



Creative Commons Attribution –
NonCommercial 4.0 International License

Prethodno priopćenje

<https://doi.org/10.31784/zvr.14.1.16>

Datum primitka rada: 3. 4. 2025.

Datum prihvatanja rada: 1. 9. 2025.

UMJETNA INTELIGENCIJA I NEURONSKE MREŽE: TRANSFORMACIJA PARADIGME UPRAVLJANJA LJUDSKIM POTENCIJALIMA

Zdenko Jukić

Mag. oec, doktorand, Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet, Ivana Filipovića 4, 51 000 Rijeka, Hrvatska;
e-mail: zdenko.jukic@gmail.com

Ana Štambuk

Dr. sc, redovita profesorica, Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet, Ivana Filipovića 4, 51 000 Rijeka, Hrvatska;
e-mail: ana.stambuk@efri.uniri.hr

SAŽETAK

Proliferacija umjetne inteligencije i srodnih tehnologija, kao što su umjetne neuronske mreže, katalizirala je duboku transformaciju načina na koji organizacije funkcioniraju prožimajući brojna funkcionalna područja, uključujući kritično područje upravljanja ljudskim potencijalima. Ovaj rad istražuje potencijalne koristi i izazove integracije ovih naprednih tehnologija u upravljanju ljudskim potencijalima s osvrtnom na pregled situacije u znanstvenoj zajednici u Republici Hrvatskoj gdje ne postoji nijedan znanstveni rad domaćih autora koji obrađuje navedenu temu. Istraživačko pitanje koje je u središtu ovoga pregleda propituje potencijalne koristi i izazove integracije umjetnih neuronskih mreža i umjetne inteligencije u sustave upravljanja ljudskim potencijalima. Rezultati pretraživanja ukazuju na sve veću primjenu strojnog učenja u različitim aspektima upravljanja ljudskim potencijalima. Na odabir ove teme prvenstveno je utjecao sve veći značaj umjetne inteligencije u znanstvenom i poslovnom okruženju, dok je u Republici Hrvatskoj znanstveni osvrt još uvijek u povojima i predstavlja intrigantan put za istraživanje. Ova je tema vrlo relevantna jer prikazuje potencijalne transformacije u upravljanju ljudskim potencijalima koje mogu dovesti do značajnih promjena u načinu na koji tvrtke mogu raditi i surađivati sa svojim zaposlenicima.

Ključne riječi: umjetna inteligencija, umjetne neuronske mreže, upravljanje ljudskim potencijalima, strojno učenje, transformacija paradigme

1. UVOD

Sraz umjetne inteligencije (engl. *Artificial Intelligence* – AI), umjetne neuronske mreže (engl. *Artificial Neural Network* – ANN) i upravljanja ljudskim potencijalima (engl. *Human Resource Management* – HRM) otvara novu eru tehnološkog napretka i organizacijske transformacije. Kako se AI nastavlja razvijati, potencijal revolucioniranja prakse ljudskih potencijala (engl. *Human Resource* – HR) postaje sve očitiji. Korištenjem snage AI-a tvrtke mogu pojednostaviti procese, poboljšati donošenje odluka i optimizirati ljudski kapital (Xiang *et al.*, 2022).

ANN kao podskup AI-a postao je posebno moćan alat za HR stručnjake. Nadahnut strukturom i funkcijom ljudskog mozga, ANN je sposoban učiti iz golemih količina podataka i donositi složene odluke (Gurney, 2017). Kada se primijeni na HRM, ANN može analizirati podatke o zaposlenicima, identificirati obrasce i predvidjeti buduće trendove (Farrés i Rocabert, 2017). To omogućuje HR timovima donositi točnije i učinkovitije odluke na temelju podataka.

Integracija AI-a i ANN-a¹ u HRM ima dalekosežne posljedice. Automatiziranjem rutinskih zadataka kao što su unos podataka i generiranje izvješća HR stručnjaci mogu osloboditi dragocjeno vrijeme da bi se usredotočili na strateške inicijative. Alati pokretani AI-om također mogu poboljšati proces zapošljavanja i odabira analiziranjem životopisa, provođenjem početnih intervjua i identificiranjem vrhunskih talenata. Nadalje, ANN se može koristiti za razvoj personaliziranih programa obuke, procjenu učinka zaposlenika i predviđanje potencijalne fluktuacije (M. R. Shafie *et al.*, 2024).

ANN mijenja sâm način na koji tvrtke upravljaju svojim ljudskim potencijalima. Ovi napredni sustavi pomažu HR stručnjacima u donošenju informiranih odluka o zapošljavanju, održavanju angažmana zaposlenika i procjeni učinka (Huang *et al.*, 2001) they have been applied in the area of human resources management (HRM. Modernim tvrtkama potreban je ML kako bi poboljšale svoje rezultate zapošljavanja. Neuronske mreže pokreću analitiku HR-a koja poboljšava sve, od provjere kandidata do razvoja programa za zaposlenike. Međutim, uporaba AI-a u HRM-u nije bez izazova. Moraju se pažljivo razmotriti mnoga etička pitanja, kao što su privatnost i pristranost, kako bi osigurali odgovorno korištenje sustava umjetne inteligencije. Osim toga, tvrtke moraju ulagati u potrebnu infrastrukturu, podatke i talent za učinkovitu implementaciju rješenja umjetne inteligencije.

Gratton i suradnici zaključuju da "... čak i ako je retorika HRM-a 'meka', stvarnost je gotovo uvijek 'tvrda'" (Gratton *et al.*, 1999). Tvrdi pristup HRM-u fokusira se na upravljanje performansama i instrumentalni pristup zaposlenicima dok se meki pristup temelji na osnaživanju, motivaciji i povjerenju tretirajući zaposlenike kao najvažniji resurs tvrtke.

¹ AI je širi pojam koji obuhvaća tehnologije za simulaciju ljudske inteligencije, dok je ANN specifičan model unutar umjetne inteligencije.

1. 1 Pregled teme

Istraživačko pitanje koje se postavlja je koje su prednosti i izazovi primjene umjetnih neuronskih mreža i umjetne inteligencije u sustavima upravljanja ljudskim potencijalima s osvrtom na trenutno stanje istraživanja u hrvatskom znanstvenom kontekstu. Pitanje o potencijalnoj koristi i izazovima integracije umjetnih neuronskih mreža i umjetne inteligencije u sustave upravljanja ljudskim potencijalima prvenstveno je odabrano s obzirom na sve veću prisutnost umjetne inteligencije u poslovnom svijetu, dok je u Republici Hrvatskoj u samim začetcima.

Cilj rada je utvrditi kako se AI i ANN koriste u HRM-u, u kojim funkcionalnim područjima HRM-a i u kojem kontekstu. Ova je tema izuzetno relevantna jer istražuje potencijalne transformacije u upravljanju ljudskim potencijalima koje mogu dovesti do značajnih promjena u načinu rada tvrtke.

Autori su koristili polusustavni pristup pregleda literature. Ovaj pristup je odabran iz razloga što je prikladan kada postoje različite discipline i/ili metode u podlozi teme zbog složenosti teme što je čini manje prikladnom za kvantitativnu metaanalizu te što su i ML i HRM složena područja koja obično proučavaju i konceptualiziraju istraživači iz različitih područja, kao što su menadžment, društvene i računalne znanosti. Doseg rada ogleda se u definiranju ključnih pojmova kroz precizno razgraničavanje, i to:

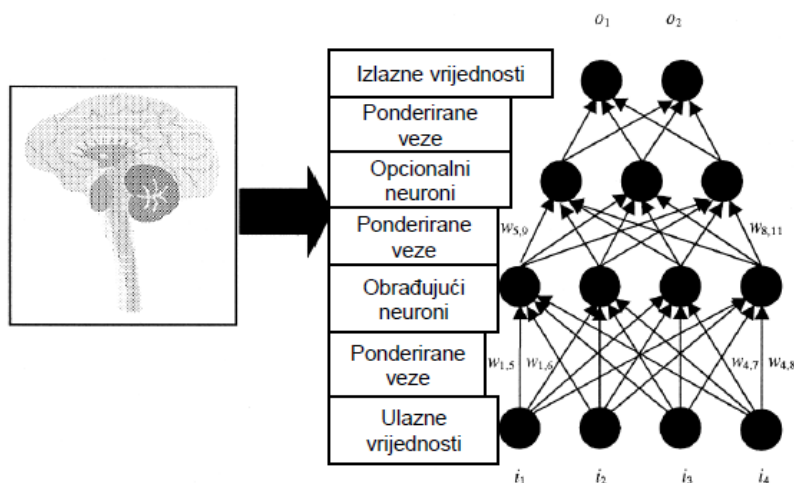
- AI je definiran kao cilj,
- ML kao metoda za postizanje tog cilja i
- ANN kao poseban alat unutar ML-a koji pomaže sustavima umjetne inteligencije pri obradi složenih podatkovnih zadataka.

Pretraživanjem baze Hrčak nije pronađen nijedan istraživački rad pri pretraživanju ključnih riječi „AI“ AND „ljudski potencijali“, dok je pretraživanjem ključnih riječi „AI“ AND „ANN“ pronađen jedan rad na engleskome jeziku, stranog autora, koji je zadovoljio kriterij upita.

1. 2 Što je ANN?

Neuronske mreže su sofisticirana grana umjetne inteligencije (Huang *et al.*, 2004) koja oponaša način na koji ljudski mozak obrađuje informacije. Ovi računalni modeli prepoznaju obrasce i donose odluke dok obrađuju podatke kroz međusobno povezane čvorove koji rade poput bioloških neurona u ljudskom mozgu (sl. 1) (Grossi i Buscema, 2008). ANN predstavlja računalne algoritme koji odražavaju biološke sustave sastavljene od neurona. Te mreže djeluju kao sofisticirani sustavi obrade u kojima više jednostavnih jedinica zvanih čvorovi surađuje na dovršavanju složenih zadataka. Neparametrijske karakteristike neuronskih mreža omogućuju programerima izradu modela bez prethodnog poznavanja distribucije podataka, što ih čini vrijednim alatima u aplikacijama ljudskih potencijala (Walczak i Cerpa, 2003).

Slika 1. Primjer arhitekture ANN-a



Izvor: Walczak i Cerpa (2003, str. 632), preveli autori

Neuronske mreže obrađuju informacije kroz nekoliko povezanih koraka koji besprijeckorno rade zajedno (Walczak i Cerpa, 2003). Prvi je prijem ulaza gdje mreža bilježi podatke putem svog ulaznog sloja. Drugi je dodjela težine (pondera) gdje sustav svakom ulazu daje specifične težine koje pokazuju njegovu važnost. Treće je obrada, gdje podaci teku kroz skrivene slojeve koji ih analiziraju, i na kraju je generiranje izlaza, pri čemu posljednji sloj stvara rezultate iz obrađenih informacija. Primjer funkcioniranja neuronske mreže prikazan je na slici 2.

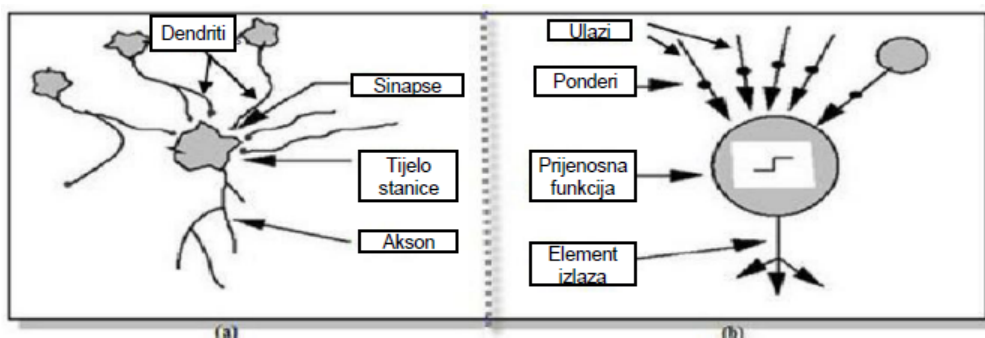
Neuronskim mrežama potrebni su podaci za obuku kako bi učile i postajale preciznije. Faza obuke mreže prilagođava utege kroz gradijentno spuštavanje koje pomaže u pronalaženju pravog puta za svođenje pogrešaka na najmanju moguću mjeru (Abiodun *et al.*, 2018). Ova moć učenja omogućuje umjetnim neuronskim mrežama rukovanje složenim podacima i brzo predviđanje rezultata (Li, 2019). Zadaci kao što je prepoznavanje uzoraka sada traju nekoliko minuta umjesto nekoliko sati ljudske analize.

1. 3 Ključne komponente ANN-a

Sljedeće komponente su temelji arhitekture ANN-a (Longa *et al.*, 2024):

- neuroni, jednostavne procesorske jedinice koje primaju ulaze, izvide izračune i proizvode izlaze
- slojevi, strukturirane grupe, uključujući ulazne, skrivene i izlazne slojeve
- ponderi i pristranosti, parametri koji kontroliraju snagu veze između neurona
- funkcije aktivacije (prijenosna funkcija), komponente koje uvode nelinearnost u mrežu
- funkcija gubitka mjeri odstupanje između predviđenih i stvarnih rezultata.

Slika 2. Usporedba biološkog i umjetnog neurona



Izvor: Alqudah (2022, str. 68), preveli autori

Svaki neuron u mreži koncentrira se na jedan aspekt problema, slično kao i ljudski neuroni koji dijele svoja otkrića. Skriveni sloj, poznat kao "crna kutija", obrađuje informacije između ulaznog i izlaznog sloja i pomaže mreži naučiti složene obrasce i reprezentacije (Buscema, 1998). Ova napredna arhitektura omogućuje umjetnoj neuronskoj mreži rješavanje linearnih i nelinearnih problema što ih čini učinkovitim za aplikacije za HRM svih vrsta (Walczak i Cerpa, 2003). Mreža uči i prilagođava se kroz svoj proces obuke obradom velikih uzoraka podataka s poznatim rezultatima. ANN gradi bazu znanja kroz nadzirano učenje s označenim skupovima podataka koji mu pomažu u točnim predviđanjima kada naiđe na nove, nepoznate podatke (Ni, 2022).

2. PREGLED LITERATURE

Strojno učenje (engl. *Machine Learning* – ML) sve se više koristi u HRM-u, iako je još uvijek u ranoj fazi razvoja. Primjena ML-a posebno je snažna u regrutiranju i upravljanju učinkom (Strohmeier i Piazza, 2015). Ovo je vjerojatno zbog mjerljive prirode ovih funkcija, što ih čini pogodnima za primjenu algoritama ML-a. ML se koristi za automatizaciju i poboljšanje različitih HRM funkcija uključujući izvlačenje informacija iz životopisa, procjenu prikladnosti kandidata, predviđanje fluktuacije zaposlenika, identificiranje potreba za obukom i mjerenje učinkovitosti obuke.

Istraživanje otkriva rastući trend primjene algoritama ML-a u različitim HRM funkcijama s posebnim naglaskom na zapošljavanju i upravljanju učinkom. Iako je primjena ML-a u HRM-u još uvijek u ranoj fazi, interes za ovu tehnologiju raste, što potvrđuje i porast broja znanstvenih radova objavljenih na tu temu od 2017. godine nadalje (Pitt *et al.*, 2018). Ovaj porast interesa dijelom je potaknut fokusom organizacija na digitalizaciju i sve većom dostupnošću podataka (Bolton *et al.*, 2022). Važno je istaknuti da većinu istraživanja provode stručnjaci s tehnološkom pozadinom, a ne iz područja HRM-a. Ovaj trend ukazuje na potrebu za većom suradnjom između stručnjaka iz oba područja kako bi se osigurala uspješna integracija ML-a u HRM praksu (Pitt *et al.*, 2018).

Analiza literature pokazuje da se ANN, kao jedna konkretna metoda ML-a, primjenjuje u širokom spektru HRM funkcija uključujući:

- a) *zapošljavanje*; kao ML se koristi za automatizaciju procesa izdvajanja informacija iz životopisa (Qian i Ohwada, 2018), procjenu prikladnosti kandidata na temelju osobina ličnosti, vještina i kvalifikacija (Farkas *et al.*, 2014) te preporuku relevantnih poslova potencijalnim kandidatima (Heggo i Abdelbaki, 2018). Automatizacija ovih procesa štedi vrijeme i novac te pomaže u pronalaženju najboljih kandidata. Primjeri primjene uključuju korištenje algoritama za obradu prirodnog jezika (engl. *Neuro-Linguistic Programming* – NLP)² za analizu životopisa i profila kandidata s platformi poput LinkedIna (Giri *et al.*, 2016). ML se također koristi za personaliziranje preporuka poslova kandidatima na temelju njihovih vještina i interesa (Diaby *et al.*, 2013).
- b) *odabir*, pri čemu algoritmi ML-a pomažu u identifikaciji ključnih atributa za odabir kandidata (Gupta i Suma, 2014) i razvoju modela odabira (Shehu Aliyu i Saeed, 2016). Ovi modeli mogu uzeti u obzir više faktora od tradicionalnih metoda odabira, što dovodi do objektivnijih i preciznijih odluka o zapošljavanju. Primjer je korištenje stabala odlučivanja za klasifikaciju kandidata na temelju demografskih karakteristika, radnog iskustva i rezultata testova (Chien i Chen, 2008).
- c) *angažman zaposlenika*, pri čemu ML omogućuje analizu podataka s društvenih mreža za razumijevanje angažmana zaposlenika prema brendu (Pitt *et al.*, 2018), analizu sentimenta zaposlenika (Strohmeier i Piazza, 2015) i utvrđivanje faktora koji utječu na stres na poslu (Lee i Shin, 2010). Praćenje i analiza ovih informacija pomažu organizacijama u stvaranju pozitivnog radnog okruženja i poboljšanju zadovoljstva zaposlenika. Analiza sentimenta zaposlenika iz postova na društvenim mrežama poput Twittera može pružiti uvid u njihovo zadovoljstvo poslom i organizacijskom kulturom (Strohmeier i Piazza, 2015).
- d) *obuka i razvoj* gdje se ML koristi za identifikaciju potreba za obukom (Chen *et al.*, 2007), preporuku relevantnih tečajeva (Castellanos, 2019), mjerenje učinkovitosti obuke (Wang *et al.*, 2014) te predviđanje karijernog puta zaposlenika. Personalizirani programi obuke utemeljeni na strojnom učenju mogu pomoći zaposlenicima u razvoju potrebnih vještina i napredovanju u karijeri (Li *et al.*, 2017). Dokaz je korištenje algoritama za preporuku tečajeva na temelju trenutnih vještina i ciljeva zaposlenika, kao i korištenje analize podataka za mjerenje učinka programa obuke (Chen *et al.*, 2007).
- e) *upravljanje učinkom* gdje ML omogućuje automatizaciju evaluacije učinka (Gui *et al.*, 2014), grupiranje zaposlenika na temelju razine učinka i zadovoljstva poslom

² NLP je širi pojam koji obuhvaća tehnike za analizu, razumijevanje i generiranje ljudskog jezika, dok su LLM-ovi (engl. *Large Language Model* – LLM, veliki jezični modeli) specifični modeli unutar NLP-a koji koriste duboko učenje i ogromne količine podataka za generiranje koherentnog teksta i složene jezične zadatke.

(Aktepe i Ersöz, 2012), predviđanje razine učinka (Li *et al.*, 2016), otkrivanje subjektivnosti u procesu procjene (Abed i El-Halees, 2017), procjenu razine stručnosti (Horeh *et al.*, 2016) te razvoj personaliziranih poticaja (Massrur *et al.*, 2014). ML može poboljšati objektivnost i učinkovitost procesa upravljanja učinkom. Primjer je uključivanje korištenja algoritama za analizu teksta za otkrivanje pristranosti u povratnim informacijama o učinku i korištenje algoritama za grupiranje zaposlenika u kategorije na temelju njihovog učinka (Aktepe i Ersöz, 2012).

- f) *fluktuacija zaposlenika*, pri čemu se ML koristi za predviđanje fluktuacije zaposlenika na temelju radnih i osobnih faktora (Sandhya i Sulphrey, 2020) psychological contract and employee engagement on voluntary turnover intentions of employees in the information technology (IT, identifikaciju vrijednih zaposlenika koji bi mogli otići (Saradhi i Palshikar, 2011) te uključivanje nesigurnosti modela u predviđanje fluktuacije (Nandialath *et al.*, 2018). Predviđanje fluktuacije zaposlenika pomaže organizacijama u zadržavanju ključnih zaposlenika i smanjenju troškova povezanih s odlaskom zaposlenika (Rabcan *et al.*, 2017). Primjer je korištenje algoritama za klasifikaciju za predviđanje vjerojatnosti odlaska zaposlenika na temelju faktora poput zadovoljstva poslom, plaćom i mogućnošću napredovanja (Rombaut i Guerry, 2017).
- g) *dinamika tima*, kad algoritmi ML-a pomažu u preporuci članova tima (Schönig *et al.*, 2018), procjeni učinka tima (Masuda *et al.*, 2017), analizi sentimenta i mišljenja članova tima (Heil *et al.*, 2015) te analizi uzoraka interakcije unutar tima (Shejale i Gnagawane, 2016). Analiza dinamike tima pomaže u stvaranju učinkovitijih timova i poboljšanju suradnje. Primjeri uključuju korištenje algoritama za analizu društvenih mreža za identifikaciju potencijalnih članova tima s komplementarnim vještinama i korištenje algoritama za rudarenje teksta za analizu komunikacije unutar tima (Nikitinsky *et al.*, 2016).
- h) *alokacija ljudskih potencijala*, pri čemu ML omogućuje klasifikaciju zaposlenika prema generaciji kojoj pripadaju (Shejale i Gnagawane, 2016). Ove informacije mogu se koristiti za prilagođavanje programa upravljanja ljudskim potencijalima različitim generacijama zaposlenika. Primjer je algoritam za rudarenje teksta za identifikaciju generacijskih karakteristika iz profila zaposlenika na društvenim mrežama (Nikitinsky *et al.*, 2016).

3. METODOLOGIJA

Za ovaj pregled prilagođen je polusustavni pristup (Snyder, 2019). Takav je pristup prikladan kada postoje različite discipline i/ili metode u podlozi teme (Wong *et al.*, 2013) ili kada se tema, zbog složenosti, čini manje prikladnom za kvantitativnu metaanalizu (Cast Intindola *et al.*, 2017).

I ML i HRM su složena područja; obično ih proučavaju i konceptualiziraju istraživači iz različitih područja kao što su menadžment, društvene i računalne znanosti. Autori su

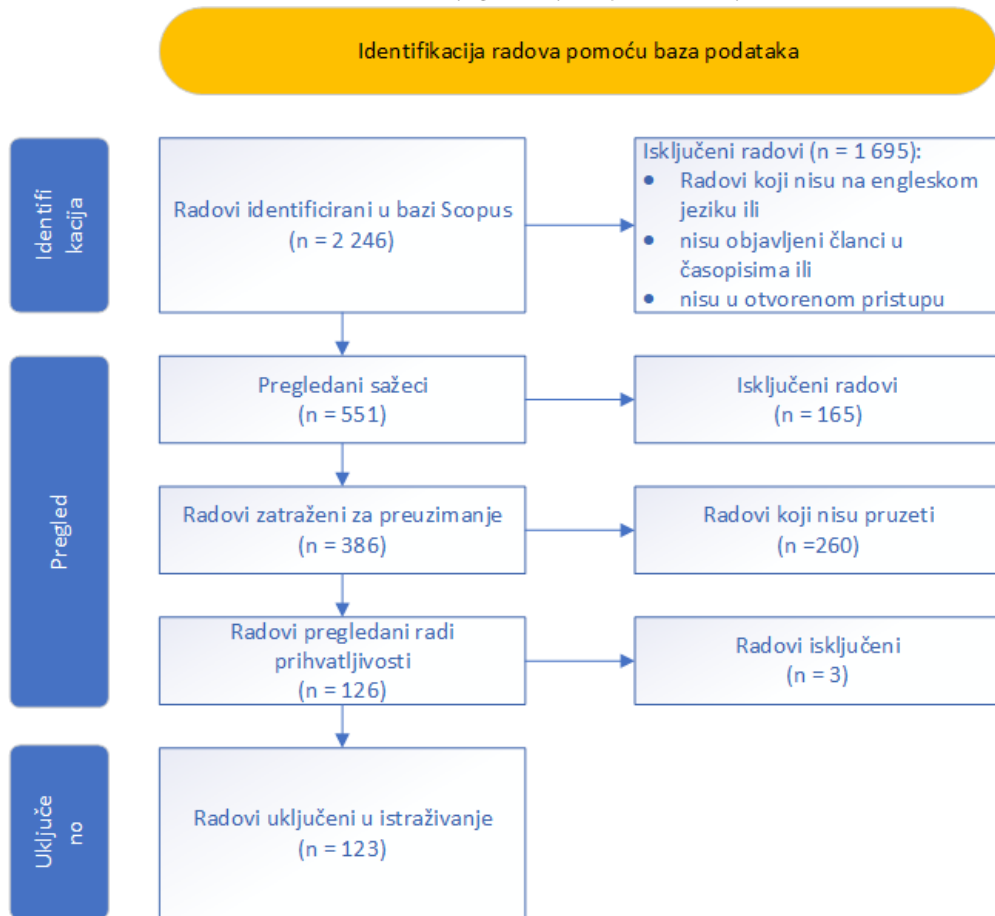
umjetnu inteligenciju definirali kao cilj, ML kao metodu za postizanje tog cilja, a ANN kao poseban alat unutar ML-a koji pomaže sustavima umjetne inteligencije pri obradi složenih podatkovnih zadataka. Ujedno, aplikacija ML se sastoji od niza metoda i algoritama koji su manje prikladni za izvođenje dokaza učinka. Cilj rada je utvrditi kako se AI i ANN koriste u upravljanju ljudskim potencijalima, u kojim funkcionalnim područjima upravljanja ljudskim potencijalima i u kojem kontekstu. ANN se može definirati kao primjena onih algoritama koji se koriste za pronalaženje pravilnosti u procesu rudarenja podataka kroz koje se razvija mehanizam učenja (Colonna, 2013).

Ovaj mehanizam učenja računala koriste za potrebe predviđanja. Autore su zanimalo funkcije koje olakšavaju upravljanje zaposlenicima tijekom njihovog radnog ciklusa u tvrtki. Stoga je opseg pregleda bio ograničen na HRM i definiran kao proces "koji se bavi upravljanjem pojedinačnim zaposlenicima i malim radnim grupama" (Bratton i Gold, 2017, str. 13). Uključuje funkcije kao što su zapošljavanje, odabir, obuka i razvoj, upravljanje učinkom i nagrade. Zbog činjenica navedenih u gornjem tekstu korišten je polusustavan pristup za prepoznavanje trendova istraživanja ML-a u upravljanju ljudskim potencijalima, a potom za sintetiziranje i uokvirivanje priče o rezultatima pretraživanja.

Pretraživanje se temeljilo na ključnim riječima koje su korištene na bazi podataka Scopus. U skladu s naslovom rada, za pretraživanje literature korištene su ključne riječi vezane uz HRM i ML (pojam pokriva oba pojma; i umjetnu neuronsku mrežu i umjetnu inteligenciju). Za ML pojmovi za pretraživanje bili su "*artificial neural networks*", "ANN", "AI", "*artificial intelligence*". Za HRM su korišteni pojmovi: "*human resource management*" i "HRM". Korištenje pojmova "HRM" i "*human resource management*" kao ključnih riječi odabrano je kako bi se obuhvatile različite funkcije povezane s HRM-om koje su predmet primjene ML-a. Često se opisuje da HRM obuhvaća tipične funkcije i prakse uključene u upravljanje ljudima kao što su zapošljavanje, selekcija, razvoj i zadržavanje (Thunnissen, 2016).

Pretraživanje je ograničeno na naslov, sažetak i ključne riječi; tako je sintaksa upita upisana kao: "*artificial neural networks*" OR "ANN" OR "AI" OR "*artificial intelligence*" AND "*human resource management*" OR "HRM". Pretraživanje je također bilo ograničeno na radove i članke iz časopisa na engleskome jeziku, na radove "*open access*", a isključeni su radovi u statusu "*Article in press*". Tijek pretraživanja prikazan je Prisma dijagramom (sl. 3). Ove su ključne riječi odabrane kako bi se osigurala pokrivenost radova iz različitih funkcija HRM-a. Od odabranog 551 rada za pregled sažetaka isključeno je 165 radova zbog toga što u sažetku nisu pronađene podudarnosti s tematikom rada. Naknadno su isključena tri rada jer nemaju nijedan citat.

Slika 3. PRISMA dijagram tijeka pretraživanja



Izvor: Page *et al.* (2021); prilagodili autori

4. REZULTATI

Promjena upravljanja ljudskih potencijala uz pomoć umjetnih neuronskih mreža predstavlja značajnu priliku za tvrtke u optimizaciji svojih strategija upravljanja ljudskim kapitalom. Prihvatanjem tehnologije umjetne inteligencije stručnjaci za ljudske potencijale mogu potaknuti inovacije, poboljšati učinkovitost i stvoriti angažiraniju i produktivniju radnu snagu (Al-Nammari *et al.*, 2023). Kako se AI nastavlja unaprjeđivati, utjecaj na HRM će nedvojbeno rasti oblikujući budućnost rada.

4. 1 Primjena ANN-a u HR-u

ANN je transformirao tradicionalne HR procese, a istraživanja pokazuju da 40 % organizacija sada koristi rješenja utemeljena na umjetnoj inteligenciji za povećanje učinkovitosti (Da Costa *et al.*, 2023). Ova tehnološka promjena stvara nove mogućnosti za analitičko donošenje

odluka u svim vrstama HR funkcija. Neuronske mreže preoblikovale su krajolik zapošljavanja automatizacijom provjere kandidata i točnijim odabirom (Strohmeier i Piazza, 2015). Tvrtke koje koriste sustave zapošljavanja pokretane umjetnom inteligencijom izvještavaju o boljim rezultatima. Unilever je najbolji primjer; skratili su vremenski okvir zapošljavanja s četiri mjeseca na četiri tjedna i uštedjeli više od 50.000 sati vremena zapošljavanja (Stefano, 2020). Ovi sustavi provode više automatiziranih intervjua prije bilo kakve ljudske interakcije i osiguravaju objektivniji izvorni proces provjere. Neuronske mreže poboljšavaju proces zapošljavanja u nekoliko važnih područja, kao što su raščlanjivanje životopisa i podudaranje kandidata, analiza obrazaca ponašanja tijekom intervjua, automatizirana provjera i uži izbor u ranim fazama, smanjena pristranost u odabiru kandidata (Vardarlier i Zafer, 2020). Neuronske mreže transformirale su način na koji tvrtke procjenjuju performanse nudeći objektivnije i potpunije metode evaluacije (Wang i Jiang, 2010). Ova tehnologija pomaže organizacijama da izgrade sustave evaluacije koji potiču rast tvrtke i motiviraju zaposlenike da poboljšaju svoj učinak (Manafi i Subramaniam, 2015). Sustavi pretvaraju i kvalitativne i kvantitativne pokazatelje u standardiziranu ljestvicu u rasponu od 1,0 (izvrsno) do 0,2 (loše) (Lv, 2023).

U današnje vrijeme nedostatka kvalitetne radne snage u Republici Hrvatskoj neuronske mreže postale su od ključne važnosti za upravljanje fluktuacijom zaposlenika koja značajno utječe na produktivnost i troškove tvrtke (M. Shafie *et al.*, 2024). Istraživanja pokazuju da troškovi povezani s fluktuacijom mogu koštati između 50 % i 300 % godišnje plaće zaposlenika (Sexton *et al.*, 2005). Algoritmi strojnog jezika potaknuli su razvoj zaposlenika stvaranjem individualnih puteva učenja. Ovi sustavi gledaju na kompetencije, karijere i tržišne trendove kako bi izgradili prilagođene programe obuke tako da neuronske mreže mogu uočiti nedostatke u vještinama pomoću podataka o učinku, predložiti relevantne module obuke, pratiti ishod učenja i predvidjeti buduće potrebe za vještinama. Najbolja stvar je ta što su ovi sustavi super-objektivni jer mogu procijeniti učinak i predložiti interne prilike za posao bez ljudske pristranosti. Ovakav pristup, utemeljen na dokazima, pomaže razvojnim programima da odgovaraju ciljevima karijere zaposlenika i potrebama tvrtke.

4. 2 Primjena ANN-a u suvremenom HR-u

HR funkcije trebaju specifične modele neuronskih mreža za učinkovit rad (Huang i Wang, 2024). Tvrtke koje koriste informacijsku analitiku u svom procesu zapošljavanja postižu uspješne rezultate (Johar, 2024). Modeli koje su već naveli služe jedinstvenoj svrsi u tvrtki, i to:

- a) zapošljavanju (modeli obrade prirodnog jezika pomažu u raščlanjivanju životopisa i podudaranju kandidata)
- b) upravljanju učinkom (regresijski modeli predviđaju ishode, dok učenje s ponavljanjem optimizira procese)
- c) angažmanu zaposlenika (analiza raspoloženja i algoritmi grupiranja otkrivaju obrasce)
- d) zadržavanju (analiza preživljavanja i klasifikacijski modeli predviđanja promjena).

Proces obuke zahtijeva pravilnu distribuciju podataka i parametre modela. Istraživanja pokazuju da neuronske mreže daju iznimne rezultate kada se prethodna obrada podataka odvija ispravno. Performanse ANN modela dosežu R^2 vrijednosti iznad 0,75, što pokazuje izvanrednu točnost (Roedenbeck i Poljsak-Rosinski, 2023). Tvrtkama je potrebno više metrika kako bi procijenile koliko dobro rade njihovi ANN-i te kako bi osigurale točnost i pouzdanost. Osnovni tim u upravljanju ljudskim potencijalima mora pratiti i tehničke performanse i stvarne rezultate. Prediktivna analitika, pomoću različitih metoda i algoritama, istražuje povijesne podatke kako bi otkrila obrasce i međusobne veze. Na temelju tih saznanja ona generira predviđanja i procjenjuje vjerojatnost budućih poslovnih događaja.

Strategije optimizacije koje najbolje funkcioniraju su:

1. redovito ponovno osposobljavanje modela sa svježim podacima
2. precizno podešavanje hiperparametara na temelju mjernih podataka o izvedbi
3. korištenje tehnika otkrivanja i ublažavanja pristranosti
4. stvaranje petlji povratnih informacija koje potiču kontinuirano poboljšanje.

Tvrtkama su potrebne jasne etičke smjernice te ljudski nadzor u procesu donošenja odluka kako bi riješile ovaj izazov. Za provedbu su potrebna stroga pravila o privatnosti podataka. Snažne tehnike šifriranja i anonimizacije (tehnika obrade podataka u kojoj se uklanjaju ili izmjenjuju podaci koji otkrivaju identitet) štite osjetljive podatke. Tvrtke također moraju odlučiti kako tumačiti svoje HR modele, posebno kada utječu na karijere zaposlenika i mogućnosti rasta.

Jedna od najznačajnijih prednosti implementacije umjetnih neuronskih mreža u upravljanju ljudskim potencijalima je njihova sposobnost učenja i prilagodbe iz iskustva. Za razliku od tradicionalnih statističkih metoda, ANN može kontinuirano poboljšavati svoju točnost i učinkovitost dok obrađuje više podataka, što ga čini posebno vrijednim za tvrtke s velikom radnom snagom i složenim izazovima ljudskih potencijala. Ova prilagodljiva sposobnost omogućuje odjelima za ljudske potencijale donošenje informiranije odluke na temelju povijesnih podataka, a istovremeno uzima u obzir promjenjivu organizacijsku dinamiku i trendove radne snage (Jia *et al.*, 2018).

Neuronske mreže transformirale su donošenje odluka o ljudskim potencijalima pružajući analitičke uvide u sve vrste aktivnosti životnog ciklusa zaposlenika (Liu i Tsai, 2021). Organizacije koje koriste preskriptivnu analitiku (ona pazi na ishode i pronalazi još opcija koje bi trebalo razmotriti), mogu identificirati trendove i obrasce u učinku, fluktuaciji i zadovoljstvu zaposlenika. To im pomaže u stvaranju učinkovitih strategija za poboljšanje kulture tvrtke i zadržavanje zaposlenika (Sari *et al.*, 2020). Stručnjaci za ljudske potencijale donose informirane i strateške odluke znajući kako analizirati više izvora podataka, uključujući preglede učinka, ankete o angažmanu i trendove na vanjskom tržištu rada. Potrebno je razlučiti da ANN često biva poistovjećen s pojmom umjetne inteligencije u širem smislu. Međutim, s akademskog stajališta, ova dva koncepta pokazuju značajne razlike u svojoj prirodi, opsegu i primjeni, što zahtijeva detaljniju analizu i razumijevanje njihovih specifičnosti, što nije tema ovoga rada.

4.3 Utjecaj AI-a na HRM

AI dramatično transformira način na koji tvrtke pristupaju upravljanju ljudskim potencijalima uvodeći inovativne pristupe u tradicionalne procese i stvarajući nove mogućnosti za razvoj talenata. Ova tehnološka revolucija donosi značajne promjene u načinu kako tvrtke privlače, razvijaju i zadržavaju talente, istovremeno optimizirajući procese odlučivanja u području ljudskih potencijala.

U kontekstu regrutacije i selekcije tehnologije umjetne inteligencije omogućuju automatizaciju i optimizaciju procesa odabira kandidata. Prema istraživanju koje su 2018. g. proveli Upadhyay i Khandelwal, implementacija sustava umjetne inteligencije u procesu regrutacije može smanjiti vrijeme zapošljavanja za manje od pola i značajno poboljšati kvalitetu odabranih kandidata. Algoritmi umjetne inteligencije mogu analizirati tisuće životopisa u kratkom vremenu, identificirati najbolje kandidate na temelju predefiniranih kriterija i predvidjeti vjerojatnost uspjeha kandidata u određenoj ulozi. El-Ghoul *et al.* 2024. dodatno naglašavaju kako sustavi umjetne inteligencije za regrutaciju mogu smanjiti pristranost u procesu selekcije za čak trećinu, što značajno doprinosi većoj raznolikosti radne snage.

Razvoj zaposlenika također doživljava značajnu transformaciju kroz primjenu tehnologija umjetne inteligencije. Kako navodi Strohmeier, 2022, sustavi umjetne inteligencije mogu personalizirati programe učenja i razvoja prema individualnim potrebama zaposlenika analizirajući njihove performanse, preferencije i ciljeve učenja. Njihovo istraživanje pokazuje da tvrtke koje koriste umjetnom inteligencijom potpomognute sustave za učenje bilježe 45 % veću stopu završetka programa obuke i 60 % bolje rezultate u primjeni naučenog znanja. Ovo omogućuje stvaranje prilagođenih razvojnih putanja koje maksimiziraju potencijal svakog zaposlenika.

U području prediktivne analitike alati umjetne inteligencije pružaju menadžerima ljudskih potencijala mogućnost predviđanja fluktuacije zaposlenika, identificiranja rizika od odlaska ključnih talenata i optimizacije strategije zadržavanja. Tambe *et al.* 2019. ističu kako tvrtke koje koriste umjetnu inteligenciju za prediktivnu analitiku bilježe smanjenje u neželjenoj fluktuaciji zaposlenika za petinu i značajno poboljšanje u zadržavanju ključnih talenata. Njihovo istraživanje također pokazuje da sustavi umjetne inteligencije mogu predvidjeti rizik od odlaska zaposlenika s točnošću većom od 85 % omogućujući pravovremene intervencije.

Međutim, implementacija umjetne inteligencije u upravljanju ljudskim potencijalima nije bez izazova. Etička pitanja i privatnost podataka predstavljaju značajne prepreke (Awumey *et al.*, 2024). Bondarouk i Brewster 2016. naglašavaju važnost balansiranja između tehnološke inovacije i zaštite privatnosti zaposlenika. Njihovo istraživanje pokazuje da 67 % zaposlenika izražava zabrinutost zbog načina na koji se njihovi podaci koriste u sustavima umjetne inteligencije, dok 45 % menadžera ljudskih potencijala izvještava o poteškoćama u osiguravanju transparentnosti odluka umjetne inteligencije.

Automatizacija administrativnih zadataka kroz umjetnu inteligenciju omogućuje menadžerima ljudskih potencijala fokusiranje na strateške aspekte njihova posla. Prema Deepa i ostalima,

tvrtke koje implementiraju rješenja AI-a u HR procesima bilježe povećanje u vremenu koje menadžeri ljudskih potencijala mogu posvetiti strateškim inicijativama (Deepa *et al.*, 2024) few studies have consolidated key trends in adopting AI for HRM, especially on managerial competencies required for adopting AI-based technologies and identifying the key research directions for HR managers, including the development of an AI-focused competency framework for HR managers. A systematic literature review (SLR. Ovo rezultira boljim strateškim planiranjem i većim doprinosom HR funkcije ukupnom poslovnom uspjehu. Khalil *et al.* 2023. i Yan *et al.* 2020. dodatno ističu kako automatizacija umjetne inteligencije može smanjiti administrativno opterećenje HR odjela oslobađajući vrijeme za strateške aktivnosti poput razvoja talenata i organizacijskog dizajna.

AI također transformira način na koji tvrtke pristupaju analizi angažiranosti zaposlenika (Gao *et al.*, 2023). Kroz naprednu analizu teksta i sentiment-analizu sustavi umjetne inteligencije mogu kontinuirano pratiti razinu zadovoljstva i angažiranosti zaposlenika omogućujući pravovremene intervencije. Vardarlier 2020. navodi kako tvrtke koje koriste umjetnu inteligenciju za praćenje angažiranosti zaposlenika bilježe poboljšanje u ukupnoj razini zadovoljstva zaposlenika. Sari *et al.* dodaje da sustavi umjetne inteligencije mogu identificirati rane znakove pada angažiranosti omogućujući proaktivno djelovanje.

U kontekstu upravljanja performansama sustavi umjetne inteligencije omogućuju objektivniju i kontinuiranu evaluaciju rada zaposlenika. Hmoud i Várallyai 2021. ističu da umjetnom inteligencijom potpomognuti sustavi za upravljanje performansama mogu smanjiti pristranost u evaluaciji i pružiti preciznije uvide u stvarni doprinos zaposlenika. Njihovo istraživanje također pokazuje da tvrtke koje koriste umjetnu inteligenciju u upravljanju performansama bilježe veće zadovoljstvo zaposlenika procesom evaluacije.

Analiza literature pokazuje da se umjetne neuronske mreže, kao jedna od metoda strojnog učenja, primjenjuju u širokom spektru HRM funkcija uključujući zapošljavanje, odabir, angažman, obuku i razvoj, upravljanje učinkom, fluktuaciju, dinamiku tima i alokaciju ljudskih potencijala. Automatizacija i analiza podataka pomoću algoritama strojnog učenja omogućuje objektivnije i učinkovitije odluke, personalizirane preporuke te poboljšanje organizacijske učinkovitosti i zaposleničkog zadovoljstva. Primjeri uključuju korištenje algoritama za obradu prirodnog jezika, analizu sentimenta, predviđanje fluktuacije te grupiranje zaposlenika prema učinku i generacijskoj pripadnosti.

5. ZAKLJUČAK

Implementacija umjetne inteligencije u području upravljanja ljudskim potencijalima predstavlja transformativnu promjenu koja iz temelja mijenja način na koji tvrtke pristupaju svojim zaposlenicima i upravljaju radnom snagom. Kroz analizu je jasno vidljivo da tehnologije umjetne inteligencije donose značajne prednosti, ali istovremeno stvaraju i određene izazove koje tvrtke moraju pažljivo razmotriti i na njih reagirati.

Primarne koristi implementacije sustava umjetne inteligencije u upravljanju ljudskim potencijalima očituju se kroz automatizaciju repetitivnih zadataka što omogućuje HR

stručnjacima da se fokusiraju na strateške inicijative i razvoj međuljudskih odnosa. Napredni algoritmi za analizu podataka omogućuju preciznije predviđanje potreba za zapošljavanjem, identifikaciju talenata i personalizirani pristup razvoju zaposlenika. Također, sustavi umjetne inteligencije značajno unaprjeđuju proces regrutacije kroz naprednu analizu prijava, eliminaciju pristranosti i efikasnije uparivanje kandidata s odgovarajućim pozicijama.

Međutim, važno je naglasiti da implementacija tehnologija umjetne inteligencije nije bez izazova. Pitanja privatnosti podataka, etičke dileme oko algoritamskog donošenja odluka te potreba za kontinuiranom edukacijom stručnjaka ljudskih potencijala predstavljaju značajne prepreke na koje tvrtke moraju reagirati. Posebnu pažnju treba posvetiti održavanju ravnoteže između tehnološke efikasnosti i ljudskog čimbenika jer pretjerano oslanjanje na automatizaciju može dovesti do dehumanizacije radnog mjesta i narušavanja organizacijske kulture.

Gledajući prema budućnosti može se očekivati da će uloga umjetne inteligencije u upravljanju ljudskim potencijalima nastaviti rasti, ali će se fokus vjerojatno pomicati prema hibridnom modelu koji kombinira najbolje aspekte tehnoloških rješenja s nezamjenjivim ljudskim kvalitetama poput empatije, kreativnosti i složenog odlučivanja. Tvrtke koje uspiju uspostaviti ovakav balansirani pristup bit će u najboljoj poziciji da iskoriste prednosti digitalne transformacije, dok istovremeno održavaju pristup postavljanja čovjeka u centar pri upravljanju ljudskim kapitalom.

Zaključno, AI nedvojbeno revolucionira područje upravljanja ljudskim potencijalima, ali uspjeh njegove implementacije ovisi o sposobnosti tvrtki da integriraju ove tehnologije na način koji podržava, a ne koji zamjenjuje ljudski čimbenik. Ključ uspjeha leži u strateškom pristupu koji prepoznaje umjetnu inteligenciju kao alat za poboljšanje, a ne zamjenu tradicionalnih HR praksi uz kontinuirano preispitivanje i prilagođavanje implementiranih rješenja specifičnim potrebama tvrtke i njenih zaposlenika.

Na kraju je važno naglasiti da će tvrtke koje uspiju uspostaviti ravnotežu između tehnoloških inovacija i ljudskih vrijednosti biti te koje će najbolje iskoristiti potencijal umjetne inteligencije u upravljanju ljudskim potencijalima stvarajući time konkurentsku prednost u sve dinamičnijem poslovnom okruženju. Budućnost upravljanja ljudskim potencijalima leži u sinergiji između umjetne inteligencije i ljudske stručnosti gdje svaki element doprinosi stvaranju efikasnijeg, pravednijeg i humanijeg radnog okruženja.

NAPOMENA

Ovaj rad je financiran u okviru projektne linije ZIP UNIRI Sveučilišta u Rijeci za projekt ZIP-UNIRI-2023-17.

LITERATURA

- Abed, A., El-Halees, A. (2017) Detecting Subjectivity in Staff Performance Appraisals by Using Text Mining: Teachers Appraisals of Palestinian Government Case Study. <https://doi.org/10.1109/PICICT.2017.25>
- Abiodun, O. I., Jantan, A., Omolara, A. E., Dada, K. V., Mohamed, N. A., Arshad, H. (2018) State-of-the-art in artificial neural network applications: A survey. *Heliyon* 4. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00938>
- Aktepe, A., Ersöz, S. (2012) A Quantitative Performance Evaluation Model Based On a Job Satisfaction-Performance Matrix and Application in a Manufacturing Company. *Int. J. Ind. Eng. Theory Appl. Pract.* 19, 264–277.
- Al-Nammari, R., Simsekler, M. C. E., Gabor, A. F., Qazi, A. (2023) Exploring Drivers of Staff Engagement in Healthcare Organizations Using Tree-Based Machine Learning Algorithms. *IEEE Trans. Eng. Manag.* 70, 2988–2997. <https://doi.org/10.1109/TEM.2022.3209879>
- Alqudah, M. (2022) Artificial Intelligence Using a Neural Network System to Support Human Resources in the Workplace 58–62. <https://doi.org/10.5782/2520-6133.2022.6.1.58>
- Awumey, E., Das, S., Forlizzi, J., 2024. A Systematic Review of Biometric Monitoring in the Workplace: Analyzing Socio-technical Harms in Development, Deployment and Use. Presented at the 2024 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency, FAccT (2024), pp. 920–932. <https://doi.org/10.1145/3630106.3658945>
- Bolton, R., Dongrie, V., Saran, C., Ferrier, S., Mukherjee, R., Söderström, J., Brisson, S., Adams, N. (2022) The Future of HR 2019: in the Know or in the No – KPMG Kuwait [WWW Document]. KPMG. URL <https://kpmg.com/kw/en/home/insights/2018/11/the-future-of-human-resources.html> (pristupljeno 11. 4. 2024.).
- Bondarouk, T., Brewster, C. (2016) Conceptualising the future of HRM and technology research. *Int. J. Hum. Resour. Manag.* 27, 2652–2671. <https://doi.org/10.1080/09585192.2016.1232296>
- Bratton, J., Gold, J. (2017) *Human Resource Management: Theory and Practice*.
- Buscema, M. (1998) Theory: Foundations of Artificial Neural Networks. *Subst. Use Misuse* 33, 17–199. <https://doi.org/10.3109/10826089809115858>
- Cast Intindola, M., Weisinger, J., Benson, P., Pittz, T. (2017) The evolution of devolution in HR. *Pers. Rev.* 46, 00–00. <https://doi.org/10.1108/PR-01-2016-0010>
- Castellanos, S. (2019) HR Departments Turn to AI-Enabled Recruiting in Race for Talent. *Wall Str. J.*
- Chen, K.-K., Chen, M.-Y., Wu, H.-J., Lee, Y.-L. (2007) Constructing a Web-based Employee Training Expert System with Data Mining Approach. <https://doi.org/10.1109/CEC-EEE.2007.35>
- Chien, C.-F., Chen, L.-F. (2008) Data mining to improve personnel selection and enhance human capital: A case study in high-technology industry. *Expert Syst. Appl.* 34, 280–290. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.09.003>
- Colonna, L. (2013) A Taxonomy and Classification of Data Mining. *SMU Sci. Technol. Law Rev.* 16, 309.
- Da Costa, R. L., Costa, B., Martinho, F., Pereira, L., Gonçalves, R., Dias, Á. (2023) Artificial intelligence contribution to recruitment and selection. *Int. J. Manag. Pract.* 16, 434–453. <https://doi.org/10.1504/IJMP.2023.132081>
- Deepa, R., Sekar, S., Malik, A., Kumar, J., Attri, R. (2024) Impact of AI-focussed technologies on social and technical competencies for HR managers – A systematic review and research agenda. *Technol. Forecast. Soc. Change* 202. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123301>
- Diaby, M., Viennet, E., Launay, T. (2013) Toward the next generation of recruitment tools: an online social network-based job recommender system. <https://doi.org/10.1145/2492517.2500266>
- El-Ghoul, M., Almassri, M. M., El-Habibi, M. F., Al-Qadi, M. H., Eloun, A. A., Abu-Nasser, B. S., Abu-Naser, S. S. (2024) Ai in Hrm: Revolutionizing Recruitment, Performance Management, and Employee Engagement. *Int. J. Acad. Appl. Res. Ijaar* 8, 16–23.

- Farkas, R., Dobó, A., Kurai, Z., Miklós, I., Nagy, Á., Vincze, V., Zsibrita, J., 2014. Information Extraction from Hungarian, English and German CVs for a Career Portal. https://doi.org/10.1007/978-3-319-13817-6_32
- Farrés I. Rocabert, A. (2017) Artificial Neural Network system applied to Human Resource Management (Bachelor thesis). Universitat Politècnica de Catalunya.
- Gao, Q., Xu, J., Wang, Q., Wu, C. (2023) The Use of the Analytic Hierarchy Process in Improving Psychological Empowerment and Employee Performance. *J. Organ. End User Comput.* 35. <https://doi.org/10.4018/JOEUC.321171>
- Giri, A., Ravikumar, A., Mote, S., Bharadwaj, R. (2016) Vritthi – a theoretical framework for IT recruitment based on machine learning techniques applied over Twitter, LinkedIn, SPOJ and GitHub profiles. <https://doi.org/10.1109/SAPIENCE.2016.7684163>
- Gratton, L., Hope Hailey, V., Stiles, P., Truss, C. (1999) *Strategic Human Resource Management: Corporate Rhetoric and Human Reality*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198782049.001.0001>
- Grossi, E., Buscema, M. (2008) Introduction to artificial neural networks. *Eur. J. Gastroenterol. Hepatol.* 19, 1046–54. <https://doi.org/10.1097/MEG.0b013e3282f198a0>
- Gui, X., Hu, Z., Zhang, J., Bao, Y. (2014) Assessing Personal Performance with M-SVMs, *Proceedings – 2014 7th International Joint Conference on Computational Sciences and Optimization, CSO 2014*. <https://doi.org/10.1109/CSO.2014.115>
- Gupta, S., Suma, V. (2014) Prediction of Human Performance Capability during Software Development Using Classification. *Adv. Intell. Syst. Comput.* 249. https://doi.org/10.1007/978-3-319-03095-1_50
- Gurney, K. (2017) *An Introduction to Neural Networks*. CRC Press, London. <https://doi.org/10.1201/9781315273570>
- Heggo, I., Abdelbaki, N. (2018) Behaviorally-Based Textual Similarity Engine for Matching Job-Seekers with Jobs. pp. 564–574. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74690-6_55
- Heil, S., Drechsel, M., Gaedke, M. (2015) Supporting the Development of Team-Climate-Aware Collaborative Web Applications. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19890-3_52
- Hmoud, B., Várallyai, L. (2021) Artificial Intelligence in Talent Acquisition, Do We Trust It? *J. Agric. Inform.* 12. <https://doi.org/10.17700/jai.2021.12.1.594>
- Horesh, R., Varshney, K., Yi, J. (2016) Information retrieval, fusion, completion, and clustering for employee expertise estimation. <https://doi.org/10.1109/BigData.2016.7840746>
- Huang, L. C., Wu, P., Kuo, R. J., Huang, H. C. (2001) A neural network modelling on human resource talent selection. *Int. J. Hum. Resour. Dev. Manag.* 1, 206–219. <https://doi.org/10.1504/IJHRDM.2001.001006>
- Huang, L.-C., Huang, K.-S., Huang, H.-P., Jaw, B.-S. (2004) Applying fuzzy neural network in human resource selection system, in: *IEEE Annual Meeting of the Fuzzy Information, 2004. Processing NAFIPS '04*. Presented at the IEEE Annual Meeting of the Fuzzy Information, 2004. *Processing NAFIPS '04.*, str. 169–174 Vol. 1. <https://doi.org/10.1109/NAFIPS.2004.1336271>
- Huang, N., Wang, X. (2024) Hybrid convolutional neural networks in human resource recommendation. *Intell. Decis. Technol.* 18, 1841–1853. <https://doi.org/10.3233/IDT-240670>
- Jia, Q., Guo, Y., Li, R., Li, Y., Chen, Y. (2018) A Conceptual Artificial Intelligence Application Framework in Human Resource Management. *Proc. 18th Int. Conf. Electron. Bus.* Guo Li R Li Chen 106–114.
- Johar, R. K. (2024) HR Analytics and Its Impact on Organizations Performance. *INTERNATIONAL J. Sci. Res. Eng. Manag.* <https://doi.org/10.55041/IJSREM32727>
- Khalil, M. K., Mandhari, L. S. N. A., Naidu, V. R., Jesrani, K. (2023) The Impact of AI and Automation on HR Practices: Opportunities and Challenges. *J. Stud. Res.*

- Lee, Y., Shin, S. (2010) Job stress evaluation using response surface data mining. *Int. J. Ind. Ergon.* – INT J IND Ergon. 40, 379–385. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2010.03.003>
- Li, G. (2019) An Integrated Model of Rough Set and Radial Basis Function Neural Network for Early Warning of Enterprise Human Resource Crisis. *Int. J. Fuzzy Syst.* 21, 2462–2471. <https://doi.org/10.1007/s40815-019-00758-z>
- Li, H., Ge, Y., Zhu, H., Xiong, H., Zhao, H. (2017) Prospecting the Career Development of Talents: A Survival Analysis Perspective. <https://doi.org/10.1145/3097983.3098107>
- Li, N., Kong, H., Ma, Y., Gong, G., Huai, W. (2016) Human performance modeling for manufacturing based on an improved KNN algorithm. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 84. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-8418-6>
- Liu, Y., Tsai, S.-B. (2021) Construction of a Hierarchical Neural Network Power Source Model for Human Capital Technology Innovation and Benefit Distribution with Big Data Analysis. *Math. Probl. Eng.* 2021, 3939511. <https://doi.org/10.1155/2021/3939511>
- Longa, A., Azzolin, S., Santin, G., Cencetti, G., Lio, P., Lepri, B., Passerini, A. (2024) Explaining the Explainers in Graph Neural Networks: a Comparative Study. *ACM Comput. Surv.* <https://doi.org/10.1145/3696444>
- Lv, R. (2023) Research on human resource management performance evaluation based on BP algorithm. *Appl. Math. Nonlinear Sci.* 8. <https://doi.org/10.2478/amns.2021.2.00302>
- Manafi, M., Subramaniam, I. D. (2015) Balancing performance by human resource management practices. *Asian Soc. Sci.* 11, 386–400. <https://doi.org/10.5539/ass.v11n10p386>
- Massrur, R., Farhoodi Nejad, A., Sami, A. (2014) The surveying of the effect of the incentive pays to the degree of the attraction of resources in bank branches through the data mining technique, 2014 Iranian Conference on Intelligent Systems, ICIS 2014. <https://doi.org/10.1109/IranianCIS.2014.6802590>
- Masuda, A., Matsudani, T., Tsuda, K. (2017) A Comparative Study Using Discriminant Analysis on a Questionnaire Survey Regarding Project Managers' Cognition and Team Characteristics. <https://doi.org/10.1109/COMPSAC.2017.11>
- Nandialath, A., David, E., Das, D., Mohan, R. (2018) Modeling the determinants of turnover intentions: a Bayesian approach. *Evid.-Based HRM Glob. Forum Empir. Scholarsh.* 6, 2–24. <https://doi.org/10.1108/EBHRM-10-2016-0025>
- Ni, Q. (2022) Deep Neural Network Model Construction for Digital Human Resource Management with Human-Job Matching. *Comput. Intell. Neurosci.* 2022, 1418020. <https://doi.org/10.1155/2022/1418020>
- Nikitinsky, N., Kachurina, P., Sergey, S., Shamis, E. (2016) Generation theory in HR practice: text mining for talent management case. <https://doi.org/10.1145/3014087.3014126>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., Moher, D. (2021) The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pitt, C., Botha, E., Ferreira, J. J., Kietzmann, J. (2018) Employee brand engagement on social media: Managing optimism and commonality. *Bus. Horiz.* <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.04.001>
- Qian, X., Ohwada, H. (2018) Application of Data Mining Classification in Job-Changing. <https://doi.org/10.1145/3195106.3195136>
- Rabcan, J., Vaclavkova, M., Blaško, R. (2017) Selection of appropriate candidates for a type position using C4.5 decision tree. <https://doi.org/10.1109/DT.2017.8024318>
- Roedenbeck, M., Poljsak-Rosinski, P. (2023) Artificial neural network in soft HR performance management: new insights from a large organizational dataset. *Evid.-Based HRM Glob. Forum Empir. Scholarsh.* 11, 519–537. <https://doi.org/10.1108/EBHRM-07-2022-0171>

- Rombaut, E., Guerry, M.-A. (2017) Predicting voluntary turnover through Human Resources database analysis. *Manag. Res. Rev.* 41, 00–00. <https://doi.org/10.1108/MRR-04-2017-0098>
- Sandhya, S., Sulphey, M. M. (2020) Influence of empowerment, psychological contract and employee engagement on voluntary turnover intentions. *Int. J. Product. Perform. Manag.* ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-04-2019-0189>
- Saradhi, V., Palshikar, G. (2011) Employee churn prediction. *Expert Syst Appl* 38, 1999–2006. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.07.134>
- Sari, R., Min, S., Purwoko, H., Furinto, A., Tamara, D. (2020) Artificial Intelligence for a Better Employee Engagement. *Int. Res. J. Bus. Stud.* 13, 173–188. <https://doi.org/10.21632/irjbs.13.2.173-188>
- Schönig, S., Cabanillas, C., Di Ciccio, C., Jablonski, S., Mendling, J. (2018) Mining Team Compositions for Collaborative Work in Business Processes. *Softw. Syst. Model.* 17. <https://doi.org/10.1007/s10270-016-0567-4>
- Sexton, R., McMurtrey, S., Michalopoulos, J., Smith, A. (2005) Employee turnover: A neural network solution. *Comput. Oper. Res.* 32, 2635–2651. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2004.06.022>
- Shafie, M., Khosravi, H., Farhadpour, S., Das, S., Ahmed, I. (2024) Enhancing Employee Turnover Prediction with Optimized ANNs and Data Augmentation: A Cluster-Based Approach in HR Analytics. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4698645>
- Shafie, M. R., Khosravi, H., Farhadpour, S., Das, S., Ahmed, I. (2024) A cluster-based human resources analytics for predicting employee turnover using optimized Artificial Neural Networks and data augmentation. *Decis. Anal. J.* 11, 100461. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2024.100461>
- Shehu Aliyu, M., Saeed, F. (2016) An adaptive personnel selection model for recruitment using domain-driven data mining 91, 117–130.
- Shejale, A., Gnagawane, V. (2016) An implementation of efficient techniques for tree based mining in human social dynamics. <https://doi.org/10.1109/SAPIENCE.2016.7684138>
- Snyder, H. (2019) Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *J. Bus. Res.* 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Stefano, A. D. (2020) HR and AI: Making Human Resources more “Human” with Algorithms. *APRO Softw.* URL <https://apro-software.com/hr-and-ai/> (pristupljeno 11. 1. 2024.).
- Strohmeier, S. (2022) Chapter 1: Artificial intelligence in human resources – an introduction.
- Strohmeier, S., Piazza, F. (2015) Artificial Intelligence Techniques in Human Resource Management—A Conceptual Exploration, in: *Intelligent Systems Reference Library*. str. 149–172. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17906-3_7
- Tambe, P., Cappelli, P., Yakubovich, V. (2019) Artificial Intelligence in Human Resources Management: Challenges and a Path Forward. *Calif. Manage. Rev.* 61, 15–42. <https://doi.org/10.1177/0008125619867910>
- Thunnissen, M. (2016) Talent management: For what, how and how well? An empirical exploration of talent management in practice. *Empl. Relat.* 38, 57–72. <https://doi.org/10.1108/ER-08-2015-0159>
- Upadhyay, A. K., Khandelwal, K. (2018) Applying artificial intelligence: implications for recruitment. *Strateg. HR Rev.* 17, 255–258. <https://doi.org/10.1108/SHR-07-2018-0051>
- Vardarlier, P. (2020) Digital Transformation of Human Resource Management: Digital Applications and Strategic Tools in HRM, in: Hacıoglu, U. (Ed.), *Digital Business Strategies in Blockchain Ecosystems: Transformational Design and Future of Global Business*. Springer International Publishing, Cham, str. 239–264. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29739-8_11
- Vardarlier, P., Zafer, C. (2020) Use of Artificial Intelligence as Business Strategy in Recruitment Process and Social Perspective, str. 355–373. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29739-8_17

- Walczak, S., Cerpa, N. (2003) Artificial Neural Networks, in: Encyclopedia of Physical Science and Technology, str. 631–645. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227410-5/00837-1>
- Wang, J., Lin, Y.-I., Hou, S.-Y. (2014) A Data Mining Approach for Training Evaluation in Simulation-Based Training. Comput. Ind. Eng. 80. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2014.12.008>
- Wang, X., Jiang, Y. (2010) The Study of Enterprise Human Resource Evaluation Research Based on Neural Network, in: 2010 Third International Symposium on Information Processing. Presented at the 2010 Third International Symposium on Information Processing, str. 19–21. <https://doi.org/10.1109/ISIP.2010.13>
- Wong, G., Greenhalgh, T., Westhorp, G., Buckingham, J., Pawson, R. (2013) RAMESES publication standards: Meta-narrative reviews. BMC Med. 11, 20. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-11-20>
- Xiang, T., Wu, P. Z., Yuan, S. (2022) Application Analysis of Combining BP Neural Network and Logistic Regression in Human Resource Management System. Comput. Intell. Neurosci. 2022, 7425815. <https://doi.org/10.1155/2022/7425815>
- Yan, X., Deng, X., Sun, S. (2020) Analysis and Simulation of the Early Warning Model for Human Resource Management Risk Based on the BP Neural Network. Complexity 2020, 8838468. <https://doi.org/10.1155/2020/8838468>



Creative Commons Attribution –
NonCommercial 4.0 International License

Preliminary communication

<https://doi.org/10.31784/zvr.14.1.16>

Received: 3. 4. 2025.

Accepted: 1. 9. 2025.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND NEURAL NETWORKS: TRANSFORMING THE PARADIGM OF HUMAN RESOURCE MANAGEMENT

Zdenko Jukić

Master of Economics, PhD student, University of Rijeka, Faculty of Economics and Business,
Ivana Filipovića 4, 51000 Rijeka, Croatia; email: zdenko.jukic@gmail.com

Ana Štambuk

PhD, Full Professor, University of Rijeka, Faculty of Economics and Business, Ivana Filipovića 4, 51000 Rijeka,
Croatia; email: ana.stambuk@efri.uniri.hr

ABSTRACT

The proliferation of artificial intelligence (AI) and related technologies, such as artificial neural networks (ANN), has triggered a profound transformation in the way organizations operate, permeating numerous functional areas, including the Important field of human resource management (HRM). This paper examines the potential benefits and challenges of integrating these advanced technologies into HRM, with a focus on reviewing the situation within the scientific community in Croatia, where there is not a single scientific paper by domestic authors on this topic. The central research question of this review explores the potential benefits and challenges of integrating artificial neural networks and artificial intelligence into human resource management systems. The search results indicate an increasing application of machine learning (ML) in various aspects of human resource management. The choice of this topic was mainly influenced by the growing importance of artificial intelligence in scientific and business environments. In Croatia, however, the scientific consideration of this topic is still in its infancy, which represents an interesting avenue for research. This topic is highly relevant as it highlights potential transformations in human resource management that could lead to significant changes in the way organisations work and collaborate with their employees.

Keywords: artificial intelligence, artificial neural networks, human resource management, machine learning, paradigm transformation