UNIVERZITET U NIŠU

ELEKTRONSKI FAKULTET

KATEDRA ZA RAČUNARSTVO

VEŠTAČKA INTELIGENCIJA

II PROJEKAT

**Primena neuronskih mreža u finansijama i bankarstvu**

**Mentor: Studenti:**

prof. dr Leonid Stoimenov Petra Žikić, 17112

Filip Nikolić, 17314

Niš, januar 2022. Godine

SADRŽAJ

[UVOD 4](#_Toc93657590)

[NEURONSKE MREŽE 4](#_Toc93657591)

[Uvod u neuronske mreže 4](#_Toc93657592)

[Definicija i osnovni pojmovi 5](#_Toc93657593)

[Arhitektura mreže 6](#_Toc93657594)

[Aktivacione funkcije 7](#_Toc93657595)

[Zakon učenja 7](#_Toc93657596)

[Vrste neuronskih mreža 8](#_Toc93657597)

[Podela neuronskih mreža prema broju slojeva 8](#_Toc93657598)

[Podela neuronskih mreža prema vrsti veza 8](#_Toc93657599)

[Podela neuronskih mreža prema vrsti obučavanja 8](#_Toc93657600)

[Podela neuronskih mreža prema smeru prostiranja informacija 8](#_Toc93657601)

[Podela neuronskih mreža prema vrsti podataka 8](#_Toc93657602)

[Učenje i treniranje mreža 8](#_Toc93657603)

[Backpropagation algoritam 9](#_Toc93657604)

[Backpercolation algoritam 9](#_Toc93657605)

[PRIMENA NEURONSKIH MREŽA 10](#_Toc93657606)

[Finansije 10](#_Toc93657607)

[Bankarstvo 10](#_Toc93657608)

[ZAKLJUČAK 11](#_Toc93657609)

[REFERENCE 12](#_Toc93657610)

# 

# UVOD

Globalna konkurencija, dinamično tržište i sve brže tehnološko razvijanje dovodi do stvaranja velikih izazova i jake konkurencije na svim poljima, pa tako i na polju finansija i bankarskog poslovanja. Danas, način privlačenja klijenata kroz marketing i zadržavanje već postojećih klijenata kroz staromodne metode putem reklama nisu dovoljni kako bi se postigao uspeh na tržištu. Za posledicu razvoja tehnologije, novih metoda učenja, privlačenja klijenata i sl. banke imaju obavezu da se prilagode svakom klijentu ponaosob i za njega odrede i predstave mu specijalizovanu ponudu u odgovarajućem trenutku, na osnovu prikupljenih podataka o njima. Vrsta podataka koja je bankama potrebna za kreiranje jedinstvene ponude jesu lični podaci klijenata, njihove kreditne sposobnosti, informacije o prilivu i odlivu novčanih sredstava, kreditna istorija itd. Svi ovi podaci su prikupljani (automatski ili ručno) kroz dnevne transakcije i operacije, a u prošlosti su korišćeni radi internog ili eksternog izveštavanja ili zahteva centralne banke. Međutim, sada znamo da se ti podaci mogu koristiti za mnogo vrednije potrebe.

Finansijsko tržište je kompleksan, nelinearni i nestacionarni sistem, što čini zadatak predikcije kretanja cena akcija na finansijskim berzama izuzetno teškim. Održavanje na berzi nije jednostavan niti lak posao, te se naučnici trude da realizuju što bolje sisteme za podršku pri odlučivanju kako bi se investitorima omogućilo da donesu odluke o investicionim poslovima. Nastoji se da se primenom neuronskih mreža u predikciji kretanja cena akcija ostvari veći stepen tačnosti investicionih odluka uz što manja odstupanja, odnosno greški. Neuronske mreže kao jedna od metoda veštačke inteligencije predstavljaju perspektivu poslovanja u budućnosti.

Cilj ovog rada jeste razmatranje mogućnosti primene neuronskih mreža na finansijske tokove i predviđanje uspešnosti poslovanja banaka. U radu su obrađene neuronske mreže, postojeći modeli, dat je predlog modela za predviđanje u poslovanju banaka. Takođe, u radu su opisani bankarski sistemi, način poslovanja, kao i finansijski pokazatelji koji se koriste pri treniranju neuronskih mreža.

# NEURONSKE MREŽE

## Uvod u neuronske mreže

Razvoj neuronskih mreža započeo je četrdesetih godina dvadesetog veka. Obično se vezuje za 1943. godinu. Norbert Viner i Džon fon Nojman smatrali su da bi istraživanja na polju računarstva, inspirisana ljudskim mozgom i njegovim funkcionisanjem, bila izuzetno zanimljiva. Međutim, do ozbiljnije posvećenosti razvoju ove metode veštačke inteligencije došlo je kasnih 1980ih godina zbog razvoja novih tehnologija, računarskih hardvera i sve većeg korišćenja tehnike, kada su same neuronske mreže, kao i neuro-računarstvo uvedeni kao predmeti na nekoliko elitnih univerziteta u SAD. Čak i danas, nakon višedecenijske primene i proučavanja neuronskih mreža, one se nalaze u ranoj fazi razvoja. Ipak, nalaze veoma širok spektar primena u različitim oblastima.

Veštačke neuronske mreže nastale su po uzoru na nervni sistem i funkcije biološkog nervnog sistema. Danas, neke su kreirane po modelu bioloških neuronskih mreža, a neke odstupaju od istog. U određenoj meri funkcije veštačkih neuronskih mreža možemo porediti sa funkcijama biološkog nervnog sistema. Međutim, za potrebe računarskog sistema koji koriste veštačke neuronske sisteme, veza veštačkih i bioloških neurona nema naročitog značaja.

## Definicija i osnovni pojmovi

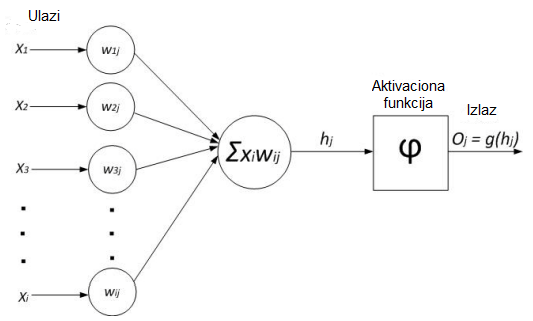
**DARPA:** Neuronska mreža je system koji se sastoji od velikog broja međusobno povezanih, jednostavnih elemenata procesiranja koji rade paralelno. Funkcija neuronskih mreža je određena strukturom mreže, težinom veza i obradom u elementima procesiranja.

**Haykin:** Neuronska mreža je paralelni distribuirani procesor koji ima prirodnu sposobnost čuvanja i korišćenja iskustvenog znanja. Sličnost sa mozgom se ogleda kroz dve osobine:

* Mreža stiče znanje kroz proces učenja;
* Znanje se čuva u vezama između neurona (sinaptičkim težinama).

**Zurada:** Veštački neuro sistemi ili neuronske mreže su ćelijski sistemi koji mogu da stiču, čuvaju i koriste iskustveno znanje.

Suština ovih definicija jeste da su neuronske mreže programi ili hardverski sklopovi koji iterativnim postupkom iz prethodnih podataka nastoje izvući vezu između ulaznih i izlaznih varijabli, kako bi se za nove ulazne varijable dobila vrednost izlaza, odnosno – uče na primerima. Jedinice procesiranja rade paralelno. Veštačke neuronske mreže se sastoje od velikog broja jednostavnih elemenata za obradu podataka – neurona. Neuroni su međusobno povezani i organizovani u slojeve. Svaki neuron za funkciju ima obavljanje jednostavnih operacija obrade informacija prevođenjem dobijenih ulaza u izlaze i kroz njihove veze se može generisati i skladištiti znanje. Svaki neuron ima sopstvenu lokalnu memoriju u kojoj pamti podatke koje obrađuje. Signal se sa jednog na drugi neuron prenosi preko njihovih međusobnih veza, koje mogu biti i povratne. Svaka od veza označena je brojem koji se naziva težina konekcije i koji pokazuje do kog stepena konekcija pojačava ili smanjuje signal.



x1..n – ulazni podaci, vrednosti inputa koje neuron prima (signali ili potencijali kod biološkog neurona)

w1..n – težinski koeficijenti (sinapse kod biološkog neurona)

ϕ() – aktivaciona funkcija (akson kod biološkog neurona)

oj – izlazni podaci (potencijal izlaza kod biološkog neurona)

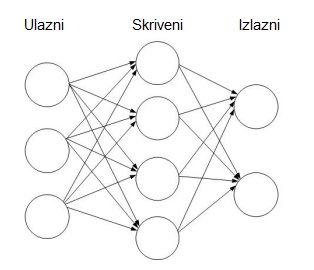
Izlazni signal neurona dat je sledećom relacijom:

oj = ϕ( xiwij)

Neuronsku mrežu čine:

* Arhitektura mreže, to jest šema vezivanja elemenata (neurona);
* Aktivaciona funkcija neurona;
* Zakon učenja.

### Arhitektura mreže

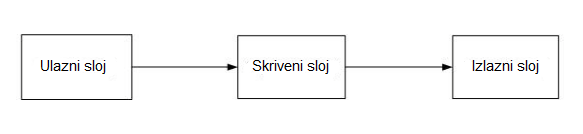
 Arhitekturu veštačkih neuronskih mreža predstavlja specifično uređenje i povezivanje neurona u obliku mreže. Po arhitekturi neuronske mreže se razlikuju prema broju neuronskih slojeva. Postoje tri vrste slojeva neurona:

* Ulazni;
* Skriveni;
* Izlazni.

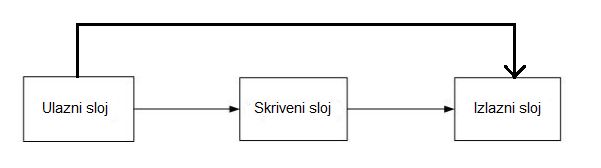
Svaki sloj neuronske mreže prima ulaze iz prethodnih slojeva, a svoje izlaze šalje u naredne slojeve. Prvi, ulazni sloj je jedini sloj koji prima signale iz okruženja. On prenosi signale sledećem, skrivenom sloju koji dobijene podatke obrađuje, izdvaja značajne osobine i šalje podatke izlaznom, poslednjem sloju. Na izlazima neurona poslednjeg sloja se dobijaju konačni rezultati.

Veze između slojeva mogu biti:

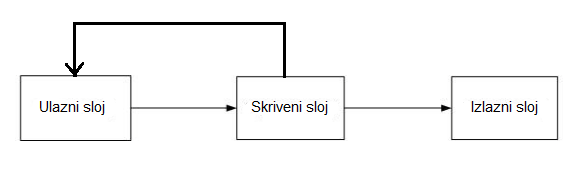
* Standarne veze koje ne dozvoljavaju preskakanje slojeva ili rekurentne procese



* Preskočne veze kod kojih signali ulaznog sloja mogu da se prosleđuju direktno izlaznom



* Rekurentne veze kod kojih neuroni skrivenog sloja vraćaju izlaze ulaznom sloju



Broj neurona u skrivenim slojevima, kao i sam broj skrivenih slojeva zavisi od mnogo faktora, među kojima je i problem koji se treba rešiti pomoću neuronske mreže. Kod izbora broja neurona u skrivenom sloju treba obratiti pažnju na to da se mreža ne „pretrenira“ ili da se ne istrenira dovoljno, odnosno potrebno je pronaći najoptimalniji broj koji nije ni premali ni preveliki.

### Aktivacione funkcije

Aktivaciona funkcija neurona definiše kakav će biti njegov izlaz na osnovu dobijenih ulaza. Ove funkcije su neophodne skrivenim slojevima mreže kako bi se u istu uvela nelinearnost koja omogućava mreži da reši netrivijalne probleme korišćenjem malog broja neurona. Kod neuronskih mreža može se koristiti veliki broj funkcija aktivacije, a najčešće se koriste:

* Funkcija praga – uzima vrednost 0 ukoliko je veličina ulaza manja od vrednosti praga, a vrednost 1 ukoliko je veličina ulaza veća ili jednaka vrednosti praga. Korisna je kod binarne klasifikacije, kada ulaze želimo da klasifikujemo u dve grupe.
* Linearna funkcija – uglavnom se koristi u izlaznom sloju neuronske mreže. Primenjuje se u slučajevima kada nam je na izlazu potreban veliki skup brojevima.
* Sigmoidna funkcija (Logistička, Tangens hiperbolički, Gausova) – Logistička funkcija uvek vraća pozitivnu vrednost, a posebno je korisna u skrivenim slojevima neuronskih mreža koje se koriste za predviđanje finansijskih vremenskih serija; Tangens hiperbolički je simetrična funkcija koja proširuje skup Sigmoidne funkcije tako da obuhvata i negativne vrednosti, što obezbeđuje bolje treniranje mreže; Gausova funkcija se primenjuje u određenim dinamičnim procesima sa dva skrivena sloja gde je neka od tangesnih funkcija primenjena u drugom sloju.

### Zakon učenja

Zakon učenje je formula koaj se koristi kako bi se prilagodila težina veze između neurona. Promena težine se obavlja na osnovu nekog pravila učenja, a najčešće se koristi Delta pravilo po formuli

,

gde je ∆wji vrednost prilagođavanja težine veze od neurona j do neurona i, izračunatom prema formuli

,

η je koeficijent učenja,

ycj vrednost izračunata u neuron j,

εi je sirova greška izračunata prema

εi = yci – ydi, gde je ydi željeni (stvarni) izlaz koji se upotrebljava za izračunavanje greške.

Pored samog pravila učenja, potrebno je odrediti i parametre učenja:

*Koeficijent učenja* predstavlja parametar koji određuje veličinu promene težina tokom učenja. Što je koeficijent učenja veći, mreža se brže trenira, ali se istovremeno i povećava mogućnost gubitka informacija o finijim vezama.

*Momentum* je parametar koji utiče na brzinu i kvalitet učenja. On sprečava saturaciju, odnosno ekstremno kretanje težina koje dovodi do blokade učenja. U suštini, momentum omogućava promenu težina kroz sve procese njihovog prilagođavanja – olakšava promene težina, sprečava oscilacije vrednosti greške i omogućava izbegavanje malih lokalnih minimuma.

## Vrste neuronskih mreža

### Podela neuronskih mreža prema broju slojeva

Jedna od osnovnih podela neuronskih mreža je na jednoslojne i višeslojne. U današnje vreme se najčešće proučavaju višeslojne mreže. Za razliku od jednoslojnih, višeslojne mreže osim ulaznog i izlaznog sloja sadrže i neurone na skrivenim slojevima.

### Podela neuronskih mreža prema vrsti veza

Prema vrsti veza, neuronske mreže se dele na slojevite, potpuno povezane i celurarne.

Kod slojevitih mreža neuroni su povezani tako da formiraju slojeve. Kada se posmatra jedan neuron na njegov ulaz, dovode se svi izlazi sa prethodnog sloja, dok se njegov izlaz odvodi na ulaze svih neurona narednog sloja.

Kod potpuno povezanih, izlaz jednog neurona vodi se na ulaze svih ostalih neurona. U celurarnim neuronskim mrežama, povezani su samo susedni neuroni, ali se, zbog indirektnog prostiranja informacija, signali prostiru i na nesusedne neurone.

### Podela neuronskih mreža prema vrsti obučavanja

Učenje sa nadgledanjem (supervised learning) – zahteva učitelja. Učitelj je spoljni kontroler koji vrši podešavanje težina na osnovu razlike stvarnog i željenog izlaza mreže. Ova razlika predstavlja grešku i algoritam teži da je minimizuje. Neke od ovih mreža su *perception* i *backpropagation* mreže.

Učenje bez nadgledanja (unsupervised learning) – mreža samostalno bez spoljnog uticaja kreira internu reprezentaciju ulaznih podataka po nekom pravilu koje je ugrađeno u mrežu. Ovaj oblik učenja zasniva se na ideji samoorganizacije. Primer za ovu vrstu učenja je Kohoenova samoorganizujuća mapa.

Kohoenove samoorganizujuće mape uređuju i prepoznaju skup ulaznih vektora. Mreža se sastoji iz dva sloja neurona – mape i ulaznog sloja. Broj neurona u ulaznom sloju predstavlja dimenziju mreže.

### Podela neuronskih mreža prema smeru prostiranja informacija

Prema smeru prostiranja informacija, neuronske mreže dele se na feedforward i feedback.

***Feedforward*** (nerekurzivne ili nepovratne mreže) predstavljaju mreže kod kojih viši slojevi ne vraćaju informacije do nižih slojeva, odnosno izlazi neurona u svim slojevima šalju signal samo do neurona viših slojeva. Signal se prostire samo od ulaza prema izlazu (propagacija signala). U ove mreže spada i višeslojni perceptron sa backpropagation algoritmom.

***Feedback*** (rekurzivne ili povratne mreže) viši slojevi vraćaju informacije do nižih slojeva, odnosno izlazi neurona iz nekih viših slojeva šalju signale na izlaze nižih slojeva.

### Podela neuronskih mreža prema vrsti podataka

Prema vrsti podataka koje obrađuju, neuronske mreže se mogu podeliti na:

* analogne i
* diskretne.

## Učenje i treniranje mreža

Iako su se neuronske mreže pokazale dosta boljim u odnosu na druge metode, još uvek su dosta kritikovane zbog svoje apstraktnosti. Ljudima je teško da uoče vezu između težinskih koeficijenata i skrivenih slojeva mreže. Sem toga, drugi nedostatak neuronskih mreža je topologija mreže, odnosno nepostojanje jasnijh pravila u kojim slučajevima je koja topologija mreže najpogodnija. Za svaku primenu se metodom pokušaja i greške određuje najbolja topologija za zadatak koji mreža treba da obavi. Pod topologijom mreže se podrazumeva broj jedinica ulaznog sloja, broj unutrašnjih slojeva i jedinica unutar njih i broj jedinica izlaznog sloja. Ako tačnost nije zadovoljavajuća nakon faze testiranja, postupak se ponavlja.

Faza učenja je uobičajeno duga i u potpunosti je zavisna i od kvantiteta i od kvaliteta ulaznih podataka, tako da su dobar odabir podataka, kvalitetna priprema i normalizacija atributa ključni za uspeh ove metode.

Neuronska mreža mora biti oblikovana tako da set ulaznih podataka stvara željeni izlaz. Za postavljanje težina konekcije postoje više načina, od kojih su neki eksplicitno podešavanje, korišćenjem a priori znanja ili treniranje mreže pomoću odgovarajućih paterna kako bi sama podešavala svoje težine.

Najbolji način za treniranje mreža je prikupljanje velikog broja primera (za složeniji problem – više primera) koji ispituju različite osobine primera. Treba voditi računa o broju primera, kako se mreža ne bi pretrenirala.

Broj skrivenih neurona utiče na sposobnost mreže da razdvoji podatke. Ukoliko ima premalo skrivenih neurona, mreža može postati nesposobna da nauči veze između podataka, što dovodi do velikih grešaka.

### Backpropagation algoritam

Backpropagation (back error propagation) – najčešće korišćen algoritam učenja mreža i da bi se mreža koja uči na osnovu ovog algoritma koristila, potrebno je prethodno treniranje mreže. Backpropagation mreža je tipa feedforward i ima jedan ili više skrivenih slojeva.

Algoritam se sastoji od sledećih koraka:

* inicijalizacija težina;
* učitavanje ulaznog vektora i željenog izlaza;
* propuštanje ulaznog vektora kroz mrežu i dobijanje izračunatog izlaza;
* izračunavanje greške;
* podešavanje težina idući unazad od izlaznog, ka skrivenim slojevima.

### Backpercolation algoritam

Backpercolation je takođe algoritam za feedforward mreže, ali se kod ovog algoritma težine ne menjaju u odnosu na grešku izlaznog sloja, već se greška izračunava za svaki neuron posebno, pa se na osnovu njih podešavaju i težine. Ovo je efikasan način da se smanji broj ciklusa treniranja.

Algoritam se sastoji od sledećih koraka:

* inicijalizacija težina;
* propuštanje ulaznog vektora kroz mrežu i dobijanje izlaza pri čemu se računa globalna greška;
* greška se vraća unazad u skriveni sloj;
* računa se lokalna greška za svaki neuron;
* sve težine se podešavaju prema lokalnoj greški;
* ako je potrebno, parametar uvećanja greške se adaptira u svakoj epohi učenja.

Pošto su u pitanju samo lokalna izračunavanja, stabilnost treninga ne degradira kada ima više skrivenih slojeva, trening ne dovodi do automatskog povećanja broja elemenata u arhitekturi i težine konvergiraju relativno brzo ka dobijanju tačnog izlaza.

# PRIMENA NEURONSKIH MREŽA

Brojna istraživanja primena neuronskih mreža u poslovanju dokazala su prednost korišćenja veštačkih neuronskih mreža u odnosu na klasične metode koje ne uključuju veštačku inteligenciju.

Najvažnija oblast primene neuronskih mreža u finansijama i bankarstvu su finansijsko predviđanje i trgovanje. Neuronske mreže se primenjuju uspešno kod predviđanja kursa, budućih cena, performansi akcija, itd. Sem toga, koriste se i u predviđanju bankrota preduzeća, njegovih performansi, validacije potpisa banaka, finansijskih prevata, modelovanju odnosa između strategija, kratkoročnih finansija...

## Finansije

Što se tiče pomoći investitorima u donošenju ispravnih investicionih odluka, neuronske mreže su najupotrebljivije u sledećim oblastima:

* Procena zajmova:

1. Hipotekarni krediti;
2. Prognoziranje kategorije rizika kao dobre, kritične ili loše
3. Potpisivanje zajmova i hipotekarnih kredita

* Tržište deonica i obveznica:

1. Određivanje trenutka trgovine (kada kupovati i prodavati deonice, otkrivanje uzoraka deonica na tržištu);
2. Klasifikacija i rangiranje rizika (rangiranje obveznica i njihova klasifikacija; klasifikacija povrata na deonice na visok i nizak);
3. Prognoze tržišta (predviđanje cena deonica, njihovih mesečnih kretanja..)
4. Prognoze povrata (testiranje tržišne efikasnosti, predviđanje povrata na deonice..)

U primeni neuronskih mreža u finansijama, za izračunavanje promene cena tokom dana, kako bi se odredio signal za kupovinu akcija, ulazni signali su cene akcija na otvaranju, zatvaranju, minimalna i maksimalna cena tokom dana i mnogi tehnički indikatori. Nakon obuke i testiranja mreže, što uključuje simuliranje kupovine i prodaje akcija, rezultati pokazuju da ostvarena dobit ne zavisi samo od tačnosti klasifikatora, nego i od varijabli tokom investicionog perioda.

Konačna odluka u koje akcije će ulagati zavisi isključivo od investitora, a model neuronske mreže samo treba da mu pomogne pri donošenju odluke.

## Bankarstvo

Bankarski sistem je jedan od podsistema ukupnog privrednog sistema. Kao takav, u svom poslovanju koristi se isključivo tuđim sredstvima. Dakle, banka je institucija čija je osnovna delatnost uzimanje i davanje kredita i posredovanje u novčanim transakcijama. Osnovne uloge banke u poslovanju su da obavlja tržišnu alokaciju novca i novčanog kapitala, da prima novčane depozite i organizuje platni promet, kao i da pruža savetodavne usluge u širokom rasponu. Poslovne banke imaju paisvnu, aktivnu i neutralnu ulogu, u zavisnosti od toga da li primaju depozite ili odobravaju kredite iz prikupljenih sredstava.

Poslovni uspeh banke meri se podacima iz finansijskih izveštaja banke i cele industrije. Poslovni uspeh ima brojne pokazatelje rezultata poslovanja. Procena uspeha poslovanja banke zasniva se na analizama dobijenih podataka, rejtingu i poređenju sa opštim i parcijalnim ciljevima poslovanja. Preduslov je utvrđivanje ciljeva i sistematizacija kriterijuma uspešnosti.

Prikazani algoritmi učenja za obradu podataka i donošenje zaključaka mogu da se primene u velikom broju različitih istraživanja u oblasti bankarstva. Neke od primena u poslovanju banaka su:

* Procena uspešnosti poslovanja (procena likvidnosti banke, procena stepena privredne razvijenosti, broj komiteta i obim njihovih međusobnih novčanih transakcija)
* Procena klijenata (procena rizičnosti profila klijenta, donošenje odluke o dodeli sredstava banke klijentima i definisanje specifične ponude za svakog klijenta ponaosob)

Prilikom treniranja mreža za procenu rizičnosti profila klijenata, neki od ulaznih podataka koje je potrebno proslediti neuronskoj mreži su demografski (pol, region stanovanja, godine), finansijski (podaci o transakcijama, učestalost uplata/isplata, način podizanja novca, kreditna istorija itd), lični podaci (mesto zaposlenja, iznos plate, porodični status..). Učenje i treniranje se vrši kroz procenu tačnosti koja se na izlazu mreže dobija i njegovim upoređivanjem sa podacima i zaključcima koje banke imaju, pa se na osnovu rezultujućeg skupa podešavaju težine i/ili menjaju algoritmi za učenje mreža.

# ZAKLJUČAK

Razvoj veštačkih neuronskih mreža značajno je doprineo napretku veštačke inteligencije. Mnogi smatraju da su veštačke neuronske mreže najveći tehnološki napredak u protekloj deceniji, jer su se pokazale izuzetno korisnim, čak i nezamenljivim u situacijama gde je detekcija realcija i paterna neophodna za uspešna predviđanja. Primena neuronskih mreža u poslovanju je sve češća pojava, a razlog tome su njene sposobnosti da se prilagodi bez prestanka rada promeni ulaznih podataka, ali i da „uči“.

Rezultati koji se dobijaju kroz različita istraživanja jasno pokazuju da je neuronska mreža metoda sa velikim potencijalom za podršku odlučivanju pri trgovini na berzi. Ona omogućava detekciju složene zavisnosti u vremenskim serijama akcija i indikatora bolje nego druge tehničke analize krivih.

Sem toga, istraživanje podataka može sa uspehom da se primeni na detekciju potencijalno rizičnog klijenta i na taj način odgovornima u filijalama banaka pomogne pri donošenju odluke u slučajevima odobravanja kredita ili drugih sredstava iz budžeta banke.

Neuronske mreže su od ogromnog značaja za poslovanje, detekciju grešaka, predviđanje ishoda.. Međutim, ona ne obećava neverovatan profit uloženih sredstava ili stopostotnu tačnost pri predikciji i analizi događaja. S obzirom da u ovakvoj vrsti istraživanja veliku ulogu imaju raspoloživi podaci, još jedan od uslova za uspešno treniranje mreža jeste odluka o minimalnoj količini podataka koji moraju da se prikupe o klijentu, kao i o procedurama da se ti podaci održavaju ažurnim i u budućnosti proširavaju. Samo ukoliko se neuronske mreže ispravno primene na dobro odabranom skupu ulaznih atributa, moguće je ostvariti siguran profit i željene rezultate.

# LITERATURA

1. Primena neuronskih mreža za predikciju kretanja cena akcija na berzi, Jelena Brdar [2014]
2. Metode istraživanja podataka u proceni rizika u bankarstvu, Desa Marinković [2010]
3. Using Neural Networks for Data Mining, M. Craven, J. Shavlik [1997]
4. Web sajt - [Neuronske Mreze (eunet.rs)](http://solair.eunet.rs/~ilicv/neuro.html)