



(rad po pozivu)

KVANTIFIKOVANJE UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU PRIMJENOM BACKPROPAGATION NEURALNE MREŽE (MEDIJUM LJUDI)

QUANTIFICATION OF INFLUENCES ON ENVIRONMENT USING BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK (MEDIUM PEOPLE)

mr Jelena Jovanović¹⁾, dr Zdravko Krivokapić²⁾,
mr Aleksandar Vujović³⁾, Dušan Vukotić

Rezime: Rad je orjentisan na iznalaženje objektivnog pristupa u kvantifikovanju uticaja na životnu sredinu baziranog na specifičnostima raspoloživih matematičkih modela organizacija sertifikovanih po standardu ISO 14001. U radu su prikazani uporedni rezultati ocjena uticaja na životnu sredinu dobijenih primjenom raspoloživih matematičkih modela i Backpropagation neuralne mreže i ukazano je na neophodnost primjene jedinstvenog i objektivnog metoda za ocjenjivanje uticaja na životnu sredinu.

1. UVODNE NAPOMENE

Aspekti životne sredine predstavljaju prilično kompleksnu oblast i jednu od najzahtjevnijih tačaka standarda obzirom da efikasnost upravljanja zaštitom životne sredine zavisi upravo od suštinskog i principijelnog poštovanja ovog zahtjeva. Ova tema je obrađena u obje verzije standarda (ISO 14001:1996 i ISO 14001: 2004) pod istim nazivom "Aspekti životne sredine" i istom tačkom 4.3.1.

Sušтина EMS-a leži u dobroj identifikaciji i kvantifikovanju aspekata i uticaja životne sredine obzirom da iz njih proizilaze pokazatelji učinka zaštite životne sredine čijim se mjerenjem utvrđuje stepen ispunjenosti postavljenih opštih i posebnih ciljeva organizacije i vrši vrednovanje samog sistema. Većina ključnih tačaka standarda se zasniva na znanju o značajnim aspektima životne sredine što je i prikazano slikom 1 dok su ostale tačke standarda u određenoj korelaciji sa njima iako nijesu potpuno zavisne od njih.



Slika 1 - Tačke standarda koje se baziraju na značajnim aspektima životne sredine

1) Mr Jelena Jovanović, Mašinski fakultet u Podgorici-Centar za kvalitet
2) Prof. dr Zdravko Krivokapić, Mašinski fakultet u Podgorici-Centar za kvalitet
3) Mr Aleksandar Vujović, Mašinski fakultet u Podgorici-Centar za kvalitet

Obzirom na veliku značajnost zahtjeva 4.3.1, proizvoljnost i nedovoljna preciznost u pristupu protežirana standardom, predstavlja podstrek za istraživanja u pravcu kvantifikovanja uticaja na životnu sredinu primjenom naučnih metoda i tehnika rada. Naime standard ISO 14004 tačka 4.3.1.5 pravdajući se obrazloženjem “značajnost je relativan koncept: ne može biti definisan u apsolutnim pojmovima” ostavlja organizacijama potpunu slobodu vezano za ovu problematiku. U cilju iznalaženja mogućnosti za utvrđivanje jedinstvenog pristupa za sve organizacije u kvantifikovanju uticaja na životnu sredinu, primjena neuralnih mreža se zbog raznolikosti podataka i rezultata ocjenjivanja smatra najpodesnijim rešenjem.

2. FEED FORWARD BACKPROPAGATION NEURALNA MREŽA

Feed forward Backpropagation neuralna mreža je u praksi najviše primjenjivana kako zbog jednostavnosti tako i zbog širokog spektra problema koje može da riješi (prepoznavanje oblika, upravljanje robotima i vozilima, klasifikacija slika, obrada znanja i drugim različitim problemima analize oblika). Kako su

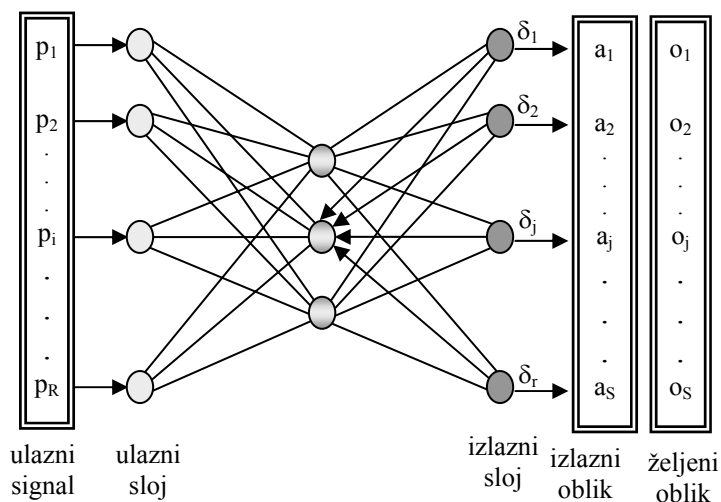
ulazni podaci kojima se raspolaže u konkretnom problemu grupisani, i za svaki ulaz se zna tačan odziv to je feed-forward Backpropagation najjednostavnije i najbolje rešenje u izboru mreže za razmatranu problematiku.

Feed forward Backpropagation je skraćenica od "back error propagation" što se prevodi kao širenje greške unazad. To je mreža sa dva ili više slojeva, dakle ima najmanje 1 skriveni sloj a najčešće su u upotrebi mreže sa potpuno povezanim slojevima (slika 2). Kod Feed forward Backpropagation neuralne mreže u postupku obučavanja postoje dvije faze i to:

- faza (propagacija) unaprijed i
- faza (propagacija) unazad

U prvoj propagaciji (unaprijed - forward) vrši se izračunavanje svih odziva neurona počev od prvog pa do poslednjeg sloja na osnovu ulaznih signala koji se prezentuju mreži. U ovoj fazi se izračunavaju svi težinski koeficijenti.

Druga propagacija (unazad, backforward) podrazumijeva korekciju težinskih koeficijenata na osnovu izračunate greške koja se dobija kao razlika stvarnog i željenog odziva. Ova faza je završena tek kad se izvrši korekcija težinskih koeficijenata za sve neurone u svim slojevima.



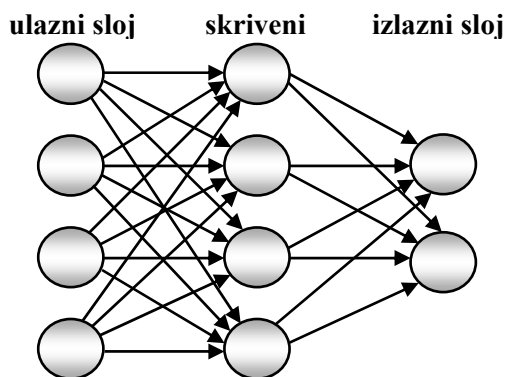
Slika 2 - Dva koraka propagacije Feed Forward Backpropagation neuralne mreže

Dakle, feed forward Backpropagation neuralna mreža spada u grupu nerekurivnih mreža (slika 3a) sa nadgledanim učenjem (slika 3b)

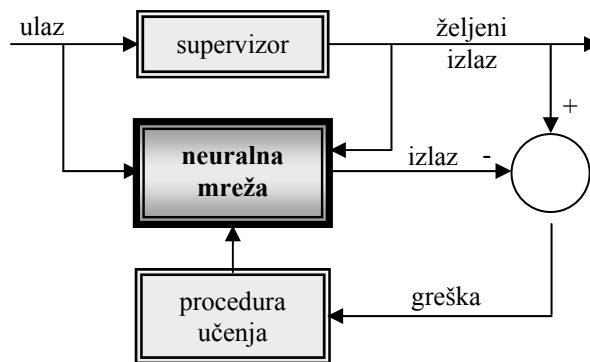
Za obučavanje neuralnih mreža u konkretnom primjeru korišćen je softverski paket Matlab.

Sve veća zastupljenost Matlaba u raznim univerzitetskim centrima i naučno istraživačkim institutima je posljedica jednostavnog pristupa u programiranju t.j. mogućnosti rada u okruženju u kome se na vrlo jednostavan način uz primjenu

proste notacije rešavaju konkretni problemi. Nagli uspon ovog softverskog paketa je ostvaren razvojem mogućnosti dogradnje modularnog tipa t.j razvojem dodatnih modula tzv. Toolboxes koji nadopunjuju Matlab "funkcijama interesantnim za određene matematičke i inženjerske discipline". Jedan od modula je i Neural Network Toolbox koji obuhvata funkcije za projektovanje i simulaciju neuralnih mreža.



Slika 3a - Nerekurentna (Feed-forward) mreža sa tri sloja



Slika 3b - Nadgledano (offline) učenje

Neural Network Toolbox obezbeđuje kompletni inženjering neuralne mreže u Matlab okruženju počev od dizajna preko treninga do simulacije raznih algoritama neuralnih mreža koji su u Matlabu prezentovani počev od osnovnog modela Perceptrona pa do najsloženijih tzv. samoorganizujućih mreža.

3. PRIMJENA BACK PROPAGATION NEURALNE MREŽE (MEDIJUM LJUDI)

Obzirom da je na teritoriji SCG veoma mali broj sertifikovanih organizacija po standardu ISO 14000 (svega 28) početna ideja je bila da se na bazi prikupljenih podataka iz svih organizacija kreira neuralna mreža koja bi se na osnovu tako velikog broja ulazno - izlaznih informacija i različitih matematičkih modela obučila za ocjenjivanje značajnosti uticaja na životnu sredinu u novoj organizaciji. Podaci traženi od organizacija su se odnosili na popis svih identifikovanih aspekata i uticaja na životnu sredinu i na njihove ocjene značajnosti po sopstvenim matematičkim modelima. Matematički modeli za ocjenjivanje značajnosti uticaja i aspekata na životnu sredinu su organizacije samostalno kreirale i prilagodile svojim kriterijumima za ispunjenje zahtjeva standarda ISO 14001.

Međutim, zbog nemogućnosti saradnje sa većim brojem organizacija prikupljeni su podaci iz 4 organizacije tako da se obučavanje neuralne mreže izvršilo na bazi podataka iz 3 organizacije a na podacima iz četvrte organizacije je izvršena simulacija modela. Obzirom da se prilikom prikupljanja podataka iz sertifikovanih organizacija (potpuno različitih djelatnosti rada) preuzela obaveza da će se poštovati princip

Tabela 1

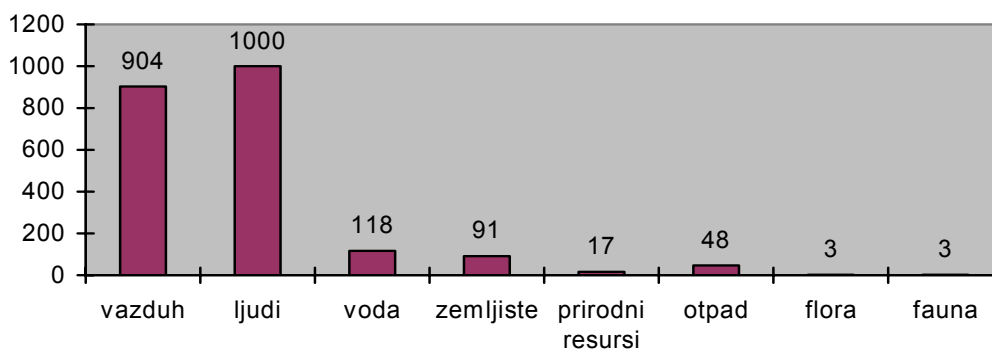
”apsolutne diskrecije” i da se nigdje neće koristiti imena ili bilo kakav identitet organizacije to će se u daljem tekstu koristiti oznake A, B i C za organizacije čiji će se podaci koristiti za obuku mreže a oznaka D za organizaciju čiji će se podaci koristiti za simulaciju rada neuralne mreže.

Naime na osnovu dostupnih podataka iz tri sertifikovane organizacije (A, B i C) na teritoriji SCG (matematički model i ocjene aspekata životne sredine) uočava se zabrinjavajuće odstupanje u broju značajnih uticaja zavisno od primijenjenog verifikovanog modela a koje se ne može opravdati različitim djelatnostima organizacija. Upređna analiza je urađena programiranjem u programskom jeziku JAVA, softverski paket JDK 1.2.2. (Java Development Kit) u raspoloživom tekst editoru JCreator 3.50. Da bi se izvršilo poredjenje primjenjivanih metodologija u ovim organizacijama prevashodno je bilo potrebno izvršiti prilagođavanje ocjenjivanja i izabranih kriterijuma. (npr. tabela 1 za organizaciju A i C) Poredjenje je radjeno za sve tri organizacije i to:

1. Poredjenje I (organizacija A i organizacija B)
2. Poredjenje II (organizacija A i organizacija C) - tabela 1
3. Poredjenje III (organizacija B i organizacija C) Podaci iz organizacija A, B i C (ukupno 2184) su po preporuci standarda klasifikovani prema medijumu djelovanja i to na:
 - vazduh
 - ljudi
 - voda
 - zemljište
 - prirodni resursi
 - otpad
 - flora
 - fauna

Ovim postupkom se dobio raspored podataka prikazan na slici 4

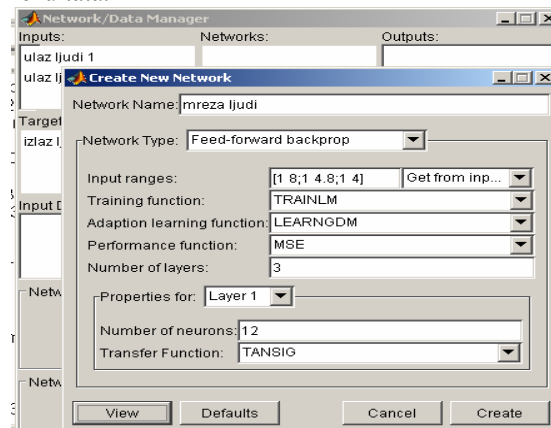
	C	A	
OBIM	1	1,2	C (signifikantan) A (nesignifikantan) 84
	2	3	
	3	4	
	4	5, 6	
	5	7, 8	
VJEROVATNOĆA	1	1, 2	A (signifikantan) C (nesignifikantan) 0
	2	3, 4	
OZBILJNOST UTICAJA	1	1	
	2	2	
	3	3	
Uticaj na javno mnjenje	1	1	
	2		
	3		



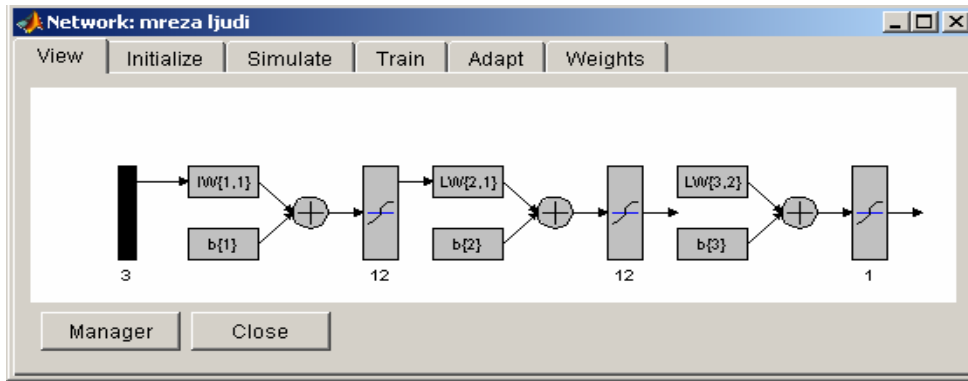
Slika 4 - Dijagram raspodjele broja uticaja po medijumima djelovanja

Kako su ocjene za sve tri organizacije (A, B i C) dobijene na bazi različitih metodologija (matematičkih modela) potrebno je izvršiti normalizaciju ulaznih podataka prema organizaciji sa najvećim rasponom ocjena kako bi se usaglasile raznolikosti ocjenjivanja. Najveći raspon ocjena je kod organizacije A u odnosu na kriterijum "Obim uticaja na životnu sredinu" pa se ta ocjena uzima kao maksimalna i za ostale organizacije pri čemu se zadržava odnos ocjena između kriterijuma unutar organizacija karakterističan za njen sopstveni matematički model kako se ne bi narušila njihova osobenost. Postupak koji će se prezentovati za medijum ljudi za koji je dobijeno 1000 podataka odnosno ulaza je primijenjen i za ostale medijume djelovanja osim za floru, faunu, otpad i prirodne resurse jer je broj podataka za dejstvo na floru, faunu i prirodne resurse veoma

mali a za otpad je dobijen iz samo jedne organizacije pa ovi uticaji dalje nijesu bili razmatrani zbog nemogućnosti dobijanja realnih rezultata.



Slika 5 - Performanse neuralne mreže (ljudi)



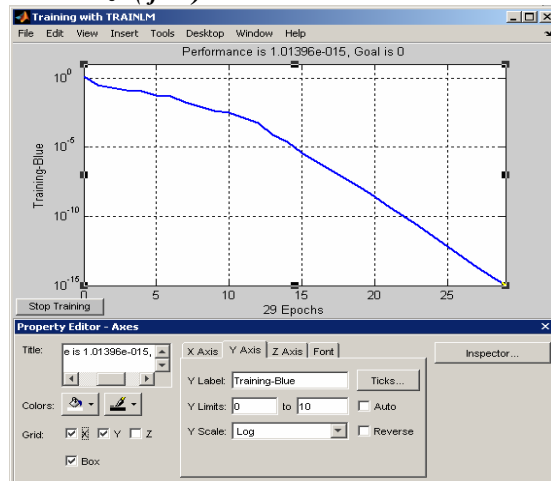
Slika 6 - Izgled neuralne mreže (ljudi)

Izlazne vrijednosti mreže (konačna ocjena značajnosti uticaja) su normalizovane u odnosu na ograničenja postavljena softverskim paketom Matlab a odnose se na dozvoljeni opseg izlaza (-1, 1) tako da su svi značajni uticaji po sopstvenim matematičkim modelima ocijenjeni ocjenom 1 a oni neznačajni ocjenom -1.

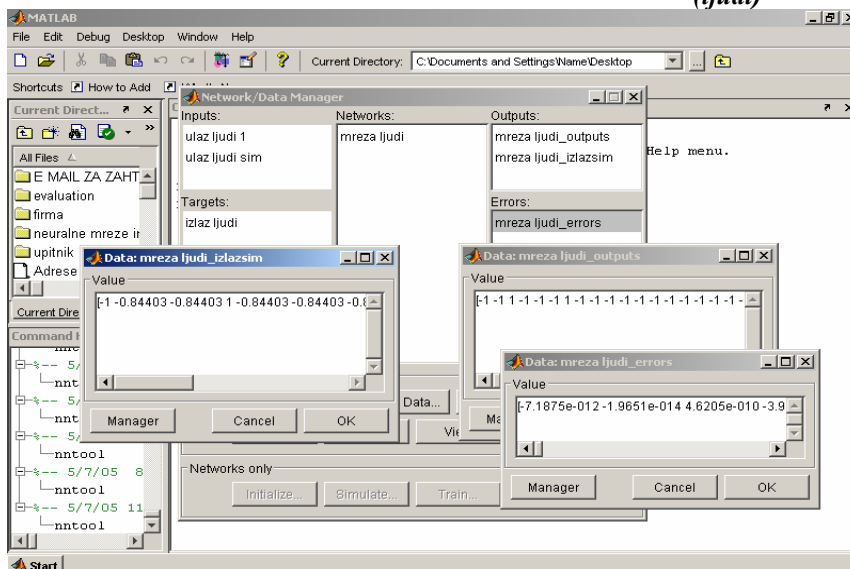
Performanse izabrane Backpropagation neuralne mreže koja je dala najbolje rezultate za medijum ljudi date su slikom 5.

Izgled izabrane neuralne mreže sa tri sloja od kojih prva dva imaju po 12 neurona a poslednji izlazni 1 je prikazana na slici 6.

Tačnost izlaza mreže ovakvih performansi je postignuta sa 10^{-15} u svega 29 epoha. Izgled dijagrama konvergencije kreirane neuralne mreže za uticaj na zdravlje ljudi je prikazan na slici 7.



Slika 7 - Dijagram konvergencije neuralne mreže (ljudi)

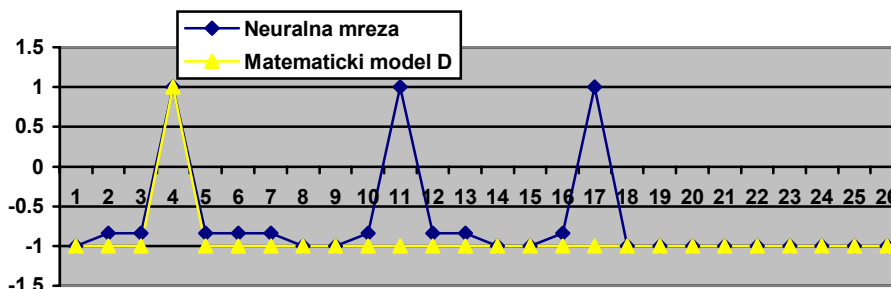


Slika 8 - Izgled osnovnog prozora sa rezultatima treninga i simulacije mreže (ljudi)

Mreža se testira za medijum ljudi na podacima organizacije D. Rezultati simulacije su prikazani na slici 8 u okviru prozora "Data: mreza ljudi_izlazzsim" čijim se poređenjem sa podacima dobijenih metodologijom organizacije D uočavaju izvjesna odstupanja.

4. UPOREDNA ANALIZA REZULTATA

Uparedna analiza rezultata dobijenih primjenom neuralne mreže i reprezentativnog matematičkog modela organizacije D za medijum ljudi je prikazana na slici 9.



Slika 9 - Usporedna analiza rezultata za medijum ljudi

Razlika u rezultatima koja se dobija primjenom ova dva različita modela jeste za 11 i 17 uticaj. Međutim analizom matematičkog modela organizacije D se vidi da uticaji 11 i 17 pripadaju graničnoj vrijednosti koja nije uvrštena kao značajna za dati model dok neuralna mreža te podatke usvaja kao značajne. Dakle može se shvatiti da je neuralna mreža po pitanju uticaja na zdravlje osjetljivija na značajnost uticaja od matematičkog modela organizacije D, mada se granične vrijednosti za svaki model pa i neuralnu mrežu mogu smatrati kao kritična mjesta zbog nepostojanja preporuka standarda ili egzaktne analize za njihovo određivanje.

Model je istestiran na podacima organizacije D i za medijum vazduh i dao je rezultate koji su se u potpunosti poklopili sa matematičkim modelom organizacije D izabranim od raspoloživa četiri (modeli organizacije A, B, C i D) kao referentnim.

Za medijum voda i zemljište rezultati koji su dobijeni su pokazali određeno odstupanje u odnosu na model organizacije D, što se I očekivalo obzirom da se raspolagalo sa prilično malim trening uzorkom.

5. ZAKLJUČAK

Usporednom analizom raspoloživih matematičkih modela I dobijenih rezultata primjenom neuralnih mreža može se konstatovati da je izabrana Backpropagation neuralna mreža za dovoljno veliki trening uzorak kakav je bio za medijum vazduh I ljudi dala zadovoljavajuće rezultate. Naime odstupanje u rezultatima dva uzorka od ukupno 26 za medijum ljudi je zanemarljivo obzirom da ocjene ovih uticaja pripadaju graničnoj vrijednosti matematičkog modela koja svakako mora biti diskutabilna a I sami model organizacije D u dijelu ocjenjivanja svakako nije besprekoran. Za medijume voda I zemljište nijesu dobijeni zadovoljavajući rezultati upravo zbog prilično malog trening uzorka na osnovu kojeg mreža nije bila u mogućnosti da proizvede korektan izlaz.

Ono što je evidentno jeste da ovakvo ocjenjivanje koje u sebi ima ugrađene osobenosti raspoloživih modela iz prakse ima najveći karakter objektivnosti I ne ostavlja dovoljno prostora za manipulacije u dijelu formiranja registra značajnih uticaja a njegova efikasnost i objektivnost bi se mogla značajno poboljšati dodatnim obučavanjem neuralne mreže sa inoviranim podacima.

LITERATURA

- [1] Jelena Jovanović “Primjena ICT na modeliranje kvantifikovanja aspekata životne sredine”, Magistarski rad, Mašinski fakultet, Podgorica 2005
- [2] Zdravko Krivokapić “Škola kvaliteta - Menadžeri EMS-a”, Knjiga 1
- [3] Zdravko Krivokapić, Miodrag Bulatović “Škola kvaliteta - Menadžeri EMS-a”, Knjiga 2
- [4] Milan Perović “ Menadžment - informatika - kvalitet “, CIM Centar - Kragujevac, 1998 god.
- [5] ISO 9000 for Small Business, What to doč Beograd 1997.
- [6] Poul Buch Jensenč Introduction to the ISO 14000 Family of Environmental Management Standards
- [7] A. Wright, F.T. Allen, “Environmental Management System manual”
- [8] ISO 14001:2004č Environmental management systems – General guidelines on principles systems and support techniques, ISO, 2004
- [9] ISO 14004:2004., *Environmental management systems – General guidelines on principles systems and support techniques*, ISO 2004
- [10] Demuth H., Beale M., *Neural Network Toolbox - ForUse with Matlab*, The MathWorks, 2000.
- [11] Milenković S., *Veštačke neuronske mreže*, Zadužbina Andrejević, Beograd 1997.
- [12] Jocković, Ognjanović, Stankovski, *Veštačka inteligencija (Inteligentne mašine i sistemi)*, Beograd 1997.