



STRUKTURIRANJE OPTIMALNOG INVESTICIONOG PORTFOLIJA DOBROVOLJNOG PENZIONOG FONDA PRIMENOM ANALITIČKOG MREŽNOG PROCESA

Predrag Mimović

Univerzitet u Kragujevcu, Ekonomski fakultet, Srbija

✉ mimovicp@kg.ac.rs

Milena Jakšić

Univerzitet u Kragujevcu, Ekonomski fakultet, Srbija

Violeta Todorović

Univerzitet u Kragujevcu, Ekonomski fakultet, Srbija

UDK
519.816
Originalni
naučni rad

Primljeno:
29.08.2012.
Prihvaćeno:
18.11.2012.

Apstrakt: Tradicionalna portfolio teorija, polazeći od nekih osnovnih pravila, nedovoljno precizno i često subjektivno vrši selekciju adekvatnih klasa hartija od vrednosti koje treba da čine optimalni investicioni portfolio. S obzirom na višekriterijumsku prirodu donošenja odluka u finansijskom menadžmentu, u radu je predložena i demonstrirana mogućnost metodološke podrške Analitičkog mrežnog procesa u izboru i konstrukciji optimalnog investicionog portfolija na primeru dobrovoljnog penzionog fonda, kao hipotetičkog investitora.

Ključne reči: višekriterijumsko odlučivanje, finansije, investicioni portfolio, dobrovoljni penzioni fond, efikasnost, optimizacija, neizvesnost, tržište, analitički mrežni proces, poređenje parova, verovatnoća.

Uvod

Živimo u svetu promena u kojem je globalna konkurencija stvorila i omogućila razvoj novih finansijskih proizvoda i usluga. U dinamičnom i nepredvidivom okruženju, svakodnevno se nameće pitanje da li je pravi trenutak za investiranje i ukoliko jeste za koji oblik investicija se opredeliti. U nastojanju da se dođe do odgovora nužno je definisati ciljeve koji se žele postići ulaganjem. Preferencije investitora (sklonost ili averzija ka riziku) a priori opredeljuju oblik i strukturu ulaganja. Evidentno je da investitor u traženju optimalne kombinacije između prinosa i rizika nije zainteresovan za ulaganje u jednu hartiju od vrednosti. Visoki transakcioni troškovi povećavaju verovatnoću

ostvarenja gubitka i stoga on ulaže u skup hartija od vrednosti različitih vrsta i karakteristika. Ukoliko je dat skup hartija od vrednosti u okviru koga se može napraviti izbor, portfolio teorija pruža mogućnost investitoru da odluči koja kombinacija hartija od vrednosti daje najbolji prinos za dati nivo rizika.

S obzirom da je štednja za starost jedna od najvažnijih investicija svakog pojedinca, kako bi se sprečilo siromaštvo u starosti i obezbedila ujednačena potrošnja u svim fazama životnog ciklusa, predmet analize rada biće optimizacija investicionog portfolija dobrovoljnog penzijskog fonda primenom analitičkog mrežnog procesa. Dobrovoljni penzijski fond kao vrsta investicionog fonda prikuplja dobrovoljne penzijske doprinose i vrši njihovo investiranje radi obezbeđenja privatnih penzija. Ove institucije koje su uvedene kao treći stup postojećeg sistema penzijsko invalidskog osiguranja imaju za cilj da penzijski sistem učine otpornim na demografske promene i manje zavisnim od države.

2. Pregled literature

Strukturiranje efikasnog investicionog portfolija, u cilju maksimizacije investitorove korisnosti, obično uključuje dve faze (Hurson, Zopounidis 1995; 1997): 1) evaluaciju hartija od vrednosti tako da se izabere onaj portfolio koji najbolje zadovoljava preferencije investitora i 2) specifikaciju iznosa kapitala koji će biti uložen u svaku od hartija od vrednosti izabranih u prvoj fazi. Teorijske temelje tradicionalne portfolio teorije, zasnovane na srednjoj vrednosti varijanse postavio je Markowitz (1952; 1959), ali su brojni istraživači nakon njega, kao što su Jacquillat (1972), Zeleny (1977; 1982), Colson & Zeleny (1979), Spronk & Halerbah (1997) etc., svoju pažnju fokusirali na višekriterijumsku prirodu problema, dokazujući da višekriterijumska paradigma (Roy 1988) pruža adekvatnu metodološku podršku evaluaciji raspoloživih hartija od vrednosti, u cilju formiranja efikasnog portfolija. Istraživanja ovog problema uglavnom su bila usredsređena na modeliranje i prezentaciju investitorovih politika i ciljeva, odgovarajućim matematičkim modelom. Model opisuje sve relevantne performanse hartija od vrednosti i obezbeđuje njihovu ukupnu evaluaciju, a hartije od vrednosti sa najboljom ocenom biraju se u portfolio za drugu fazu analize. Investitor, kao donosilac odluka, specificira ciljeve i kriterijume za konstrukciju portfolija, kroz jedan iterativan i interaktivan postupak koji identifikuje portfolio koji najbolje reprezentuje njegovu investicionu politiku. Poznato je da je kompanija *Wilshire* razvila kompjuterske programe pomoću kojih je moguće specificirati bilo koju kombinaciju portfolio investicija. Ovi programi polaze od istorijskih podataka i uz pomoć subjektivne korekcije vrše optimalnu procenu izgleda za budućnost.

2. Metodologija

Analitički mrežni proces (ANP) (Saaty 2001) je relativno nova teorija koja koncept Analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP) (Saaty 1980), proširuje na slučajeve kod kojih postoje međuzavisnost i povratna sprega. Iako i AHP i ANP izvode prioritete preko poređenja parova elemenata odlučivanja, između njih postoje i određene razlike (Saaty 2005). Prva se ogleda u činjenici da je AHP specijalan slučaj ANP-a, jer generalizujući pristup supermatrice, uveden u AHP koncept, ANP omogućuje interakcije i fidbek u klasterima (unutrašnja zavisnost) i između klastera (spoljašnja zavisnost). Ovakav fidbek najbolje obuhvata kompleksne veze, posebno kada su prisutni rizik i neizvesnost. Drugo, ANP je nelinearna struktura, dok je AHP hijerarhijska i linearna struktura, sa ciljem na vršnom nivou i alternativama na najnižem nivou (Saaty 1999). U osnovi, AHP model je okvir za odlučivanje koji pretpostavlja jednosmernu hijerarhijsku vezu između nivoa odlučivanja, gde se elementi nižeg nivoa porede u odnosu na elemente višeg nivoa, dok ANP model ne zahteva striktno hijerarhijsku strukturu, pa je shodno tome i poređenje parova dvosmerno. Jedan ANP model se sastoji iz dva dela. Prvi deo čine kontrolna hijerarhija ili mreža kriterijuma i podkriterijuma, koji kontrolišu interakcije u sistemu koji se proučava. Drugi deo je mreža uticaja među elementima i klasterima, pri čemu jedan ANP model može imati jednu ili veći broj mreža. Ova mreža varira od kriterijuma do kriterijuma i za svaki kontrolni kriterijum se izračunava supermatrica ograničavajućeg uticaja. Na kraju, svaka supermatrica se ponderiše prioriteto svog kontrolnog kriterijuma a rezultati se sintetizuju kroz dodavanje za sve kontrolne kriterijume. Osim toga, problem se često proučava kroz kontrolnu hijerarhiju ili sistem koga čine benefiti, troškovi, mogućnosti i rizik. Sintetizovani rezultati četiri kontrolna sistema se kombinuju tako što se izračunava količnik proizvoda koristi i mogućnosti i proizvoda troškova i rizika, kako bi se determinisao najbolji ishod. Povremeno se mogu upotrebiti i druge formule u cilju kombinovanja rezultata (Saaty 1999).

Postupak primene ANP modela odlučivanja ima pet koraka (Saaty 2001):

- a) **Dekompozicija problema.** Problem odlučivanja se dekomponuje na njegove glavne komponente.
- b) **Formiranje klastera za evaluaciju.** Nakon definisanja ciljeva odlučivanja, neophodno je generisati i klastere za evaluaciju i to kriterijumski, subkriterijumski i klaster alternativa.
- c) **Strukturiranje ANP modela.** ANP je primenjivan na različite probleme odlučivanja u oblasti marketinga, zdravstva, politike, vojnih pitanja, društva, predviđanja itd. Njegova tačnost predviđanja se pokazala impresivnom u aplikacijama u oblasti ekonomskih trendova, sportskih događanja i drugih događaja, čiji je ishod kasnije postao poznat.

- d) **Poređenje parova i prioritizacija.** U ovom koraku potrebno je izvršiti poređenja parova elemenata odlučivanja, kao i sintezu prioriteta za sve alternative. Kada se vrše poređenja parova u ANP modelu, pitanja se formulišu u smislu dominacije ili uticaja. Ako je poznat matični element, koji od dva elementa koji se porede u odnosu na njega, ima veći uticaj (dominantniji je) u odnosu na taj matični element. Ili, koji od ta dva elementa je pod većim uticajem matičnog elementa.
- e) **Analiza osetljivosti rešenja.** Moguće je na kraju izvršiti i analizu osetljivosti rešenja u smislu uticaja koji promena važnosti nekog kriterijuma ili podkriterijuma ima na dobijeno rešenje i konačan ishod, te posmatranjem utvrditi koliko su veliki ili mali ovi pokazatelji.

Glavna prednost ANP-a leži u njegovoj upotrebi skale poređenja 1-9 (Saaty 2010, 10), kojom se obuhvataju sve vrste interakcija a čime se stvaraju pretpostavke ne samo za donošenje boljih odluka, već i za tačna predviđanja. Ovaj koncept se dosada pokazao uspešnim uz upotrebu ekspertskeg znanja, u predviđanju ekonomskih događaja, sportskih rezultata, poslovnih, socijalnih i političkih dešavanja. S druge strane, iako se mnogi problemi odlučivanja a naročito predviđanje, proučavaju kroz ANP, to nužno ne implicira da primena ANP modela uvek daje bolje rezultate od korišćenja hijerarhija AHP. Zapravo, postoje problemi koji dozvoljavaju primenu oba modela.

Analitički hijerarhijski proces i Analitički mrežni proces, mogu se koristiti u rešavanju problema izbora u uslovima neizvesnosti (Omkarprasad, Kumar 2006) ili kao instrument za predviđanje. Problem izbora obično podrazumeva evaluaciju preferentnosti alternativnih tokova akcije, dok se predviđanje primenom AHP/ANP, fokusira na izvođenje distribucije relativnih verovatnoća budućih ishoda.

Dyer & Forman (1991) sugerišu tri primarne oblasti u predviđanju, gde bi se mogao primeniti AHP. Kao prvo, AHP bi se mogao koristiti za kombinovanje rezultata nekoliko tehnika predviđanja, kako bi se dobili jedno kompozitno predviđanje. Druga upotreba je kada se AHP koristi u selekciji optimalnog metoda ili tehnike predviđanja. Treće, AHP se može upotrebiti kao ekspertsko mišljenje za predviđanje. Prema tome, primena AHP se u predviđanju može posmatrati sa dva aspekta: AHP predviđanje – evaluacija alternativnih budućih ishoda i AHP optimizacija procesa predviđanja.

Uspešnu primenu Analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP) i njegove ekstenzije, Analitičkog mrežnog procesa (ANP) u ekonomskom predviđanju demonstrirali su Saaty i Vargas (1991a; 1991b), Saaty (2001), Gholam-Nezhad (1987; 1995), Saaty & Gholam-Nezhad (1981), Saaty & Mariano (1979), Blair et al., (1987), Blair et al. (2010), Ulengin & Ulengin (1994), Saaty (2005), Niemira & Saaty (2004), Yüksel (2005), Azis (2010), Voulgaridou et al. (2004). Osim toga, Analitički mrežni proces se pokazao vrlo uspešnim u rangiranju i

izboru projekata, što su demonstrirali Meade & Presley (2002), kao i Lee & Kim (2000), zatim u strategijskom odlučivanju, Sarkis (2003), i planiranju proizvodnje Karsak et al. (2002), optimalnom planiranju, Momoh & Zhu (2003) itd. Dobar pregled AHP aplikacija dali su Vaidya&Kumar, (2006).

Tabela 1. Skala relativne važnosti koja se koristi u AHP/ANP modelima

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

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

3. ANP model strukturiranja efikasnog investicionog portfolija dobrovoljnog penzionog fonda

3.1 Opis problema

Predmet analize je dobrovoljni penzioni fond koji želi da optimizira svoj investicioni portfolio. Proces investiranja podrazumeva ulaganje novčanih sredstava, sa ciljem da se zadovolje očekivanja investitora. Odluka o strukturi portfolija donosi se u zavisnosti od trenutne situacije na finansijskom tržištu,

tendencija u kretanju cena hartija od vrednosti, očekivanja u bližoj i daljoj budućnosti i od investicionih ciljeva samog fonda. Osnovni ciljevi kojima se fond rukovodi su dugoročna sigurnost, zaštita od slabljenja domaće valute i optimalni rast u odnosu na preuzeti rizik. Okolnosti u privrednom okruženju su izrazito nepovoljne. Niska cena hartija od vrednosti, pogoršan bilans banaka i preduzeća i narušeno poverenje predstavljaju ključne pokretače problema negativne selekcije i moralnog hazarda. Sve to ima za rezultat pad investicione aktivnosti, rast nezaposlenosti, rast deficita u platnom bilansu i pad agregatne tražnje, odnosno smanjenje stope ekonomskog rasta. Ključno pitanje, pored osnovnih ciljeva, je da li i kada se u toku godine može očekivati izlazak privrede iz recesije, jer će to imati odlučujući uticaj na strukturu investicionog portfolija.

Shodno navedenom, postupak donošenja odluke uključuje sledeće faze:

- analiza makroekonomskog okruženja i tržišnih uslova privređivanja,
- analiza informacija o mogućim oblicima ulaganja,
- analiza oblika ulaganja u pogledu prinosa uz ispunjenje investicionih načela,
- analiza ponude pojedinih finansijskih instrumenata.

Konstrukcija optimalnog investicionog portfolija podrazumeva da: a) očekivani prinos i rizik utiču na odluke investitora i b) investitor ima averziju prema riziku. Racionalni investitor nastoji da izbegne rizik, odnosno između dve alternative sa istim očekivanim prinosom izabraće onu koja je opterećena manjim rizikom. On nije spreman da prihvati dodatni rizik ukoliko isti nije kompenziran dodatnim prinosom, to jest premijom na rizik. Rizik budućeg prinosa meri se disperzijom verovatnoće stvarnog u odnosu na očekivani prinos. Apsolutna statistička mera disperzije je standardna devijacija i ukoliko je veća standardna devijacija, veća je i investitorova nesigurnost. Po pravilu standardna devijacija je veća za serije sa većim prinosima, a manja za serije sa manjim prinosima i kao takva može se koristiti samo kada se upoređuju serije sa istom aritmetičkom sredinom. Ukoliko se žele uporediti serije sa različitom aritmetičkom sredinom koristi se koeficijent varijacije koji predstavlja relativnu meru disperzije i pokazuje rizik po jedinici očekivanog prinosa.

Načela kojih se fond pridržava prilikom izbor hartija u portfolio su:

1. **Načelo sigurnosti** – biraju se hartije od vrednosti kompanija sa visokim kreditnim rejtingom, koji je određen od strane renomiranih rejting agencija
2. **Načelo diverzifikacije** – ulaganje u hartije od vrednosti različitih vrsta i karakteristika u cilju smanjenja rizika investiranja. Najbolje je da se prinosi hartija od vrednosti nalaze u *negativnoj korelaciji*, a to znači da će eventualno smanjenje prinosa od jedne hartije biti kompenzirano povećanjem prinosa druge hartije. Ukoliko je niža korelacija veći je uticaj

diverzifikacije na smanjenje varijabiliteta, odnosno manja je izloženost investitora riziku.

3. **Načelo održavanja likvidnosti** – da je moguće brzo i lako prodati hartije od vrednosti po relativno stabilnoj i ujednačenoj ceni. Da bi cena bila stabilna, neophodno je da finansijsko tržište ima dovoljnu dubinu i širinu.

a) Uvažavajući načelo sigurnosti fond ulaže u:

- dužničke hartije od vrednosti koje izdaje država i centralna banka,
- hartije od vrednosti koje izdaju pravna lica uz potpunu garanciju države,
- hartije od vrednosti međunarodnih finansijskih institucija.

b) U skladu sa načelom diverzifikacije, fond se rukovodi sledećim kriterijumima: **serije hartija od vrednosti** (klasa AAA do BB, a to znači da su u pitanju hartije koje imaju investicione, a ne spekulativne karakteristike), **rok dospeća** (u portfolio se uključuju hartije od vrednosti različitih rokova dospeća, kako bi investitori u kontinuitetu ostvarivali prinose), **izdavalac** (visoko rangirane kompanije iz oblasti građevinske industrije, prerađivačke industrije, petrohemijske, pružanja usluga finansijskog posredovanja – banke i druge nedepozitne institucije itd.), **lokacija** (atraktivna) i ulaže u:

- a) bankarske depozite najmanje dve banke,
- b) akcije uspešnih preduzeća čiju je reviziju finansijskih izveštaja izvršio ovlašćeni revizor i koji je dao pozitivno mišljenje, akcije klase A kojima se trgovalo bar 90% radnih dana,
- c) kratkoročne, srednjoročne i dugoročne obveznice,
- d) akcije kotirane na vodećim svetskim berzama,
- e) novčani depoziti banaka (kriterijumi za izbor banaka su kvartalni finansijski izveštaji, kamatna stopa koju banka plaća na novčani depozit)
- f) ulaganje u nepokretnosti (zemljište, zgrade, posebne delove zgrade i sl., a kriterijumi su da je nepokretnost upisana u javne knjige, da prenos svojine nije ograničen, da su nepokretnosti osigurane od svih vrsta rizika, da nema zaloga, prava upotrebe i sl.).

Imajući u vidu da se prilikom diverzifikacije portfolija hartija od vrednosti već kod portfolija od 15 do 20 akcija nesistemski rizik svodi na nulu, investitora ne interesuje ukupan rizik portfolija, već samo sistemski rizik. Mera sistemskog rizika portfolija je beta koeficijent koji pokazuje kako se menje prinos konkretnog portfolija u odnosu na prinos nekog tržišnog portfolija. Ukoliko je beta manji od jedan, prinos konkretnog portfolija se menja sporije od prinosa tržišnog portfolija, te je i manja izloženost investitora riziku.

a) U skladu sa načelom sigurnosti fond ulaže sredstva u transakcioni novac kod banaka

3.2 Konstrukcija ANP modela i poređenja parova elemenata modela

Polazeći od datih teorijskih pretpostavki, opisa problema i uzimajući u obzir realno stanje okruženja, za potrebe izbora optimalnog investicionog portfolija hipotetičkog dobrovoljnog penzionog fonda, formiran je odgovarajući ANP model, čija je struktura data na sledeći način:

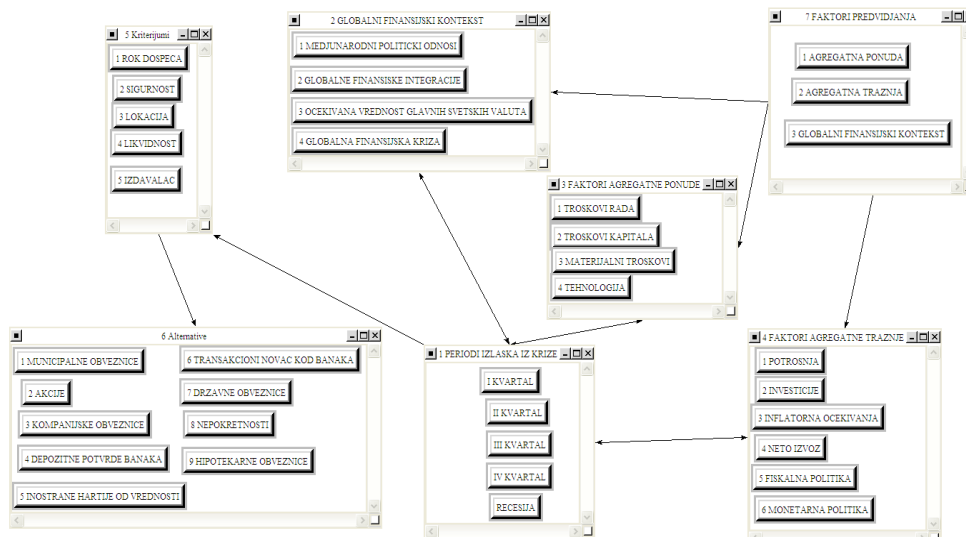
- Klaster *Faktori predviđanja*: uključuje primarne faktore koje je kao kriterijume potrebno uzeti u obzir prilikom predviđanja privrednog scenarija.
- Klaster *Periodi izlaska iz krize*: Pretpostavimo da je utvrđeni vremenski okvir jedna poslovna godina, tako da klaster 1 uključuje alternativne periode izlaska privrede iz krize i recesije koji koincidiraju sa kvartalima, kao i mogućnost da privreda ostane u krizi, tj. recesiji.
- Klaster *Globalni finansijski kontekst*: uključuje faktore, odnosno potkriterijume kao što su međunarodni politički odnosi, globalne finansijske integracije, očekivano kretanje vrednosti svetskih valuta i globalnu finansijsku krizu, koji mogu uticati na procenu kretanja makroekonomskih indikatora i predviđanje stanja privrede.
- Klaster *Faktori agregatne ponude*: uključuje potkriterijume kao što su troškovi rada, troškovi kapitala, materijalni troškovi i tehnologija.
- Klaster *Faktori agregatne tražnje*: uključuje potkriterijume kao što su potrošnja, investicije, inflatorna očekivanja, neto izvoz, fiskalna i monetarna politika.
- Klaster *Kriterijumi*: uključuje kriterijume u odnosu na koje se poredе alternative, tj. za procenu vrednosti alternativa. Ovi kriterijumi su formulisani prema principima sigurnosti, diversifikacije i održanja likvidnosti i uključuju: rok dospeća, sigurnost, lokaciju, likvidnost i izdavaoca.
- Klaster *Alternative*: uključuje investicione alternative i to: državne, municipalne, kompanijske i hipotekarne obveznice, akcije, inostrane hartije od vrednosti, depozitne potvrde banaka, nepokretnosti i transakcioni novac kod banaka.

Na slici 1, vidimo ANP model optimizacije investicionog portfolija dobrovoljnog penzionog fonda, čiju strukturu čine klasteri, elementi i veze između njih. Ove veze predstavljene strelicama, ukazuju na smer uticaja između elemenata modela. Tako strelica iz klastera *faktori predviđanja* usmerena ka klasteru *faktori agregatne tražnje*, znači da je neki od faktora u klasteru *agregatne tražnje* pod uticajem nekog elementa iz klastera *faktori predviđanja*. Dvosmerna strelica znači da postoji i povratna informaciona sprema, tj. obostrani uticaj, kao što je slučaj sprege između klastera *periodi izlaska iz krize* i klastera *podkriterijuma primarnih faktora predviđanja*.

Ovaj složeni model izbora u slovima neizvesnosti sadrži u sebi predviđanje privrednog scenarija, jer kada se razmatra neka ocena kao što je: šta je važnije

rok dospeća ili sigurnost, potreba za predviđanjem privrednog scenarija postaje više nego očigledna, pošto odgovor može da zavisi od ekonomskog okruženja koje bi usled toga nastalo. Potreba da se u ANP model evaluacije uključe scenariji često postaje očigledna. Važnost različitih zadataka i alternativa može da zavisi od specifičnih budućih uslova, koje je često teško predvideti i mogu se modelirati ANP-om, što omogućava razmatranje alternativa odlučivanja pod različitim okolnostima. Moguće je formirati i pomoćni model za izvođenje verovatnoća scenarija koji uključuju ove faktore, koji bi mogao da se upotrebi za razjašnjenje ovih nejasnoća.

Slika 1. ANP model strukturiranja investicionog portfolija dobrovoljnog penzionog fonda.



Zato su scenariji ekonomskog okruženja definisani klasterom 1, kao što je pokazano na slici 1. Prioriteti za komponente klastera 1 se mogu bazirati na istorijskim podacima ili na eksperskoj proceni poređenjem parova elemenata odlučivanja uz poznate tekuće uslove.

Primarni faktori predviđanja privrednog scenarija nemaju podjednaku relativnu težinu, u odnosu na cilj predviđanja, kao što ni podkriterijumi koje inkorporiraju nemaju međusobno jednak značaj, pa je potrebno izvršiti i takva poređenja. U našem problemu, komponente klastera 1, u ovom slučaju kvartali I-IV i recesija, se porede u odnosu na faktore agregatne tražnje, ponude i globalni finansijski kontekst. Međutim, pitanje bi se moglo formulisati i na sledeći način: kada se posmatra prvi kvartal, da li će veću važnost imati troškovi rada ili troškovi kapitala? Ili, da li će u slučaju nastavka krize i recesije, međunarodni politički odnosi imati veću važnost u odnosu na globalne finansijske integracije? Zbog toga između *klastera periodi izlaska iz krize* i

klastera *agregatne tražnje, ponude i globalnog finansijskog konteksta*, takođe postoji povratna sprega, pa je potrebno izvršiti i takva poređenja parova.

Poređenja parova su bazična za AHP/ANP metodologiju. Kada se poredi neki par faktora, može se utvrditi racio relativne važnosti, preferencija ili verovatnoća ovih faktora, u zavisnosti od potrebe. Ovaj racio ne mora da se zasniva na nekoj standardnoj skali kao što su metri ili kilogrami, već samo predstavlja odnos dva faktora koji se porede. U nekim situacijama to će biti subjektivna procena, ali u drugim je poređenje moguće. Ovakva pitanja i odgovori u oba smera pomažu da se utvrde pravi prioriteti donosioca odluka, za sve elemente u problemu.

Ponekad se može dogoditi da i između samih alternativa postoji tzv. unutrašnja zavisnost. Ako ima smisla postaviti pitanje da li na kupovinu nepokretnosti više utiče kupovina državnih ili municipalnih obveznica, mora se uzeti u obzir i ova zavisnost i izvršiti i takvo poređenje. Poređenje parova elemenata modela, klastera međusobno ili elemenata u okviru istog klastera, ili između različitih klastera, vrši se uobičajeno, primenom skale poređenja 1-9 (Tabela 1).

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

Pretpostavićemo da su izvršena sva potrebna poređenja u skladu sa teorijski utemeljenim principima i da je rezultat, odnosno hipotetička optimalna struktura investicionog portfolija sledeća:

Slika 2. Prioriteti elemenata ANP modela strukturiranja investicionog portfolija dobrovoljnog penzionog fonda

Ime	Normalizovano prema klasteru	Limitirano
I Kvartal	0.086095	0.21277
II Kvartal	0.081511	0.20144
III Kvartal	0.069448	0.17163
IV Kvartal	0.074774	0.18479
Recesija	0.092806	0.22936
1 Međunarodni politički odnosi	0.029531	0.12658
2 Globalne finansijske integracije	0.040860	0.17514
3 Očekivana vrednost glavnih svetskih valuta	0.086935	0.37263
4 Globalna finansijska kriza	0.075972	0.32564
1 Troškovi rada	0.018404	0.21483
2 Troškovi kapitala	0.031676	0.36975
3 Materijalni troškovi	0.012496	0.14586
4 Tehnologija	0.023093	0.26956

1 Potrošnja	0.013057	0.15241
2 Investicije	0.013713	0.16007
3 Inflatorna očekivanja	0.008662	0.10111
4 Neto izvoz	0.012877	0.15031
5 Fiskalna politika	0.018881	0.22039
6 Monetarna politika	0.018479	0.21570
1 Rok dospeća	0.015077	0.15809
2 Sigurnost	0.024359	0.25542
3 Lokacija	0.011944	0.12524
4 Likvidnost	0.027984	0.29343
5 Izdavalac	0.016003	0.16780
1 Municipalne obveznice	0.013100	0.13737
2 Akcije	0.009417	0.09875
3 Kompanijske obveznice	0.011405	0.11959
4 Depozitne potvrde banaka	0.011116	0.11656
5 Inostrane hartije od vrednosti	0.014214	0.14905
6 Transakcioni novac kod banaka	0.008533	0.08948
7 Državne obveznice	0.012904	0.13531
8 Nepokretnosti	0.007249	0.07601
9 Hipotekarne obveznice	0.007428	0.07789
1 Agregatna tražnja	0.000000	0.00000
2 Agregatna ponuda	0.000000	0.00000
3 Globalni finansijski kontekst	0.000000	0.00000

Tabela 2. Hipotetička struktura investicionog portfolija dobrovoljnog penzionog fonda

<i>Alternative</i>	<i>Normalizovane vrednosti</i>	<i>Idealizovane vrednosti</i>	<i>Rang alternativa</i>
municipalne obveznice	0.1374	0.9222	2
akcije	0.0988	0.6630	6
kompanijske obveznice	0.1196	0.8027	4
depozitne potvrde banaka	0.1165	0.7821	5
inostrane hartije od vrednosti	0.1490	1.0000	1
transakcioni novac kod banaka	0.0895	0.6004	7
državne obveznice	0.1353	0.9077	3
nepokretnosti	0.0760	0.5102	9
hipotekarne obveznice	0.0779	0.5226	8

3.3 Interpretacija rezultata

Slika 1 prikazuje dobijene prioritete elemenata modela na dva načina: kako se pojavljuju u supermatrici (kolona limitirano) i normalizovano prema klasteru. Procenjeno je da će najveći uticaj za evaluaciju investicionog portfolija imati

scenario da privreda ostaje u recesiji, čiji prioritet iznosi 0,22936, što bi se moglo interpretirati kao verovatnoća od 22,936% da će privreda ostati u recesiji u narednoj poslovnoj godini. Što se tiče relativne važnosti kriterijuma u odnosu na koje se procenjuju investicione alternative, u kontekstu privrednih scenarija najveću relativnu važnost ima likvidnost (0,29343).

Tabela 1 daje mogući redosled alternativa prema rangu, a dobijeni prioriteti alternativa pokazuju strukturu investicionog portfolija, sa aspekta formulisanih kriterijuma, imajući u vidu privredne scenarije koje smo definisali kao verovatan izlazak iz krize i recesije po kvartalima I-IV ili ostanak privrede u recesiji. Kolona *Idealizovane vrednosti* pokazuje rezultate podeljene najvećom vrednošću, tako da najviši rang ima prioritet 1,0. Ostali su u istoj proporciji kao u koloni *Normalizovane vrednosti* i mogu se interpretirati na sledeći način u kontekstu važnosti prema rangu: municipalne obveznice su 92,22% rejtinga inostranih hartija od vrednosti, državne obveznice su 90,77% rejtinga itd. Sa stanovišta tražene strukture investicionog portfolija, prioritet najbolje rangirane alternative-inostrane hartije od vrednosti, mogao bi se interpretirati u smislu da bi 14,90% portfolija trebalo da čine inostrane hartije od vrednosti, 13,74% portfolija trebalo bi da čine municipalne obveznice itd. Analiza osetljivosti rezultata promenom nivoa značajnosti elemenata višeg nivoa, tj. matičnih elemenata, može manje ili više značajno da utiče na redosled važnosti i ocenu posmatranih opcija, pokazujući kakva je performansa alternativa u pogledu svakog kriterijuma, kao i koliko su te alternative osetljive na promene važnosti kriterijuma.

Tabela 3. Analiza osetljivosti kriterijuma za strukturiranje investicionog portfolija u odnosu na rast relativne važnosti (verovatnoće) faktora recesija.

Input Value	Matrix: Recesija	Rok dospeća	Sigurnost	Lokacija	Likvidnost	Izdavalac
0,0	1.00E-04	1.86E-01	2.74E-01	1.38E-01	2.15E-01	1.87E-01
0.2	2.00E-01	1.70E-01	2.63E-01	1.30E-01	2.61E-01	1.76E-01
0.4	4.00E-01	1.53E-01	2.52E-01	1.23E-01	3.07E-01	1.65E-01
0.6	6.00E-01	1.37E-01	2.41E-01	1.16E-01	3.52E-01	1.53E-01
0.8	8.00E-01	1.21E-01	2.30E-01	1.09E-01	3.98E-01	1.42E-01
1,0	1.00E+00	1.05E-01	2.19E-01	1.01E-01	4.44E-01	1.31E-01

Iz tabele 3 može se videti da rast relativne važnosti, tj. procenjene verovatnoće scenarija da će privreda ostati u recesiji, ne utiče značajnije na prioritete definisanih kriterijuma za strukturiranje investicionog portfolija: primetan je rast prioriteta likvidnosti od 0,215 do 0,444, uporedo sa padom vrednosti prioriteta ostalih kriterijuma. S druge strane, uočljivo je da ako privreda izađe iz recesije nezavisno od perioda (prioritet scenarija recesija jednak 0,0), najznačajniji procenjeni kriterijum postaje sigurnost, čiji je prioritet 0,274 najveći, pa zatim likvidnost 0,215 itd.

Tabele 4a i 4b, pokazuju kako rast relativne važnosti kriterijuma likvidnost (u kontekstu privrednih scenarija!), utiče na strukturu investicionog portfolija. Primetno je da u strukturi dominiraju municipalne obveznice čiji udeo u strukturi raste od 10,3% do 39,7%, dok udeo ostalih investicionih alternativa značajno opada, s tim da je najmanji pad kod državnih, sa 14,1% na 10,9%, i kompanijskih obveznica sa 12,3% na 10,6%.

Na kraju treba reći da, ukoliko je rešenje osetljivo na faktore u modelu, za koje ne postoje dostupni podaci, potrebno je prikupiti neophodne podatke i vratiti se na evaluaciju elemenata modela preko poređenja parova.

Tabela 4a. Analiza osetljivosti alternativnih opcija u odnosu na promenu relativne važnosti faktora likvidnost.

Input Value	Matrix: Likvidnost	Municipalne obveznice	Akcije	Kompanijske obveznice	Depozitne potvrde kod banaka
0,0	1.00E-04	1.03E-01	1.01E-01	1.23E-01	1.22E-01
0.2	2.00E-01	1.62E-01	9.73E-02	1.17E-01	1.12E-01
0.4	4.00E-01	2.21E-01	9.40E-02	1.11E-01	1.03E-01
0.6	6.00E-01	2.79E-01	9.07E-02	1.06E-01	9.30E-02
0.8	8.00E-01	3.38E-01	8.73E-02	9.98E-02	8.33E-02
1,0	1.00E+00	3.97E-01	8.40E-02	9.40E-02	7.36E-02

Tabela 4b. Analiza osetljivosti alternativnih opcija u odnosu na promenu relativne važnosti faktora likvidnost.

Inostrane hartije od vrednosti	Transakcioni novac kod banaka	Državne obveznice	Nepokretnosti	Hipotekarne obveznice
1.56E-01	9.31E-02	1.41E-01	7.90E-02	8.12E-02
1.44E-01	8.68E-02	1.31E-01	7.39E-02	7.55E-02
1.32E-01	8.06E-02	1.20E-01	6.88E-02	6.99E-02
1.20E-01	7.43E-02	1.09E-01	6.37E-02	6.42E-02
1.07E-01	6.81E-02	9.88E-02	5.86E-02	5.86E-02
9.52E-02	6.18E-02	8.81E-02	5.35E-02	5.29E-02

Zaključak

Imajući u vidu brojne i različite kriterijume i faktore koje je potrebno uzeti u obzir, strukturiranje optimalnog investicionog portfolija predstavlja kompleksan, višekriterijumski problem, koji zahteva metodologiju najmanje identičnog nivoa složenosti, kako bi se uspešno obuhvatili svi relevantni aspekti problema.

Portfolio mora da čini veliki broj hartija od vrednosti, čiji se prinosi kreću u različitom smeru. Sprovodi se na različite načine: kupovinom emisija u različitim industrijskim granama, kupovinom emisija različitih kompanija iste grane, širenjem ulaganja u različitim geografskim oblastima, vremenski raspoređenom nabavkom tokom različitih perioda, uranoteženjem portfolija defanzivnih i ofanzivnih hartija od vrednosti, odnosno hartija od vrednosti sa beta koeficijentom manjim od jedan i beta koeficijentom većim od jedan. Tako se postižu dva značajna cilja: viši prinos portfolija od zbira prinosa pojedinačnih hartija od vrednosti u portfoliju i manji rizik portfolija od zbira rizika pojedinačnih hartija od vrednosti. Konstruisan efikasan portfolio nije jednom zauvek dat već ga treba neprekidno pratiti i menjati u cilju zaštite od cikličnih kretanja u privredi.

Osnovna prednost Analitičkog mrežnog procesa, ogleda se u tome što omogućuje donosiocu odluka da uspešno identifikuje i analizira uticaj različitih, merljivih i nemerljivih faktora na proces odlučivanja i da brzo reaguje na kontekstualne informacije i efikasno ih inkorporira u proces odlučivanja.

Modeli predviđanja su najuže povezani sa modelima izbora. Kad god postoji nekoliko mogućnosti, od koji na svaku deluje nekoliko faktora, može se koristiti model predviđanja. Za evaluaciju alternativa u takvim slučajevima može biti korisno da se najpre konstruišu odvojeni modeli predviđanja za jednu ili više alternativa, da bi se procenilo šta će se verovatno desiti ako se taj alternativni ishod ostvari. U tom smislu, moguće je i korisno, sprovesti analizu senzitivnosti dobijenih rezultata.

Predloženi okvir za podršku izgradnji efikasnog investicionog portfolija lako se može dodatno proširiti ili modifikovati, u cilju boljeg prilagođavanja konkretnom problemu i kontekstu.

Literatura

- Azis, I. J. (2010) Predicting a Recovery Date from the Economic Crisis of 2008. *Socio economic planning sciences* 44: 122-129.
- Blair, A., R.Nachtmann, J. Olson and Saaty, T. (1987) Forecasting Foreign Exchange Rates: and Expert Judgment Approach. *Socio-Economic Planning Sciences* 21: 363-369.
- Blair, A.R., Mnadelker, G.N., Saaty, T.L. and Whitaker, R. (2010) Forecasting the resurgence of the U.S. economy in 2010: An expert judgment approach. *Socio - Economic Planning Sciences*, 44 (3): 114-121.
- Colson, G, Zeleny, M. (1979) Uncertain prospects ranking and portfolio analysis under the condition of partial information. *Mathematical Systems in Economics*, 44. Verlag Anton Hain: Maisenheim.
- Dyer, R.F., Forman, E.H. (1991) *Analytic Approach to marketing decisions*. Prentice Hall, Englewood Clifs, NJ.

- Gholam-Nezhad, H. (1987) Oil Price Scenarios: 1989 and 1995. *Strategic Planning and Energy Management* 7: 19-31.
- Gholam-Nezhad, H. (1995) The Turning Point in Oil Prices. In: *The Global Economy: Today, Tomorrow, and the Transition*. H.F.Didsbury, Jr. (ed). Washington, DC: World Future Society.
- Hurson, Ch., Zopounidis, C. (1995) On the use of multicriteria decision aid methods to portfolio selection. *Journal of Euro-Asian Management* 1(2): 69-94.
- Hurson, Ch., Zopounidis, C. (1997) *Gestion de portefeuille et Analyse Multicritere*. Paris: Economoca.
- Jacquillat, B. (1972) Les modeles devaluation et de selection des valeurs mobilières: Panorama des recherches americaines. *Analyse Financiere* 11, (4e trim.): 68-88.
- Lee, J.W., Kim, S.H. (2000) Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection. *Computers & Operations Research*, 27 (4): 367–382.
- Karsak, E.E., Sozer, S., Alptekin, S.E. (2002) Product planning in quality function deployment using a combined analytic network process and goal programming approach. *Computers & Industrial Engineering*, 44 (1): 171–190.
- Markowitz H. (1952) Portfolio selection. *The Journal of Finance* 7(1): 77-91.
- Markowitz H. (1959) *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*. Wiley: New York.
- Meade, L.M., Presley, A. (2002) R&D project selection using the analytic network process. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 49(1): 59–66.
- Momoh, J.A., Zhu, J. (2003) Optimal generation scheduling based on AHP/ANP. *IEEE Transaction on Systems Man and Cybernetics Part B- Cybernetics*, 33 (3): 531–535.
- Niemira, P.M., Saaty, T.L. (2004) An Analytic Network Process model for financial-crisis forecasting. *International Journal of Forecasting*, 20 (4): 537-587.
- Omkarprasad, S.V., Kumar, S. (2006) Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal Of Operational Research*, 169(1): 1-29.
- Roy, B. (1988) Des criteres multiples en Recherche Operationnelle, in: Grand, G.K. (editor), *Operational research*. North Holland:Elsevier Science Publisher, 829-842.
- Saaty T.L., Gholam-Nezhad, H. (1981) Oil Prices: 1985 and 1990. *Energy Systems and Policy* 5: 303-318.
- Saaty, T.L., Mariano, R.S. (1979) Rationing Energy to Industries: Priorities and Input-Output Dependence. *Energy Systems and Policy* 8: 85-111.
- Saaty, T. L. and L. G. Vargas (1991) *Prediction, Projection and Forecasting*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Saaty, T. L., Vargas, L.G. (1991) *The Logic of Priorities, Applications in Business, Energy, Health, Transportation*. Boston: Kluwer-Nijhoff Publishing.
- Saaty, T.L. (2001) *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*. Pittsburgh: RWS Publications.
- Saaty, T. (2010) Economic forecasting with tangible and intangible criteria: the analytic hierarchy process of measurement and its validation. *Economic Horizons*, 1: 5-45.
- Saaty, T. L. (1980) *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Saaty, T. L., Kearns, P. K. (1985) Analytical planning, The Organization of Systems, The Analytic Hierarchy Process Series, Vol. IV. Pittsburgh: RWS Publications.

- Saaty, T. L. (1999) Seven pillars of the Analytic Hierarchy Process. *Proceedings of the Fourth International Symposium on the Analytic Hierarchy Process*.
- Saaty, T. L. (2005) Theory and Applications of the Analytic Network Process, Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs and Risks, RWS Publications, Pittsburgh.
- Sarkis, J. (2003) A strategic decision framework for Green supply chain management. *Cleaner Production*, 11 (4): 397–409.
- Spronk, J, Hallerbach, W. (1997) Financial modeling: where to go? With an illustration for portfolio management. *European Journal of Operational Research* 99: 113–125.
- Ulengin, F., Ulengin, B. (1994) Forecasting Foreign Exchanges Rates: A Comparative Evaluation of AHP. *Omega, Int. J. Mgmt Sci*, 22 (5): 505-519.
- Vaidya, O.S, Kumar, S. (2006) Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal Of Operational Research*, 169 (1): 1-29.
- Voulgaridou, D., Kirytopoulos K.E., Leopoulos, V. (2009) An Analytic Network Process Approach for sales forecasting. *Operations Research International Journal* 9: 35-53.
- Zeleny, M. (1977) Multidimensional measure of risk: the prospect ranking vector. In: *Multiple Criteria Problem Solving*, Zionts S (ed.). Heidelberg: Springer, 529–548.
- Zeleny, M. (1982) *Multiple Criteria Decision Making*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Yüksel, S. (2005) An Integrated Forecasting Approach for Hotels. *ISAHP*, Honolulu, July 8-10.

STRUCTURING OF OPTIMAL INVESTMENT PORTFOLIO OF VOLUNTARY PENSION FUND BY ANALYTIC NETWORK PROCESS

Abstract: Traditional portfolio theory, based on some basic rules, sufficiently precise and often subjectively selects appropriate class of securities that should make the optimal investment portfolio. In regard to the nature on multicriteria decision-making in financial management, the paper proposes operation and demonstrates the possibility of methodological support of analytic network process in the selection and structure of optimal investment portfolio in the example of voluntary pension fund, as a hypothetical investor.

Keywords: multicriteria decision making, finance, investment portfolio, the voluntary pension fund, efficiency, optimization, uncertainty, the market, the analytic network process, comparison of pairs, probability.