

DONOŠENJE INVESTICIONIH ODLUKA POMOĆU TOPSIS METODE

Adis Puška¹

Sažetak: *Prilikom donošenja investicione odluke investitoru se javlja problem izbora između više investicionih projekata. Da bi riješio taj problem on za svaki od tih projekata vrši ekonomsko-finansijsku analizu pomoću koje analizira projekte i daje prednost jednom od njih. Pri tome se mogu koristiti dinamičke i statičke ocjene efikasnosti investicija.*

Dobijeni rezultati primjenom ovih ocjena mogu dati konfliktne situacije, tj. da određeni kriterij daje prednost jednom a drugi kriterij drugom projektu. Ta pojava se naziva konflikt u rangiranju i ona predstavlja problem za izbor najbolje investicije i potrebno je nju riješiti.

Ovaj rad daje moguće rješenje konflikta u rangiranju. Pomoću višekriterijske analize tj. prvenstveno upotrebom TOPSIS metode rangiraju se projekti i daju se solucije na koji način je moguće dobiti jedinstvenu odluku i tako riješiti konflikt u rangiranju.

Ključne riječi: *Dinamičke ocjene efikasnosti projekta, konflikt u rangiranju, TOPSIS metoda.*

JEL klasifikacija: J11

UVOD

Donošenje investicione odluke je proces izbora između dvije ili više mogućnosti a odluka predstavlja krajnji ishod toga izbora. U tom slučaju rizik nije samo posljedica mogućih odstupanja već je posljedica nepoznavanja svih raspoloživih mogućnosti, kao i nemogućnost proračuna svih izabраниh akcija.

Izbor između više investicionih studija odnosno projekata podrazumijeva primjenu različitih metoda analize i izbora najprihvatljivijeg (koji najviše doprinosi razvoju

¹ Predavač, magistar ekonomskih nauka, eMPIRICA, Brčko, adispuska@yahoo.com

preduzeća). Pri tome je potrebno izabrati cilj investiranja, kriterije kojima se mjeri dostizanje tih ciljeva a potom iz dostupnih investicionih projekata odabrati onaj koji najbolje ispunjava postavljeni cilj investiranja.

Prilikom investicionog odlučivanja najčešće se koriste klasične ocjene efikasnosti investicija. Ove ocjene se mogu klasifikovati prema dinamici izračunavanja parametara na statičke i dinamičke metode. Statičke metode uzimaju samo jednu reprezentativnu godinu i za nju se izračunavaju parametri za pojedine investicione studije. Obično se koriste kod preinvesticionih studija pošto je njihovo izračunavanje dosta lagano i jednostavno.

Dinamičke metode uzimaju sve godine ekonomskog vijeka trajanja efekata investicije i pri tome se koriste sa diskontnim novčanim tokovima. One se primjenjuju nakon što se napravi uži izbor između investicija koje bi se mogle realizovati. Razlog tome je složenost postupka izračunavanja istih. Zbog razlike između ovih ocjena i perioda obuhvatanja u ovom radu će se koristiti dinamičke metode ocjene efikasnosti investicija.

Osim klasičnih metoda za ocjenu efikasnosti investicija koriste se i savremene metode koje uzimaju u obzir širi dijapazon faktora za analizu. Obično su ti faktori rizik, neizvjesnost, društvena prihvatljivost, opcioni pristup, oportunitetni troškovi i dr. Savremene metode su dosta komplikovanije za izračunavanje od klasičnih metoda i one se koriste kada se izvrši redukcija projekata. Prilikom investicionog odlučivanja treba uzeti u obzir sve faktore koji mogu uticati na pozitivan ishod investicija a ne samo uvažavati projekcije novčanih tokova. Savremene metode to upravo i rade.

Pošto su u ovom radu korišteni prostiji investicioni projekti koristiti će se klasični pristup ocjene efikasnosti investicija pomoću dinamičkih metoda. Prilikom rangiranja odnosno odabira projekta, metode za ocjenu efikasnosti mogu dati konfliktne rezultate pri određivanju ranga projekata. Ta pojava se naziva konflikt u rangiranju. On predstavlja situaciju kada je kod jednog projekta bolji jedan pokazatelj a kod drugog drugi pokazatelj ocjene efikasnosti investicija. Tada dolazi do konflikta kojeg je potrebno uključiti u krajnju investicionu odluku da bi se dobila potpuna analiza projekata.

Upravo rješavanje konflikta u rangiranju koje daju rezultati ocjene investicije pomoću TOPSIS metode, koja predstavlja jednu od metoda za višekriterijsku analizu, i donošenje potpune odluke koja će uključiti sve kriterije je predmet ovoga rada. Ovdje će se dati odgovori zbog čega dolazi do konflikta u rangiranju i kako izvršiti investiciono odlučivanje u tim situacijama. Pri tome će biti korišteno pet međusob-

no isključivih investicionih projekata. Kod međusobno isključivih projekata prihvatanje jednog od njih eliminiše ostale projekte. Zbog toga je važno da se izabere „najbolji“ projekat iz grupe međusobno isključivih projekata.

DINAMIČKI PRISTUP OCJENI EFIKASNOSTI INVESTICIJA

Prije nego što se objasni zbog čega dolazi do konflikta u rangiranju kod ocjene efikasnosti investicija potrebno je objasniti metode koje se koriste. Da bi se procijenila efikasnost investicijskog projekta upotrebom bilo koje metode potrebno je raspolagati sa budućim novčanim tokovima toga projekta i definisati rizik odnosno neizvjesnost budućih tokova novca. Metode koje se koriste za procjenu efikasnosti investicije podijeljene su u dvije grupe i to: statičke metode i dinamičke metode.

Statičke metode ocjene investicija kao osnov analize koriste sagledavanje inputa i outputa, najčešće u normalnoj godini rada investicije, koja predstavlja reprezentativnu godinu u životu projekta. Reprezentativna godina predstavlja onu godinu u kojoj je dostignut projektovani kapacitet i u kojoj se zajmovi još otplaćuju. Statičan pristup pruža okviran uvid u uspješnost projekta, s manjom tačnosti rezultata, pa se većinom kombinira s dinamičnim pristupom.

Dinamički pristup odnosno metode ocjene efikasnosti investicija kao što je već rečeno uzima cjelokupni ekonomski vijek trajanja projekta i izračunava parametre pomoću diskontnih novčanih tokova. Zbog toga se u svjetskoj literaturi ove metode i zovu „Discounted cash flows techniques“ (DCF).

Primjenom dinamičkih metoda ocjena efikasnosti investicija postiže se maksimiziranje bogatstva dioničara „jer u pravilu te metode zadovoljavaju sve tri osnovne pretpostavke za time uključuju u izračun sve buduće neto novčane tokove koje diskontuju korištenjem unaprijed zadane diskontne stope r čime iskazuju rizik tih istih novčanih tokova.“ [Volarević, Pongrac, 2010: 58.]

Prilikom primjene ovih metoda potrebno je da donosioc odluke unaprijed definiše diskontnu stopu koju će primijeniti u računanju. Diskontna stopa treba biti precizno određena jer ona u mnogome može uticati na dobivene rezultate pomoću dinamičkih metoda ocjene efikasnosti investicija.

1. Metode koje se svrstaju u dinamičke su:
2. neto sadašnja vrijednost (Net present value – u daljem tekstu: NPV);
3. interna stopa rentabilnosti (Internal rate of return – u daljem tekstu: IRR);
4. modificirana interna stopa rentabilnosti (Modified internal rate of return – u

- daljem tekstu: MIRR);
5. indeks profitabilnosti (profitability index – u daljem tekstu: PI);
 6. diskontovano vrijeme povrata ulaganja (discounted payback period – u daljem tekstu: DPBP).

NETO SADAŠNJA VRIJEDNOST

NPV predstavlja sumu svih budućih neto novčanih tokova svedenih na sadašnju vrijednost pomoću metode diskontovanja. Osim budućih neto novčanih tokova uključeno je i početno ulaganje u investiciju. Kada se svedu svi neto novčani tokovi od njihovog iznosa se oduzima početno ulaganje.

Ukoliko su neto prihodi po godinama različiti, što je najčešće slučaj u ekonomskom vijeku projekta, neto sadašnja vrijednost može se izračunati na sljedeći način:

$$NPV = \frac{N_1}{r} + \frac{N_2}{r^2} + \dots + \frac{NPn}{r^n} - I_0 \quad (1)$$

gdje r predstavlja matematički izraz koji se koristi kod diskontovanja, a nalazi se u

drugim finansijskim tablicama i izračunava se pomoću formule: $r = (1 + \frac{p}{100})^{-1}$ a p je korištena kamatna stopa. On predstavlja diskontni faktor pomoću kojeg se neto novčani tokovi svode na sadašnju vrijednost. Ukoliko je rezultat NPV veći od 0 znači da je investicija opravdana. Razlog je takav da ako preduzeće ulaže u projekat čija je NPV ravna nuli, preduzeće će tokom eksploatacije projekta ostvariti stopu prinosa u visini cijene kapitala, a ako je NPV veća od nule, preduzeće će ostvariti stopu koja je viša od cijene kapitala.

Pokazatelj NPV najčešće se može „poboljšati“ na sljedeće načine: povećanjem dužine perioda eksploatacije investicije, povećanjem vremena investiranja (ulaganja sredstava), smanjenjem iznosa uloženi sredstava i smanjenjem diskontne stope.

Jedna od značajnih negativnih osobina ovog kriterija je da ne vodi dovoljno računa o dužini perioda eksploatacije. Kod ovoga pokazatelja značajna je samo masa diskontovanih neto prihoda bez obzira na period za koji je to ostvareno.

Interna stopa rentabilnosti

IRR polazi od zavisnosti koja postoji između sadašnje vrijednosti investicija i kamatne stope kao diskontnog faktora. Ona utvrđuje stopu kojom se NPV svodi na nulu. Odnosno IRR je diskontna stopa pri kojoj je:

$$NPV = \sum_{i=1}^t \frac{N}{r^i} - I_0 = 0 \quad (2)$$

Ako IRR nadmašuje cijenu kapitala projekat se može razmatrati i eventualno prihvatiti, i obrnuto ako je IRR manja od cijene kapitala projekat treba odbaciti.

Ponekad se dešava da u pojedinim godinama neto novčani tokovi od eksploatacije projekta budu negativni ili se naknadno mora izvršiti značajno kapitalno ulaganje, tako novčani tokovi postaju „neuobičajeni“. U ovakvim slučajevima se može dobiti više IRR pa je nemoguće donošenje odluke o prihvatanju ili odbacivanju projekta. Kada dođe do ovakvih slučajeva potrebno je modifikirati IRR ili upotrijebiti metodu NPV. Metoda IRR ponekad ne omogućava rangiranje investicionih projekta, dok metoda NPV uvijek omogućava rangiranje.

Modificirana interna stopa rentabilnosti

Ako je IRR znatno viša od cijene kapitala i iznosi na primjer 25% ili više, postavlja se pitanje postoji li dovoljno prilika da se viškovi ostvareni u projektu dalje investiraju uz tako visoke prinose. „Kad to nije vjerovatno, korisno je da investitor sam odredi stope prinosa koje očekuje da će se ostvariti reinvestiranjem i tako ocjenu projekta učini objektivnijom, što mu omogućuje modificirana interna stopa rentabilnosti.“ [Bendeković, 2008:106].

MIRR je ona stopa koja izjednačava eskontovane vrijednosti pozitivnih novčanih tokova na kraju ekonomskog vijeka trajanja projekta sa diskontnim negativnim novčanim tokovima na početku perioda. Izračunava se pomoću sljedećeg obrasca:

$$MIRR = \sqrt[n]{\frac{F \text{ (buduci novcani tokovi, pozitivni)}}{-PV(\text{sadasnji novcani tokovi, negativni})}} - 1 \quad (3)$$

MIRR se koristi u slučajevima kada imamo konflikt u rangiranju poredaka pomoću različitih pokazatelja za ocjenu rentabilnosti investicionih projekata.

Indeks profitabilnosti

Indeks profitabilnosti projekta je odnos sadašnje vrijednosti budućih priliva novca i početnog troška. Stavlja se u odnos NSV sa inicijalnim troškom investicija. Za razliku od NSV, PI vodi računa o tome da nije svejedno imati isti iznos NSV sa različitim početnim ulaganjima.

Izračunava se sljedećim obrascem:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{R_t}{r^t}}{R_o} \quad (4)$$

PI predstavlja relativnu mjeru vrijednosti jer se radi o brojčanom iznosu koji iskazuje omjer dvije apsolutne veličine i to neto sadašnje novčane tokove i inicijalno ulaganje.

Kada je PI jedan ili veći, investicijski prijedlog je prihvatljiv. Pri izračunavanju indeksa profitabilnosti, izračunavamo neto indeks, a ne agregatni indeks. Agregatni indeks je odnos NSV i sadašnje vrijednosti novčanih izdataka.

Iako pokazuje relativnu mjeru vrijednosti ovaj kriterij se manje upotrebljava od kriterija NPV. „Razlog je tome da NPV govori treba li projekat prihvatiti ili ne, i izražava apsolutni doprinos koji projekat stvara za bogatstvo dioničara. Suprotno tome, PI izražava samo relativnu profitabilnost.“ [Van Horne, Wachowich Jr., 2002:338]

Diskontovano vrijeme povrata ulaganja

Pokazatelj vremena povrata ulaganja nam govori za koje se vrijeme izvrši povrat inicijalno uloženi sredstava. „DPBP je vrijeme potrebno za povrat originalne investicije uz primjenu diskontnih budućih novčanih tokova.“ [Volarević, Pongrac, 2010: 67] Izračunava se tako što se prvo rade diskontne vrijednosti novčanih tokova pa se formiraju njihove kumulativne vrijednosti i određuje se između kojih dvije godine se desilo da su kumulativni diskonti novčani tokovi pozitivni. Ukoliko je to npr. između 5 i 6 godine znači da je DPBP 5 godina i nešto. A to se preciznije računa

pomoću sljedeće formule: [Mladenović, 2011: 51].

$$DPBP = \text{Godina prije punog povrata} + \frac{\text{Nepovraceni dio investicije u početku godine}}{\text{Novčani tok u toj godini}} \quad (5)$$

Postavlja se pitanje da li ovaj pokazatelj treba uvrstiti u dinamičke metode ocjene efikasnosti projekta. Razlog tome je što on ne koristi neto novčane tokove iz cjelokupnog ekonomskog vijeka trajanja projekta već samo one tokove do kojih se izvrši povrat inicijalnih ulaganja. Na osnovu toga on koristi samo dio neto novčanih tokova. Ukoliko je rezultat povrata ulaganja period od pretposljednje do posljednje godine ekonomskog vijeka trajanja projekta onda ovaj pokazatelj obuhvata cjelokupan period eksploatacije i tada se može svrstati u potpunosti u dinamičke metode ocjene efikasnosti investicija.

Iz razloga što se ona ne može svrstati u dinamičke metode ona se često ne primjenjuje u praksi već predstavlja samo sredstvo kojim se eliminišu oni projekti koji nemaju vrijeme povrata unutar njihovog ekonomskog vijeka projekta. „Prvenstveno se to odnosi na međusobno isključive investicione projekte i poslovne situacije u kojima je ograničena upotreba kapitala“ [Peterson, Fabozzi, 2002: 105].

KONFLIKT U RANGIRANJU

U pojedinim poslovnim situacijama donosioc odluke je prinuđen da odabere samo jedan od nekoliko mogućih investicionih projekata. Razlog tome je što investitorima stoje na raspolaganju ograničena finansijska sredstva pa su primorani da odaberu jedan investicioni projekat kojem će dati prioritet u odnosu na druge. Da bi se odredio prioritet vrši se rangiranje projekata pomoću metoda za ocjenu efikasnosti investicija.

Dobijeni rezultati rangiranja pomoću različitih kriterija mogu dati proturječne rezultate što znači da različiti kriteriji imaju različite učinke na rang poredak projekata. Ta pojava se naziva konflikt u rangiranju. Konflikt u rangiranju predstavlja „posljedicu kombinacija koje se mogu pojaviti u tom slučaju i odnose se na:

1. razlike u vrijednosti investicije;
2. razlike u životnom vijeku investicije,
3. razlike u vrijednosti budućih novčanih tokova investicije.“ [Orsag, 2002:93]

Navedeni slučajevi čine neophodan ali ne i dovoljan uslov za konflikt u rangiranju projekata. Moguće je da postoje ovi slučajevi ali da nema konflikta u rangiranju.

Uzmimo npr. kriterije NPV i PI. Oba ova kriterija koriste istu matematsku osnovu ali kriterij PI stavlja u odnos vrijednost budućih neto novčanih tokova sa početnim iznosom ulaganja. Na taj način je moguće da se pri rangiranju projekata pomoću ova dva pokazatelja dobije konflikt u rangiranju. Dva projekta mogu imati istu vrijednost NPV ali različite iznose inicijalnih ulaganja te je moguće da se razlikuju u životnim vijekovima ili da se razlikuju u vrijednostima budućih ulaganja. Ako se uzme samo jedan kriterij moguće je donijeti nepotpunu odluku jer da se donese potpuna odluka potrebno je uključiti sve faktore i kriterije koji utiču na donošenje investicione odluke. Zbog toga je neophodno objasniti kako dolazi do pojave konflikta u rangiranju i kako donijeti odluku koja uvažava taj konflikt.

Razlike u vrijednosti investicije

Zbog razlike u cijeni npr. mašina ponekad je moguće da se upoređuju dva projekta koja imaju različite vrijednosti inicijalnih ulaganja. Pri tome je moguće prilikom izračunavanja dinamičkih pokazatelja dobiti konflikt u rangiranju. Da bi se to objasnilo uzeti ćemo dva hipotetička projekta koji će imati različita inicijalna ulaganja. Za oba projekta korištena je ista diskontna stopa koja iznosi 10 posto.

Tabela 1. Vrijednosti dinamičkih pokazatelja kod razlike u vrijednosti investicije

Projekt 1				NPV	2.434,26	MIRR	5,1671
0	1	2	3	IRR	23,3752	DPBP	2,4570
-10.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	PI	1,2434		
Projekt 2				NPV	1.838,84	MIRR	6,1742
0	1	2	3	IRR	29,9190	DPBP	2,1428
-5.000,00	2.750,00	2.750,00	2.750,00	PI	1,3678		

Kao što je vidljivo u ovom primjeru Projekt 2. ima upola manji inicijalni iznos ulaganja od Projekta 1. Posmatrajući samo kriterij NPV dala bi se prednost Projektu 1. Međutim, posmatrajući druge kriterije može se vidjeti da Projekt 2. ima daleko bolje te pokazatelje. Donosioc odluke bi tada bio u nedoumici i ne bi znao šta da odabere na osnovu pokazatelja. Zbog toga je važno riješiti ovaj problem.

Razlike u životnom vijeku investicije

Postoje različiti faktori koji utiču na razlike u životnom vijeku projekata. Najvažniji od tih faktora su trošenje stalnih sredstava. Neke mašine mogu da vrše isti posao ali

im je tehnički vijek trajanja različit. Ukoliko je investicija bazirana upravo na mašinama onda bi se i njen ekonomski vijek razlikovao u odnosu na različite solucije u pogledu mašina.

Uzmimo sada dva hipotetička projekta koji imaju različite ekonomske vijekove trajanja.

Tabela 2. Vrijednosti dinamičkih pokazatelja kod razlike u životnom vijeku investicije

Projekat 1			NPV	388,4298	MIRR	6,3335	
0	1	2	IRR	37,9796	DPBP	1,4125	
-1.000,00	800,00	800,00	PI	1,3884			
Projekat 2			NPV	492,1112	MIRR	7,1021	
0	1	2	3	IRR	36,3097	DPBP	1,8810
-1.000,00	600,00	600,00	600,00	PI	1,4921		

Kao što se vidi na ovome primjeru Projekat 1. ima bolje pokazatelje IRR i DPBP dok Projekat 2. ima bolje pokazatelje NPV, PI i MIRR. I u ovome slučaju je prisutan konflikt u rangiranju i to u većoj mjeri nego što je to bilo u prethodnom primjeru. Kod donošenja odluka u ovakvim situacijama postavlja se pitanje šta će se desiti sa investicijom koja ima kraći ekonomski vijek trajanja, da li će se zamijeniti investicijom identičnom (ili sličnom) ili će se investirati u drugi projekat. Pri tome se mora obratiti posebna pažnja na dalje mogućnosti koje proističu iz investicije sa kraćim ekonomskim vijekom trajanja.

Za računanje vrijednosti NPV koja uvažava ekonomski vijek trajanja u praksi se koriste dvije metode i to: metoda lanaca zamjene i jednakih godišnjih anuiteta. Kod metode lanaca zamjene polazi se od pretpostavke da će projekat biti zamijenjen nakon njegove eksploatacije identičnim projektom i to toliko puta koliko je potrebno da ekonomski vijek trajanja projekata bude isti. Metoda jednakih godišnjih anuiteta konvertuje NPV na jednake godišnje anuitete koristeći se formulom za računanje anuiteta pri čemu se za izračunavanje koriste godine koje predstavljaju ekonomski vijek trajanja projekta.

Osim navedenih metoda moguće je pretpostaviti da će se tokovi novca reinvestirati do datuma završetka najduljeg projekta po zahtijevanoj kamatnoj stopi prinosa preduzeća. [Van Horne, Wachowich, 2002: 343].

Razlike u vrijednosti budućih novčanih tokova investicije

Zadnja obrađena situacija kada dolazi do konflikta u rangiranju je usljed razlike u vrijednostima budućih novčanih tokova investicije. Upravo ova situacija se najčešće javlja kod konflikta u rangiranju. Znači, prilikom upoređivanja projekata moguće je da ti projekti iako imaju ista inicijalna ulaganja i iste ekonomske vijekove trajanja imaju drugačiju dinamiku u pogledu novčanih tokova. Tako je moguće da imamo dva projekta kod kojih jedan od njih ima opadajući prinos po godinama a drugi rastući prinos. Jedan od takvih primjera bi mogao da izgleda ovakvo:

Tabela 3. Vrijednosti dinamičkih pokazatelja kod razlike u vrijednosti budućih novčanih tokova investicije

Projekat 1				NPV	197,4455	MIRR	4,4800
0	1	2	3	IRR	22,7927	DPBP	1,7040
-1.200,00	1.000,00	500,00	100,00	PI	1,1645		
Projekat 2				NPV	197,4455	MIRR	4,4800
0	1	2	3	IRR	16,7360	DPBP	3,0113
-1.200,00	100,00	500,00	1.189,00	PI	1,1645		

Kod prezentovanog primjera vrijednosti NPV, PI i MIRR su iste za oba projekta. Kod ovoga primjera je korištena diskontna stopa od 10 posto koja izjednačava ove vrijednosti. Diskontna stopa koja izjednačava NPV kod ovakve situacije u rangiranju projekata se naziva Fišerova stopa. „Ta je diskontna stopa važna jer će pri zahtijevanim stopama prinosa koje su manje od Fišerove stope, naša rangiranja prema NPV i PI biti u konfliktu sa onim rangiranjima koja se dobiju na temelju IRR.“ [Van Horne, Wachowich, 2002: 341].

U našem primjeru mijenjajući stopu na više projekat koji ima rastuće prinose imati će manju NPV i PI u odnosu na projekat koji ima opadajući prinos i obrnuto ako se mijenja diskontna stopa na manje projekat koji ima rastuće prilohode imati će veće NPV i PI kriterije. Mijenjajući diskontnu stopu ne mijenja se vrijednost IRR jer ona izračunava pri kojoj diskontnoj stopi će NPV biti jednak nuli.

RJEŠAVANJE KONFLIKTA U RANGIRANJIMA PRIMJENOM TOPSIS METODE

Ocjena, selekcija i prihvatanje investicionog projekta vrši se na osnovu analize rentabiliteta, tj. projektovanja novčanog toka pri čemu se teži maksimizaciji odnosa efekata i ulaganja.

Kada imamo više investicionih projekata za odabir najboljeg koristimo primjenu određenih višekriterijskih metoda za određivanje ranga tih investicionih projekata. TOPSIS metodu ne treba shvatiti kao jedinu metodu koja može riješiti konflikt u rangiranju već kao metodu koja je reprezentativna i zajedno sa drugim metodama višekriterijske analize predstavlja soluciju rješavanja konflikta u rangiranju.

TOPSIS metoda

TOPSIS metoda (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) se zasniva na konceptu da odabrana alternativa treba imati najkraću udaljenost od pozitivnog idealnog rješenja i najdužu udaljenost od negativnog idealnog rješenja. Optimalna alternativa je ona koja je u geometrijskom smislu najbliža idealnom pozitivnom rješenju, odnosno najudaljenija od idealnog negativnog rješenja.

Postupak izračunavanja TOPSIS metode se sastoji od 6 koraka i to:

Korak 1. Normalizacija matrice odlučivanja;

Korak 2. Množenje normalizovane matrice težinskim koeficijentima;

Korak 3. Određivanje idealnih rješenja;

Korak 4. Određivanje rastojanja alternativa od idealnih rješenja;

Korak 5. Određivanje relativne blizine alternativa od idealnog rješenja;

Korak 6. Rangiranje alternativa.

Najbolja alternativa je ona koja je najbliže ili čak zauzima vrijednost jedan a ostale alternative rangiraju se po opadajućim vrijednostima. [Puška, 2011: 97-104].

Načini rješavanja konflikta u rangiranju

Procedura rangiranja investicionih projekata TOPSIS metodom je sljedeća:

1. Izračunavanje dinamičkih pokazatelja investicionih projekata i formiranje matrice odlučivanja;
2. Normalizacija podatka;
3. Utvrđivanje težinskih koeficijenata;
4. Formiranje rang lista.

U prvom koraku potrebno je izračunati vrijednosti dinamičkih pokazatelja na osnovu kojih će se izvršiti rangiranje projekata. Za tu svrhu će se upotrijebiti pet investicionih projekata koji su predviđeni da se realizuju u području turizma. Uglavnom je ovdje riječ o projektima infrastrukturnog prilagođavanja potrebama tržišta. Prvi projekat se tiče rekonstrukcije i kategorijalne prilagodbe postojećeg hotela. Drugi projekat je vezan za rekonstrukciju kuće i imanja te pokretanja seoskog turiz-

ma. Treći projekat je vezan za pokretanja agroturizma na vlastitom imanju. Četvrti projekat se tiče izgradnje etno sela sa nizom smještajnih, ugostiteljskih, zabavno-rekreativnih, trgovačkih i drugih sadržaja. Peti projekat je vezan za izgradnju mini vinare i pokretanje vinskog turizma.

Karakteristika ovih projekata je da im eksploatacijski period iznosi deset godina i da je korištena ista diskontna stopa od 10%. Pokazatelji su izračunati pomoću Excel tabličnog kalkulatora i korištenjem funkcija NPV i IRR. Kod računanja pokazatelja MIRR korištena je eskontna stopa od 10%.

Tabela 4. Početna matrica odlučivanja

	NPV	IRR	PI	MIRR	DPBP
Projekat 1	695,3016	15,1954	1,2318	12,3170	7,5027
Projekat 2	837,0723	12,6128	1,1196	11,2496	8,4843
Projekat 3	789,0013	15,6361	1,3945	12,8067	7,3946
Projekat 4	675,2182	13,4279	1,1688	11,7292	7,9231
Projekat 5	816,3660	13,0587	1,1361	11,4122	7,9792

Na osnovu dinamičke analize pet projekata dobijeni su rezultati koji pokazuju konflikt u rangiranju. Tako Projekat 2. ima najbolju vrijednost NPV dok su ostale vrijednosti parametara najlošije u poređenju sa svim projektima. Projekat 3. ima najbolje vrijednosti parametara IRR, PI, MIRR i DPBP dok je po rangu za kriterij NPV tek na trećem mjestu.

Prije nego što se pređe na drugi korak u procesu TOPSIS metode potrebno je utvrditi kako su povezani rezultati dobijeni dinamičkom ocjenom efikasnosti projekata. Da bi se to uradilo potrebno je izvršiti korelacionu analizu koja će odrediti međusobnu povezanost kriterija. Za računanje povezanosti koristiti ćemo Pearsonov koefijent korelacije, koji će se izračunati pomoću Excel tabličnog kalkulatora opcijom Data Analysis. Kada se dobije rezultat korelacione analize potrebno je pomnožiti rezultat sa minus jedan dobijen za korelaciju kriterija DPBP sa drugim kriterijima iz razloga što je poželjno kod ovoga kriterija da bude što manji iznos dok za ostale je poželjniji veći iznos kod računanja kriterija.

Tabela 5. Korelaciona analiza dinamičkih kriterija

	NPV	IRR	PI	MIRR	DPBP
NPV	1,0000				
IRR	-0,3595	1,0000			
PI	-0,1136	0,9095	1,0000		
MIRR	-0,3370	0,9848	0,9598	1,0000	
DPBP	-0,4586	0,9522	0,8436	0,9369	1,0000

Ova analiza kriterija pokazuje da veliku povezanost imaju kriteriji IRR, PI, MIRR i DPBP (rezultat korelacije je 0,8436 i veći), dok je kriterij NPV slabo povezan sa drugim kriterijima i čak ima negativnu korelaciju. Kao što je rečeno kriterij DPBP uzima neto novčani tok samo do trenutka izvršenja povrata ulaganja. Tako je i ovdje ekonomski vijek trajanja projekata 10 godina a kriterij DPBP uzima za izračunavanje neto novčani tok zaključno sa 8. godinom. Zbog toga je ovaj kriterij manje povezan sa drugim jer ne uzima zadnje dvije godine.

Na osnovu ove analize može se donijeti zaključak; kada bi investitor uzeo samo pokazatelj NPV on bi doveo do pogrešne odluke jer bi bio tada odabran Projekat 2. koji ima najlošije ostale pokazatelje. Da bi se donijela ispravna odluka koji projekat treba realizirati, koji ostvaruje prvo mjesto, potrebno je uzeti širi dijapazon kriterija po kojima će se projekti analizirati.

Postupak rješavanja konflikta u rangiranju pomoću TOPSIS metode počinje upravo analizom povezanosti kriterija pomoću kojih se donosi investiciona odluka. Na osnovu te analize moguće je utvrditi koji od kriterija daje rezultate koji nisu u skladu sa rezultatima drugih kriterija. Odlučivanje na osnovu jednog kriterija može dati kontradiktorne rezultate. Tako bez upotrebe TOPSIS metode rang poredak projekata po kriterijima je sljedeći:

Tabela 6. Rang poredak projekata bez upotrebe TOPSIS metode

	NPV	IRR	PI	MIRR	DPBP
Projekat 1	4	2	2	2	2
Projekat 2	1	5	5	5	5
Projekat 3	3	1	1	1	1
Projekat 4	5	3	3	3	3
Projekat 5	2	4	4	4	4

Posmatrajući rangove koji se dobijaju pomoću pojedinih kriterija dinamičke ocjene efikasnosti jasnije se vidi kako samo kriterij NPV daje drugačiji poredak u odnosu na druge kriterije. Međutim, ne uvažavajući kriterij NPV povlači za sobom donošenje nepotpune odluke. Da bi odluka bila potpuna potrebno je uvažiti i taj kriterij. Da ne bi uticao u velikoj mjeri na konačnu odluku investitora ovome kriteriju se daje manja važnost u odnosu na druge kriterije. Na taj način se uvažava i taj kriterij.

Takvo donošenje odluke gdje se uvažava jedan kriterij ali mu se ne pridaje velika važnost pomoću TOPSIS metode radi se na dva načina i to:

Normalizacijom – gdje se koristi različita normalizacija u odnosu na druge kriterije te na taj način se smanjuje odnos između alternativa i time se smanjuje uloga toga kriterija u procesu odlučivanja. Ovaj postupak je moguće uraditi primjenom proste i složene linearne normalizacije podataka, pri čemu je neophodno da su podaci kriterija kod kojega je potrebno smanjiti važnost homogeni. Znači ovaj postupak se radi tako što se kod kriterija NPV upotrijebi prosta linearna normalizacija dok se za ostale kriterije upotrebljava složena linearna normalizacija. [Puška, 2011: 242-251].

Određivanjem težinskih koeficijenata, kada se daje manja važnost potrebnom kriteriju u odnosu na druge kriterije.

a) Normalizacija se vrši ukoliko mjerne skale za kriterije nisu iste ili uporedive i izračunava se udaljenost pojedine alternative od idealnog rješenja. Njome se svi kriteriji normalizuju odnosno moguće je njihovo upoređivanje. Ovdje će biti korištena linearna normalizacija i to složena i prosta. Složena linearna normalizacija se vrši uz pomoć sljedeće formule:

$$r_{ij} = \frac{x_j - x_r^{**}}{x_j^* - x_j^{**}} \quad (6)$$

gdje x_j^* predstavlja najbolju vrijednost za sve alternative, a x_j^{**} predstavlja najlošiju vrijednost. Primjenom ove normalizacije sve vrijednosti parametara zauzimaju vrijednost od 0 do 1, najbolja vrijednost dobiva vrijednost 1, a najlošija 0.

Prosta linearna normalizacija koristi samo najbolju vrijednost i sa njome dijeli ostale alternative, odnosno ukoliko se kriterij treba minimizirati onda se od minimalne vrijednosti alternativa dijeli ostale alternative. Formula za njeno izračunavanje je sljedeća:

$$r_{ij} = \frac{x_j}{x_j^*} \text{ odnosno, } r_{ij} = \frac{x_j^{**}}{x_j} \quad (7)$$

Prvim načinom se kod kriterija NPV izvrši prosta linearna normalizacija dok se kod drugih koristi složena linearna normalizacija. Da bi se vidjela razlika prezentovati ćemo dvije normalizovane matrice odlučivanja gdje će se kod jedne koristiti samo složena linearna normalizacija a kod druge obje linearne normalizacije.

Tabela 7. Normalizacija početne matrice odlučivanja

	Normalizovana matrica odlučivanja sa prostom linearnom normalizacijom					Normalizovana matrica odlučivanja bez proste linearne normalizacije				
	NPV	IRR	PI	MIRR	DPBP	NPV	IRR	PI	MIRR	DPBP
Projekat 1	0,8306	0,8542	0,4081	0,6855	0,9008	0,1241	0,8542	0,4081	0,6855	0,9008
Projekat 2	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Projekat 3	0,9426	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,7030	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Projekat 4	0,8066	0,2696	0,1790	0,3081	0,5150	0,0000	0,2696	0,1790	0,3081	0,5150
Projekat 5	0,9753	0,1475	0,0599	0,1045	0,4635	0,8721	0,1475	0,0599	0,1045	0,4635

Iz ove tabele može se vidjeti da je manji interval vrijednosti kod NPV primjenom proste linearne normalizacije nego primjenom složene linearne normalizacije. Na taj način se smanjuje uticaj ovoga kriterija na konačan rezultat. Uzmimo sada da svaki kriterij ima istu važnost za donosioca odluka pa ćemo na konačnom rezultatu uvidjeti kako se na ovaj način može smanjiti uticaj kriterija koji nije povezan sa drugim a ipak ga uključiti u konačnu odluku.

Tabela 8. Rezultat primjene TOPSIS metode

Sa prostom normalizacijom			Bez proste normalizacije		
Rang	Alternative	Rezultat	Rang	Alternative	Rezultat
1	Projekat 3	0,9820	1	Projekat 3	0,8925
2	Projekat 1	0,6316	2	Projekat 1	0,5657
3	Projekat 4	0,3851	3	Projekat 5	0,3325
4	Projekat 5	0,1932	4	Projekat 2	0,2973
5	Projekat 2	0,0582	5	Projekat 4	0,2709

Primjenjujući istu normalizaciju tj. složenu linearnu normalizaciju daje se ista važnost kriteriju NPV kao i ostalim kriterijima. To je na kraju rezultiralo smanjenim

vrijednostima rezultata onim alternativama tj. projektima koji su imali manje vrijednosti NPV kriterija. Osim toga i sam poredak projekata je drugačiji primjenom iste normalizacije. Na ovom primjeru se pokazalo kako je primjenom različitih normalizacija moguće smanjiti uticaj jednog kriterija na donošenje konačne odluke.

b) Drugi način smanjenja uticaja kriterija je pomoću težinskih koeficijenata. Težinski koeficijenti su najčešće brojevi koji se subjektivno biraju, a njihov zbir je jednak jedinici. Težinski koeficijenti su subjektivne preferencija donosioca odluka na osnovu relativnog znanja o međusobnom značenju kriterija. Kriteriju NPV dodijeliti će se manji težinski koeficijent nego drugima kriterijima i tako on neće u mnogome uticati na donošenje konačne odluke ali ipak će imati udjela na nju, iz razloga što on u ovom slučaju uzrokuje konflikt u rangiranju što je pokazao rezultat korelacije. Ovom kriteriju dodjeljujemo jednu šestinu važnosti u odnosu na druge pa on ima težinski koeficijent od 0,04 a ostali kriteriji dobijaju isti težinski koeficijent koji iznosi 0,24. Na taj način se kriterij NPV uključuje u konačnu ocjenu ali on nema veliki udio u istoj.

Tabela 9. Rezultat TOPSIS metode primjenom različitih težinskih koeficijenata

Rang	Alternative	Rezultat
1	Projekat 3	0,9795
2	Projekat 1	0,6394
3	Projekat 4	0,3003
4	Projekat 5	0,2048
5	Projekat 2	0,0659

Iako je korištena ista složena linearna normalizacija rezultat korištenja različitih težinskih koeficijenata je skoro isti kada se primjenjivala kombinacija različitih linearnih normalizacija. Na osnovu toga može se zaključiti da su ova dva načina donošenja investicionih odluka u situacijama konflikta u rangiranju primjenjiva i daju slične rezultate. Ukoliko se želi da se još više smanji uticaj jednog od kriterija onda je moguća kombinacija ova dva načina.

ZAKLJUČAK

Prilikom odabira jednog projekta iz grupe investicionih projekata investitor se služi metodama koje predstavljaju ocjenu efikasnosti tih projekata. Pri tome je moguća

situacija da postoji konflikt u rangiranju između tih metoda, tj. da jedan kriterij daje jedan rang poredak projekata a drugi drugačiji poredak.

Da bi se donijela ispravna odluka potrebno je uzeti u obzir sve kriterije i njih uvažiti. Prije nego što se odrede načini na koji to uraditi potrebno je utvrditi povezanost između tih kriterija. Ukoliko neki od kriterija nije povezan i daje kontradiktorne rezultate u odnosu na druge kriterije njegov uticaj je potrebno umanjiti ali ipak ga iskoristiti u donošenju konačne odluke. Metode višekriterijske analize su pri tome odličan instrument pomoću kojih je moguće ugraditi sve kriterije u konačnu odluku, a TOPSIS metoda predstavlja samo jednu reprezentativnu metodu koja je predstavljena u ovom radu.

Umanjivanje uticaja jednog kriterija pomoću TOPSIS metode je moguće na dva načina: korištenjem različitih normalizacija te dodjeljivanjem različitih težinskih koeficijenata.

Ove navedene metode predstavljaju način na koji je moguće donijeti investicionu odluku a pri tome uključiti sve kriterije. Donošenje odluke uz samo jedan kriterij povlači sa sobom pitanje ispravnosti jer kroz rad se moglo vidjeti da su rezultati kriterija NPV kontradiktorni sa drugim rezultatima kriterija i takva odluka je nepotpuna i upitna.

BIBLIOGRAFIJA

- Bendeković, J. (2008). „Modificirana interna stopa rentabilnosti u ocjeni investicionih projekata“, *Računovodstvo, revizija i financije*, 11 (9): 103-108.;
- Orsag, S. (2002). *Budžetiranje kapitala – procjena investicijskih projekata*, Zagreb: Masmedia;
- Peterson, P., Fabozzi, F.J. (2002). *Capital Budgeting: Theory and Practice*, New York: John Wiley & Sons Inc.;
- Puška, A. (2011). „Primjena „TOPSIS“ metode u određivanju rang liste investicionih projekata“ *BH ekonomski forum*, 2 (1): 89-107.;
- Puška, A. (2011). „Uloga dinamičkih metoda ocjene efikasnosti u investicionom odlučivanju“ *Acta Economica*, 9 (15): 227-254.;
- Van Horne, Wachowich, J. M. Jr. (2002). *Osnovne financijskog menadžmenta*, 9. izd. Zagreb: Mate;
- Volarević, H., Pongrac, D. (2010). „Kapitalno budžetiranje III dio“, *Finansijski propisi i praksa*, 16 (9): 57-66.;
- Volarević, H., Pongrac, D. (2010). Kapitalno budžetiranje IV dio“, *Finansijski propisi i praksa*, 16 (10): 65-72.;
- Žiravac, M., M. (2011). *Uvod u poslovne finansije*, Banja Luka: PIM Univerzitet.

MAKING INVESTMENT DECISIONS DURING TOPSIS METHOD

Adis Puška²

Abstract: *In the moment of choosing the best investment projects, the investitures face with some difficulties. In order to solve that problem, he conducts an economic and financial analysis for each project in order to analyse all the projects and recommend one of them..*

In this process you can use the dynamical and statistical assessment of effectiveness of investment.

The given results can show the conflict situations, the certain criteria give the priority to one of the projects, and the other criteria to the second project. This phenomenon is known as the conflict in rankings, and as itself makes the problem in the process of choosing the best investment, and it's necessary to solve it.

This paper work gives possible the conflict in rankings solution. Using the multi-criteria analyses, primarily using the TOPSIS methods is very helpful because it rearrange the projects and provides the best solutions, in solving the conflicts in rankings.

Keywords: *The dynamical assessment of the effectiveness, the conflict in rankings, TOPSIS method.*

JEL classification: J11

² A lecturer, magistar of Economic Sciences, eMPIRICA, Brčko, adispuska@yahoo.com