

**SISTEM ZA EVALUACIJU FINANSIJSKIH PERFORMANSI
KOMPANIJE ZASNOVAN NA LOGIČKOM PRISTUPU
LOGIC-BASED SYSTEM FOR EVALUATION OF
CORPORATE FINANCIAL PERFORMANCE**

Aleksandar Rakićević, Pavle Milošević, Ana Poledica
Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu

REZIME: Prilikom ocenjivanja poslovnih performansi kompanije jedna od najkritičnijih aspekata koje je potrebno sagledati je finansijski aspekt. Za finansijsku evaluaciju koristi se veliki broj pokazatelja i različitih indeksa performansi koji služe kao osnova za razvoj sistema za ocenu uspešnosti kompanija. Tako se problem finansijske evaluacije svodi na problem višekriterijumskog odlučivanja gde se ukupna ocena može dobiti primenom različitih agregacionih metoda (npr. težinska suma, OWA, itd.). Tradicionalne, za razliku od metoda zasnovanih na logici, nisu u mogućnosti da modeluju složene veze koje mogu postojati u problemima gde ljudski faktor ima posebnu važnost. Korišćenjem logičkih izraza moguće je matematički opisati preferencije, zahteve i iskustvo donosioca odluke koje su izražene lingvističkim izrazima bliskim ljudskoj logici. Kada je reč o finansijskim podacima moguće je uočiti pored statističkih i logičke zavisnosti, pa se zbog toga logički pristupi smatraju adekvatnim za rešavanje ovih problema. U ovom radu, predložen je sistem za evaluaciju finansijskih performansi kompanije sa odgovarajućom softverskom podrškom. U osnovi ovog sistema nalazi se metoda logičke agregacija zasnovana na interpolativnoj Bulovoj algebri. U radu su predstavljeni i rezultati primene predloženog pristupa za analizirane kompanije.

KLJUČNE REČI: poslovne performanse, ocena finansijskih performansi, višekriterijumsko odlučivanje, finansijska analiza, finansijska racija, logička agregacija, interpolativna Bulova logika

ABSTRACT: In corporate performance evaluation one of the most critical issues that needs to be considered is the financial aspect of a company. For the purpose of financial evaluation various indicators and performance measures are applied and they can serve as a basis for development of different evaluation systems. Thus, the problem of financial evaluation is regarded as a multi criteria decision making problem where total assessment is obtained by means of different aggregation methods (e.g. weighted sum, OWA, etc.). Traditional methods, contrary to logic-based approach, are not able to account for complex dependences that may occur in the problems where human factor is included. Using logical expressions it is possible to mathematically model decision maker's preferences, demands and experience which are described by linguistic expressions close to human reasoning. When it comes to financial data, both statistical and logical dependences can be recognized. Therefore, logic-based approach may be appropriate for solving financial problems. In this paper, a system for evaluation of corporate financial performance and its software support are proposed. The central part of the system refers to the method of logical aggregation based on interpolative Boolean algebra. The results of the companies analyzed in the paper are also presented.

KEY WORDS: corporate performance, financial performance evaluation, MCDM, financial analysis, financial ratios, logical aggregation, interpolative Boolean algebra

1. UVOD

Merenje performansi je veoma važna aktivnost u vrednovanju i upravljanju investicija i kompanija. Pri tome se merenje performansi najčešće svodi na analizu finansijskih performansi. Ocena finansijskih performansi se zasniva na različitim racijama finansijske analize koji služe kao indikatori likvidnosti, profitabilnosti, itd. prema već utvrđenim pravilima i preporukama iz literature i prakse. Međutim, pokazalo se da ovi tradicionalni pokazatelji nisu dovoljni da potpuno opišu finansijsko stanje kompanije. Sve više pažnje je usmereno na dobijanje sofisticiranih mera i indikatora performansi koji bi bili dobra osnova za analizu i predviđanje uspešnosti kompanije od strane menadžmenta.

Problem evaluacije finansijskih performansi dosta je obrađivan u literaturi. Klasične metode obuhvataju standardne metodologije koje se zasnivaju na prostim finansijskim metrikama, kao i sveobuhvatne metodologije koje kombinuju više mera. Pregled prostih i sveobuhvatnih metodologija za merenje performansi/vrednovanje investicija dat je u [1]. Ranije studije su uglavnom koristile tradicionalne statističke tehnike

(npr. Faktorska analiza, ANOVA, linearna regresija itd) dok novije studije ovom problemu prilaze preko naprednih tehnika odlučivanja [2]. Noviji pristupi problem ocenjivanja performansi posmatraju kao problem višekriterijumskog odlučivanja gde se na osnovu više kriterijuma bira najbolja od ponuđenih alternativa.

U tom smislu za rešavanje ovog problema najčešće su primenjivane različite metode višekriterijumskog odlučivanja kao što su AHP, stabla odlučivanja, TOPSIS, VIKOR, itd. U literaturi postoje radovi u kojima se primenjuje metoda fazi višekriterijumskog odlučivanja za ocenu finansijskih performansi aviokompanija u Tajvanu [3]; fazi AHP pristup se koristio pri evaluaciji finansijskih performansi kompanija u petrohemijskom sektoru [4]; fazi AHP zajedno sa metodama višekriterijumskog odlučivanja TOPSIS i VIKOR primenjen je za evaluaciju finansijskih performansi kompanija iz različitih proizvodnih sektora [5]; pomoću fazi AHP-a i TOPSIS-a rađena je evaluaciju performansi turskih kompanija cementa [6]; fazi evaluacija performansi pomoću AHP-a i TOPSIS-a korišćena je i u turskom bankarskom sektoru [7].

U ovom radu se predlaže sistem za evaluaciju finansijskih performansi kompanije zasnovan na logičkom pristupu. Osnova ovog sistema je primena metode logičke agregacije za dobijanje ukupne ocene performansi na osnovu izabranih finansijskih racija. Prednost ovog metoda je u tome što je moguće formirati raznovrsne agregacione funkcije kombinovanjem racija i modelovanjem različitih veze i zavisnosti koje postoje između njih. U tom smislu sistem omogućava da korisnik/donosilac odluke sam definiše funkciju koja najbolje opisuje njegove preferencije i mišljenje u pogledu racija koje smatra da su ključni kao i njihovog međusobnog odnosa. Za razliku od ovih korisnički definisanih agregacionih funkcija, u sistemu postoje ponuđene i predefinisane funkcije koje opisuju ekonomske principe i pravilnosti koje su već priznate u literaturi i praksi. Sve agregacione funkcije se mogu jednostavno dobiti korišćenjem lingvističkih izraza odnosno opisom koji je blizak ljudskom zaključivanju. Zatim se lingvistički izrazi prevode u logičke koji se putem softvera transformišu u IBA polinome koji predstavljaju njihovu viševrednosnu realizaciju na jediničnom intervalu. Vrednost IBA polinoma predstavlja ocenu performansi kompanije koja se posmatra sa aspekta odabrane agregacione funkcije.

Rad je organizovan na sledeći način. U narednom poglavlju date su teorijske osnove predloženog sistema kroz kratak opis osnovnih koncepata finansijske analize, teorije interpolativne Bulove algebre i logičke agregacije zasnovane na njoj. Treće poglavlje opisuje strukturu i funkcionalnosti sistema. U četvrtom poglavlju prikazani su primeri korišćenja predloženog sistema, kao i rezultati dobijeni za dva izabrana scenarija korišćenja. U završnom poglavlju dat je zaključak.

2. METODOLOGIJA

2.1. Finansijska analiza

Stavljajući različite stavke finansijskih izveštaja u međusobni odnos i poredeći ih sa drugim kompanijama iz industrije, finansijska analiza pomaže investitorima, kreditorima i menadžmentu kompanije da bolje razume performanse kompanije. Finansijska racija (pokazatelji) predstavljaju upravo odnose između različitih stavki finansijskih izveštaja. Ona su napravljena tako da otkriju neke važne aspekte finansijskog stanja analizirane kompanije. U zavisnosti od aspekta njihovog fokusa, mogu se podeliti u četiri velike grupe pokazatelja i to:

POKAZATELJI PROFITABILNOSTI	POKAZATELJI AKTIVNOSTI	POKAZATELJI LIKVIDNOSTI	POKAZATELJI FINANSIJSKOG RIZIKA	POKAZATELJI TRŽIŠNE VREDNOSTI
Prinos na sredstva $\frac{\text{Neto dobitak}}{\text{Ukupna sredstva}}$	Koeficijent obrta sredstava $\frac{\text{Prihodi}}{\text{Ukupna sredstva}}$	Tekući racio $\frac{\text{Tekuća sredstva}}{\text{Tekuće obaveze}}$	Odnos duga prema sredstvima $\frac{\text{Ukupne obaveze}}{\text{Ukupna sredstva}}$	Zarada po akciji $\frac{\text{Neto dobit}}{\text{Broj akcija}}$
Prinos na kapital $\frac{\text{Neto dobitak}}{\text{Kapital}}$	Koeficijent obrta zaliha $\frac{\text{Cena prodane robe}}{\text{Prosečne zalihe}}$	Brzi racio $\frac{\text{Tekuća sredstva} - \text{zalihe}}{\text{Tekuće obaveze}}$	Odnos duga prema kapitalu $\frac{\text{Ukupne obaveze}}{\text{Kapital}}$	Odnos cene i zarade $\frac{\text{Cena akcije}}{\text{Zarada po akciji}}$
Neto profitna margina $\frac{\text{Neto profit}}{\text{Prihodi}}$	Koeficijent obrta potraživanja $\frac{\text{Prodaja na odloženo}}{\text{Prosečna potraživanja}}$	Keš racio $\frac{\text{Gotovina i gotovinski ekvivalenti}}{\text{Tekuće obaveze}}$	Koeficijent pokrivenosti duga $\frac{\text{Dobit pre kamate i poreza}}{\text{Ukupan dug}}$	Odnos tržišne i knjigovod. cene $\frac{\text{Cena akcije}}{\text{Knjigov. cena akcije}}$
Bruto profitna margina $\frac{\text{Bruto profit}}{\text{Prihodi}}$	Prosečni period naplate potraživanja $\frac{\text{Potraživajna}}{\text{Prodaja na odloženo}/365}$	Racio operativnog novčanog toka $\frac{\text{Operativni novčani tok}}{\text{Ukupna dugovanja}}$	Racio pokrivenosti kamate $\frac{\text{Dobit pre kamate i poreza}}{\text{Troškovi kamata}}$	Odnos tržišne kapitalizacije i prihoda $\frac{\text{Tržišna kapitalizacija}}{\text{Prihodi}}$
...

Tabela 1. Finansijski pokazatelji

profitabilnosti, aktivnosti, likvidnosti, finansijske strukture i investicione pokazatelje (pokazatelje tržišne vrednosti). U sledećoj Tabeli 1. prikazani su neki od najpoznatijih finansijskih racija koji su implementirani u okviru predstavljenog sistema za evaluaciju finansijskih performansi.

Pojedinačna finansijska racija su dobar početni osnov za sprovođenje analize finansijskih performansi kompanije. Povezujući veći broj racija, istraživači su razvili razne vrste specijalno fokusiranih analiza koje su u stanju da otkriju činjenice o finansijskom stanju kompanije koje nisu vidljive na nivou pojedinačnih racija.

2.2. Interpolativna Bulova algebra i logička agregacija

Pri analizi poslovanja jedne kompanije potrebno je sagledati veliki broj pokazatelja finansijskih performansi. Teži se da se, sem poređenja pojedinačnih racija, što više pokazatelja posmatra u istom kontekstu, agregisani. Sem samih vrednosti pokazatelja u razmatranje je poželjno uključiti i njihove međusobne veze (logičke veze, kauzalnosti, korelacije itd.). Stoga, različite metode bazirane na viševrednosnoj/fazi logici se primenjuju uz standardne statističke tehnike. U ovom poglavlju dajemo kratak osvrt na interpolativna Bulova algebra (IBA) i logičku agregaciju (LA), metode za valjanu logičku analizu i agregaciju promenljivih.

IBA je konzistentna viševrednosna realizacija Bulove algebre u smislu da čuva, na nivou vrednosti, sve zakone na kojima Bulova algebra počiva [8]. IBA se sastoji od dva nivoa – simboličkog i vrednosnog. Na simboličkom nivou zadati logički izraz se transformiše u generalizovani Bulov polinom (GBP) na osnovu pravila transformacije definisanih u [9]. Transformacijom na simboličkom nivou se omogućuje očuvanje Bulovih zakona, odnosno logička konzistentnost, od čega ostale viševrednosne logike odstupaju.

U GBP se osim standardnih aritmetičkih operacija sabiranja i oduzimanja pojavljuje i operator generalizovanog proizvoda (GP). Naime, GP može biti bilo koja funkcija u veća od Lukasijevičevog operatora, a manja od minimuma:

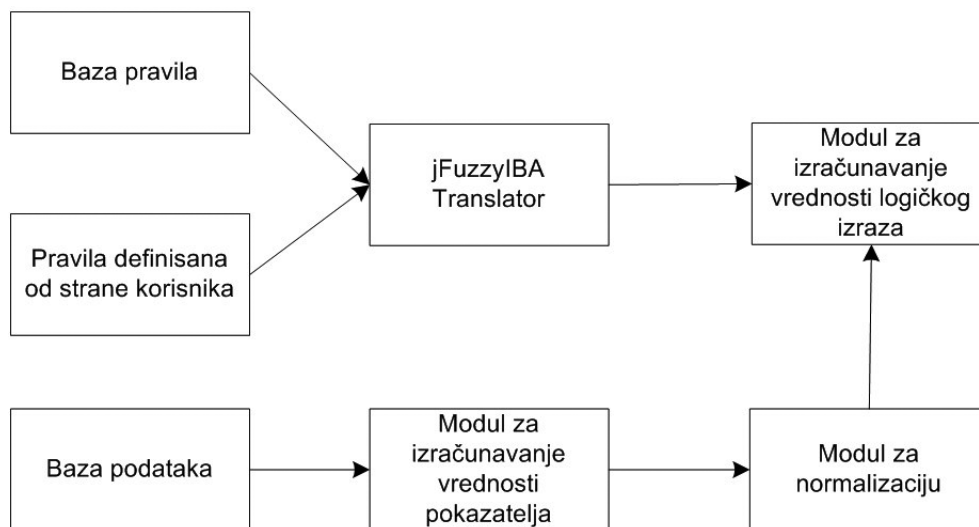
$$\max(a + b - 1, 0) \leq a \otimes b \leq \min(a, b)$$

Izbor operatora za GP se vrši na osnovu prirode/korelacije promenljivih koje se agregišu. Na vrednosnom nivou, nakon izbora GP-a, promenljivima se zadaju vrednosti i vrši izračunavanje izraza. Više detalja o IBA možete naći u [10].

Logička agregacija (LA) je konzistentna i transparentna agregaciona tehnika zasnovana na IBA [11]. Ona podrazumeva da se normalizovane vrednosti ulaznih promenljivih agregišu korišćenjem GBP-a u rezultujuću vrednost. Prednost LA u odnosu na tradicionalne metode agregacija (npr. težinsku sumu) je to što ona omogućuje modelovanje složenih logičkih veze koje mogu postojati u problemima gde ljudski faktor ima posebnu važnost. Takođe, brojni agregacioni operatori, poput težinske sume, OWA, Šokeovog integrala, su specijalni slučajevi logičke agregacije. LA je do sada već uspešno korišćena kao alat za analizu finansijskih performansi [12, 13, 14].

3. OPIS SISTEMA

Predloženi sistem za evaluaciju finansijske uspešnosti kompanije ima tri osnovne funkcionalnosti: evaluacija/rangiranje kompanija na osnovu agregacije više grupa finansijskih pokazatelja, evaluaciju/rangiranje kompanija po određenoj grupi finansijskih pokazatelja i „in-depth“, odnosno analiza u dubinu određenih aspekata finansijskog poslovanja. Sistem se sastoji od baze podataka, baze pravila, jFuzzyIBATranslatora koji imaju ulogu u IBA transformaciji logičnih izraza i modula za izračunavanje vrednosti pojedinih pokazatelja, preprocesiranje ulaznih varijabli i izračunavanje vrednosti samog izraza. Arhitektura predloženog sistema je prikazana na Slici 1.



Slika 1. Prikaz sistema za evaluaciju finansijskih performansi kompanije

Dalje u ovom poglavlju daćemo detaljan opis strukture i način rada sistema.

Rangiranje/evaluacija kompanija se vrši na osnovu logičkih izraza, skladištenih u bazi pravila i onih koje korisnik može opcionalno dodati. Za svaku grupu finansijskih pokazatelja u bazi postoji jedan ili više izraza, koji se agregišu u jedinstven pokazatelj poslovanja.

„FuzzyIBATranslator [15] je softverski modul koji omogućava rad sa IBA. Ova komponenta ima trojaku ulogu. Prvo, vrši leksičku i sintaktičku analizu izraza unetih u od strane korisnika. Zatim se logički izrazi, bilo iz baze pravila bilo korisnički definisani, prevode u odgovarajuće generalizovane Bulove polinome, koji se svode na matematički najjednostavniji oblik. Izbor operatora koji ima ulogu generalizovanog proizvoda je automatizovan – u slučaju da su promenljive/indikator iz iste grupe finansijskih pokazatelja koristi se funkcija min, a u slučaju agregacija različitih koristi se proizvod. Ovako dobijeni aritmetički izrazi su konačni oblici kriterijumske funkcije za evaluaciju.

Baza podataka sadrži sirove podatke koji se direktno isčitavaju iz finansijskih izveštaja. Na osnovu njih se pomoću modula za izračunavanje računaju finansijski indikatori koji su ulazne varijable u predloženi model. Ove vrednosti su iz skupa realnih brojeva, te ih je potrebno normalizovati na interval [0,1]. Do sada je u sistem ugrađena samo min-max normalizacija.

Tako predprocesirane varijable su ulazi prethodno pripremljen matematički model. Nakon izvršenja elementarnih matematičkih operacija (sabiranje, oduzimanje, množenje, minimum, maksimum), dobijaju se konačne izlazne vrednosti na intervalu [0,1], na osnovu kojih je moguće rangirati firme unutar zadatog sektora industrije.

4. PRIMERI UPOTREBE SISTEMA

4.1. Podaci

Predstavljeni sistem za evaluaciju finansijskih performansi kompanije koristi podatke iz finansijskih izveštaja koje kompanije objavljuju na godišnjem, polugodišnjim i kvartalnim nivoima. U slučaju ove studije, korišćeni su podaci prikupljeni sa finansijskog servisa Yahoo.com koji obuhvataju veliki broj svetskih kompanija. Podaci obuhvataju finansijske izveštaje za 2013. godinu.

4.2. Primer 1: Ocena performansi na osnovu zadatog kriterijuma

Pretpostavimo situaciju da potencijalni investitor koji poseduje izvesno znanje analize knjigovodstvenih racija želi da rangira kompanije koje se bave proizvodnjom elektorske opreme (eng. Electronic equipment). Kriterijumi koji ga zanimaju su profitabilnost kompanije i njena zaduženost. Dva knjigovodstvena racija koji se najčešće koriste za analizu profitabilnosti određene kompanije su prinos na ukupna sredstva ROA (eng. Return on Asset) i prinos na kapital ROE (eng. Return on Equity). Iako u određenim slučajevima niske/negativne vrednosti ovih racija mogu imati pozitivnu konotaciju (npr. kompanija se rešava skupih kredita zarad stabilnosti i održivog rasta u budućnosti) veće vrednosti ovih pokazatelja se smatraju boljim. Finansijski leveridž FL (eng. Financial Leverage) je racio koji se koristi za opis strukture sredstava u okviru kompanije. Što je FL veći to je udeo akcijskog kapitala u ukupnim sredstvima kompanije manji, odnosno stepen zaduženosti kompanije je veći.

Kompanija	Oznaka	ROA	ROE	FL	CF
Apple Inc	AAPL	0.179	0.300	1.675	0.998
Renishaw	RSW.L	0.188	0.246	1.309	0.927
Samsung Electronics Co Ltd	SSU.DE	0.139	0.199	1.427	0.863
De'Longhi	DLG.MI	0.078	0.175	2.242	0.803
Whirlpool of India Ltd	WHIRLPOOL.BO	0.078	0.166	2.120	0.796
Royal Philips NV	PHG	0.044	0.105	2.368	0.699
Hitachi Home & Life Solns	HITACHIHO.NS	0.011	0.033	3.167	0.567
LG Electronics Inc	LGLG.DE	0.005	0.014	2.800	0.556
Bajaj Electricals Ltd	BAJAJELEC.NS	-0.002	-0.007	3.795	0.488
Sony Corporation	SNE	-0.008	-0.057	6.790	0.326
Sharp India Ltd	SHARP.BO	0.005	0.059	11.179	0.229
Videcon Industries Ltd	VIDEOIND.NS	-0.038	-0.383	10.051	0.049
Panasonic Appliances	PANASONIC.BO	-0.049	-0.442	9.026	0.000

Tabela 2. Kompanije rangirane po korisnički definisanoj funkciji za profitabilnost

Korisnikova logika je sledeća: ako kompanija ima visok finansijski leveridž, korisnika zanimaju firme sa velikim prinosom na ukupna sredstva. S druge strane, ako firma nije visoko zadužena korisnika zanima prihod na kapital. Ovako zadat kriterijum može se opisati sledećim logičkim izrazom:

$$CF = (FL \wedge ROA) \vee (\neg FL \wedge ROE)$$

Ovaj izraz sistem automatski prevodi u odgovarajući GBP:

$$CF = ROE + FL \otimes ROA - FL \otimes ROE$$

S obzirom da korišćena racija nisu iz iste grupe finansijskih pokazatelja (ROE i ROA su racija profitabilnosti, dok je FL pokazatelj finansijskog rizika) operator koji uzima ulogu GP je algebarski proizvod ($\otimes := \times$). Na ovaj način, u razmatranje ocene određene firme uključena su vrednosti samih racija, njihova logička zavisnost (korišćenjem korisnički definisanog logičkog izraza) i njihova priroda (automatskim izborom operatora za generalozovani proizvod).

Rezultati za 13 odabranih kompanija iz posmatranog sektora su prikazani u Tabeli 2.

Zbog niske vrednosti FL i visokih vrednosti pokazatelja profitabilnosti AAPL je izdvojena kao najbolja po odabranoj kriterijumskoj funkciji. Iz istog razloga su RSW.L i SSU.DE takođe u samom vrhu. Bez obzira na negativne pokazatelje profitabilnosti, kompanije BAJAJELECS.NS i SNE su bolje rangirane od SHARP.BO. Razlog za to je nevelika razlika u ROA između ovih kompanija i izrazito visoka vrednost FL kompanije SHARP.BO. Zbog visoke vrednosti finansijskog leveridža izuzetno mala vrednost ROE za kompanija PANASONIC.BO i VIDEOIND.NS nije uzeta u razmatranje. Bez obzira na to, ove dve kompanije su ubedljivo poslednje u rangiranju jer imaju i nisku vrednost ROA.

4.3. Primer 2: DuPont analiza profitabilnosti kompanije

DuPont analiza, takođe poznata pod nazivima DuPont metod ili DuPont šema, je dobro poznati metod dekompozicije racija profitabilnosti u multiplikativne komponente kojima se mogu otkriti uzroci postignutih performansi. Najpoznatije DuPont dekompozicije su ROA i ROE dekompozicije. U ovom primeru, biće prikazana analiza kompanija korišćenjem DuPont ROE dekompozicije.

ROE meri koliko efikasno kompanija koristi svoj kapital. Ovaj pokazatelj je od velike važnosti, posebno za investiture čiji je prinos na investiciju u direktnoj vezi sa ovim pokazateljem. DuPont analiza dekomponuje ROE na tri faktora:

1. efikasnost poslovanja, merena profitnom marginom (PM),
2. efikasnost korišćenja sredstava, merena koeficijentom obrta ukupnih sredstava (KOS)
3. finansijski leveridž, koji se meri multiplikatorom kapitala (MK).

Predstavljena matematičkom formulom, dekompozicija izgleda ovako:

$$ROE = \frac{Neto\ profit}{Prihodi} \times \frac{Prihodi}{Ukupna\ aktiva} \times \frac{Ukupna\ aktiva}{Kapital}$$

Povećanjem/smanjenjem bilo koja od ova tri faktora vodi povećanju/smanjenju ROE pokazatelja. Na taj način, DuPont analiza je u stanju da otkrije na koji način analizirana kompanija ostvaruje prikazanu profitabilnost.

U okviru predstavljenog sistema, implementiran je DuPont metod zasnovan na logičkom pristupu, predstavljen u [14]. Ovaj pristup je u mogućnosti da korišćenjem logičkih izraza opiše različite rezultate DuPont dekompozicije ROE koje mogu proizići iz uticaja prethodno tri opisana faktora. Evaluacijom tih izraza korišćenjem interpolativne Bulove algebra, moguće je kvantifikovati pripadnost analizirane firme poželjnim oblicima ponašanja (poželjnim načinima ostvarivanja analiziranog ROE faktora) i rangirati ih prema tome. Na primer, poželjni način realizacije visokog nivoa ROE faktora može biti kroz visok nivo prva dva faktora koja utiču na njega (neto profitne margine i koeficijenta obrta sredstava) i nizak nivo faktora rizika (finansijskog leveridža). Logički izraz koji opisuje ovakvu preferenciju je

$$PM \wedge KOS \wedge \neg MK$$

Korišćenjem teorije interpolativne Bulove algebra izraz se prevodi na sledeći način:

$$\begin{aligned} (PM \wedge KOS \wedge \neg MK)^{\otimes} &= PM \otimes KOS \otimes (1 - MK) \\ &= PM \otimes KOS - PM \otimes KOS \otimes MK \end{aligned}$$

Izborom adekvatnog operatora generalizovanog proizvoda, u ovom slučaju običnog proizvoda, dobijamo konačni oblik izraza:

$$(PM \wedge KOS \wedge \neg MK)^{\otimes} = PM \cdot KOS - PM \cdot KOS \cdot MK$$

Detaljan prikaz primene logičkog DuPont pristupa zasnovanog na interpolativnoj Bulovoj algebra na analizi performansi uspešnosti kompanija objašnjen je u radu [14].

Korišćenjem predloženog sistema za evaluaciju finansijskih performansi, izvršena je analiza performansi nad kompanijama smeštenim u bazi podataka. U okviru Tabele 3. prikazaćemo rezultate za izabrane kompanije iz sektora elektronske opreme.

Vrednosti u tabeli pokazuju nivoe ostvarenosti svih mogućih obrazaca ponašanja koji se mogu definisati DuPont dekompozitivijom ROE pokazatelja. Dobijeni rezultati pokazuju da kompanije AAPL i RSW.L posluju na sličan način, odnosno imaju sličan način ostvarivanja njihove vrednosti ROE pokazatelja. Obe firme u najvećoj meri (0.42 i 0.46) pripadaju obrascu koji karakteriše poslovanje sa visokom profitnom

	AAPL	BAJAJELEC.NS	DLG.MI	HITACHIHO.NS	LGLG.DE	PANASONIC.BO	PHG	RSWL	SHARP.BO	SNE	SSU.DE	VIDEOIND.NS	WHIRLPOOL.BO
$PM \wedge KOS \wedge MK$	0.17	0.17	0.15	0.16	0.18	0.30	0.10	0.16	0.21	0.04	0.18	0.00	0.25
$\neg PM \wedge KOS \wedge MK$	0.01	0.27	0.12	0.24	0.28	0.62	0.10	0.00	0.33	0.07	0.07	0.00	0.25
$PM \wedge \neg KOS \wedge MK$	0.42	0.10	0.22	0.11	0.08	0.00	0.23	0.46	0.18	0.25	0.26	0.00	0.07
$PM \wedge KOS \wedge \neg MK$	0.10	0.07	0.08	0.08	0.09	0.03	0.06	0.10	0.00	0.01	0.11	0.00	0.14
$\neg PM \wedge \neg KOS \wedge MK$	0.03	0.17	0.17	0.17	0.13	0.00	0.22	0.00	0.28	0.48	0.11	0.96	0.07
$\neg PM \wedge KOS \wedge \neg MK$	0.01	0.11	0.06	0.11	0.14	0.06	0.05	0.00	0.00	0.01	0.04	0.00	0.14
$PM \wedge \neg KOS \wedge \neg MK$	0.25	0.04	0.12	0.05	0.04	0.00	0.12	0.29	0.00	0.05	0.16	0.00	0.04
$\neg PM \wedge \neg KOS \wedge \neg MK$	0.02	0.07	0.09	0.08	0.06	0.00	0.12	0.00	0.00	0.10	0.06	0.04	0.04

Tabela 3. Rezultati logičke DuPont analize

marginom, niskim obrtom sredstava i visokim multiplikatorom kapitala tj. višim stepenom rizika. I kod ostalih obrazaca ove dve kompanije pokazuju sličan stepen ostvarenosti.

Druge dve kompanije koje su interesantne za analizu su VIDEOIND.NS i SNE. Obe kompanije pokazuju priličan stepen sličnosti ostvarujući u najvećoj meri obrazac koji može ukazivati na velike finansijske poteškoće. Radi se o obrascu koji ukazuje na slabu profitabilnost, nizak koeficijent obrta sredstava i visok rizik. Upoređivanjem stepena pripadnosti datom obrascu, dolazi se do zaključka da je kompanija VIDEOIND.NS u mnogo lošijoj situaciji od SNE, ali je jasno da se ni SNE ne nalazi u zavidnoj poziciji.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu, predložen je sistem za evaluaciju finansijskih performansi kompanija zasnovan je na finansijskoj racio analizi i teoriji interpolativne Bulove algebre. IBA, kao konzistentna realno-vrednosna generalizacija klasične Bulove algebre, koristi se kao okvir za logičku agregaciju finansijskih pokazatelja. Predložen sistem je u mogućnosti da prihvati zahteve korisnika u obliku logičkih izraza i da ih transformiše u matematičke forme koje je moguće proračunati i koje imaju rezultat na jediničnom intervalu. Na osnovu dobijenih rezultata, izabrane kompanije mogu se analizirati, rangirati, klasifikovati, itd. Pored korisnički definisanih kriterijuma sistem podržava i specifične metode finansijske analize uz korišćenje logičkog pristupa. Rad sistema je prikazan kroz dva realna primera analize performansi izabranih kompanija.

Predloženi sistem je posledica dosadašnjeg rada autora na primeni teorije interpolativne Bulove algebre u problemima finansijske analize i odlučivanja. Na osnovu dosadašnjih primena i primera prikazanih u ovom radu, možemo zaključiti da korišćenje interpolativne Bulove algebra u finansijskoj analizi unapređuje postojeće metode merenja finansijskih performansi dajući korisnicima širu perspektivu. U planu autora je dalji rad na nadogradnji sistema uvođenjem vremenske dimenzije radi razmatranja dinamike performansi i implementacije mehanizama za učenje.

6. LITERATURA

- [1] Pajic A. (2011) Merenje performansi IT investicija. Info M 40: 4-9.
- [2] Delen D., Kuzey C., Uyar A. (2013). Measuring firm performance using financial ratios: A decision tree approach. Expert Systems with Applications 40(10): 3970-3983.
- [3] Wang Y J (2008) Applying FMCDM to evaluate financial performance of domestic airlines in Taiwan. Expert Systems with Applications 34(3):1837-1845.
- [4] Shaverdia M, Heshmatib MR, Ramezanic I (2014) Application of Fuzzy AHP Approach for Financial Performance Evaluation of Iranian Petrochemical Sector. Procedia Computer Science 31:995-1004.
- [5] Yalcin N, Bayrakdaroglu A, Kahraman C (2012) Application of fuzzy multi-criteria decision making methods for financial performance evaluation of Turkish manufacturing industries. Expert Systems with Applications 39:350-364.
- [6] Ertugrul I, Karakasoglu N (2007) Performance evaluation of Turkish cement firms with fuzzy analytic hierarchy process and TOPSIS methods. Expert Systems with Applications 36(1):702-715.

- [7] Secme NY, Bayrakdaroglu A, Kahraman C (2009) Fuzzy performance evaluation in Turkish Banking Sector using Analytic Hierarchy Process and TOPSIS. *Expert Systems with Applications* 36(9):11699-11709.
- [8] Radojevic D (2000) [0,1]-valued logic: A natural generalization of Boolean logic, *Yugoslav Journal of Operations Research* 10(2):185-216.
- [9] Radojevic D (2008) Real sets as consistent Boolean generalization of classical sets. In: Zadeh L, Tufis D, Filip F, Dzitac I (Eds.) *From Natural Language to Soft Computing: New Paradigms in Artificial Intelligence*, pp. 150-171.
- [10] Radojevic D (2013) Real-Valued Realizations of Boolean Algebras Are a Natural Frame for Consistent Fuzzy Logic. In: Sesing R, Trillas E, Moraga C, Termini S (Eds.) *On Fuzziness: A Homage to Lotfi A. Zadeh*, Studies in Fuzziness and Soft Computing 299, pp. 559-565.
- [11] Radojevic D (2008) Logical Aggregation Based on Interpolative Boolean Algebra, *Mathware & Soft Computing* 15:125-141.
- [12] Rakicevic A, Dobric V, Radojevic D (2010) Selection of equity securities with logical aggregation. In: Ruan D, Li T, Chen G, Kerre EE (Eds.) *Computational Intelligence: Foundations and Applications*, Proceedings of the 9th International FLINS Conference, pp. 553-558.
- [13] Kostic J, Bakajac M, Milosevic P, Poledica A (2013) Ranking of Banks using Logical Aggregation. In: Mladenovic N, Savic G, Kuzmanovic M, Makajic Nikolic M, Stanojevic M (Eds.) *Proceedings of the 11th Balkan Conference on Operational Research (BALCOR-13)*, pp. 3-11.
- [14] Rakicevic A, Milosevic P, Petrovic B, Radojevic D (2014) DuPont financial ratio analysis using Logical aggregation. In: *Proceedings of the 6th International Workshop on Soft Computing Application (SOFA 2014)*, .
- [15] Milosevic P, Petrovic B, Radojevic D, Kovacevic D (2014) A software tool for uncertainty modeling using Interpolative Boolean algebra. *Knowledge-Based Systems* 62:1-10.



Rakićević Aleksandar – asistent, Fakultet organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu
Kontakt: aleksandar.rakicevic@fon.bg.ac.rs
Oblast interesovanja: Računarska inteligencija, Mašinsko učenje, Dinamika i modelovanje sistema, Finansijsko modelovanje



Milošević Pavle – saradnik u laboratoriji, Fakultet organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu
Kontakt: pavle.milosevic@fon.bg.ac.rs
Oblast interesovanja: Računarska inteligencija, Mašinsko učenje, Heurističke metode optimizacije, Analiza vremenskih serija



Poledica Ana – asistent, Fakultet organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu
Kontakt: apoledica@fon.bg.ac.rs
Oblast interesovanja: Računarska inteligencija, Mašinsko učenje, Kvantitativne finansije, Analiza vremenskih serija



CIP – Katalogizacija u publikaciji Narodna biblioteka Srbije, Beograd 659.25

INFO M : časopis za informacionu tehnologiju i multimedijalne sisteme = journal of information technology and multimedia systems / glavni i odgovorni urednik Dejan Simić.

– Štampano izd. – God. 1, br. 1 (2002) – . – Beograd : Fakultet organizacionih nauka, 2002 – (Stara Pazova : SAVPO). – 30 cm

Tromesečno. – Je nastavak: Info Science = ISSN 1450-6254. – Drugo izdanje na drugom medijumu: Info M (CD-ROM izd.) = ISSN 1451-4435

ISSN 1451-4397 = Info M (Štampano izd.) COBISS.SR-ID 105690636