ukupnom procesu upravljanja poslovanjem preduzeća.

Time što anticipira tokove događaja, uključujući i spoznaju mogućih reakcija okruženja na akcije dotičnog preduzeća, predviđanje omogućava da se preduzme pravi rizik i na taj način unapredi proces planiranja. Zbog imanentnosti rizika u ekonomskoj aktivnosti, stvarni problem nije da se eliminiše rizik, nego da se identifikuje rizik, razume njegova priroda, i prema tome izabere pravac akcije sa što manjim rizikom.

Predviđanje odgovara na pitanje gde bi moglo da se nađe preduzeće, imajući u vidu buduće šanse i opasnosti u razvoju događaja, dok planiranje odgovara na pitanje gde bi trebalo da ide preduzeće (utvrđivanje ciljeva i strategije) kao i na pitanje kako to postići (koncipiranje programa, postupka i stvarno preduzimanje akcija).

Predviđanje i planiranje treba tretirati kao dve nerazdvojne komponente na kojima se zasniva proces upravljanja poslovanjem savremenog preduzeća. Zajedničko im je usmerenost na budućnost do koje se ipak dolazi preko sadašnjosti, a koja je opet pod uticajem budućnosti. Zbog toga se ističe da je ponašanje preduzeća "određeno prošlošću, sredinom u kojoj sada deluje i nekom slikom budućnosti".

U literaturi ima i drugačijih interpretacija odnosa planiranja i predviđanja. Neka shvatanja ne odvajaju planiranje od predviđanja nego predviđanje smatraju integralnim delom procesa planiranja, dok drugi insistiraju na potpunom odvajanju ove dve aktivnosti i to na domen planiranja, koji znači mogućnost neposrednog regulisanja tokova u privredi, i domen predviđanja koji se odnosi na situacije kada se privrednim procesima ne vlada u dovoljnoj meri.

Kada je reč o odnosu prognoze i pedviđanja, uobičajeno je da se koriste kao sinonimi, iako ima pokušaja da se oni diferenciraju.

Prognoza (od grčke reči prognosis = prethodno znanje, prethodno saznanje) objašnjava se kao "određivanje ishoda nekog stanja koje je već u toku ili u očekivanju, predviđanje, predskazivanje, zaključivanje unapred o nečemu…" ili kao "predviđanje kako trajanja, tako i ishoda nekog određenog procesa ili aktivnosti zasnovano na utvrđenim podacima".

Polazeći od ranije definicije predviđanja za koje se kaže da se bavi budućnošću, ali da podrazumeva zauzimanje stava o anticipiranom toku događaja, proizilazi da je prognoza više neutralan i pasivan napor na polju istraživanja budućnosti, dok je predviđanje usmereno na pripremu podloga za planiranje.

Zbog toga je realnije shvatanje koje polazi od toga da se "pod prognoziranjem podrazumeva slobodna, neobavezna procena budućeg toka događaja, dok je predviđanje prihvaćen stav o budućem događaju od koga se polazi u definisanju planskih odluka".

Što se tiče projekcije, i nju takođe treba razlikovati od predviđanja, budući da ona predstavlja metod predviđanja. Razlikuje se mehanička i analitička projekcija.

Mehanička projekcija se bazira na mehaničkom produžavanju tokova iz prošlosti u budućnost, pretpostavljajući da neće dolaziti do diskontinuiteta u kretanju događaja u budućnosti. Ovakav metod predviđanja se naziva i pasivnim predviđanjem.

Analitička projekcija podrazumeva da se predviđanje toka događaja u budućnosti zasniva na razumevanju uzročno-posledičnih odnosa u kretanju događaja u prošlosti i sadašnjosti, što znači da dozvoljava i drugačije kretanje događaja u budućnosti. Ova projekcija se naziva i aktivnim predviđanjem. Naime, analitičke projekcije imaju aktivan stav prema budućnosti i pouzdanije su za privredna predviđanja, dok se mehaničke projekcije mogu koristiti samo za kratkoročna predviđanja.

Sa stanovišta korišćenja projekcije u planiranju korisno je praviti razliku između izveštajne, željene i planirane projekcije.

Izveštajna projekcija pomaže da preduzeće predvidi gde bi bilo, odnosno u kakvo stanje svojih odnosa sa okruženjem će doći ako ništa se ne menja u načinu svoga poslovanja.

Željena projekcija oslikava stanje u koje bi mogio da se dođe imajući u vidu anticipirane promene u faktorima okruženja, dok razlika između ove dve projekcije čini domen planirane projekcije. Prema tome, planirana projekcija oslikava stanje u koje je moguće doći na bazi pretpostavljenih planskih akcija.

Proizilazi da izveštajna projekcija odgovara na pitanje gde bi preduzeće bilo u odsustvu planskih akcija, a željena projekcija odgovara na pitanje gde bi moglo da bude ako bi iskoristilo izazove koje nudi budućnost, dok planirana projekcija odgovara na pitanje gde može biti imajući u vidu planirano preduzimanje akcija.

1.3. Horizonti predviđanja

Budući da se putem predviđanja pripremaju osnove za planiranje, relevantno je da se u istraživanju budućnosti što dublje pronikne u faktore i zakonitosti koje opredeljuju tokove budućih događaja. Osim toga, bitno je sagledati koliko dugo će pojedine planske odluke tangirati poziciju i poslovanje preduzeća.

Spoznaja tokova događaja u budućnosti, utvrđivanje njihove relevantnosti za poslovanje preduzeća i anticipiranje konsekvenci sadašnjih planskih odluka osnovne su preokupacije predviđanja. Kroz predviđanje obezbeđuje se vidik za planere. Zbog toga se operiše horizontom preduzeća koji se stvara kroz proces predviđanja. Ovaj horizont se može posmatrati sa prostornog i vremenskog aspekta.

1.3.1. Sadržina i značaj prostornog horizonta preduzeća

Prostorni horizont se odnosi na širinu i dubinu (oštrinu) uvida preduzeća u faktore njegovog okruženja. Radi se o naporu kojim se želi kroz proces prepoznavanja glavnih segmenata bližeg i daljeg okruženja predvideti poslovni ambijent preduzeća. Ovaj horizont uključuje prepoznavanje bližeg (ciljnog) i daljeg (opšteg) okruženja.

Bliže okruženje, koje se još naziva i poslovnim ili konkurentskim, je prvi krug poslovnog horizonta u kojem treba da se sagledaju faktori koji opredeljuju mogućnost pribavljanja resursa i položaj preduzeća na tržištu prodaje.

Dalje ili posredno okruženje čine faktori koji su izvan kontrole preduzeća, a koji indirektno opredeljuju poslovni ambijent, te se takođe moraju uključiti u vidokrug posmatranja i predviđanja.

Značaj prostornog horizonta određuju razni faktori, a među njima treba pomenuti: veličinu preduzeća, prirodu i širinu njegovih veza sa okruženjem, prirodu grane, ambicije planera i sl.

Što se tiče postupka identifikovanja i predviđanja komponenti prostornog horizonta, načelno, postoje dva pristupa:

"Od vrha na dole"– polazi od toga da bi u predviđanju i definisanju planskih pretpostavki trebalo poći od najopširnijih uticaja na poslovanje preduzeća, pa kroz sužavanje i konkretizaciju doći do ocene njihove relevantnosti za neposredno poslovanje preduzeća. U osnovi ovog pristupa nalazi se verovanje da je proizvodnja dotičnog preduzeća uslovljena onim što se dešava u najširem okruženju.

"Odozdo na gore" – polazi od specifičnog ka opštem, svojstven je manjim preduzećima. Naime, do planskih veličina se dolazi na taj način što se u predviđanju polazi od mogućnosti prodaje svake grupe proizvoda, zatim se vrši njihovo agregiranje da bi se aproksimirala moguća prodaja za preduzeće kao za celinu.

Međutim, s obzirom na to da je budući poslovni ambijent i budućnost preduzeća određena kako dinamikom faktora okruženja tako i sadašnjim odlukama dotičnog preduzeća, najbolje je da se u identifikovanju i predviđanju prostornog horizonta osloni na kombinaciju prethodna dva metoda.

1.3.2. Vremenski horizont predviđanja

S obzirom na to da ostvarivanje planova podrazumeva protok kraćeg ili dužeg vremenskog perioda, to je u momentu njihovog donošenja nužno predvideti period bar toliko dug da obuhvati trajnost konsekvenci planskih odluka.

"Vremenski horizont" je veličina vremenskog intervala u kome se mogu predviđati kretanja određenih privrednih pojava, koje bitno utiču na poslovanje preduzeća. On je određen i činjenicom da se mogućnost predviđanja smanjuje što se više ide u budućnost, a isto tako se smanjuje mogućnost korišćenja prošlim iskustvom što se ide dalje u prošlost.

Vremenski horizont je "budući vremenski period od kojeg dalje privredne veličine, zbog neizvesnosti, pokazuju takvu širinu kolebanja da se više ne mogu koristiti za odlučivanje". Radi se o intervalu koji je bitno utvrditi da bi se moglo da izvrši prikupljanje podataka i predvidi budući tok vremenskog horizonta.

Iako nije moguće precizno utvrditi granice pojedinih intervala uobičajena je podela na: kratki, srednji i dugi rok. Shodno tome govori se o:

- kratkoročnom predviđanju koje obuhvata period do godine dana,
- srednjoročnom predviđanju, koje se odnosi na period od jedne do pet godina i
- dugoročnom predviđanju koje pokriva period preko pet godina.

Kratkoročno predviđanje. Može se reći da kratkoročno predviđanje obuhvata period koji je dovoljno dug da se varijabilni faktori proizvodnje upotrebe u različitim kombinacijama, a u cilju maksimiziranja poslovnih rezultata.

Ova vrsta predviđanja je osnova za pripremu kratkoročnih, odnosno operativnih planova. Značajno je u onim delatnostima koje su pod uticajem faktora koji se regularno pojavljuju tokom cele godine. Otuda, kratkoročno planiranje obuhvata identifikovanje, anticipiranje i dimenzioniranje uticaja faktora koji će sticajem određenih okolnosti u tom periodu nastupiti.

Kada je reč o faktorima koji se regularno pojavljuju misli se na dimenzionisanje uticaja:

- sezone,
- klimatskih faktora,
- godišnjih odmora i školskih raspusta,
- ustaljenih kulturnih, privrednih, sportskih i političkih manifestacija,
- državnih i verskih praznika i sl.

Budući da se radi o faktorima koji se redovno pojavljuju u toku godine u predviđanju njihovog uticaja može se u značajnoj meri osloniti na prošlost, tj. na korišćenje podataka o kretanju obima prodaje u periodima dejstva ovih faktora.

Zavisno od prirode problema, moguće je osloniti se na zaključivanje po analogiji u smislu da se na bazi sličnosti između dva skupa događaja predvide određene konsekvence.

U određenim situacijama može se pribeći i dedukciji, tj. da se polazeći od opštih zakona dođe do pojedinačnih zaključaka. Proizilazi da u predviđanju nastupanja ovih faktora mora da se operiše sa predviđanjem sa što dužim vremenskim horizontom, s jedne i što dubljim razumevanjem prirode dejstva faktora na tražnju i mogućnosti preduzeća, s druge strane.

Srednjoročno predviđanje. Sam naziv ukazuje da se radi o predviđanju koje obuhvata period vremena između kratkoročnog i dugoročnog. Uobičajeno je da se vezuje za period od 5 godina, iako u pojedinim granama dužina ciklusa ne korespondira petogodišnjem periodu. U velikom broju grana zapaža se pojavljivanje poslovnih ciklusa koji traju 2-5 godina, koje je za razliku od uticaja sezone teško dimenzionisati zbog dužeg vremenskog perioda koji obuhvataju.

Zbog činjenice da se radi o periodu u kojem se, zavisno od prirode grane, može puno toga dogoditi sa ili bez uzročno – posledične povezanosti sa dugoročnim trendom, mnogi autori smatraju ova predviđanja vrlo teškim, ali, možda najkorisnijim.

Zbog toga, upravo predviđanje kretanja privrednih i društvenih faktora u petogodišnjem vremenskom intervalu treba da omogući realnije opredeljivanje ciljeva, akcija, i uslova koji će se ostvarivati u srednjoročnom planu.

Imajući u vidu veličinu i dužinu konsekvenci planskih odluka koje rezultiraju iz srednjoročnog planiranja, moglo bi se reći da se radi o kjučnom intervalu vremenskog horizonta predviđanja.

Dugoročno predviđanje. Dugim rokom se smatra period dovoljno dug da se promene svi faktori procesa proizvodnje. Pojam je prvi uveo Alfred Marshall, a danas se pored kategorije dugog roka u kojem su svi faktori proizvodnje varijabilni, razlikuje i tzv. vrlo dug period u kojem je moguće potpuno promeniti i tehnološku osnovu proizvodnje. Dugoročno predviđanje obuhvata period dovoljno dug da se sagledaju konsekvence najradikalnijih planskih odluka. Budući da se odnosi na najduži vremenski interval i najširi prostorni horizont, ovo predviđanje uključuje visok stepen neizvesnosti.

Tačnost predviđanja uslovljena je:

- dužinom vremenskog perioda,
- stabilnošću uslova predviđanja,
- veličinom uticaja preduzeća na okolinu,
- metodama i tehnikama koje se koriste u predviđanju.

Danas se u teoriji i praksi koristi veliki broj metoda i tehnika predviđanja koje imaju dobre i loše strane zavisno od područja i dužine vremenskog perioda za koje se u predviđanju koriste.

Tačnost predviđanja može da bude ugrožena zbog:

- neadekvatnog baznog perioda,
- dejstva neekonomskih faktora,
- neregularnosti u dejstvu vremenskih (klimatskih) faktora,
- obuhvatnosti i dužini predviđanja i
- iznenađenja u ponašanju konkurentskih preduzeća.

1.4. Osnovni pojmovi o odlučivanju

Donošenje odluka stalno je prisutno u svim domenima egzistencije, od svakog pojedinca do najrazličitijih organizovanih oblika ljudi i društva. U bezbroj svakodnevnih i raznovrsnih situacija odluke donosi pojedinac, porodica, neformalne i formalne grupe ljudi, društvena udruženja i organizacije, privredni i drugi poslovni subjekti. U cilju donošenja odluka, od strane donosioca odluke - pojedinca ili grupe ljudi, sprovodi se odgovarajući proces odlučivanja, što kod složenijih situacija najčešće uključuje korišćenje modela u razmatranom sistemu i optimizacije u sistemu posredstvom rešenja usvojenog na modelima.

Sprovođenje usvojenih planova iziskuje odgovarajuću podršku kroz permanentne dodatne akcije i aktivnosti, a o mogućnosti da će se plan efikasno sprovoditi moralo je da se, u što je moguće većoj meri, vodi računa od početka u toku identifikacije problema i pripremanja odluke.

Matematička teorija odlučivanja postavlja precizne definicije za donošenje odluke, ali u opštem slučaju, odlučivanje predstavlja izbor između određenog broja alternativa.

Odlučivanje je određivanje onoga šta treba uraditi. Ultimativni cilj svakog odlučivanja je izvršenje neke akcije. Za donošenje neke odluke na raspolaganju stoji više alternativa, odnosno više alternativnih odluka. U cilju detaljnijeg sagledavanja razmatrane problematike može se ukazati na sledeće definicije:

Odluka - je rezultat odlučivanja i uvek se donosi da bi se ispunili određeni zahtevi - ciljevi koji su postavljeni u razmotrenom problemu."Odluka je izbor između više alternativnih mogućnosti za rešavanje problema."[5]

Odlučivanje - predstavlja izbor između više mogućih alternativa, iz mnoštva prethodno pripremljenih alternativa, odnosno između više mogućih alternativa za razmatrani problem. Prema Bulat-u "Odlučivanje je proces u kome se vrši izbor između više alternativnih mogućnosti za promenu stanja radi postizanja cilja."[6]

Donosilac odluke - je svako u poslovnom okruženju sa kompetencijom da odlučuje, i to u onom delu za koji snosi i punu odgovornost."Odlučivanje predstavlja niz aktivnosti koje su međusobno povezane, uslovljene, slede jedna iz druge, a čiji je rezultat donošenje odluke."[7] Donosilac odluka može biti pojedinac ili grupa ljudi. Odluka se može doneti i kada postoji i samo jedna alternativa za izbor.

Proces odlučivanja - je proces kojim se stvara odluka. To je niz međusobno povezanih i uslovljenih aktivnosti koje se odvijaju sukcesivno, usmerene ka krajnjem cilju da se donese određena odluka.

Svrha odlučivanja je, dakle da se dođe do odluke. Može se reći da je svrha opšte opravdanje svakog postupka, a cilj je ono što je potrebno postići određenim postupkom.

Postupkom se stvara rezultat kojim se u potpunosti ili delimično postiže ili uopšte ne postiže željeni cilj. Skup raspoloživih alternativa ili akcija naziva se strategija.

5 Schermerhorn, J.P., Management and Organizacional Bihevior, John Willey.N. y.,1996, str. 194.

6 Bulat,V., Industrijski menadžment, ICIM, Kruševac., 1997., str. 245.

7 Zver, B., proces odlučivanja u organizacijama udruženog rada, Informator, Zagreb, str.78.

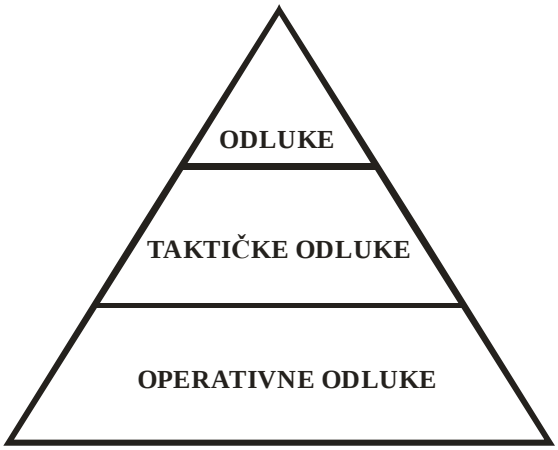
Alternative između kojih treba izvršiti izbor i usvojiti jednu od njih kao odluku poseduju određenu količinu informacija o karakteristikama konkretnog predmeta odlučivanja. Složenost izbora odluke je obrnuto proporcionalan broju alternativa i količini informacija o svakoj postojećoj alternativi.

Neki autori ukazuju da se izbor može izvršiti na osnovu:

- tehnike odlučivanja, kada se koristi skup detalja, tehnika ili metoda.
- pravila odlučivanja, kada se koriste odgovarajući vodiči ili testovi za prosuđivanje
- veštine odlučivanja, tj. sposobnosti korišćenje tuđeg znanja u rešavanju problema.

U raznim, konkretnim slučajevima donosi se niz odluka ali se može prihvatiti da bilo koja odluka pripada jednoj od tri osnovne grupe (*Slika 1.1*), što je saglasno sa najčešćim nivoima odlučivanja, a u svakoj narednoj grupi ima više odluka nego u prethodnoj grupi.[8] Odluke se dele na:

- strateške odluke, sa dugoročnim posledicama,
- taktičke odluke kojima se sprovode strateške odluke,
- operativne odluke koje nastaju kada se jedna taktička odluka dalje razlaže na više odluka nižeg nivoa.



Slika 1.1 Vrste odlučivanja

Za donošenje svake konkretne odluke potrebno je imati na umu četiri naredne karakteristike:

a) Važnost. Na pristup pripremanju i sprovođenju odluke od osnovnog uticaja je njen značaj, što se iskazuje kroz: ciljeve koje treba ostvariti odlukom (strateške, taktičke i operativne prirode), posledice donošenja ili nedonošenja dobre odluke, posledice sprovođenja ili nesprovođenja donete dobre odluke i posledice sprovođenja loše odluke.

b) Vreme. Za donošenje odluke potrebno je odgovarajuće vreme za pripremu. Odluka se mora doneti blagovremeno kako bi se postigli najbolji efekti u datim uslovima. I najbolja odluka doneta sa zakašnjenjem više ne mora biti dobra odluka, usled moguće promene uslova u kojima se ona sprovodi.

8 I.Nikolić; S.Borović; Višekriterijumska optimizacija,1996g, p 1-3

Efekti zakasnele odluke mogu biti umanjeni, odnosno imati manje ili veće štetne posledice, a neka druga odluka bi imala optimalne rezultate.

c) Troškovi. Vrednost odluke ne može biti manja od učinjenih troškova za njeno pripremanje, imajući pri tome na umu da cena pogrešno donete odluke može biti vrlo velika. Na primer: pogrešne strateške odluke mogu imati dugoročne negativne posledice koje se ili ne mogu otkloniti ili neutralisanje takvih posledica traje dugo, odnosno zahteva velike troškove, uključujući i troškove pripremanja novih odluka.

d) Složenost. Razmatranje velikog broja činjenica, njihova promenljivost i zavisnost, stepen pouzdanosti podataka i njihova kompletnost, određuju stepen složenosti odluke i pristup pripremanju takve odluke.

U realnim situacijama vrlo često je prisutno da na ostvarenje cilja za koji se donosi odluka utiče veliki broj faktora i pri donošenju odluke analiziraju se samo oni faktori koji se u tom trenutku smatraju najznačajnijim.

Na postizanje cilja odluke donete u sadašnjosti deluju i faktori u budućnosti koji u trenutku donošenja odluke nisu poznati, odnosno na njih se ne može uticati. U zavisnosti od stepena poznavanja svih faktora pri donošenju jedne odluke razlikuje se:

- odlučivanje pri izvesnosti,
- odlučivanje pri riziku i
- odlučivanje pri neizvesnosti.

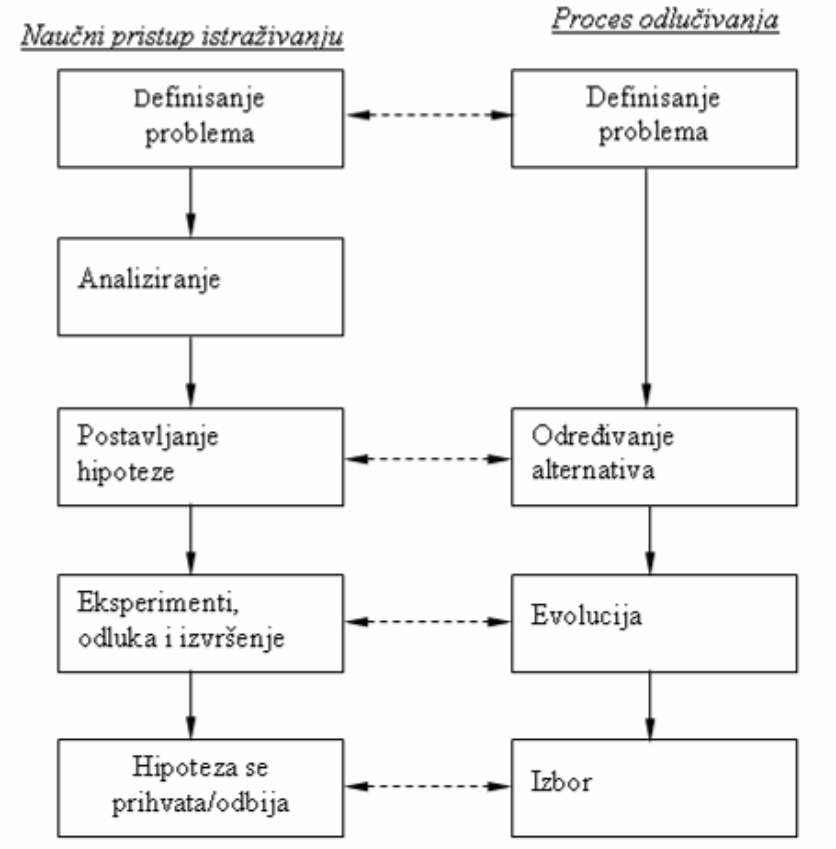
Malo je problema u kojima se postavlja ostvarivanje samo jednog cilja. Većina realnih problema imaju svojstvo da se u svakom konkretnom slučaju donosi takva odluka kojom je potrebno da se istovremeno ostvare više ciljeva koji mogu biti i konfliktni.

Na osnovu navedenog proizilazi da odlučivanje predstavlja izuzetno složen proces i ono može biti dvojako:

- racionalno odlučivanje ili naučno odlučivanje, izborom najbolje alternative na bazi kvantitativnih analiza potrebnih podataka i informacija, odnosno, utvrđivanja i argumentovanog poređenja svih raspoloživih alternativa, koristeći odgovarajuće naučne metode i moderna tehnička sredstva, ili
- intuitivno odlučivanje, oslanjajući se na osećaj i stečena iskustva u sličnim situacijama iz prakse.

1.5. Proces odlučivanja

Proces odlučivanja *(PO)* ili proces donošenja odluka sastoji se iz određenih faza i mnogi autori definišu te faze na različite načine, ali se ističe da ovaj proces ne može biti u potpunosti univerzalan za sve vrste sistema i sve vrste odluka, već se mora definisati i sprovoditi u zavisnosti od specifičnosti slučaja koji se analizira (*Slika 1.2)*[9]. Naučni pristup odlučivanju počiva na opštoj definiciji francuskog filozofa i matematičara iz *XVII* veka *DESCARTES* - a o naučnom pristupu istraživanju.



Slika 1.2 Naučni pristup procesa donošenja odluka

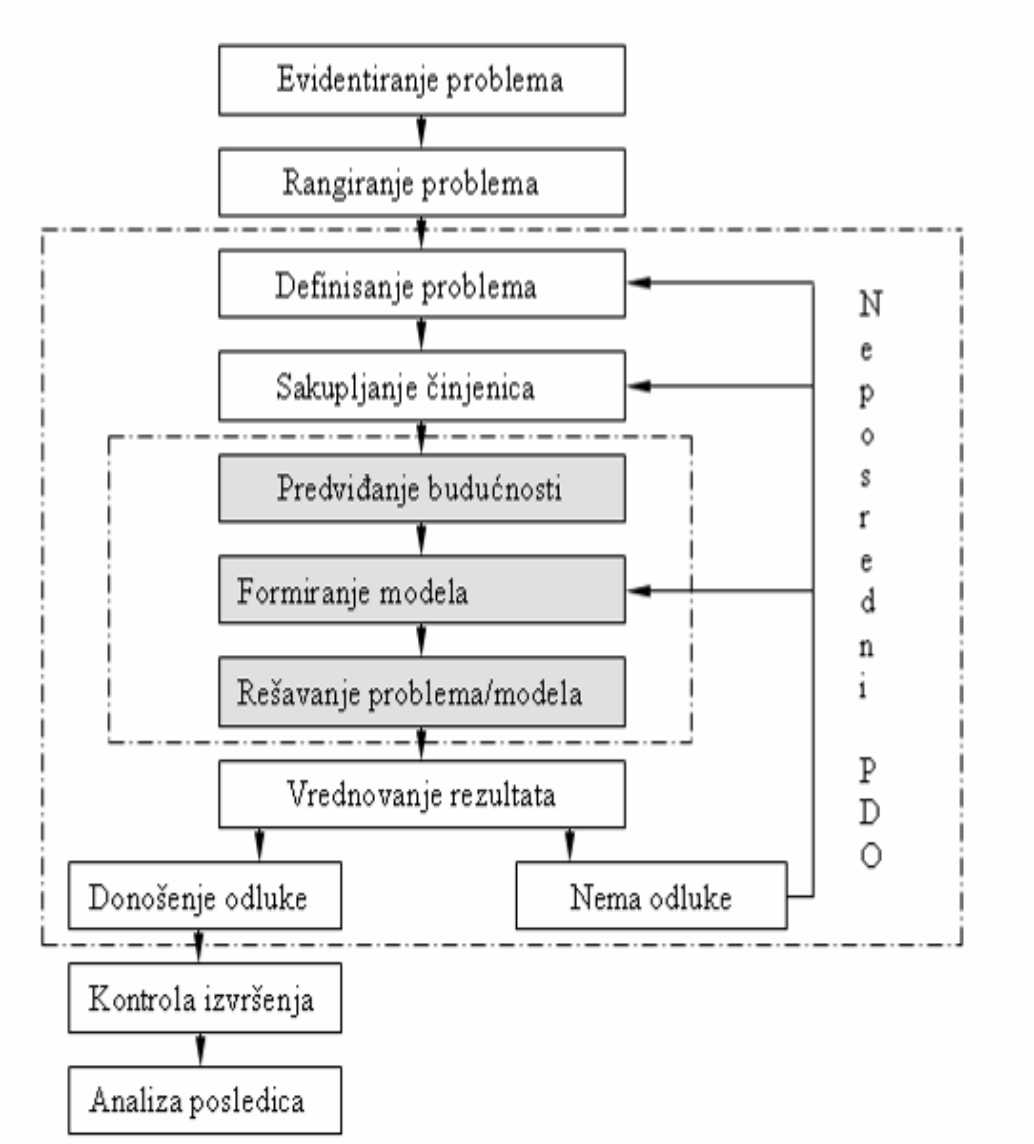
Prihvatljivo je posmatrati 11 faza procesa odlučivanja (*Slika 1.3*)[10] čiji se sadržaj i bez detaljnih obrazloženja, može tumačiti iz samih naziva faza. U ovom pristupu se neposrednim procesom donošenja odluka smatraju faze *3 do 9.*

Rukovodeći se donošenjem jedne odluke date su i potrebne interakcije među svim fazama, a osenčavanjem faza *5 do 7* označava se da mnogi autori ove faze ne razdvajaju, već ih smatraju jednom od bitnijih faza u procesu donošenja odluka.

U slučajevima kada nema odluke povratna sprega može da vodi do bilo koje od faza od *5 do 7.*

9 I.Nikolić;S.Borović; Višekriterijumska optimizacija,1996g, p 1-9

10 I.Nikolić;S.Borović; Višekriterijumska optimizacija,1996g, p 1-3



Slika 1.3 Faza procesa donošenja odluka

Razlaganjem odluka u suštini, nastaje novi proces donošenja odluka. Time se postiže proces odlučivanja, ali se istovremeno doprinosi uspešnijem sprovođenju osnovne odluke, imajući veće mogućnosti kontrole, analize posledica i korekcije nižih odluka u realnim problemima.

Vrlo često su prisutne i situacije kada jednom doneta odluka o određenom problemu ne mora ostati u prvobitnom obliku, već na osnovu analize trenutno aktuelnih uslova u sistemu i njegovom okruženju, nastaje potreba sprovođenja jedne od narednih mera:

- da se prethodna odluka u manjoj ili većoj meri dopuni ili
- da se prethodna odluka u potpunosti zameni, ili
- da se prethodna odluka zameni odlukom o drugom odnosno novom problemu.[10]

1.6. Pojam optimizacije

Teorija optimizacije proučava kako da se opiše i postigne ono što je najbolje, ako se zna da se meri i razlikuje šta je dobro a šta loše.

Optimizacija se definiše kao nauka koja određuje "najbolje" rešenje određenog matematički definisanog problema.

Optimizacija nije samo numerički postupak za određivanje optimuma. Proučavajući i primenjujući različite optimizacione metode stiče se sposobnost prepoznavanja optimuma i u onim problemima koji nisu kompletno matematički formulisani.

Proces odlučivanja sadrži tri opšta koraka[11]:

- upoznavanje sistema,
- određivanje mera efektivnosti i
- optimizacija,

što znači da je za optimizaciju neophodno poznavanje sistema i mere vrednovanja.

Postupak rešavanja optimizacionog problema ima 5 faza[11]:

1. Formulacija problema,
2. Izrada matematičkog modela koji reprezentuje realni sistem,
3. Izbor i primena metode i izbora algoritma i programa za računar,
4. Testiranje modela dobijenog rešenja,
5. Implementacija.

U inženjerskoj praksi planiranja sistema koristi se prilaz "diskretnih modela" kada se, umesto izrade sveobuhvatnog matematičkog modela, projektuju varijantna rešenja. Za ovakav prilaz postupak rešavanja optimizacionog problema ima sledeće faze[11]:

1. Formulisanje problema,
2. Prikupljanje podataka o sistemu,
3. Definisanje kriterijuma za vrednovanje alternativnih rešenja,
4. Formulisanje alternativnih rešenja,
5. Vrednovanje alternativa,
6. Optimizacija - izbor najbolje alternative,
7. Završno projektovanje i
8. Implementacija.

U nekim slučajevima se koriste oba prilaza. Da bi se primenila neka optimizaciona metoda, u većini slučajeva je potrebna matematička formalizacija problema, odnosno matematički model.

11 S.Opricović,Višekriterijumska optimizacija sistema u građevinarstvu, Beograd, 1998, str. 40.

1.7. Matematički modeli i optimizacija

Polazeći od pretpostavke da za većinu odluka u konkretnim situacijama može važiti napred definisana varijanta procesa donošenja odluka pri razlaganju jedne odluke na njene delove, odnosno na niže odluke, i da je odluke potrebno donositi na osnovu argumentovanih činjenica, može se usvojiti, što nije neophodno detaljnije obrazlagati, da matematički modeli i optimizacione metode imaju značajnu, a u nekim slučajevima i nezamenljivu ulogu u najbitnijim fazama ovog procesa.

Pod matematičkim modelom realnog sistema podrazumeva se skup matematičkih relacija (formula, jednačina, nejednačina, logičkih uslova, operatora itd.) koje opisuju funkcionisanje sistema, odnosno određuju karakteristike stanja sistema (a preko ovih i izlaza) u zavisnosti od parametara sistema, ulaza, početnih uslova i vremena.

Optimizacioni matematički model ima tri elementa u vidu trojke (MM, L, F) gde je:

MM - matematički model u užem smislu (relacije između veličina u sistemu),

L - skup ograničenja i

F - funkcija kriterijuma.

1.8. Zadatak optimizacije

Zadatak optimizacije sistema je da se izvrši izbor najbolje varijante iz mogućih ili povoljnih varijanti u smislu usvojenog kriterijuma. Takva najbolja varijanta se naziva optimalno rešenje optimizacionog zadatka.

Optimalno rešenje predstavlja kompromis između želja (kriterijuma) i mogućnosti (ograničenja).

Kriterijum se obično izražava kriterijumskom funkcijom koja za najbolju varijantu (rešenje) treba da dostigne globalni ekstremum, s obzirom na ograničenja koja uslovljavaju mogućnost postizanja cilja optimizacije.

Sa matematičke strane optimizacija se svodi na određivanje ekstremuma kriterijumske funkcije.

1.9. Šematski prikaz procesa optimizacije

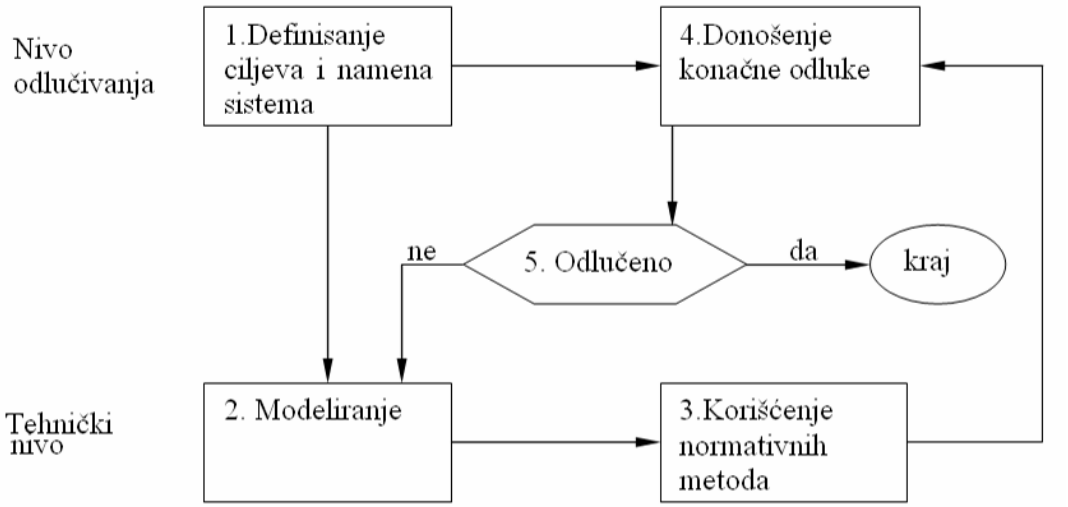
Šematski prikaz opšteg procesa optimizacije je dat na narednoj strani (*Slika 1.4*)[12]. Optimizacija je složen proces dolaženja do rešenja i odvija se u više faza i na više nivoa odlučivanja.

Osnovni koraci ili faze u optimizaciji su:

- Definisanje ciljeva i namena sistema i identifikacija načina postizanja željenih ciljeva,
- Formalni opis sistema i definisanja načina vrednovanja kriterijumskih funkcija,
- Korišćenje postojećih normativnih metoda, optimizacija u užem smislu,
- Usvajanje konačnog rešenja ili donošenje konačne odluke i
- Ako konačno rešenje nije usvojeno, srediti nove informacije ponovnim definisanjem zadatka.

Na nivou odlučivanja ključnu ulogu ima donosilac odluke. U složenim sistemima često donosilac odluke nije jedna osoba, već je to skup osoba sa specifičnim strukturama skupa. U takvim slučajevima tehnički nivo treba da predloži donosiocu odluke skup dobrih odluka, vodeći računa o tome da olakša donošenje konačne odluke, što znači da predložena rešenja treba da su jasno, kratko i precizno obrazložena i da njihov broj bude relativno mali.

Postupak donošenja konačne odluke zavisi od strukture donosioca odluke, skupa rešenja koji im se prezentira i širih društvenih normi.



Slika 1.4 Šematski prikaz procesa optimizacije

12 S.Opricović, Višekriterijumska optimizacija sistema u građevinarstvu, Beograd, 1998, str 44

1.10. Pregled metoda optimizacije

Postoje različite metode optimizacije koje se mogu svrstati u grupe prema različitim aspektima. Sa stanovišta prisustva ograničenja postoje metode za:

– bezuslovnu (bez ograničenja) optimizaciju,
– uslovnu (uz ograničenja) optimizaciju.

1.10.1. Metode bezuslovne optimizacije

- Metode pretraživanja

Određivanje vrednosti funkcije $f(x)$ u svim tačkama pravilne mreže i upoređivanjem tih vrednosti izdvaja se optimalna vrednost. Pretraživanje može biti sa konstantnim ili promenljivim korakom.

- Gradijentni postupci

Gradijentne metode predstavljaju metode sistematskog pretraživanja i nalaženja rešenja u iterativnom postupku za zadatke bez ograničenja. Polazi se od datog dopustivog rešenja (početnog) x_0 i iterativno se približava optimumu x^+. Novu vrednost x_k u k - toj iteraciji određuje se pomoću relacije $x_k = x_{k-1} + \alpha_k \cdot p_k$, α_k i p_k se određuju na osnovu gradijenta $\overline{V} f(x)$ koji predstavlja karakteristiku pojedinih postupaka.

- Njutnove metode

Newtan - Raphson - ova (Njutn - Rapsonova) metoda za rešavanje jednačine $f(x)$ =0 sa jednom promenljivom se sastoji u iterativnom postupku:

$$x_k = x_{k-1} - \frac{f(x_{k-1})}{f'(x_{k-1})}$$

a bazira se na linearizaciji funkcije x_{k-1}.

Maksimum funkcije $f(x)$ (od više nepoznatih) određuje se metodom koja se sastoji u rešavanju vektorske jednačine $\overline{V} f(x) = 0$ pomoću iterativne relacije:

$$x_k = x_{k-1} - \{G(x_{k-1})\}^{-1} \cdot \overline{V} f(x_{k-1})$$

gde je G(x) Hesijan ; $G_{ij}(x) = \frac{\partial^2 f}{(\partial x_i \cdot \partial x_j)}$.

- Rešavanje jednačina $\frac{\partial f}{\partial x_j} = 0$; $j = 1,2,...n$ Jednačine $\frac{\partial f}{\partial x_j} = 0$; $j = 1,2,...n$ proizilaze iz potrebnog uslova za optimalno rešenje. Rešavanjem ovih jednačina dobijaju se stacionarne tačke i posebnim analizama treba utvrditi koja od njih je traženi maksimum (optimum).

- Varijacioni račun i rešavanje Euler-ove (Ojlerove) jednačine za zadatke optimalnog upravljanja

Metode varijacionog računa su razvijene za rešavanje kontinualnih dinamičkih zadataka. Opšti problemi sa jednom promenljivom u varijacionom računu je naći ekstremum funkcionala.

$$J(y)=\int_a^b f(x,y,y')dx$$

Potreban uslov za ekstremum tog funkcionala je da y zadovoljava Ojlerovu (Euler) jednačinu:

$$\frac{d}{dx}\cdot\left(\frac{\partial f}{\partial y'}\right)-\frac{\partial f}{\partial y}=0$$

Potreban uslov ekstremum funkcionala u zadacima sa više funkcija (y_1, ..., y_n) od jedne promenljive $\int_a^b f\left(x_1,y_1,y_2,...,y_n,y_1^{'},y_2^{'},...,y_n^{'}\right)dx$ je da je zadovoljen sistem Ojlerovih jednačina: $\frac{d}{dx}\left(\frac{\partial f}{\partial y_i^{'}}\right)-\frac{\partial f}{\partial y_i}=0;\ i=1,2,...,n$.

1.10.2. Metode uslovne optimizacije

- Linearno programiranje

Linearno programiranje je metoda za rešavanje zadataka optimizacije koji koriste matematički model sastavljen od linearne kriterijumske funkcije i sistema linearnih jednačina ili nejednačina kojim je zadat skup ograničenja. Zadatak se sastoji u nalaženju minimuma ili maksimuma kriterijumske funkcije uz zadovoljenje datih ograničenja.

Matematička formulacija zadataka linearnog programiranja ima sledeći oblik:

$$min\sum_{j=1}^{n}c_j x_j$$

$$\sum_{j=1}^{n}a_{ij}x_j \le (=ili\ge)b_i;\ i=1,...,m$$

- Eliminacija i zamena varijabli

Ovaj prilaz u rešavanju optimizacionih zadataka može se primeniti na sledeću matematičku formu:

$$\max f(x)$$

$$g(x)=0;\ i=1,...,m$$

Sređivanjem jednačina jedna promenljiva xj izražava se eksplicitno preko ostalih $n-1$ i zamenjuje se u kriterijumskoj funkciji. Time se zadatak svede na zadatak sa $n-1$ promenljivom i bez jednog ograničenja.

Ponavljanjem postupka eliminacije i zamene varijabli zadatak se konačno svede na zadatak sa $n-m$ varijabli bez ograničenja. Ovaj postupak može se primeniti i za eliminaciju ograničenja u vidu nejednačina, međutim ona se ređe primenjuje.

- Metoda Langranžovih multiplikatora

Ova metoda se može primeniti za rešavanje sledećeg zadatka:

$\max f(x)$

$g(x)=0;\ i=1,...,m$

Uvođenjem Langranžove funkcije (Langranzijana L) zadatak se svede na zadatak bez ograničenja proširen Langranžovim multiplikatorima (λi).

Rešava se sledeći zadatak:

$$\max\left[f(x)-\sum_{i=1}^{m}\lambda_i g_i(x)\right]$$

Rešenje se može dobiti rešavanjem sistema jednačina:

$$\frac{\partial l}{\partial x_j}=\frac{\partial f}{\partial x_j}-\lambda\frac{\partial g_i}{\partial x_j}=0;\ j=1,...,n$$

$$\frac{\partial l}{\partial \lambda_i}=-g_i(x)=0;i=1,...,m$$

Ovako dobijena stacionarna tačka za funkciju L(x, λ) sedlasta tačka.

- Kaznene funkcije

Uvođenjem kaznenih funkcija opšti zadatak sa ograničenjima se transformiše u zadatak bez ograničenja. Za zadatak sa sledećom matematičkom formulacijom:

$\min f(x)$

$g_i(x)=0;i=1,...,m$

$h(x)\le 0;\quad j=1,2,...r$

može se izvesti modifikaciona kriterijumna funkcija:

$$F(x)=f(x)+K^{-1}\sum_{i=1}^{m}\omega_i g_i^2(x)+K\sum_{j=1}^{r}\frac{\omega_j}{h_j}$$

gde je ω - težinska relacija ograničenja

K - konstanta.

- Tehnike projektovanog gradijenta

Razvija se tehnika modifikovanja formule koja određuje pravac sledećeg pretraživanja, čime se proširuju metode bezuslovne optimizacije za rešavanje zadatka sa ograničenjima.

- Dinamičko programiranje

Dinamičko programiranje je metoda rešavanja zadataka u kojima postoji takozvani višestepeni proces odlučivanja. Osnova dinamičkog programiranja je rekurentna relacija koja se razvija za svaki optimizacioni zadatak posebno. Može se primeniti za određivanje optimuma u statičnim i dinamičnim zadacima. Prisustvo ograničenja tipa $a \leq x \leq b$ olakšavaju numerički postupak, ali ograničenja tipa $g_i(x) \leq (= \text{ili} \geq) 0$ otežavaju primenu dinamičnog programiranja.

$g(x) \leq (= ili \geq) 0$

- Iterativno zadovoljavanje ograničenja

Praktičan prilaz u rešavanju nelinearnih zadataka je da se reši zadatak bez ograničenja zatim se testira da li dobijeno rešenje x^+ zadovoljava ograničenje. Ako su ograničenja zadovoljena za x^+ ono je i optimalno rešenje zadatka sa ograničenjima. U suprotnom zadatak nije rešen i rešavanje zadatka se nastavlja primenom neke od navedenih metoda za svođenje zadatka sa ograničenjima na zadatke bezuslovne optimizacije.

2. Opšti pojmovi i terminologija višekriterijumske optimizacije 29

2.1. Osnovi višekriterijumske optimizacije 30

2.2. Definicija odlučivanja..... 31

2.3. Problem odlučivanja 32

2.4. Višeatributno odlučivanje *VAO* 35

2.5. Rešavanje modela višeatributnog odlučivanja *(VAO)* 36

2.6. Transformacija atributa..... 37

2.7. Definisanje težinskih koeficijenata za kriterijume 38

2. Opšti pojmovi i terminologija višekriterijumske optimizacije

U slučaju jednokriterijumske optimizacije, donosilac odluke implicitno zadržava slobodu da prihvati, promeni ili odbaci rešenje dobijenog na osnovu matematičkog modela optimizacije.

Nadgradnja jednokriterijumske optimizacije je poznata u teoriji kao linearno i nelinearno programiranje, teorija igara, dinamičko programiranje itd.

Navedene metode imaju svoju primenu u praksi, ali one nisu primenjive kod mnogih realnih problema gde postoji izbor između više alternativa sa i bez više suprostavljenih ili delimično suprostavljenih kriterijuma. Realni kriterijumi imaju neke zajedničke osobine kao naprimer odabir većeg broja atributa, različitost atributa, neuporedive jedinice mere, itd. Rešenje je izbor najbolje alternative iz skupa datih tj definisanih alternativa.

Metode koje od samog početka formiranja matematičkog modela za određeni realni problem vode računa o više ciljeva istovremeno razvijaju se u oblasti višekriterijumske optimizacije (*VKO*).

Ima više razloga koji utiču na to da su problemi *VKO* po prirodi suštinski drugačiji u odnosu na probleme jednokriterijumske optimizacije. Osnovni je baš u tome što se svi faktori koji utiču na odluku, odnosno svi ishodi koje bi imalo eventualno rešenje, posmatraju kao kriterijumi čije vrednosti treba da budu optimalne. Dakle, treba naći rešenje koje je najbolje po svim razmatranim kriterijumima istovremeno a činjenica je da su neki od njih u skoro svim problemima odlučivanja međusobno delimično ili potpuno konfliktni.

Pored toga, razmatrani kriterijumi mogu po svojoj prirodi biti veoma raznorodni i izraženi u različitim mernim jedinicama, od novčanih jedinica, preko jedinica fizičkih veličina, do verovatnoća ili subjektivnih procena datih po nekoj skali koja se formira za konkretni problem. Sve ovo ukazuje da konačno jedinstveno rešenje ne može da se odredi bez učešća donosioca odluke.

Precizna definicija naučnog pristupa pripremi argumntovanih podloga za donošenje valjanih odluka u nizu značajnih i složenih oblasti organizovanog poslovanja prisutna je u zaglavlju svakog broja renomeniranog engleskog časopisa za naučnu oblast operaciona istraživanja.

„Journals of Operational Research": „Operaciona istraživanja su primena naučnih metoda u kompleksnim problemima vezanim za upravljanjem velikim sistemima, ljudima, mašinama, materijalima i novčanim sredstavima u industriji, poslavanju, javnoj upravi i vojnoj odbrani. Osnovna karakteristika je razviti naučni model sistema, uključujući merenje takvih faktora kao što su šanse i rizik, sa kojima se predviđaju i porede ishodi alternativnih odluka, strategija i upravljačkih akcija. Cilj je pomoći donosiocu odluka da naučno odobre svoju politiku i upravljanje."[13]

13 Zaglavlje svakog broja renomiranog englenskog časopisa za naučnu oblast operaciona istrašivanje''Journals of Operational Research''

Višekriterijumsku optimizaciju se posmatra kao višekriterijumsko i kao višeciljno odlučivanje. Razlika je u tome što se kod višekriterijumskog odlučivanja bira najbolja alternativa, dok kod višeciljnog odlučivanja bira se ona alternativa koja najbolje ispunjava definisane ciljeve.

2.1. Osnovi višekriterijumske optimizacije

Osnovi višekriterijumske optimizacije je nalaženje modela jedne kriterijumske funkcije iniciranih realnim problemima u kojima donosilac odluka mora da vodi računa o više ciljeva, pritom donosilac odluke zadržava slobodu da prihvati, promeni ili odbaci rešenje dobijeno na osnovu matematičkog modela odlučivanja.

Višekriterijumska optimizacija je oblast gde se formiraju matematički modeli za određeni realni problem vodeći računa o više ciljeva istovremeno. Osnovno je, treba naći rešenje koje je najbolje po svim razmatranim kriterijumima, koji mogu biti izraženi različitim mernim jedinicama, različitim novčanim, različitim verovatnoćama pojavljivanja ili subjektivnih procena datih po nekoj meri ili nekih drugih razloga.

Sve ovo ukazuje da bez donosioca odluke konačnog rešenja nema.

Zadatke višekriterijumske optimizacije u slučajevima kada se razmatraju važne odluke kao što su odluke u vezi sa kapitalnim ulaganjima, karakteriše relativno veliki broj kriterijuma. Što je broj kriterijuma veći, zadaci analize su složeniji i teži. U odlučivanju učestvuje veći broj pojedinaca ili grupa i svi oni favorizuju svoje sisteme vrednosti, odnosno kriterijume koji najbolje odslikavaju interese grupe kojoj pripadaju. Radi efikasnijeg analiziranja odluke i pronalaženja pogodnog rešenja kriterijumi se grupišu.

Uobičajene su sledeće grupe kriterijuma:

– ekonomski,
– tehnički,
– tehnološki,
– socijalni i
– ekološki.

Prema nameri donosioca odluke, odnosno prema problemu koji treba da reši, višekriterijumski zadaci se klasifikuju u sledeće tri grupe:

– zadaci višekriterijumske optimizacije kojima se rešavaju problemi određivanja podskupa rešenja koja zadovoljavaju određene uslove i/ili izbora jednog rešenja iz ovog podskupa,

– zadaci višekriterijumskog ili višeatributnog rangiranja kojima se rešavaju problemi određivanja potpunog ili delimičnog redosleda, rang liste, rešenja koja pripadaju konačnom i prebroivom skupu;

– zadaci višekriterijumske ili višeatributne selekcije kojima se rešavaju problemi izbora određenog broja rešenja koja pripadaju konačnom i prebrojivom skupu.[14]

14 M.Vujosević,"Uvod u optimizaciju", Internet izvor

Sve složeniji uslovi poslovanja zahtevaju višekriterijumski pristup pri rešavanju poslovnih problema, čime se omogućava objektivno poređenje između većeg broja alternativa ocenjenih u sistemu većeg broja različitih raznorodnih kriterijuma, datih u različitim jedinicama, sa različitim relativnim značajem, i sa različitim zahtevom za ekstremizacijom.

Osnovna uloga donosioca odluke pri rešavanju problema višekriterijumskog odlučivanja ogleda se ne samo u donošenju konačne odluke, primenjenom metodologijom, već i u definisanju višekriterijumske baze - sistema kriterijuma za evaluaciju alternativa, izboru preferencijskih funkcija, određivanju relativnog značaja kriterijuma i odgovarajućih parametara, a što sve predstavlja osetljive faze u rešavanju problema poslovnog odlučivanja.

Definisanje strukture preferencija donosioca odluke predstavlja poseban problem u višekriterijumskoj optimizaciji. U tom smislu ukazuje se na neke mogućnosti donosioca odluke da postupak višekriterijumske optimizacije kontroliše i učestvuje u izboru konačnog rešenja.

2.2. Definicija odlučivanja

Ljudi su se oduvek bavili odlučivanjem, ali neposredno izučavanje procesa odlučivanja počinje tek tridesetih godina ovog veka. Postojeća znanja iz matematike i ekonomije su poslužila de se oforme određena pravila na osnovu kojih će donosilac odluke izabrati dobru odluku. Međutim, to podrazumeva da donosilac odluke uvek reaguje na predvidljiv način, što mu ne daje garanciju uspeha. Zbog nepredvidljivosti sa kojom je vezano, odlučivanje se smatralo socijalnom, a ne tehničkom aktivnošću.

Do tridesetih godina odlučivanje se proučavalo samo u akademskim krugovima. Posle I svetskog rata dolazi do razvoja nekih drugih disciplina koje su uslovile pojačanu potrebu istraživanja problematike odlučivanja. Došlo je do pojave naučne organizacije rada, donosioci odluka su počeli u većoj meri da se bave izučavanjem i otkrivanjem načina ponašanja ljudi u određenim situacijama, ekonomisti su takođe počeli svoje ideje da uključuju u odlučivanje. Zatim došlo je do pojave teorije igara koja daje nove okvire za proveru odluka, kao i razvoja niza metoda koje su kasnije nazvane operaciona istraživanja, koja okupljaju znanja matematike, statistike, ekonomije, prirodnih nauka i sl.

Čovek odlučuje uvek kada se nađe u određenim problemskim situacijama, različite složenosti, koje treba rešiti. Problem se rešava akcijom ili nizom akcija koje imaju svoj cilj. Kako je za svaki problem moguć veći broj rešenja, odlučivanje podrazumeva istraživanje većeg broja rešenja u okviru kojeg se vrši izbor.

Profesor Jovićević u knjizi Informacija i odlučivanje kaže da je „odlučivanje kao svesna aktivnost čoveka osnova uprvaljanja njegovim individualnim akcijama, takođe i upravljanja kompleksnim aktivnostima sistema u kojem se nalazi i deluje”.[15]

.

15 M.Jovićević., Informacija i odlučivanje,Podgorica, 2001., str.103

U literaturi se nalazi i definicija po kojoj je odlučivanje rešenje stanja neodlučnosti pri čemu se naglašava neodlučnost uslovljena nesigurnošću vezana za budućnost.

Iz definicije odlučivanja mogu se izvesti neke karakteristike:

- Odlučivanje je uvek uslovljeno postojanjem problema koji treba rešiti.
- Odlučivanje podrazumeva postojanje skupa aktivnosti koji imaju svoj rezultat kao odluku. Po tome odlučivanje predstavlja proces, tj. proces odlučivanja.
- Po svojoj prirodi odlučivanje je informacioni proces, ili proces transformacije informacija. Može da se shvati kao dinamički sistem čije su ulazne veličine podaci i informacije, a izlazne veličine su odluke. Odluka kao rezultat procesa odlučivanja je ponovo informacija, jer sadrži saznanje o problemu i rešenju koje je izabrano.
- O odlučivanju se može govoriti samo ako postoji dilema u pogledu izbora načina rešavanja postojećeg problema. Zato skup mogućih alternativa (akcija) rešenja problema mora sadržati bar dve alternative. Ako je definisana samo jedna alternativa onda druga alternativa treba biti alternativa „nula” – „ne preduzimati ništa”.
- Odlučivanje kao mentalna aktivnost je uvek vezano za čoveka. Odlučivanje podrazumeva formiranje subjektivnog stava prema mogućim alternativama rešenja problema. Element subjektivnosti problemske situacije stoga mora biti ugrađen u procedure ocene utvrđenih alternativa i izbor jedne od njih.

Svako odlučivanje podrazumeva postojanje subjekta koji donosi odluke. Ovde ga tretirati kao donosioca odluke. To je subjekt koji ima ovlašćenje i odgovornost za rešavanje problemske situacije i donošenje odluke. Ako se radi o sistemu, onda donosilac odluke može biti čovek kao pojedinac, grupa posmatrana kao organ ili organizacija kao celina. U slučaju kada pojedinac rešava sopstveni problem pitanje posledica ne treba ni postavljati, dok u slučaju organizacije tačno se zna da onaj ko ima ovlaštenje da donosi odluke mora snositi i posledice te odluke. Međutim, u oba slučaja subjektivni element dolazi do izražaja.

2.3. Problem odlučivanja

Postoji više različitih načina pomoću kojih je opisan problem odlučivanja. Sam događaj stvara problem ili problemsku situaciju, koja nepovoljno utiče na ostvarivanje postavljenih ciljeva. U okviru nastale problemske situacije može da postoji jedan ili više problema odlučivanja koje treba rešiti.

Postoji više podela problema odlučivanja. Po jednoj podeli oni mogu biti očekivani ili neočekivani, u zavisnosti od toga da li se radi o događajima koji su planirani ili onim koji su slučajni. Druga podela je da problemi odlučivanja mogu biti spoljnjeg ili unutrašnjeg karaktera, ako se posmatra u odnosu na fizičko prisustvo donosioca odluke.

Za pojavu problema odlučivanja donosilac odluke može biti pripremljen. Pod tim se podrazumeva sposobnost donosioca odluke da uoči pojavu problema odlučivanja.

To se može ostvariti na dva načina i to:

1. neposrednim posmatranjem događaja koji je doveo do problema, što uključuje opažanje simptoma i znakove koji unapred upozoravaju na događaj.
2. zapažanjem posledica događaja u različitim vremenskim trenucima nakon njegove realizacije i njihove pojave.

Treba napomenuti da se odluka donosi za svaki problem odlučivanja. To znači da svakom problemu odgovara proces odlučivanja. Zato se proces odlučivanja i faze modeliraju u odnosu na jedan problem. Pritom, sadržaj i obim faza može biti različit u odnosu na pojedine (različite) probleme.

U praksi su retki slučajevi kada postoji savršeno rešenje zadatka *VKO*. Razlike u kriterijumima, a pogotovu njihova potpuna ili delimična konfliktnost, predstavljaju suštinu problema *VKO*. Zato je koncept savršenog rešenja veoma ograničenog teorijskog i praktičnog značaja. Donosilac odluke treba na kraju da usvoji neko rešenje. Rešenje koje prihvati donosilac odluke naziva se najbolje ili preferirano rešenje.

Zadatak je *VKO* da pomogne dosiocu odluke da izabere rešenje koje smatra najboljim u datom problemu. Zato se napori ka rešavanju postavljenog višekriterijumskog problema često nazivaju višekriterijumska analiza.

Činjenica da zadaci *VKO* po pravilu nemaju savršeno rešenje upućuje na preispitivanje koncepta optimalnosti u kontekstu postojanja više kriterijuma. Drugim rečima, pošto ne postoji rešenje koje je najbolje po svim kriterijuma istovremeno, nema opravdanja da se za neko rešenje kaže da je optimalno. Kada ne postoji savršeno rešenje zadatka *VKO*, u određivanju najboljeg rešenja presudnu ulogu ima donosilac odluke. On je taj koji odlučuje šta mu je važnije i koje rešenje radije prihvata ("preferira").

Zavisno od toga kako se i kada donosilac odluke uključuje u rešavanje problema razlikuju se tri osnovna pristupa, odnosno tri grupe metoda rešavanja:

- aposteriorni pristup,
- apriorni pritup,
- interaktivni i kooperativni pristup.

Donosilac odluke se u aposteriornom pristupu uključuje u analizu i rešavanje svog problema posle određivanja skupa dominatnih rešenja, dakle aposteriori. On sam treba da izabere najbolje rešenje. Zadatak analitičara je da iz dopustivog skupa izdvoji podskup dominatnih rešenja.

Ovaj pristup je više teorijskog nego praktičnog značaja. Dva su osnovna razloga tome. Prvi je taj što je izdvajanje podskupa dominatnih rešenja analitički često nerešivi problem. Za izvesne zadatke diskretne optimizacije i za višekriterijumsko linearno programiranje to je u principu moguće uraditi, ali prilično teško. Drugi razlog je to što podskup dominantnih rešenja može da bude veoma širok (velik ili beskonačan broj elemenata skupa) tako da donosilac odluke ne može lako da odabere rešenje.

U apriornom pristupu donosilac odluke treba unapred, pre rešavanja zadatka *VKO*, da iskaže svoj odnos prema kriterijumima. Ovo može da se uradi utvrđivanjem prioriteta ili hijerarhije kriterijuma, dodeljivanjem težina pojedinim kriterijumima, određivanjem relativnih odnosa između svaka dva kriterijuma ili na neki drugi način. Na osnovu toga analitičar treba rešavanjem zadatka da predloži donosiocu odluke jedno rešenje koje najviše odgovara njegovim iskazanim preferencijama.

Nedostatak ovog pristupa je u tome što donosilac odluke teško može iz jednog pokušaja da precizno odredi svoj stav prema kriterijumima, naročito na način koji zahtevaju određeni matematički model i metoda.

On se po pravilu protivi da unapred eksplicitno kaže kakav odnos između kriterijuma postoji ako će to kasnije da mu predstavlja obavezu. Jedino što je izvesno jeste da on rešenje traži u skupu dominantnih rešenja. Analizom rešenja za razne skupove težinskih koeficijenata, na primer, donosilac odluke može da prepozna međusobni odnos kriterijuma i rešenja i da dobije bolji uvid u suštinu problema.

Apriorni pristup je teorijski najviše razmatran i praktično najčešće primenjivan. Razvijeno je puno metoda apriorne *VKO*. Neke od njih su prilično jednostavne i to im daje veliku prednost za praktične primene u posebnim situacijama.

Interaktivni pristup obuhvata metode koje kombinuju apriorni i aposteriorni pristup sa aktivnim učešćem donosioca odluke. Pristup se zasniva na neprekidnom korišćenju računara u fazi odlučivanja i korisnički realizovanom okruženju. Savremeni softverski alati treba da pruže donosiocu odluke snažnu podršku u ekperimentisanju sa različitim skupovima svojih preferenci. Jednostavno i brzo obavljanje raznovrsnih analiza treba da olakšaju donosiocu odluke konačni izbor.

Očigledno je da interaktivne metode podrazumevaju intenzivno korišćenje ekspertnih sistema i sistema zasnovanih na znanju. Ovi sistemi bi trebalo da sadrže sistematizovana znanja o ranijim rešavanjem sličnih zadataka i da ih na inteligentan način koriste da bi pomogla donosiocu odluke. U tom smislu ovakvi pristupi pretpostavljaju određenu saradnju donosioca odluke i računara. Zato se nazivaju i kooperativnim.

Interaktivni i kooperativni pristupi su moderni i predstavljaju najveći izazov. Problemi koje treba pritom rešavati interesantni su i sa stanovišta veštačke inteligencije i softverske implementacije.

Kooperacijom donosioca odluke i računara trebalo bi da se otkrije struktura njegovih odnosa prema kriterijumima, tzv. preferentna struktura ili struktura preferencija donosioca odluke. U tome se pojavljuju problemi za čija su rešavanja potrebna znanja i istraživanja u oblastima psiholoških i sociolоških nauka.

Matematička istraživanja zadataka *VKO* ostaju pretežno u okvirima apriornih i aposteriornih pristupa. U nastavku teksta su teorijski obraditi određene metode VKO.

U procesu odlučivanja pojavljuje se problem sa dve ili više funkcije cilja i oni se mogu rešavati metodama višekriterijumske optimizacije. Da bi se izvršilo svestrano i objektivno poređenje između većeg broja alternativa ocenjenih u sistemu većeg broja različitih kriterijuma, datih u različitim jedinicama, često sa različitim relativnim značenjem i sa različitim zahtevima za minimizacijom ili maksimizacijom potrebno je da se koriste metode za višekriterijumsku optimizaciju, što znači da se problem višekriterijumskog odlučivanja svodi na zadatak utvrđivanja konačnog ranga alternativa.

Pri izboru kriterijuma koji ulaze u višekriterijumsku bazu za odlučivanje treba voditi računa o tome da se sa što manjim brojem različitih kriterijuma dobije sveobuhvatna i objektivna slika u skladu sa zahtevima koje nosilac odlučivanja postavlja. Upotreba više kriterijuma koji isto znače, može se lako pretvoriti u sopstvenu protivurečnost i deformisati osnovnu sliku forsirajući rezultate u određenom smeru. Izbor kriterijuma treba izvršiti kroz maksimalnu selektivnost i prilagođavanje konkretnom problemu, pa je u tom smislu velika odgovornost i kreativnost na nosiocu odlučivanja.

Dakle, opšte karakteristike svakog višekriterijumskog problema za razliku od jednokriterijumskih problema, ogledaju se u prisutnosti sledećih elemenata:

- više kriterijuma (funkcija cilja, funkcija kriterijuma) za odlučivanje,
- više alternativa (rešenja) za izbor,
- proces izbora jednog konačnog rešenja.

U oblasti višekriterijumskog odlučivanja (*VKO*) postoje dve vrste problema sa stanovišta opisivanja razmatrane realnosti posredstvom odgovarajućeg matematičkog modela.

- Višeciljno odlučivanje (*VCO*),
- Ciljno programiranje (*CP*), podgrupa u *VCO*
- Višeatributivno odlučivanje (*VAO*) ili višekriterijumska analiza (*VKA*)

2.4. Višeatributno odlučivanje *VAO*

Višeatributni model, odnosno model višeatributnog odlučivanja (*VAO*), odgovara loše strukturnim problemima i ima sledeću opšte matematičku postavku:

$$Max\{f_1(x), f_2(x),..., f_n(x),\ n \geq 2\}$$
$$x \in A = [a_1, a_2,..., a_m]$$

gde su:

n - broj kriterijuma (atributa), $j = 1,2,...,n$,

m - broj alternativa (akcija), $i = 1,2,...,m$,

f_i - kriterijumi (atributi), $j = 1,2,...,n$,

a_i - alternative (akcije) za razmatranje , $i = 1,2,...,m$,

A - skup svih alternativa (akcija).

Pri tome su poznate i vrednosti f_{ij} svakog razmatranog kriterijuma f_{ij} dobijene sa svakim od mogućih alternativa a_i:

$$f_{ij} = f_j(a_i), \quad \forall (i, j),\ i = 1,2,...,m;\ j = 1,2,...,n$$

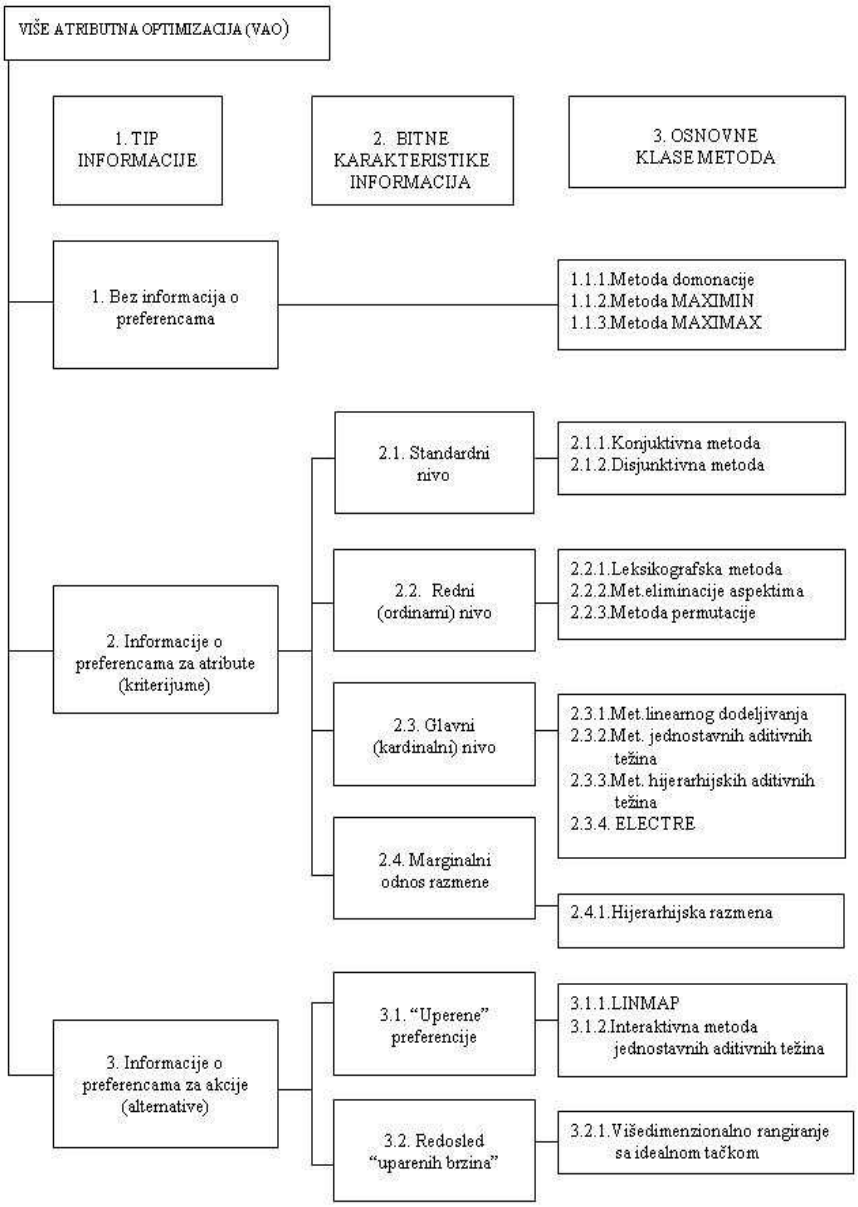
Uobičajeno je da se model *VAO* prikazuje odgovarajućom matricom vrednosti kriterijuma za pojedine alternative:

$$\begin{array}{c} a_1 \\ a_2 \\ \\ \\ a_m \end{array} \begin{pmatrix} f_{11} & f_{12} & \cdots & f_{1n} \\ f_{21} & f_{22} & \cdots & f_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ fx_{m1} & f_{m2} & \cdots & f_{mn} \end{pmatrix}$$

2.5. Rešavanje modela višeatributnog odlučivanja (*VAO*)

U praksi su poznate razne metode za rešavanje modela *VAO* (*Slika 2.1)*, posebno su poznate metode *ELECTRA, PROMETHEE*.[16] Za modele *VAO*, nezavisno od metode koja će se koristiti za rešavanje, značajni su i sledeći aspekti:

- kvantifikacija kvalitativnih atributa,
- modifikacija atributa istog kriterijuma,
- normalizacija i linearizacija atributa i
- definisanje težinskih koeficijenata kriterijuma.



Slika 2.1 Pregled metoda VAO

Neke metode rešenja *VAO* imaju svoje dalje zahteve za definisanjem određenih parametara metoda.

16 I.Nikolić;S.Borović; Višekriterijumska optimizacija,1996g, p 3-60

2.6. Transformacija atributa

Podaci za konkretni problem *VAO* mogu biti takvog karaktera da nije moguće da se direktno primeni neka metoda rešavanja (brojni podaci i opisni podaci) ili su podaci takve prirode da otežavaju rešavanje modela (veliki brojevi ili mali brojevi u celom modelu ili za neke kriterijume). Usled toga neophodno je (u prvom slučaju) ili poželjno je (u drugom slučaju) izvršiti odgovarajuće transformacije atributa.

a) Kvantifikacija kvalitativnih atributa

Rešavanje modela *VAO* u opštem slučaju zahteva korišćenje kvantitativnih (brojnih) podataka, tako da u slučajevima da ima i kvalitativnih (opisanih) podataka, potrebno je kvalitativne podatke prevesti u brojne podatke. U tu svrhu se koriste varijante skala transformacija.

b) Modifikacija atributa istog kriterijuma

Modifikacija atributa istog kriterijuma može da olakša rešavanje modela i najčešće je potrebno usaglasiti visinu brojnih vrednosti kriterijuma, odnosno prevesti zahtev da se odredi minimalna vrednost nekog kriterijuma u određivanje maksimalne vrednosti modifikovanog (suprotnog) kriterijuma.

c) Normalizacija i linearizacija atributa

Većina efikasnih metoda za rešavanje modela *VAO* u nekom od koraka vrše odgovarajuću transformaciju atributa. Za upoređivanje atributa različitih vrednosti, eventualno i različitih jedinica mere, koristi se jedan od dva osnovna pristupa iz nastavka.

Vektorska normalizacija:

$r_{ij} = x_{ij} : \left(\sum_i x_{ij}^2\right)^{-2}$ *za* max f_j $\qquad r_{ij} = 1 - \left[x_{ij} : \left(\sum_i x_{ij}^2\right)^{-2}\right]$

za provođenje min f_j u max f_j Linearna skala transformacija:

$L_{ij} = x_{ij} : x_j^{\max}$, *za* max f_j $\qquad l_{ij} = 1 - \left(x_{ij} : x_j^{\max}\right)$, *za* min $f_j \Rightarrow$ max f_j, ili

$l_{ij} = x_{ij} : x_j^{\min}$, ili

$l_{ij} = \left(x_{ij} - x_j^{\max}\right) : \left(x_j^{\max} - x_j^{\min}\right)$,

za max fj

$l_{ij} = \left(x_j^{\max} - x_j^{\min}\right) : \left(x_j - x_j^{\min}\right)$ *za* min $f_j \Rightarrow$ max f_j

gde su:

$x_j^{\max} = \max\left(x_{ij}, i = 1, 2, ..., m\right);\ = \min\left(x_{ij}, i = 1, 2, ..., m\right).$

2.7. Definisanje težinskih koeficijenata za kriterijume

Realni problemi najčešće nemaju kriterijume istog stepena značajnosti i potrebno je da donosilac odluke definiše faktore značajnosti pojedinih kriterijuma koristeći odgovarajuće težinske koeficijente (težine) ili tzv. pondere za kriterijume (ako njihov zbir iznosi 1(jedan), to su normalizovane težine).

S obzirom na prirodu kriterijuma, vrednosti alternativa po kriterijumima, x_{ij}, su ili brojevi najraznovrsnijeg tipa, ili lingvistički iskazi, npr. iz skupa iskaza: veliki, srednji, mali, ili binarni iskazi: da, ne. Na primeru izbora lokacije logističkog centra, koji karakterišu bar četiri kriterijuma, ilustrujmo ovu priču:

- troškovi izgradnje u novčanim jedinicama (običan broj),
- broj korisnika koji gravitiraju ka centru (rasplinut broj (eng. fuzzy number) izražen npr. “oko 10000”),
- udaljenost do drugog logističkog centra izražena kroz vreme vožnje (srednja vrednost slučajne promenljive),
- važnost novog logističkog centra u lancu snabdevanja (subjektivna ocena, npr. apsolutno velika važnost, strogo veća važnost i slično).

Nisu svi kriterijumi podjednako važni, pa se njihov ″značaj″ predstavlja težinom kriterijuma. U ovom delu višekriterijumske analize (određivanje težina kriterijuma) dolazi do izražaja subjektivizam – pojedinačni ili grupni. Suština je da se subjektivizam u analizu uvodi na vrlo uređen način. Drugim rečima subjektivizam u višekriterijumskoj analizi je neminovnost, ali se ona može kontrolisati i rigorozno tretirati.

Definisanje težina kriterijuma nije uvek jednostavno i u suštini svaki donosilac odluke subjektivno definiše težinske koeficijente. Težinski koeficijenti u nekim metodama imaju odlučujući uticaj na rešenje, može da se dogodi da uvedene vrednosti za težine ne obezbeđuju "dobro rešenje" i potrebno je analizirati kako se rešenje ponaša u zavisnosti od mogućih realnih varijanti za težine kriterijuma. Problem je jednostavniji ako postoje apsolutni prioriteti među kriterijumima.

Težine kriterijuma se mogu definisati korišćenjem Delfi metode, naročito u situacijama koje nisu opštepoznate već su poznate samo ekspertima.

3. Metode za višekriterijumsku optimizaciju 40

3.1. Metoda za određivanje neinferiornih rešenja 40

3.2. Metode sa unapred izraženom preferencijom..... 40

3.3. Interaktivne metode 40

3.4. Stohastičke metode 40

3.5. Metode za "isticanje" podskupa neinferiornih rešenja 41

3.6. Kompromisno rešenje..... 41

3.7. Max-min metoda 42

3.8. Max-max metoda..... 43

3.9. Hurwicz-ov metod 44

3.10. *SAW* metoda..... 44

3.11. *TOPSIS* metoda 44

3.12. Težišni koeficijent 47

3.13. *METODA "PROMETHEE"* 48

3. Metode za višekriterijumsku optimizaciju

U literaturi se može naći veliki broj metoda višekriterijumske analize. U nastavku su nabrojane neke od poznatijih.

Metode višekriterijumske analize u koncepcijskom smislu nisu naročito složene, a što je svojevrstan apsurd u formalnom smislu su jednostavnije za razumevanje od klasične jednokriterijumske optimizacije. Karakteristično za ove metode je da su nastajale u periodu brzog razvoja i širenja informacionih tehnologija i da su zasnivane na primeni računara. Tri naučno istraživačka centra u kojima su postignuti značajniji rezultati u razvoju i praktičnoj primeni metoda višekriterijumske analize su: Univerzitet u Parizu – Paris Dauphine, Vrije University – Brisel i Mitchigen University – *SAD*.

U nastavku su prikazane neke od pobrojanih metoda višekriterijumske analize. Metode za višekriterijumsku optimizaciju se mogu klasifikovati u pet grupa.

3.1. Metoda za određivanje neinferiornih rešenja

Određuje se skup neinferiornih rešenja, a dostavlja se donosiocu odluke da na osnovu svoje preferencije usvoji konačno rešenje.

3.2. Metode sa unapred izraženom preferencijom

Formira se sinteza (rezultantna) kriterijumska funkcija pa se zadatak dalje rešava kao da je jednokriterijumski.

3.3. Interaktivne metode

Donosilac odluke posebno izražava svoju preferenciju interaktivnim korišćenjem odgovarajuće metode.

3.4. Stohastičke metode

U optimizacioni model se uključuju i pokazatelji neizvesnosti.

3.5. Metode za "isticanje" podskupa neinferiornih rešenja

Sužavanje skupa neinferiornih rešenja se postiže uvođenjem dodatnih elemenata odlučivanja.

U prvu grupu metoda spadaju sledeće metode:

- metoda težinskih koeficijenata,
- metoda ograničenja u prostoru kriterijumskih funkcija,
- višekriterijumska simpleks metoda.

U drugu grupu metoda spadaju sledeće metode:

- metoda „*PROMETHEE“*,
- ciljno programiranje,
- metoda „*ELECTREE*“,
- metoda surogat vrednosti razmene.

U treću grupu metoda spadaju sledeće metode:

- metoda *STEM*,
- metoda *SEMOPS.*

U četvrtu grupu metoda spada sledeća metoda:

- metoda *PROTRADE.*

3.6. Kompromisno rešenje

Dopustivo rešenje koje je najbliže idealnom, u prostoru kritirijumskih funkcija, na osnovu usvojene mere rastojanja naziva se kompromisno rešenje. Metrika koja se koristi kao mera rastojanja od idealne tačke F^* do tačke $F(x)$ u prostoru kriterijumskih funkcija je:

$$Lp\ (F^*, F) = \left\{ \sum_{i=1}^{n} \left[f_i^* - f_i(x) \right]^p \right\}^{\frac{1}{p}}, 1 \le p \le \infty$$

U daljem tekstu metriku $L_p\left(F^*, F\right)$ označena sa $R\,(F(x),\ p)$; da bi se istakla zavisnost od parametara p. Funkcija $R\ (F(x),\ p)$; je dodatni kriterijum za *VKO* metodu kompromisnog programiranja, a još se naziva i funkcijom kompromisnog programiranja. Rešenje $x^*(p) \in X$ kojim se postiže minimum funkcije $R\ (F(x), p)$; naziva se kompromisnim rešenjem problema *VKO* sa parametrom p.

$F(p) = (f(x^+(p)), \ldots, f(x^+(p)))$, predstavlja kompromisno rešenje u kriterijumskom prostoru. Postignuti minimum $R^+(p)$, za kompromisno rešenje $x^+(p)$ naziva se ukupnim odstupanjem, a $f_i^* - f\ (x^+(p))$ je $i-to$ kompromisno odstupanje.

$\sum_{i=1}^{n} f_i\left(x^+(p)\right)$ je ukupna korisnost za kompromisno rešenje $x^+(p)$.

Pošto je $R\ (F(x), p)$; rastuća funkcija od $R'(F(x),\ p)$; i postiže se minimum obeju funkcija, onda umesto funkcije $R\ (F(x), p)$, za $1 \le p \le \infty$, koristi se funkcija:

$$R'(F(x),\ p) = \sum_{i=1}^{n} \left[f_i^* - f_i(x) \right]^p$$

Dopustivi prostor kriterijumskih funkcija označava se sa:

$\phi = \{F(x) / x \in X\}$

Kompromisno rešenje kao funkcija parametara p ima sledeće osobine:

- Postoji kompromisno rešenje za svako $p \ge 1$ ako je dopustivi skup (ϕ) kompaktan.

- Za vrednost parametara p, $1 \ge p \ge \infty$ kompromisno rešenje je jednostavno ako je ϕ konveksno.

- Kompromisno rešenje je Pareto optimalno ili neinferiorno za p, $1 \ge p \ge \infty$ a najmanje jedno rešenje $F+(p)$ je neinferiorno za $p = \infty$.

- Kompromisno rešenje $F+(p)$ je kontinualno za p ,$1 \ge p \ge \infty$.

- Kontinualno je i za $p = 1$ (ili $p = \infty$) ako je jedinstveno.

Osnovna karakteristika kompromisnog programiranja je da se rešenje zadatka *VKO* određuje minimizacijom odstupanja od idealne tačke prema usvojenoj meri rastojanja uključujući sve kriterijume.

3.7. Max-min metoda

Ova metoda kvalitet alternative "meri" samo na osnovu njene vrednosti po kriterijumu po kome je "najlošija". Za najbolju alternativu proglašava onu koja ima najveću "najlošiju" karakteristiku, odnosno onu koja je najmanje "loša". Dakle, prvo se traže minimumi po vrstama tabele, a potom u koloni koja proističe iz ovog postupka traži se maksimum. Ona alternativa kojoj odgovara nađeni maksimum (A^*) predstavlja "najbolje" rešenje. Sledi formalan zapis ovog iskaza:.

$$A^* = \left\{ A_i \mid \max_i \min_j r_{ij} \right\}$$

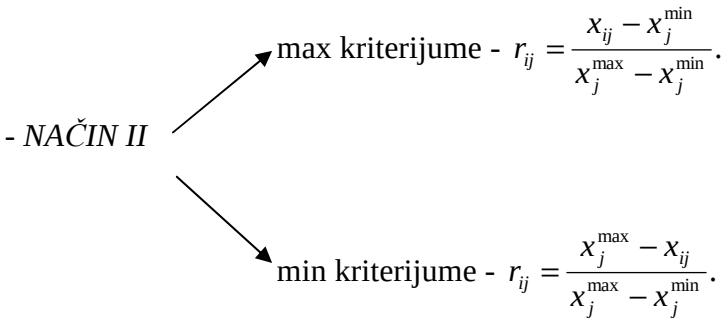
U postupku normalizacije vrednosti x_{ij} se prevode u y_{ij} na jedan od navedenih načina.

Normalizacija:

- *NAČIN I*

  - max kriterijume - $r_{ij} = \dfrac{x_{ij}}{x_j^{\max}}, \quad x_j^{\max} = \max_i x_{ij}$.

  - min kriterijume - $r_{ij} = \dfrac{x_j^{\min}}{x_{ij}}, \quad x_j^{\min} = \min_i x_{ij}$.



Normalizacija omogućava da se međusobno porede vrednosti po kriterijuma koji mogu biti, a najčešće i jesu, u različitim mernim jedinicama. Gore navedeni načini za normalizaciju podataka u polaznoj matrici svode vrednosti alternativa po kriterijumima u opseg [0,1] i sve kriterijume prevode u kriterijume tipa max. Načini kako se normalizacija izvodi variraju od metode do metode, što će se i videti u nastavku.

Max-min metoda ima pesimistički prizvuk, jer alternative posmatra samo na osnovu njihovih najlošijih karakteristika. U svakom slučaju višekriterijumski zadatak rešava svođenjem na tretiranje samo jednog kriterijuma, što predstavlja i njenu suštinsku manu. Još jedna mana je što ova metoda ne uzima u obzir težinske koeficijenate kriterijuma.

3.8. Max-max metoda

Za razliku od prethodne metode, *max-max* metoda kvalitet alternative "meri" samo na osnovu njene vrednosti po kriterijumu po kome je "*najbolja*". Dakle, prvo se traže maksimumi po vrstama tabele, a potom se u koloni koja proističe iz ovog postupka ponovo traži maksimum.

Ona alternativa kojoj odgovara nađeni maksimum (A^*), predstavlja "*najbolje*" rešenje:

$$A^* = \left\{ A_i \;\middle|\; \max_i \max_j r_{ij} \right\}$$

Normalizacija polazne matrice i u ovoj metodi vrši se na jedan od gore navedenih načina.

Max-max metoda predstavlja optimistički pristup u sagledavanju višekriterijumskog problema, posmatrajući vrednost alternative samo po onom kriterijumu po kome je "*najbolja*".

Nedostaci metode isti kao i za *max-min.*

3.9. Hurwicz-ov metod

Hurwicz-ov metod je kombinacija *max-max* i *max-min* metoda. Ideja je da se uzmu u obzir i pesimistički i optimistički pristup problemu:

$$A^* = \left\{ A_i \;\middle|\; \max_i \left[\alpha \min_j r_{ij} + (1-\alpha) \max_j r_{ij} \right] \right\}.$$

α je koeficijent pesimizma-optimizma, $0 \le \alpha \le 1$.

Uvođenjem težinskog koeficijenta α, vrše se izbor u kojoj meri mogu biti "*pesimisti*", odnosno "*optimisti*":

$\alpha=1 \rightarrow$ *max-max* metoda,

$\alpha=0 \rightarrow$ *max-min* metoda.

3.10. *SAW* metoda

Jednostavna i vrlo poznata metoda višekriterijumske analize koja uzima u obzir težine kriterijuma. Za svaku alternativu računa se zbirna karakteristika, odnosno vrednost dobijena sumiranjem otežanih normalizovanih vrednosti po svim kriterijumima. Ona alternativa kojoj odgovara najveća ovako izračunata vrednost predstavlja "*najbolje*" rešenje.

$$A^* = \left\{ A_i \;\middle|\; \max_i \sum_{j=1}^{n} W_j^{'} \, r_{ij} \right\}.$$

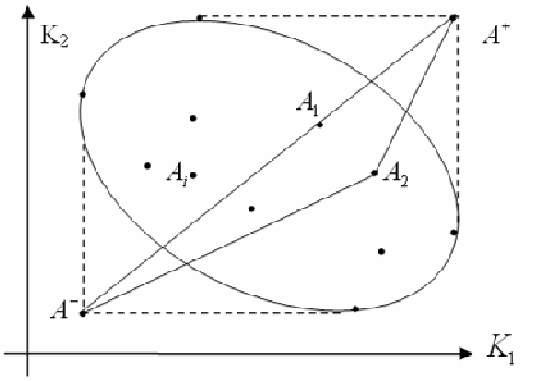
$W_j^{'}$ je normalizovana vrednost težinskog koeficijenta W_j; $W_j^{'} = \dfrac{W_j}{\sum_{j=1}^{n} W_j}$.

r_{ij} - su normalizovane vrednosti iz matrice, u skladu sa prethodno prikazanim načinima normalizacije.

3.11. *TOPSIS* metoda

Ova metoda alternative vrednuje na osnovu njihove udaljenosti u odnosu na idealno i anti-idealno rešenje. "*Najbolja*" je alternativa koja ima najmanje rastojanje u odnosu na idealno rešenje i najveće rastojanje u odnosu na anti-idealno rešenje. Na narednoj slici (*Slika 3.1*) koja predstavlja prostorni raspored alternativa definisan sa dva kriterijuma tipa max, može se uočiti da alternativa A_1 iako je bliža idealnom rešenju (A^+) u poređenju sa alternativom A_2, istovremeno je bliža i anti-idealnom rešenju (A^-) u poređenju sa A_2. Imajući u vidu ovu činjenicu tvorci metode su za ukupnu meru kvaliteta alternative proglasili relativnu bliskost alternative idealnom rešenju, uzimajući u obzir njenu udaljenost od idealnog i anti-idealnog rešenja istovremeno.

Ova mera u sebe uključuje i informaciju o težinskim koeficijentima kriterijuma, te je zaključak da ova metoda, kao i većina njih, tretira različitost važnosti kriterijuma kao jednu od važnih prednosti u formulaciji problema.



Slika 3.1 Grafički pregled Topsis metode

U nastavku slede koraci algoritma za rešavanje višekriterijumskog zadataka *TOPSIS* metodom:

Polazna matrica $X = \|x_{ij}\|_{m\times n}$:

	K1	K2	…	Kj	…	Kn
A1	x11	x12	…	x1j	…	x1n
A2	x21	x22	…	x2j	…	x2n
⋮	⋮	⋮	⋱	⋮	⋰	⋮
Ai	xi1	xi2	…	xij	…	xin
⋮	⋮	⋮	⋰	⋮	⋱	⋮
Am	xm1	xm2	…	xmj	…	xmn

– **Korak 1.** – normalizacija *polazne matrice;*

$$\|X\| \to \|R\|$$

$$R = \|r_{ij}\|_{m\times n}$$

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}}$$

normalizovani podaci

normalizovana matrica

- **Korak 2.** – *otežavanje normalizovane matrice:*

$$\|R\| \to \|V\|$$

$$V = \|v_{ij}\| = \|W_j^{'} \cdot r_{ij}\|, \quad W_j^{'} = \frac{W_j}{\sum_{j=1}^{n} W_j}, \quad v_{ij} = W_j^{'} \cdot r_{ij}$$

- **Korak 3. -** *formiranje idealnog i anti-idealnog rešenja;*

A^+ - idealno rešenje, koje ima sve najbolje karakteristike po svim kriterijumima:

$$A^+ = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \,\middle|\, j \in K' \right) i \left(\min_i v_{ij} \,\middle|\, j \in K'' \right) \right\} = \left\{ v_1^+, v_2^+, ..., v_j^+, ..., v_n^+ \right\}, \quad i = 1,2,...,m$$

$K' \subseteq K \to K'$ je podskup skupa K koga čine kriterijumi tipa *max*.

$K'' \subseteq K \to K''$ je podskup skupa K koga čine kriterijumi tipa *min*

.

A^- - anti-idealno rešenje, koje ima sve najlošije karakteristike po svim kriterijumima:

$$A^- = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \,\middle|\, j \in K' \right) i \left(\max_i v_{ij} \,\middle|\, j \in K'' \right) \right\} = \left\{ v_1^-, v_2^-, ..., v_j^-, ..., v_n^- \right\}, \quad (i = 1,2,...,m)$$

- **Korak 4. -** *računanje udaljenosti (euklidsko rastojanje) svake alternative od idealnog i antiidealnog rešenja;*

$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^+)^2}$ - udaljenost alternative od idealnog rešenja,

$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^-)^2}$ - udaljenost alternative od anti-idealnog rešenja.

- **Korak 5. -** *računanje relativne bliskosti alternative idealnom rešenju;*

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+}, \quad 0 \le C_i \le 1.$$

- **Korak 6. –** *rang alternativa.*

Rang vrednosti C_i poređanih u opadajući niz (od najveće do najmanje vrednosti) odgovara rangu alternativa A_i (od najbolje do najlošije).

Takođe važi:

$C_i = 0 \rightarrow$ alternativa je *ant-iidealno* rešenje.

$C_i = 1 \rightarrow$ alternativa je *idealno* rešenje.

3.12. Težišni koeficijent

Realni problemi najčešće nemaju kriterijume istog stepena značajnosti i potrebno je da donosilac odluke definiše faktore značajnosti pojedinih kriterijuma koristeći odgovarajuće težinske koeficijente (težine) ili takozvane pondere za kriterijume (ako njihov zbir iznosi 1, to su normalizovane težine).

Definisanje težina kriterijuma nije uvek jednostavno i u suštini svaki donosilac odluke subjektivno definiše težinske koeficijente. Težinski koeficijenti u nekim metodama imaju odlučujući uticaj na rešenje, može da se dogodi da uvedene vrednosti za težine ne obezbeđuju "dobro rešenje" i potrebno je analizirati kako se rešenje ponaša u zavisnosti od mogućih realnih varijanti za težine kriterijuma. Problem je jednostavniji ako postoje apsolutni prioriteti među kriterijumima.

Rezultantna kriterijumska funkcija u kompromisnom programiranju kada donosilac odluke može zadati ili menjati tokom rešavanja zadataka *VKO* težine pojedinih kriterijuma, ima sledeći oblik:

$$R(F(x),p,\omega)=\left\{\sum_{i=1}^{n}\omega_i^p\left[f_i^* - f(x)\right]^p\right\}^{\frac{1}{p}}$$

gde ωi predstavlja težinski koeficijent za kriterijumsku funkciju f_i (x).

Težinski koeficijenti su subjektivne mere značajnosti pojedinih kriterijuma koje donosilac odluke definiše na osnovu svoje strukture perfekcije. Za određivanje mera značajnosti kriterijuma predlaže se korišćenje entropije:

$$e(f_i)=\frac{1}{\ln J}\sum_{j=1}^{n}\left(\frac{d_{ij}}{S_i}\right)\ln\left(\frac{d_{ij}}{S_i}\right), i=1,....,n$$

$$d_{ij}=\frac{\left(f_i^* - f_{ij}\right)}{D_i}$$

gde je:

d_{ij} - $j-ta$ diskretna vrednost $(j=l,\ldots,J)$ $i-te$ funkcije odstupanja,

D_i – dužina opsega (ako nije potrebna transformacija onda je $D_i=1$),

f_{ij} – $j-ta$ vrednost $i-te$ kriterijumske funkcije,

S_i – označava sumu vrednosti $S_i=\sum j d_{ij}$

Sledećim izrazom se definiše mera intenziteta kontrasta:

$$b_i = \frac{(1 - e(f_i))}{(n - E)}; i = 1,...,n$$

gde je:

n – broj kriterijumskih funkcija,

E – ukupna entropija.

$$E = \sum_{i=1}^{n} e_i(f_i)$$

Korišćenje težinskih koeficijenata je najpogodnije u okviru iterativnog postupka.

3.13. METODA "*PROMETHEE*"

Metoda *PROMETHEE* je razvijena za višekriterijumsku analizu skupa elemenata i primenjiva je za analizu skupa elemenata i za rangiranje alternativa. Postoje četiri varijante metode *PROMETHEE* (*Preferance Ranging Organization Methods of Enrichment Evaluation*).

- *PROMETHEE I* daje parcijalni
- *PROMETHEE II* daje potpuni
- *PROMETHEE III* daje intervalni poredak alternativa, dok
- *PROMETHEE IV* predstavlja proširenje *PROMETHEE III* za neprekidne skupove.

Metoda *PROMETHEE* uvodi funkciju preferencije $P(a,b)$ za alternative a i b koje su vrednovane po kriterijumskim funkcijama.

Alternativa a je bolja od b prema kriterijumu f ako $f(a) < f(b)$.

Funkcija preferencije se definiše kao:

$$P(a,b) = \begin{cases} 0, & ako... f(a) \le f(b) \\ P[f(a) - f(b)], & ako... f(a) > f(b) \end{cases}$$

Radi kraćeg pisanja uvodi se oznaka d, $d = f(a) - f(b)$. Postoji šest tipova funkcije preferencije i to:

I "Jednostavan" kriterijum

$$P(a,b) = \begin{cases} 0, ako... d \le 0 \\ 1. ako... d > 1 \end{cases}$$

II Kvazi kriterijum

$$P(a,b)=\begin{cases}0,\ ako\dots d\le 0\\ \\ 1.\ ako\dots d>q\end{cases}$$

III Kriterijum sa linearnom preferencijom

$$P(a,b)=\begin{cases}0, & ako\dots d\le 0\\ d/p, & ako\dots 0<d\le p\\ 1. & ako\dots d>p\end{cases}$$

IV Nivojski kriterijum - stepenasti kriterijum

$$P(a,b)=\begin{cases}0, & ako\dots d\le 0\\ 1/2, & ako\dots 0<d\le p\\ 1. & ako\dots d>p\end{cases}$$

V Kriterijum sa linearnom preferencijom i oblasti indeferentnosti

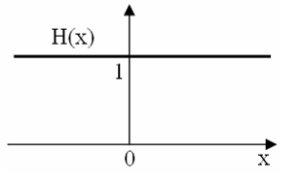
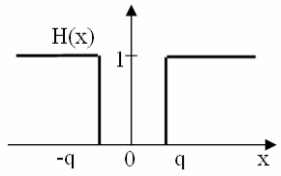
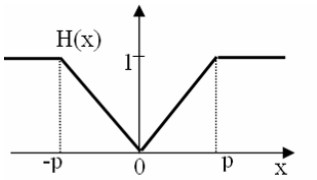
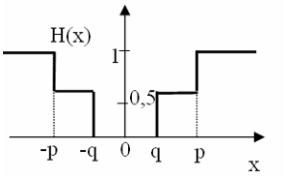
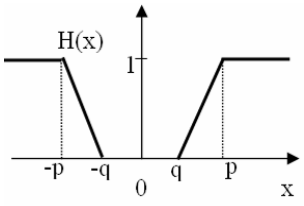
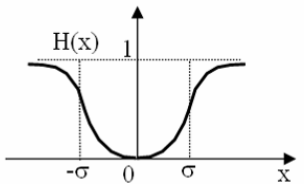
$$P(a,b)=\begin{cases}0, & ako\dots d\le 0\\ \dfrac{d-p}{p-q}, & ako\dots 0<d\le p\\ 1. & ako\dots d>p\end{cases}$$

VI Gausov kriterijum

$$P(a,b)=\begin{cases}0, & ako\dots d\le 0\\ \\ 1-e^{\frac{d^2}{2\sigma^2}}. & ako\dots d>q\end{cases}$$

Vrednosti parametara *p, q,* σ treba odrediti ili zadati za svaku kriterijumsku funkciju prema usvojenom tipu preferencije (*Tabela 3.1)*.[17]

Tabela 3.1 Grafički prikaz generalisanih kriterijuma

PREFERENCIJSKA FUNKCIJA TIP GENERALIZOVANOG KRITERIJUMA		PARAMETRI
OBIČAN KRITERIJUM		———
KVAZI KRITERIJUM		q
KRITERIJUM SA LINEARNOM PREFERENTNOŠĆU		p
STEPENASTI KRITERIJUM		p , q
KRITERIJUM SA LINEARNOM PREFERENTNOŠĆU OBLAŠĆU INDIFERENTNOSTI		p , q
GAUSOV KRITERIJUM		σ

17 I.Nikolić;S.Borović; Višekriterijumska optimizacija,1996g, p 3-88)

U cilju rangiranja po metodi *PROMETHEE* za svaki par uređivanih alternativa određuje se višekriterijumski indeks preferencije. Indeks preferencije alternative a nad alternativom b, $\pi(a,b)$ može se definisati izrazom:

$$\pi(a,b)=\frac{1}{\sum_{h=1}^{n} Z_h}\sum_{h=1}^{n} P_h(a,b)\cdot Z_h; \qquad 0\le\pi(a,b)\le 1$$

gde je:

Z_h - relativni značaj (težina) kriterijuma, pa ako su različite težine onda se $\pi(a,b)$ računa kao ponderisana, a ne kao prosta aritmetička sredina.

$P_h(a,b)$ - funkcija preferentnosti koja se za a u odnosu na b definiše kao:

$$P(a,b)=\begin{cases} 0, & ako\ldots f(a)\le f(b) \\ P[f(a)-f(b)]. & ako\ldots f(a)>f(b) \end{cases}$$

U cilju određivanja određenih područja indiferencije u okolini $f(b)$ može se napisati kao:

$x=f(a)-f(b)$ i predstavlja grafički funkciju $H(x)$ tako da je:

$$H(x)=\begin{cases} P(a,b), ako\, x\ge 0 \\ P(a,b). ako\, x<0 \end{cases}$$

Postoji šest tipova funkcije tzv. generalisanih kriterijuma (*Tabela 3.1*) koji su najčešće u praktičnim primenama, gde nosilac odlučivanja određuje najviše dva parametra.

Da bi se dobio konačan rang upotrebljavanih alternativa potrebno je po izvršenom izboru preferencijskih funkcija i parametara, uz uvažavanje zahteva za maksimizacijom ili minimizacijom, odrediti indekse preferencije i uvrstiti ih u tabelu indeksa preferencije.

Indeks preferencije $\pi(a,b)$ daje veličinu preferencije alternative a u odnosu na b, i što je bliži 1, to je veća preferencija. Za $\pi(a,b)=1$ izražena je stroga preferentnost (P) alternative a u odnosu na b.

Vrednost indeksa preferencije određuju dijagram za rangiranje. Za alternativu a, definiše se:

– izlazna vrednost toka: $\phi^{+}(a)=\sum_{x\in K}\pi(a,x)$ i

– ulazna vrednost toka: $\phi^{-}(a)=\sum_{x\in K}\pi(x,a)$.

Metodom *PROMETHEE* dobija se potpuni poredak na osnovu relacije čistog toka:

$\phi(a)=\phi^{+}(a)-\phi^{-}(a)$.

Za rešavanje problema odlučivanja može se koristiti i proširen modifikovan pristup metode *PROMETHEE*.

Ovaj pristup se ogleda u korišćenju i drugih preferencijskih funkcija kao što su:

- preferencijske funkcije prvog tipa i
- preferencijske funkcije drugog tipa.

Prema ovom pristupu nosilac odlučivanja može iskazati svoje preferencije pomoću analitičke funkcije oblika:

$$H(x)=\begin{cases} |x|^{\frac{\alpha}{p^{\alpha}}}, ako\ |x| \le p \\ \\ 1. \quad ako\ |x| > p \end{cases}$$

gde su:

α -parametar brzine, odnosno intenziteta preferencije ($0 < \alpha < \infty$);

p -granica preferencije.

U zavisnosti od željenog intenziteta preferencije, koji hoće da iskaže, nosilac odlučivanja bira vrednost parametara i određuje granice preferencije.

Univerzalna preferencijska funkcija kojom se mogu izraziti još kompleksniji zahtevi ima ovakav oblik:

$$H(x)=\begin{cases} m\cdot|x|^{\frac{\alpha}{p^{\alpha}}}, & ako\ |x| \le p \\ m+\left[\dfrac{(1-m)}{(q-p)^{\beta}}\right]\cdot(|x|-p)^{\beta}, & ako\ p < |x| \le q \\ 1. & ako\ |x| > q \end{cases}$$

gde su:

α i β - parametri brzine - intenziteta preferencije ($0<\alpha<\infty$; $0<\beta<\infty$),

p - granica promene brzine - intenziteta preferencije,

q – granica preferencije i

m – parametar.

4. Koncepcija i istraživanje 54

4.1. Koncepcija 54

4.2. Istraživanje 56

4.3. Prednost merenja 58

4.4. Empirijski dodatak 59

4.5. Primenljivost operacija na brojnom sistemu. Razmera operacija 60

4.6. Princip razmišljanja 61

4.7. Korisnost rednog broja u ekonomskoj teoriji 61

4.8. Korisnost rednog broja 62

4.9. Optimalni uslovi na nezavisnost podloge 62

4.10. Prava mera - prava linija 64

4.11. Sigurna mera - realni brojevi 65

4.12. Neodređeni koeficijenti i pojava dvojenih poređenja 66

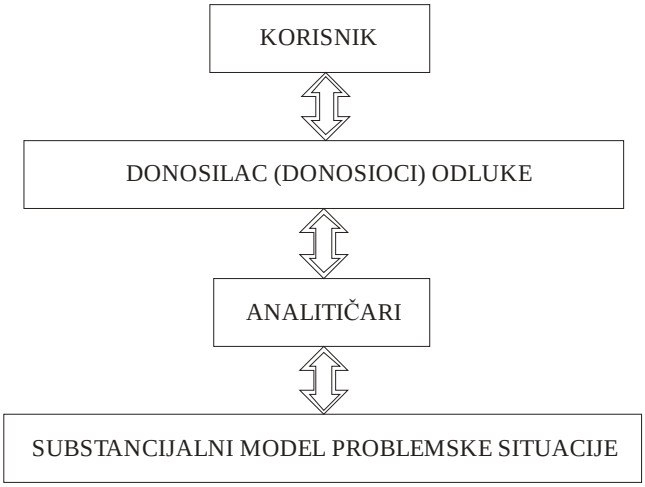
4. Koncepcija i istraživanje

4.1. Koncepcija

Višekriterijumska optimizacija vuče koren iz ekonomskih nauka, danas višekriterijumska optimizacija i odlučivanje imaju veliku primenu u mnogim sistemima a posebno u sistemima industriskih postrojenja. Detaljnije razmatranje dovodi do zaključka da ni sve problemske situacije višekriterijumske optimizacije nisu po svojoj strukturi i dimenzijalnosti međusobno identične. Otuda izlaganje o višekriteriumskom odlučivanju počije klasifikacijom problemskih situacija a nastavlja klasifikacijom sagledanih koncepata i metoda za višekriterijumsko odlučivanje te analizom njihove upotrebljivosti. Potrebno je svaku problemsku situaciju odlučivanja, nakon njenog formulisanja, matematički opisati i na neki način naglasiti kao bitan redosled alternativa, donosiocu odluke.

Strukturni oblici rada:
- Centralizovano odlučivanje
- Antagonističko odlučivanje
- Hijerarhističko odlučivanje

Centralizovano odlučivanje uključuje nivo odlučivanja donosiocu odluke (može biti jedan ili više osoba sa iskustvom, autoritetom i odgovornošću stvarnih odluka) i nivo analize (tim analitičara) (*Slika 4.1*).[18]



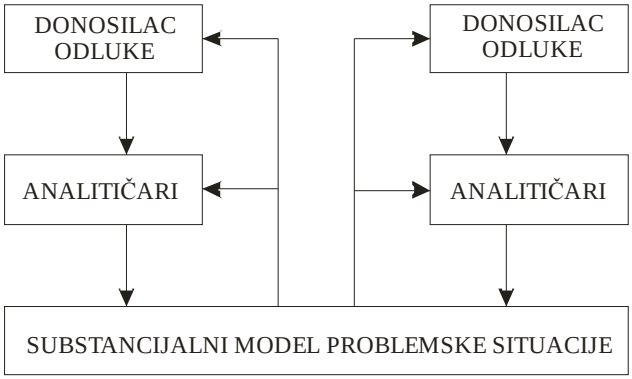
Slika 4.1 Struktura centralizovano organizovane situacije odlučivanja

Substancijalni model prestavlja sve ono što analitičari o problemskoj situaciji znaju odnosno što je skup podataka i hipoteza. Analitičari imaju obavezu ne samo da pojasne nego da i definišu propozicije procesa odlučivanja. Treba imati na umu da donosioc odluke vrlo često ne daje analitičarima sve informacije pa je ovaj proces podeljen na dve faze. Prvi ima za cilj da generiše što manji broj alternativa i drugi izbor jednog od sagledanih alternativnih rešenja što je isključiva odgovornost lica koje donosi odluku.

18 LJ.Vlačić,Višekriterijumski pristup projektovanju, p 23

Postoji veći broj matematičkih metoda namenjenih za generisanje alternativa u okviru višekriterijumske analize, a najviše su prikazani linearnim modelom. (Elans, Steuer (1973); Eskor, Kuada (1978); Yu, Elenu (1975); Eal (1977); Gal, Leberling (1977 i 1981) Isernant (1974) itd.

Antagonističko odlučivanje doživelo je značajan uspon u posledljih 20-30 godina međutim još uvek je retko primenjivan. Ovakav vid odlučivanja prestavlja situaciju koju karakteriše međusobna nezavisnost učesnika u postupku (Slika 4.2).[19]

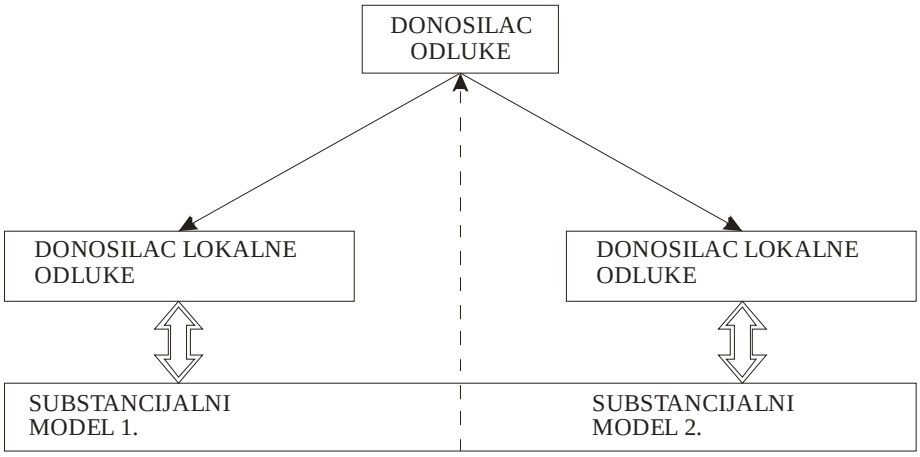


Slika 4.2 Struktura organizovane situacije odlučivanja antagonistički

U izuzetnim antogonističkim slučajevima može se desiti da se ne postiže saglasnost čak ni na nivou substancijalnog modela problemske situacije.

Dakle, dok prvu fazu karakteriše prisustvo dveju strana dotle druga faza je okarakterisana procesom poravnanja koja vodi korisnike ka obostrano prihvatljivom stanju *STATUS QUO.*

Hijerarhijsko odlučivanje-Prema (Wierzbickom (1983)) moguća su dva vida hijerarijske strukture odlučivanja. Prvi podrazumeva punu koordnaciju interesa i ciljeva. *Slika 4.3).*[20] Slika pokazuje da lice sa gornjeg nivoa može da sugeriše i da utiče na ciljeve lica sa donjeg nivoa.

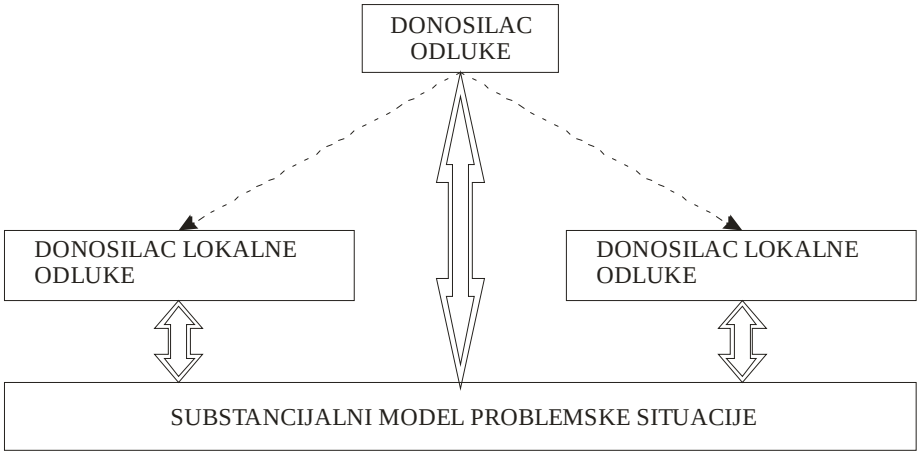


Slika 4.3 Hijerarhijski organizovana situacija odlučivanja sa potpunom koordinacijom interesa i ciljeva

19 LJ.Vlačić,Višekriterijumski pristup projektovanju, p 25

20 LJ.Vlačić,Višekriterijumski pristup projektovanju (sa uticajem odozgo), p 26

Predstavljanje strukture (*Slika 4.4)*[21] karakteristična je po tome da je lice sa gornjeg nivoa potpuno informisanoo interesima lica sa nižeg nivoa ali bez mogućnosti uticaja na njih.



Slika 4.4 Hijerarhijski organizovana situacija odlučivanja sa delimičnom koordinacijom interesa i ciljeva

Ukratko rečeno lice sa gornjeg nivoa može da utiče na ciljeve lica sa donjeg nivoa a sve u svrhu maksimizacije vlastitog cilja a druga strategija pokazuje da je lice sa gornjeg nivoa potpuno informisano o interesima lica sa nižeg nivoa, ali bez mogućnosti uticaja na njih.

4.2. Istraživanje

Među matematičkim metodama za podršku odlučivanju a na osnovu kojih analitičari obrazlažu poredak, postoje različiti bazni koncepti za izgradnju modela i nalaženje najpovoljnijih alternativa.Ti pristupi su holistički i analitički.

Holistički pristup se bazira na principu da identifikacija informacije nije potrebna pre donošenja odluke, što dovodi do zaključka da holističke pretpostavke i intuicija, imaju značajnu ulogu.

Obzirom da je, po svojoj prirodi, vrlo ograničen u primeni u primenjenim naučnim disciplinama, ovde neće biti detaljnije razmatran.

Analitički pristup garantuje sistemsku evaluaciju mogućih alternativa i to pre donošenja konačnih odluka.

Među analitičke principe se svrstavaju:

- koncept Pareto optimalnosti;
- koncept funkcije korisnosti;
- koncept zadovoljavajućeg rešenja;
- koncept planom uslovnog odlučivanja.

21 LJ.Vlačić,Višekriterijumski pristup projektovanju(bez uticaja odozdo), p 27

Koncept Pareto optimalnosti - Istorijski gledano, ovaj koncept je najstariji, primenjivan pri višekriterijumskoj analizi raznih problemskih situacija. (Pareto (1896)).

Ovo rešenje je prisutno onda kada je poboljšanje jednog cilja moguće samo na račun pogoršanja drugih ciljeva.

Koncept funkcije korisnosti - Funkcija korisnosti je čista mamematička tvorevina i pokazala se veoma pogodnom u svim onim slučajevima kada se mogla dokazati i upotrebiti. Koncept maksimizacije funkcije ima teorecku i matematičku osnovu te je prihvaćen kao put za analitičko donošenje odluke. Ovaj princip odlučivanja primenljiv je u novim situacijama i podrazumeva analizu i onih alternativa koje u praksi mogu biti inferiorne.

Koncept zadovoljavajućeg rešenja - Polazi se od toga da svi oni koji donose odluke (menadžeri, inženjeri, preduzetnici,...) ne sprovode stvarno optimizaciju, jer nemaju dovoljno ni vremena ni informacija. Međutim, sa razvojem računarske tehnologije, oštrina mnogih kritika na račun optimizacije je ublažena. Čak je ublažen i uticaj nedostatka informacija.

Koncept planom uslovnog odlučivanja - Pretpostavlja se da određeni ciljevi imaju prioritet i da moraju biti dostignuti. Samim tim ovo je višekriterijumski pristup za donošenje odluke pod pretpostavkom da su pojedini kriterijumi dominantni u odnosu na druge.

Imajući u vidu da ni jedan od ovih metoda nije idealan i prihvatljiv bezuslovno u svim situacijama i dalje se radi na razvijanju novih metoda višekriterijumskog odlučivanja koje su često kombinacije različitih koncepcija iz svih prethodno nabrojanih metoda, upravo se u svim novim metodama uglavnom pokazuje, da se iskoriste dobre strane tih metoda.

Redovno se dešava da je jedna alternativa bolja od druge u smislu jednog kriterijuma dok je druga bolja od prve po drugom kriterijumu. Reešenje problema predstavlja nalaženje kompromisnog rešenja. Da bi doneli takvu odluku neophodno je poređati alternative definisanje odgovarajućim kriterijumima kao i odrediti težinske koeficijente u odnosu na sve druge kriterijume. Posle toga za svaki kriterijum se određuje da li je potrebno izabrati alternativu tako da kriterijum bude minimalan ili maksimalan. U zavisnosti ocene svih parametara određuje se i metoda koa će se koristiti za rešavanje problema.

Međutim izgradnja matematičkih temelja bilo koje naučne discipline zahteva identifikaciju uslova koji moraju biti zadovoljeni da se omogući primena matematičkih operacija u linearnoj algebri i uopšte u računu. Identifikacijom ovih uslova pokazano je da klasična merenja i ocena teorije, uključujući i korisnost teorije, ne mogu služiti kao matematički temelj teoriji odlučivanja, u teoriji igara, ekonomiji ili drugim naučnim disciplinama, jer ne zadovoljavaju potrebne uslove. Matematičke osnove društvene nauke kao discipline, uključujući i ekonomske teorije, zahtevaju primenu matematičkih operacija koje nisu fizičke promenljive, tj promenljive kao što su vrednosti koje opisuju psihološke ili subjektivne osobine.

Da li psihološke osobine mogu biti merene (i samim tim da li matematičke operacije se mogu primeniti na psihološke promenjive) je diskutovao odbor koji je imenovan u 1932 od strane britanskog udruženja za unapređenje nauke, ali suprotna mišljenja u ovoj raspravi nisu pominjani u završnom izveštaju u komitetu za 1940 god.

Godine 1944, teorija igara je predložena kao pravi instrument sa kojima se razvijaju teorije ekonomskog ponašanja, gde je program teorije da su sredstva za merenje prednost.

Samo određivanje i tumačenje operacije korisnosti teorije, koja se koristi za izgradnju skale korisnosti vodi suštinska protivrečnost i da operacije sabiranja i množenja nisu primenljive na vrednostima korisnosti razmera. Uočavaju se dodatni nedostaci korisnosti teorije koja pokazuje se nepodobnom da služi kao matematički temelj za ekonomiju ili druge teorije.

4.3. Prednost merenja

U svojim radovima Jonathon Barzilai dtaljno navodi činjenice da je o problemu merenja bilo reči još dvadesetih godina prošlog veka.

Dalje navodi da su s tim problemom direktno bavili Norman R. Kampell, 1940 god., A. Ferguson, C. S. Myers, 1930 god., Horman van Helmholtaz, 1946 god, John van Neumann i Oskar Morgenson, 1940 god i Paul A.Samueison 1948.[22]

Primenom matematičkih operacija se među pitanjima implicitno bavi fon Nojman i Morgenstern u u kontekstu merenja individualne vrednosti. Vrednost, ili korisnost, nije fizičko svojstvo objekata koje se vrednuje, odnosno, prednost je subjektivna, odnosno psihološka, imovinska. Da li psihološke osobine mogu da se mere je otvoreno pitanje u 1940, kada je odbor imenovao britansko udruženje za unapređenje nauke u 1932 ", da razmotre i izveštaj na mogućnost kvantitativne procene čulnih događaja" objavio je svoj završni izveštaj.

Privremeni izveštaj, objavljen u 1938, su "izjavu tvrdeći da osećaji intenziteta nisu merljivi", kao i izjavu tvrdeći da je osećaj intenziteta merljiv. Ova suprotna mišljenja nisu usaglašena u konačnom izveštaju. Stav da psihološke promenljive se ne mogu izmeriti je podržan od strane Campbell'sa sa pogledom na ulogu merenja u fizici koji je izrađen na osnovu ranijih radova Helmholc na matematičko modeliranje fizičkih merenja.[23]

Da bi se ponovo držala Campbell pozicija u tekućim terminologijama potrebno je sledeće:

Pod empirijskim sistemom E misli se na skup empirijskih objekata, zajedno sa operacijama (tj. funkcijama) eventualno i odnos poretka pod kojim se karakteriše vrednost merenja.

Matematički model M od empirijskih sistema E je skup sa operacijama koje odražavaju empirijski rad u E, kao i red u φ, kada se φ pravilo. Funkcija φ je preslikavanje objekata iz E u objekte u M koji odražava strukturu E u M (u tehničkom smislu, funkcija je homomorfizam iz E u M).

22 J. Barzilai, “Avoiding MCDA Evaluation Pitfalls,” in Real Time and Deliberative Decision Making, Igor Linkov, Elizabeth Ferguson, Victor S. Magar (Eds.), NATO Science for Peace and Security Series C - Environmental Security, Springer, pp. 349—353, 2008.

23 Jonathan Barzilai, “Game Theory Foundational Errors — Part III,” Technical Report, Dept. of Industrial Engineering, Dalhousie University, pp. 1—4, 2009.

Svrha preslikavanja φ od strane M je da omogući primenu matematičkih operacija na elementima matematičkog sistema M : Kako rečito kaže Campbell', "Predmet merenja je da se omogući moćno oružje matematičkoj analizi i to treba primeniti na predmet nauke".[24] U smislu ovih pojmova, osnovne elemente gledišta su sažeti u kontekstu merenja gde se tvrdi da za psihološke promenljive nije moguće konstruisati funkciju koja odražava empirijski rad, jer empirijski (ili "praktični'') rad tada nije definisan, ako empirijski rad ne postoji, tada i njegova matematička refleksija ne postoji.

U okviru matematičkog modeliranja od suštinske važnosti je omogućiti primenu matematičkih operacija, empirijski objekti su određeni matematičkim objektima na kojima se izvode ove operacije. U matematičkom smislu, ove funkcije preslikavanja su sa skupa empirijskih objekata na skup matematičkih predmeta (to su obično realni brojevi). Imajući u vidu dva skupa, veliki broj preslikavanja iz jednog u drugi mogu biti konstruisani, od kojih se ne odnose na karakterizaciju osobina pod merenjem: date osobine moraju biti odličje empirijske operacije koje su specifične za ovu imovinu i ove imovinsko-specifične empirijski operacije se zatim reflektuju na odgovarajuće operacije u matematički model. Merenja skale su one vrednosti koje odražavaju specifične empirijske operacije koje karakterišu datu imovinu u odgovarajuće operacije u matematički model. Zbog toga, izgradnja merenja zahteva veličinu da je vrednost specifične empirijske operacije identifikovana i ogleda se u matematičkom modelu. Štaviše, operacije treba da se biraju kako bi se postigao cilj ove konstrukcije koja je primena matematičkih operacija u matematičkom modelu.

4.4. Empirijski dodatak

Cilj fon Nojmana i Morgensterna je da identifikuje empirijske operacije koje karakterišu svojstvo prioriteta i izgradi odgovarajući matematički model. Kao što će se naknadno videti, operacije sabiranja i množenja nisu moguće u matematičkom modelu i empirijski rad zahteva tumačenje koje vodi do suštinske protivrečnosti.

Zadatak izgradnje modela za podešavanje merenja obradili su fon Nojman i Morgenstern u indirektnom kontekstu merenja individualnih vrednosti.[25] Kako je operacija sabiranja, kada se odnosi na dužinu ili merenje mase na vagi određena, kada su veličine koje su jedinstveno izražene pomoću promenljivih konstanti odnosno fizičke promenljive kao što su vremenska i potencijalna energija, na koje standardne matematičke operacije se primenjuju su jedinstveni do zbirnih konstanti i pozitivanih multiplikativnih konstanti. (Ako je pesak t dat sa dve veličine zatim vreme ili potencijalne energije $t = p + qxs$ za neke stvarne brojeve i $q \geq 0$, a za dužinu i masu $t = qxs$ za neke $q > 0$).

Ovo zapažanje ukazuje na to da je argument protiv udruženja mogućnosti merenja psiholoških promenjivih nije u potpunosti tačno. Izgleda, neophodno je da se ukaže na potrebu da se identifikuje empirijski - "prirodno" po fon Nojman i Morgenstern je terminologija - rad za podešavanje merenja za koje je rezultat jedinstvena vrednost dodatih konstanti i pozitivanih multiplikativnih, konstantni.

24 Jonathan Barzilai, “Value of a Game,” Notices of the American Mathematical Society,No.1-4,p., 2006.

25 Ohn von Neumann and Morgenstern, Theoru of Games and Ekonomik Behav ior, Princeton Universitu Pres 1974.

Tražiti empirijsku operaciju koja podražava "centar gravitacije", rad, rad su identifikovali sada poznati korisnosti teorije konstruisanja lutrije na "nagrade", da služi u tu svrhu. Von Neumann i Morgenstern je jedinstvenost argumenta i težišta rada su centralni elementi njihove korisnosti teorije koja je formalizovana u aksiomama. Ova teorija je na osnovu teorije igara koja, zauzvrat, bio je da služi kao matematički temelj ekonomskoj teoriji. Razrađena na fon Nojman i Morgenstern konceptu, Stivens je predložio jedinstvenost baza klasifikacije "Skale tip" i koncentrisao se na pitanja o mogućnosti merenja psiholoških promenjivih i primenu matematičkih operacija u skali vrednosti se preselio na izgradnju "Interval" skale, odnosno koje su jedinstvene i do zbirnih konstanti i pozitivne multiplikativne konstante.

4.5. Primenljivost operacija na brojnom sistemu. Razmera operacija.

Neka se razmisli o primenljivosti operacija sabiranja i množenja na lestvici vrednosti za fiksne skale, odnosno operacijama koje izražavaju činjenice kao što su "težina objekta jednaka je zbiru težina druga dva" (što odgovara sabiranju: $s(a) = s(b) + s(c)$) i "težina datog objekata je dva i po puta teža od mase drugog" (što odgovara množenju: $s(a = 2.5xs(b))$).

Važno je naglasiti razliku između primena operacija sabiranja i množenja na lestvici vrednosti za fiksnu skalu (na primer $s(a) = s(b) + s(c)$ u odnosu na ono što čini se da je ista operacija kada se primenjuje na celu skalu kojoj je ekvivalent skala sa proizvodom (na primer $t = p + qxs$, gde su s i t dve veličine a p, q brojevi). U slučaju lestvice vrednosti za fiksne veličine, operacije sabiranja i množenja se primenjuju na elemente matematičkih sistema M i rezultat je još jedan element M.

U slučaju operacije na celoj skali, dodavanje ili množenje broja se primenjuju na element skup $S = \{s,t,...\}$ kod svih mogućih veličina, a rezultat je još jedan element od S, a ne M. To su neke operacije, jer operacije su funkcije, a funkcije u različitom domenu ili opsegu su različite.

U slučaju "Interval", funkcije, gde je jedinstvenost skupa svih mogućih funkcija karakteriše funkcija transformacije forme $t = p + qxs$, ne može se zaključiti da operacije sabiranja i množenja se odnose na funkciji kao vrednosti za fiksne veličine, kao što su $s(a) = s(b) + s(c)$.

Može se tvrditi da je karakterizacija funkcije od jedinstvenosti, podrazumeva $t = p + qxs$ primenu sabiranja i množenja na funkciji vrednosti za fiksne veličine, ali ova tvrdnja zahteva dokaz. Ne postoji takav dokaz, niti takav zahtev, u literaturi, jer je ova tvrdnja lažna: Razmotriti automorfizam grupa celih brojeva pod sabiranjem. Grupa je model za sebe ($E = M$), i vrednost transformacije su multiplikativni: $t = (\pm)xs$. Međutim, po definiciji, rad množenja koji se definiše na skupu funkcija nije definisan na grupu M.

4.6. Princip razmišljanja

Neka se razmotra merenje dužine i neka se pretpostavi da je sprovedeno redno merenje na skupu objekata, odnosno, za bilo koji par objekata određeno je koji je viši ili da li su iste dužine (u tom slučaju nisu određene njihove dužine). To može biti zbog nedostatka date tehnologije (odgovarajuće alatke nisu na raspolaganju) ili sa stanjem nauke (znanja i razumevanja od empirijskih ili matematičkih sistema je nedovoljno). Još uvek se mogu konstruisati veličine koje na mapi pretvaraju empirijske predmete u realne brojeve, ali, iako realni brojevi priznaju mnoge operacije i odnose, jedini odnosi na redu funkcije vrednosti koji je relevantan za vrednost kod merenja je odnos reda. Konkretno, operacija sabiranja i množenja može se raditi na niz takvih merila, jer opseg je podskup realnih brojeva, ali takve operacije su strane, jer one ne odražavaju odgovarajuće empirijske operacije. Strane operacije ne mogu biti sprovedene na funkciji vrednosti - oni su irelevantne i neprimenljive, njihova primena na funkciji vrednosti modeliranja je greška.

Princip refleksija je suštinski element oblikovanja koji navodi da operacije u matematičkom sistemu se primenjuju ako i samo ako one odražavaju odgovarajuće operacije unutar empirijskog sistema. U tehničkom smislu, kako bi matematički sistem bio ispravan model jednog empirijskog, matematički sistem mora da bude homomorfnih na empirijski sistem (homomorfizam je struktura-očuvanja redosleda). Matematička operacija je ispravan element modela samo ako je homomorfna slika empirijske operacije.

Drugi poslovi nisu primenljive na skali vrednosti. Po principu refleksija, neophodan uslov za primenu operacije na funkciji vrednosti je postojanje odgovarajućih empirijskih operacija (homomorfnih unapred određenih slika matematičke operacije). To je, načelo refleksije u oba smera, i data operacija se primenjuje u matematičkom smislu samo ako je empirijski sistem opremljen za odgovarajući rad.

4.7. Korisnost rednog broja u ekonomskoj teoriji

Sklonost teorije, koji igra osnovnu ulogu u teorije odlučivanja, igra i istu ulogu u teoriji korisnosti imenovanoj u ekonomskoj teoriji. Tu je pokazano da u kontekstu ekonomske teorije, teorija korisnosti je zasnovana na greškama koje nisu otkrivene od strane teoretičara datih odluka ili drugih naučnika. U svom priručniku političke ekonomije, Pareto tvrdi da je "cela teorija ekonomske ravnoteže nezavisana od pojmova (ekonomske) korisnosti". Preciznije, on je tvrdio da redovni korisnici su dovoljni da izvrše Pareto razvoj ekonomske ravnoteže. Ova tvrdnja je iznenađujuća s obzirom da se Pareto uputstvo zasniva na pojmovima diferencijabilnosti korisnosti funkcija (po različitim imenima kao što su "ekonomsko zadovoljstvo" i "ukus"). Ova tvrdnja je takođe iznenađujuća, jer paralelno tvrdi navodeći da redna temperatura na skali je dovoljna za obavljanje delimične diferencijacije u termodinamici sto je očigledno lažno. To je još više iznenađujuće da je ovo lažna tvrdnja ostala tako dugo i ponavlja se u sadašnjoj ekonomskoj literaturi.

Oslanjajući se na greške Pareto je, Hicks navodi da je "kvantitativni koncept korisnosti nije neophodan kako bi se objasnile pojave na tržištu", sa ciljem uspostavljanja logičke deduktivne osnove ekonomije - ima identifikovanu potrebu za teoriju dosledno na osnovu redne korisnosti - on nastavlja "da preduzima čišćenje, odbijanje svih pojmova koji su zaraženi kvantitativnim programom".[26] U suštini, Hicks tvrdi da kad god se problem pojavljuje u ekonomskoj teoriji, a naročito u Pareto teoriji koja podržava delimično diferencijacije, može biti zamenjen drugim programom.

Ni Pareto, koji nije postupio po svojoj tvrdnju, niti Hiks, koji su nastavili sa čišćenjem "kvantitativnih korisnosti" iz ekonomske teorije, pružaju rigorozno matematičko opravdanje za ovaj zahtev i čini se da autori koji ponove ovu tvrdnju oslanjaju se na pogrešan argument što je u suštini osnova ekonomske analize.

4.8. Korisnost rednog broja

Redni empirijski sistem E je skup empirijskih objekata zajedno sa odnosom reda, koji karakterišu imovinu kod merenja. Matematički model M od rednog empirijskih sistema E je sledeći skup u kojem bi sistem u M odražavao red kao u E. Funkcija s je homomorfizam iz E u M, odnosno slika objekata u E - *nti* objekat iz M koji odražava redosled E u M. Generalno, u cilju modeliranja kod M je da omogući primenu matematičkih operacija na elemente matematičkog sistema M i da operacije koje nisu definisane u E se ne primenjuju u M.

U slučaju od rednog sistema matematičkog lika M do empirijskih sistema E je samo opremljen tako da operacije sabiranja i množenja se ne primenjuju u M. Drugim rečima, pošto, po definiciji, u uređenim sistemima samo kako je definisano (eksplicitno - ni pored toga, niti se definiše množenje), sabiranje i množenje se ne primenjuju na rednoj funkciji vrednosti i to sledi da rad diferencijacije nije primenljiv na rednoj funkciji vrednosti, jer diferencijacija zahteva da se operacije sabiranja i množenja mogu primenjivati.

Ukratko, ako je red funkcije korisnosti ne može da se diferencira i obratno, funkcije korisnosti koji zadovoljavaju diferencijalni uslov ne može biti red korisnosti skale.

4.9. Optimalni uslovi na nezavisnost podloge

U svojim beleškama Hiks kaže da je "Čista ekonomija ima izuzetan način proizvodnje zečeva iz šešira" i da "To je fascinantno da pokušaju da otkriju kako zečeve dobijaju, a za one od nas koji ne veruju u magiju moraju biti uvereni da su ih dobili nekako. "Sledeće je tretirano samo za minimalni stepen strogosti koji je neophodan da otkriju kako ovo zapažanje se odnosi na upotrebu, navodno red, korisne funkcije u standardnom izvođenju elementarnih uslova ravnoteže. (Veći stepen strogosti je neophodan tim pre što druge greške treba izbegavati).

26 John R.Hicks, Value and Capital,Second Edition, Ohford Universitu Press 1946.

Neka se razmotri problem maksimiziranja funkcije $u(x_1, x_2,...x_n)$, predmet korisnosti ograničenja u formi $g(x_1, x_2,..., x_n) = b$ u kojoj promenljive $x_1, x_2,..., x_n$ predstavljaju količinu robe.[27]

Diferenciranjem Lagrangean $L = u - \lambda(g - b)$ dobija se:

$$\frac{\partial u}{\partial x_i} - \lambda \frac{\partial g}{\partial x_i} = 0 \text{ za i =1,2,…, } n$$

koji podrazumeva $\frac{\partial u}{\partial x_i} \div \frac{\partial g}{\partial x_i} = \lambda = \frac{\partial u}{\partial x_j} \div \frac{\partial g}{\partial x_j}$

za sve i, j, i stoga je $\frac{\partial u}{\partial x_j} \div \frac{\partial u}{\partial x_i} = \frac{\partial g}{\partial x_j} \div \frac{\partial g}{\partial x_i}$ (1)

Jednačina (1) je tangens uslov, jer, u zajedničkim zapisu,

$$\frac{\partial x_i}{\partial x_j} = -\left(\frac{\partial f}{\partial x_j} \div \frac{\partial f}{\partial x_i} \right) \tag{2}$$

drži na površini gde je funkcija $f(x_1, x_2,..., x_n)$ konstantna.

Pošto primena ove notacije na jednačina (1) dobija se

$$\frac{\partial x_i}{\partial x_j} = \frac{\partial x_i}{\partial x_j}$$

poželjno je koristiti notaciju eksplicitno

$$\frac{\partial x_i}{\partial x_j} \Big|_x^u$$

što pokazuje da se diferencijacija izvodi na nezavisnoj podlozi funkcije y u tački K. Ovo zavisi od izvoda funkcije y, kao i tačke K, funkcija y nije "eliminisana" u ovom izrazu. U principu, u proizvoljnom trenutku za očekivati je

$$\frac{\partial x_i}{\partial x_j} \Big|_x^u \neq \frac{\partial x_i}{\partial x_j} \Big|_x^g$$

ali u jednačinu rešenja tačka (1) podrazumeva

$$\frac{\partial x_i}{\partial x_j} \Big|_x^u = \frac{\partial x_i}{\partial x_j} \Big|_x^g \qquad \text{za sve } i, j \tag{3}$$

koja, zajedno sa ograničenjem $g = (x_1, x_2,..., x_n) = b$, je sistem jednačina za n nepoznatih

$x^* = (x_1^*, x_2^*,...x_n^*)$

27 Jonathan Barzilai, "Measurement and Preference Funstion Modelling"International Transactions jn Operational Research,Vol. 12, 2006..

U specijalnom slučaju jednog budžetskog ograničenja $p_1x_1 + p_2x_2 + ... + p_nx_n = b$, gde je cena p_i dobra za svako i,

$$\frac{\partial x_i}{\partial x_j}\Big|_x^g = \frac{\partial g}{\partial x_j} \div \frac{\partial g}{\partial x_i} = \frac{p_j}{p_i}$$

i rešenje zadovoljava

$$p_1x_1^* + p_2x_2^* + ... + p_nx_n^* = b$$

i $$-\frac{\partial x_i}{\partial x_j}\Big|_{x_i}^u = \frac{p_j}{p_i} \text{ za svako } i, j. \qquad (4)$$

Kada je broj promenljivih veći od dve, sistem jednačina se ne može rešiti nijednom metodom u dvodimenzionalnom prostoru, jer sa leve strane poslednja jednačina (4) zavisi od svih n nepoznatih . Na primer, mogu se konstruisati porodice krive indiferentnosti u ravni, gde su fiksne promenljive $x_3,...,x_n$, ali mora biti $x_3,...,x_n$ fiksiran na nepoznato rešenje vrednosti $x_3^*,...,x_n^*$. Da naglasim, svaka utvrđena vrednost promenljive $x_3,...,x_n$ je povezana sa familijom (x_1, x_2) indiferentnih krivih. Da bi se rešilo za (x^*_1, x^*_2) metodom ravnodušnosti krivih, potrebno je izgraditi posebne familije indiferentnih krivih koje odgovaraju rešenju vrednosti $x_3^*,...,x_n^*$, ali ove vrednosti nisu poznate. Konstatujući ponovo da funkcija korisnosti y nije eliminisana u jednačini (4) i da ova jednačina je izvedena pomoću operacije diferencijacije koja se ne primenjuje na red korisne funkcije, zaključuje se da Hiksova "Generalizacija u slučaju mnogih roba" nema osnova.

Vrativši se jednačini (2), uz napomenu da $f(x_1, x_2,..., x_n)$ i $F(x_1, x_2,..., x_n)$ imaju iste veličine površina (ali sa različitim izvodima) i po pravilu lanca, ako su oba F i $f(x_1, x_2,..., x_n)$ diferencijabilna onda je:

$$\frac{\partial x_i}{\partial x_j}\Big|_x^{F(f)} = \frac{\partial x_i}{\partial x_j}\Big|_x^f \qquad (5)$$

tako da je ovaj izvod delimično nezavisna od F. Međutim, budući da je pretpostavka da su F i f diferencijabilne, jednačina (5) nema osnova .

4.10. Prava mera - prava linija

Kako bi "moćno oružje u matematičkoj analizi", trebalo da se primeni na bilo koju naučnu disciplinu potrebno je, u najmanju ruku, da se konstruišu modeli koji omogućavaju operacije sabiranja i množenja, jer bez ove operacije alat linearne algebre i elementarne statistike se ne mogu primeniti. Ova konstrukcija, što dovodi do poznatih geometrijskih modela, tačaka na pravoj liniji, zasniva se na dva zapažanja:

– Ako je operacijama sabiranja i množenja omogućeno da budu u matematičkom sistemu M ove operacije moraju biti tu i definisane.

Empirijski sistem E onda mora da je opremljen sa odgovarajućim operacijama kako bi osobine iz M bile i u modelu E.

– Matematički sistem sa apsolutnom nulom ili jedinicom nije homogen, koji specijalno razlikuje elementi za razliku od drugih. S druge strane, pošto postojanje apsolutne nule za empirijske sisteme koje karakterišu subjektivna svojstva nisu uspostavljena, oni moraju biti modeli u homogenim matematičkim sistemima. Skupovi koji su opremljeni sa operacijama sabiranja i množenja, uključujući i inverzne operacije kao i oduzimanje i deljenje, se izučavaju u apstraktnoj algebri i nazivaju se polja. Pošto je svrha modeliranja da omogući primenu matematičkih operacija, mogu se razvrstati skale prema vrsti matematičkih operacija. Ovde se koriste termini odgovarajuće skale za označavanje mere gde su operacije sabiranja i množenja omogućeni na skali vrednosti, kao i da označi situacije gde merenje za ove operacije nije moguće. Ova podela je od fundamentalnog značaja, ako se na umu ima princip reflrksije da su svi modeli u literaturi slabi jer su zasnovani na operacijama koje ne odgovaraju sabiranju i množenju.[28]

4.11. Sigurna mera - realni brojevi

Pravilna upoređenja omogućavaju primenu operacija linearne algebre, ali ne mora biti opremljen odnos poretka koji je potreban da ukaže pravac na pravoj liniji (na primer, ukazuju na to da objekat još bolji, ili teži, ili lepši od drugog). Izgradnja odgovarajuće sigurne mere tj. za osnovno polje koje mora biti uređeno (na primer, polje kompleksnih brojeva je nesređena, dok je polje racionalnih brojeva je sređeno).

Kod fizike, kao i kod drugih nauka, razvoja nema bez matematičkih "oružja" u računu. Na primer, osnovni koncept ubrzanja kod II Njutnovog zakona se definiše kao (drugi) izvod, u statistici, standardna devijacija zahteva korišćenje kvadratnih korena funkcija čija definicija zahteva ograničenje rada i marginalne stope promena, definisani parcijalni izvodi koriste se u ekonomiji.

Računom treba da bude omogućeno sređivanje odgovarajuće skale, u osnovni polje mora biti sređeno polje gde su ograničenja elemenata polja samo elementi polja. Jedino potpuno sređeno polje je polje realnih brojeva. Kako bi operacije sabiranja i množenja tj. odnos reda i primena računa na subjektivne skale, morao biti određeni objekat u realnom, sređenom homogenoj oblasti, odnosno jednodimenzionalanom, realnom prostoru, taj uređeni skup objekata mora biti podskup tačaka na empirijski uređenoj pravi pravoj liniji. Koristi se izraz jaki modele kako bi se označili takvi modeli i osnovne mere koje označavaju merenja proizvoda datih modela.[29]

Primena moćnog oružja matematičke analize zahteva sisteme u kojima postoji sabiranje i množenje, a redosled i granice su omogućeni. Razlog za centralnu ulogu realnih brojeva u nauci je da polje realnih brojeva je jedino potpuno uređeno polje.

28 Rafael Artzy,Linear geometry,Addison-Wesley,1965

29 Edward J.Meshane and Truman A Botts, Real analusis van Nostrand 1959

4.12. Neodređeni koeficijenti i pojava dvojenih poređenja

Da bi se operacije sabiranja i množenja mogle primenjivati, matematički sistem M mora biti:

– polje ako je model sistema sa apsolutnom nulom i jedan,
– jedno-dimenzionalni vektorski prostor kada empirijski sistem ima apsolutnu nulu, ali ne apsolutno jedan, ili
– jednodimenzionalni affini prostor koji je predmet za sva ne-fizička svojstva sa ne apsolutnom nulom, ni apsolutnom jedinicom. Ovo podrazumeva da je za pravilna upoređivanja, odnos mera nedefinisan za subjektivne promenljive, uključujući podešavanja. Konkretno, ovo stavlja van snage sve odluke koje se primenjuju u metodologiji za operacije sabiranja i množenja na skali vrednosti i na osnovu usvojenih odnosa.

Na primer, u odsustvu za vreme apsolutne nule, to mora biti modelovan kao homogena promenljiva i odnos dva puta (izraz t_1 / t_2), je nedefinisan. Iz istog razloga, odnos dva potencijalna energenta e_1 / e_2 je nedefinisan, pa ni odnos razlike $\Delta t_1 / \Delta t_2$ i $\Delta e_1 / \Delta e_2$ ne može pravilno biti definisan. Pošto je zbir dve tačke u affinom prostoru nedefinisan, zbir odgovarajućih vrednosti skala je definisana kao prednost. Izraz $(a-b)/(c-d)=k$ gde je a,b,c,d su tačke na affinoj pravoj liniji i k je skalar koji se koristi u izgradnji odgovarajuće skale. Broj poena na levoj strani ovog izraza može biti smanjen sa četiri na tri (npr. ako je $b=d$), ali se ne može svesti na dva i to podrazumeva da pojava udvojenih poređenja ne mogu biti korišćena za pravljenje skala za merenje, gde su omogućene operacije sabiranja i množenja.

5. Uređeni skupovi i mreže 68

5.1. Pojam relacije 68

5.2. Uređeni podskup 69

5.3. Specijalni podskupovi uređenih skupova 69

5.4. Funkcije između uređenih skupova. Dualnost 69

5.5. Specijalni elementi 70

5.6. Infimum i supremum 70

5.7. Mreža 71

5. Uređeni skupovi i mreže

5.1. Pojam relacije

Odnos među elementima nekog skupa po parovima se obično zove relacija među tim elementima.

Dakle pod binarnom relacijom na nekom nepraznom skupu A se podrazumeva podskup ρ od skupa A^2.

Činjenica da su elementi skupa A x i y u relaciji ρ obično se označava $x \rho y$ ili $(x, y) \in \rho$.

Kada se govori o svojstvima binarnih relacija na neki neprazan skup A obično se ističu sledeća svojstva (mada ih ima još).

– Refleksivnost:

Relacija ρ je refleksivna ako važi za sve $x \in A$ je $x \rho x$.

– Simetričnost:

Relacija ρ je simetrična ako za svako $x, y \in A$ je $x \rho y \Rightarrow y \rho x$.

– Antisimetričnost:

Relacija ρ je antisimetrična ako za svako $x, y \in \rho$ iz: ($x \rho y$ i $y \rho x$) sledi $y = x$.

Ekvivalentno:

Ako je $x \neq y$ i $x \rho y$ onda nije $y \rho x$.

– Tranzitivnost:

Relacija ρ je tranzitivna ako važi $x \rho y$ i $y \rho z$ povlači $x \rho z$ za svako $x, y, z \in A$

– Pojam inverzne relacije:

Ako je ρ relacija na skupu A onda je ρ^{-1} definisana na sledeći način:

$\rho^{-1} = \{(x, y) | (x, y) \in \rho\}$ inverzna relaciji ρ.

Stav: Ako relacija ρ poseduje osobine:

– Refleksivnost,
– Simetričnost,
– Antisimetričnost,
– Tranzitivnost.

onda i relacija ρ^{-1} poseduje iste te osobine.

Definicija: Relacija koja je refleksivna, simetrična i tranzitivna je relacija ekvivalencije a relacija koja je refleksivna, antisimetrična i tranzitivna je relacija poretka (označava se sa $\leq$ ili $(A,\leq)$ ako se označi i skup na kome je definisan).

Definicija: Relacija koja je refleksivna i tranzitivna na nekom skupu zove se predporedak.

Ovde je izostavljena iz poretka antisimetrija ali i ova relacija vrši poređenje i vrlo se prirodno pojavljuje naročito u primerima u ekonomiji.

Relacija pokrivanja: Ako je na uređenom skupu R definisana relacija poretka $\leq$ tada se na ovom skupu može definisati i relacija $\prec$ koja se zove relacija pokrivanja

$x, y \in P,\ \ x \prec y \Leftrightarrow x < y$ i $\neg(\exists z)(x < z < y)$ kaže se da je x pokriveno sa y ili da x prethodi y.

Konačni uređeni skupovi mogu se predstaviti crtežima koji se zovu Hasse dijagrami.

Elementi skupa se predstavljaju tačkama koje se povezuju linijama ako i samo ako prva tačka prethodi drugoj.

5.2. Uređeni podskup

Neka je dat $(P,\leq)$ i neka je $Q \subseteq P$ na Q se definiše novi poredak $\leq_Q$ sa $\forall x, y \in Q$ $(x \leq_Q y \leftrightarrow x \leq y)$.

Ovaj novi poredak na Q kaže se da je indukovan poretkom na iz R (i obično se i sam označava $\leq$).

5.3. Specijalni podskupovi uređenih skupova

Neka je dat $(P,\leq)$ se zove lanac ako je za $\forall x, y \in A\ \ x \leq y$ ili $y \leq x$.

- $A \subseteq P$ se zove anti lanac ako je za $\forall x, y \in A\ \ x \leq y$ i $y \leq x$.
- $I \subseteq P$ se zove polu-ideal ako za $x, y \in P$ važi iz i $y \leq x$ sledi $y \in I$.
- $F \subseteq P$ se zove polu-filter ako za $x, y \in P$ važi iz $x \in F$ i $x \leq y$, sledi $y \in F$.

5.4. Funkcije između uređenih skupova. Dualnost

Neka su $(P,\leq)$ i $(Q,\leq)$ dva uređena skupa. Funkcija $f : P \to Q$ se zove izotona ako za svako $x, y \in P$ sledi $f(x) \leq f(y)$ $(f(x) \geq f(y))$.

Injektivna funkcija f iz P u Q je obostrano izotona ako zadovoljava uslov $x \leq y \Leftrightarrow f(x) \leq f(y)$.

Bijektivna i obostrano izotona funkcija $f : P \to Q$ se zove izomofrizam između $(P, \leq)$ i $(Q, \leq)$.

U slučaju $P = Q$ izomofrizam se zove automorfizam.

Kod konačno uređenih skupova postoji da su oni izomorfni ako i samo ako imaju iste hase dijagrame.

Ako je $(P, \leq)$ uređen skup , onda je dualni poredak $\geq$ na skupu P definisan sa $x \geq y$ ako je $y \leq x$.

Princip dualnosti za uređene skupove: Ako neko tvrđenje važi za sve uređene skupove onda i dualno tvrđenje važi za uređene skupove.

5.5. Specijalni elementi

Neka je $(P, \leq)$ uređen skup i $b \in P$.

Kaže se da je b minimalan ako za sve $x \in P$ važi da iz $x \leq b$ sledi $x = b$.

Kaže se da je b maksimalan ako za sve $x \in P$ važi da iz $b \leq x$ sledi $b = x$.

Element b je najmanji u P, ako je ispunjeno $(\forall x \in P)\ (b \leq x)$.

Element b je najveći u P, ako je ispunjeno $(\forall x \in P)\ (x \leq b)$.

5.6. Infimum i supremum

Ako je $(P, \leq)$ uređen skup i $(Q \leq P)$ definiše se za svako:

$Q^d = \{a \in P | a \leq b \text{ за свако b} \in \text{Q}\}$.

$Q^g = \{a \in P | b \leq a \text{ за свако b} \in \text{Q}\}$ i zove se skup donjih ograničenja skupa Q i skup gornjih ograničenja skupa Q.

Najveći element skupa Q^d (ako postoji) zove se infimum skupa Q u oznaci $\inf Q$.

Najmanji element skupa Q^g (ako postoji) zove se supremum skupa Q u oznaci $\sup Q$.

Nije teško videti da su infimum i supremum skupa Q (ako postoje) jedinstveni i mogu se definisati i ovako:

Ako je $p \in P$, onda je $p = \inf Q$ ako i samo ako važi:

(1) za $\forall x \in Q \quad p \leq x$,

(2) ako postoji $y \in P$ takav da je za svako $x \in Q$ ispunjeno $y \leq x$ onda je $y \leq p$.

Ako je $p \in P$, onda je $p = \sup Q$ ako i samo ako važi:

(1) za $\forall x \in Q \quad p \le x$,

(2) ako postoji $y \in P$ takav da je za svako $x \in Q$ ispunjeno $x \le y$ onda je $p \le y$

5.7. Mreža

Mreža je uređen skup $(L, \le)$ u kome za svaka dva elementa a i b postoji $\inf\{a,b\}$ i $\sup\{a,b\}$.

Mreža se može definisati i kao algebarska struktura $L,$ sa dve operacije $\wedge, \vee$ sa sledećim svojstvima:

$\forall x, y \in L, \quad x \wedge y = y \wedge x$

$x \vee y = y \vee x$ zakon komutativnosti;

$x \wedge (y \wedge z) = (x \wedge y) \wedge z$

$x \vee (y \vee z) = (x \vee y) \vee z$ zakon asocijativnosti;

$x \wedge (x \vee y) = x$

$x \vee (x \wedge y) = x$ zakon apsorpcije.

Nije teško videti da su ove dve definicije mreže ekvivalentne.

Naime ako je $(L, \le)$ uređajna mreža onda se mogu definisati operacije $\wedge$ i $\vee$ na sledeći način:

$a \wedge b = \inf\{a,b\}$ i $a \vee b = \sup\{a,b\}$ i $(L, \wedge, \vee)$ ispunjava uslove algebarske mreže a ako je data algebarska mreža tada se može na L definisati uređenje $\le$ na sledeći način: $a \le b \Leftrightarrow a \wedge b = a$ i tada je $(L \le)$ uređajna mreža.

6. Mrežna metoda za višekriterijumsku analizu..... 73

6.1. Mrežna metoda 73
6.1.1. Grafička intepretacija mrežne metode (Hipotetički primer)..... 76

6. Mrežna metoda za višekriterijumsku analizu

6.1. Mrežna metoda

Višekriterijumska analiza odlučivanja je alat razvijen za kompleksne probleme. U situaciji u kojoj su više kriterijuma uključeni, konfuzija može nastati, ako je logično i dobro struktuiran proces donošenja odluka ne prati. Druga poteškoća u donošenju odluka je postizanje opšteg konsenzusa u multidisciplinarnom timu što je veoma teško postići.

Primena višekriterijumske analize mogla bi da podrži kreatore politike u izboru kontrole strategije koja najbolje ispunjava sve ove konfliktne interese. Višekriterijska analiza može biti efikasna u povećanju razumevanja, prihvatljivosti i kvaliteta u okviru posmatranja problema. To generalno poboljšava kvalitet i transparentnost procesa odlučivanja.

Višekriterijska analiza bavi se složenim problemima koji se odlikuju bilo mešavinom kvantitativnih i kvalitativnih ciljeva, razbijanjem problema u više komada pa da omogući upravljanje podacima i presudama.

Primena višekriterijumske analize uključuje više koraka naprimer: uspostavljanje konteksta odluke, identifikovanje alternativa koje se procenjuju, identiflkuje ciljeve i kriterijume, rezultat, težinu, izračunava ukupnu vrednost, razmatra i rezultate analize osetljivosti. Postoji veliki broj razvijenih metoda i tehnika za rešavanje takvih problema.

U ovom odeljku dat je kratak pregled o mrežnoj metodi koji je objavljen u U.P.B. Sci. Bull.(2011).

Neka je dat skup alternativa $A=\{a_1,a_2,...,a_m\}$ koje se procenjuju na osnovu kriterijuma $C=\{c_1,c_2,...,c_n\}$.

Za praktičnost pretpostavka je da je svaka, odnosno $i\in\{1,2,...,m\}$, alternativu a_i predstavljena kao $n-torka$ $a_i=(a_{i1},a_{i2},...,a_{in})$, ili ekvivalentno, $a_i=(a_{ik})_{k=1}^{n}$, gde svaka koordinata a_{ij}, $j\in\{1,2,...,n\}$ je broj koji nije negativan realan i broj koji predstavlja stepen zadovoljenja kriterijuma c_j.

Počevši od alternativa $a_1,a_2,...,a_m$, sada je napravljen jedan delimično nov skup alternativa u zavisnosti od datih (one bolje i slabije) na sledeći način. Skup $\overline{A}$ sa prirodnim poredkom $\leq_{\overline{A}}$ formira rešetku naviše sa najvećim elementima *mah*A koja će biti označena sa 1 (jedan) i koja će se zvati najbolja alternativa.

Dualni, komplet $\underline{A}$ sa prirodnim poretkom $\leq_{\overline{A}}$ je rešetka nadole sa najmanjim elementom $min\ A$ koji će biti označena sa 0 (nulom), a koja će se zvati najgora alternativa.

Zatim, na skupu $L = \overline{A} \cup \underline{A}$, definisan je parcijalni nalog očuvanja rasporeda na $\overline{A}$ i $\underline{A}$, za $a,b \in L$ i $a \leq_{\overline{A}} b$. za, $a \leq b$ i $a \leq_{\underline{A}} b$ za $a \leq b$. U stvari, $(L,\leq)$ delimično je uređeno postavljenje i posmatra se kao zbir donje i gornje mreže.

Kako je elemenat b delimično određen u skupu L gde $a \in L$, koji će biti označen sa $a \prec b$ ako je $a < b$, i $c \in L$ tako da je $a \leq c \leq b$ što podrazumeva $c = a$ ili $c = b$

Neka su $a,b \in L$ tako da je $a \prec b$. Onda za svaki kriterijum c_k, $k \in \{1,2,...,n\}$, definisana je željena alternativa b nad alternativom a sa poštovanjem kriterijuma c_k kao što sledi.

$$\delta_k(a,b) = Z_k(a,b)\frac{b_k - a_k}{1_k - 0_k}$$

Neka $a,b \in L$ i neka $P: a = p_1 \prec p_2 \prec ... \prec p_j = b$ je put u L od a do b.

Takođe, za svaki kriterijum, određena je funkcija koja meri značaj razlike između dve date alternative, odnosno, razmatrane su specifične funkcije $Z_k = A \times A \to [0,+\infty)$, za svaki kriterijum c_k, $k \in \{1,2,...m\}$, kojoj odgovara ne negativan realan broj $Z_k(a_i,a_j)$ za svaki par alternativa $a_i, a_j \in A$.

Onda radi prednosti alternative b nad alternativom a u odnosu na kriterijum c_k putanja P se definiše na sledeći način:

$$\delta_k^p(a,b) = \frac{1}{\sum_{i=1}^{j-1} Z_k(p_i,p_{i+1})} \sum_{i=1}^{j-1} \delta_k(p_i,p_{i+1})\ \delta_k(p_i,p_{i+1}) = 0 \text{ za sve,}$$

odnosno $i \in \{1,2,...,j\}$,

Što je ekvivalentno

$$\delta_k^p(a,b) = \frac{1}{\sum_{i=1}^{j-1} Z_k(p_i,p_{i+1})} \sum_{i=1}^{j-1} \delta_k(p_i,p_{i+1})\ \frac{p_{k+1,i} - p_{ki}}{1_k - 0_k}$$

Počevši kao alternativa a, do alternative b se može doći preko više različitih staza u L sa odgovarajućim tekućim prioritetnim težinama, tako da je definisana prednost alternativne b nad alternativom a u odnosu na kriterijum c_k kao što sledi

$$\pi_k(a,b) = \max\{\delta_k^p(a,b) | P: a \to b\}$$

i zato, prednost alternativne b nad alternativom a može se smatrati $n-torka$

$$\pi_k(a,b) = (\pi_k(a,b))_{k=1}^n$$

Rastojanje od alternative $a \in L$ od najbolje alternative 1(jedan) je definisana kao:

$$D_1(a) = \frac{1}{\sum_{k=1}^{n} z_k} \sum_{k=1}^{n} z_k . \pi_k(a,1)$$

i udaljenost najgore alternative 0 (nula) od alternative a je definisana kao:

$$D_0(a) = \frac{1}{\sum_{k=1}^{n} z_k} \sum_{k=1}^{n} z_k . \pi_k(0,a).$$

Sada, za dve alternative $a,b \in A$, koje se upoređuju, kaže se da alternativa a preferira alternativi b ako je bliža najboljoj alternativi, a dalja je od najlošije alternative, odnosno kaže se da alternativa a je indiferentna u odnosu na alternative b ako ostaje podjednako rastojanje od najbolje i najgore alternative. U suprotnom, kaže se da su alternative a i b su neuporedive.

Ovaj odnos nudi donosiocima odluka graf u kome neke alternative su uporedive, a neke nisu. Ova informacija može biti korisna u realnim uslovima.

Ako donosioci odluka žele da imaju ukupan poredak alternativa, pre nego što su u mogućnosti da naprave sledeći korak koji daje potpuni rang alternativa, onda je taj rang siromašniji u informacijama i manje realan, jer je u pitanju balansiranje udaljenosti od najbolje i najgore alternative.

Jer za $a \in A$, definisana je razlika:

$$D(a) = D_o(a) - D_1(a)$$

Ukupan poredak alternativa je definisan na sledeći način: za sve $a,b \in A$

a preferira b ako i samo ako je $D(a) > D(b)$,
a indiferentan b ako i samo ako je $D(a) = D(b)$.

Više informacija o ovom metodu (grafička interpretacija, hipotetički primeri) može se naći u prilogu *br*.2.

6.1.1. Grafička intepretacija mrežne metode (Hipotetički primer)

Primer 6.1.1. Ovo je jedan hipotetički primer u kome je pokazan prethodno opisan metod grafički. Posmatrane su alternative $A=\{a_1,a_2,a_3,a_4\}$ i neka su procenjene nizom kriterijuma $C=\{c_1,c_2,c_3,c_4\}$ kako je prikazano u narednoj tabeli (*Tabela 6.1*).

Tabela 6.1 Početni podaci za primer 6.1.1.

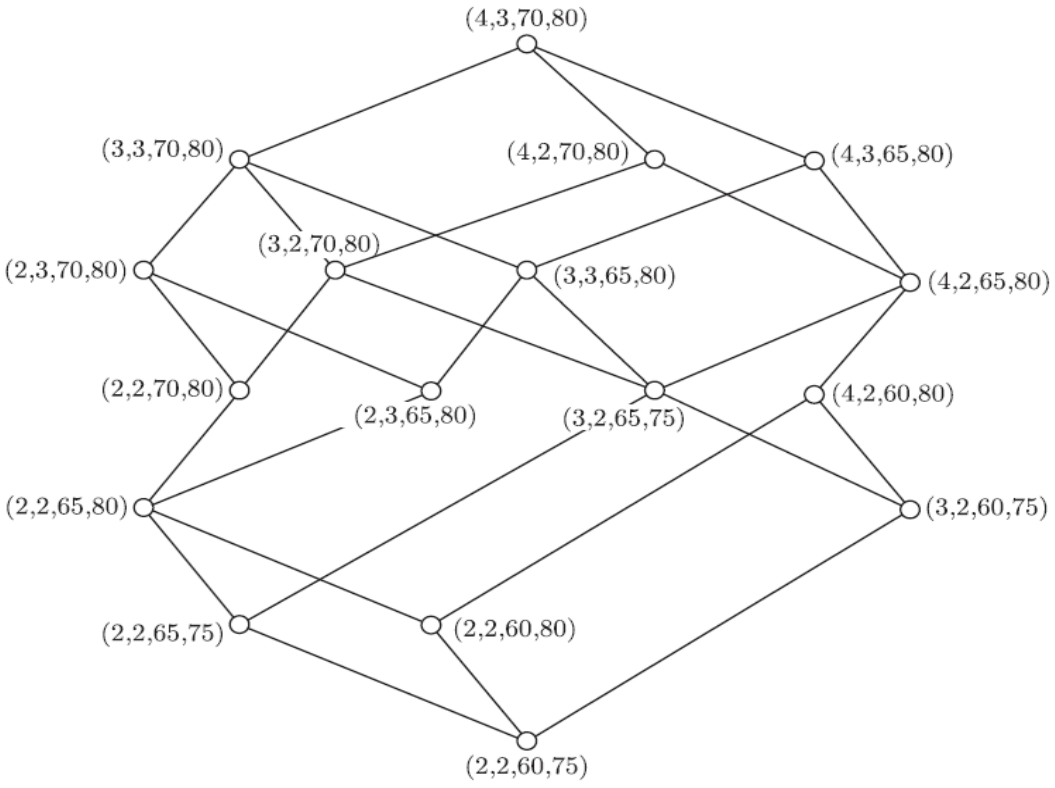
	c_1	c_2	c_3	c_4
a_1	2	2	70	80
a_2	2	3	65	80
a_3	3	2	65	75
a_4	4	2	60	80

Neka za sve $k\in\{1,2,...,n\}$ i funkcija $Z_k : A \quad x \quad A\to R^+$ se definiše kao:

$$Z_k(a,b)=\begin{cases}1, & za\ \ a_k\neq b_k\\ 0, & za\ \ ostalo\end{cases}$$

i neka $z_1=z_2=z_3=z_4=1$ tj, neka svi kriterijumi imaju isti relativni značaj (jednaka 1).

Zatim, delimično uređen skup za "nove alternative" je dat na sledećoj slici (*Slika 6.1*).



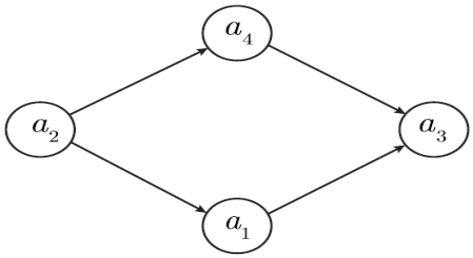
Slika 6.1 Delimično je prikazan skup "nove alternative"

Odgovarajuće razdaljine su predstavljene u *tabeli 6.2*, koji indukuju grafik dat na *slici 6.1*. Dakle, alternativa a_2 je najbolji izbor, alternativa a_1 i a_4 su ravnodušni, odnosno, oni su podjednako dobar izbor, i a_3 je najgori izbor između svih njih.

Tabela 6.2 Rezultati za primer 6.1.1.

	a_1	a_2	a_3	a_4
D_1	0.5	0.375	0.75	0.5
D_2	0.5	0.625	0.25	0.5
D	0	0.25	-0.5	0

Konačan redosled alternativa je dat na *slici 6.2*.



Slika 6.2 Konačan redosled alternativa

7. Primena nove metode kao i poređenja sa već poznatim metodama 79

7.1. Preporuka za izbor srednje škole 79

7.2. Izbor studijskog programa prilikom upisa na visoku poslovnu školu 81

7.3. Metodologija za višekriterijumski izbor smera na *VPŠSS*-Blace 82
7.3.1. Mrežna metoda 82
7.3.2. Metoda kompromisnog rangiranja 85

7.4. Metodologija izbora studijskog programa na *VPŠSS*-Blace 86
7.4.1. Mrežna metoda 7x8 86
7.4.2. Metoda kompromisnog rangiranja 97
7.4.3. Metoda *PROMETHEE* 100
7.4.4. Mrežna metoda 7x9 107
7.4.5. Mrežna metoda 7x10 113

7.5. Primena mrežne metode za kupovinu automobila za malu privatnu firmu 118
7.5.1. Mrežna metoda 118
7.5.2. Metoda kompromisnog rangiranja 122

7.6. Metodologija rešavanja problema šest alternativa sa pet kriterijuma 123
7.6.1. Mrežna metoda (Bez relativnog značaja) 123
7.6.2. Mrežna metoda (Sa relativnim značajem) 127
7.6.3. Metoda *PROMETHEE* 133

7.7. Metodologija korišćena prilikom izbora postrojenja za određenu proizvodnju ... 139
7.7.1. Mrežna metoda 139
7.7.2. Metoda kompromisnog rangiranja 147

7. Primena nove metode kao i poređenja sa već poznatim metodama

7.1. Preporuka za izbor srednje škole

Primer 7.1. U ovom radu predstavljen je novi metod višekriterijumske analize razvijen od strane M. Žižović et al. *UPB* Sci. Bull. (2011), sa naglaskom da rezultati dobijeni ovom metodom izbora srednje škole najbolje odgovaraju za učenike, uzimajući u obzir rezultate na prijemnom ispitu i postignute opšte rezultate u osnovnoj školi, kao i želje i sklonosti (fizičkih sposobnosti i talenata) tih učenika.

Trenutno u Srbiji, posle završene osnovne škole i polaganja prijemnih ispita iz dva predmeta (maternji jezik i matematika) učenici se mogu upisati u raze srednje škole.

Učenici su često u dilemi za koju srednju školu da se opredele. Rukovodstvo Osnovne škole, koji se sastoji od direktora, pomoćnika direktora, od pedagoga i psihologa, imaju obavezu da savetuju učenike koji su u potrazi za informacijom o tome šta bi bilo najbolje za njih.

Opšte metodologije za rangiranje škola u skladu sa željama učenika i njihovih rezultata u školovanju ne postoje.

Ovde je dat predlog jedne metodologije za rangiranje škola u vezi sa učeničkim željama, koristeći jednu novu metodu višekriterijumske optimizacije, što je, po našem mišljenju, veoma pogodno za to, i koja uzima u obzir uspeh učenika i uopšte školskog uspeha za izlazak na ispit, kao i predispozicija učenika ako je to neophodno za školu, u poređenju sa prosekom kandidata upisanih u datoj školi u prethodnim godinama.

Metodologija za višekriterijumski izbor gimnazije

U ovom odeljku naglašeno je kako se prethodno opisan metod za višekriterijumsku analizu koristi za rangiranje srednjih škola.
Za svakog diplomiranog učenika posmatrani su sledeći rezultati:

- s_1: Opšti uspeh - Prosečna ocena,

- s_2 : Mala matura - Skor na ispitu matematike,

- s_3: Mala matura - Prosečna ocena ispita maternjeg jezika,

- s_4 : Procena fizičkih sposobnosti učenika,

- s_5: Procena drugih predispozicija.

Za svakog učenika se posmatra lista ukoliko škole koje su uključene u listi učenika su poželjne škole, $S_1, S_2, ..., S_m$, i za svaku školsku S_i , $i \in \{1,2,...,m\}$, posmatra se prosečna vrednost po datim kriterijumima iz nekog prethodnog perioda:

- r_{i1} : Prosečan uspeh svih učenika;

- r_{i2} : Mala matura- Prosečna ocena ispita iz matematike.

- r_{i3} : Mala matura- Prosečna ocena ispita iz maternjeg jezika;

- r_{i4} : Prosek od vrednosti fizičkih sposobnosti učenika;

- r_{i5} : Prosek od vrednosti drugih predispozicija učenika.

Sledeći korak je izračunavanje razlike, odnosno za sve $i \in \{1,2,...,m\}$ i $j \in \{1,2,...,n\}$.

Neka je $a_{ij} = s_i - r_{ij}$, ako $s_i - r_{ij} \geq 0$, ili na drugi način $a_{ij} = 0$. Takođe, je utvrđena relevantnost z_{ij} ove razlike za svaku školu $S_i, i \in \{1,2,...,m\}$

Ovim se rangiraju škole, učenici iz liste poželjnih škola, po njihovim razlikama u pogledu osnova za svaku školu

$S_i(a_{i1}, a_{i2}, ..., a_{is})$

ostvarenih sa odgovarajućim vrednostima za svaki od tih kriterijumima. Sada, po rešetka metodom urađeno je i rangiranje škola i na taj način preporučen je mogući izbor škole za svakog učenika

$S_{k_1}, S_{k_2}, ..., S_{k_m}$.

Na kraju je prikazana metodologija za višekriterijumski izbor srednje škole koja omogućava učeniku originalan pristup srednjoj školi, i da mu da savete za ulaz u odgovarajuću školu koja najbolje odgovara za učenika na osnovu rezultata na prijemnom ispitu kao i na osnovu opštih rezultata u osnovnoj školi, ali i želja učenika u vezi sa ispunjenjem, zavisi od fizičkih sposobnosti i talenta ako se to smatra kao praktično nužni uslov za određenu vrstu škole.

7.2. Izbor studijskog programa prilikom upisa na visoku poslovnu školu

U ovom radu je predstavljen novi metod višekriterijumske analize razvijen od strane prof. dr Mališe Žižovića na *U.P.B.* Sci. Bull.(2011), a primenu ove metode ovde je pokazano kroz izbor studijskog programa na Visokoj poslovnoj školi prvenstveno posmatrajući nastavak školovanja kao i mogućnost zapošljavanja.

Upis kandidata vrši se na osnovu Konkursa i Pravilnika o proceduri prijema studenata. Pravo upisa na osnovne strukovne studije imaju studenti sa završenim srednjim obrazovanjem i položenim prijemnim ispitom.

Rangiranje kandidata po konkursu utvrđuje se na osnovu uspeha iz srednje škole i rezultata prijemnog ispita, a u okviru broja prijavljenih kandidata za studijski program akreditovanom upisnom kvotom.

U ovom radu nije uzeta struktura upisa na Visoku poslovnu školu već samo rangiranje i primena nove metode a na osnovu nekih kriterijuma šta daje najbolju perspektivu za zaposlelje odnosno za nastavak studiranja.(Odabir kriterijuma je sasvim proizvoljan pa samim tim ova metoda može da se primeni i za neke na drugi način odabrane kriterijume).

Ovde je dat predlog za studente koji imaju završene strkovne studije, Višu dvogodišnju usklađenu sa akademskim studijama, Višu dvogodišnju sa jednosemestralnom praksom kao i trogodišnje studije (dve godine usklađene sa akademskim), plus godina stručne prakse (Posmatrano hipotetički).

7.3. Metodologija za višekriterijumski izbor smera na VPŠSS - Blace

Odabir kriterijuma kao i alternativa što daje najbolju perspektivu pokazan je kroz primere.

7.3.1. Mrežna metoda

Primer 7.3.1. Neka je dat skup alternativa $A=\{a_1,a_2,a_3,a_4\}$ koje se procenjuju na osnovu kriterijuma $C=\{c_1,c_2,c_3,c_4\}$.

Zadatak je rešen mrežnom metodom, sa napomenom da su vrednosti određene subjektivno prema nekim našim razmišljanjima.

- a_1: Trogodišnje strukovne studije,

- a_2: Dvogodišnje više škole usklađene sa akademskim studijama,

- a_3: Dvoipogodišnje više škole usklađene sa akademskim studijama plus semestar prakse,

- a_4: Trogodišnje više škole (dve usklađene sa akademskim studijama) plus godina prakse,

c_1: Mogućnost zapošljavanja.

a_1	a_2	a_3	a_4
6	4	7	9

c_2: Mogućnost za nastavak studija.

a_1	a_2	a_3	a_4
6	6	7	8

c_3: Dužina studiranja.

a_1	a_2	a_3	a_4
8	10	9	8

c_4: Pogodnost (opterećenje) studiranja.

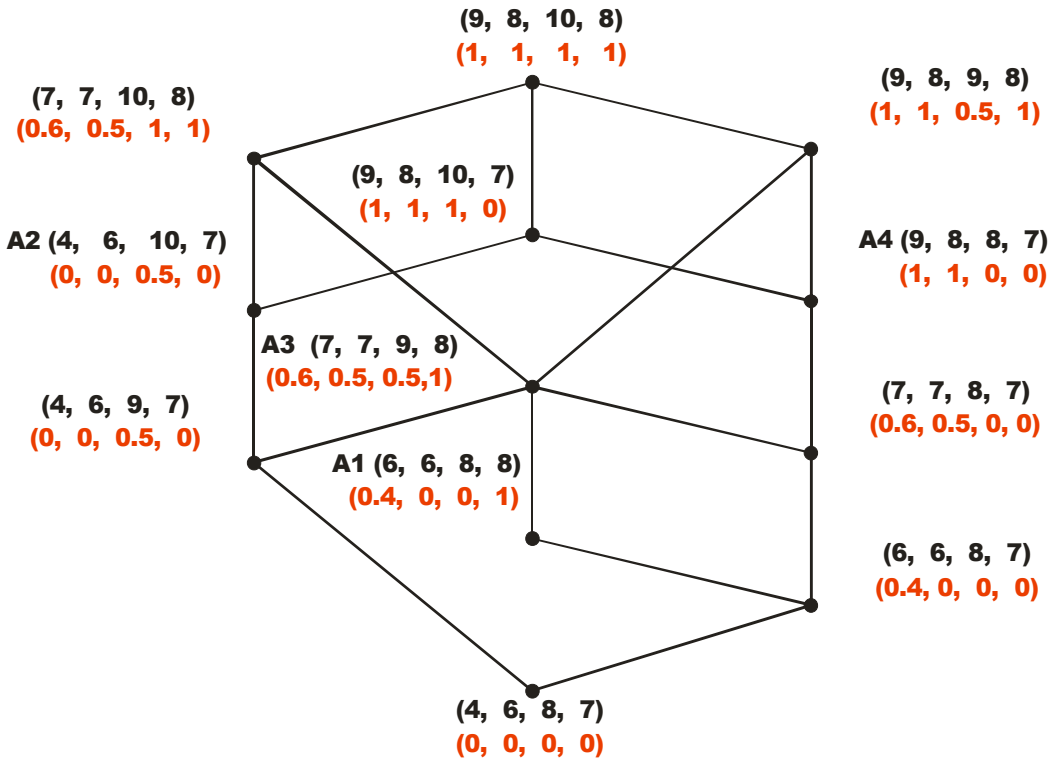
a_1	a_2	a_3	a_4
8	7	8	7

Odnosno tabelarno predstavljeno:

Tabela 7.1 Početni podaci za primer 7.3.1.

c_i / a_i	c_1	c_2	c_3	c_4
a_1	6	6	8	8
a_2	4	6	10	7
a_3	7	7	9	8
a_4	9	8	8	7

Podaci koji su dati u *tabeli 7.1.* određuju sledeću mrežu:



Slika 7.1 Delimično uređenu mrežu za primer broj 7.3.1.

Za svako $k \in \{1,2,3,4\}$, funkcija značaja razlike $Z_k : A \times A \to R^+$, definisane su sa:

$$Z_k(a,b) = \begin{cases} 1, \text{ako je } a_k \neq b_k, \\ 0, \quad \text{ostalo.} \end{cases}$$

Dužina puta od alternative do vrha:

a_1,.....3

a_2, a_3, a_4.....2

Dužina puta od alternative do dna:

a_1, a_2.....2
a_3.....2,3
a_4.....3

$$D_1(a_1) = \frac{1}{4}\frac{1}{3}2{,}6 = 0{,}2167$$

$$D_0(a_1) = \frac{1}{4}\frac{1}{2}1{,}4 = 0{,}1750$$

$$D(a_1) = -0{,}0417$$

$$D_1(a_2) = \frac{1}{4}\frac{1}{2}3{,}5 = 0{,}4375$$

$$D_0(a_2) = \frac{1}{4}\frac{1}{2}0{,}5 = 0{,}0625$$

$$D(a_2) = -0{,}3750$$

$$D_1(a_3) = \frac{1}{4}\frac{1}{2}1{,}4 = 0{,}1750$$

$$D_0(a_3) = \max\left\{\frac{1}{4}\frac{1}{2}2{,}6; \frac{1}{4}\frac{1}{3}2{,}6\right\} = 0{,}325$$

$$D(a_3) = 0{,}15$$

$$D_1(a_4) = \frac{1}{4}\frac{1}{2}2 = 0{,}25$$

$$D_0(a_4) = \frac{1}{4}\frac{1}{3}2 = 0{,}1667$$

$$D(a_4) = -0{,}0833$$

Dobijene vrednosti predstavljene su u *tabeli 7.2.* i na osnovu njih je dobijen konačan poredak.

Tabela 7.2 Potpuni poredak za primer 7.3.1.

	a_1	a_2	a_3	a_4
$D\ (a_i)$	0,1750	-0,3750	0,1500	-0,0833

Dakle, konačni redosled alternativa je sledeći:.

$a_3 \rightarrow a_1 \rightarrow a_4 \rightarrow a_2$

Zaključak je da prikazana metodologija za višekriterijumski izbor najpovoljnije alternative omogućava originalnu analizu, a ujedno daje preporuku, odnosno savet prilikom odabira odgovarajućeg studijskog programa. Naravno želja za nekim studijskim programom kao i afinitet prema određenom poslu gotovo da je nemoguće matematičkim metodama izmeriti tj. izračunati.

7.3.2. Metoda kompromisnog rangiranja

Primer 7.3.2. Neka je dat skup alternativa $A=\{a_1,a_2,a_3,a_4\}$ koje se procenjuju na osnovu kriterijuma $C=\{c_1,c_2,c_3,c_4\}$.

Zadatak je rešen metodom kompromisnog rangiranja, sa napomenom da su vrednosti uzete kao u *primeru 7.3.1.* Ovo je urađeno samo da bi se uporedila nova odnosno mrežna metoda sa već poznatom metodom kompromisnog rangiranja.

Tabela 7.3 Početni podaci za primer 7.3.2.

c_i / a_i	c_1	c_2	c_3	c_4
a_1	6	6	8	8
a_2	4	6	10	7
a_3	7	7	9	8
a_4	9	8	8	7

Rešenje:

$$S_{a_1}:(9-6)/(9-4)+(8-6)/(8-6)+(10-8)/(10-8)+(8-8)/(8-7)=\frac{3}{5}+1+1+0=2{,}6$$

$$S_{a_{21}}:(9-4)/(9-4)+(8-6)/(8-6)+(10-10)/(10-8)+(8-7)/(8-7)=1+1+0+1=3$$

$$S_{A_1}:(9-7)/(9-4)+(8-7)/(8-6)+(10-9)/(10-8)+(8-8)/(8-7)=\frac{2}{5}+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}+0=1{,}4$$

$$S_{A_1}:(9-9)/(9-4)+(8-8)/(8-6)+(10-8)/(10-8)+(8-7)/(8-7)=0+1+1+0=2$$

Dobijene vrednosti su date u *tabeli 7.4.* i na osnovu njih se dobija potpuni poredak.

Tabela 7.4 Konačni rezultati za primer 7.3.2.

	a_1	a_2	a_3	a_4
$S\ (a_i)$	2.6	3	1.4	2

Dakle, konačan redosled alternativa je sledeći:

$a_3 \rightarrow a_4 \rightarrow a_1 \rightarrow a_2$

7.4. Metodologija izbora studijskog programa na VPŠSS-Blace

7.4.1. Mrežna metoda 7x8

Primer 7.4.1. Neka je dat skup alternativa $A=\{a_1,a_2,...,a_8\}$ koji je procenjen na osnovu kriterijuma $C=\{c_1,c_2,...,c_7\}$.

Alternative kao i kriterijumi odabrani su iz materijala iz *priloga 1*.

Ocene koje su određene su subjektivne, mogu se menjati, mogu se povećati odnosno smanjivati pomoću težišnih koeficijenata tako što će neke alternative imati veći odnosno manji relativni značaj. Studijski programi su preuzeti iz informatora Visoke poslovne škole strukovnih studija iz Blaca kao i podsmerovi koji student bira prilikom upisa u drugu godinu.

Računarstvo i informatika:

- a_1 : Informacione tehnologije,

- a_2 : Softverski inžinjering,

Finansije i računovodstvo:

- a_3 : Bankarstvo i osiguranje,

- a_4 : Računovodstvo,

Porezi i carine:

- a_5 : Porezi i budžet,

- a_6 : Carina,

Menadžment i internacionalna biznis administracija:

- a_7 : Menadžment proizvodnje i usluga,

- a_8 : Internacionalna biznis administracija,

Kriterijumi (Deskriptivni pristup):

- c_1 : Opšte obrazovni predmeti,

- c_2 : Stručni predmeti,

- c_3 : Stručni aplikativni predmeti,

- c_4 : Praksa,

- c_5 : Potrebe privrede,

- c_6 : Atraktivnost u sadašnjosti , tradicionalna zainteresovanost za ovu vrstu studija,

- c_7 : Atraktivnost u narednom periodu- procene.

Ocene za alternative po kriterijumima date su proizvoljno po nekom našem subjektivnom osećaju, koje se mogu menjati u zavisnosti od slučaja do slučaja.

Tabela 7.5 Početni podaci za primer 7.4.1.

	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7
a_1	7	9	9	7	5	8	7
a_2	7	8	7	7	7	8	7
a_3	7	7	6	6	6	8	9
a_3	9	8	8	8	9	5	8
a_5	8	8	7	7	7	6	8
a_6	8	8	8	8	6	9	4
a_7	6	7	7	6	8	8	7
a_8	6	7	7	5	8	8	8

Opis i značenje kriterijuma

c_1 - Opšte obrazovni predmeti su u principu zajednički za sve studijske programe (a obavezno za pojedine smerove) ali njihovi sadržaji baš zbog toga ne odražavaju apsolutne potrebe svakog smera za sadržajima iz ovih predmeta.

Razlozi zašto se ovo ne može menjati su objektivne prirode i u principu se vrše nadoknade za ovim sadržajima u okviru stručnih predmeta.

c_2 - Stručni predmeti su zajednički obavezno za smer i nadoknađuju opšte obrazovne sadržaje iz grupe opšte obrazovnih predmeta - često nisu iz raznih objektivnih razloga adekvatno zastupljeni.

c_3 - Stručni predmeti za zajedničku primenu u okviru podsmerova pošto su iz raznih objektivnih razloga tako odmereni.

c_4 - praksa se određuje za svaki smer i spada u red najteže izvodljivih delova nastave pogotovo za pojedina usmerenja- gde čak kod nas i nema tradicije za ta usmerenja

c_5 - Kada je privreda u lošem stanju(kakva je kod nas)teško je govoriti o nekim potrebama. Ovo je više hipotetičko pitanje.

c_6 - Atraktivnost u sadašnjosti se odnosi na tradicionalna shvatanja koja postoje u svakoj populaciji o pojedinim zanimanjima i ovde je dat pregled tih vrednosti.

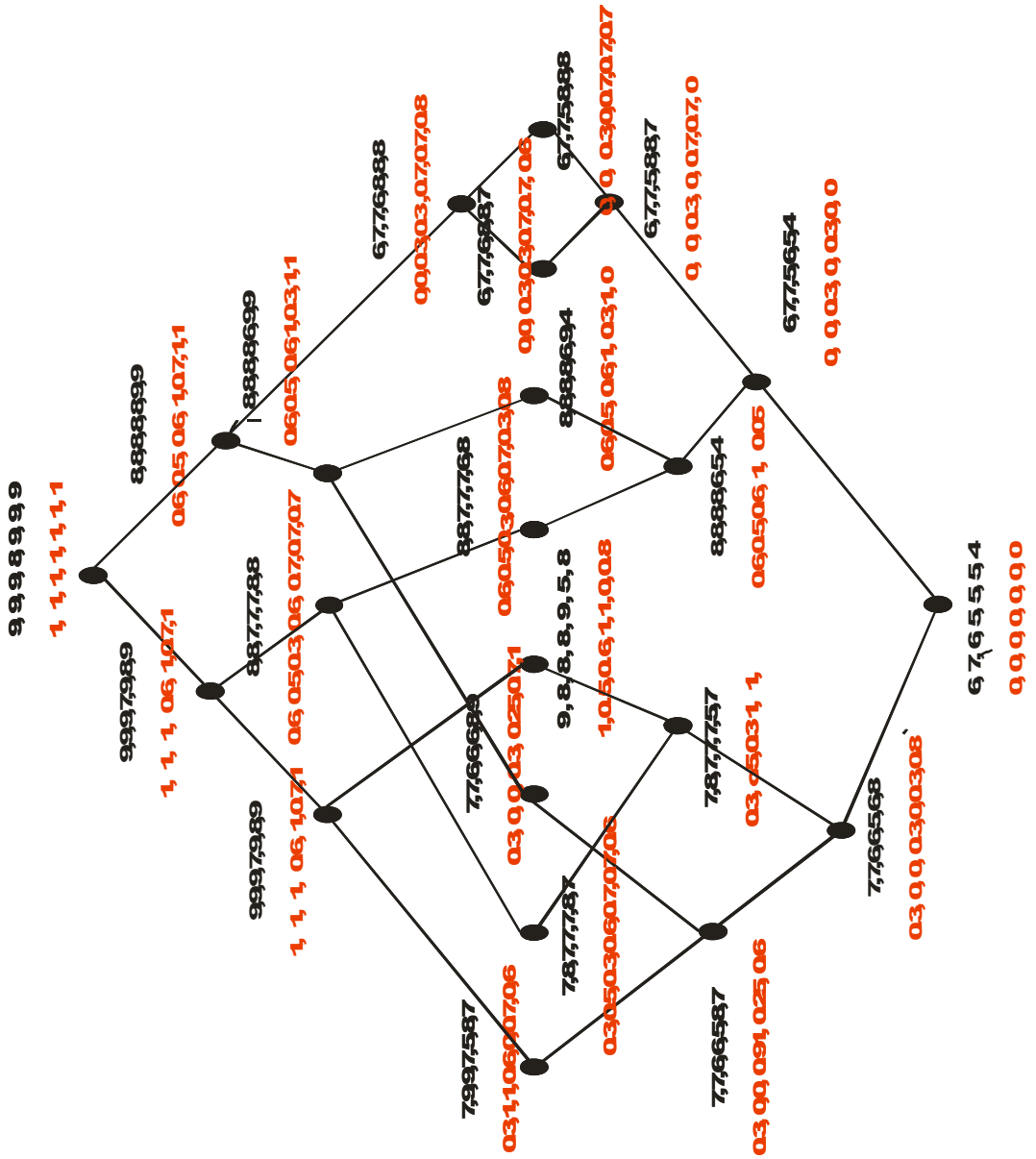
c_7 - Ovde je dato jedno predviđanje što će se dešavati u budućnosti – pre svega se misli na mogućnost prelaza sa deskriptivne ekonomije na izučavanje matematičke ekonomije (što je u razvijenom svetu na ozbiljnim mestima sadašnjost).

Upoređujući alternativu po alternativu, naviše, dobija se maksimalna vrednost a upoređivanje, naniže, daje minimalnu vrednost.

Za svako $k \in \{1,2,3,4,5,6,7\}$, funkcija značaja razlike $Z_k : A \times A \to R^+$, definisane su sa:

$$Z_k(a,b) = \begin{cases} 1, \text{ ako je } a_k \neq b_k, \\ 0, \quad \text{ostalo.} \end{cases}$$

Iz prethodno datih podataka (*Tabela 7.5*) za mreže alternativa, izdvojen je delimično uređen skup najkraćih puteva od date alternative do vrha kao i od iste alternative do dna.



Slika 7.2 Prva od delimično uređena mreža za primer 7.4.1.a

Kao što se može videti sa *slike 7.2.*, za svaki $i \in \{1,2,3,4,5,6,7,8,\}$, svi putevi iz alternativa a_i do vrha imaju istu dužinu, kao i svi putevi od dna do alternative a_i imaju istu dužinu (svi ovi su dužine puta po 3).

Dalje, za svaki $i \in \{1,2,3,4,5,6,7\}$, na udaljenosti od alternativa a_i, najbolja alternativa ima koeficijent 1 (jedan) a rastojanje od alternativa a_i do najgore alternativne ima koeficijent 0 (nula), a posle računom dobijene su razlike svih alternativa a_i među sobom.

$$D_1(a_1) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}2.8 = 0{,}133$$

$$D_0(a_1) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4{,}2 = 0{,}200$$

$$D(a_1) = D_1(a_1) - D_0(a_1) = -0{,}067$$

$$D_1(a_2) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}3{,}6 = 0{,}1171$$

$$D_0(a_2) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}3{,}4 = 0{,}161$$

$$D(a_2) = D_1(a_2) - D_0(a_2) = -0{,}010$$

$$D_1(a_3) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4{,}3 = 0{,}205$$

$$D_0(a_3) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}2{,}6 = 0{,}124$$

$$D(a_3) = D_1(a_3) - D_0(a_3) = 0{,}081$$

$$D_1(a_4) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}2{,}1 = 0{,}100$$

$$D_0(a_4) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4{,}9 = 0{,}233$$

$$D(a_4) = D_1(a_4) - D_0(a_4) = -0{,}133$$

$$D_1(a_5) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}3{,}2 = 0{,}152$$

$$D_0(a_5) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}3{,}8 = 0{,}181$$

$$D(a_5) = D_1(a_5) - D_0(a_5) = -0{,}029$$

$$D_1(a_6) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}3 = 0{,}143$$

$$D_0(a_6) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4 = 0{,}190$$

$$D(a_6) = D_1(a_6) - D_0(a_6) = -0{,}047$$

$$D_1(a_7) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4{,}2 = 0{,}190$$

$$D_0(a_7) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}2{,}8 = 0{,}133$$

$$D(a_7) = D_1(a_7) - D_0(a_7) = 0{,}057$$

$$D_1(a_8) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4{,}6 = 0{,}219$$

$$D_0(a_8) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}2{,}4 = 0{,}114$$

$$D(a_8) = D_1(a_8) - D_0(a_8) = 0{,}105$$

Dobijene vrednosti prikazane u *tabeli 7.6.* određuju potpuni poredak alternativa.

Tabela 7.6 Konačni rezultati za primer 7.4.1.a

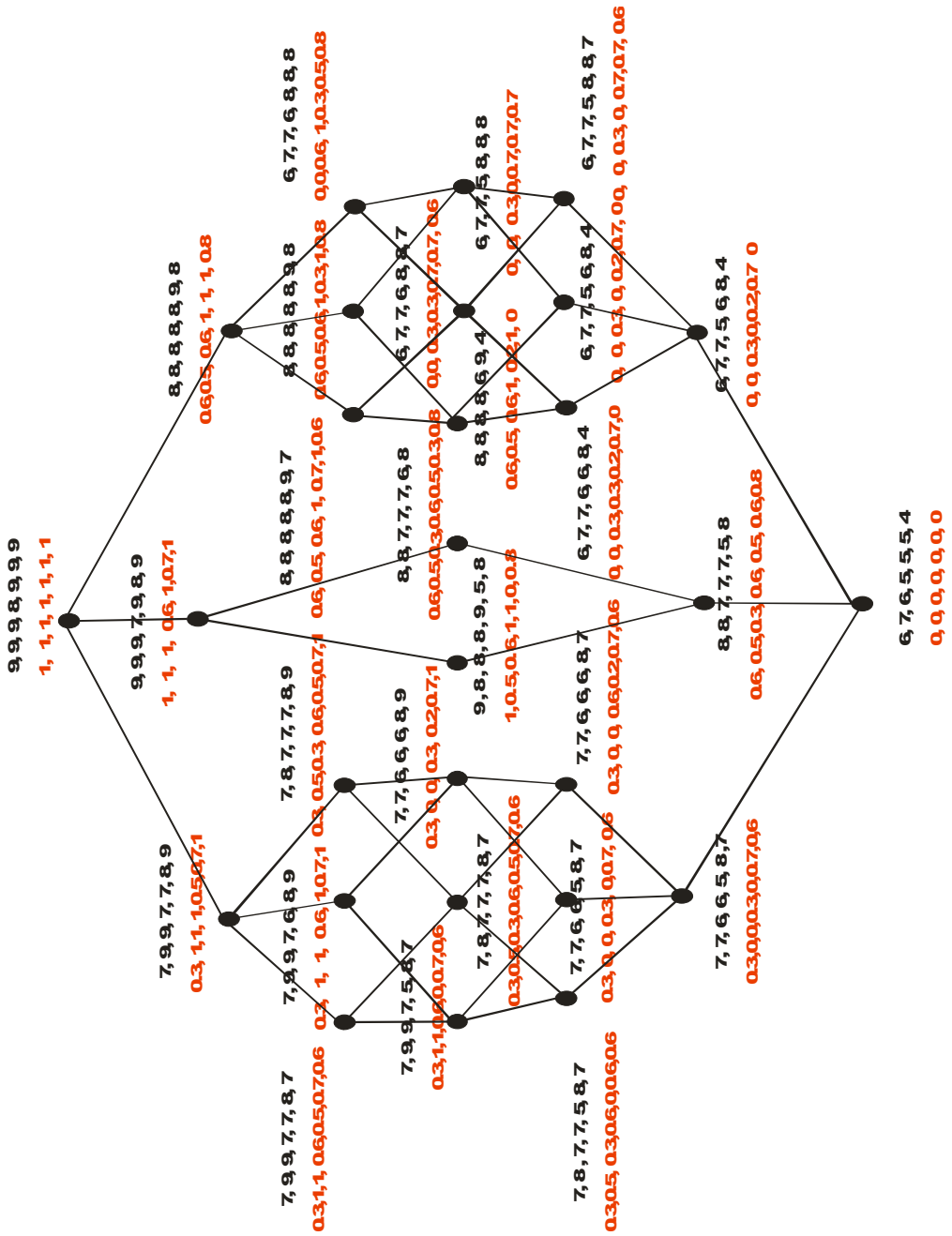
	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
$\Phi\ (a_i)$	-0,067	0,010	0,081	-0,133	-0,029	-0,047	0,057	0,105

Dakle, konačan redosled alternativa je sledeći:

$$a_4 \ \rightarrow\ a_1 \ \rightarrow\ a_6 \ \rightarrow\ a_5 \ \rightarrow\ a_2 \ \rightarrow\ a_7 \ \rightarrow\ a_3 \ \rightarrow\ a_8$$

Kao što se može videti sa *slike 7.3.*, za svaki $i \in \{1,2,3,4,5,6,7,8,\}$, svi putevi iz alternativnih a_i do vrha nemaju istu dužinu, kao i svi putevi od dna do alternative a_i neimaju istu dužinu.

Dalje, za svaki $i \in \{1,2,3,4,5,6,7\}$, na udaljenosti od alternativa a_i, najbolja alternativa ima koeficijent 1 (jedan) a rastojanje od alternativa a_i do najgore alternativne ima koeficijent 0 (nula), a posle računom dobijaju se razlike svih alternativa a_i među sobom.



Slika 7.3 Druga od delimično uređena mreža za primer 7.4.1.b

Dužina puta od alternative do vrha na *slici 7.3.*

$a_1, a_2, a_3, a_6, a_7, a_8$.....3

a_4, a_5,.....2

Dužina puta od alternative do dna na *slici 7.4.*

$a_1, a_2, a_3, a_6, a_7, a_8$.....3

a_4, a_5,.....2

$$D_1(a_1) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}2.8 = 0{,}133$$

$$D_0(a_1) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4{,}2 = 0{,}200$$

$$D(a_1) = D_1(a_1) - D_0(a_1) = -0{,}067$$

$$D_1(a_2) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}3{,}6 = 0{,}1171$$

$$D_0(a_2) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}3{,}4 = 0{,}161$$

$$D(a_2) = D_1(a_2) - D_0(a_2) = -0{,}010$$

$$D_1(a_3) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4{,}3 = 0{,}205$$

$$D_0(a_3) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}2{,}6 = 0{,}124$$

$$D(a_3) = D_1(a_3) - D_0(a_3) = 0{,}081$$

$$D_1(a_4) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}2{,}1 = 0{,}150$$

$$D_0(a_4) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}4{,}9 = 0{,}350$$

$$D(a_4) = D_1(a_4) - D_0(a_4) = -0{,}200$$

$$D_1(a_5) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}3{,}2 = 0{,}229$$

$$D_0(a_5) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}3{,}8 = 0{,}271$$

$$D(a_5) = D_1(a_5) - D_0(a_5) = -0{,}042$$

$$D_1(a_6) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}3 = 0{,}143$$

$$D_0(a_6) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4 = 0{,}190$$

$$D(a_6) = D_1(a_6) - D_0(a_6) = -0{,}047$$

$$D_1(a_7) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4{,}2 = 0{,}190$$

$$D_0(a_7) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}2{,}8 = 0{,}133$$

$$D(a_7) = D_1(a_7) - D_0(a_7) = 0{,}057$$

$$D_1(a_8) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4{,}6 = 0{,}219$$

$$D_0(a_8) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}2{,}4 = 0{,}114$$

$$D(a_8) = D_1(a_8) - D_0(a_8) = 0{,}105$$

Dobijene vrednosti iz *tabele 7.6.* daju potpuni poredak.

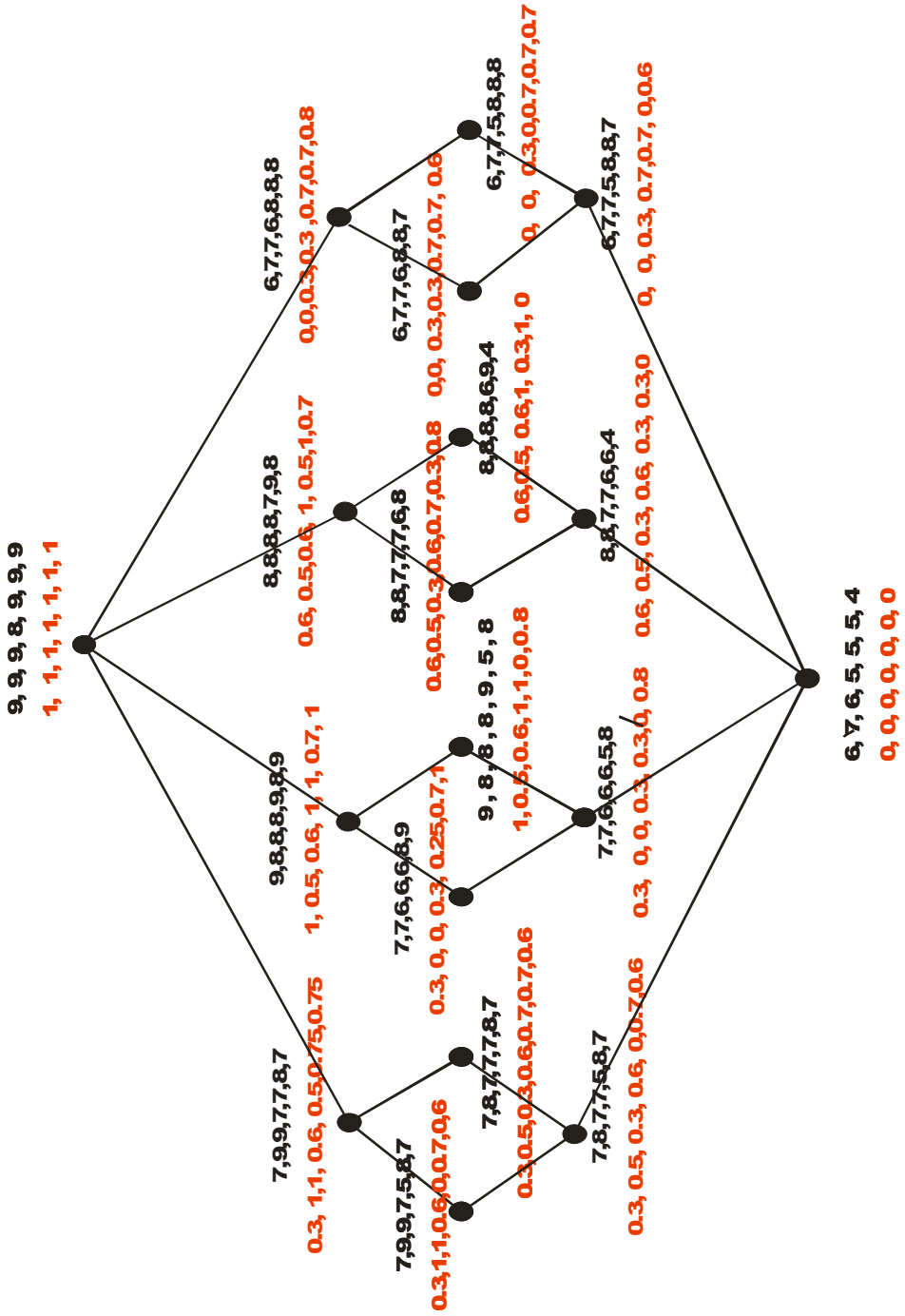
Tabela 7.7 Konačni rezultati za primer 7.4.1.b

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
$\Phi\ (a_i)$	-0,067	0,010	0,081	-0,200	-0,042	-0,047	0,057	0,105

Dakle, konačan redosled alternativa.

$$a_4 \ \rightarrow\ a_1 \ \rightarrow\ a_6 \ \rightarrow\ a_5 \ \rightarrow\ a_2 \ \rightarrow\ a_7 \ \rightarrow\ a_3 \ \rightarrow\ a_8$$

Kao što se može videti sa *slike 7.4.*, za svaki $i \in \{1,2,3,4,5,6,7,8,\}$, svi putevi iz alternativnih a_i do vrha imaju istu dužinu, kao i svi putevi od dna do alternative a_i imaju istu dužinu (svi ovi su dužine dužine po *2*).



Slika 7.4 Treća od delimično uređena mreža za primer 7.4.1.c

$$D_1(a_1) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}2.8 = 0{,}200$$

$$D_0(a_1) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}4{,}2 = 0{,}300$$

$$D(a_1) = D_1(a_1) - D_0(a_1) = -0{,}100$$

$$D_1(a_2) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}3{,}6 = 0{,}257$$

$$D_0(a_2) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}3{,}4 = 0{,}243$$

$$D(a_2) = D_1(a_2) - D_0(a_2) = 0{,}013$$

$$D_1(a_3) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}4{,}3 = 0{,}307$$

$$D_0(a_3) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}2{,}6 = 0{,}185$$

$$D(a_3) = D_1(a_3) - D_0(a_3) = 0{,}122$$

$$D_1(a_4) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}2{,}1 = 0{,}150$$

$$D_0(a_4) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}4{,}9 = 0{,}350$$

$$D(a_4) = D_1(a_4) - D_0(a_4) = -0{,}200$$

$$D_1(a_5) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}3{,}2 = 0{,}229$$

$$D_0 a(A_5) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}3{,}8 = 0{,}271$$

$$D(a_5) = D_1(a_5) - D_0(a_5) = -0{,}042$$

$$D_1(a_6) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}3 = 0{,}214$$

$$D_0(a_6) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}4 = 0{,}288$$

$$D(a_6) = D_1(a_6) - D_0(a_6) = -0{,}074$$

$$D_1(a_7) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}4{,}2 = 0{,}300$$

$$D_0(a_7) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}2{,}8 = 0{,}200$$

$$D(a_7) = D_1(a_7) - D_0(a_7) = 0{,}100$$

$$D_1(a_8) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}4{,}6 = 0{,}329$$

$$D_0(a_8) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}2{,}4 = 0{,}171$$

$$D(a_8) = D_1(a_8) - D_0(a_8) = 0{,}158$$

Dobijene vrednosti iz *tabele 7.8.* daju potpuni poredak.

Tabela 7.8 Konačni rezultati za primer 7.4.1.c

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
$\Phi\ (a_i)$	-0,100	0,013	0,122	-0,200	-0,042	-0,074	0,100	0,158

Dakle, konačan redosled alternativa je sledeći:

$$a_4 \ \rightarrow\ a_1 \ \rightarrow a_6 \ \rightarrow a_5 \ \rightarrow a_2 \ \rightarrow a_7 \ \rightarrow a_3 \ \rightarrow a_8$$

Redosled alternativa ostaje nepromenjen.

7.4.2. Metoda kompromisnog rangiranja

Primer 7.4.2. Kroz ovaj primer pokazan je redosled alternativa u prethodnom primeru koje daju neke od poznath metoda višekriterijumske analize. Nešto je izmenjen raspored alternativa što je pokazano samim rešavanjem primenom nekih drugih metoda. Jedna od najviše primenjivanih metoda u odlučivanju problema u poslovnom odlučivanju je i metoda Kompromisnog rangiranja.

U ovom radu korišćen je koncept i oznaka koje je upotrebio dr Opricović jer su iste oznake uglavnom odomaćene u našoj literaturi i praksi. U tom smislu navedene su osnovne ideje od kojih se pošlo u nalaženju kompromisnog rešenja.“Rešenje koje je najbliže idealnom na osnovu usvojene mere rastojanja naziva se kompromisnim rešenjem“ Opricović S., Višekriterijumska optimizacija, Naučna knjiga, Beograd, 1986, str.45.

Minimizacijom ove metode određuje se kompromisno rešenje. Najčešće se kao mera rastojanja od idealne tačke koristi metrika.

$$L_p\left(F^*,F\right)=\left\{\sum_{i=1}^{n}\left[f_i^*-f_i(x)\right]^p\right\}^{\frac{1}{p}},\quad 1\le p\le\infty$$

Višekriterijumsko rangiranje metodom IKOR vrši se na osnovu mere Q_j izražene sledećom relacijom:

$$Q_j=v\left(S_j-S^*\right)/\left(S^--S^*\right)+\left(1-v\right)\left(R_j-R^*\right)/\left(R^--R^*\right);\quad j=1,2,...J$$

gde je:

$$S_j=\sum_{i=1}^{n}w_i\left(f_i^n-f_{ij}\right)/\left(f_i^*-f_i^-\right)$$

$$R_j=\max w_i\left(f_i^*-f_{ij}\right)/\left(f_i^*-f_i^-\right)$$

$$S^*=\min_j S_j;\qquad S^-=\max_j S_j;$$

$$R^-=\min_j R_j;\qquad R^-=\max_j R_j;$$

$$f_i^*=\max_j f_{ij};\qquad i=1,2,...n$$

$$f_i^-=\min_j f_{ij};\qquad i=1,2,...n$$

Pretpostavljeno je da je A_j alternativa bolja od A_k prema $i-$tom kriterijumu ako je $f_{ij}>f_{ik}$

ako je: $i-$ broj kriterijuma

$j-$ redni broj alternative

$f_{ij}-$ vrednost $i-$te kriterijumske funkcije za $j-$tu alternativu.

Primena ove metode na prethodnom primeru:

Tabela 7.9 Početni podaci za primer 7.4.2.

	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7
a_1	7	9	9	7	5	8	7
a_2	7	8	7	7	7	8	7
a_3	7	7	6	6	6	8	9
a_3	9	8	8	8	9	5	8
a_5	8	8	7	7	7	6	8
a_6	8	8	8	8	6	9	4
a_7	6	7	7	6	8	8	7
a_8	6	7	7	5	8	8	8

Rešenje:

$$S_{a_1}:(9-7)/(9-6)+(9-9)/(9-7)+(9-9)/(9-6)+(8-7)/(8-5)+(9-5)/(9-5)+(9-8)/(9-5)+$$
$$+(9-7)/(9-4)=\frac{2}{3}+0+0+\frac{1}{3}+1+\frac{1}{4}+\frac{2}{5}=2{,}647$$

$$S_{a_2}:(9-7)/(9-6)+(9-8)/(9-7)+(9-7)/(9-6)+(8-7)/(8-5)+(9-7)/(9-5)+(9-8)/(9-5)+$$
$$+(9-9)/(9-4)=\frac{2}{3}+\frac{1}{2}+\frac{2}{3}+\frac{1}{3}+\frac{2}{4}+\frac{1}{4}+0=2{,}91$$

$$S_{a_3}:(9-7)/(9-6)+(9-7)/(9-7)+(9-6)/(9-6)+(8-6)/(8-5)+(9-6)/(9-5)+(9-8)/(9-5)+$$
$$+(9-9)/(9-4)=\frac{2}{3}+1+1+\frac{2}{3}+\frac{3}{4}+\frac{1}{4}+0=4{,}334$$

$$S_{a_4}:(9-9)/(9-6)+(9-8)/(9-7)+(9-8)/(9-6)+(8-8)/(8-5)+(9-9)/(9-5)+(9-5)/(9-5)+$$
$$+(9-8)/(9-4)=0+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+0+0+1+\frac{1}{5}=2{,}003$$

$$S_{a_5}:(9-8)/(9-6)+(9-8)/(9-7)+(9-7)/(9-6)+(8-7)/(8-5)+(9-7)/(9-5)+(9-6)/(9-5)+$$
$$+(9-8)/(9-4)=\frac{1}{3}+\frac{1}{2}+\frac{2}{3}+\frac{1}{3}+\frac{2}{4}+\frac{3}{4}+\frac{1}{5}=3{,}881$$

$$S_{a_6}:(9-8)/(9-6)+(9-8)/(9-7)+(9-8)/(9-6)+(8-8)/(8-5)+(9-6)/(9-5)+(9-9)/(9-5)+$$
$$+(9-4)/(9-4)=\frac{1}{3}+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+0+\frac{3}{4}+0+1=2{,}916$$

$$S_{a_7}:(9-6)/(9-6)+(9-7)/(9-7)+(9-7)/(9-6)+(8-6/(8-5)+(9-8)/(9-5)+(9-8)/(9-5)+$$
$$+(9-7)/(9-4)=1+1+\frac{2}{3}+\frac{2}{3}+\frac{1}{4}+\frac{1}{4}+\frac{2}{5}=4{,}234$$

$$S_{a_8}:(9-6)/(9-6)+(9-7)/(9-7)+(9-7)/(9-6)+(8-5)/(8-5)+(9-8)/(9-5)+(9-8)/(9-5)+$$

$$+(9-8)/(9-4)=1+1+\frac{2}{3}+1+\frac{1}{4}+\frac{1}{4}+\frac{1}{5}=4{,}367$$

Dobijene vrednosti iz *tabele 7.8* daju potpuni poredak.

Tabela 7.10 Konačni rezultati za primer 7.4.2.

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
$\Phi\ (a_i)$	2,647	2,910	4,334	2,003	3,881	2,916	4,234	4,367

Dakle, konačan redosled alternativa ostaje nepromenjen.

$$a_4 \ \rightarrow\ a_1 \ \rightarrow\ a_2 \ \rightarrow\ a_6 \ \rightarrow\ a_5 \ \rightarrow\ a_7 \ \rightarrow\ a_3 \ \rightarrow\ a_8$$

7.4.3. Metoda *PROMETHEE*

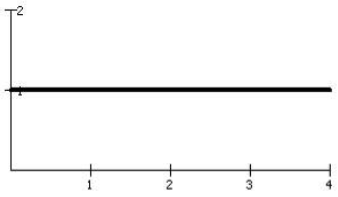
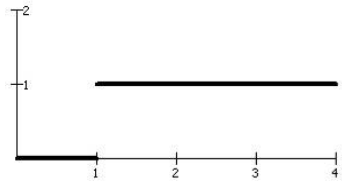
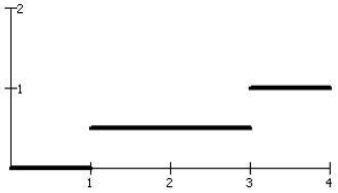
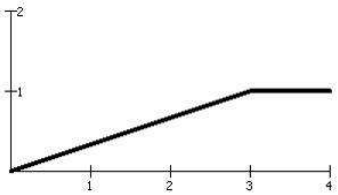
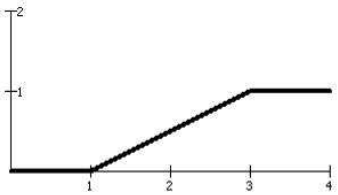
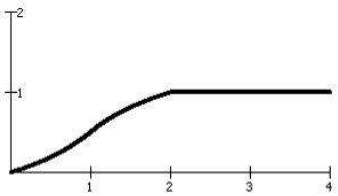
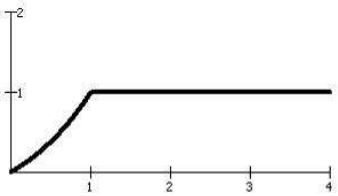
Primer 7.4.3. Da bi uporedili mrežni metod sa metodom *„PROMETHEE“* napravljen je poredak ovih alternativa primenom metode *„PROMETHEE“*.

Odabir funkcija na pojedine kriterijume je dat tabelom. Dato je osam alternativa (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8), ocenjenih u sistemu od sedam različitih kriterijuma (c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6, c_7) datih sa jednakim relativnim značenjem (Z_h).

Tabela 7.11 Početni podaci za primer 7.4.3.

	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7
Relativni značaj	1	1	1	1	1	1	1
zahtev	max	max	max	max	max	max	max
a_1	7	9	9	7	5	8	7
a_2	7	8	7	7	7	8	7
a_3	7	7	6	6	6	8	9
a_3	9	8	8	8	9	5	8
a_5	8	8	7	7	7	6	8
a_6	8	8	8	8	6	9	4
a_7	6	7	7	6	8	8	7
a_8	6	7	7	5	8	8	8

Donosilac odluke treba da odabere preferencijske funkcije koje najbolje mogu da izraze specifičnosti upotrebljenih kriterijuma. Usvajanjem preferenciskih funkcija i parametara stvaraju se uslovi da se izvrši rangiranje upoređivanih alternativa korišćenjem postupaka definisanih *“PROMETHEE”* metodom (*slika 7.5.*).

Kriterijm	Tip preferencijske funkcije	Relativni značaj	Zahtev max–min	$\pi_{ij}(x) = \pi_{ij}\big(k(a) - k(b)\big)$
c_1		1	max	$\pi_{ij}(x) = \begin{cases} 0 & za \quad x = 0 \\ 1 & za \quad x > 1 \end{cases}$
c_2		1	max	$\pi_{ij}(x) = \begin{cases} 0 & za \quad x < 0 \\ 1 & za \quad x \geq 1 \end{cases}$
c_3		1	max	$\pi_{ij}(x) = \begin{cases} 0 & za \quad x < 1 \\ \frac{1}{2} & za \quad 1 \leq x < 3 \\ 1 & za \quad x \geq 3 \end{cases}$
c_4		1	max	$\pi_{ij}(x) = \begin{cases} 0 & za \quad x = 0 \\ \frac{x}{3} & za \quad 0 < x < 3 \\ 1 & za \quad x \geq 3 \end{cases}$
c_5		1	max	$\pi_{ij}(x) = \begin{cases} 0 & za \quad x < 1 \\ \frac{x-1}{2} & za \quad 1 \leq x < 3 \\ 1 & za \quad x \geq 3 \end{cases}$
c_6		1	max	$\pi_{ij}(x) = \begin{cases} \frac{1}{2}\frac{e^x - 1}{e - 1} & za \\ \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\frac{\ln(e-1) + 2 - e}{1} & za \quad 1 \\ 1 & za \end{cases}$
c_7		1	max	$\pi_{ij}(x) = \begin{cases} \frac{e^x - 1}{e - 1} & za \quad 0 \leq x < 0 \\ 1 & za \quad x \geq 1 \end{cases}$

Slika 7.5 Tipovi generalizovanih kriterijuma broj 1

Uzimajući u obzir izraženi zahtev da li je kriterijum maksimalan ili minimalan i korišćenjem izraza za određivanje indeksa preferencije, dobijene su vrednosti indeksa preferencije za svaki par alternativa. Da bi dobili konačan rang upoređivanih alternativa formira se *tabela 7.12.*, u kojoj se nalaze izračunati indeksi preferencije.

$$\pi(a_1, a_2) = 0 + 1 \cdot 1 + 2 \cdot \frac{1}{2} + 0 + 0 + 0 + 0 = 2$$

$$\pi(a_1, a_3) = 0 + 1 \cdot 2 + 3 \cdot 1 + 1 \cdot \frac{1}{3} + 0 + 0 + 0 = 5{,}33$$

$$\pi(a_1, a_4) = 0 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + 0 + 0 + 3 \cdot 1 + 0 = 4$$

$$\pi(a_1, a_5) = 0 + 1 \cdot 1 + 2 \cdot \frac{1}{2} + 0 + 0 + 3 \cdot 1 + 0 = 5$$

$$\pi(a_1, a_6) = 0 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot \frac{1}{2} + 0 + 0 + 0 + 3 \cdot 1 = 4{,}5$$

$$\pi(a_1, a_7) = 1 \cdot 1 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot \frac{1}{2} + 1 \cdot \frac{1}{3} + 0 + 0 + 0 = 3{,}33$$

$$\pi(a_1, a_8) = 1 \cdot 1 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot \frac{1}{2} + 2 \cdot \frac{1}{3} + 0 + 0 + 0 = 4{,}66$$

$$\pi(a_2, a_1) = 0 + 0 + 0 + 0 + 2 \cdot \frac{1}{2} + 0 + 0 = 1$$

$$\pi(a_2, a_3) = 0 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot \frac{1}{2} + 1 \cdot \frac{1}{3} + 1 \cdot 0 + 0 + 0 = 1{,}83$$

$$\pi(a_2, a_4) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 3 \cdot 1 + 0 = 3$$

$$\pi(a_2, a_5) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 \cdot 1 + 0 = 2$$

$$\pi(a_2, a_6) = 0 + 0 + 0 + 0 + 1 \cdot 0 + 0 + 3 \cdot 1 = 3$$

$$\pi(a_2, a_7) = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 0 + 1 \cdot 0 + 0 + 0 + 0 = 2$$

$$\pi(a_2, a_8) = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 0 + 2 \cdot \frac{2}{3} + 0 + 0 + 0 = 3{,}33$$

$$\pi(a_3, a_1) = 0 + 0 + 0 + 0 + 1 \cdot 0 + 0 + 2 \cdot 1 = 2$$

$$\pi(a_3, a_2) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 \cdot 1 = 2$$

$$\pi(a_3, a_4) = 0 + 1 \cdot 1 + 2 \cdot \frac{1}{2} + 0 + 0 + 3 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 6$$

$$\pi(a_3, a_5) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 3$$

$$\pi(a_3, a_6) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 5 \cdot 1 = 5$$

$$\pi(a_3, a_7) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 \cdot 1 = 2$$

$$\pi(a_3, a_8) = 1 \cdot 1 + 0 + 0 + 1 \cdot \frac{1}{3} + 0 + 0 + 1 \cdot 1 = 2{,}33$$

$$\pi(a_4, a_1) = 2 \cdot 1 + 0 + 0 + 1 \cdot \frac{1}{3} + 4 \cdot 1 + 0 + 1 \cdot 1 = 7{,}33$$

$$\pi(a_4, a_2) = 2 \cdot 1 + 0 + 1 \cdot \frac{1}{2} + 1 \cdot \frac{1}{3} + 2 \cdot 1 + 0 + 1 \cdot 1 = 5{,}83$$

$$\pi(a_4, a_3) = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 2 \cdot \frac{1}{2} + 2 \cdot \frac{1}{3} + 3 \cdot 1 + 0 + 0 = 7{,}66$$

$$\pi(a_4, a_5) = 1 \cdot 1 + 0 + 1 \cdot \frac{1}{2} + 1 \cdot \frac{1}{3} + 2 \cdot \frac{1}{2} + 0 + 0 = 2{,}83$$

$$\pi(a_4, a_6) = 1 \cdot 1 + 0 + 0 + 2 \cdot \frac{2}{3} + 3 \cdot 1 + 0 + 4 \cdot 1 = 9{,}33$$

$$\pi(a_4, a_7) = 3 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot \frac{1}{2} + 2 \cdot \frac{2}{3} + 1 \cdot 0 + 0 + 1 \cdot 1 = 6{,}83$$

$$\pi(a_4, a_8) = 3 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot \frac{1}{2} + 3 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + 0 + 0 = 7{,}5$$

$$\pi(a_5, a_1) = 1 \cdot 1 + 0 + 0 + 0 + 2 \cdot 1 + 0 + 1 \cdot 1 = 4$$

$$\pi(a_5, a_2) = 1 \cdot 1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 \cdot 1 = 2$$

$$\pi(a_5, a_3) = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot \frac{1}{2} + 1 \cdot \frac{1}{3} + 1 \cdot 0 + 0 + 0 = 2{,}83$$

$$\pi(a_5, a_4) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 \cdot \frac{1}{3} = 0{,}33$$

$$\pi(a_5, a_6) = 0 + 0 + 0 + 0 + 1 \cdot \frac{1}{3} + 0 + 4 \cdot 1 = 4.33$$

$$\pi(a_5, a_7) = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + 0 + 1 \cdot 0 + 0 + 0 + 1 \cdot 1 = 3$$

$$\pi(a_5, a_8) = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + 0 + 2 \cdot 1 + 0 + 0 + 0 = 4$$

$$\pi(a_6, a_1) = 1 \cdot 1 + 0 + 0 + 1 \cdot \frac{1}{3} + 1 \cdot 0 + 1 \cdot \frac{1}{2} + 0 = 1.83$$

$$\pi(a_6, a_2) = 1 \cdot 1 + 0 + 1\frac{1}{2} + 1 \cdot \frac{1}{3} + 0 + 1 \cdot \frac{1}{2} + 0 = 2{,}33$$

$$\pi(a_6, a_3) = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 2 \cdot \frac{1}{2} + 2 \cdot \frac{2}{3} + 0 + 1 \cdot \frac{1}{2} + 0 = 4{,}83$$

$$\pi(a_6, a_4) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 4 \cdot 1 = 4$$

$$\pi(a_6, a_5) = 0 + 0 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot \frac{1}{3} + 0 + 3 \cdot 1 + 0 = 3.83$$

$$\pi(a_6, a_7) = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot \frac{1}{2} + 2 \cdot \frac{2}{3} + 0 + 1 \cdot \frac{1}{2} + 0 = 5.33$$

$$\pi(a_6, a_8) = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot \frac{1}{2} + 3 \cdot 1 + 0 + 1 \cdot 1 + 0 = 7{,}5$$

$$\pi(a_7, a_1) = 0 + 0 + 0 + 0 + 3 \cdot 1 + 0 + 0 = 3$$
$$\pi(a_7, a_2) = 0 + 0 + 0 + 0 + 1 \cdot 0 + 0 + 0 = 0$$
$$\pi(a_7, a_3) = 0 + 0 + 1 \cdot \frac{1}{2} + 0 + 2 \cdot \frac{1}{2} + 0 + 0 = 1{,}5$$
$$\pi(a_7, a_4) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 3 \cdot 1 + 0 = 3$$
$$\pi(a_7, a_5) = 0 + 0 + 0 + 0 + 1 \cdot 0 + 2 \cdot \frac{1}{2} + 0 = 1$$
$$\pi(a_7, a_6) = 0 + 0 + 0 + 0 + 2 \cdot \frac{1}{2} + 0 + 3 \cdot 1 = 4$$
$$\pi(a_7, a_8) = 0 + 0 + 0 + 1 \cdot \frac{1}{3} + 0 + 0 + 0 = 0{,}33$$
$$\pi(a_8, a_1) = 0 + 0 + 0 + 0 + 3 \cdot 1 + 0 + 1 \cdot 1 = 4$$
$$\pi(a_8, a_2) = 0 + 0 + 0 + 0 + 1 \cdot 0 + 0 + 1 \cdot 1 = 1$$
$$\pi(a_8, a_3) = 0 + 0 + 1 \cdot \frac{1}{2} + 0 + 2 \cdot \frac{1}{2} + 0 + 0 = 1{,}5$$
$$\pi(a_8, a_4) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 3 \cdot 1 + 0 = 3$$
$$\pi(a_8, a_5) = 0 + 0 + 0 + 0 + 1 \cdot \frac{1}{3} + 2 \cdot \frac{1}{2} + 0 = 1.33$$
$$\pi(a_8, a_6) = 0 + 0 + 0 + 0 + 2 \cdot \frac{1}{2} + 0 + 4 \cdot 1 = 5$$
$$\pi(a_8, a_7) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 \cdot 1 = 1$$

Dobijene vrednosti za indekse preferencije su predstavljene u *tabeli 7 .12.*

Tabela 7.12 Vrednosti indeksa preferencije

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
a_1	-	2	5,33	4	5	4,5	3,33	4,33
a_2	1	-	1,83	3	2	3	2	3,33
a_3	2	2	-	6	3	5	2	2,33
a_4	7,33	5,83	7.66	-	2,83	9,33	6,83	7,5
a_5	4	2	2,83	0,33	-	4,33	3	4
a_6	1,83	2,33	4,83	4	3,83	-	5,33	7,5
a_7	3	0	1,5	3	1	4	-	0,33
a_8	4	1	1,5	3	1,33	5	1	-

Primenjujući *"PROMETHEE"* metodu saglasno datim slovima formira se *tabela 7.11.*, u koju su unete izlazne $\Phi^{+}(a)$ i ulazne $\Phi^{-}(a)$ vrednosti toka.

$$\Phi^{+}(a) = \sum_{x \in k} \pi(a, X)$$

$$\Phi^{+}(a_1) = 2 + 5{,}33 + 4 + 5 + 4{,}5 + 3{,}33 + 4{,}33 = 28{,}49$$

$$\Phi^{+}(a_2) = 1 + 1{,}83 + 3 + 2 + 3 + 2 + 3{,}33 = 16{,}16$$

$$\Phi^{+}(a_3) = 2 + 2 + 6 + 3 + 5 + 2 + 2{,}33 = 22{,}33$$

$$\Phi^{+}(a_4) = 7{,}33 + 5{,}83 + 7{,}66 + 2{,}83 + 9{,}33 + 6{,}83 + 7{,}5 = 47{,}31$$

$$\Phi^{+}(a_5) = 4 + 2 + 2{,}83 + 0{,}33 + 4{,}33 + 3 + 4 = 20{,}49$$

$$\Phi^{+}(a_6) = 1{,}83 + 2{,}33 + 4{,}83 + 4 + 3{,}83 + 5{,}33 + 7{,}5 = 29{,}15$$

$$\Phi^{+}(a_7) = 3 + 0 + 1{,}5 + 3 + 1 + 4 + 0{,}33 = 13{,}16$$

$$\Phi^{+}(a_8) = 4 + 1 + 1{,}5 + 3 + 1{,}33 + 5 + 1 = 16{,}83$$

$$\Phi^{-}(a) = \sum_{x \in k} \pi(X, a)$$

$$\Phi^{-}(a_1) = 1 + 2 + 7{,}33 + 4 + 1{,}83 + 3 + 4 = 23{,}16$$

$$\Phi^{-}(a_2) = 2 + 2 + 5{,}83 + 2 + 2{,}33 + 0 + 1 = 14{,}66$$

$$\Phi^{-}(a_3) = 5{,}33 + 1{,}83 + 7{,}66 + 2{,}83 + 4{,}83 + 1{,}5 + 1{,}5 = 25{,}48$$

$$\Phi^{-}(a_4) = 4 + 3 + 6 + 0{,}33 + 4 + 3 + 3 = 23{,}33$$

$$\Phi^{-}(a_5) = 5 + 2 + 3 + 2{,}83 + 3{,}83 + 1 + 1{,}33 = 29{,}15$$

$$\Phi^{-}(a_6) = 4{,}5 + 3 + 5 + 9'33 + 4{,}33 + 4 + 5 = 35{,}16$$

$$\Phi^{-}(a_7) = 3{,}33 + 2 + 2 + 6{,}83 + 3 + 5{,}33 + 1 = 23{,}49$$

$$\Phi^{-}(a_8) = 4{,}33 + 3{,}33 + 2{,}33 + 7{,}5 + 4 + 7{,}5 + 0{,}33 = 29{,}32$$

Dobijene ulazne i izlazne vrednosti toka su date u *tabeli 7.13.*

Tabela 7.13 Izlazne i ulazne vrednosti toka

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
$\Phi^+(a_i)$	28,49	16,16	22,33	47,31	20,49	29,65	12,83	16,83
$\Phi^-(a_i)$	23,16	15,16	25,48	23,33	19,00	35,16	32,49	29,32

"*PROMETHEE"* metodom dobija se potpuni poredak na osnovu relacije čistog toka:

$\Phi(a_1) = 28{,}49 - 23{,}16 = 6{,}33$

$\Phi(a_2) = 16{,}6 - 15{,}16 = 1$

$\Phi(a_3) = 22{,}33 - 25{,}48 = -3{,}15$

$\Phi(a_4) = 47{,}31 - 23{,}33 = 23{,}98$

$\Phi(a_5) = 20{,}49 - 19{,}00 = 1{,}49$

$\Phi(a_6) = 29{,}65 - 35{,}16 = -5{,}51$

$\Phi(a_7) = 12{,}83 - 32{,}49 = -10{,}66$

$\Phi(a_8) = 16{,}83 - 29{,}32 = -12{,}49$

Dobijene vrednosti su date u *tabeli 7.14.* i na osnovu njih se dobija potpuni poredak.

Tabela 7.14 Vrednosti čistog toka

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
$\Phi(a_i)$	6,33	1	-3,15	23,98	1,49	-5,51	-10,66	-12,49

Dakle konačan poredak alternativa je:

$$a_4 \rightarrow a_1 \rightarrow a_2 \rightarrow a_5 \rightarrow a_3 \rightarrow a_6 \rightarrow a_7 \rightarrow a_8$$

7.4.4. Mrežna metoda 7x9

Primer 7.4.4. Neka je dat skup alternativa $A=\{a_1, a_2, ..., a_8, a_9\}$ koje se procenjuju na osnovu kriterijuma $C=\{c_1, c_2, ..., c_7\}$.

Alternative kao i kriterijume odabrani su iz materijala iz priloga 1.

Ocene koje su određene su subjektivne, mogu se menjati, mogu se povećati odnosno smanjivati pomoću težišnih koeficijenata.

Ovde su uzeti sve isti parametri kao u prethodnom primeru sa napomenom da je dodat turizam kao alternativu zajedno sa ocenama.

Računarstvo i informatika:

- a_1: Informacione tehnologije,

- a_2: Softverski inžinjering,

Finansije i računovodstvo:

- a_3: Bankarstvo i osiguranje,

- a_4: Računovodstvo,

Porezi i carine:

- a_5: Porezi i budžet,

- a_6: Carina,

Menadžment i internacionalna biznis administracija:

- a_7: Menadžment proizvodnje i usluga,

- a_8: Internacionalna biznis administracija,

- a_9: Turizam.

Kriterijumi (Deskriptivni pristup)

- c_1: Opšte obrazovni predmeti,

- c_2: Stručni predmeti,

- c_3: Stručni aplikativni predmeti,

- c_4: Praksa,

- c_5: Potrebe privrede,

- c_6: Atraktivnost u sadašnjosti , tradicionalna zainteresovanost za ovu vrstu studija,

- c_7: Atraktivnost u narednom periodu- procene,

Sada je pokazano kako alternativa, koja je naknadno ubačena (turizam), utiče na raspored ostalih alternativa. Kriterijumi ostaju nepromenjeni a ocene za turizam su proizvoljno odabrane.

Tabela 7.15 Polazni podaci za primer 7.4.4.

	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7
a_1	7	9	9	7	5	8	7
a_2	7	8	7	7	7	8	7
a_3	7	7	6	6	6	8	9
a_3	9	8	8	8	9	5	8
a_5	8	8	7	7	7	6	8
a_6	8	8	8	8	6	9	4
a_7	6	7	7	6	8	8	7
a_8	6	7	7	5	8	8	8
a_9	7	7	7	8	8	8	7

Opis i značenje kriterijuma

c_1 - Opšte obrazovni predmeti su u principu zajednički za sve studijske programe (a obavezno za pojedine smerove) ali njihovi sadržaji baš zbog toga ne odražavaju apsolutne potrebe svakog smera za sadržajima iz ovih predmeta.

Razlozi zašto se ovo ne može menjati su objektivne prirode i u principu se vrše nadoknade za ovim sadržajima u okviru stručnih predmeta.

c_2 - Stručni predmeti su zajednički obavezno za smer i nadoknađuju opšte obrazovne sadržaje iz grupe opšte obrazovnih predmeta - često nisu iz raznih objektivnih razloga adekvatno zastupljeni.

c_3 - Stručni predmeti za zajedničku primenu u okviru podsmerova pošto su iz raznih objektivnih razloga tako odmereni.

c_4 - praksa se određuje za svaki smer i spada u red najteže izvodljivih delova nastave pogotovo za pojedina usmerenja- gde čak kod nas i nema tradicije za ta usmerenja

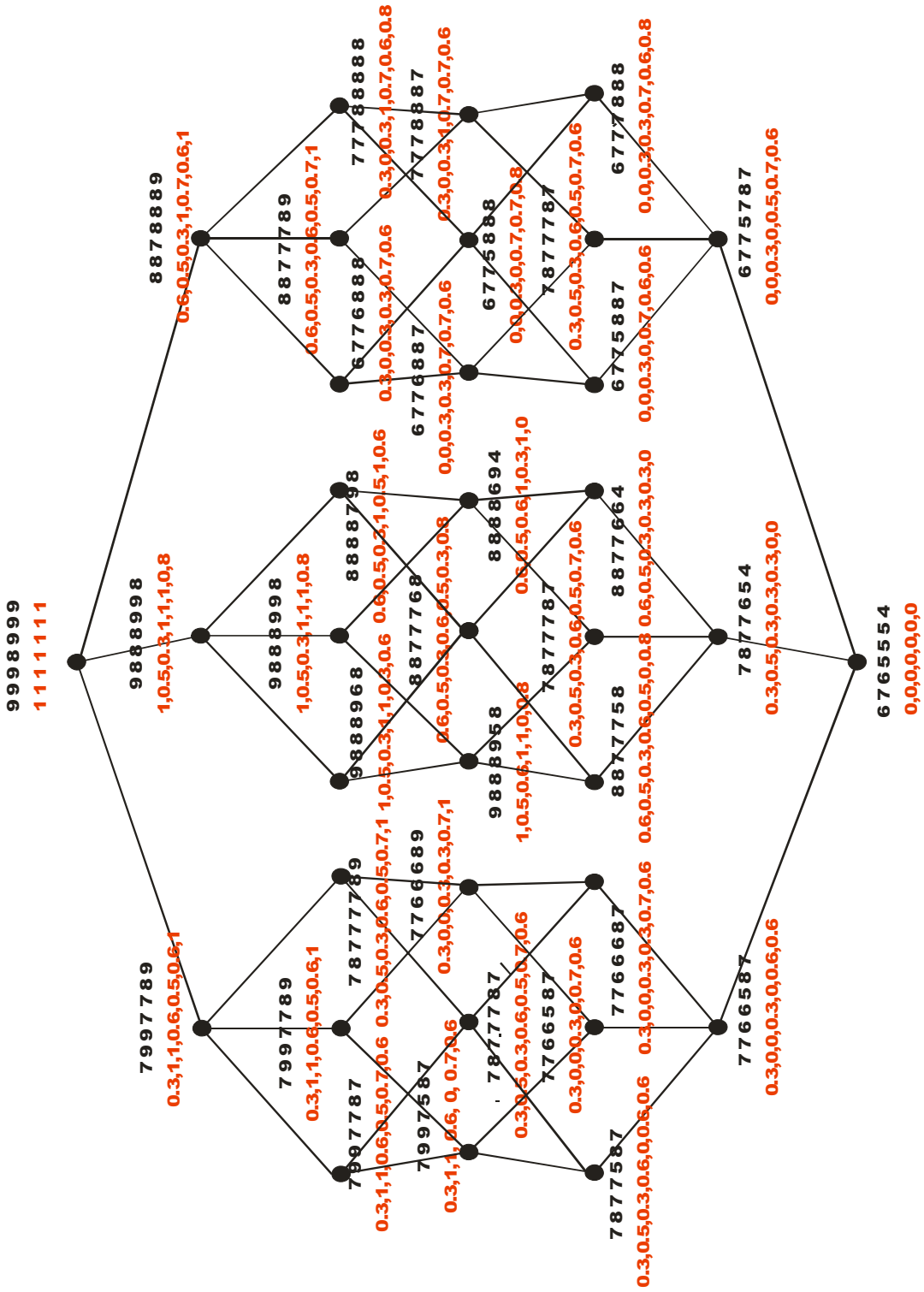
c_5 - Kada je privreda u lošem stanju(kakva je kod nas)teško je govoriti o nekim potrebama. Ovo je više hipotetičko pitanje.

c_6 - Atraktivnost u sadašnjosti se odnosi na tradicionalna shvatanja koja postoje u svakoj populaciji o pojedinim zanimanjima i ovde je dat pregled tih vrednosti.

c_7 - Ovde je dato jedno predviđanje što će se dešavati u budućnosti – pre svega se misli na mogućnost prelaza sa deskriptivne ekonomije na izučavanje matematičke ekonomije (što je u razvijenom svetu na ozbiljnim mestima sadašnjost).

Rešenje: Za svako $k \in \{1,2,3,4,5,6,7\}$, funkcija značaja razlike $Z_k : A \times A \to R^+$ definisane su sa:

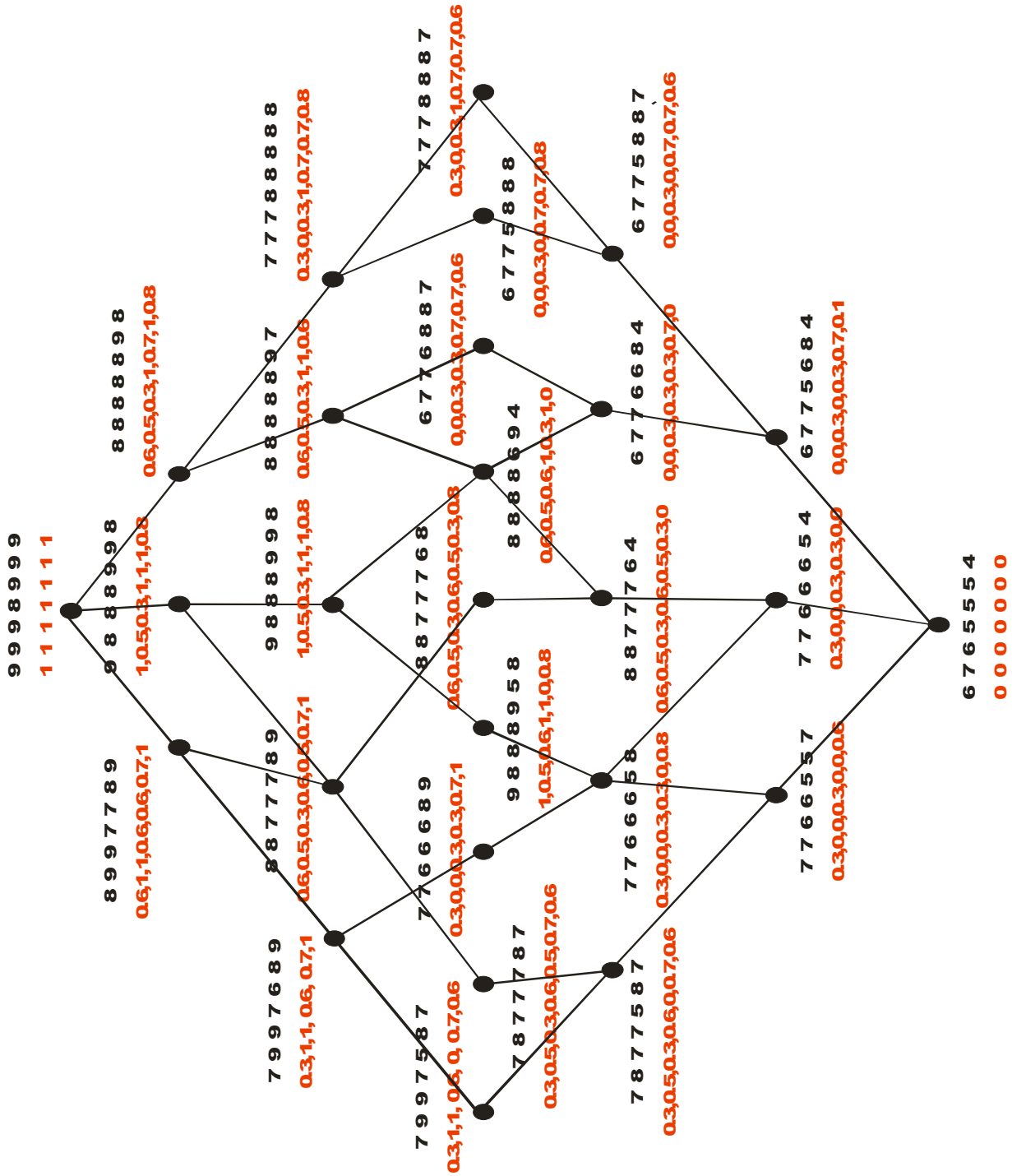
$$Z_k(a,b) = \begin{cases} 1, \textit{ako je } a_k \neq b_k, \\ 0, \quad \textit{ostalo.} \end{cases}$$



Slika 7.6 Prva od delimično uređenih mreža za primer 7.4.4.

Za svako $k \in \{1,2,3,4,5,6,7\}$, funkcija značaja razlike $Z_k : A \times A \to R^+$, definisane su sa:

$$Z_k(a,b) = \begin{cases} 1, & ako\ je\ a_k \neq b_k, \\ 0, & ostalo. \end{cases}$$



Slika 7.7 Druga delimično uređena mreža za primer 7.4.4.

Iz prethodnih mreža alternativa, izdvojen je delimično uređen skup najkraćih puteva od date alternative do vrha kao i od iste alternative do dna, kao što se može videti sa prethodne dve *slike 6.6.* i *slike 6.7.*, za svako $i \in \{1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$, svi putevi od alternativa a_i do vrha imaju istu dužinu, kao i svi putevi od dna do alternative a_i imaju istu dužinu (svi ovi su dužine dužine po 3) pa je zato račun isti za obe mreže.

Dalje, za svaki $i \in \{1,2,3,4,5,6,7\}$, na udaljenosti od alternativa a_i, najbolja alternativa ima koeficijent 1 (jedan) a rastojanje od alternativa a_i do najgore alternativne ima koeficijent 0 (nula), a posle računom dobijene su razlike svih alternativa a_i među sobom.

$$D_1(a_1) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}2.8 = 0{,}133$$

$$D_0(a_1) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4{,}2 = 0{,}200$$

$$D(a_1) = D_1(a_1) - D_0(a_1) = -0{,}067$$

$$D_1(a_2) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}3{,}6 = 0{,}1171$$

$$D_0(a_2) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}3{,}4 = 0{,}161$$

$$D(a_2) = D_1(a_2) - D_0(a_2) = -0{,}010$$

$$D_1(a_3) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4{,}3 = 0{,}205$$

$$D_0(a_3) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}2{,}6 = 0{,}124$$

$$D(a_3) = D_1(a_3) - D_0(a_3) = 0{,}081$$

$$D_1(a_4) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}2{,}1 = 0{,}150$$

$$D_0(a_4) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}4{,}9 = 0{,}350$$

$$D(a_4) = D_1(a_4) - D_0(a_4) = -0{,}200$$

$$D_1(a_5) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}3{,}2 = 0{,}229$$

$$D_0(a_5) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}3{,}8 = 0{,}271$$

$$D(a_5) = D_1(a_5) - D_0(a_5) = -0{,}042$$

$$D_1(a_6) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}3 = 0{,}143$$

$$D_0(a_6) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4 = 0{,}190$$

$$D(a_6) = D_1(a_6) - D_0(a_6) = -0{,}047$$

$$D_1(a_7) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4{,}2 = 0{,}190$$

$$D_0(a_7) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}2{,}8 = 0{,}133$$

$$D(a_7) = D_1(a_7) - D_0(a_7) = 0{,}057$$

$$D_1(a_8) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4{,}6 = 0{,}219$$

$$D_0(a_8) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}2{,}4 = 0{,}114$$

$$D(a_8) = D_1(a_8) - D_0(a_8) = 0{,}105$$

$$D_1(a_9) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}3{,}3 = 0{,}157$$

$$D_0(a_9) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}3{,}7 = 0{,}176$$

$$D(a_9) = D_1(a_9) - D_0(a_9) = -0{,}019$$

Konačni rezultati za ovaj primer su dati u *tabeli 7.16*.

Tabela 7.16 Konačni rezultati za primer 7.7.4.

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9
-0,067	0,010	0,081	-0,200	-0,042	-0,047	0,057	0,105	-0,019

Dakle, konačan redosled alternativa je sledeći:

$$a_4 \rightarrow a_1 \rightarrow a_6 \rightarrow a_5 \rightarrow a_9 \rightarrow a_2 \rightarrow a_7 \rightarrow a_3 \rightarrow a_8$$

Alternativa a_9 je našla svoje mesto a pri tome redosled ostalih alternativa ostao je nepromenjen ako se uporedi sa početnom mrežnom metodom sa osam datih alternativa.

Nije teško utvrditi da tako nešto u opštem slučaju ne važi u poređenju sa drugim metodama.

7.4.5. Mrežna metoda 7x10

Primer 7.4.5. Neka je dat skup alternativa $A=\{a_1,a_2,...,a_8,a_9,a_{10}\}$ koje se procenjuju na osnovu kriterijuma $C=\{c_1,c_2,...,c_7\}$. Alternative kao i kriterijume odabrani su iz materijala iz priloga 1.

Ocene koje su određene su subjektivne, mogu se menjati, mogu se povećati odnosno smanjivati pomoću težišnih koeficijenata, itd. Ovde su uzeti sve iste parametre kao u prethodnom primeru sa napomenom da je dodat turizam kao alternativa zajedno sa ocenama.(Hipotetički primer navodno da i on ima dva podsmera odnosno dva studijska programa).

Računarstvo i informatika

- a_1 : Informacione tehnologije,
- a_2 : Softverski inžinjering,

Finansije i računovodstvo

- a_3: Bankarstvo i osiguranje,
- a_4: Računovodstvo,

Porezi i carine

- a_5: Porezi i budžet,
- a_6 : Carina,

Menadžment i internacionalna biznis administracija

- a_7: Menadžment proizvodnje i usluga,
- a_8: Internacionalna biznis administracija,

Turizam

- a_9: Ugostiteljstvo i hotelijerstvo,
- a_{10}: Turističko agencijski poslovi.

Kriterijumi (Deskriptivni pristup)

- c_1 : Opšte obrazovni predmeti,
- c_2 : Stručni predmeti,
- c_3 : Stručni aplikativni predmeti,
- c_4 : Praksa,
- c_5 :Potrebe privrede,
- c_6: Atraktivnost u sadašnjosti , tradicionalna zainteresovanost za ovu vrstu studija,
- c_7 :Atraktivnost u narednom periodu- procene.

Ovde je pokazan primer ubacivanja dve alternative, (hipotetički za turizam), i pokazano je kako nove alternative utiču na raspored ostalih alternativa. Kriterijumi ostaju nepromenjeni a ocene za turizam su proizvoljno određene.

Tabela 7.17 Polazni podaci za primer 7.4.5.

	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7
a_1	7	9	9	7	5	8	7
a_2	7	8	7	7	7	8	7
a_3	7	7	6	6	6	8	9
a_3	9	8	8	8	9	5	8
a_5	8	8	7	7	7	6	8
a_6	8	8	8	8	6	9	4
a_7	6	7	7	6	8	8	7
a_8	6	7	7	5	8	8	8
a_9	7	7	7	8	8	8	7
a_{10}	8	7	8	8	9	9	9

Opis i značenje kriterijuma:

c_1 - Opšte obrazovni predmeti su u principu zajednički za sve studijske programe (a obavezno za pojedine smerove) ali njihovi sadržaji baš zbog toga ne odražavaju apsolutne potrebe svakog smera za sadržajima iz ovih predmeta. Razlozi zašto se ovo ne može menjati su objektivne prirode i u principu se vrše nadoknade za ovim sadržajima u okviru stručnih predmeta.

c_2 - Stručni predmeti su zajednički obavezno za smer i nadoknađuju opšte obrazovne sadržaje iz grupe opšte obrazovnih predmeta - često nisu iz raznih objektivnih razloga adekvatno zastupljeni.

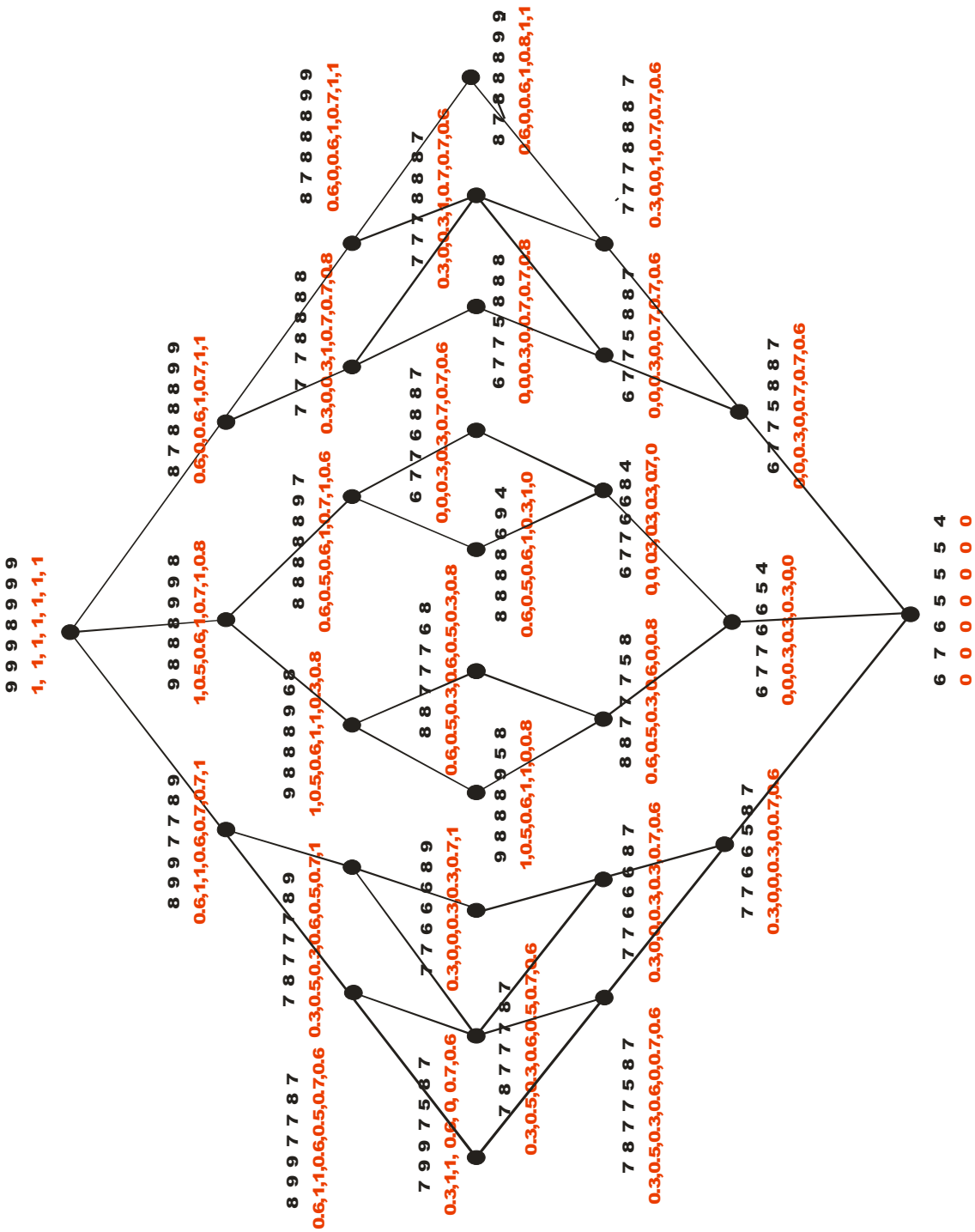
c_3 - Stručni predmeti za zajedničku primenu u okviru podsmerova pošto su iz raznih objektivnih razloga tako odmereni.

c_4 - praksa se određuje za svaki smer i spada u red najteže izvodljivih delova nastave pogotovo za pojedina usmerenja- gde čak kod nas i nema tradicije za ta usmerenja

c_5 - Kada je privreda u lošem stanju (kakva je kod nas) teško je govoriti o nekim potrebama. Ovo je više hipotetičko pitanje.

c_6 - Atraktivnost u sadašnjosti se odnosi na tradicionalna shvatanja koja postoje u svakoj populaciji o pojedinim zanimanjima i ovde je dat pregled tih vrednosti.

c_7 - Ovde je dato jedno predviđanje što će se dešavati u budućnosti – pre svega se misli na mogućnost prelaza sa deskriptivne ekonomije na izučavanje matematičke ekonomije (što je u razvijenom svetu na ozbiljnim mestima sadašnjost).



Slika 7.8 Delimično uređena mreža za primer 7.4.5.

Kao što se može videti sa *slike 7.8.* za svako $i \in \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10\}$, svi putevi iz alternativa a_i do vrha imaju istu dužinu, kao i svi putevi od dna do alternative a_i imaju istu dužinu (svi ovi su dužine po 3) pa računom dobija se konačan poradak.

Dalje, za svaki $i \in \{1,2,3,4,5,6,7\}$, na udaljenosti od alternativa a_i, najbolja alternativa ima koeficijent 1 (jedan) a rastojanje od alternativa a_i do najgore alternativne ima koeficijent 0 (nula), a posle računom dobija se razlika svih alternativa a_i među sobom.

$$D_1(a_1) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}2.8 = 0{,}133$$

$$D_0(a_1) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4{,}2 = 0{,}200$$

$$D(a_1) = D_1(a_1) - D_0(a_1) = -0{,}067$$

$$D_1(a_2) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}3{,}6 = 0{,}1171$$

$$D_0(a_2) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}3{,}4 = 0{,}161$$

$$D(a_2) = D_1(a_2) - D_0(a_2) = -0{,}010$$

$$D_1(a_3) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4{,}3 = 0{,}205$$

$$D_0(a_3) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}2{,}6 = 0{,}124$$

$$D(a_3) = D_1(a_3) - D_0(a_3) = 0{,}081$$

$$D_1(a_4) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}2{,}1 = 0{,}150$$

$$D_0(a_4) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}4{,}9 = 0{,}350$$

$$D(a_4) = D_1(a_4) - D_0(a_4) = -0{,}200$$

$$D_1(a_5) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}3{,}2 = 0{,}229$$

$$D_0 a(A_5) = \frac{1}{7}\frac{1}{2}3{,}8 = 0{,}271$$

$$D(a_5) = D_1(a_5) - D_0(a_5) = -0{,}042$$

$$D_1(a_6) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}3 = 0{,}143$$

$$D_0(a_6) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4 = 0{,}190$$

$D(a_6) = D_1(a_6) - D_0(a_6) = -0{,}047$

$D_1(a_7) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4{,}2 = 0{,}190$

$D_0(a_7) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}2{,}8 = 0{,}133$

$D(a_7) = D_1(a_7) - D_0(a_7) = 0{,}057$

$D_1(a_8) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}4{,}6 = 0{,}219$

$D_0(a_8) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}2{,}4 = 0{,}114$

$D(a_8) = D_1(a_8) - D_0(a_8) = 0{,}105$

$D_1(a_9) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}3{,}3 = 0{,}157$

$D_0(a_9) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}3{,}7 = 0{,}176$

$D(a_9) = D_1(a_9) - D_0(a_9) = -0{,}019$

$D_1(a_{10}) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}2 = 0{,}143$

$D_0(a_{10}) = \frac{1}{7}\frac{1}{3}5 = 0{,}357$

$D(a_{10}) = D_1(a_{10}) - D_0(a_{10}) = -0{,}214$

Tabela 7. 18 Konačni rezultati za primer 7.4.5.

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}
-0,067	0,010	0,081	-0,200	-0,042	-0,047	0,057	0,105	-0,019	-0,214

Dakle, konačan redosled alternativa je:

$$a_{10} \rightarrow a_4 \rightarrow a_1 \rightarrow a_6 \rightarrow a_5 \rightarrow a_9 \rightarrow a_2 \rightarrow a_7 \rightarrow a_3 \rightarrow a_8$$

Zaključak da je alternativa a_{10} našla svoje mesto kao i alternativa a_9 u prethodnom primeru pri tome redosled ostalih alternativa ostaje nepromenjen ako se uporedi sa početnom mrežnom metodom sa osam datih alternativa.

Nije teško utvrditi da tako nešto u opštem slučaju ne važi u poređenju sa drugim metodama.

7.5. Primena mrežne metode za kupovinu automobila za malu privatnu firmu

U ovom radu predstavljen je jedan novi metod, nazvan rešetkasti metod, koji je razvijen od strane Žižović M. et al. (2011), sa napomenom da primena dobijenom metodom u jednom praktičnom primeru kupovine kola za male privatne firme.

7.5.1. Mrežna metoda

Primer 7.5.1. U ovom odeljku primenjen je metod rešetke na problem auto izbora za jednu malu privatnu kompaniju. Ovde je poštovana investicija u osnovnim sredstvima, odnosno ulaganjima u pokretna trajna dobra. Kao alternativa sopstvenim sredstvima, vlasnik firme ima bankarske kredite i finansijski lizing.

Analiza interesovanja za kredite pokazuje da auto krediti su ubedljivo najtraženiji u 2008. (31,4 odsto), ali u 2009. interesovanje za auto kredite je počela da opada (25.07 odsto), a u prvoj polovini 2010. strahovito pao je na 13,92 odsto (Ovo istraživanje je sprovedeno od strane Internet portala www.krediti.rs

Kada je u pitanju gotovinske kredite indeksirane u evrima, kamata je gotovo podjednaka na auto kredite. Ovi krediti su atraktivni jer su bezuslovni, odnosno građani dobijaju novac i procedura odobravanja je mnogo lakša i brža nego kod druge vrste kredita.

Finansijski leasings se često poredi sa bankarskim kreditima, jer oni imaju neke slične karakteristike (u unapred određenim ratama, kamata otplate, način snimanja računovodstva i drugo), ali u suštini se razlikuje od njega zato što je davalac lizinga vlasnik predmeta tokom celog perioda ugovora o lizingu i na tu temu je instrument obezbeđenja optužbi.

U ovom primeru, nisu poštovani kriterijumi troškova, i traženo je najbolje rešenje u odnosu na snagu i funkcionalnost, potrošnju goriva i drugih troškova, cene održavanja automobila i bezbednost neuspeha. Dakle, cilj je kupovina najboljeg automobila u sadašnjem trenutku po kriterijumima koji su zadati.

Pretpostavka je da vlasnik privatne firme ima određenu sumu novca na raspolaganju koju ima nameru uložiti za nabavku automobila. Dakle, korišćenjem tih sredstva može da kupi novi mali automobil za gotovinu, ili istu količinu novca može da uloži kao depozit u banci za kredit namenjen za kupovinu novog automobila, ali veći ili čak veći automobil na lizing, ili kupovine za gotovinu, čak veći nego koristi automobil, ili najveći (i najskuplji) koji se koristi automobil na bankarski kredit. Dakle, skup alternativa dat je u *tabeli 7.19.*

Tabela 7.19 Redosled alternativa za primer 7.5.1.

a_i	Alternative
a_1	Novi automobil za gotovinu
a_2	Novi automobil na kredit
a_3	Novi auto na lizing
a_4	Polovni automobil za gotovinu
a_5	Polovni automobil na kredit

Skup alternativa daće ocene na sledeći skup kriterijuma koje je predstavila *tabela 7.20.* Pretpostavka je da su svi kriterijumi od istog značajatj. $z_j = 1$, za $j \in \{1,2,3,4\}$ odnosno pretpostavka da, za svaki kriterijum c_j, $j \in \{1,2,3,4\}$ je isti relelevantni značaj. Takođe, svakom kriterijumu, dodeljena je funkcija $Z_j : A \times A \to [0,+\infty)$, kojom se meri značaj razlike između dve alternative $a,b \in A$ datim na sledeći način: $Z_j(a,b) = 1$ za sve $a \neq b$, odnosno za $a = b$ je $Z_j(a,b) = 0$,

Tabela 7.20 Skup kriterijuma za primer 7.5.1.

K	Kriterijumi
c_1	Snaga i funkcionalnost
c_2	Potrošnja goriva i drugih troškova
c_3	Cena održavanja
c_4	Sigurnost automobila neuspeha

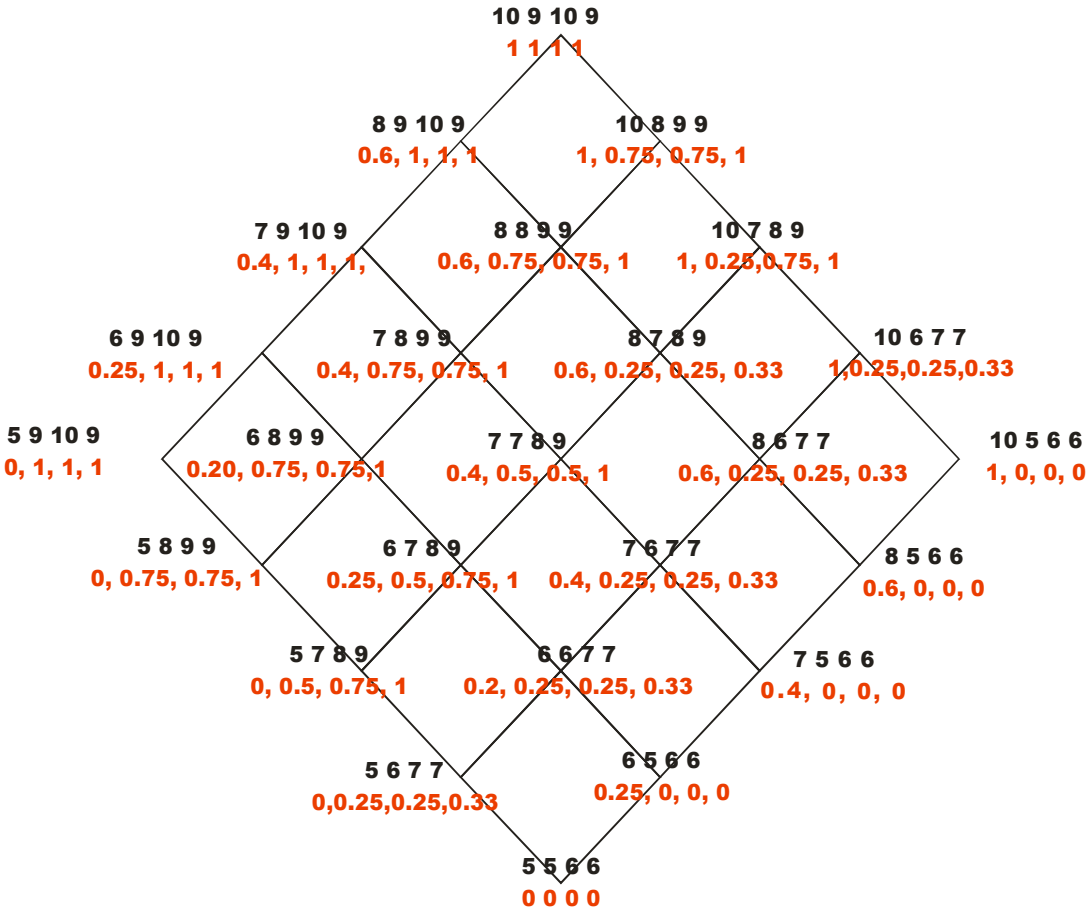
Za svako $i \in \{1,2,3,4,5\}$ i $j \in \{1,2,3,4\}$, je stepen do kojeg alternativa zadovoljava kriterijum c_j koji su dati u *tabeli 6.17.*

Vrednosti date u ovoj tabeli su kompatibilni sa donosilac odluke, odnosno donosilac odluke je predložio ove vrednosti koja predstavlja stepen do kojeg alternative zadovoljavaju kriterijume.

Tabela 7.21 Stepeni zadovoljstva za primer 7.5.1.

	c_1	c_2	c_3	c_4
a_1	5	9	10	9
a_2	6	8	9	9
a_3	7	7	8	9
a_4	8	6	7	7
a_5	10	5	6	6

Do rešetke metodom došlo se počevši sa skupom alternativa, skiciranjem rešetki novih alternativa generisanih datim koja se formira, i to je ilustrovano na *slici 7.9.*



Slika 7.9 Mreža za primer 7.5.1.

Kao što se može videti sa *slike 7.9.*, za svaki $i \in \{1,2,3,4,5\}$, svi putevi iz alternativnih a_i do vrha imaju istu dužinu, kao i svi putevi od dna do alternative a_i imaju istu dužinu (svi ovi su dužine puta po 4).

Dalje, za svaki $i \in \{1,2,3,4,5\}$, na udaljenosti od alternativa a_i, najbolja alternativa ima koeficijent 1 (jedan) a rastojanje od alternativa a_i do najgore alternativne ima koeficijent 0 (nula), a posle računom dobija se razlika svih alternativa a_i među sobom.

$$D_1(a_1) = \frac{1}{4}\frac{1}{4}3 = 0{,}1875$$

$$D_0(a_1) = \frac{1}{4}\frac{1}{4}1 = 0{,}0625$$

$$D(a_1) = D_1(a_1) - D_0(a_1) = 0{,}1250$$

$$D_1(a_2) = \frac{1}{4}\frac{1}{4}2{,}70 = 0{,}1688$$

$$D_0(a_2) = \frac{1}{4}\frac{1}{4}1{,}30 = 0{,}0812$$

$$D(a_2) = D_1(a_2) - D_0(a_2) = 0{,}0876$$

$$D_1(a_3) = \frac{1}{4}\frac{1}{4}2{,}4 = 0{,}15$$

$$D_0(a_3) = \frac{1}{4}\frac{1}{4}1{,}6 = 0{,}1$$

$$D(a_3) = D_1(a_3) - D_0(a_3) = 0{,}0500$$

$$D_1(a_4) = \frac{1}{4}\frac{1}{4}1{,}43 = 0{,}0894$$

$$D_0(a_4) = \frac{1}{4}\frac{1}{4}2{,}57 = 0{,}1606$$

$$D(a_4) = D_1(a_4) - D_0(a_4) = -0{,}0712$$

$$D_1(a_5) = \frac{1}{4}\frac{1}{4}1 = 0{,}0625$$

$$D_0(a_5) = \frac{1}{4}\frac{1}{4}3 = 0{,}1875$$

$$D(a_1) = D_1(a_1) - D_0(a_1) = -0{,}1250$$

Dobijene razdaljine i razlike su predstavljeni u *tabeli 7.22*.

Tabela 7.23 Udaljenosti i razlike za primer 7.5.1.

	$D(a_i,1)$	$D(0,a_i)$	$D(a_i)$
a_1	0.1875	0.0625	0.1250
a_2	0.1688	0.0812	0.0876
a_3	0.1500	0.1000	0.0500
a_4	0.0894	0.1606	-0.0712
a_5	0.0625	0.1875	-0.1250

Sada je lako da se utvrdi kako rešetkasti metod daje linearno naručivanje alternativa na sledeći način:

$a_1 \rightarrow a_2 \rightarrow a_3 \rightarrow a_4 \rightarrow a_5$

Dakle, najbolje rešenje za vlasnika male privatne kompanije je da kupi mali automobil za gotovinu, a najgore rešenje je kupovina polovnog automobila za bankarski kredit.

Na osnovu izloženog novi metod se može uspešno primeniti na praktičnim primerima, i to uopšeno u relativno malom broju alternativa. U slučaju da su uključene sve relativne vrednosti određenih tačaka, drugim rečima, ako se dosta razlikuju, onda donosilac odluke prilikom izbora može biti veoma zadovoljan što je dobro istakao sve mogućnosti. Naime, u tom slučaju izračunavanje prednosti jedne nad drugom alternativom, u odnosu na dati skup kriterijuma, uključuju i želje i razlike između ovih alternativa i vrednosti samih alternativa.

7.5.2. Metoda kompromisnog rangiranja

Primer 7.5.2. Metodom kompromisnog rangiranja rešen je ovaj primer sa istim ocenama alternativa i sa istim kriterijumima.

Tabela 7.24 Polazni podaci za primer 7.5.2.

	c_1	c_2	c_3	c_4
a_1	5	9	10	9
a_2	6	8	9	9
a_3	7	7	8	9
a_4	8	6	7	7
a_5	10	5	6	6

Rešenje:

$$S_{a1} : (10-5)/(10-5)+(9-9)/(9-5)+(10-10)/(10-6)+(9-9)/(9-6)=$$
$$=1+0+0+0=1$$

$$S_{a2_1} : (10-6)/(10-5)+(9-8)/(9-5)+(10-9)/(10-6)+(9-9)/(9-6)=$$
$$=\frac{4}{5}+\frac{1}{4}+\frac{1}{4}+0=1{,}3$$

$$S_{a3_1} : (10-7)/(10-5)+(9-7)/(9-5)+(10-8)/(10-6)+(9-9)/(9-6)=$$
$$=\frac{3}{5}+\frac{2}{4}+\frac{2}{4}+0=1{,}6$$

$$S_{a4_1} : (10-8)/(10-5)+(9-6)/(9-5)+(10-7)/(10-6)+(9-7)/(9-6)=$$
$$=\frac{2}{5}+\frac{3}{4}+\frac{3}{4}+\frac{2}{3}=2{,}56$$

$$S_{a5} : (10-10)/(10-5)+(9-5)/(9-5)+(10-6)/(10-6)+(9-6)/(9-6)=$$
$$=0+1+1+1=3$$

Dobijene vrednosti su date u *tabeli 7.24.* i na osnovu njih se dobija potpuni poredak.

Tabela 7.25 Konačni rezultati za primer 7.5.2.

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
$S\ (a_i)$	1	1,3	1,6	2,56	3

Dakle, konačan redosled alternativa je sledeći:

$$a_1 \rightarrow a_2 \rightarrow a_3 \rightarrow a_4 \rightarrow a_5$$

Kako su ocene sa velikim razmacima kao i relativno mali broj kriterijuma redosled alternativa ostao je nepromenjen.

7.6. Metodologija rešavanja problema šest alternativa sa pet kriterijuma

7.6.1. Mrežna metoda (Bez relativnog značaja)

Primer 7.6.1. Primene mrežne metode za višekriterijumsku analizu (relaivni značaj nije uziman u obzir)

Ovo je jedan hipotetički primer u kome je pokazan prethodno opisan metode grafički tj. Mrežnom metodom. Date su alternative $A=\{a_1,a_2,a_3,a_4,a_5,a_6\}$ i neka su one procenjene iz niza kriterijuma $C=\{c_1,c_2,c_3,c_4,c_5\}$ kao što je prikazano u *tabeli 7.25.*

Kriterijumi su dati sa različitim relativnim značenjem (Z_h). Napraviti poredak ovih alternativa u zavisnosti od relativnog značaja.

Tabela 7.26 Polazni podaci za primer 7.6.1.

Kriterijum	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
Relativni značaj - Z_h	0,096	0,133	0,285	0,102	0,384
Zahtev	max	max	max	max	max
a_1	0,035	0,036	0,008	0,033	0,018
a_2	0,035	0,031	0,039	0,031	0,018
a_3	0,033	0,035	0,041	0,029	0,021
a_4	0,032	0,030	0,042	0,035	0,035
a_5	0,033	0,032	0,035	0,036	0,022
a_6	0,032	0,033	0,034	0,037	0,080

Da bi mreža bila preglednija vrednosti iz *tabele 7.25.* pomnožene su sa 1000 i dobijena je *tabela 7.26.* a pri tome nisu uzeti u obzir relativni značaji datih kriterijuma.

Tabela 7.27 Sređeni podaci za mrežu za primer broj 7.6.1.

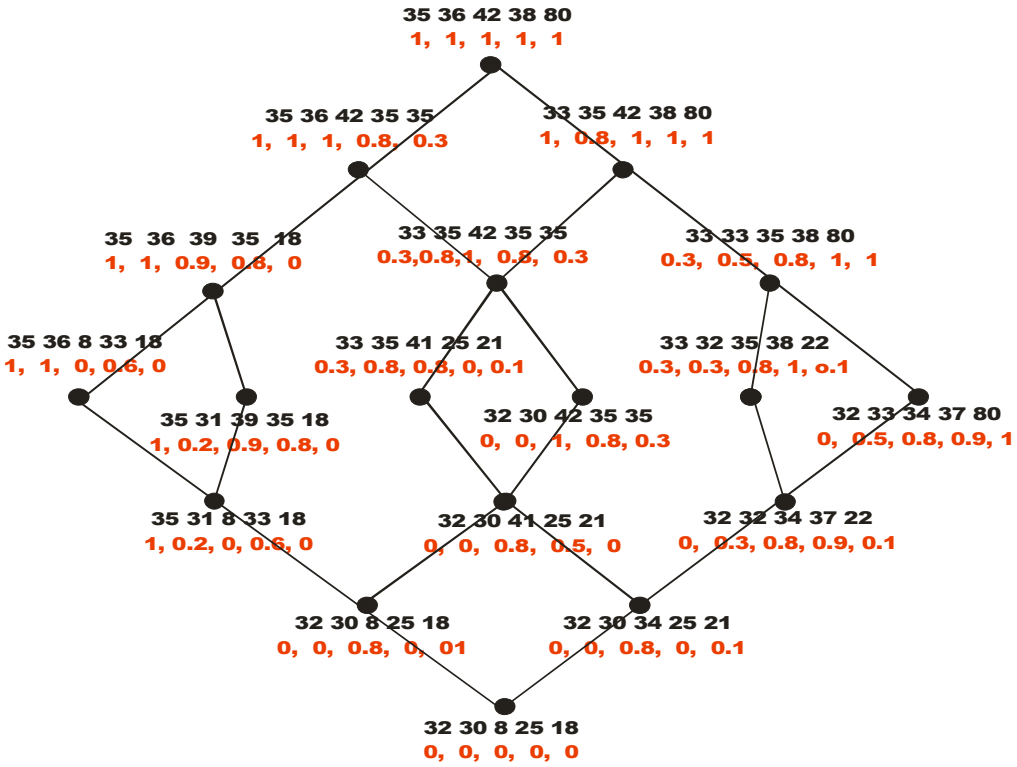
Kriterijum	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
Relativni značaj - Z_h	0,096	0,133	0,285	0,102	0,384
Zahtev	max	max	Max	max	max
a_1	35	36	8	33	18
a_2	35	31	39	31	18
a_3	33	35	41	29	21
a_4	32	30	42	35	35
a_5	33	32	35	36	22
a_6	32	33	34	37	80

Na osnovu podataka iz *tabele 7.26.* sledi mreža.

Neka za sve $k \in \{1,2,3,4,5,\}$ i funkcija $Z_k : A \quad x \quad A \to R^+$ se definiše kao:

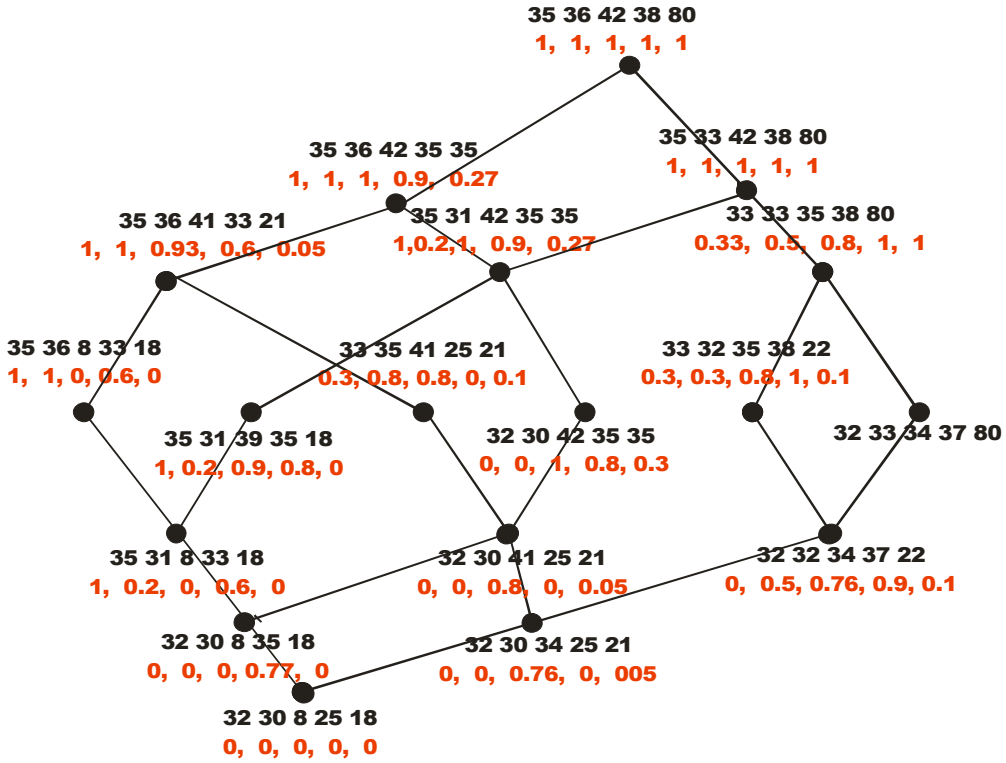
$$Z_k(a,b) = \begin{cases} 1, & za \quad a_k \neq b_k \\ 0, & za \quad ostalo \end{cases}$$

i neka $k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = k_5 = 1$ tj, neka svi kriterijumi imaju isti relativni značaj (jednaki 1).



Slika 7.10 Prva delimično uređena mreža za primer 7.6.1.

Delimično uređena mreža može biti i drugačija, a sve zavisi kojim putem se dolazi do najbolje odnosno najlošije alternative.



Slika 7. 11 Druga delimična mreža za primer 7.6.1.

Kao što se može videti sa *slika 7.10. i 7.11.*, za svaki $i \in \{1,2,3,4,5,6,\}$, svi putevi iz alternativnih a_i do vrha imaju istu dužinu, kao i svi putevi od dna do alternative a_i imaju istu dužinu (svi ovi su dužine do 3). Iz ovih razloga račun je isti za obe delimično uređene mreže.

Dalje, za svaki $i \in \{1,2,3,4,5\}$, na udaljenosti od alternativa a_i, najbolja alternativa ima koeficijent 1 (jedan) a rastojanje od alternativa a_i do najgore alternativne ima koeficijent 0 (nula), a posle računom dobijena je razlika svih alternativa a_i međusobno.

$$D_1(a_1) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}2{,}4 = 0{,}160$$

$$D_0(a_1) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}2{,}6 = 0{,}173$$

$$D(a_1) = D_1(a_1) - D_0(a_1) = -0{,}013$$

$$D_1(a_2) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}2{,}1 = 0{,}140$$

$$D_0(a_2) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}2.9 = 0{,}193$$

$$D(a_2) = D_1(a_2) - D_0(a_2) = -0{,}053$$

$$D_1(a_3) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}3 = 0{,}200$$

$$D_0(a_3) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}2 = 0{,}133$$

$$D(a_3) = D_1(a_3) - D_0(a_3) = 0{,}067$$

$$D_1(a_4) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}2{,}9 = 0{,}193$$

$$D_0(a_4) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}2{,}1 = 0{,}140$$

$$D(a_4) = D_1(a_4) - D_0(a_4) = 0{,}053$$

$$D_1(a_5) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}2{,}5 = 0{,}167$$

$$D_0(a_5) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}2{,}5 = 0{,}167$$

$$D(a_5) = D_1(a_5) - D_0(a_5) = 0$$

$$D_1(a_6) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}1{,}8 = 0{,}120$$

$$D_0(a_6) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}3{,}2 = 0{,}213$$

$D(a_6) = D_1(a_6) - D_0(a_6) = -0{,}093$

Dobijeni konačni rezultati predstavljeni su u *tabeli 7.27.*

Tabela 7.28 Konačni reultati uz pimer 7.6.1.

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
$D\ (a_i)$	-0,013	-0,053	0,067	0,053	0	-0,093

Dakle, redosled alternativa je:

$a_6 \rightarrow a_2 \rightarrow a_1 \rightarrow a_5 \rightarrow a_4 \rightarrow a_3$

7.6.2. Mrežna metoda (Sa relativnim značajem)

Primer 7.6.2. Dato je šest alternativa (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6), ocenjenih u sistemu od pet različitih kriterijuma (c_1, c_2, c_3, c_4, c_5) datih sa različitim relativnim značenjem (Z_h). Napraviti poredak ovih alternativa. (relaivni značaj je uzet u obzir).

Tabela 7.29 Polazni podaci za primer 7.6.2.

Kriterijum	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
Relativni značaj - Z_h	0,096	0,133	0,285	0,102	0,384
Zahtev	max	max	max	max	max
a_1	0,035	0,036	0,008	0,033	0,018
a_2	0,035	0,031	0,039	0,031	0,018
a_3	0,033	0,035	0,041	0,029	0,021
a_4	0,032	0,03	0,042	0,035	0,035
a_5	0,033	0,032	0,035	0,036	0,022
a_6	0,032	0,033	0,034	0,037	0,08

Do rešetke metodom dolazi se, počevši sa skupom alternativa, skiciranjem rešetki novih alternativa generisanih datim koje su formirane i to je ilustrovano u *tabeli 7.29*.

Relativni značaj pomnožen je sa datom vrednostima i tako su dobijene nove odgovarajuće vrednostiza za svaku alternativu.

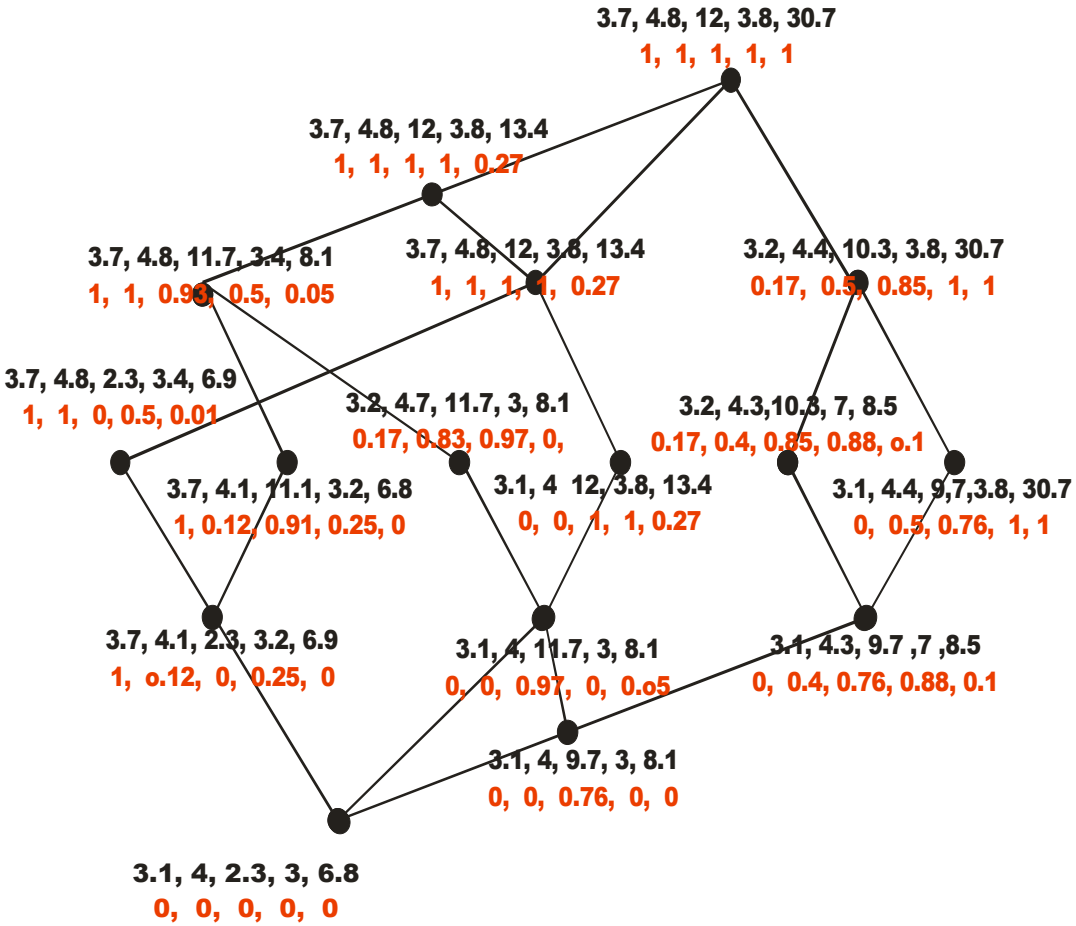
Tabela 7.30 Podaci za mrežu za primer 7.6.2.

Kriterijum	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
Zahtev	max	max	max	max	max
a_1	3,7	4,8	2,3	3,4	6,9
a_2	3,7	4,1	11,1	3,2	6,9
a_3	3,2	4,7	11,7	3	8,1
a_4	3,1	4	12	3,8	13,4
a_5	3,2	4,3	10	3,7	8,5
a_6	3,1	4,4	9,7	3,8	30,7

Za svako $k \in \{1,2,3,4,5,\}$, funkcija značaja razlike $Z_k : A \times A \to R^+$ definisane su sa:

$$Z_k(a,b) = \begin{cases} 1, & ako\ je\ a_k \neq b_k, \\ \\ 0, & ostalo. \end{cases}$$

Iz prethodne delimične mreže alternativa, izdvojen je delimično uređen skup najkraćih puteva od date alternative do vrha kao i od iste alternative do dna .



Slika 7.12 Prva od delimičnih mreža za primer 7.6.2.a

Dužina puta od alternative do vrha

a_1, a_4, a_5, a_6,.....2

a_2, a_3.....3

Dužina puta od alternative do dna

a_1, a_2, a_3, a_4,.....2

a_5, a_6.....3

$$D_1(a_1) = \frac{1}{5}\frac{1}{2}2{,}49 = 0{,}249$$

$$D_0(a_1) = \frac{1}{5}\frac{1}{2}2{,}51 = 0{,}251$$

$$D(a_1) = D_1(a_1) - D_0(a_1) = -0{,}002$$

$$D_1(a_2) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}2{,}72 = 0{,}181$$

$$D_0(a_2) = \frac{1}{5}\frac{1}{2}2{,}28 = 0{,}228$$

$D(a_2) = D_1(a_2) - D_0(a_2) = -0{,}047$

$D_1(a_3) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}3{,}03 = 0{,}202$

$D_0(a_3) = \frac{1}{5}\frac{1}{2}1{,}97 = 0{,}197$

$D(a_3) = D_1(a_3) - D_0(a_3) = 0{,}005$

$D_1(a_4) = \frac{1}{5}\frac{1}{2}2{,}73 = 0{,}273$

$D_0(a_4) = \frac{1}{5}\frac{1}{2}2{,}27 = 0{,}227$

$D(a_4) = D_1(a_4) - D_0(a_4) = 0{,}046$

$D_1(a_5) = \frac{1}{5}\frac{1}{2}2{,}6 = 0{,}260$

$D_0(a_5) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}2{,}4 = 0{,}160$

$D(a_5) = D_1(a_5) - D_0(a_5) = 0{,}100$

$D_1(a_6) = \frac{1}{5}\frac{1}{2}1{,}76 = 0{,}176$

$D_0(a_6) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}3{,}24 = 0{,}216$

$D(a_6) = D_1(a_6) - D_0(a_6) = -0{,}040$

Tabelarni pregled rešenja:

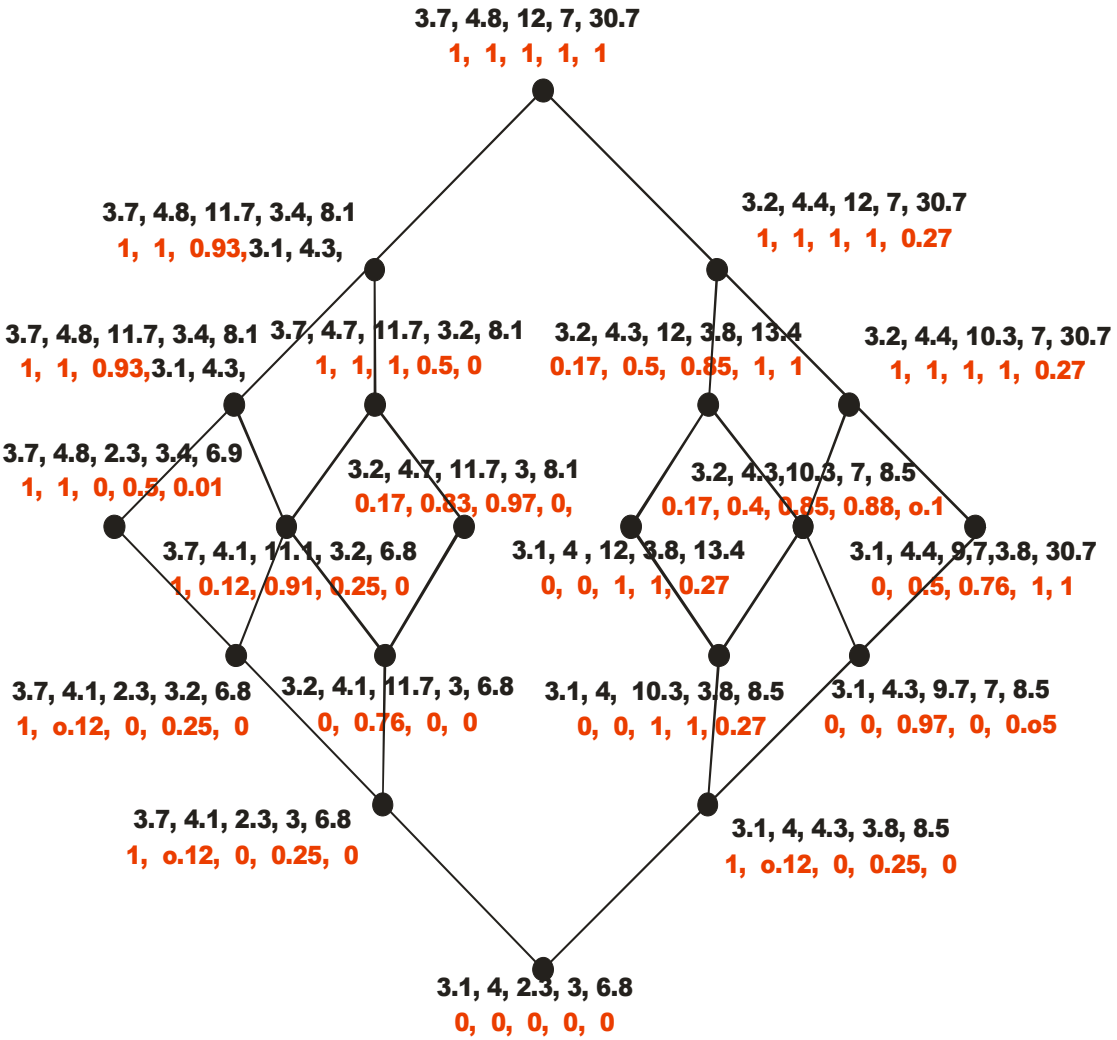
Tabela 7.31 Konačni rezultati za primer 7.6.2.a

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
$D(a_i)$	-0,002	-0,047	0,005	0,046	0,100	-0,040

Dakle, konačni redosled alternativa je:

$$a_2 \rightarrow a_6 \rightarrow a_1 \rightarrow a_3 \rightarrow a_4 \rightarrow a_5$$

Sada je pokazana mreža na *slici 7.13.* gde su grupisane tri po tri alternative pa je put do najbolje odnosno najlošije alternative jednak i to dužine po 3 (tri).



Slika 7. 13 Druga delimična mreža za primer 7.6.2.b

Kao što se može videti sa *slike 7.13.*, za svaki $i \in \{1,2,3,4,5,6,\}$, svi putevi iz alternativa a_i do vrha imaju istu dužinu, kao i svi putevi od dna do alternative a_i imaju istu dužinu (svi ovi su dužine do 3).

$$D_1(a_1) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}2{,}49 = 0{,}166$$

$$D_0(a_1) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}2{,}51 = 0{,}167$$

$$D(a_1) = D_1(a_1) - D_0(a_1) = -0{,}001$$

$$D_1(a_2) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}2{,}72 = 0{,}181$$

$$D_0(a_2) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}2{,}28 = 0{,}152$$

$D(a_2) = D_1(a_2) - D_0(a_2) = 0{,}029$

$D_1(a_3) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}3{,}03 = 0{,}202$

$D_0(a_3) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}1{,}97 = 0{,}131$

$D(a_3) = D_1(a_3) - D_0(a_3) = 0{,}071$

$D_1(a_4) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}2{,}73 = 0{,}182$

$D_0(a_4) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}2{,}27 = 0{,}151$

$D(a_4) = D_1(a_4) - D_0(a_4) = 0{,}031$

$D_1(a_5) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}2{,}6 = 0{,}173$

$D_0(a_5) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}2{,}4 = 0{,}160$

$D(a_5) = D_1(a_5) - D_0(a_5) = 0{,}013$

$D_1(a_6) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}1{,}76 = 0{,}117$

$D_0(a_6) = \frac{1}{5}\frac{1}{3}3{,}24 = 0{,}216$

$D(a_6) = D_1(a_6) - D_0(a_6) = -0{,}099$

Tabelarni pregled rešenja:

Tabela 7.32 Konačni rezultati za primer 6.7.2.b

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
$D\ (a_i)$	-0,001	0,029	0,071	0,031	0,013	-0,099

Dakle, konačni redosled alternativa je:

$$a_6 \rightarrow a_1 \rightarrow a_5 \rightarrow a_2 \rightarrow a_4 \rightarrow a_3$$

7.6.3. Metoda *PROMETHEE*

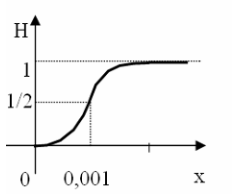
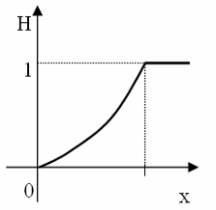
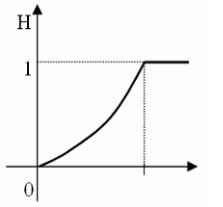
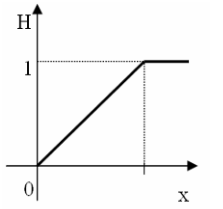
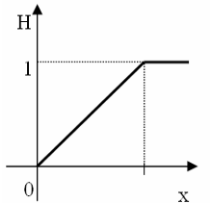
Primer 7.6.3. Prethodni primer odrađen je metodom promethee da bi uporedili rezultate sa prethodno odrađene dve metode

Dato je šest alternativa (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6), ocenjenih u sistemu od pet različitih kriterijuma (c_1, c_2, c_3, c_4, c_5) datih sa različitim relativnim značenjem (Z_h). Napraviti poredak ovih alternativa.

Tabela 7.33 Polazni podaci za primer 7.6.3.

Kriterijum	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
Relativni značaj - Z_h	0,096	0,133	0,285	0,102	0,384
Zahtev	max	max	max	max	max
a_1	0,035	0,036	0,008	0,033	0,018
a_2	0,035	0,031	0,039	0,031	0,018
a_3	0,033	0,035	0,041	0,029	0,021
a_4	0,032	0,03	0,042	0,035	0,035
a_5	0,033	0,032	0,035	0,036	0,022
a_6	0,032	0,033	0,034	0,037	0,08

Donosilac odluke treba da odabere preferencijske funkcije koje najbolje mogu da izraze specifičnosti upotrebljenih kriterijuma. Usvajanjem preferenciskih funkcija i parametara stvaraju se uslovi da se izvrši rangiranje upoređivanih alternativa korišćenjem postupaka definisanih *"PROMETHEE"* metodom (*slika 7.14.*).

Kriterijum	Tip preferencijske funkcije	Relativni značaj	Zahtev max–min	Parametri	$P_i(x)$	$X = f(a) - f(b)$
c_1		1	max	a=0 b=0,001 c=0,002	$\frac{1}{2} \cdot \frac{e^{x} - 1}{e^{0,001} - 1}$	$0 \le x \le 0,001$
					$\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \ln \frac{(e-1)x + 0,002 - e \cdot 0,001}{0,001}$	$0,001 \le x \le 0,002$
					1	$x \ge 0,002$
c_2		1	max	a=0 b=0,006	$\frac{e^{x} - 1}{e^{0,006} - 1}$	$0 \le x \le 0,006$
					1	$x \ge 0,006$
c_3		1	max	a=0 b=0,008	$\frac{e^{x} - 1}{e^{0,008} - 1}$	$0 \le x \le 0,008$
					1	$x \ge 0,008$
c_4		1	max	a=0 b=0,006	$\frac{x}{0,006}$	$0 \le x \le 0,006$
					1	$x \ge 0,006$
c_5		1	max	a=0 b=0,055	$\frac{x}{0,055}$	$0 \le x \le 0,055$
					1	$x \ge 0,055$

Slika 7.14 Tipovi generalizovanih kriterijuma broj 2

Uzimajući u obzir izraženi zahtev da li je kriterijum maksimalan ili minimalan i korišćenjem izraza za određivanje indeksa preferencije, dobijene su vrednosti indeksa preferencije za svaki par alternativa. Da bi se dobilo konačan rang upoređivanih alternativa formira se *tabela 7.33.*, u kojoj se nalaze izračunati indeksi preferencije.

$$\pi(a_1, a_2) = 0 + 0{,}133 \cdot 0{,}83 + 0 + 0{,}102 \cdot \frac{0{,}002}{0{,}006} + 0 = 0{,}143$$
$$\pi(a_1, a_3) = 0{,}096 \cdot 0{,}33 + 0{,}133 \cdot 0{,}167 + 0 + 0{,}102 \cdot 0{,}677 + 0 = 0{,}121$$
$$\pi(a_1, a_4) = 0{,}096 \cdot 0{,}5 + 0{,}133 \cdot 1 + 0 + 0 + 0 = 0{,}181$$
$$\pi(a_1, a_5) = 0{,}096 \cdot 0{,}33 + 0{,}133 \cdot 1 + 0 + 0 + 0 = 0{,}165$$
$$\pi(a_1, a_6) = 0{,}096 \cdot 0{,}667 + 0{,}133 \cdot 0{,}5 + 0 + 0 + 0 = 0{,}130$$

$$\pi(a_2, a_1) = 0 + 0 + 1 \cdot 0{,}285 + 0 + 0 = 0{,}285$$
$$\pi(a_2, a_3) = 0{,}096 \cdot 1 + 0 + 0 + 0{,}102 \cdot 0{,}33 + 0 = 0{,}130$$
$$\pi(a_2, a_4) = 0{,}096 \cdot 1 + 0{,}133 \cdot 1 + 0 + 0 + 0 = 0{,}229$$
$$\pi(a_2, a_5) = 1 \cdot 0{,}096 + 0 + \frac{3}{8} \cdot 0{,}285 + 0 + 0 = 0{,}203$$
$$\pi(a_2, a_6) = 1 \cdot 0{,}096 + 0 + \frac{5}{8} \cdot 0{,}285 + 0 + 0 = 0{,}274$$

$$\pi(a_3, a_1) = 0 + 0 + 1 \cdot 0{,}285 + 0 + 0{,}054 \cdot 0{,}384 = 0{,}305$$
$$\pi(a_3, a_2) = 0 + 0{,}133 \cdot 0{,}667 + \frac{1}{4} \cdot 0{,}285 + 0 + 0{,}054 \cdot 0{,}384 = 0{,}181$$
$$\pi(a_3, a_4) = 0{,}096 \cdot 0{,}5 + 0{,}133 \cdot 0{,}833 + 0 + 0 + 0 = 0{,}159$$
$$\pi(a_3, a_5) = 0 + 0{,}133 \cdot 0{,}5 + 0{,}285 \cdot 0{,}75 + 0 + 0 = 0{,}280$$
$$\pi(a_3, a_6) = 0{,}096 \cdot 0{,}5 + 0{,}133 \cdot 0{,}33 + 0{,}285 \cdot 0{,}875 + 0 + 0 = 0{,}341$$

$$\pi(a_4, a_1) = 0 + 0 + 1 \cdot 0{,}285 + 0{,}102 \cdot 0{,}33 + 0{,}384 \cdot \frac{17}{55} = 0{,}438$$
$$\pi(a_4, a_2) = 0 + 0 + 0{,}285 \cdot \frac{3}{8} + 0{,}102 \cdot \frac{1}{6} + 0 = 0{,}124$$
$$\pi(a_4, a_3) = 0 + 0 + 0{,}285 \cdot \frac{1}{8} + 1 \cdot 0{,}102 + 0{,}384 \cdot \frac{14}{55} = 0{,}234$$
$$\pi(a_4, a_5) = 0 + 0 + 0{,}285 \cdot \frac{7}{8} + 0 + 0{,}384 \cdot \frac{13}{55} = 0{,}340$$
$$\pi(a_4, a_6) = 0 + 0 + 0{,}285 \cdot \frac{3}{4} + 0 + 0 = 0{,}214$$

$$\pi(a_5, a_1) = 0 + 0 + 1 \cdot 0{,}285 + 0{,}102 \cdot 0{,}5 + 0{,}384 \cdot \frac{3}{55} = 0{,}357$$

$$\pi(a_5, a_2) = 0 + 0{,}133 \cdot \frac{1}{6} + 0 + 0{,}102 \cdot \frac{5}{6} + 0{,}384 \cdot \frac{3}{55} = 0{,}128$$

$$\pi(a_5, a_3) = 0 + 0 + 0 + 0{,}102 \cdot 1 + 0{,}384 \cdot \frac{1}{55} = 0{,}109$$

$$\pi(a_5, a_4) = 0{,}096 \cdot 0{,}5 + 0{,}133 \cdot \frac{1}{3} + 0 + 0{,}102 \cdot \frac{1}{6} + 0 = 0{,}109$$

$$\pi(a_5, a_6) = 0{,}096 \cdot 0{,}5 + 0 + 0{,}285 \cdot \frac{1}{8} + 0 + 0 = 0{,}083$$

$$\pi(a_6, a_1) = 0 + 0 + 0{,}285 \cdot 1 + 0{,}102 \cdot \frac{2}{3} + 0{,}384 \cdot 1 = 0{,}737$$

$$\pi(a_6, a_2) = 0 + 0{,}133 \cdot \frac{1}{3} + 0 + 0{,}102 \cdot 1 + 0{,}384 \cdot 1 = 0{,}530$$

$$\pi(a_6, a_3) = 0 + 0 + 0 + 0{,}102 \cdot 1 + 0{,}384 \cdot 1 = 0{,}486$$

$$\pi(a_6, a_4) = 0 + 0{,}133 \cdot 0{,}5 + 0 + 0{,}102 \cdot \frac{1}{3} + 0{,}384 \cdot \frac{45}{55} = 0{,}414$$

$$\pi(a_6, a_5) = 0 + 0{,}133 \cdot \frac{1}{6} + 0 + 0{,}102 \cdot \frac{1}{6} + 0{,}384 \cdot 1 = 0{,}423$$

Dobijene vrednosti za indekse preferencije nalaze se u *tabeli 7.33.*

Tabela 7.34 Vrednosti indeksa preferencije za primer 7.6.3.

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
a_1	-	0,143	0,121	0,181	0,165	0,130
a_2	0,285	-	0,130	0,229	0,203	0,274
a_3	0,305	0,181	-	0,159	0,280	0,341
a_4	0,438	0,124	0,234	-	0,340	0,214
a_5	0,375	0,128	0,109	0,109	-	0,083
a_6	0,737	0,530	0,486	0,414	0,423	-

Primenjujući *"PROMETHEE"* metodu saglasno datim slovima formira se *tabela 7.34.*, u koju su unete izlazne $\Phi^{+}(a)$ i ulazne $\Phi^{-}(a)$ vrednosti toka.

$$\Phi^{+}(a)=\sum_{x\in k}\pi(a,X)$$

$$\Phi^{+}(a_1)=0{,}143+0{,}121+0{,}181+0{,}165+0{,}130=0{,}740$$

$$\Phi^{+}(a_2)=0{,}285+0{,}130+0{,}229+0{,}203+0{,}274=1{,}121$$

$$\Phi^{+}(a_3)=0{,}305+0{,}181+0{,}159+0{,}280+0{,}341=1{,}266$$

$$\Phi^{+}(a_4)=0{,}438+0{,}124+0{,}234+0{,}340+0{,}214=1{,}350$$

$$\Phi^{+}(a_5)=0{,}375+0{,}128+0{,}109+0{,}109+0{,}083=0{,}804$$

$$\Phi^{+}(a_6)=0{,}737+0{,}530+0{,}486+0{,}414+0{,}423=2{,}590$$

$$\Phi^{-}(a)=\sum_{x\in k}\pi(X,a)$$

$$\Phi^{-}(a_1)=0{,}285+0{,}305+0{,}438+0{,}375+0{,}737=2{,}140$$

$$\Phi^{-}(a_2)=0{,}143+0{,}181+0{,}124+0{,}128+0{,}530=1{,}106$$

$$\Phi^{-}(a_3)=0{,}121+0{,}130+0{,}234+0{,}109+0{,}486=1{,}080$$

$$\Phi^{-}(a_4)=0{,}181+0{,}229+0{,}159+0{,}109+0{,}414=1{,}092$$

$$\Phi^{-}(a_5)=0{,}165+0{,}203+0{,}280+0{,}340+0{,}423=1{,}415$$

$$\Phi^{-}(a_6)=0{,}130+0{,}274+0{,}341+0{,}214+0{,}083=1{,}042$$

Dobijene ulazne i izlazne vrednosti toka nalaze se u *tabeli 7.34*.

Tabela 7.35 Izlazne i ulazne vrednosti toka za primer 7.6.3.

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
$\Phi^{+}(a_i)$	0,740	1,121	1,266	1,350	0,804	2,590
$\Phi^{-}(a_i)$	2,140	1,106	1,080	1,092	1,415	1,042

"PROMETHEE" metodom dobija se potpuni poredak na osnovu relacije čistog toka:

$\Phi\ (a_1) = 0{,}740 - 2{,}140 = -1{,}400$

$\Phi\ (a_2) = 1{,}121 - 1{,}106 = 0{,}015$

$\Phi\ (a_3) = 1{,}266 - 1{,}080 = 0{,}186$

$\Phi\ (a_4) = 1{,}350 - 1{,}092 = 0{,}258$

$\Phi\ (a_5) = 0{,}804 - 1{,}415 = -0{,}611$

$\Phi\ (a_6) = 2{,}590 - 1{,}042 = 1{,}548$

Dobijene vrednosti su unesene u *tabelu 6.35.* i na osnovu njih se dobija potpuni poredak.

Tabela 7.36 Konačne vrednosti za zadatak 7.6.3.

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
$\Phi\ (a_i)$	-1,400	0,015	0,186	0,258	-0,611	1,548

Konačan poredak alternativa je sledeći:

$a_1 \rightarrow a_4 \rightarrow a_2 \rightarrow a_3 \rightarrow a_4 \rightarrow a_6$

7.7. Metodologija korišćena prilikom izbora postrojenja za određenu proizvodnju

7.7.1. Mrežna metoda

Primer 7.7.1. (Primer preuzet iz zbirke zadataka autora Borović-Milićević strana 306).

Razmatra se problem izbora postrojenja koja treba instalirati za određenu proizvodnju. Postoji mogućnost izbora šest varijanata različitih postrojenja na osnovu sledećih kriterijuma:

c_1 : Potreban broj radnika

c_2 : Dnevna proizvodnja u komadima

c_3 : Cena postrojenja u milionima $

c_4 : Cena održavanja proizvodnje u milionima $

c_5 : Potrebna površina zemljišta za instalaciju postrojenja

c_6 : Ocena kvaliteta proizvodnje robe.

Vrednost varijanta za svaki pod datih kriterijuma date su u *tabeli 7.36.*:

Tabela 7.37 Polazni podaci za primer broj 7.7.1.

i \ j	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6
a_1	80	90	60	5,4	8	6
a_2	65	58	20	9,7	1	1
a_3	83	60	40	7,2	4	7
a_4	52	72	60	2	3	8
a_5	40	80	100	7,5	7	10
a_6	94	96	70	3,6	10	6
	min	max	min	min	min	max
w_i	1,5	3	2,5	2	1	2

Pošto se u datom primeru traže i max i min, preveden je problem na maksimizaciju.

Tabela 7.38 Max- polazni podaci za primer broj 7.7.1.

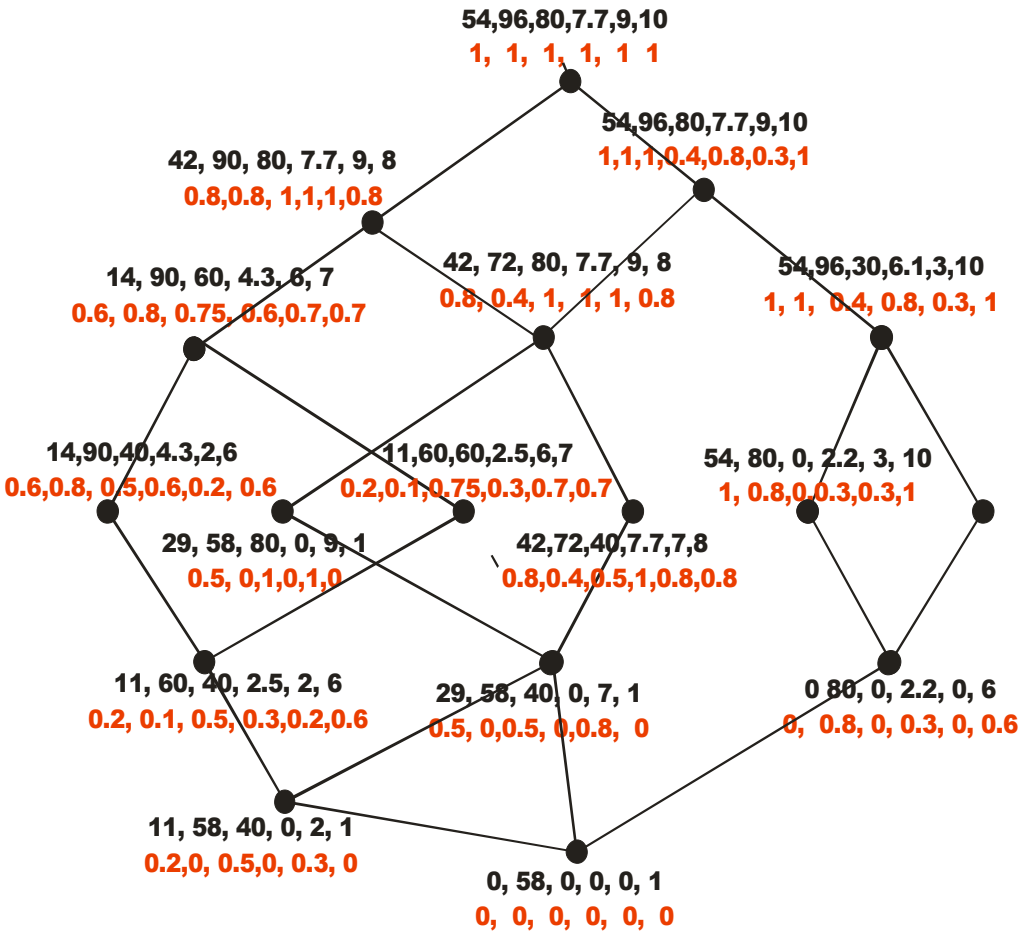
i \ j	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6
a_1	14	90	40	4,3	2	6
a_2	29	58	80	0	9	1
a_3	11	60	60	2,5	6	7
a_4	42	72	40	7,7	7	8
a_5	54	80	0	2,2	3	10
a_6	0	96	30	6,1	0	6
a_7	max	max	max	max	max	max
w_i	1,5	3	2,5	2	1	2

Delimična mreža datog zadatka izgleda:

Za svako $k \in \{1,2,3,4,5,6\}$, funkcija značaja razlike $Z_k : A \times A \to R^+$, definisane su sa:

$$Z_k(a,b) = \begin{cases} 1, \textit{ako je } a_k \neq b_k, \\ 0, \quad \textit{ostalo.} \end{cases}$$

Iz prethodne mreže alternativa, izdvojen je delimično uređen skup najkraćih puteva od date alternative do vrha kao i od iste alternative do dna .



Slika 7.15 Prva delimično uređena mreža za primer 7.7.1.a

Dužina puta od alternative do vrha

$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$,.....3

Dužina puta od alternative do dna

a_1, a_3,.....3

a_2, a_4, a_5, a_6.....2

$$D_1(a_1) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}2.7 = 0{,}150$$

$$D_0(a_1) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}3.3 = 0{,}183$$

$$D(a_1) = D_1(a_1) - D_0(a_1) = -0{,}033$$

$$D_1(a_2) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}3{,}5 = 0{,}194$$

$D_0(a_2) = \frac{1}{6}\frac{1}{2}2{,}5 = 0{,}208$

$D(a_2) = D_1(a_2) - D_0(a_2) = -0{,}014$

$D_1(a_3) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}3.25 = 0{,}181$

$D_0(a_3) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}2.75 = 0{,}153$

$D(a_3) = D_1(a_3) - D_0(a_3) = 0{,}028$

$D_1(a_4) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}1{,}7 = 0.094$

$D_0(a_4) = \frac{1}{6}\frac{1}{2}4{,}3 = 0{,}358$

$D(a_4) = D_1(a_4) - D_0(a_4) = -0{,}264$

$D_1(A_5) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}2{,}6 = 0{,}144$

$D_0(a_5) = \frac{1}{6}\frac{1}{2}3{,}4 = 0{,}283$

$D(a_5) = D_1(a_5) - D_0(a_5) = -0{,}145$

$D_1(a_6) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}3{,}2 = 0{,}178$

$D_0(a_6) = \frac{1}{6}\frac{1}{2}2{,}8 = 0{,}233$

$D(a_6) = D_1(a_6) - D_0(a_6) = -0{,}055$

Dakle, dobijen je tabelarni redosled alternativa.

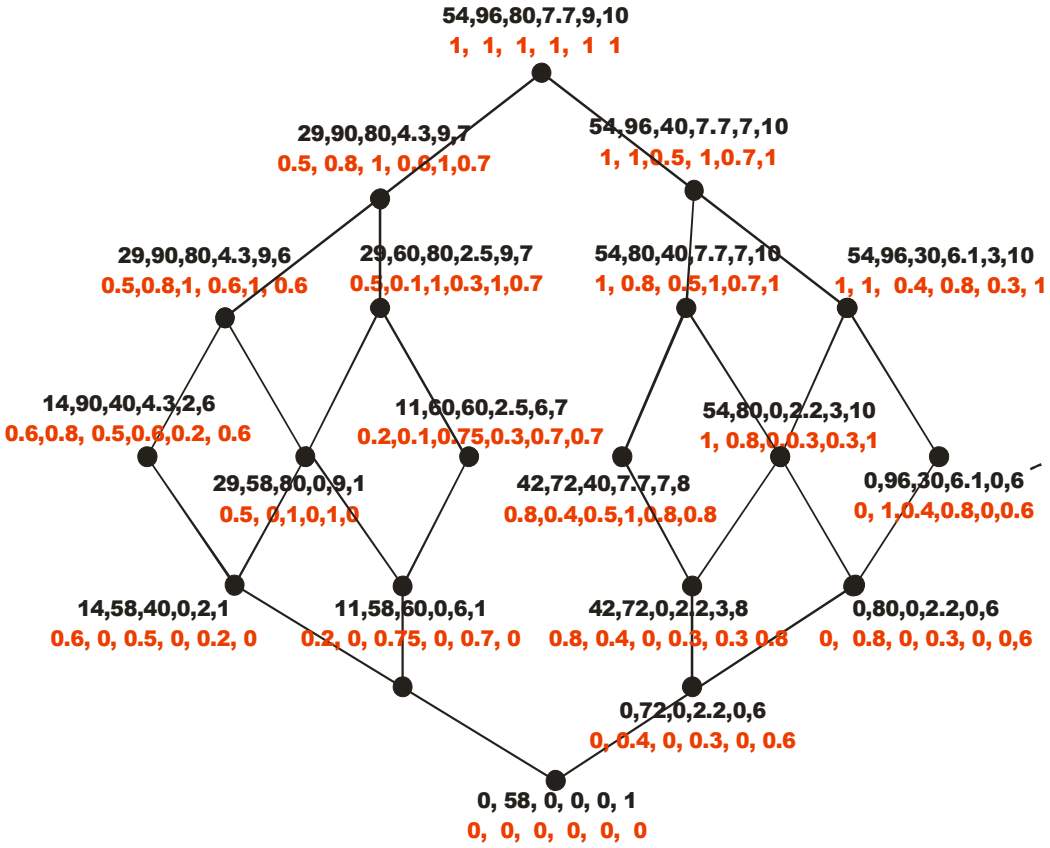
Tabela 7.39 Konačni rezultati za primer broj 7.7.1.a

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
$D\ (a_i)$	-0,033	-0,014	0,028	-0,264	-0,145	-0,055

Konačan poredak alternativa:

$a_4 \rightarrow a_5 \rightarrow a_6 \rightarrow a_1 \rightarrow a_2 \rightarrow a_3$

Ako se alternative grupišu kao na sledećoj *slici 7.16.b* tri po tri dobija se mreža:



Slika 7.16 Druga delimično uređena mreža za primer 7.7.1.b

Kao što se može videti sa *slike 7.16.* za svaki $i \in \{1,2,3,4,5,6\}$, svi putevi iz alternativnih a_i do vrha imaju istu dužinu, kao i svi putevi od dna do alternative a_i imaju istu dužinu (svi ovi su dužine jednaki po 3).

Dalje, za svaki $i \in \{1,2,3,4,5,6\}$, na udaljenosti od alternativa a_i, najbolja alternativa ima koeficijent 1 (jedan) a rastojanje od alternativa a_i do najgore alternativne ima koeficijent 0 (nula), a posle računom dobija se razlika svih alternativa a_i među sobom.

$$D_1(a_1) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}2.7 = 0{,}150$$

$$D_0(a_1) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}3.3 = 0{,}183$$

$$D(a_1) = D_1(a_1) - D_0(a_1) = -0{,}033$$

$$D_1(a_2) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}3{,}5 = 0{,}194$$

$$D_0(a_2) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}2{,}9 = 0{,}139$$

$D(a_2) = D_1(a_2) - D_0(a_2) = 0{,}055$

$D_1(a_3) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}3.25 = 0{,}181$

$D_0(a_3) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}2.75 = 0{,}153$

$D(a_3) = D_1(a_3) - D_0(a_3) = 0{,}028$

$D_1(a_4) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}1{,}7 = 0.094$

$D_0(a_4) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}4{,}3 = 0{,}239$

$D(a_4) = D_1(a_4) - D_0(a_4) = -0{,}145$

$D_1(A_5) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}2{,}6 = 0{,}144$

$D_0(a_5) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}3{,}4 = 0{,}189$

$D(a_5) = D_1(a_5) - D_0(a_5) = -0{,}045$

$D_1(a_6) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}3{,}2 = 0{,}178$

$D_0(a_6) = \frac{1}{6}\frac{1}{3}2{,}8 = 0{,}156$

$D(a_6) = D_1(a_6) - D_0(a_6) = 0{,}022$

Dakle, dobija se tabelarni redosled alternativa.

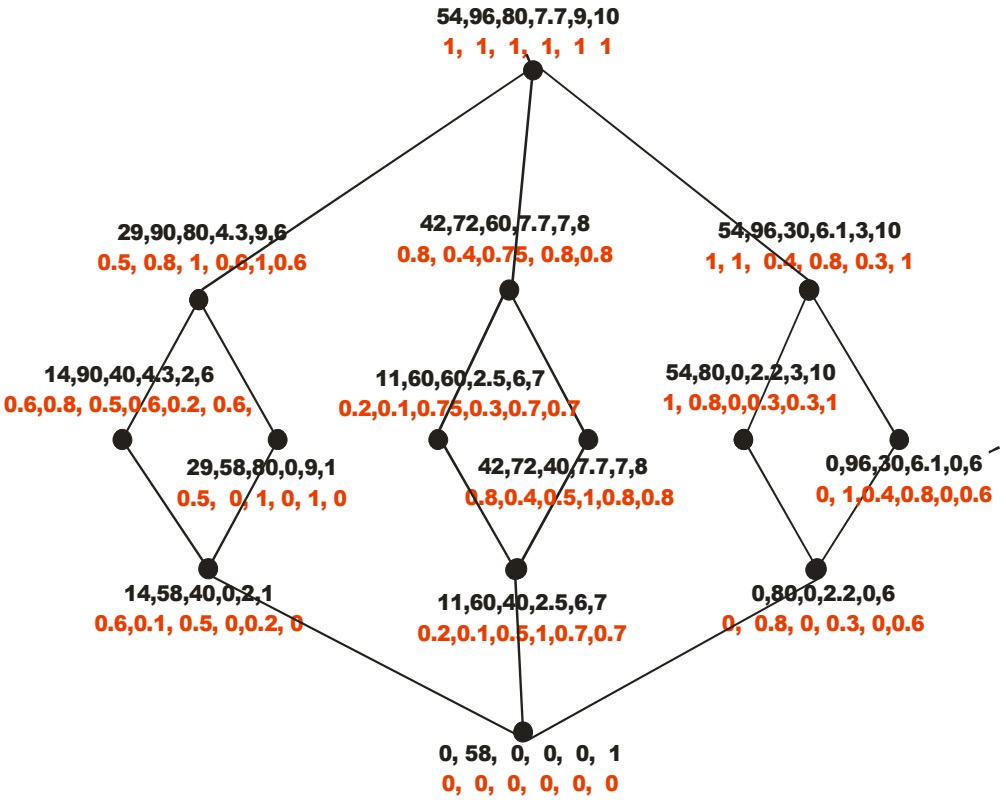
Tabela 7.40 Konačni rezultati za primer broj 7.7.1.b

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
$D\ (a_i)$	-0,033	0,055	0,028	-0,145	-0,045	0,022

Konačan poredak alternativa:

$a_4 \rightarrow a_5 \rightarrow a_1 \rightarrow a_6 \rightarrow a_3 \rightarrow a_2$

Ako se alternative grupišu kao na sledećoj *slici 7.17.c* dve po dve dobija se sledeća mreža.



Slika 7.17 Treća delimično uređena mreža za primer 7.7.1.c

Kao što se može videti sa *slike 7.17.* za svaki $i \in \{1,2,3,4,5,6\}$, svi putevi iz alternativnih a_i do vrha imaju istu dužinu, kao i svi putevi od dna do alternative a_i imaju istu dužinu (svi ovi su dužine jednaki po 2).

Dalje, za svaki $i \in \{1,2,3,4,5,6\}$, na udaljenosti od alternativa a_i, najbolja alternativa ima koeficijent 1 (jedan) a rastojanje od alternativa a_i do najgore alternativne ima koeficijent 0 (nula), a posle računom dobijaju se razlike svih alternativa a_i među sobom.

$$D_1(a_1) = \frac{1}{6}\frac{1}{2}2.7 = 0{,}225$$

$$D_0(a_1) = \frac{1}{6}\frac{1}{2}3.3 = 0{,}275$$

$$D(a_1) = D_1(a_1) - D_0(a_1) = -0{,}050$$

$$D_1(a_2) = \frac{1}{6}\frac{1}{2}3{,}5 = 0{,}291$$

$$D_0(a_2) = \frac{1}{6}\frac{1}{2}2{,}5 = 0{,}208$$

$$D(a_2) = D_1(a_2) - D_0(a_2) = 0{,}083$$

$$D_1(a_3) = \frac{1}{6}\frac{1}{2}3{,}25 = 0{,}271$$

$$D_0(a_3) = \frac{1}{6}\frac{1}{2}2{,}75 = 0{,}229$$

$$D(a_3) = D_1(a_3) - D_0(a_3) = 0{,}042$$

$$D_1(a_4) = \frac{1}{6}\frac{1}{2}1{,}7 = 0{,}142$$

$$D_0(a_4) = \frac{1}{6}\frac{1}{2}4{,}3 = 0{,}358$$

$$D(a_4) = D_1(a_4) - D_0(a_4) = -0{,}216$$

$$D_1(A_5) = \frac{1}{6}\frac{1}{2}2{,}6 = 0{,}217$$

$$D_0(a_5) = \frac{1}{6}\frac{1}{2}3{,}4 = 0{,}283$$

$$D(a_5) = D_1(a_5) - D_0(a_5) = -0{,}066$$

$$D_1(a_6) = \frac{1}{6}\frac{1}{2}3{,}2 = 0{,}267$$

$$D_0(a_6) = \frac{1}{6}\frac{1}{2}2{,}8 = 0{,}233$$

$$D(a_6) = D_1(a_6) - D_0(a_6) = 0{,}034$$

Dakle, dobija se tabelarni redosled alternativa.

Tabela 7.41 Konačni rezultati za primer broj 7.7.1.c

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
$D\ (a_i)$	-0,050	0,083	0,042	-0,216	-0,066	0,034

Konačan poredak alternativa

$$a_4 \rightarrow a_5 \rightarrow a_1 \rightarrow a_6 \rightarrow a_3 \rightarrow a_2$$

7.7.2. Metoda kompromisnog rangiranja

Primer 7.7.2. Isti zadatak odrađen je i metodom kompromisnom rangiranja sa tom razlikom da su u metodi kompromisnog rangiranja uzeti u obzir i relativni značaj datih kriterijuma.

Tabela 7.42 Polazni podaci za primer broj 7.7.2.

i \ j	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6
a_1	80	90	60	5,4	8	6
a_2	65	58	20	9,7	1	1
a_3	83	60	40	7,2	4	7
a_4	52	72	60	2	3	8
a_5	40	80	100	7,5	7	10
a_6	94	96	70	3,6	10	6
	min	max	min	min	min	max
w_i	1,5	3	2,5	2	1	2

Rešenje:

S_{a_1} : 1,5 40-80)/(40-94) + 3 96-90)/(96-58) + 2,5(20-60)/(20-100) + 2(2-5,5)/(2-9,7) +

+1 (1-8)/(1-10) + 2 (10-5)/(10-1) = 5,606

S_{a_2} : 1,5 40-65)/(40-94) + 3 (96-58)/(96-58) + 2,5 20-20)/(20-100) + 2 2-9,7)/(2-9,7) +

+1 (1-1)/(1-10) + 2 (1-1)/(1-10) = 7,695

Sa : 1,5 40-83)/(40-94) + (96-60)/(96-58) + 2,5 (20-40)/(20-100) + 2 (2-7,2)/(2-9,7) +

+1 (1-4)/(1-10) + 2 (1-7)/(10-1) = 7,010

S_{a4} : 1,5 40-52)/(40-94) + 3(96-72)/(96-58) + 2,5(20-60)/(20-100) + 2 (2-2)/(2-9,7) +

+1 (1-3)/(1-10) + 2 (10-8)/(10-1) = 4,144

S_{a_5} : 1,5(40-40)/(40-94) +3(96-80)/(96-58) +2,5 (20-100)/(20-100) +2(2-7,5)/(2-9,7) +

+1 (1-7)/(1-10) + 2 (10-10)/(10-1) = 5,858

S_{a_6} : 1,5(40-94)/(40-94) +3(96-96)/(96-58) +2,5(20-70)/(20-100) + 2(2-3,6)/(2-9,7) +

+1 (1-10)/(1-10) + 2 (10-6)/(10-1) = 5,366

Dakle, konačan redosled alternativa je predstavljen sledećom tabelom.

Tabela 7.43 Konačni rezultat za primer 7.7.2.

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
$D\ (a_i)$	5,606	7,958	7,010	4,144	5,858	5,366

Konačan poredak alternativa:

$$a_4 \rightarrow a_6 \rightarrow a_1 \rightarrow a_5 \rightarrow a_3 \rightarrow a_2$$

Zaključak

U ovom radu predstavljen je jedan novi metod, nazvan rešetkasti metod, koji je razvijen od strane Žižović M. et al. (2011), a ističe se da je primena ove metode pokazana prvenstveno na primeru Visoke poslovne škole strukovnih studija iz Blaca, kao i na još nekim praktičnim primerima.

Skoro na svim primerima uporedo je odrađen isti primer sa još nekom od već dobro poznatih metoda za višekriterijumsku optimizaciju.

Osnovni ciljevi i zadaci postavljeni na početku rada su postignuti. Dat je novi pristup iskazivanja preferencija pri višekriterijumskoj analizi odnosno višekriterijumskoj optimizaciji koja se uspešno može primeniti kako u pasivnom odlučivanju tako i u drugim primenama (logističke, vojne, tehničke struke, itd.)

Da bi se donela dobra odluka, potrebno je oceniti alternative definisanjem odgovarajućih kriterijuma. Takođe je potrebno definisati težišne koeficijente za svaki od kriterijuma u odnosu na druge.

Težišni koeficijenti su najčešće brojevi koji se subjektivno biraju. Pored toga za svaki kriterijum se određuje da li je potrebno izabrati alternativu tako da kriterijum bude minimalan ili maksimalan, odnosno šta je priroda tog kriterijuma. Nakon toga se po svakom kriterijumu posebno ocenjuju alternative na bazi precizno utvrđenih parametara ili subjektivne procene.

Način na koje se iskazuju te ocene zavisi od izabrane metode pomoću koje je rešen postavljeni problem.

Danas postoji više metoda višekriterijumske analize kao naprimer *PROMETHEE, ELECTRE, TOPSIS, MAX-MIN, MAX-MAX*, itd. U zavisnosti od korišćene metode kao rešenje se dobija rang alternativa, najbolja alternativa kao i skup alternativa koje ispunjavaju određene uslove.

Pri rešavanju problema višekriterijumskog odlučivanja, od ranije poznate metode i nova metoda imaju isti cilj da pokažu, odnosno da pomognu donosiocu odluke da odlučivanje bude bolje i efikasnije, a nikako nemaju za cilj da zamene donosioca odluke.

Prednost matematičkih metoda u poslovnom odlučivanju uključuje veći broj problema koji zahtevaju dalja istraživanja.

Poznato je da postoji veliki broj razvijenih metoda i tehnika za višekriterijumske optimizacije (višekriterijumske analize). Ako pitate analitičare koji se bave ovim pitanjem, koja od ovih metoda je najbolja, možete dobiti različite odgovore u zavisnosti od vrste problema koji treba da se reši, kao i tip rešenja koje je potrebno rešavati. Sa druge strane, ako se od istog analitičara traži da preporuči neku metodu, onda odgovor može biti sličan kao odgovor na prethodno pitanje, ali najbolji odgovor je da se predloži metod koji može da najbolje zadovolji i analitičara i donosioca odluke.

Uopšteno, postoje dve različite vrste problema zbog različito posmatranih postavki, jedna vrsta ima konačan broj alternativnih rešenja, a druga vrsta ima beskonačan broj rešenja. U problemima u vezi sa izborom i procenom, logično je pretpostaviti da je broj alternativa ograničen. Dakle, akcenat je bio usmeren na probleme sa konačnim brojem alternativa.

U tom slučaju, mrežni metod optimizacije (*MMO)* može se opisati pomoću osobina matrica. Pretpostavi se da postoji m alternativa koje se procenjuju na osnovu n- kriterijuma. Matricom oblika $m \times n$ određeno je da svaki element bude j-ti kriterijum vrednosti za i-tu alternativu.

Svi kriterijumi u *MMO* mogu se klasifikovati u dve kategorije. Kriterijumi koje treba uvećati, na primer, kriterijumi dobitne kategorije i kriterijume koje treba svesti na minimum, na primer, kriterijume troškovne kategorije. Idealno rešenje za problem *MMO* je da se maksimizuju svi kriterijumi od prvog tipa, a da se minimizuju svi kriterijumi od drugog tipa. Na prirodan način, bilo koji kriterijum drugog tipa se može preneti u kriterijum prvog tipa.

Primenom *MMO* problemi mogu biti veoma različiti u kontekstu, ali oni dele sledeće zajedničke karakteristike: više kriterijuma često formiraju hijerarhiju i kriterijumi mogu doći u sukob sa drugim. Zbog nedostatka informacija, konflikt među kriterijumima, neizvesnost u subjektivne procene i različite prioritete među različitim donosiocima odluka, konačni rezultati procena ne mogu biti konačni. Postoje mnoge metode na raspolaganju za rešavanje problema *MMO*, a za ovaj pregled se misli na one koje su razvili Hvang i *CL* Ioon K. (1981) i Radojičić M.; Žižović.M. (1998).

Predstavljeni, rešetkasti *MMO* -metod koji uvodi Žižović M. et al. (2011) - je novi metod koji je blizak kategoriji kompromisnog metoda rangiranja, ali se znatno razlikuje od istog. Pomoću novog metoda se izračunavaju najviše (najbolje) odnosno najlošije (najgore) rastojanje svake alternative od idealnog (najboljeg) rešenja. Rešenje relativno blizu idealnog rešenja i daleko od najgoreg rešenja ocenjuje se da bude najbolje po izboru. Rešetka metod se takođe zasniva na udaljenosti merene alternative od hipotetički najbolje i najgore alternative, ali uključuje u izračunavanje kako težinu između alternativa tako i samu težinu alternative. Navedeni su neki od primera koji potvrđuju da metod rešetke i metod kompromisnog rangiranja izazivaju dva različita odnosa naručena na istom skupu alternativa što je dato u objašnjenju novog metoda *MMO*.

U slučaju da se radi sa relativno malim brojem alternativa, metod rešetke ima sasvim lepu grafičku interpretaciju, a može se uspešno primeniti u mnogim praktičnim problemima (videti primer Žižović, M. i saradnici (2011)).

Predložena mrežna metoda iskazivanja subjektivnih preferencija donosioca odluke izborom odgovarajuće kriterijumske funkcije po pojedinim kriterijumima može imati odgovarajuću praktičnu primenu u rešavanju različitih problema višekriterijumskog rangiranja alternativnih rešenja kada se u višekriterijumskoj osnovi koriste ne samo kvantitativni već i kvalitativni kriterijumi.

Korišćenje ovih metoda, kao moćnog upravljačkog alata u poslovnom odlučivanju je potrebno u cilju dobijanja slike o ukupnoj pogodnosti neke alternative u odnosu na druge upoređivane, te se tako omogućava donosiocu odluke da sa više argumenata može obrazložiti svoju odluku o prednosti određene alternative u odnosu na ostale upoređivane.

Sva raznovrsnost problema poslovnog odlučivanja ne može se opisati matematičkim modelima te se razmatrane metode mogu shvatiti kao one koje se u praksi mogu češće pojavljivati i na relativno jednostavniji način.

Naglasak kao i konačna odluka u procesu odlučivanja ostaje na menadžeru kao donosiocu odluke, a ove metode višekriterijuske analize imaju zadatak da kao moćan alat, odnosno upravljački mehanizam učine ovaj proces efikasnijim.

U radu je predstavljen novi pristup višekriterijumskoj optimizaciji kojom su pokazane neke pogodnosti korišćenja u određenim situacijama što po opštem mišljenju subjektivni uticaj smanjuje.

Na kraju ovaj rad je imao nameru da ostvari nekoliko ciljeva. Prvo, objašnjena je primena mrežnog postupka. Drugo, metoda je primenjena na primeru Visoke poslovne škole strukovnih studija Blace, a izvršeno je i poređenje istog primera sa nekim drugim veoma poznatim metodama za odlučivanje. Zatim su na još nekim primerima pokazane prednosti samog odlučivanja primenom nove metode.

Na osnovu svega izrečenog može se zaključiti da je mrežni metod odlučivanja fleksibilno rešenje namenjeno krajnjem korisniku koji ga može uspešno koristiti samo sa korektnim definisanjem odgovarajućih kriterijuma kao i alternativa.

Literatura

1 A. Fernandes-Kastro, M., Himenez, *PROMETHEE*: lokal preko fuzzi matematičkog programiranja, Journal of Operational Research Societi 56 (2005) 119 - 122.

2 Borović, S., i Rončević, M., (1987) Postupak izbora lokacije proizvodnih sistema primjenom višekriterijumske analize i metoda operacionih istraživanja, Novi Sad, (Zbornik radova - Industrijski Sistemi - IS '87).

3 Borović, S., (1996) "Višekriterijumski pristup izboru radne snage" Zbornik radova, SymOrg '96 - V Međunarodni simpozijum "Menadžment i razvoj preduzeća", Vrnjačka Banja, 3-5.06., str.: 655-660, (koautor I. Nikolić).

4 Božin, M., Radojičić, M., Organizacija I upravljanje, Tehnički fakultet, Čačak, 1997.

5 Brans, J. P. and ph. Vincke, (1985) A preference ranking organisation method / The Promethee method for multiple criteria Decision-Making /, Management Science, Vol.31. No6

6 Castillo, E., & all, (2002) Building and Solving Mathematical Programming Models in Engineering and Science, John Wiley & Sons, Inc

7 Clark, R., Mayer, K., (2003), e-Learning and the Science of Instruction, John Wiley & Sons, Inc.

8 Čupić M., M. Suknović, (1995) Višekriterijumsko odlučivanje - metode i primeri, Univerzitet "Braća Karić", Beograd.

9 Čupić, M., (1987) Uvod u teoriju odlučivanja, Naučna knjiga, Beograd.

10 Čupić, M., Suknović, D., Višekriterijumsko odlučivanje, metode i primeri, "UBK", Beograd, 1994.

11 Čupić, M., T. Novaković, M. Svilar, (1992) Generatori i aplikacije sistema za podršku odlučivanju I, Naučna knjiga, Beograd

12 Čupić, M., Uvod u teoriju odlučivanja, Naučna knjiga, Beograd, 1987.

13 Čupić, M., V. M. Rao Tummala, (1991) Savremeno odlučivanje - metode i primene, Naučna knjiga, Beograd

14 Čupić, M.,Tummala, R., Savremeno odlučivanje, metode i primena, ,,UBK" Beograd, 1991.

15 Damljanović, N., Ignjatović, J., Đukić, M., Žižović, M. (2011), Višekriterijumska izbori za izborni predmet u osnovnoj školi, SIM-OP-IS 2011, Simpozijum o operacionim

16 Dragan Đuričin, Stevo Janošević, Menadžment i strategija, Ekonomski fakultet, Beograd, 2006.

17 Druker, P.,Harper and Row Publishers,Nem York, 1973,

18 Dubonjić,R.,Milanović,D., Inženjerska ekonomija, Mašinski fakultet,Beograd,1997.

19 Dubonjić, R., Ekonomija I menadžment, Grifon, Beograd, 1995.

20 Hvang C.L i Ioon, K. (1981), sa više atributa Odlučivanje metode i Applications, Springer-Verlag.

21 Hwang, C. L. and K. Yoon, (1987) Group Decision Making under Multiple Criteria, Springer-Verlag, Berilin

22 Ilija Nikolić, Siniša Borović, Višekriterijumska optimizacija – metode, primena u logistici, softver, Beograd, 1996.

23 J. Barzilai, "Avoiding MCDA Evaluation Pitfalls," in Real Time and Deliberative Decision Making, Igor Linkov, Elizabeth Ferguson, Victor S. Magar (Eds.), NATO Science for Peace and Security Series C - Environmental Security, Springer, pp. 349—353, 2008.

24 Jonathan Barzilai, "Game Theory Foundational Errors — Part III," Technical Report, Dept. of Industrial Engineering, Dalhousie University, pp. 1—4, 2009.

25 Jonathan Barzilai, "Value of a Game," Notices of the American Mathematical Society, No.1- 4, p., 2006.

26 Jonathan Barzilai, "On the mathematicai Modelling of Measurement," Notices of the American Mathematical Society,Vol. 55 No. 4, p. 446, April 2008.

27 Jonathan Barzilai, "Measurement and Preference Funstion Modelling"International Transactions jn Operational Research,Vol. 12, 2006..

28 Jonathan Barzilai, "Pairwise Comparisons,"in N.J. Salkiind (Ed), Encyclopedija of Measurement and Statistics, Sage Publications, Vol.II 2007.

29 Jovanović, P., (1994) Menadžment - Teorija i praksa, Fakultet organizacionih nauka, Beograd.

30 Jovanović, T., Operaciono istraživanje, Mašinski fakultet, Beograd, 1998.

31 Jovanović, T., S. Borović, B. Đukić-Uzelac, (1993) "Izbor najpovoljnije varijante za opremanje službe razvoja preduzeća informatičkom opremom", Zbornik radova, Sym-Op-IS '93, Beograd, 5.-8. oktobar, str.: 373-377.

32 Jovićević M., Informacije i odlučivanje, Ekonomski fakultet Podgorica, 2001

33 KSKSKSVIII istraživanjima, Zlatibor, Srbija (ISBN 978-86 -403-1168-7)

34 Lancaster G., Massingham L., Menadžment u marketingu, Beograd, 1997.

35 Levi-Jakšić M., Upravljanje tehnologijom u preduzeću, Savremena administracija, Beograd, 1992.

36 Levi-Jakšić, M., Komazec, G., Menadžment operacije, Mega Trend, Beograd, 2003.

37 Lucas, H. C., Information System Concepts for Management, Mc Graw Hill, 1994.

38 M. Žižović, M., Radojičić, Jedan aprouch na primenu PROMETHEE metodom, SIM-OP-Is'88, Brioni, 1988.

39 M., Radojičić, M., feovid, Primena metoda analize u višekriterijumska poslovnom odlučivanju, Tehnički fakultet u Čačak, Srbija, 1998 (monografija na srpskom).

40 Mališa Žižović, Ružica Stanković, Novi metod za određivanje težinskih koeficijenata, 9. Simpozijum matematike u Temišvaru

41 Milivoj Božin, Miroslav Radojčić, Organizacija i upravljanje, Tehnički fakultet,

Čačak, 1996.

42 Ministarstvo prosvete i Scense i http://vvv.mpn.gov.rs

43 N. Damljanović J. Ignjatović M. Dukić M. Žižović, Višekriterijumski izbori za izborni predmet u osnovnoj školi, SIM-OP-IS, Zlatibor, Srbija 2011.

44 Nikolić, J. I., (1989b) "Višekriterijumska analiza integrisanosti članica složenog preduzeća", Zbornik radova, SYM-OP-IS '89, Kupari, oktobar 10-13, str.,

45 Nikolić, J. I., (1991b) "Primena višekriterijumske analize na izbor kadrova", Bilten 3-4, Centar za istraživanje i razvoj kadrova Fakulteta organizaconih nauka, Beograd, decembar 91, str 9-12.

46 Nikolić, J. I., (1993a) "Višekriterijumski aspekti procesa odlučivanja", doktorska disertacija, FON, Beograd

47 Nocedal, A. J., Wright, J., (1999) Numerical Optimization, Springer, New York.

48 Opricović, S., Hajduković, D., (1993) "Primena faktorske analize u višekriterijumskoj optimizaciji", Zbornik radova, Sym-Op-IS '93, 5-8. oktobar, Beograd, str.: 391-394.

49 Opricović, S., (1986) Višekriterijumska optirnizacija, Naučna knjiga, Beograd

50 Opricović, S., (1992) Optimizacija sistema, Nauka, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu,

51 Opricović, S., (1995) "Analiza preferentne stabilnosti rešenja kompromisnog rangiranja", Zbornik radova, Sym-Op-ls '95, 03.-07.10.,Donji Milanovac, str.: 835-837.

52 Opricović, S., (1995) Optimizacija sistema - zadaci iz vodoprivrede i hidrotehnike, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu

53 Opricović, S., Višekriterijumska optimizacija sistema, Građevinski fakultet, Beograd, 1998.

54 Opricović, S.,Višekriterijumska optimizacija, Naučna knjiga, Beograd, 1986.

55 Pap E., Fuzzy mere i njihova primena, Prirodno matematički fakultet, Novi Sad, 1999.

56 Pareto, V. V., (1896) Cours d'Economie Politique, Rouge, Lausanne, S.

57 Petrić, J. J. (1987) Operaciona istraživanja I i II, Naučna knjiga, Begrad

58 Petrić, J. J., i drugi, (1985) Rečnik iz operacionih istraživanja, Naučna knjiga, Beograd.

59 Petrović, M., Janićijević, N., Bogićević, B., (2002) Organizacija, Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu

60 Radojčić, M., Ranđić S.,Neki menadžerski problemi pri odlučivanju o investicijama, zbornih radova, Beograd, 1995.

61 Radojčić, M., Žižović, M., Primena metoda višekriterijumske analize u poslovnom odlučivanju, Tehnički fakultet, Čačak, 1998.

62 Radojičić M., Žižović M. (1998) Primena metoda analize u višekriterijumska poslovnom odlučivanju, Tehnički fakultet u Čačku, Srbija (monografija na srpskom).

63 Radojičić, M., Jeečmenica, R., Žižović, M., Rangiranje investicionih projekata metodom višekriterijumske optimizacije, Naučna konferencija, Industrijski sistemi-IS'90, Zbornik radova, Novi Sad, 1990.

64 Radojičić, M., Neki aspekti odlučivanja o poslovnim strategijama podržanog modifikovanom *PROMETHEE* metodom, Časopis Tehnika, Organizacija rada, br. 11-12, Beograd, 1997.

65 Radojičić, M., Žižović, M., Ranđić, S., O nekim relacijama industrijskog menadžera i metoda optimizacije pri donošenju strateških odluka, 22. jugoslovenski simpozijum - Upravljanje proizvodnjom u industriji prerade metala, Zbornik radova, Beograd, 1994.

66 Raiffa, H., (1986) Decision Analysis, Addison-Wesley, Reading, Mass.

67 Ribeiro R.A. Fuzzy multiple attribute decision making: a review and new preference elicitation techniques. - Fuzzy Sets and Systems, 78, 1996.

68 Roy, B., Vincke, PH., Multicriteriaanalysis: survey and new directions, European Journal of Operation Research, 8, 1981.

69 Sazdanović, S., Elementi operacionih istraživanja, Naučna knjiga, Beograd, 1980.

70 Todorović, J., Đuričin, D., Janošević, S., "Strategijski menadžment", Institut za tržišna istraživanja, Beograd, 2000., str. 183.

71 Šešlija B., Prirodno-matematički fakultet Novi Sad, Departman za matematiku i informatiku,2006

72 Starr, M.K. and M. Zeleny (eds.), (1977) Multple Criteria Decision Macing, North Holland, New York.

73 Stojmirović, LJ., Menadžment, Banja Luka, 2001.

74 Stanković,R., Prilog razvoju matematičkih metoda u poslovnom odlučivanju, doktorska disertacija, Univerzitet "Privedna akademija", Novi Sad, 2001.

75 SVEDOK Goicoechea, D.R. Hansen, L. Ducktein, Multiobjective Odluka Analiza Sa inženjerstvo i Business Applications, John Vilei & Sons, Nev Iork, 1982

76 Vlačić Lj.,Višekriterijumski pristup projektovanju,"Svjetlost"Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo,1988

77 Wren D., Voich D., Menadžment - proces, struktura, ponašanje, PS "Grmeč", Beograd, 1994.

78 Žižović M., Damljanović, N., Lazarević, V., Deretić N. (2011), Novi metod za višekriterijumska anaiisis, UPB Sci. Bull, Serija, vol.. 73, Iss. 2, ISSN 1223-7027, str 13-22.

79 Žižović M., Damljanović, N., Lazarević, V., Deretić, N., Turanjanin, D. (2011) B, O preporuka za izbor srednje škole, *UNITECH'11*, Gabrovo, Bugarska, III-155-158 (ISSN 1313-230Ks).

80 Žižović M., N. Damljanović V. Lazarević N. Deretić, Novi metod za višekriterijumsku analizu, UPB Sci. Bull. Serija 73 (2) (2011) 13-22.

81 Žižović, M. i M. Radoičić, (1988) "Jedan pristup primeni metode PROMETHEE", Zbornik radova, SYM-OP-IS '88, Brioni, str. 71 - 72.

82 Žižović, M., i dr., Ocene okruženja organizacije i primene, SM-2003, Palić, 2003.

83 Žižović, M., Radojičić M., Ječmenica R., Some possibilites of application of methods compromises programming, 2 Balkan conference on operational research, Volume of abstracts, Thessaloniki, 1993.

84 Žižović, M., Radojičić M., Uporedna primena kompromisnog programirawa i metode, *PROMETHEE*, SYM-OP-IS'89 Kupari, 1989

85 Žižović, M., Stanković, R., Jedan pristup određivanju težina kriterijuma kod višekriterijumske optimizacije, SYM-OP-IS 2001, Beograd - Banjica.

86 Žižović, M., Stanković, R., New method for defining the criteria weights in multiple criteria decision making, Proceedings of the 9^{th} symposium of mathematics and its applications "Politehnica" University in Timisoara, 2001.

87 Žižović, M., Stanković, R., Petrović, P., Application of MCDA methods to estimation of quality systems, 6^{th} Balcan conference on operational research, Thessaloniki Greece, 2001.

88 Žižović, M., Stanković, R., Petrović, P., Određivanje težina kriterijuma za višekriterijumsku ocenu sistema kvaliteta, 28. Jupiter konferencija, Beograd, 2002.

89 Žižović, M., Stanković, R., Petrović, P., On weight coefficients for criteria in *MCDA*, 6. Balcan conference on operational research, Thessaloniki Greece, 2001.

Prilozi

Spisak tabela: 158

Spisak slika: 159

Prilog 1 160

1.f Struktura studijskog programa 160
2.f Svrha studijskog programa 161
3.f Ciljevi studijskog programa 162
4.f Kompetencije diplomiranih studenata 163
5.f Kurikulum 164

1.m Struktura studijskog programa 165
2.m Svrha studijskog programa 166
3.m Ciljevi studijskog programa 167
4.m Kompetencije diplomiranih studenata 168
5.m Kurikulum 169

1.p Struktura studijskog programa 170
2.p Svrha studijskog programa 171
3.p Ciljevi studijskog programa 172
4.p Kompetencije diplomiranih studenata 173
5.p Kurikulum 174

1.r Struktura studijskog programa 175
2.r Svrha studijskog programa 176
3.r Ciljevi studijskog programa 176
4.r Kompetencije diplomiranih studenata 177
5.r Kurikulum 178

1.t Struktura studijskog programa 179
2.t Svrha studijskog programa 180
3.t Ciljevi studijskog programa 181
4.t Kompetencije diplomiranih studenata 182
5.t Kurikulum 183

Prilog 2 184

Spisak tabela:

Tabela 6.1 Početni podaci za primer 6.1.1..... 76
Tabela 6.2 Rezultati za primer 6.1.1. 77
Tabela 7.1 Početni podaci za primer 7.3.1..... 83
Tabela 7.2 Potpuni poredak za primer 7.3.1. 84
Tabela 7.3 Početni podaci za primer 7.3.2..... 85
Tabela 7.4 Konačni rezultati za primer 7.3.2...... 85
Tabela 7.5 Početni podaci za primer 7.4.1..... 87
Tabela 7.6 Konačni rezultati za primer 7.4.1.a..... 90
Tabela 7.7 Konačni rezultati za primer 7.4.1.b..... 93
Tabela 7.8 Konačni rezultati za primer 7.4.1.c..... 96
Tabela 7.9 Početni podaci za primer 7.4.2..... 98
Tabela 7.10 Konačni rezultati za primer 7.4.2...... 99
Tabela 7.11 Početni podaci za primer 7.4.3..... 100
Tabela 7.12 Vrednosti indeksa preferencije..... 104
Tabela 7.13 Izlazne i ulazne vrednosti toka 106
Tabela 7.14 Vrednosti čistog toka..... 106
Tabela 7.15 Polazni podaci za primer 7.4.4..... 108
Tabela 7.16 Konačni rezultati za primer 7.7.4...... 112
Tabela 7.17 Polazni podaci za primer 7.4.5..... 114
Tabela 7. 18 Konačni rezultati za primer 7.4.5...... 117
Tabela 7.19 Redosled alternativa za primer 7.5.1. 119
Tabela 7.20 Skup kriterijuma za primer 7.5.1...... 119
Tabela 7.21 Stepeni zadovoljstva za primer 7.5.1...... 119
Tabela 7.22 Udaljenosti i razlike za primer 7.5.1...... 121
Tabela 7.23 Polazni podaci za primer 7.5.2..... 122
Tabela 7.24 Konačni rezultati za primer 7.5.2...... 122
Tabela 7.25 Polazni podaci za primer 7.6.1..... 123
Tabela 7.26 Sređeni podaci za mrežu za primer broj 7.6.1. 124
Tabela 7.27 Konačni reultati uz pimer 7.6.1...... 127
Tabela 7.28 Polazni podaci za primer 7.6.2..... 127
Tabela 7.29 Podaci za mrežu za primer 7.6.2...... 128
Tabela 7.30 Konačni rezultati za primer 7.6.2.a..... 130
Tabela 7.31 Konačni rezultati za primer 6.7.2.b..... 132
Tabela 7.32 Polazni podaci za primer 7.6.3..... 133
Tabela 7.33 Vrednosti indeksa preferencije za primer 7.6.3. 136
Tabela 7.34 Izlazne i ulazne vrednosti toka za primer 7.6.3...... 137
Tabela 7.35 Konačne vrednosti za zadatak 7.6.3...... 138
Tabela 7.36 Polazni podaci za primer broj 7.7.1...... 139
Tabela 7.37 Max- polazni podaci za primer broj 7.7.1..... 140
Tabela 7.38 Konačni rezultati za primer broj 7.7.1.a..... 142
Tabela 7.39 Konačni rezultati za primer broj 7.7.1.b..... 144
Tabela 7.40 Konačni rezultati za primer broj 7.7.1.c 146
Tabela 7.41 Polazni podaci za primer broj 7.7.2...... 147
Tabela 7.42 Konačni rezultat za primer 7.7.2...... 148

Spisak slika:

Slika 1.1 Vrste odlučivanja 17
Slika 1.2 Naučni pristup procesa donošenja odluka 19
Slika 1.3 Faza procesa donošenja odluka 20
Slika 1.4 Šematski prikaz procesa optimizacije 23

Slika 2.1 Pregled metoda VAO 36

Slika 3.1 Grafički pregled Topsis metode 45

Slika 4.1 Struktura centralizovano organizovane situacije odlučivanja 54
Slika 4.2 Struktura organizovane situacije odlučivanja antagonistički 55
Slika 4.3 Hijerarhijski organizovana situacija odlučivanja sa potpunom koordinacijom interesa i ciljeva 55
Slika 4.4 Hijerarhijski organizovana situacija odlučivanja sa delimičnom 56

Slika 6.1 Delimično je prikazan skup "nove alternative" 76
Slika 6.2 Konačan redosled alternativa 77

Slika 7.1 Delimično uređenu mrežu za primer broj 7.3.1. 83
Slika 7.2 Prva od delimično uređena mreža za primer 7.4.1.a 88
Slika 7.3 Druga od delimično uređena mreža za primer 7.4.1.b 91
Slika 7.4 Treća od delimično uređena mreža za primer 7.4.1.c 94
Slika 7.5 Tipovi generalizovanih kriterijuma broj 1 101
Slika 7.6 Prva od delimično uređenih mreža za primer 7.4.4. 109
Slika 7.7 Druga delimično uređena mreža za primer 7.4.4. 110
Slika 7.8 Delimično uređena mreža za primer 7.4.5. 115
Slika 7.9 Mreža za primer 7.5.1. 120
Slika 7.10 Prva delimično uređena mreža za primer 7.6.1. 125
Slika 7. 11 Druga delimična mreža za primer 7.6.1. 125
Slika 7.12 Prva od delimičnih mreža za primer 7.6.2.a 129
Slika 7. 13 Druga delimična mreža za primer 7.6.2.b 131
Slika 7.14 Tipovi generalizovanih kriterijuma broj 2 134
Slika 7.15 Prva delimično uređena mreža za primer 7.7.1.a 141
Slika 7.16 Druga delimično uređena mreža za primer 7.7.1.b 143
Slika 7.17 Treća delimično uređena mreža za primer 7.7.1.c 145

Prilog 1

1.f Struktura studijskog programa

Studijski program sadrži elemente utvrđene zakonom.

Studijski program nosi naziv Finansije i računovodstvo. Ovaj program osnovnih strukovnih studija usaglašen je sa potrebama tržišta rada, čiji osnovni cilj podrazumeva sticanje primenljivih znanja iz oblasti finansija i računovodstva.

Studijski program Finansije i računovodstvo obrazuje stručni kadar koji će biti osposobljen za različite poslove iz domena finansija i računovodstva. Kao svoj krajnji ishod podrazumeva sticanje adekvatnih primenljivih znanja, veština i sposobnosti koje će studentima omogućiti samostalan rad u struci, kao i za dalje individualno stručno usavršavanje.

Završetkom studijskog programa Finansije i računovodstvo, stiče se stručno zvanje – Strukovni ekonomista iz oblasti finansija i računovodstva u skladu sa Zakonom o visokom obrazovanju i Pravilnikom o Listi stručnih, akademskih i naučnih naziva.

Upis kandidata vrši se na osnovu Konkursa i Pravilnika o proceduri prijema studenata. Pravo upisa na osnovne strukovne studije imaju studenti sa završenim srednjim obrazovanjem i položenim prijemnim ispitom kako je to regulisano Statutom Škole i Pravilnikom o proceduri prijema studenata. Rangiranje kandidata po konkursu utvrđuje se na osnovu uspeha iz srednje škole i rezultata prijemnog ispita, a u okviru broja prijavljenih kandidata za studijski program u skladu sa akreditovanom upisnom kvotom.

Studijski program Finansije i računovodstvo sadrži sve elemente utvrđene Zakonom i Standardima za akreditaciju studijskih programa prvog i drugog nivoa visokog obrazovanja.

Završetkom ovih studija ostvaruje se ukupno *180 ESPB* bodova. Studijski program se sastoji od obaveznih i izbornih predmeta, stručne prakse i završnog rada. Svaki predmet iz studijskog programa iskazuje se brojem ESPB bodova, a obim studija izražava se zbirom *ESPB* bodova. Zbir od *60 ESPB* bodova odgovara prosečnom ukupnom angažovanju studenta u toku jedne školske godine.

Studijski program Finansije i računovodstvo struktuiran je tako da se na prvoj godini studentima pružaju fundamentalna znanja iz oblasti opšte ekonomije, menadžmenta i osnova prava, dok se na drugoj i trećoj godini studija pristupa izučavanju predmeta koji omogućuju sticanje stručnih i stručno aplikativnih znanja i veština iz oblasti finansija i finansijskih institucija, bankarstva, osiguranja, upravljačkog računovodstva, kontrole i revizije, informacionih sistema ...

Studije se sprovode kroz formu teoretske nastave, praktičnih vežbi i stručne prakse. Nastava se izvodi kroz predavanja i diskusiju, uz primenu savremenih metoda kao što su: interaktivni oblici nastave, studija slučajeva, individualni i grupni radovi i projekti, prezentacije, eseji, seminarski radovi i sl.

2.f Svrha studijskog programa

U savremenim tokovima razvoja društva kao neophodnost se javlja potreba za mladim i kompetentnim strukovnim ekonomistima. U skladu sa pomenutim, namera je da se uz savremen i moderan program studentima pruže aktuelna i pažljivo odabrana znanja iz oblasti finansija i računovodstva.

Studijski program Finansije i računovodstvo baziran je na spoju savremenih teorijskih i stručno-aplikativnih znanja i usklađen je sa potrebama tržišta rada. Relizacija studijskog programa obezbeđuje sticanje kompetentnog znanja neophodnog za samostalno obavljanje specifičnih poslova u finansijsko - računovodstvenim sektorima malih i srednjih preduzeća, bankama, osiguravajućim društvima i drugim finansijskim organizacijama.

Svrha studijskog programa Finansije i računovodstvo usklađena je sa osnovnim zadacima i ciljevima Visoke poslovne škole strukovnih studija Blace koji se odnose na: obrazovanje profesionalnog kadra koje obuhvata sticanje znanja i veština koje su vezane za poziv, formulisanje i izgrađivanje kompetencija studenata, pre svega kvalitetom i obimom dovoljnih za visokokvalitetno bavljenje neposrednim poslom, kao i neprekidnim poboljšanjem kvaliteta i efikasnosti studiranja.

3.f Ciljevi studijskog programa

Studijski program Finansije i računovodstvo baziran na spoju teorijskih i stručno-aplikativnih znanja ima za cilj da studente pripremi i osposobi za samostalno obavljanje poslova iz domena finansija i računovodstva što će im omogućiti lakše, brže i uspešnije uključivanje u realno poslovno okruženje.

Osnovni ciljevi studijskog programa Finansije i računovodstvo odnose se na:

- Obezbeđivanje studentima savremeni studijski program koji akcenat stavlja na sposobnost analiziranja, sintetizovanja i procenjivanja ključnih teorijskih koncepata i njihove praktične primene;
- Mogućnost studenata da svoja interesovanja usmere kroz veći broj izbornih predmeta.
- Specifični ciljevi studijskog programa Finansije i računovodstvo:
- Osposobljavanje studenata za samostalan rad na poslovima računovodstva;
- Osposobljavanje studenata za profesionalno bavljenje poslovima vezanim za finansijsku analizu, finansijsko upravljanje i bavljenje korporativnim finansijama;
- Osposobljavanje studenata za upravljanje hartijama od vrednosti i razumevanje vrednovanja finansijskih instrumenata;
- Osposobljavanje studenata za obavljanje bankarskih poslova, poslova u osiguravajućim društvima i drugim finansijskim institucijama;
- Osposobljavanje studenata za donošenje odluka na nivou finansijskog poslovanja.

Ciljevi studijskog programa Finansije i računovodstvo usklađeni su sa osnovnim zadacima i ciljevima Visoke poslovne škole strukovnih studija Blace koja svoju delatnost zasniva na teorijskom i praktičnom usavršavanju studenata, pri čemu se posebna pažnja poklanja praktičnim aspektima i osposobljavanju studenata da se odmah po završetku studija uključe u rešavanje praktičnih problema.

4.f Kompetencije diplomiranih studenata

Uspešnom realizacijom ciljeva studijskog programa Finansije i računovodstvo, a na osnovu usvojenih teorijskih i stručno – aplikativnih znanja, kod studenata se formiraju opšte i predmetno – specifične kompetencije koje će im omogućiti da adekvatno odgovore izazovima i zadacima turbulentnog poslovnog okruženja.

Opšte kompetencije koje studenti stiču savladavanjem ovog studijskog programa su:

- Sposobnost analize i sinteze;
- Sposobnost kritike i samokritike;
- Sposobnost primene znanja u praksi;
- Sposobnost ažurnosti;
- Sposobnost za profesionalnu etiku.

Sticanje predmetno-specifičnih kompetencija će omogućiti strukovnom kadru da:

- Čita finansijske izveštaje banaka i drugih institucija;
- Rešava zadatke u vezi sa osiguranjem u praksi;
- Vrši procenu i odobrava kredite;
- Obračunava troškove s kalkulacijom cene koštanja učinaka;
- Povezuje troškove i prihode po nosiocima;
- Obračunava i vrši raspodelu rezultata poslovanja i pokriće gubitka;
- Poznaje i razume funkcionisanje finansijskog sektora;
- Upotrebljava informaciono-komunikacione tehnologije u svom radu.

Po završetku studijskog programa Finansije i računovodstvo očekuje se da će studenti biti sposobni da:

- Prepoznaju mogućnosti finansijskog upravljanja;
- Prepoznaju funkcionisanje bankarskog sistema u monetranoj politici zemlje;
- Definišu značaj, organizaciju i ulogu računovodstvenog informacionog sistema u domenu donošenja upravljačkih odluka;
- Izvrše pravnu kvalifikaciju, analiziraju i evaluiraju nova zakonska rešenja, prihvataju standrade profesionalne etike u cilju premanentnog profesionalnog usavršavanja;
- Sastave finansijske izveštaje;
- Upravljaju finansijskim instrumentima na finansijskom tržištu;
- Primene regulative, procedure i tehnike bankarskog i osiguravajućeg poslovanja;
- Primene Međunarodne računovodstvene standarde prilikom sastavljanja finansijskih izveštaja.

5.f Kurikulum

(Kurikulum studijskog programa sadrži listu i strukturu obaveznih i izbornih predmeta i modula i njihov opis.)

Izbor nastavnih predmeta prema sopstvenim afinitetima omogućuje studentima formiranje stručnog profila. Na prvoj godini studenti biraju jedan (*4 ESPB*) od ponuđena dva izborna predmeta. Na drugoj godini studenti biraju tri (*18 ESPB*) od ponuđenih šest izbornih predmeta. Na trećoj godini studenti biraju dva (*8 ESPB*) od ponuđena četiri izborna predmeta. Završni rad vrednuje se sa *12 ESPB* bodova.

U strukturi studijskog programa izborni predmeti sa završnim radom zastupljeni su sa 46 *ESPB* bodova, što je *23.33*% u odnosu na ukupan broj *ESPB* bodova.

U strukturi studijskog programa Finansije i računovodstvo zastupljene su sledeće grupe predmeta u odnosu na ukupan broj *ESPB* bodova, i to:

- akademsko-opšteobrazovni – *35 ESPB* što je *18,57* %,
- stručni – *66 ESPB* što je *40,00* % i
- stručno-aplikativni – *79 ESP*B što je *41,43* %.

Stručna praksa predstavlja obavezan deo kurikuluma studijskog programa Finansije i računovodstvo.

1.m Struktura studijskog programa

Studijski program sadrži elemente utvrđene zakonom.

Studijski program osnovnih strukovnih studija Menadžment i internacionalna biznis administracija je koncipiran u skladu sa Zakonom o visokom obrazovanju i Bolonjskom deklaracijom uz primenu evropskog sistema prenosa *ESPB* bodova.

Studijski program traje tri godine (šest semestara), ima ukupno *180 ESPB*, pripada polju društveno-humanističkih nauka i daje stručni naziv – strukovni menadžer u skladu sa Zakonom o visokom obrazovanju i listom stručnih, akademskih i naučnih naziva.

Cilj studijskog programa Menadžment i internacionalna biznis administracija jeste obrazovanje i osposobljavanje stručnjaka za poslove iz domena domaćeg i međunarodnog poslovanja preduzeća.

Sadržaj studijskog programa, pravila studiranja, prava i obaveze studenata i druga pitanja od značaja za izvođenje studijskog programa, štampaju se svake godine kao posebna publikacija koja je dostupna javnosti i u elektronskom obliku.

Upis kandidata na studijski program se obavlja na osnovu konkursa koji raspisuje Visoka poslovna škola strukovnih studija Blace na osnovu odluke Nastavnog veća. Uslovi upisa na studijski program propisani su Statutom i Pravilnikom o proceduri prijema studenata.

Studijski program Menadžment i internacionalna biznis administracija sadrži sve elemente utvrđene Zakonom o visokom obrazovanju:

- Listu obaveznih i izbornih predmeta grupisanih u opšte-obrazovne, stručne i stručno-aplikativne;
- Način izvođenja studija i potrebno vreme za izvođenje pojedinih vrsta studija;
- Vrednost svakog predmeta iskazanu u skladu sa Evorpskim sistemom prenosa bodova;
- Bodovnu vrednost stručne prakse i završnog rada iskazanu u *ESPB* bodovima;
- Druga pitanja od značaja za izvođenje studijskog programa.

Studije se sprovode kroz formu aktivne nastave, samostalnog rada studenata, praktičnih vežbi, stručne prakse, izrade završnog rada. Aktivna nastava se ostvaruje kroz predavanja, vežbe, konsultacije, mentorski rad. Predavanja, vežbe i konsultacije se održavaju svake nedelje u semestru prema rasporedu.

2.m Svrha studijskog programa

Svrha studijskog programa Menadžment i internacionalna biznis administracija je obrazovanje studenata u oblasti menadžmenta i međunarodne poslovne administracije na nivou strukovnih studija koje obezbeđuje sticanje znanja i veština potrebnih za obavljanje profesionalnih menadžerskih zadataka u nacionalnim i međunarodnim preduzećima.

Svrha studijskog programa je usklađena sa osnovnim zadacima i ciljevima Visoke poslovne škole strukovnih studija Blace.

Osnovne strukovne studije Menadžment i internacionalna biznis administracija obezbeđuju kompetencije koje studentima omogućavaju uključivanje u praksu privrednih subjekata i nastavak obrazovanja na sledećem nivou studija (specijalističke strukovne studije).

Tokom studija studenti treba da steknu i unaprede sposobnosti za odgovarajuće specifične oblasti menadžmenta i međunarodne poslovne administracije upotrebom poslovnih slučajeva, timskog rada i konsultacija koje se koriste u obrazovnom procesu studijskog programa.

3.m Ciljevi studijskog programa

Ciljevi studijskog programa Menadžment i internacionalna biznis administracija su usmereni na sticanje osnovnih, teorijskih i praktičnih znanja i veština iz oblasti menadžmenta i međunarodne poslovne administracije.

Ciljevi studijskog programa Menadžment i internacionalna biznis administracija omogućuju:

- Obrazovanje studenata kojim se obezbeđuje sticanje kompetencija za obavljanje menadžerskih aktivnosti u domaćim i međunarodnim privrednim subjektima.
- Primenu različitih tehnika i alata u planiranju, organizovanju, vođenju i kontroli domaćih i međunarodnih poslovnih procesa.
- Razumevanje uticaja globalnih, pravnih, sociokulturnih, ekonomskih i etičkih uticaja domaćeg i međunarodnog okruženja na poslovanje preduzeća.
- Razvoj kognitivnih, komunikacionih i kreativnih veština za obavljanje poslovnih aktivnosti.

Pohađanjem studijskog programa student stiče široku osnovu znanja i veština iz oblasti menadžmenta i međunarodne poslovne administracije koje treba da ga učine sposobnim za rukovođenje i koordiniranje poslovnim aktivnostima, kreativno rešavanje problema menadžmenta i organizacije, kao i strategijsko usmeravanje potencijala preduzeća.

Ciljevi studijskog programa Menadžment i internacionalna biznis administracija su usklađeni sa osnovnim zadacima i ciljevima Visoke poslovne škole strukovnih studija Blace za rešavanje aktuelnih problema u menadžerskoj praksi.

4.m Kompetencije diplomiranih studenata

Studijski program Menadžment i internacionalna biznis administracija omogućuje studentima sticanje specifičnih kompetencija za rešavanje problema menadžmenta i međunarodne poslovne administracije.

Opšte kompetencije koje studenti stiču završetkom studijskog programa odnose se na:

- Sposobnost, analize, sinteze i predviđanja rešenja iz oblasti ekonomije, informatike, marketinga i menadžmenta;
- Primene stečenih znanja u praksi;
- Razvoj komunikacionih sposobnosti i spretnosti u oblasti verbalnog, neverbalnog i pismenog komuniciranja;
- Poštovanje etičkog kodeksa menadžera;
- Kreativno korišćenje savremene informacione tehnologije.

Sticanje predmetno-specifičnih kompetencija studenata se odnosi na:

- Analizu ekonomskih pokazatelja poslovnih aktivnosti;
- Organizaciju poslova u sektoru ljudskih resursa;
- Primenu određenih tehnika u upravljanju kvalitetom;
- Primenu odgovarajućih modela nabavke, transporta i skladištenja proizvoda;
- Analizu internog i eksternog okruženja preduzeća;
- Razumevanje međunarodnih poslovnih aktivnosti.

Zahvaljujući stečenim kompetencijama studenti se osposobljavaju za obavljanje različitih poslova na domaćem i međunarodnom tržištu: istraživanje tržišta, upravljanje proizvodnjom i uslugama, kanala distribucije, upravljanje prodajom, strategije nastupa na domaćem i međunarodnom tržištu, itd. Ovi poslovi su najčešće zastupljeni u preduzećima, institucijama i organizacijama, državnoj upravi, specijalizovanim agencijama.

5.m Kurikulum

(Kurikulum studijskog programa sadrži listu i strukturu obaveznih i izbornih predmeta i modula i njihov opis.)

Na prvoj godini studija izučava se deset nastavnih predmeta, od kojih je devet obaveznih, dok se bira jedan od ponuđena dva predmeta (*4ESPB*).

Na drugoj godini studija se izučava devet nastavnih predmeta, od kojih je sedam obaveznih, a tri se biraju od ponuđenih šest predmeta (*18ESPB*).

Na trećoj godini studija se izučava osam nastavnih predmeta, od kojih je šest obaveznih, a biraju se dva od ponuđena četri predmeta (*8ESPB*).

U strukturi studijskog programa izborni predmeti su zastupljeni sa *42 ESPB* boda, što iznosi *23.33*% u odnosu na ukupan broj *ESPB* bodova na studijskom programu.

U strukturi studijskog programa Menadžment i internacionalna biznis administracija zastupljene su sledeće grupe predmeta u odnosu na ukupan broj *ESPB* bodova:

- akademsko-opšteobrazovne – *18,57*%,
- stručne – *37,14*% i
- stručno-aplikativne – *44,29*%.

1.p Struktura studijskog programa

Studijski program sadrži elemente utvrđene zakonom.

Studijski program nosi naziv Porezi i carina. Ovaj program osnovnih strukovnih studija usaglašen je sa potrebama tržišta rada, čiji osnovni cilj podrazumeva sticanje primenljivih znanja iz oblasti poreza i carina.

Studijski program Porezi i carina obrazuje stručni kadar koji će biti osposobljen za različite poslove iz domena poreza i carina. Kao svoj krajnji ishod podrazumeva sticanje adekvatnih primenljivih znanja, veština i sposobnosti koje će studentima omogućiti samostalan rad u struci, kao i za dalje individualno stručno usavršavanje.

Nakon završetka studijskog programa Porezi i carina, stiče se stručno zvanje – Strukovni ekonomista iz oblasti poreza i carina u skladu sa Zakonom o visokom obrazovanju i listom stručnih, akademskih i naučnih naziva.

Upis kandidata vrši se na osnovu Konkursa i Pravilnika o proceduri prijema studenata. Pravo upisa na osnovne strukovne studije imaju studenti sa završenim srednjim obrazovanjem i položenim prijemnim ispitom kako je to regulisano Statutom Škole i Pravilnikom o proceduri prijema studenata. Rangiranje kandidata po konkursu utvrđuje se na osnovu uspeha iz srednje škole i rezultata prijemnog ispita, a u okviru broja prijavljenih kandidata za studijski program u skladu sa akreditovanom upisnom kvotom.

Studijski program Porezi i carina sadrži sve elemente utvrđene Zakonom i Standardima za akreditaciju studijskih programa prvog i drugog nivoa visokog obrazovanja. Završetkom ovih studija ostvaruje se ukupno *180 ESPB* bodova raspoređenih u šest semestra. Studijski program se sastoji od obaveznih i izbornih predmeta, stručne prakse i završnog rada. Svaki predmet iz studijskog programa iskazuje se brojem *ESPB* bodova, a obim studija izražava se zbirom *ESPB* bodova. Zbir od *60 ESPB* bodova odgovara prosečnom ukupnom angažovanju studenta u toku jedne školske godine.

Studijski program Porezi i carina struktuiran je tako da se na prvoj godini studentima pruža fundamentalna znanja iz oblasti opšte ekonomije, menadžmenta i osnova prava, dok se na drugoj i trećoj godini studija pristupa izučavanju predmeta koji omogućuju sticanje stručnih i stručno aplikativnih znanja i veština iz oblasti carinskog sistema i politike, spoljnotrgovinskog i deviznog poslovanja, carinskog upravnog postupka, utvrđivanja i naplate javnih prihoda, poreskog sistema i politike itd. Studenti imaju priliku da se opredele za izborne predmete koji najviše odgovaraju njihovim afinitetima i sposobnostima, kao i potrebama budućeg posla. Izborom poreskih uprava ili carinskih ispostava u kojima će obavljati stručnu praksu, studenti su u mogućnosti da i sami utiču na deo svog obrazovnog programa. Studije se sprovode kroz formu teoretske nastave, praktičnih vežbi i stručne prakse. Nastava se izvodi kroz predavanja i diskusiju, uz primenu savremenih metoda kao što su: interaktivni oblici nastave, studija slučajeva, individualni i grupni radovi i projekti, prezentacije, eseji, seminarski radovi i sl. Posebna pažnja se posvećuje obradi i rešavanju praktičnih problema. Praktične vežbe treba da kod studenata podstiču inicijativu za kreativan rad u rešavanju konkretnih problema sa kojima se susreću u svakodnevnom radu. Rad se odvija u grupama sa optimalnim brojem studenata u skladu sa Bolonjskom deklaracijom i uz primenu Evropskog sistema prenosa bodova ESPB

2.p Svrha studijskog programa

U savremenim tokovima razvoja društva kao neophodnost se javlja potreba za mladim i kompetentnim strukovnim ekonomistima. U skladu sa pomenutim, namera je da se uz savremen i moderan program studentima pruže aktuelna i pažljivo odabrana znanja iz oblasti poreza i carine.

Studijski program Porezi i carina baziran je na spoju savremenih teorijskih i stručno-aplikativnih znanja i u potpunosti je usklađen sa potrebama tržišta rada. Nakon završenih osnovnih strukovnih studija na studijskom programu Porezi i carina studenti su osposobljeni za samostalno obavljanje poslova u:

- Lokalnim upravama za obračunavanje i kontrolu i naplatu poreza;
- Carinskim upravama, direkcijama, carinarnicama, carinskim ispostavama, referatima i odsecima za kontrolu nad carinskom robom;
- Sprovođenju carinskog postupka, obračunu, naplati uvoznih i drugih dažbina, praćenju i zaštiti autorskih i intelektualnih prava svojine;
- Otkrivanju carinskih delikata, vođenju evidencije, vođenju statističkih podataka o prometu, uvozu, izvozu itd.
- Otvaranju i radu u špedicijama,

gde se na zadovoljavajući način obezbeđuje fiskalna i zaštitna politika države u skladu sa preporukama Svetske trgovinske organizacije i preporukama Evropske unije. Studijski program

Porezi i carina pomaže formiranju stručnog kadra na način pružanja znanja i sticanja veština, kao i razvoju sposobnosti i potpunu osposobljenost za samostalan rad u struci neposredno po diplomiranju.

Svrha studijskog programa Porezi i carina usklađena je sa osnovnim zadacima i ciljevima Visoke poslovne škole strukovnih studija Blace koji se odnose na: obrazovanje profesionalnog kadra koje obuhvata sticanje znanja i veština koje su vezane za poziv, formulisanje i izgrađivanje kompetencija studenata, pre svega kvalitetom i obimom dovoljnih za visokokvalitetno bavljenje neposrednim poslom, kao i neprekidnim poboljšanjem kvaliteta i efikasnosti studiranja.

3.p Ciljevi studijskog programa

Studijski program Porezi i carina na osnovnim strukovnim studijama ima za cilj da formira kompetentne visokokvalifikovane strukovne ekonomiste, koji će moći samostalno da rade u specifičnim tržišnim okolnostima na upravljačko - organizacionim poslovima, koji zahtevaju strukovno obrazovanje, u javnom sektoru i ostalim privrednim, finansijskim i carinskim organizacijama.

Studenti su osposobljeni da uz upotrebu naučnih metoda i postupaka, aktivnim praktičnim radom i istraživanjima rešavaju konkretne probleme iz prakse, povezuju specifična i produbljena znanja iz različitih oblasti i primenjuju ih u svom radu.

Obrazovanje stručnjaka koji će biti osposobljeni za obavljanje poslova iz carinskog sistema, carinskog upravnog postupka, spoljno-trgovinskog i deviznog poslovanja kao i obavljanje poslova utvrđivanja i naplate javnih prihoda, poreskog knjigovodstva i evidencije i poreskog sistema i politike. Program se bazira na savremenim dostignućima izučavanja materije iz oblasti javnih finansija

Osnovni ciljevi studijskog programa Porezi i carina su:

- Pružanje sadržajnog i kvalitetnog obrazovanja, kao i osposobljavanje mladih stručnjaka za uspešno delovanje i rešavanje problema na polju javnih finansija, fiskalne ekonomije i carinskog poslovanja,
- Mogućnost studenata da svoja interesovanja usmere kroz veći broj izbornih predmeta.
- Specifični ciljevi studijskog programa Porezi i carina:
- Osposobljavanje studenata za samostalan rad na poslovima poreskog i carinskog poslovanja;
- Osposobljavanje kadrova za rešavanje problema i donošenje odluka u oblasti vezanoj za javne prihode i javne rashode,
- Osposobljavanje studenata za poznavanje organizacione strukture poreske i Uprave carina,
- Osposobljavanje studenata za rad u upravama prihoda i njihovim filijalama na poslovima kontrole obračuna i naplate poreza,
- Osposobljavanje studenata za rad u carinskim upravama, za vršenje kontrole nad carinskom robom, sprovođenje carinskog postupka, obračun i kontrolu uvoznih dažbina, i
- Osposobljavanje studenata za donošenje odluka na nivou poreskog i carinskog poslovanja koji zahtevaju strukovno obrazovanje.

Ciljevi studijskog programa Porezi i carina usklađeni su sa osnovnim zadacima i ciljevima

Visoke poslovne škole strukovnih studija Blace koja svoju delatnost zasniva na teorijskom i praktičnom usavršavanju studenata, pri čemu se posebna pažnja poklanja praktičnim aspektima i osposobljavanju studenata da se odmah po završetku studija uključe u rešavanje praktičnih problema.

4.p Kompetencije diplomiranih studenata

Uspešnom realizacijom ciljeva studijskog programa Porezi i carina kod studenata se formiraju opšte i predmetno – specifične kompetencije koji će im omogućiti da adekvatno odgovore izazovima i zadacima turbulentnog poslovnog okruženja.

Opšte kompetencije koje studenti stiču savladavanjem ovog studijskog programa su:

- Sposobnost analize, sinteze i predviđanja rešenja i posledica,
- Sposobnost ovladavanja metodama, postupcima i procesima istraživanja,
- Sposobnost primene znanja u praksi,
- Sposobnost ažurnosti i
- Sposobnost za profesionalnu etiku.

Sticanje predmetno-specifičnih kompetencija će im omogućiti da ovladaju i obavljaju sledeće poslovne zadatke:

- Sprovođenje zakonske regulative iz oblasti poreza i carina,
- Upravljanje pratećom dokumentacijom i izvršenje kompletnih zadataka u oblasti carinskog i deviznog poslovanja,
- Samostalno popunjavanje transportnih, komercijalnih i carinskih isprava, i
- Obračunavanje poreza na dodatu vrednost i ostalih javnih prihoda.

Po završetku studijskog programa studenti će biti sposobni da:

- Razumeju funkcionisanje javnih finansija koje su neophodne za finansiranje javnih potreba,
- Samostalno rade na poslovima utvrđivanja i naplate javnih prihoda,
- Profesionalno se bave poslovima sprovođenja budžetske politike,
- Obavljaju poslove redovne i prinudne naplate poreza, uvoznih i drugih dažbina,
- Samostalno rade u carinarnicama, carinskim ispostavama, špedicijama, na graničnim prelazima, i
- Samostalno vode statističke podatke o prometu, uvozu, izvozu...

5.p Kurikulum

(Kurikulum studijskog programa sadrži listu i strukturu obaveznih i izbornih predmeta i modula i njihov opis.)

Studijski program Porezi i carina sadrži listu obaveznih i izbornih predmeta.

Izbor nastavnih predmeta prema sopstvenim afinitetima omogućuje studentima formiranje stručnog profila. Na prvoj godini studenti biraju jedan (*4 ESPB*) od ponuđena dva izborna predmeta. Na drugoj godini studenti biraju tri *(18 ESPB)* od ponuđenih šest izbornih predmeta. Na trećoj godini studenti biraju dva (*8 ESPB)* od ponuđena četiri izborna predmeta. Završni rad se vrednuje sa *12 ESPB* bodova.

U strukturi studijskog programa izborni predmeti sa završnim radom zastupljeni su sa *46 ESPB* bodova, što je *23.33*% u odnosu na ukupan broj *ESPB* bodova.

U strukturi studijskog programa Porezi i carina zastupljene su sledeće grupe predmeta u odnosu na ukupan broj *ESPB* bodova, i to:

- akademsko-opšteobrazovni – *35 ESPB* što je *18,57* %,
- stručni – *67 ESPB* što je *35,71* % i
- stručno-aplikativni – *78 ESPB* što je *45,71* %.

Stručna praksa predstavlja obavezan deo kurikuluma studijskog programa Porezi i carina.

Nedeljni fond časova je: u prvom semestru *22*, u drugom *22*, u trećem *22*, u četvrtom *20*, u petom *22* i u šestom *20* časa.

1.r Struktura studijskog programa

Studijski program sadrži elemente utvrđene zakonom. Naziv studijskog programa je Računarstvo i informatika. Cilj studijskog programa je sticanje najnovijih znanja i veština iz oblasti informacionih tehnologija i računarstva, upoznavanje i ovladavanje savremenim metodama i tehnikama i osposobljavanje studenata za uspešnu primenu znanja i veština u svojoj profesiji.

Studijski program je usaglašen sa preporukama koje su date u dokumentu **Computing Curricula 2005, Graduate Software Engineering 2009 (GSwE2009) i Information Technology 2008** izdatog od strane tri kompetentne organizacije: The Association for Computing Machinery (*ACM*), The Association for Information Systems (*AIS*), The Computer Society (*IEEE-CS*).

Stručni naziv zvanja koje student stiče završetkom ovog studijskog programa je strukovni inženjer elektrotehnike i računarstva u skladu sa Zakonom o visokom obrazovanju i Listom stručnih, akademskih i naučnih naziva.

Upis kandidata vrši se na osnovu Konkursa i Pravilnika o proceduri prijema studenata. Uslovi za upis na studijski program su završeno srednje obrazovanje i položen prijemni ispit kako je to regulisano Statutom Škole i Pravilnikom o proceduri prijema studenata. Pravilnikom o proceduri prijema studenata utvrđuje se način i postupak prijema studenata u prvu godinu studijskog programa na osnovnim i specijalističkim studijama. Rangiranje kandidata po konkursu utvrđuje se na osnovu uspeha iz srednje škole i rezultata prijemnog ispita, a u okviru broja prijavljenih kandidata za studijski program u skladu sa akreditovanom upisnom kvotom.

Osnovne strukovne studije traju tri godine ili šest semestra. Svaka godina ima isti broj *ESPB* bodova – 60, što je ukupno 180. Ukupan broj predmeta na studijskom programu je 35 (uključujući stručnu praksu i završni rad). Svi predmeti su jednosemestralni. Lista obaveznih i izbornih predmeta i njihova bodovna vrednost izražena u *ESPB.*

Studentima se nudi široka mogućnost za izbor nastavnih predmeta koji su usklađeni sa njihovim sklonostima. U strukturi studijskog programa izborni predmeti zastupljeni su sa *36 ESPB* što iznosi 20% u odnosu na ukupan broj ESPB bodova. Završni rad osnovnih strukovnih studija je obaveza svih studenata i njegova bodovna vrednost je *12 ESPB.*

Obrazovanje se izvodi u formi teorijske nastave, praktičnih vežbi i stručne prakse, gde se insistira na aktivnoj ulozi studenata. Nastava se izvodi kroz predavanja i diskusiju, uz primenu savremenih metoda kao što su: Internet podrška obrazovnom procesu, studije slučajeva, simulacioni modeli itd. Posebna pažnja se posvećuje obradi i rešavanju praktičnih problema. Praktične vežbe treba da kod studenata podstiču inicijativu za kreativan rad u rešavanju konkretnih problema sa kojima se susreću u svakodnevnom radu. Rad se odvija u grupama sa optimalnim brojem studenata.

Nedeljni fond časova je: u prvom semestru *19*, u drugom *24*, u trećem *24*, u četvrtom *19*, u petom *25* i u šestom *15* časova.

Osnovne oblasti koje se izučavaju u okviru studijskog programa su: teorija računarskih sistema, softver, arhitektura računara i računarske komunikacije.

2.r Svrha studijskog programa

Studijski program Računarstvo i informatika

pomaže u formiranju stručnog kadra, koji može biti potpuno osposobljen za praktičan i samostalan rad u struci, neposredno po diplomiranju, kao i za dalje stručno usavršavanje. Potreba za kadrovima u ovoj oblasti je velika.

Svrha studijskog programa je sticanje najvišeg nivoa znanja iz računarskih, komunikacionih i multimedijalnih tehnologija, spajajući savremena znanja iz navedenih oblasti sa potrebama u privredi. Studenti se osposobljavaju da mogu obavljati složene poslove u domenu: proizvodnje i održavanja računarske opreme, održavanja, projektovanja i razvoja računarskih programa, projektovanja, instaliranja i održavanja računarskih mreža i projektovanja, realizacije i održavanja informacionih sistema.

Svrha studijskog programa Računarstvo i informatika usklađena je sa osnovnim zadacima i ciljevima Visoke poslovne škole strukovnih studija iz Blaca koji se odnose na: obrazovanje profesionalnog kadra koje obuhvata sticanje znanja i veština koje su vezane za poziv, formulisanje i izgrađivanje kompetencija studenata, pre svega kvalitetom i obimom dovoljnih za visokokvalitetno bavljenje neposrednim poslom, kao i neprekidnim poboljšavanjem kvaliteta i efikasnosti studiranja.

3.r Ciljevi studijskog programa

Osnovni cilj studijskog programa **Računarstvo i informatika** je da pripremi studente za uspešne i produktivne nosioce struke informacionih i računarskih tehnologija u industriji, javnim preduzećima, državnim organima, zdravstvu i obrazovnim institucijama, sposobne za zadovoljenje potrebe društva. Svrha procesa nastave i učenja u okviru predloženog plana je osposobljavanje studenata da održavaju, projektuju i razvijaju računarske programe primenom savremenih programskih jezika, projektuju, instaliraju i održavaju računarske mreže i projektuju, realizuju i održavaju informacione sisteme.

Cilj izvođenja programa studija na studijskom programu Računarstvo i informatika jeste osposobljavanje kadrova za profesionalno bavljenje poslovima vezanih za primenu računara u različitim oblastima profesionalnog angažovanja.

Ciljevi studijskog programa su da se studenti osposobe za obavljanje sledećih poslova:

- Projektovanje, instalacija, administracija i bezbednost računarske mreže,
- Projektovanje i implementacija softvera i veštine primene komercijalnih softverskih paketa,
- Primena Internet i veb tehnologija,
- Razvoj multimedijalnih resursa.

Studijski program proizvodi stručnjake koji poseduju odgovarajuću kombinaciju znanja i praktičnog iskustva, tako da mogu biti zaduženi za kreiranje i održavanje *IT* infrastrukture organizacije.

Stručnjaci računarstva i informatike imaju odgovornost za izbor hardverskih i softverskih proizvoda prema potrebama organizacije, integrišu ove proizvode u skladu sa njenim potrebama i sa njenom infrastrukturom, i instaliraju, prilagođavaju i održavaju aplikacije (tj. programske sisteme) koje upotrebljavaju zaposleni u organizaciji.

4.r Kompetencije diplomiranih studenata

Savladavanjem predviđenog programa student stiče opšte i predmetno-specifične sposobnosti koje su u funkciji kvalitetnog obavljanja stručne delatnosti.

Savladavanjem studijskog programa student stiče sledeće opšte sposobnosti:

- Analize, sinteze i predviđanja rešenja i posledica,
- Ovladavanja metodima, postupcima i procesima istraživanja,
- Razvoja kritičkog i samokritičkog mišljenja i pristupa,
- Povezivanja osnovnih znanja iz različitih oblasti i njihova primena u praksi,
- Razvoja komunikacionih sposobnosti i spretnosti, kao i saradnje sa užim socijalnim i međunarodnim okruženjem,
- Profesionalne etike.
- Savladavanjem studijskog programa student stiče sledeće predmetno-specifične sposobnosti:
- Analiziranje, modelovanje, projektovanje i implementiranje informacionih sistema u različitim poslovnim domenima;
- Projektovanje i održavanje baze podataka;
- Programiranje poslovnih aplikacija;
- Implementiranje savremene računarske mreže;
- Instaliranje sistemskog i aplikativnog softvera;
- Efektivno upravljanje *IT* projektima;
- Upotrebe informaciono-komunikacionih tehnologija u ovladavanju znanjima odgovarajućeg područja;
- Rešavanja konkretnih problema uz upotrebu naučnih metoda i postupaka.

Svršeni studenti studijskog programa **Računarstvo i informatika** osposobljeni su za sledeće poslove: sistem analitičar, programer, administrator baze podataka, administrator računarskih mreža, veb dizajner i aktivni učesnik razvoja modula elektronskog poslovanja.

5.r Kurikulum

Studijski program Računarstvo i informatika sadrži obavezne i izborne predmete.

Na prvoj godini student može da bira jedan izborni predmeta *(6 ESPB)* od dva ponuđena. Na drugoj godini student može da bira dva izborna predmeta *(8 ESPB)* od ponuđena četiri. Na trećoj godini student može da bira dva izborna predmeta *(10 ESPB)* od ponuđena četiri predmeta.

Studentima se nudi široka mogućnost za izbor nastavnih predmeta koji su usklađeni sa njihovim sklonostima. Na ovaj način studentima se omogućava da formiraju stručni profil prema svojim interesovanjima i afinitetima prema određenom profilu zanimanja.

U strukturi studijskog programa izborni predmeti zastupljeni su sa *36 ESPB* što iznosi 20% u odnosu na ukupan broj *ESPB* bodova i sledeće grupe predmeta u odnosu na ukupan broj *ESPB* bodova:

- Akademsko-opšteobrazovni predmeti – *28 ESPB* što je *16,67* %,
- Naučno stručni – *81 ESPB* što je 39,71 % i
- Stručno-aplikativni – *71 ESPB* što je 43,63 %.

Nedeljni fond časova je: u prvom semestru *19*, u drugom *24*, u trećem *24*, u četvrtom *19*, u petom *25* i u šestom *15* časova.

1.t Struktura studijskog programa

Studijski program sadrži elemente utvrđene zakonom.

Studijski program nosi naziv Turizam. Ovaj program osnovnih strukovnih studija u skladu je sa realnim potrebama našeg tržišta rada, koji kao svoj osnovi cilj podrazumeva sticanje znanja iz oblasti ekonomskih nauka, odnosno menadžmenta i sticanje posebnih znanja iz oblasti turizma.

Studijski program Turizam obrazuje strukovne ekonomiste koji će biti osposobljeni za različite poslove iz domena turističke privrede. Studijski program će kao krajnji ishod pružiti i omogućiti studentima sticanje adekvatnih primenljivih znanja, veština i sposobnosti i osposobiti ih za samostalan rad u struci neposredno po diplomiranju. U zavisnosti od ličnih aspiracija, studijski program Turizam omogućuje studentima dobru osnovu za nastavak studija drugog stepena.

Studenti koji završe studijski program Turizam osnovnih strukovnih studija, stiču stručni naziv – Strukovni ekonomista za turizam u skladu sa Zakonom o visokom obrazovanju i listom stručnih, akademskih i naučnih naziva.

Upis kandidata vrši se na osnovu Konkursa. Odluku o raspisivanju konkursa donosi Nastavno veće Škole. Pravo upisa na studije imaju studenti sa završenim srednjim obrazovanjem i položenim prijemnim ispitom kako je regulisano Statutom Škole. Rangiranje kandidata po konkursu utvrđuje se na osnovu ukupnog broja bodova i uspeha iz srednje škole i rezultata prijemnog ispita, a u okviru broja prijavljenih kandidata za studijski program u skladu sa utvrđenom kvotom za upis.

Studijski program je koncepiran u skladu sa Zakonom o visokom obrazovanju i Bolonjskom deklaracijom uz primenu Evropskog sistema prenosa bodova *ESPB.* Završetkom ovih studija student ostvaruje *180 ESPB* bodova, kao i pravo daljeg usavršavanja na specijalističkim strukovnim studijama.

Studijski program se sastoji od obaveznih i izbornih predmeta. Studentski program je struktuiran tako da na prvoj godini studentima pruži fundamentalna znanja iz oblasti opšte ekonomije, ekonomije primenjene u oblasti turizma i menadžmenta, dok se na drugoj i trećoj godini studija pristupa izučavanju predmeta koji omogućuju sticanje stručnih i stručno aplikativnih znanja i veština iz oblasti marketinga, turističke geografije, poslovanja turističkih agencija i organizatora putovanja, strateškog menadžmenta, menadžmenta ljudskih resursa, poslovnih finansija, menadžmenta turističkih destinacija, infomacionih sistema u turizmu, ekonomije saobraćaja, menadžmenta usluga itd. Nastavni programi ovih predmeta su fokusirani na pružanje konkretnih i primenljivih znanja i veština iz domena rada turističkih organizacija privatnog i javnog sektora, poslovnih operacija turističkih preduzeća, menadžmenta u turističkim destinacijama.

Studijski program Turizam sadrži sve elemente utvrđene Zakonom o visokom obrazovanju:

- Listu obaveznih i izbornih predmeta sa okvirnim sadržajem;
- Način izvođenja studija i potrebno vreme za izvođenje pojedinih vrsta studija;
- Vrednost svakog predmeta iskazanu u skladu sa Evorpskim sistemom prenosa bodova
- Bodovnu vrednost stručne prakse i završnog rada iskazanu u ESPB bodovima;
- Druga pitanja od značaja za izvođenje studijskog programa.

Studije se sprovode kroz formu teoretske nastave, praktičnih vežbi i stručne prakse. Nastava se izvodi kroz predavanja i diskusiju, uz primenu savremenih metoda kao što su: Internet podrška obrazovnom procesu, metode daljinskog obrazovanja, studije slučajeva, simulacioni modeli itd.

Posebna pažnja se posvećuje obradi i rešavanju specifičnih praktičnih problema. Samo izvođenje nastave se odvija u grupama sa optimalnim brojem studenata.

2.t Svrha studijskog programa

Razumevanje prirode i određivanje potreba da se ona uređuje i prilagođava, kvalifikuje Visoku poslovnu školu strukovnih studija da odredi i oblikuje budući razvoj u skladu sa sadržajem aktuelnih turističkog potencijala, oblikuje i obogati turističku ponudu ovog dela Srbije školovanjem madih perspektivnih ekonomista u oblasti turizma. Blizina prirodnih i turističkih sadržaja (Kopaonik, Prolom banja, Lukovska banja, Kuršumlijska banja, Đavolja varoš itd.) i nedovoljno iskorišćeni kapaciteti određuju potrebu za kvalifikovanjem i stvaranjem kvalitetnih mladih ljudi iz ove oblasti.

Studijski program Turizam određuje studente da shvate problematiku turističkog razvoja, koriste znanja i veštine za samostalno obavljanje specifičnih poslova iz oblasti turizma, i time se odrede za primenjivost teoretskih i praktičnih znanja u praksi.

Određivanje Studijskog programa Turizam za korišćenje i shvatanje savremenih teorijskih i stručno-aplikativnih znanja koja bi odmah prepoznala i shvatila zahteve privrede i razumela potrebe korisnika turističkih usluga, u značajnoj meri bi odredila i u potpunosti oblikovala različite aspekte i modele savremenog poslovanja i odredila prioritete i studentima omogućila da shvate suštinu turizma i njegov značaj za razvoj privrede i društva u celini.

Shvatanjem i razumevanjem potrebe za studijskim programom osnovnih strukovnih studija Turizam određuje se pravac razvoja prekopotrebnog kadra koji bi odredio budući ekonomski i turistički razvoj ovog regiona. Zapošljavanje mladih i kompetentnih stručnjaka određuje i njihov nastavak i vezivanje za ovaj kraj i zadržavanje u ovom nerazvijenom području, što je u skladu sa državnom strategijom za suzbijanje siromaštva i razvoj nedovoljno razvijenih područja.

Nastavni sadržaji koji se izučavaju u okviru ovog studijskog programa usklađeni su sa misijom i ciljevima škole u stvaranju kompetentnih i samostalnih strukovnih ekonomista iz oblasti Turizma.

3.t Ciljevi studijskog programa

Na osnovu strukture studijskog programa koja je u saglasnosti sa potrebama i vizijama Visoke poslovne škole strukovnih studija u Blacu i jasno istaknutom svrhom studijskog programa posebno u Topličkom okrugu, koji poseduje već navedene komparativne prednosti izražene kroz kulturno – istorijska, banjska i planinska bogatstva i destinacije, studijski program Turizam ima za cilj da formira kvalitetne kadrove koji će znati da samostalno imlementiraju stečena znanja i uvećaju turističku ponudu u turističkoj privredi Srbije.

Cilj izvođenja programa studija na studijskom programu Turizam je da:

- Osposobljeni studenti znaju i implementiraju različite modele poslovanja turističke privrede, znaju i primenjuju pozitivna iskustva iz drugih zemalja i iste prilagode nacionalnim turističkim destinacija od lokalnog do nacionalnog nivoa;
- Osposobljeni studenati znaju da integrišu osnovna ekonomska, pravna, informaciona i tehnička znanja u skladu sa potrebama turističkog uslužnog sektora u savremenoj ekonomiji, savremenoj lokalnoj i državnoj upravi i javnim službama;
- Osposobljeni studenati znaju da rukovode poslovima u turističkim agencijama, poslovima u hotelijerstvu, obrazovanju, lokalnoj i državnoj upravi i javnim službama;
- Osposobljeni studenati znaju, razvijaju i imaju smisao za kreativan rad, tako da kreativnost i inovativnost bude izazov, a ne obaveza;
- Znaju da koriste i upravljaju prirodnim resursima i razvijaju svest kod studenata o značaju opšteg održivog razvoja društva i, u okviru toga, svest o značaju zaštite i očuvanja životne sredine društva i pojedinca prilikom obavljanja turističkih delatnosti;
- Osposobljavaju studenate za timski rad.

Prevashodni cilj je znanje koje se nudi radi pružanja sadržajnog i kvalitetnog obrazovanja, kao i osposobljavanja mladih stručnjaka za uspešno delovanje i rešavanje problema na polju turizma.

4.t Kompetencije diplomiranih studenata

Studijski program osnovnih strukovnih studija Turizam usmeren je na razvijanju kompetencija iz oblasti turizma.

Kompetencije koje student stiče na studijskom programu Turizam trebalo bi da mu omoguće da ume da:

- Uspešno obavlja poslove u oblasti upravljanja, komunikacije, razvoja turističke ponude, usluga, cena, promocije, istraživanja turističkog tržišta;
- Uspešno rešava konkretne probleme iz oblasti turističke tražnje;
- Kreativno koristi savremene informacione i komunikacione tehnologije u funkciji unapređenja rada;
- Kontinuirano prati i uspešno primenjuje najznačajnije novine u oblasti turizma;
- Obavlja upravljačke i analitičke poslove u oblasti istraživanja turističkog tržišta, poslovanja turističkih agencija i organizatora putovanja, turističke destinacije itd.;
- Organizuje i rukovodi radom u timovima.

Nakon završetka studijskog programa Turizam student je osposobljen za obavljanje širokog spektra poslovnih aktivnosti iz domena turizma i drugih komplementarnih delatnosti.

Dinamičnost studijskog programa Turizam omogućuje svršenim studentima sledeća zanimanja:

- Koordinator razvoja integralnih turističkih proizvoda u organima i organizacijama javnog sektora;
- Saradnik u resornom ministarstvu;
- Organizator posebnih sajamskih priredbi;
- Asistent profesionalnih organizatora sajmova;
- Asistent profesionalnih organizatora kongresa, konferencija i izložbi;
- Planer, analitičar i saradnik u preduzećima turističke privrede, asocijacijama i javnom sektoru;
- Menadžer poslovnice turističke agencije;
- Menadžer centralnog bukinga;
- Menadžer turističke destinacije;
- Marketing analitičar u turističkim preduzećima;
- Nastavnik praktične nastave u srednjim stručnim školama.

5.t Kurikulum

(Kurikulum studijskog programa sadrži listu i strukturu obaveznih i izbornih predmeta i modula i njihov opis.)

Studijski program Turizam sadrži listu obaveznih i izbornih predmeta.

Izbor nastavnih predmeta prema sopstvenim afinitetima omogućuje studentima formiranje stručnog profila.

Na prvoj godini studenti biraju jedan *(4 ESPB)* od ponuđena dva izborna predmeta.

Na drugoj godini studenti biraju tri *(18 ESPB)* od ponuđenih šest izbornih predmeta.

Na trećoj godini studenti biraju dva *(8 ESPB)* od ponuđena četiri izborna predmeta i završni ispit *(12 ESPB).*

U strukturi studijskog programa izborni predmeti sa završnim radom zastupljeni su sa *42 ESPB* bodova, što je 23.33% u odnosu na ukupan broj *ESPB* bodova.

U strukturi studijskog programa na osnovnim strukovnim studijama Turizma zastupljene su sledeće grupe predmeta u odnosu na ukupan broj *ESPB* bodova, i to:

- Opšteobrazovni – *19.51* %, što je učešće *ESPB* u ukupnom opterećenju studenata,
- Stručni – 36,59 %
- Stručno-aplikativni – *43.90*%. što je učešće *ESPB* u ukupnom opterećenju studenata koji u ukupnom zbiru zadovoljava procenat i preporuku komisije za Akredidaciju i proveru kvaliteta.

Nedeljni fond časova iznosi: u prvom semestru *13+10,* u drugom *14+8,* u trećem *13+9,* u četvrtom *10+10,* u petom *12+10* i u šestom *11+9* časova.

U skladu sa propisanim odredbama, stručna praksa predstavlja obavezan deo studijskog programa Turizam.