

28. Internacionalni kongres iz upravljanja projektima  
“Upravljanje projektima u digitalnoj dekadi”

## THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE PROCESS OF HUMAN RESOURCE ALLOCATION

### UPOTREBA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U PROCESU ALOKACIJE LJUDSKIH RESURSA<sup>1</sup>

Dragan Bojanić<sup>1</sup>, Vladimir Ristić<sup>2</sup>, Marina Bojanić<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Institut za strategijska istraživanja Univerzitet odbrane, Srbija; <sup>3</sup> STŠ “Nikola Tesla”  
Srbija

**Abstrakt:** Veštačka inteligencija (AI) je zastupljena u svim oblastima ljudskog delovanja i sve više se koristi u donošenju odluka. Donošenje kvalitetnih odluka u oblasti alokacije ljudskih resursa (HRA) je postao imperativ, čime je stvoren potencijal korišćenja alata AI za donošenje odluka u cilju postizanja održivosti organizacije. Ideja rada bila je da se razvije model za HRA u fuzzy okruženju. U radu je prezentovan model za analizu portfolija ljudskih resursa (PHR) u Ministarstvu Odbrane i Vojsci Srbije i. (MOiVS), koji je zasnovan na neuro-fuzzy pristupu. Cilj rada je prikaz novog modela koji omogućava kako rukovodiocima u MOVS, tako i menadžerima u kompanijama da ostvare uvid u postojeće ljudske potencijale i planiranje sredstava za usavršavanje i unapređenje potencijala zaposlenih. U prikazanom modelu na osnovu preferencija eksperata formirana je baza pravila koja omogućava raspoređivanje lica po strategijama. Na osnovu podataka dobijenih testiranjem Adaptive Neuro Fuzzy Inference Sistem (ANFIS) modela za HRA, formirana je jedinstvena baza znanja koja omogućava raspoređivanje zaposlenih po strategijama odnosno oficirskog kadra u MOiVS prema tipu karijere.

**Ključne reči:** *Veštačka Inteligencija, Vojne Nauke, Upravljanje Ljudskim Resursima, ANFIS*

**Abstract** Artificial intelligence (AI) is represented in all areas of human activity and is increasingly used in decision-making. Making quality decisions in the field of human resource allocation (HRA) has become imperative, creating the potential of using AI tools for decision-making in order to achieve the sustainability of the organization. The idea of the paper was to develop a model for HRA in a fuzzy environment. This paper presents a model for the analysis of the human resources portfolio (PHR) in the Ministry of Defense and the Serbian Armed Forces (MOiVS), which is based on a neuro-fuzzy approach. The aim of this paper is to present a new model that enables both managers in MOVS and managers in companies to gain insight into existing human resources and planning resources for training

<sup>1</sup> Rad je deo naučno-istraživačkog projekta „Vojna profesija u Srbiji u savremenom bezbednosnom okruženju“, koji se sprovodi na osnovu Plana naučnoistraživačke delatnosti u Ministarstvu odbrane i Vojsci Srbije za 2024. godinu, br. ISI DH/3/24-26.

and improving the potential of employees. In the presented model, based on the preferences of experts, a database of rules was formed, which allows the allocation of faces according to strategies. Based on the data obtained by testing the Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) model for HRA, a unique knowledge base has been formed that enables the allocation of employees according to strategies, i.e. officer personnel in MOiVS according to career type.

**Key words:** *Artificial Intelligence, Military Sciences, Human Resource Management, ANFIS*

## 1. UVOD

Veštačka inteligencija donosi veliki napredak u poslovanju, a samim tim i u (eng. Human resource management – HRM) (Syed, 2023). Rukovodiocima odnosno menadžerima olakšava donošenje odluka koristeći različite alate, a prema anketi u (Strasser & Schmidt-Sibeth, 2024) čak 61% ispitanika očekuje podršku AI u upravljanju resursima. Zbog svoje sposobnosti da obradi velike količine podataka za veoma kratko vreme, smanjuje troškove poslovanja. U današnje vreme veštačka inteligencija nije dovoljno razvijena u svim sektorima, razlog za to može biti i dalje prisutan strah od gubitka posla i nerazumevanje ove tehnologije. Razlog za njenu implementaciju je svakako, povećanje konkurentnosti efikasnost i uspešnost organizacije u poslovnom okruženju. Alokacija ljudskih resursa zasnovana na AI obezbeđuje da pravi ljudi sa pravim veštinama budu dodeljeni pravim zadacima, što dovodi do poboljšanog kvaliteta funkcionisanja organizacije (Hale, 2024). Na ovaj način organizacije mogu adekvatno odgovoriti na neizvesnosti iz okruženja, odnosno usaglasiti sa novonastalim promenama, shodno sposobnostima i znanju zaposlenih (OGC, 2011). Samo uz odgovarajuću stratešku i taktičku HRA, organizacija može biti uspešna i progresivna. Upravljanje raspoloživim ljudskim resursima treba da bude određeno strateškim planiranjem alokacije resursa u okviru organizacije i projekata. Nedavne studije i ankete su jasno pokazale da upravljanje projektnim resursima postaje sve važnije. Ovo se obično smatra najtežom oblasti upravljanja projektima (Strasser & Schmidt-Sibeth, 2024).

Specifičnost vojne profesije ogleda se u posebnim znanjima i veštinama (vojna strategija operatika i taktika, vojan psihologija itd), a koje se stiču na karijernim usavršavanjima (Blagojević et al., 2019). Prema (Marček et al., 2018) upravljanje karijerom oficira je veoma složen proces i uslovljen je brojnim činiocima. Upravljanje ljudskim resursima oduvek je bilo predmet interesovanja vojne nauke. Za strateško HRM u sistemu odbrane (Tomašević, 2022) kao jedne od najvažnijih funkcija za obezbeđenje potrebnih ljudskih resursa (HR) odgovorna je Uprava za kadrove, Sektora za ljudske resurse Ministarstva odbrane. Savremenim razvojem karijere pripadnika MOiVS obezbeđuje se potrebni ljudski potencijali za komandne i rukovodeće dužnosti. Radi HRA vrši se selekcija i rangiranje po tipovima karijere i to: komandno-operativna; štabno-funkcionalna; karijera u planiranju odbrane; karijera ljudskih resursa; logistička; obaveštajno-bezbednosna i nastavno-naučna karijera (Marček et al., 2018). Za ostvarivanje ciljeva odbrabene funkcije države u sve tri misije Vojske Srbije, potrebno je selektovati kvalitetan kadar. Za ove potrebe portfolio modeli predstavljaju odličan izbor. Portfolio model kao efektan koncept za analizu HR baziran na određenim fuzzy logičkim pravilima, predstavlja snažan alat za upravljanje portfolioom HR. Shodno tome, autori predstavljaju univerzalni portfolio model za HRA, koji koristi ANFIS i algoritam simuliranog kaljenja prema (Doğan, et al. 2024). U mnogim radovima koriscena su različite

verzije portfolio matrica, u većini osnovu čini Boston Consulting Group - BCG matrica (Udo-Imeh et al., 2012, Pamučar et al., 2015),

Veštačka neuronska mreža (VNM) je računarski alat u oblasti veštačke inteligencije koji imitira ponašanje mozga. VNM su pronašle brojne primene u rešavanju problema iz realnog sveta u različitim oblastima nauke, poslovanja i industrije. Jedna primarna prednost VNM-a je njena visoka sposobnost u kombinaciji sa jednostavnošću njene primene. Основни део VNM је неурон, који служи као јединица за обраду информација. BCG matrica je renomirani metod analize, koji je razvila Boston Consulting Group 1968. godine, Bruce Henderson (Bruce Henderson) i njegov zaposleni Alen Zakon (Alan Zakon). Autori posmatraju kompanije kao portfolio proizvoda ili biznisa, od kojih svaki doprinosi rastu profitabilnosti, a kojima je potrebno strateško upravljanje. Ova matrica se takođe naziva „analiza portfolija proizvoda“. (Khajezadeh et al., 2019) Veštačku neuronsku mrežu i metodu analize (ANFIS i BCG) smo iskoristili za analizu HR, i koja nam je olakšala izradu strategije HR u MOiVS na osnovu razvojnog potencijala i radne uspešnosti zaposlenih. Model omogućava donosiocima odluka evaluaciju i procenu ljudskih potencijala u skladu sa promenljivim okolnostima okruženja, koje je naročito izraženo u MOVS (Marček et al., 2018).

Cilj rada je izrada modela koji će da omogući menadžmentu MOiVS ostvarivanje uvida u postojeće ljudske potencijale i planiranje sredstava za karijerno usavršavanje i unapređenje potencijala oficirskog kadra, odnosno izbora tipa karijere. Drugi cilj je dalji razvoj metode kritičke analize i modifikacija ove metode u zavisnosti od predmeta istraživanja. Ovako koncipiran model daje mogućenost određivanja prioriteta datih strategija, a time rešavamo problem koji je uočen kod BCG portfolio matrice. U ovom modelu ulazne promenljive (Razvojni potencijal i Radna uspešnost) opisane su fuzzy pravilima koja su prikazana gausovim funkcijama članstva. Na osnovu ekspertskog rasuđivanja formirana je jedinstvena baza znanja koja omogućava raspoređivanje zaposlenih po strategijama. Model ima četiri Izlazne promenljive su (*Hroma patka*, *Krave muzare*, *Tamni konji* i *Zvezde u usponu*) iz modela, koje predstavljaju portfolio HR (Gorb et al., 2022).

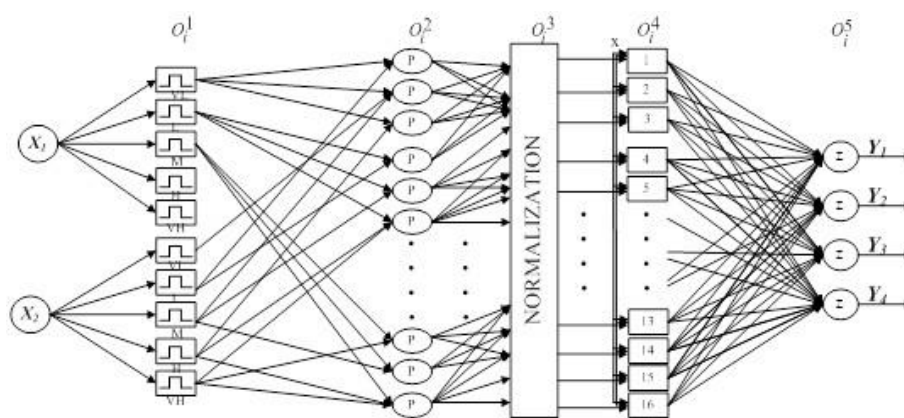
## 1.1. VEŠTAČKA NEURONSKA MREŽA I BCG MATRICA ZA ANALIZU HR

Glavno pitanje strategijskog menadžmenta u donošenju odluka je zahtev za prepoznavanje diverzifikovanih izvora za unapređenje razvoja, na osnovu ukupnog portfolija aktivnosti (poslova) u MOiVS. Na osnovu navedenog nastala je potreba za podacima i modelima koji pomažu evaluaciju poslova od značaja za funkcionisanje organizacione kulture u MOiVS. Portfolio analiza ljudskih resursa zahteva procenu kvalifikacije zaposlenih odnosno njihovih stručnosti i veština (profil sposobnosti). Komparativnim poređenjem profila posla i sposobnosti mogu se sagledati potrebe pripadnika MOiVS za znanjem i veštinama, jer novi zahtevi sa savremenim tehnologijama i buduća polja znanja pojavljuju se u sve kraćim intervalima, i neophodnim merama usavršavanja osoblja odnosno izbora tipa karijere. Prema tome, poredjem radne uspešnosti i razvojnog potencijala za portfolio ljudskih resursa MOiVS ili njenih delova može se uspešno primeniti portfolio matrica. Formiranje matrice realizuje se kroz dva postupka. U prvom se ocenjuje radna uspešnost profesionalnih pripadnika MOiVS, a u drugom procena njihovog razvojnog potencijala. Na osnovu navedene evaluacije određuje se položaj u matrici razvojnih sposobnosti HR. Ideja o modifikaciji klasične BCG matrice

potekla je iz praktične potrebe – tokom istraživanja. Prema predloženoj modifikaciji portfoliju HR ima sledeću strukturu (Gorb et al., 2022):

- (1) "Zvezde u usponu (C1)" ("Звезда") - osobe koje obećavaju, budući lideri i imaju značajan potencijal za napredovanje, lako se prilagođavaju promenama.
- (2) "Krave muzare (C2)". Osobe od poverenja, značajni su za uspešno funkcionisanje i izvršavanje zadataka u kolektivu.
- (3) „Tamni konji (C3)” („Upitnici”) - osobe s tendencijom za dalji uspeh, ali potrebna im je obuka i usavršavanje, visok stepen neizvesnosti.
- (4) „Hroma patka (C4)” - ("Psi"). neperspektivne osobe ne treba ih odbaciti ali smanjiti njihovo učešće, odnosno postaviti ih na manje zahtevna radna mesta.

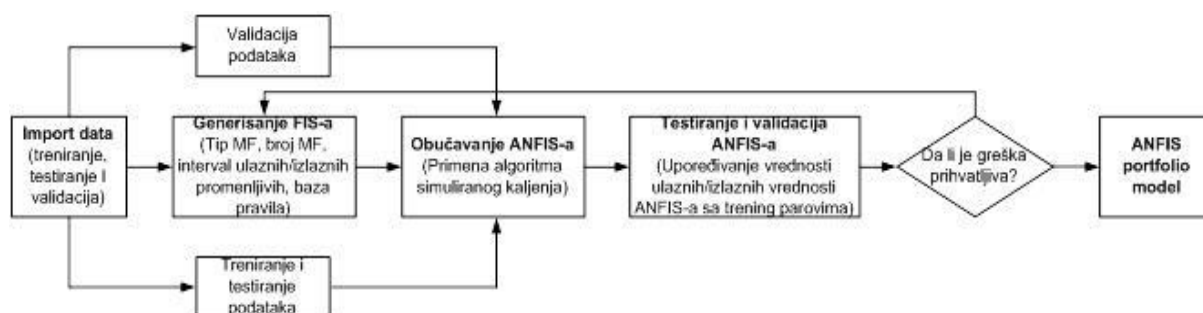
Ulazne promenljive modifikovane BCG portfolio matrice (Razvojni potencijal i Radna uspešnost) opisane su fuzzy logičkim pravilima, a preslikavanjem navedene matrice u ANFIS model neutrališu se manjkavosti klasične BCG portfolio matrice. Ovim je omogućeno da se za svakog profesionalnog vojnog lica (PVL) u MOiVS odredi predložena portfolio strategija, slika 1.



Slika 1. ANFIS model

Faze sprovođenja ANFIS-BCG modela: *faza 1.* prikupljanje informacija o Razvojnom potencijalu PVL ( $X_1$ ) i Radnoj uspešnosti PVL ( $X_2$ ) u MOiVS. *Faza 2.* vrednosti ulaznih parametara ( $X_1$  i  $X_2$ ) provlače se kroz ANFIS i određuje se mesto PVL u okviru modifikovane BCG matrice HR. *Faza 3.* Posle evaluacije portfolija svih PVL, dobija se portfolio HR.

Prema slika 2. vrši se realizacija ANFIS portfolio modela. Karakteristike ANFIS modela zavise od fuzzy logičkog sistema (FLS), odnosno karakteristika funkcija pripadnosti (engl. membership functions) (MF) i od baze pravila. Ovim funkcijama opisuju se ulazni parametri  $X_1$  i  $X_2$  FLS. Složenost FLS-a ogleda se u definisanju lingvističkih pravila i MF ulazno/izlaznih parova. Da bi se došlo do MF i ekspertskih pravila za donošenje odluka potreban je veći broj eksperata kao i komunikaciju sa istima.



Slika 2. Tok realizacije ANFIS modela

Za potrebe formiranja baze pravila i definisanja MF ulaznih promenljivih našeg modela, učestvovalo je 15 stručnjaka koji imaju minimum 10 godina iskustva u HRM u MOiVS.

U MOiVS pri selekciji HR, odnosno kriterijumi koji se koriste zavise od potreba za koje se vrše učešće u projektu, školovanje i izbor tipa karijere, ili prijem u službu. Prema Kovačeviću i drugima, selekcija se realizuje nakon eksternog regrutovanja putem javnog oglašavanja koje se vrši za potrebe popune upražnjenih formacijskih mesta profesionalnih vojnika, civilnih lica kao i oficira određenih specifičnih službi, kao i za prijem na školovanje na Vojnoj akademiji, Vojnomedicinskoj akademiji (Kovačević, et al.,2018), Selekcija se uvek sastoji od lekarskog pregleda koji se ocenjuju sa zadovoljio i nije zadovoljio dok se psiho testiranja i testovi sposobnosti kvantitativno ocenjuju. Kvantitativne vrednosti predstavljaju razvojni potencijal kandidata. Na osnovu otvorenih vrednosti nakon selekcije, a prema propisanoj skali vrši se rangiranje kandidata (Kovačević, et al.,2018). Kod PVL radna uspešnost procenjuje se jednom u dve godine, prema propisanim kriterijumima i predstavlja kvantitativnu vrednost. Prema navedenom, za resavanje problema formiranja portfolia HR za potrebe HRA u MOiVS identifikovana su razvojni potencijal i radna uspešnost ( $X_1$  i  $X_2$ ).

Kako su prethodno navedene dve ulazne promenljive u FLS na izlazu dobijamo četiri vrednosti koje su označene: *Hroma patka* ( $Y_1$ ), *Krave muzare* ( $Y_2$ ), *Tamni konji* ( $Y_3$ ) i *Zvezde u usponu* ( $Y_4$ ). Kada ulazne vrednosti  $X_1$  i  $X_2$  prođu VNM, dobijamo pripadnost kandidata određenom kvadratu BCG matrice ( $Y_1$ ,  $Y_2$ ,  $Y_3$  i  $Y_4$ ) (vrednost data u %). Nakon definisanja ulaznih/izlaznih parametara BCG-ANFIS-a identifikovani su paramateri koji opisuju ulazne/izlazne promenljive. Intervali ulaznih promenljivih normirani su na vrednosti od 1 - 5 pošto kompanije veoma često razvojni potencijal i radnu uspešnost zaposlenih izražavaju petostepenom Likertovom skalom. U procesu modelovanja FLS-a pokazatelji koji opisuju ulazne/izlazne promenljive, korišćeni su za definisanje intervala poverenja i parametara funkcija pripadnosti (MF) ulazno/izlaznih promenljivih (Tabela 1).

Tabela 1. Vrednosti MF pre obučavanja VNM

| Ulazne vrednosti | MF 1                                                                       | MF 2                                                                       | MF 3                                                                       | MF 4                                                                       |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| $X_1$            | $\mu_{MF1}(X_1) = e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{x-1.51}{0.464} \right)^2}$  | $\mu_{MF2}(X_1) = e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{x-2.51}{0.424} \right)^2}$  | $\mu_{MF3}(X_1) = e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{x-3.51}{0.443} \right)^2}$  | $\mu_{MF4}(X_1) = e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{x-4.73}{0.458} \right)^2}$  |
| $X_2$            | $\mu_{MF1}(X_2) = e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{x-1.426}{0.497} \right)^2}$ | $\mu_{MF2}(X_2) = e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{x-2.567}{0.481} \right)^2}$ | $\mu_{MF3}(X_2) = e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{x-3.809}{0.468} \right)^2}$ | $\mu_{MF4}(X_2) = e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{x-4.851}{0.444} \right)^2}$ |



## 1.2. OBUČAVANJE VEŠTAČKE NEURONSKE MREŽE

Obučavanjem VNM kvantitativnim vrednostima prilagođavaju se polazni parametri funkcije pripadnosti ( $X_1$  i  $X_2$ ) / ( $Y_1$ ,  $Y_2$ ,  $Y_3$  i  $Y_4$ ) promenljivih. U zavisnosti od dobijenih i očekivanih vrednosti vrše se promene na konekciji među neuronima da bi se umanjile greške tj. vrši se usaglašavanje funkcije pripadnosti u adaptivnim čvorovima. Simulirano kaljenje je jedna od метахеуристичких метода базираних на локалном претраживању. (Metropolis algoritam) koji imitira traženje stanja minimalne energije u procesu kaljenja metala (Mohdeb & Hacib, 2014, Doğan, et al. 2024). U simulaciji se posmatra stanje samo jedne čestice (rešenja) u procesu kaljenja. U svakom pokusaju, za stanje  $s$  iz prethodnog pokusaja, proizvoljno se odabira susedno stanje  $s'$  (Doğan, et al. 2024). Ako je energija  $s'$  manja od energije  $s$ , čestica će preći u  $s'$ . Ako je energija  $s'$  viša od  $s$  onda prelazi u  $s'$  sa verovatnoćom koja je zavisna od temperature. Verovatnoća prihvatanja lošijeg rešenja opada kako algoritam napreduje (Doğan, et al. 2024). Verovatnoća prihvatanja tačke rešenja definisana je sa:

$$p(T) = e^{-\Delta E/T} \quad (1)$$

$\Delta E$  je promena energije, a  $T$  definiše temperaturu trenutne konfiguracije

Predloženi pristup koji se koristi za podešavanje parametara ANFIS-a realizuje se kroz sledeće korake:

*Korak 1:* Razviti odgovarajući raspored kaljenja koji se sastoji od niza temperatura (kontrolnih parametara), i količine vremena potrebnog da se postigne ravnoteža na svakoj temperaturi.

*Korak 2:* Generisati skup početnih funkcija pripadnosti MF. Funkcija cilja minimizira zbir grešaka između izlaznog cilja i izlaza iz modela.

*Korak 3:* Generiše se novi skup funkcija pripadnosti MF. Procenjuje se promena ciljne funkcije:

$$\delta = f_{O-new} - f_{O-old} \quad (2)$$

Ako je  $\delta < 0$ , idi na Korak 5 inače idi na Korak 4.

*Korak 4:* ( $\delta \geq 0$ ) Uporedite slučajnu promenljivu ( $r$ ) izvučenu iz distribucije na intervalu  $[0,1]$ , sa verovatnoćom prihvatanja novog skupa funkcija pripadnosti:

$$P(\delta) = \exp((f_{O-old} - f_{O-new})/t_i) \quad (3)$$

Ako je  $r < P(\delta)$ , idite na Korak 5, u suprotnom zadržite stari skup funkcija članstva i idite na Korak 3.

*Korak 5:* ( $\delta < 0$  ili  $r < P(\delta)$ ) Zapamtite novi skup funkcija članstva i novu vrednost funkcije cilja.

*Korak 6:* Ako je postignuta termička ravnoteža na temperaturi  $t_i$ , podesite  $i = i + 1$ . Stabilno stanje ili ravnoteža se postiže kada primetimo da je poboljšanje ciljne funkcije malo verovatno. Period je interval između proveravanja da li je ravnoteža postignuta. Period podrazumeva razmenu svih funkcija članstva, gde je unapred definisan broj. Najbolje rešenje, odnosno najmanji zbir grešaka između izlaza modela i ciljanih izlaza, dobijenih razmenom funkcija pripadnosti, predstavlja period.

Tokom obučavanja ANFIS-a u adaptivnim čvorovima mreže promenjeni su parametri MF ulaznih promenljivih. Nakon završetka poslednje faze obučavanja ANFIS-a dobijeni su konačni parametri MF (Tabela 2).

**Tabela 2.** Vrednosti MF posle obučavanja

| ulazne promenljive | MF 1                                                                    | MF 2                                                                   | MF 3                                                                    | MF 4                                                                    |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| $X_1$              | $\mu_{MF1}(X_1) = e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-1}{1.02}\right)^2}$      | $\mu_{MF2}(X_1) = e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-2.62}{0.592}\right)^2}$ | $\mu_{MF3}(X_1) = e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-3.358}{0.596}\right)^2}$ | $\mu_{MF4}(X_1) = e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-4.35}{0.53}\right)^2}$   |
| $X_2$              | $\mu_{MF1}(X_2) = e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-1.889}{0.931}\right)^2}$ | $\mu_{MF2}(X_2) = e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-3.028}{0.34}\right)^2}$ | $\mu_{MF3}(X_2) = e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-3.69}{0.515}\right)^2}$  | $\mu_{MF4}(X_2) = e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-4.733}{0.564}\right)^2}$ |

Primena algoritma simuliranog kaljenja zahteva veliki broj eksperimenata. Vrednost početne temperature i ukupan broj temperatura menja se tokom eksperimenata. ANFIS je obučavan sa maksimalno 45 perioda na jednoj temperaturi. To znači da je ukupno 40 perioda izvršeno na jednoj temperaturi ukoliko u međuvremenu nije dostignut termalni equilibrium. Svaki period prouzrokuje 20 promena parametara MF. Vrednost konstante ( $\epsilon$ ) koja je korišćena za proveravanje da li je postignut equilibrium iznosila je 0.065. Obučavanje ANFIS-a sprovedeno je kroz tri faze, od kojih je svaka faza podrazumevala u proseku oko 23 temperature (ukupno 68). Po završetku treće faze zaključeno je da je greška dobijena na izlazu prihvatljiva. Pored toga, zaključak je da je mreža obučena i sposobna da generalizuje nove ulazne podatke.

### 1.3. TESTIRANJE MODELA

Testiranje predstavljenog ANFIS portfolio modela izvršeno je u Upravi za kadrove Sektora za ljudske resurse MO. Pošto se radi o organizacionoj celini MOiVS čija je osnovna delatnost profesionalni razvoj portfolija karijere oficira, kojim se obezbeđuju ljudski resursi za komandne i rukovodeće dužnosti i koji će svakog čoveka postaviti na mesto sa kojeg će sistemu najviše koristiti, uvažavajući istovremeno lične potrebe, ambicije i potrebe sistema. Pre sprovođenja portfolio analize HR u MOiVS potrebno je utvrditi intervale ulaznih promenljivih neuro-fuzzy modela. U prethodnom delu rada opisan je model u kojem je interval ulaznih promenljivih  $X_1$  i  $X_2$  normiran na interval [1,5]. Međutim, potrebno je da se intervali ulaznih promenljivih podese na vrednosti koje odgovaraju skalama koje se koriste u MOiVS za izražavanje  $X_1$  i  $X_2$ .

Radna uspešnost ( $X_2$ ) profesionalnih pripadnika MOiVS procenjuje se jednom u dve godine i vrednuje se numerički na petostepenoj skali (od 1 do 5): od 4.78 do 5.00 – "naročito se ističe", od 3.77 do 4.77 – "ističe se", od 2.77 do 3.76 – "dobar", od 1.65 do 2.76 – "zadovoljava" i manje od 1.65 – "ne zadovoljava". Propisima je definisano da kandidat čija je radna uspešnost procenjena ocenom "ne zadovoljava" (manje od 1.65) posle 3 meseca podleže vanrednom ocenjivanju. Ako i na ponovljenom ocenjivanju ostvari manju ocenu od 1.65, prekida mu se radni odnos u MOiVS.

Svi kandidati (profesionalni pripadnici MOiVS) tokom selekcije za dalja usavršavanja i razvoj profesionalne karijere podležu psihološkoj selekciji – bateriji psiho testova ("Hedonika 5") koji se obavljaju na Vojnomedicinskoj akademiji (VMA) u Beogradu. Rezultat selektivnog procesa jeste ostvarena numerička vrednost koja predstavlja razvojni potencijal lica ( $X_1$ ) testiranog kandidata. Postignućem na selekciji kandidat se svrstava u jednu od sledećih kategorija: 1 kategorija (od 4.50 do 5.00) – "izuzetan", 2 kategorija (od 4.00 do 4.49) – "iznad proseka", 3 kategorija (od 3.00 do 3.99) – "prosečan", 4 kategorija (od 2.50 do 2.99) – "ispod proseka" i 5 kategorija (manje od 2.50) – "ne zadovoljava".

Za utvrđivanje graničnih vrijednosti portfolio matrice "Razvojni potencijal ( $X_1$ ) / Radna uspešnost ( $X_2$ )" sprovedena je anketa sa grupom od 15 eksperata. Eksperate su činila lica sa više od 5 godina radnog iskustava u psihološkoj selekciji pripadnika MOiVS na VMA. Anketiranje je sprovedeno primenom Delfii metode (Milićević, 2014, 110). Ova metoda se bazira na statističkoj evaluaciji mišljenja eksperata, dobijenih na osnovu sprovedenog intervjua. Tok realizacije Delfi metode, prikazan je na slici 3 (Stekić 2020).



**Slika 3.** Tok realizacije Delfi metode

U skladu sa opisanom metodologijom sprovođenja Delfii metode (Milićević, 2014; Stekić 2020), eksperti su na osnovu upitnika, a prema skali razvojnog potencijala u intervalu (1.00 – 5.00) i radne uspešnosti prema intervalu (1.65 – 5.00) trebali da definišu granične vrijednosti. Podaci su statistički obrađivani (Srednja vrednost, varijansa i standardna devijacija) u programskom paketu IBM SPSS Statistic 22.0, a dovoljan stepen usaglasenosti dostignut je nakon treće iteracije anketiranja, tabela 3.

**Tabela 3.** Rezultati statističke obrade u trećoj iteraciji Delphi alatom

| Varijabla           | Srednja vrednost | Standardna devijacija | Varijansa |
|---------------------|------------------|-----------------------|-----------|
| Razvojni potencijal | 4.0              | 0.302                 | 0.091     |
| Radna uspešnost     | 3.5              | 0.340                 | 0.116     |

Rezultati sprovedenog Delfi predviđanja (tabela 3), ukazuju da su razvojne mogućnosti niskom nivou, odnosno nezadovoljavajuće, za vrednosti iz intervala od 1.00 do 3.00. To znači da se kandidati iz kategorije 5 ("ne zadovoljava") i 4 ("ispod proseka") ne razmatraju se za karijerno usavršavanje. Dakle, na karijerno usavršavanje i izbor tipa karijere mogu se uputiti samo kandidati koji su nakon evaluacije svrstani u kategoriju 1, 2 ili 3.

Određivanjem graničnih vrednosti ulaznih varijabli Razvojni potencijal ( $X_1 \in [3,5]$ ) i Radne uspešnosti ( $X_2 \in [1.65,5]$ ) ispunjeni su uslovi za portfolio analizu kandidata odnosno profesionalnih vojnih lica u MOiVS. Istraživanje je sprovedeno na 25 kandidata tabela 4.



**Tabela 4.** Analiza portfolija ljudskih resursa

| R.b. | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | Y <sub>1</sub> | Y <sub>2</sub> | Y <sub>3</sub> | Y <sub>4</sub> | R.b. | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | Y <sub>1</sub> | Y <sub>2</sub> | Y <sub>3</sub> | Y <sub>4</sub> |
|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1.   | 4.13           | 4.88           | 7.5            | 36.57          | 8.23           | 47.7           | 14.  | 3.34           | 4.63           | 13.51          | 64.72          | 6.99           | 14.77          |
| 2.   | 3.66           | 4.88           | 9.23           | 55.18          | 7.29           | 28.29          | 15.  | 3.75           | 4.92           | 8.33           | 51.98          | 7.12           | 32.57          |
| 3.   | 3.45           | 4.04           | 22.43          | 51.49          | 10.33          | 15.74          | 16.  | 4.59           | 4.67           | 7.52           | 18.25          | 13.38          | 60.85          |
| 4.   | 3.66           | 4.83           | 9.63           | 54.53          | 28.24          | 7.6            | 17.  | 3.20           | 4.88           | 10.81          | 72.69          | 5.12           | 11.38          |
| 5.   | 3.50           | 4.67           | 11.93          | 60.09          | 7.47           | 20.5           | 18.  | 3.81           | 4.38           | 13.22          | 43.59          | 11.29          | 31.89          |
| 6.   | 3.08           | 4.54           | 15.97          | 71.49          | 4.59           | 7.95           | 19.  | 4.14           | 4.79           | 8.04           | 35.59          | 9.02           | 47.34          |
| 7.   | 3.82           | 4.50           | 12.17          | 44.31          | 10.42          | 33.09          | 20.  | 3.11           | 4.38           | 18.85          | 67.48          | 5.26           | 8.4            |
| 8.   | 3.08           | 4.58           | 15.29          | 72.28          | 4.49           | 7.93           | 21.  | 3.43           | 4.33           | 16.69          | 57.59          | 8.82           | 16.9           |
| 9.   | 3.20           | 4.58           | 14.24          | 69.77          | 5.51           | 10.48          | 22.  | 3.64           | 4.58           | 11.83          | 53.44          | 8.71           | 26.02          |
| 10.  | 3.16           | 4.58           | 14.44          | 70.84          | 5.12           | 9.61           | 23.  | 3.06           | 4.33           | 20.30          | 67.09          | 5.01           | 7.6            |
| 11.  | 3.08           | 4.67           | 13.82          | 73.8           | 4.37           | 8.01           | 24.  | 3.66           | 3.92           | 21.69          | 42.68          | 14.26          | 21.36          |
| 12.  | 3.63           | 4.63           | 11.29          | 54.33          | 8.34           | 26.04          | 25.  | 3.39           | 4.75           | 11.63          | 64.87          | 6.56           | 16.94          |
| 13.  | 4.15           | 4.75           | 8.33           | 34.97          | 9.44           | 47.26          |      |                |                |                |                |                |                |

Rezultati sprovedene portfolio analize ukazuju na to da je 80% kandidata u kategoriji „*Krave muzare*“, a preostalih 20% je u kategoriji „*Zvezde u usponu*“. Kako niko od kandidata nije svrstan u kategorije „*Tamni konji*“ i „*Hroma patka*“, a broj kandidata iz kategorije „*Zvezde u usponu*“ je veći od 10 %, možemo zaključiti da je portfolio kandidata u MOiVS koja je bila predmet analize, dobro strukturiran te da ne treba preduzimati neke posebne mere za unapređenje postojećeg stanja.

## 2. ZAKLJUČAK

Od stepena uspešnosti razvoja karijere PVL, od presudnog je značaja za motivisanost i zadovoljstvo profesionalnih vojnih lica poslom, a shodno tome i sticanju veština i sposobnosti za sve tri misije Vojske Srbije.

Prikazanim ANFIS modelom za HRA unapređena su znanja iz oblasti PHR. Prikazani pristup primenom AI u portfolio analizi ljudskih resursa (ugrađivanje neuro-fuzzy modela i algoritma simuliranog kaljenja u portfolio analizu), predstavlja kvalitativni pomak u pravcu unapređenja strateškog HRM. Baza fuzzy pravila neuro-fuzzy modela formulisana je na osnovama BCG matrice i korišćena je za izbor portfolija ljudskih resursa u cilju formulisanje tipa karijere u MOiVS.

Model ima dosta prednosti u odnosu na druge HRA metode. Sistem poseduje prilagodljivost, koja se ogleda kroz postavljanje osnovne neuro-fazi pravila na osnovu karakteristika ranijih portfolija HR i heurističkih iskustava menadžera. Skup fuzzy pravila je od suštinskog značaja za strateško upravljanje, posebno u slučajevima kada se koristi deskriptivni pristup, onaj koji preferira intuitivno, heurističko rešavanje problema. Ovaj HRA model je efikasan u uslovima neizvesnosti. Stoga bi mogao pružiti podršku donosiocima odluka u procesu izrade HRA strategija u neizvesnom okruženju. Neuro-fuzzi zasnovan HRA model omogućava dinamičko donošenje odluka u upravljanju HRA kroz implementaciju sistema zasnovanog na računaru.

## LITERATURA

1. Blagojević, S., Starčević, S., & Zogović, M. (2019). Nauke odbrane ili vojne nauke - pola veka bez odgovora. *Vojno delo*, 71(7), 178-188. <https://doi.org/10.5937/vojdelo1907178B>

2. Doğan, Seyyide & Sağlam Bezgin, Müge & Karaçayır, Emine. (2024). The portfolio optimization with simulated annealing algorithm: An application of Borsa Istanbul. *Gazi Journal of Economics and Business*. 10. 1-15. 10.30855/gjeb.2024.10.1.001.
3. Gorb O., Dorohan-Pysarenko, L., Yehorova, O., Yasnolob, I., & Doroshenko, A. (2022). Boston consulting group matrix: Opportunities for use in economic analysis. *Scientific Horizons*, 25(7), 20-30. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(7\).2022.xx-xx](https://doi.org/10.48077/scihor.25(7).2022.xx-xx)
4. Hale C., (2024), AI Tools for Resource Allocation in Project Management, <https://www.linkedin.com/pulse/ai-tools-resource-allocation-project-management-charles-hale-faize>
5. Khajezadeh, M. , Niasar, M. , Asli, S. , Davari, D. , Godarzi, M. , Asgari, Y. (2019). Application of Neural Network in Portfolio Product Companies: Integration of Boston Consulting Group Matrix and Ansoff Matrix'. *World Academy of Science, Engineering and Technology, Open Science Index* 150, *International Journal of Economics and Management Engineering*, 13(6), 821 - 825.
6. Kovačević, M., Lojić, R., & Kuzmanović, B. (2018). Selekcija oficira Vojske Srbije za upućivanje na generalštabno usavršavanje primenom metode analitičkog hijerarhijskog procesa. *Vojno delo*, 70(4), 282-299. <https://doi.org/10.5937/vojdela1804282K>
7. Marček, J., Ristić, V., & Bojanić, D. (2018). Uticaj nekih determinanti na razvoj karijere oficira Vojske Srbije. *Vojno delo*, 70(7), 239-267. <https://doi.org/10.5937/vojdela1807239M>
8. Milićević, M. (2014). *Ekspertska ocenjivanje*. Beograd: Medija centar „Odbrana”.
9. Mohdeb, N. and Hacib, T. (2014). A New Application of an ANFIS for the Shape Optimal Design of Electromagnetic Devices. *Intelligent Systems and Applications*, 10, 11-19
10. OGC (Office of Government Commerce) (2011). *Management of Portfolios*. The Stationery Office, Norwich, 2011.
11. Pamučar D., Lukovac V., Božanić D., (2015), Izrada portfolio matrice za analizu ljudskih resursa primenom fuzzy logičkog sistema tip-2, SYM-OP-IS 2015: XLII Simpozijum o operacionim istraživanjima.
12. Stekić N. (2020), Dometi predikcije u strateškim studijama: značaj ekspertskog znanja i alata veštačke inteligencije, *Zbornik radaova sa konferencije „Изазови савременог света: стратешко деловање држава или резултанта глобалних и локалних процеса и повода?”*, DOI:[https://doi.org/10.18485/fb\\_iss.2020.1.ch6](https://doi.org/10.18485/fb_iss.2020.1.ch6)
13. Strasser J., Schmidt-Sibeth A., (2024) 7 Project Management Trends in 2024 – Where Are We Headed? The Project Group, pristupljeno: 4.5.2024. <https://www.theprojectgroup.com/blog/en/project-management-trends/>
14. Syed, S. M., Subbalakshmi, A. V. V. S., Singh, D., Emani, S., & Basava, R. K. (2023). Design and Analysis of Human Resources Using Artificial Intelligence. *Journal of Law and Sustainable Development*, 11(9), e829-e829.
15. Tomašević, K. (2022). Organizacione i funkcionalne razlike u upravljanju ljudskim resursima u Ministarstvu odbrane i Ministarstvu unutrašnjih poslova Republike Srbije. *Vojno delo*, 74(5), 57-70. <https://doi.org/10.5937/vojdela2205057T>
16. Udo-Imeh, P.T., Edet W.E., Anani R.B. (2012). Portfolio Analysis Models: A Review. *European Journal of Business and Management*, 4 (18), 101-120.
17. Strasser J., Schmidt-Sibeth A., (2024) 7 Project Management Trends in 2024 – Where Are We Headed? The Project Group, pristupljeno: 4.5.2024. <https://www.theprojectgroup.com/blog/en/project-management-trends/>