

Adis Puška¹

PRIMJENA „TOPSIS“ METODE U ODREĐIVANJU RANG LISTE INVESTICIONIH PROJEKATA

Sažetak:

U ovom radu je prezentiran pristup investicionom odlučivanju pomoću egzaktnog naučnog metoda koji podrazumijeva rangiranje investicionih projekata prema ocjenama njihove finansijske i tržišne efikasnosti. U tu svrhu koriste se dinamički metodi ocjene i višekriterijska metoda TOPSIS.

Izbor između više investicionih projekata podrazumijeva primjenu različitih metoda analize investicionih projekata i izbora najprihvatljivijeg (koji najviše doprinosi razvoju preduzeća). Pri tome je potrebno izabrati cilj investiranja, kriterije kojima će se mjeriti dostizanje tih ciljeva, a potom iz dostupnih investicionih projekata odabrati onaj koji najbolje ispunjava postavljeni cilj investiranja.

Prilikom rješavanja problema investicionog odlučivanja korišteno je deset investicionih projekata kojima su izračunate dinamičke metode ocjena i primjenjena je TOPSIS metoda kako bi se odredila rang lista investicionih projekata i omogućio izbor najprihvatljivijeg projekta.

Gljučne riječi: TOPSIS metoda, investicioni projekti, dinamička ocjena, rang lista

JEL: G11

1. UVOD

Investiranje predstavlja završni čin cjelokupnog procesa kojim se realizuju planirani razvojni ciljevi, a time i cjelokupan razvoj. Svako preduzeće je prinuđeno da investira jer investiranje predstavlja jedini način realizacije razvojnih ciljeva.

¹ Adis Puška, dipl.ecc, Brčko distrikt BiH, adispuska@yahoo.com

Investicije predstavljaju angažovanje društvene akumulacije kojom privredni subjekti ostvaruju svoje razvojne ciljeve. Investitorima stoje na raspolaganju ograničena finansijska sredstva i zbog toga moraju voditi aktivnu politiku odabira i realizacije onih investicija koje imaju najbolje pokazatelje, pri čemu su investicioni projekti najvažniji za razvoj svakoga preduzeća.

Investicioni projekti se implementiraju u cilju ostvarenja strateških planova preduzeća. Projekti se definišu kao privremeni poduhvati preduzeti u cilju stvaranja jedinstvenog proizvoda ili usluge.

Pri izboru između više investicionih projekata potrebno je izabrati cilj investiranja, kriterije kojima će se mjeriti dostizanje tog cilja, a potom iz dostupnih investicionih projekata odabrati onaj koji najbolje ispunjava postavljeni cilj investiranja. S obzirom na složenost izbora i nemogućnost brzog mjerenja efekata i upoređivanja investicija, investicione odluke se često donose na bazi intuicije. Međutim, odluke se trebaju donositi na bazi egzaktnih proračuna.

Prilikom rješavanja problema rangiranja investicionih projekata često se javlja postojanje više alternativa i kriterija, od kojih neke treba maksimizirati, a neke minimizirati, što znači da se odluke donose u konfliktnim uvjetima i da se za rješavanje višekriterijskih zadataka moraju primijeniti instrumenti koji su fleksibilniji od strogo matematičkih tehnika čiste optimizacije. Za ovu svrhu razvijeni su metodi analize među kojima su značajniji AHP, PROMETHEE, ELECTRE, TOPSIS, VIKOR, CP i dr.

Za prikaz načina rješavanja navedenog problema investicionog odlučivanja pomoću egzaktnog proračuna u ovom radu je korišteno deset investicionih projekata i TOPSIS metoda višekriterijske analize za određivanje rang liste investicionih projekata. Pošto su uzeti jednostavniji projekti, bez opcija mogućih tržišnih stanja, za analizu se uzimaju tradicionalne metode analize investicionih projekata, odnosno konvencionalni pristup analize projekata pomoću dinamičkih metoda ocjene efikasnosti projekata, pri tome se koristi sljedeća metodologija:

- U prvoj fazi izračunavaju se dinamički pokazatelji investicionih projekata i na osnovu tih rezultata formira se matrica odlučivanja;
- Potom slijedi normalizacija podataka da bi se dobili jednoobrazni podaci;
- Nakon toga utvrđuju se težinski koeficijenti za navedene pokazatelje;
- Konačno, formira se rang lista na osnovu rezultata TOPSIS metode.

2. Dinamičke metode ocjene efikasnosti investicionih projekata

Kada se rangiraju projekti uz pomoć dinamičkih metoda, „ove metode mogu dati kontradiktorne rezultate.“ (Horne, Wachowicz, 2008, str. 331.) Ovaj rad će pokazati jedan od načina kako rangirati projekte kada jedna od metoda daje kontradiktorne rezultate, odnosno kada postoji konflikt između rezultata pojedinih kriterija.

U dinamičkoj ocjeni koriste se određeni kriteriji za čije se izračunavanje upotrebljavaju parametri iz cjelokupnog perioda investiranja i eksploatacije investicionog projekta. Pomoću tehnike diskontovanja obuhvataju se ulaganja i efekti iz svih godina perioda ulaganja i perioda eksploatacije, te se tako izračunaju dinamički pokazatelji.

Dinamički pokazatelji obuhvataju različite načine ulaganja i efekte od investicija i tako omogućavaju da se znatno realnije analiziraju različiti aspekti jednog investicionog projekta i ocijeni opravdanost njegove realizacije.

Suština dinamičke ocjene rentabilnosti je procjena da li je došlo do povećanja ili smanjenja imovine projekta kada se uzme u obzir cjelokupni ekonomski vijek projekta. Ovdje će se upotrebljavati sljedeći pokazatelji:

- Metoda roka vraćanja uložениh sredstava;
- Metoda jedinične neto sadašnje vrijednosti projekata;
- Metoda interne stope rentabilnosti.

2.1. Rok vraćanja uložениh sredstava

Rok vraćanja uložениh sredstava od investicionog projekta govori nam o broju godina koje su potrebne da se nadoknadi početno novčano ulaganje. „To je omjer početnog ulaganja i godišnjih novčanih primitaka u razdoblju povrata.“ (Horne, 1993., str. 144.) Može se tumačiti kao period tokom kojega je potrebno prikupljati pozitivne neto prihode kako bi se zbir negativnih neto prihoda sveo na nulu. To razdoblje ne smije biti duže od ekonomskog vijeka projekta, odnosno uložena investicija mora se vratiti najkasnije do kraja ekonomskog vijeka toga projekta.

Procedura računanja ovog pokazatelja je sljedeća: vrši se diskontovanje neto prihoda na inicijalnu godinu pokretanja projekta i kumulativno sabiranje dobijenih rezultata koje treba izjednačiti sa diskontnim investicionim ulaganjima primjenjujući sljedeću jednakost:

$$\sum_{j=1}^m I_j \cdot r^{-j} = \sum_{k=1}^n NP \cdot r^{-k} \quad (1)$$

Pri čemu je:

I – investiciona ulaganja za „j“ godina

NP – neto prihodi za ekonomski vijek trajanja projekta

r – diskontni faktor

Na osnovu toga vrši se izračunavanje perioda koji je potreban da bi se izjednačili diskontni neto prihodi sa diskontnim investicionim ulaganjima.

2.2. Jedinčna neto sadašnja vrijednost projekata (JNSV)

Ukoliko se bira između više investicionih varijanti sa različitim ekonomskim vijekom trajanja investicije i različitim inicijalnim koštanjem investicije, najveća neto sadašnja vrijednost može dovesti do potpuno nelogičnih zaključaka. Zato je potrebno investicione varijante svesti na uporedive veličine. Tada se koristi jedinčna neto sadašnja vrijednost, odnosno relativno čista sadašnja vrijednost.

„Jedinčna neto sadašnja vrijednost (JNSV) je pokazatelj koji izražava odnos neto sadašnje vrijednosti investicije i ukupnih investicionih ulaganja, odnosno investicionih ulaganja svedenih na sadašnju vrijednost (ukoliko se investiranje vrši tokom više godina).“ (Stević, 2010., str. 197.) To se predstavlja na sljedeći način:

$$JNSV = \frac{NSV}{SVI} \quad (2)$$

pri čemu je:

NSV – neto sadašnja vrijednost projekta;

SVI – sadašnja vrijednost investicionih ulaganja.

„Ovaj kriterij pokazuje rentabilnost investicije, odnosno koliko jedinica neto sadašnje vrijednosti donosi svaka jedinica uloženi sredstava u toku perioda eksploatacije investicije.“ (Jovanović, 1997., str. 117.) On nam govori da li je

investicija sposobna da kroz očekivane neto prihode pokrije ukupna investiciona ulaganja.

Ovisno o tome da li se u računanju neto sadašnje vrijednosti uzmu investiciona ulaganja ili ne, ovaj pokazatelj može se objasniti na dva načina. Ukoliko se uzmu investiciona ulaganja pri računanju neto sadašnje vrijednosti i dobijeni rezultat bude manji od nule (0), investicija nije isplativa, a ako je jednak nuli (0) ili veći, investicija je isplativa. Ako se uzmu samo neto prihodi bez investicionih ulaganja, onda se kao pokazatelj uzima broj jedan.

Pokazatelj jedinične neto sadašnje vrijednosti mnogo je pogodniji od neto sadašnje vrijednosti, pogotovo kada je riječ o upoređivanju različitih projekata. Ako se ocjenjuje više projekata, najefikasniji je onaj kod koga je najveća pozitivna vrijednost ovog kriterija.

2.3. Metoda interne stope rentabilnosti (IRR)

Metoda interne stope rentabilnosti (IRR) polazi od zavisnosti koja postoji između sadašnje vrijednosti investicija i kamatne stope kao diskontnog faktora i svodi se na utvrđivanje kamatne stope, pri čemu je neto sadašnja vrijednost jednaka nuli. Interna stopa rentabilnosti može se definisati kao „diskontna stopa kojom se neto sadašnja vrijednost svodi na nulu.“ (Brigham, Ehrhardt, 2008., str. 382.)

Ako IRR nadmašuje cijenu kapitala, projekat se može razmatrati i eventualno prihvatiti, i obrnuto ako je IRR manja od cijene kapitala, projekat treba odbaciti. „Kada su ove dvije stope jednake, onda se odluka mora zasnivati na drugim kriterijima.“ (Krčmar, 2002., str. 434.) Tada se uzimaju u obzir i drugi pokazatelji da bi se kompariralo i utvrdilo koji projekat je pogodniji.

Za računanje ovog i ostalih pokazatelja primijenit će se finansijske funkcije u Excel-u i to IRR i NPR. Prva funkcija IRR služi za računanje interne stope rentabilnosti a NPR služi za računanje neto sadašnje vrijednosti.

3. Topsis metoda

Hwang i Yoon su 1981. godine razvili metodu TOPSIS. „Ona se zasniva na konceptu da odabrana alternativa treba imati najkraću udaljenost od pozitivnog

idealnog rješenja i najdužu udaljenost od negativnog idealnog rješenja.“ (Lu, Zhang, Ruan, Wu, 2007., str. 32)

Ova metoda je predložena kao alternativa za metodu ELECTRE i „uživa značajnu popularnost u oblasti višekriterijumske optimizacije.“ (Srđević, 2002., str. 36.) Zbog svoje popularnosti u oblasti višekriterijske optimizacije, a i svoje jednostavnosti, odlučeno je da se ova metoda koristi u radu.

Osnovna logika metode je da se prvo definišu idealna rješenja i idealno negativno rješenje. Optimalna alternativa je ona koja je u geometrijskom smislu najbliža idealnom pozitivnom rješenju, odnosno najdalja od idealnog negativnog rješenja. Rangiranje alternativa se zasniva na „relativnoj sličnosti sa idealnim rješenjem“ čime se izbjegava situacija da alternativa istovremeno ima istu sličnost sa pozitivnim idealnim i sa negativnim idealnim rješenjem.

Idealno rešenje se definiše pomoću najboljih rejting vrijednosti alternativa za svaki pojedinačni kriterijum; obrnuto, negativno idealno rešenje predstavljaju najgore vrijednosti rejtinga alternativa. „Pojmovi „najbolji“ i „najgori“ interpretiraju se za svaki kriterijum posebno, prema tome da li je u pitanju maksimizacija ili minimizacija kriterijuma.“ (Srđević, Srđević, Zoranović, 2002., str. 11.)

Postupak računanja TOPSIS metode započinje formiranjem matrice odlučivanja:

$$R = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \cdots & C_m \\ & w_1 & w_2 & \cdots & w_m \\ A_1 & \left[\begin{array}{cccc} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ A_2 & x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ A_n & x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{array} \right. \end{matrix} \quad (3)$$

Korak 1. Normalizovanje matrice

U matrici brojne vrijednosti r_{ij} u općem slučaju imaju različitu metriku. Zato se prvo vrši normalizacija elemenata iz matrice (3), prema izabranoj relaciji za normalizaciju da bi se dobila matrica u kojoj su svi elementi bezdimenzionalne veličine, na taj način se podaci transformišu tako da se za sve kriterije maksimizira ciljna funkcija.

Korak 2. Množenje normalizovane matrice težinskim koeficijentima

U ovome koraku se normalizovana matrica množi sa jediničnom matricom težinskih koeficijenata, da bi se dobilo „otežani“ podaci potrebni za dalju analizu.

$$V = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & w_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & w_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \cdots & n_{1m} \\ n_{21} & n_{22} & \cdots & n_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ n_{n1} & n_{n2} & \cdots & n_{nm} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Korak 3. Određivanje idealnih rješenja

Pozitivno idealno rješenje predstavlja onu vrijednost koja maksimizira željenu funkciju, a negativno idealno rješenje je ona vrijednost koja minimizira željenu funkciju. Pozitivno idealno rješenje (A^*) i negativno idealno rješenje (A^-) određuju se pomoću relacija:

$$A^* = (\max n_{ij} \mid j \in V), (\min n_{ij} \mid j \in V')$$

$$A^- = (\min n_{ij} \mid j \in V), (\max n_{ij} \mid j \in V')$$

gdje je:

$$V = (j = 1, 2, \dots, m \mid j \text{ pripada kriterijima koji se maksimiziraju})$$

$$V' = (j = 1, 2, \dots, m \mid j \text{ pripada kriterijima koji se minimiziraju}).$$

Najbolje su alternative koje imaju najveće n_{ij} u odnosu na kriterije koji se maksimiziraju i najmanje n_{ij} u odnosu na kriterije koji se minimiziraju. A^* ukazuje na najbolju alternativu idealnog pozitivnog rješenja, a A^- ukazuje na idealno negativno rješenje.

Korak 4. Određivanje rastojanja alternativa od idealnih rješenja.

U ovom koraku se pomoću relacija izračunavaju n -dimenziona Euklidska rastojanja svih alternativa, idealno pozitivnog i idealno negativnog rješenja.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^m (n_{ij} - n_j^*)^2} \quad (5)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (n_{ij} - n_j^-)^2} \quad (6)$$

Ovdje se određuje odstupanje koja ima pojedina alternativa od idealnih pozitivnih i negativnih rješenja. Poželjno je da je vrijednost n_{ij} što bliža idealnom pozitivnom rješenju, a dalja od idealnog negativnog rješenja. Najbolje bi bila da pojedina alternativa ima sve iste vrijednosti kao idealno pozitivno rješenje.

Korak 5. Određivanje relativne blizine alternativa idealnom rješenju.

Za svaku alternativu određuje se relativno rastojanje na osnovu sljedeće formule:

$$Q_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^* + S_i^-} \quad (7)$$

Rezultat na osnovu ove formule je: $0 \leq Q_i^* \leq 1$. Kada je alternativa A_i bliža idealnom rješenju, onda je vrijednost Q_i^* bliža jedinici. Alternativa A_j će poprimiti vrijednost 1 ako su njene vrijednosti identične sa pozitivnim idealnim rješenjem, a vrijednost 0 ako su vrijednosti ove alternative identične sa negativnim idealnim rješenjem.

Korak 6. Rangiranje alternativa

Alternative se rangiraju po opadajućim vrijednostima Q_i^* . „Najbolja alternativa je ona koja je najbliže ili čak zauzima vrijednost jedan, a ostale alternative rangiraju se po opadajućim vrijednostima.“ (Triantaphyllou, 2000., str. 21.)

Smatra se da je nedostatak originalne TOPSIS metode u određivanju idealne i antiidealne tačke, jer se za njihove koordinate uzimaju vrijednosti atributa koje su maksimalne i minimalne po svakom kriteriju. U praksi je čest slučaj da te vrijednosti nisu uvijek idealne / antiidealne za dati kriterij. Posebno su interesantni kvalitativni kriteriji kada se daju ocjene u nekoj skali vrijednosti. „Tada je potrebno postići konsenzus oko toga da li je idealna tačka ona koja je najbolja od ponuđenih ili je to tačka koju neki atribut može dostići bez obzira da li se nalazi među ponuđenim alternativama.“ (Bukumirović, Čupić, 2005., str.

322.) Ovo se rješava modifikacijom općeg oblika metode koja se odnosi na uvođenje idealne i antiidealne tačke.

4. Primjena topsis metode u određivanju rang liste investicionih projekata

Prilikom donošenja investicionih odluka ne postavlja se samo pitanje da li neka investicija treba da bude realizovana, već se često javlja problem izbora između dva ili više alternativnih investicionih projekata u preduzeću. investitor će se odlučiti za realizaciju onih investicionih projekata za koje postoje realne mogućnosti da bi mogli u najvećoj mjeri da doprinesu ostvarenju razvojnih ciljeva preduzeća. Rješavanje ovakvog problema svodi se na ekonomsku analizu, utvrđivanje ekonomskih pokazatelja i njihovo poređenje.

Investicioni projekti (studije izvodljivosti) koji su uzeti u ovom radu izrađeni su u periodu 2005.-2009. godine. Diskontna stopa korištena u ovim projektima je 6% (d), a ekonomski vijek trajanja projekata je 7 godina. Pošto su uzeti jednostavniji projekti bez ikakvih opcija i pretpostavljenim stanja na tržištu, ovdje se koriste tradicionalni metodi za rangiranje projekata, odnosno dinamički metodi za ocjenu efikasnosti investicionih projekata.

Pomoću procedure iz četiri koraka odrediti će se rang lista za deset investicionih projekata prema vrijednostima dinamičke ocjene efikasnosti projekata sa TOPSIS metodom.

Korak 1. Određivanje dinamičkih pokazatelja za konkretne investicione projekte i formiranje matrice odlučivanja.

Pomoću Excel-a i finansijskih funkcija IRR i NSV izračunati su dinamički pokazatelji i određuju se ciljne vrijednosti za ove kriterije. Na osnovu korištenih projekata formira se matrica odlučivanja koja glasi:

Tabela 1. Početna matrica odlučivanja

Kriteriji	JNSV	IRR	Vrijeme
	Max.	Max.	Min.
Investicioni projekat 1	0,2768	0,1075	6,8642
Investicioni projekat 2	0,2619	0,1003	6,8357
Investicioni projekat 3	0,2543	0,0994	7,0904
Investicioni projekat 4	0,2458	0,0925	6,8275
Investicioni projekat 5	0,2690	0,1018	6,5043
Investicioni projekat 6	0,2761	0,1109	7,0805
Investicioni projekat 7	0,2623	0,1096	6,2891
Investicioni projekat 8	0,2529	0,0947	6,4721
Investicioni projekat 9	0,2877	0,1211	6,4003
Investicioni projekat 10	0,2513	0,1005	6,9103

Kod formiranja matrice odlučivanja potrebno je odrediti koji cilj imaju date funkcije, a u ovom slučaju to su dinamičke ocjene projekata. Kao što se može vidjeti, potrebno je maksimizirati pokazatelje jedinične neto sadašnje vrijednosti i interne stope rentabilnosti jer je poželjno da njihove vrijednosti budu što veće. Za investitora je bolje da rok vraćanja uložених sredstava bude što manji i zbog toga se ovaj pokazatelj minimizira.

Kada se izračunaju ovi pokazatelji, potrebno je utvrditi da li je neki od kriterija u konfliktu sa drugim. Određivanje konflikta se vrši uz pomoć korelacione analize gdje se utvrđuje stepen povezanosti između kriterija. Rezultati korelacione analize su:

Tabela 2. Korelaciona analiza dinamičkih pokazatelja

	JNSV	IRR	Vrijeme
JNSV	1,0000		
IRR	0,8976	1,0000	
Vrijeme	-0,2065	-0,2778	1,0000

Kao što se može vidjeti iz ove korelacione analize, kriterij rok povrata uložених sredstava nije povezan sa druga dva kriterija, odnosno može se reći da je u konfliktu sa druga dva kriterija. Da bi se riješio ovaj problem, kriteriju roka povrata uložених sredstava dodijeliti će se manji težinski koeficijent u odnosu na druga dva kriterija i tako ovaj kriterij neće značajnije utjecati na donošenje konačne odluke o izboru investicionog projekta koji daje najbolje pokazatelje.

Korak 2. Normalizacija podataka

Kada se formira početna matrica odlučivanja, sljedeći korak je normalizacija podataka. Normalizacija se vrši ukoliko mjerne skale za kriterije nisu iste ili uporedive, i izračunava se udaljenost pojedine alternative od idealnog rješenja. Iako normalizacija predstavlja prvi korak, ona nije bezazlena. Upravo zbog toga ovdje će se koristiti jedinstvena složena linearna normalizacija.

Složena linearna normalizacija se vrši uz pomoć sljedeće formule:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_r^{**}}{x_j^* - x_j^{**}} \quad (8)$$

gdje x_j^* predstavlja najbolju vrijednost za sve alternative u odnosu na C_j , 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.

Tabela 3. Normaizovana početna matrica odlučivanja

Projekti	JNSV	IRR	Vrijeme
Investicioni projekat 1	0,7399	0,5245	0,2823
Investicioni projekat 2	0,3842	0,2727	0,3179
Investicioni projekat 3	0,2029	0,2413	0,0000
Investicioni projekat 4	0,0000	0,0000	0,3281
Investicioni projekat 5	0,5537	0,3252	0,7314
Investicioni projekat 6	0,7232	0,6434	0,0124
Investicioni projekat 7	0,3938	0,5979	1,0000
Investicioni projekat 8	0,1695	0,0769	0,7716
Investicioni projekat 9	1,0000	1,0000	0,8612
Investicioni projekat 10	0,1313	0,2797	0,2248

Korak 3. Određivanje težinskih koeficijenata

Da bi se donijela investiciona odluka, potrebno je definisati težinske koeficijente za svaki kriterij, odnosno odrediti važnost svakog kriterija u odnosu na druge kriterije. Težinski koeficijenti su najčešće brojevi koji se subjektivno biraju, a zbir tih brojeva je jednak jedinici.

Težinski koeficijenti su jedno od centralnih mjesta višekriterijske analize jer rezultati koje dobijamo metodama zavise upravo od njihovih vrijednosti. Kada

postoji jedan donositelj odluke, vrijednosti koje on dodjeljuje kriterijima su uglavnom odraz subjektivnih preferencija na osnovu relativnog znanja o međusobnom značenju kriterija.

U procesu višekriterijumskog odlučivanja adekvatno određivanje značaja kriterijuma je veoma bitno. TOPSIS metoda ne uključuje postupak određivanja značaja kriterija. Zbog toga je ovdje potrebno koristiti AHP metodu kod određivanja značaja kriterija.

U našem primjeru važnost težinskih koeficijenata utvrdit ćemo pomoću AHP metode, gdje se koristi Satijeva skala važnosti kriterija. Sati je definisao skalu koja ima najveću vrijednost 9, a najmanju vrijednost 1, i razlike između njih. Ova skala se uglavnom smatra standardom za AHP.

Tabela 4. Satijeva skala vrijednosti

Značaj	Definicija	Objašnjenje
1	Istog značaja	Dva elementa su identičnog značaja u odnosu na cilj
3	Slaba dominacija	Neznatno favoriziranje jednog elementa u odnosu na drugi
5	Jaka dominacija	Favoriziranje jednog elementa u odnosu na drugi
7	Demonstrativna dominacij	Dominantnost jednog elementa potvrđena u praksi
9	Apsolutna dominacija	Dominantnost najvišeg stepena
2, 4, 6, 8	Međuvrijednost	Potreban kompromis ili dalja podjela

Kada uporedimo kriterije jedinične neto sadašnje vrijednosti i interne stope rentabilnosti, dodijelit ćemo značaj 1 koji označava isti značaj. Upoređivanjem ova dva kriterija sa rokom vraćanja uloženi sredstava dodijeljen im je značaj od 5, što predstavlja jaku dominaciju ova dva kriterija u odnosu na kriterij roka povrata uloženi sredstava. Na ovaj način dodjeljuje se manji značaj kriteriju roka povrata uloženi kriterija i tako rješava problem konflikta kriterija.

Tabela 5. Određivanje težinskih koeficijenata uz pomoć AHP metode

	JNSV	IRR	Vrijeme
JNSV	1	1	5
IRR	1	1	5
Vrijeme	1/5	1/5	1
ZBIR	11/5	11/5	11

Dijeljenjem kriterija sa njihovim zbirom i sabiranjem po redovima formiraju se prioritete za kriterije. Ovdje će se izvršiti zaokruživanje na dvije decimale i dobijaju se sljedeći prioritete.

	JNSV	IRR	Vrijeme	Prioritet
JNSV	5/11	5/11	5/11	0,45
IRR	5/11	5/11	5/11	0,45
Vrijeme	1/11	1/11	1/11	0,10

Na ovaj način su određeni težinski koeficijenti za ove kriterije. Kriterij JNSV i IRR su vrednovani težinskim koeficijentom koji glasi 0,45, dok je kriteriju roka povrata uloženi sredstava dodijeljen težinski koeficijent od 0,1.

Korak 4. Formiranje rang liste uz pomoć TOPSIS metode

Kada je formirana normalizovana matrica odlučivanja, ona se pomnoži sa težinskim koeficijentima i tako se dobije „otežana“ matrica odlučivanja.

Tabela 6. „Otežana“ matrica odlučivanja

Projekti	JNSV	IRR	Vrijeme
Investicioni projekat 1	0,3330	0,2360	0,0282
Investicioni projekat 2	0,1729	0,1227	0,0318
Investicioni projekat 3	0,0913	0,1086	0,0000
Investicioni projekat 4	0,0000	0,0000	0,0328
Investicioni projekat 5	0,2492	0,1463	0,0731
Investicioni projekat 6	0,3254	0,2895	0,0012
Investicioni projekat 7	0,1772	0,2691	0,1000
Investicioni projekat 8	0,0763	0,0346	0,0772
Investicioni projekat 9	0,4500	0,4500	0,0861
Investicioni projekat 10	0,0591	0,1259	0,0225

Dosadašnji postupak je isti za većinu metoda višekriterijske analize. Sljedeće faze izračunavanje su karakteristične za TOPSIS metodu.

Pri računanju TOPSIS metode najvažniji je odabir vrijednosti koje predstavljaju idealno pozitivno i negativno rješenje. Vrijednosti parametara nakon normalizacije su poprimile vrijednosti od nula do jedan, koji su pomnoženi težinskim koeficijentima tako da je vrijednost za idealno pozitivno rješenje JNSV i IRR 0,45, a za kriterij roka povrata uloženi sredstava 0,1, pri tome je za sva tri kriterija negativno idealno rješenje nula.

Na osnovu toga izračunava se n-dimenzionalno Euklidsko odstupanje od pozitivnih i negativnih idealnih tačaka, a za prvu alternativu postupak je sljedeći:

$$S_1^* = \sqrt{(0,3330 - 0,45)^2 + (0,2360 - 0,45)^2 + (0,0282 - 0,1)^2} = 0,2542 \quad (9)$$

$$S_1^- = \sqrt{(0,3330 - 0)^2 + (0,2360 - 0)^2 + (0,0282 - 0)^2} = 0,4091 \quad (10)$$

Na isti način se izračunavaju i ostale alternative. Kada je izračunato ndimenzionalno Euklidsko odstupanje za sve alternative, sljedeći korak je izračunavanje relativnog rastojanja alternativa od idealnog rješenja, odnosno izračunava se Q_i^* za svaku alternativu.

$$Q_1^* = \frac{0,4091}{0,2542 + 0,4091} = 0,6167 \quad (11)$$

Tabela 7. Rezultati Euklidskog odstupanja i relativnog rastojanja alternativa od idealnih rješenja

Alternative	S_i^*	S_i^-	Q_i^*
Investicioni projekat 1	0,2542	0,4091	0,6167
Investicioni projekat 2	0,4342	0,2144	0,3305
Investicioni projekat 3	0,5052	0,1419	0,2193
Investicioni projekat 4	0,6399	0,0328	0,0488
Investicioni projekat 5	0,3651	0,2981	0,4495
Investicioni projekat 6	0,2259	0,4356	0,6585
Investicioni projekat 7	0,3273	0,3373	0,5075
Investicioni projekat 8	0,5592	0,1139	0,1692
Investicioni projekat 9	0,0139	0,6422	0,9788
Investicioni projekat 10	0,5137	0,1408	0,2152

Na osnovu vrijednosti relativnog rastojanja alternativa od idealnog rješenja koristi se zadnji korak u primjeni TOPSIS metode, tj. kreira se rang poredak alternativa. Najbolja alternativa je ona čija je vrijednost relativnog rastojanja alternativa najbliža jedinici, dok se ostale alternative rangiraju po opadajućim vrijednostima.

Tabela 8. Rang poredak investicionih projekata pomoću TOPSIS metode

Poredak	Alternative	Rezultat
1	Investicioni projekat 9	0,9788
2	Investicioni projekat 6	0,6585
3	Investicioni projekat 1	0,6167
4	Investicioni projekat 7	0,5075
5	Investicioni projekat 5	0,4495
6	Investicioni projekat 2	0,3305
7	Investicioni projekat 3	0,2193
8	Investicioni projekat 10	0,2152
9	Investicioni projekat 8	0,1692
10	Investicioni projekat 4	0,0488

Na praktičnom primjeru uz pomoć TOPSIS metode rangirani su investicione alternative na osnovu rezultata dobijenih dinamičkom ocjenom efikasnosti investicionih projekata. Dobijeni rezultati su pokazali da najbolje pokazatelje ima investicioni projekat 9. Ukoliko se odluči za realizaciju samo jednog projekta, investicioni projekat 9 bi bio logičan izbor.

5. ZAKLJUČAK

Ovaj rad prezentira investiciono odlučivanje na osnovu egzaktnih metoda gdje se rješavanje ovog problema svodi na ekonomsku analizu investicionih projekata koja obuhvata utvrđivanje dinamičkih pokazatelja projekata i njihovo međusobno poređenje pomoću TOPSIS metode. Pri tome se odlučuje za onaj projekat koji pokazuje najbolje ekonomsk - finansijske pokazatelje.

Iz dobijene analize rezultata dinamičkih metoda ocjene efikasnosti investicionih projekata se moglo vidjeti da je kriterij roka povrata uložених sredstava u konfliktu sa druga dva kriterija. Rješavanje ovog konflikta u radu je izvršeno pomoću težinskih koeficijenata, gdje je dodijeljen manji težinski koeficijent za ovaj kriterij u odnosu na druge kriterije i tako ovaj kriterij nije značajnije utjecao na donošenje konačne odluke o izboru investicionog projekta koji daje najbolje pokazatelje. Pri tome je korištena AHP metoda, pošto TOPSIS metoda nema mogućnosti određivanja značaja kriterija u svome postupku.

Za prikaz načina rješavanja navedenog problema investicionog odlučivanja korišteno je deset investicionih projekata i primijenjena je TOPSIS metoda

višekriterijske analize kako bi se odredila rang lista investicionih projekata. Pri tome je korištena metodologija bazirana na četiri koraka koja na jednostavan i praktičan način kreira rang listu investicionih projekata i olakšava proces donošenja odluke o izboru investicionog projekta koji pokazuje najprihvatljivije rezultate za investitore.

SUMMARY:

Using an exact scientific method, which incorporates a ranking system for investment projects according to their financial and marketing efficiency grades, this paper presents an approach which explores investment-related decision making. Dynamic grading methods, as well as the multi-criteria method called "TOPSIS", are used for this very purpose.

A selection between several investment projects means using different methods of analysis and selecting the one which is most suitable (the one which aids company development). During that process, it is necessary to set an investment goal, the criteria which will be used to monitor the achievement of the set goals, and finally select the investment project which is best suited for achieving the investment goal.

For sorting out the problems encountered during investment-related decision making, ten investment projects were used whose dynamic grading methods were calculated and the TOPSIS method applied in order to form a ranking list of the investment projects to enable the selection of the best suited project.

Key words: *TOPSIS method, investment projects, dynamic grade, ranking list.*

LITERATURA

1. Brigham, E.F., Ehrhardt, M. C., 2008., *Financial Managment: Theory and Practice*, 12th edition, Meson OH: Thomson Learning, Inc.,
2. Bukumirović, M., Čupić, A. (2005), *Vrednovanje karakteristika infrastrukture poštanskih centara*, Simpozij: PosTel Beograd,
3. Jovanović, P., 1997., *Upravljanje investicijama*, Beograd: FON
4. Krčmar M., 2002., *Finansijska matematika i metode investicionog odlučivanja*, Sarajevo: Kemigrafika-Trade,
5. Lu J., Zhang, G., Ruan D., Wu F., 2007., *Multi-Objective Group Decision Making – Methods, Software and Applications with Fuzzy Set Techniques*, London: Imperial College Press,
6. Srđević, B., 2002., *Višekriterijsko vrednovanje namena akumulacije*, Vodoprivreda, 34.;
7. Srđević B, Srđević Z., Zoranović, T., 2002., *PROMETHEE, TOPSIS I CP u višekriterijskom odlučivanju u poljoprivredi*, Letopis naučnih radova 26(1),
8. Stević, S., 2010., *Finansijska matematika, osnovi i primjena*, Brčko: Ekonomski fakultet,
9. Triantaphyllou, E., 2000., *Multi-criteria decision making methods: a comparative study*, Massachusette: Kluwer Academic Publishers, Norvell,
10. Van Horne, J.C., 1993., *Financijsko upravljanje i politika (finansijski menadžment)*, deveto izdanje, Zagreb: Mate,
11. Van Horne, J.C, Wachowicz J.M., 2008., *Fundamentals of financial management*, 13th edition, New Jersey: Prentice Hall imprint,

