



(rad po pozivu)

JEDAN PRISTUP ZA PRIMJENU ALATA VJEŠTAČKE INTELIGENCIJE SA CILJEM POBOLJŠAVANJA PERFORMANSI POSLOVNOG SISTEMA

APPROACH FOR IMPLEMENTATION OF TOOLS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ORDER TO IMPROVE PERFORMANCES OF BUSINESS SYSTEM

mr Aleksandar Vujović¹⁾, dr Zdravko Krivokapić²⁾,
dr Milan Perović³⁾, mr Jelena Jovanović⁴⁾

Rezime: Sve veći razvoj alata vještačke inteligencije i njihova primjenjivost u različitim oblastima i raznolikost omogućavaju primjenu i u procesu poboljšavanja performansi poslovnog sistema na bazi sistema menadžmenta što je i tema ovoga rada. Pored osnovne ideje primjene alata vještačke inteligencije u radu su predstavljene osnovni pravci razvoja i trenutno stanje u oblasti vještačke inteligencije kao i proces projektovanja ekspertnog sistema i izbor najpovoljnijeg alata za izradu ekspertnog sistema za potrebe poboljšavanja performansi poslovnih procesa.

1. UVODNA RAZMATRANJA

Rad je nastao kao rezultat istraživanja za potrebe izrade doktorske disertacije na Mašinskom fakultetu u Podgorici iz oblasti informacionih tehnologija i sistema menadžmenta kvalitetom. Kao pravci daljih istraživanja magistarske teze »Makroupravljanje neusaglašenostima kao osnova modela za poboljšavanje QMS-a« istaknuti su i primjena alata vještačke inteligencije za potrebe kvalitetnije obrade podataka i prezentacije znanja. U tom pravcu su sprovedena istraživanja sa ciljem izbora alata za izradu ekspertnog sistema (ljudske ekspertnog sistema) i rezultati su predstavljeni u ovome radu.

Oblast vještačke inteligencije se razvija u poslednjih dvadesetak godina. Sistemi u okviru vještačke inteligencije se razvijaju u pravcu razvoja alata za dijagnosticiranje, interpretaciju podataka, dizajn sistema, pomoć u odlučivanju, planiranje, podučavanje i dr. /1/. Prema Barr-u i Feigenbaum-u, vještačka inteligencija, predstavlja naučnu disciplinu kojom se obezbjeđuje da računar ima moć opažanja, rezonovanja i učenja. To je oblast računarskih nauka koja se bavi dizajniranjem i izgradnjom inteligentnih računarskih sistema, tj. sistema koji pokazuju karakteristike koje povezujemo sa inteligencijom kod čovjeka (učenje, rezonovanje, rešavanje problema i sl.) /2/.

U dijelu tehnološkog razvoja danas su razvijeni sistemi na bazi alata vještačke inteligencije koji predstavljaju veoma značajne napredke i unazad nekoliko godina gotovo nezamisliva rešenja. Među takvim sistemima su i sledeći /3/:

1. Kodak organizacija je formirala sistem za prepoznavanje govora svojih korisnika koristeći alate vještačke inteligencije u skladu sa principom apsolutnog zadovoljenja korisnikovih zahtjeva. U ovoj organizaciji su lansirani prvi sistemi za prepoznavanje govora po kojima se korisnici mogu koristeći svoj maternji jezik dobiti takođe na maternjem jeziku informacije veoma brzo pri čemu su u organizaciji sačuvani troškovi prevođenja odnosno operatera koji su namijenjeni za tu svrhu. Ovaj sistem ima mogućnost i automatske analize i dobijanja real-time informacije o željama korisnika, njihovim žalbama i sugestijama potpuno isključujući subjektivnost operatera,
2. U danskoj nacionalnoj policiji se koriste sistemi za automatsko skladištenje, pretraživanje i podešavanje otisaka prstiju i šake. Ovaj sistem se koristi za potrebe kriminalističkih službi i ovaj sistem je povezan sa drugim sličnim sistemima u Švedskoj, Norveškoj i drugima zemljama sa ciljem i mogućnošću podjele informacija,

1) Mr Aleksandar Vujović, Mašinski fakultet u Podgorici-Centar za kvalitet

2) Prof. dr Zdravko Krivokapić, Mašinski fakultet u Podgorici-Centar za kvalitet

3) Prof. dr Milan Perović, Mašinski fakultet u Podgorici-Centar za kvalitet

4) Mr Jelena Jovanović, Mašinski fakultet u Podgorici-Centar za kvalitet

3. Danas je razvijen i ekspertski sistem za potrebe predviđanja visokog rizika za nastajanje oboljenja astme i dijabetesa.
4. U skladu sa trenutnim rastom tehnološkog razvoja u Virđiniji je razvijen softver za prikupljanje podataka sa Website-ova i izgrađivanje internih baza podataka, preglednih tabela, poslovnih informacija o tržištu i ostale informacije o organizacijama i one se automatski prevode u «ikonice» i linkove koje daju pregled o relacijama kompanija, ljudi, intelektualne svojine i organizacijskih novosti.
5. U sistemima mobilnih računara kao i mobilnih telefona razvijeni su sistemi za prepoznavanje glasa odnosno implementirane su tehnologije koje imaju funkcije koje se pokreću sa glasom potpuno ravnopravno kao i sa ustaljenim načinom pokretanja u Windows grafičkim elementima. Ovi sistemi su veoma značajni za tzv. hand-free poslove kao i za potrebe invalidnih lica,
6. Razvijeni su i sistemi za prepoznavanje rukopisa ili prevođenje u digitalnu formu kao i sistemi koji na osnovu video zapisa objekta odnosno oblika mogu da automatski prevode oblik u računarsku digitalnu formu i daju mogućnost njegove direktne obrade u jednom od grafički orijentisanih softvera,
7. Za potrebe identifikacije ljudi i jedinstvenog označavanja odnosno prepoznavanja za procese npr. pasoške kontrole ili bilo koje druge vrste identifikacije razvijeni su sistemi prepoznavanja iris-a odnosno očne dužice na principu laserskog skeniranja I automatskog zapisivanja odnosno upoređivanja sa bazom podataka.

Vještačka inteligencija je našla široku primjenu u različitim disciplinama (proizvodnja, medicina, meteorologija, menadžment i dr.). To podrazumijeva i mogućnost korišćenja najraznovrsnijih alata vještačke inteligencije na različitim objektima i korišćenje raznih izvora podataka. Tako širok dijapazon mogućnosti obezbjeđuje i mogućnost primjene alata vještačke inteligencije i u sistemu menadžmenta kvalitetom. Primjena računarskih sistema u oblasti sistema menadžmenta kvalitetom nije zauzela značajno mjesto. Softveri koji se mogu naći na tržištu i koji u osnovi imaju podatke vezane za sistem menadžmenta kvalitetom razvijeni su kao alati za automatizaciju toka podataka i upravljanja dokumentacijom, kao alati za pomoć prilikom ocjenjivanja pri čemu se koriste podaci koji postoje u standardima i sl. /4/. Dakle razvijeni softverski se koriste uglavnom kao alati za automatizaciju već postojećih rešenja i to je upravo dalo podstrek da se radi na razvijanju jednog ekspertnog sistema koji bi se bazirao na realnim

podacima sa terena i koji bi na bazi ekspertskih analiza prezentirao saznanja iz oblasti dijagnosticiranja i preventive u oblasti sistema menadžmenta kvalitetom.

2. EKSPERTNI SISTEMI I IDEJA O PRIMJENI NA QMS

Ekspertni sistemi su alati koji služe za proces zaključivanja po uzoru na zaključivanja (rezonovanje) nalik ljudskom. Oni su značajni posebno sa stanovišta sprečavanja gubitka stručnog znanja koje predstavlja najdragocjeniji kapital svakog društva.

U okviru ekspertnih sistema se koristi simboličko umjesto numeričkog izračunavanja i to je osnovna razlika između ovog alata vještačke inteligencije i numeričkih metoda. Dakle bazična jedinica u ekspertnim sistemima je simbol a ne broj kao što je to slučaj u numerici. Druga osnovna karakteristika kod ekspertnih sistema je nealgoritamski pristup rešavanju problema. To znači da se problem ne rešava kroz jasno definisani niz algoritamskih koraka, već, zavisno od tipa problema, program definiše put kojim se dolazi do rešenja. Ekspertni sistemi su našli primjenu u rešavanju loše strukturiranih problema. Kod takvih problema se često ne može izraziti algoritamska struktura za njihovo rešavanje i onda se oni proglašavaju nerešivim. U tom slučaju se primjenom ekspertnih sistema može doći do zadovoljavajućeg rešenja. Ove i druge osobine ekspertnih sistema omogućavaju da se na zadovoljavajući način riješe i problemi iz oblasti sistema menadžmenta kvalitetom koji se odnose na dijagnosticiranje i preventivu u cilju unapređenja sistema menadžmenta kvalitetom na nivou svakog procesa u procesno modeliranoj organizacionoj strukturi. Osnovna zamisao razvoja jednog ekspertnog sistema u oblasti sistema menadžmenta kvalitetom je predstavljena slikom 1.

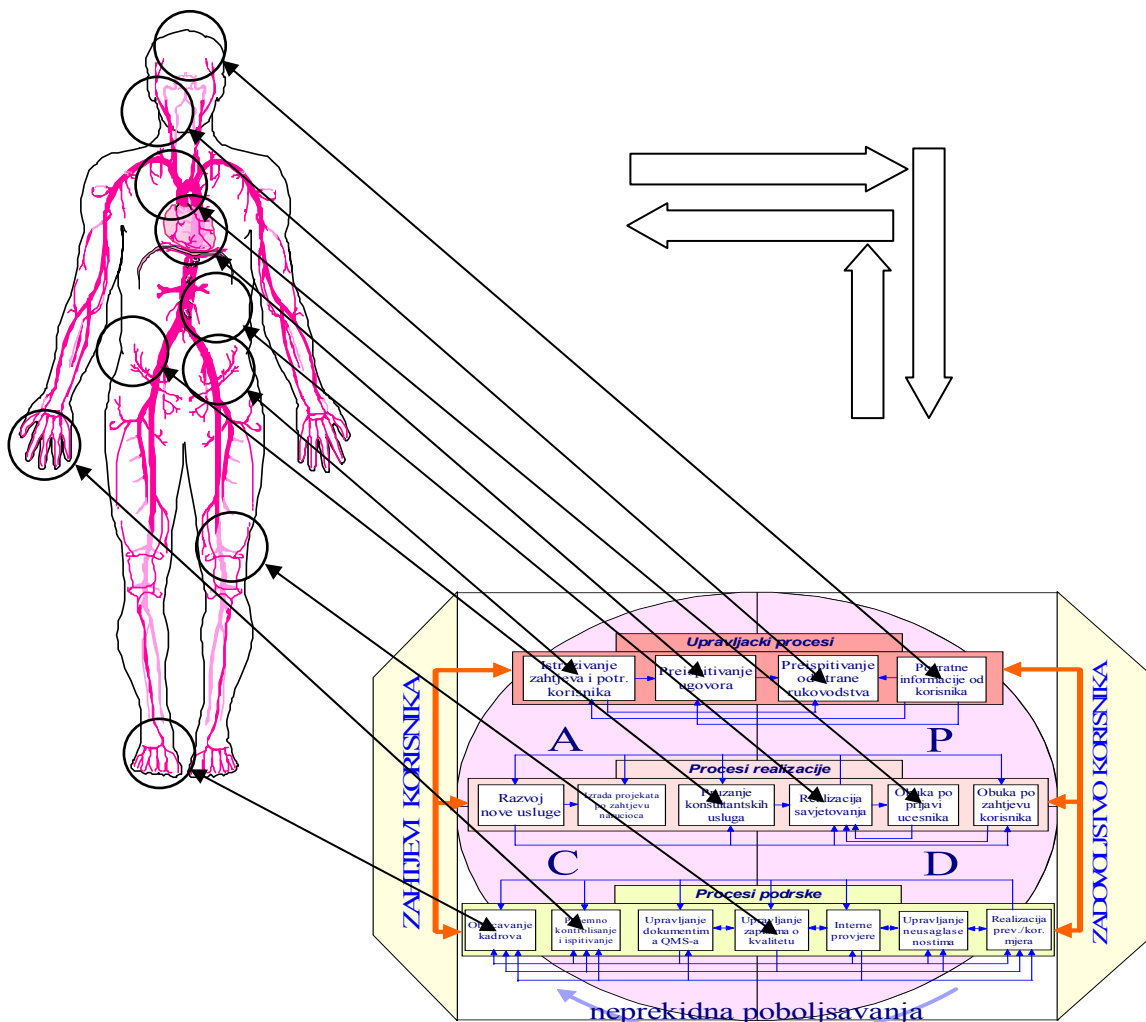
Na osnovu ove ideje stvara se mogućnost da se na bazi jedinstvenih podataka uz pomoć jedinstvenog softverskog rešenja, ostvari praćenje poslovnog sistema u smislu predviđanja, treninga, poboljšavanja performansi svakog njegovog dijela i to u real-time ambijentu. Dakle po analogiji sa praćenjem performansi djelova ljudskog organizma njihovim treningom, liječenjem i održavanjem kondicije, stvara se mogućnost da se na bazi mjerljivih ciljeva i nivoa njihovog ispunjenja ostvare slični postupci i za sisteme odnosno njihove djelove (procesu) u procesno modeliranoj organizacionoj strukturi.

U tom pravcu se želi izraditi i jedinstveni ekspertni sistem kao sistem za dijagnosticiranje, konsalting, preventivno dejstvo, otklanjanje

grešaka i učenje, čime bi se dobila i zamjena za znanje koje eksperti naplaćuju.

Na taj način se teži da se uz pomoć bezrezervne podrške i privrženosti menadžmenta u

organizaciji kao ključnog elementa za efektivnost i efikasnost funkcionisanja ekspertnog sistema /5/ stvori ambijent za poboljšavanja (između ostalih) elemenata koji su predstavljeni u tabeli 1 /6/.



Slika 1- Osnovna zamisao razvoja jednog ekspertskog sistema

Tabela 1 – Poređenje ekspert sistema i tradicionalnih sistema

Ekspert sistemi		Tradicionalni sistemi	
<i>Dobici (skala od 1 do 3)</i>			
Kvalitet odlučivanja,	3	Kvalitet odlučivanja,	1
Dosljednost odlučivanja,	3	Dosljednost odlučivanja,	1
Brzina odlučivanja,	3	Brzina odlučivanja,	2
Uvećanje produktivnosti,	3	Uvećanje produktivnosti,	2
Satisfakcija na poslu,	2	Satisfakcija na poslu,	1
Konkurentska prednost.	3	Konkurentska prednost.	2

Dakle uočljivo je da se ekspert sistemima u odnosu na tradicionalne sisteme dobija jasna dobit (između ostalih) u kvalitetu odlučivanja, dosljednosti odlučivanja, satisfakciji na poslu i nešto manja dobit u drugim elementima predstavljenim u tabeli.

3. RAZVOJ EKSPERT SISTEMA I IZBOR ALATA

Kada je riječ o strukturi ekspertnog sistema onda se može govoriti o tri osnovne komponente i to /7/:

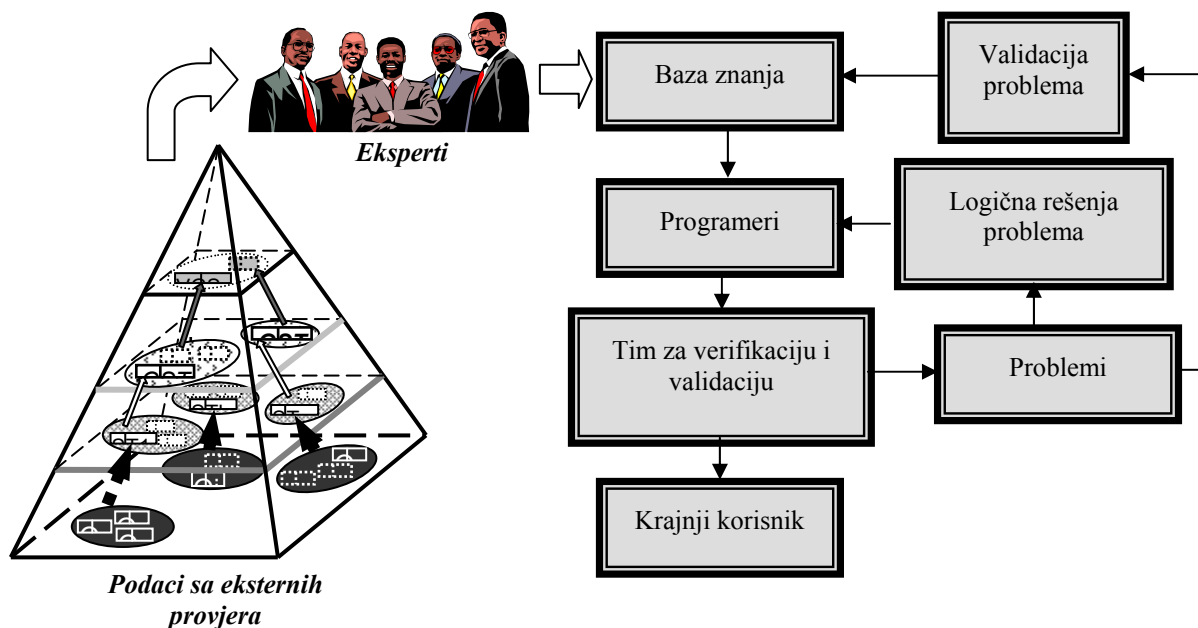
1. baza znanja (knowledge base),
2. mehanizam izvođenja (inference engine),
3. upravljački mehanizam (control engine)

U bazi znanja je sadržan skup pravila koja opisuju opšte znanje o posmatranom problemu. U bazi znanja se nalaze i pravila ekspertnog sistema koja se sastoje od dva dijela /8/:

- prvi dio čine bezuslovni događaji koji predstavljaju završetke aktivnosti i počinju sa završetkom aktivnosti

- drugi dio čine tzv. uslovni događaji koji se mogu svrstati pod pojmom »produkciona pravila« odnosno događaje koji se izvršavaju uz if-then (ako-tada) naredbu.

Proces izgradnje ovih komponenti ekspertskog sistema kao i proces verifikacije i validacije i odnos sa krajnjim korisnikom je predstavljen na slici 2.



Slika 2 – Proces verifikacije i validacije

Izrada softvera se sastoji od više koraka i zahtijeva timski rad ljudi koji je okrenut korisnikovim potrebama u okruženju koje je programerski ili neprogramerski orijentisano

Ideja je da se na bazi jedinstvenih podataka sa eksternih provjera sistema menadžmenta kvalitetom sa nivoa naših i stranog-ih sertifikacionih tijela kroz intenzivne konsultacije sa ekspertima iz oblasti QMS-a izgradi jedinstvena baza znanja za potrebe zaključivanja o poboljšavanjima performansi poslovnih procesa. Dalje bi se kroz eventualno angažovanje programera ostvarila i korisnička aplikacija i izvršila verifikacija i validacija softvera u skladu sa principom apsolutnog zadovoljenja krajnjeg korisnika. U čitavom procesu značajnu ulogu igra i tim za verifikaciju i validaciju koji je nezavisan i od ljudi koji izrađuju softver i od korisnika. Česti su slučajevi da se tim anagažuje od strane programera koji izrađuju softver /9/.

Troškovi projekta izrade ekspertnog sistema tipično uključuju vrijeme personala za razvijanje korisničke aplikacije, troškovi za pokretanje

softverske licence i troškovi treninga. Izrada sistema pomoću konvencionalnih sistema tipa Visual Basic, C+, Pascal i sl. iznose na desetine hiljada dolara. Kada se govori o izradi ekspertskih sistema pomoću ljudski ekspert sistema uključujući izradu korisničke aplikacije u programerskom okruženju treba planirati takođe velika finansijska izdvajanja. Kursevi obuke zaposlenih na razvoju alata koštaju od dvije do pet hiljada dolara /6/. Sve su ovo elementi koji ukazuju na potrebu korišćenja neprogramerskog okruženja odnosno ljuske za potrebe izrade ekspertskog sistema ili za potrebe doktorske disertacije simulacije ekspertnog sistema. Dakle za izradu (simulaciju) ekspertnog sistema kao podrške unapređenju sistema menadžmenta kvalitetom u okviru doktorske disertacije na Mašinskom fakultetu u Podgorici, odlučeno je da se koriste ljuske ekspertnih sistema kao najprikladnija grupa alata s obzirom na finansijske troškove i s obzirom na to da akcenat rada nije na programiranju što bi zahtijevale druge grupe alata.

Za te potrebe potrebno je izvršiti izbor alata. Definisani su kriterijumi za izbor ljuske ekspertnog sistema u skladu sa potrebama rada i u skladu sa literaturom /10/, /11/, /12/ i to su:

1. programibilnost,
2. sadržajnost,
3. univerzalnost i
4. cijena.

Prilikom izbora u donosu na ove kriterijume analizirano je 58 ljuski koje su dostupne na Internet-u, svrstavaju se u grupu komercijalnih ljuski. Osnovne informacije o ovim ljuskama i link-ovi pronađeni su na site-u www.faqs.org, što je uslovalo pregledom ponaosob svakog site-a za sve alate. Pojedinačno ocjenjivanje na skali od 1-5 za sve ljuske se može naći u literaturi /13/. Prilikom izbora kao posebno važan kriterijum je bila cijena s obzirom na finansijsko stanje u univerzitetskim cjelinama sa jedne strane i sa druge strane finansijski efekat od izrađenog ekspertnog sistema koji se u našim uslovima teško ostvariv. Po definisanim kriterijumim kao najprikladniji alat za potrebe rada izdvaja se alat ACQUIRE koji je apsolutno neprogramerski orijentisan. To je alat koji podržava rad u Windows operativnoj sredini. Ima mogućnosti izrade svih elemenata ekspertnog sistema i podržava ulančavanje unaprijed, unazad i kombinovano. Za prezentaciju znanja se mogu koristiti produkciona pravila, akcione tabele ili kombinovana tehnika. Sa kupovinom alata (povoljna cijena) dobija se apsolutno sva neophodna dokumentacija potrebna za edukaciju, detaljan vodič za upoznavanje sa mogućnostima i svim funkcijama ovoga alata. Podržava izradu WEB orijentisanih aplikacija i rada u mrežnoj strukturi. Kao potvrda primjene ovoga alata mogu se navesti i korisnici koji ga efikasno primjenjuju u svojim sistemima i između ostalih to su: Atomic energy of Canada Ltd., British Columbia Assessment Authority, British Columbia Energy, Canadian Space Agency, Consulting and Audit Canada, Council for Scientific and Industrial Research, Metro-McNair Clinical Laboratories i oko sto drugih.

4. ZAKLJUČAK

Trenutno stanje i mogućnosti alata vještačke inteligencije koji su predstavljeni u uvodnom dijelu rada ukazuju na mogućnost njihove primjene u najrazličitijim oblastima pa samim tim i oblasti poboljšavanja performansi poslovnih sistema. Ne tako dug period u izučavanju alata vještačke inteligencije i samim tim ekspertnog sistema sa jedne strane i posebno atraktivna oblast standarda sistema menadžmenta sa druge strane ostavlja široki prostor izučavanja obje oblasti u jednom

kombinovanom ambijentu. Na ovo ukazuje i analiza koja je sprovedena od strane autora ovoga rada i koja ukazuje upravo na malu zastupljenost istraživanja na ovu temu /14/. Jasno definisane prednosti ekspert sistema u odnosu na tradicionalne sisteme koje se ogledaju u povećanju produktivnosti, satisfakcije na poslu, uključenosti zaposlenih, kvalitetu odlučivanja i dr. ukazuju na potrebu implementacije ekspert sistema i u sistem menadžmenta kvalitetom. Sa druge strane troškovi neophodni za realizaciju ekspert sistema prevazilaze nivo naučno istraživačke institucije i potreba doktorske disertacije i sa tog stanovišta je sprovedena analiza raspoloživih ljuski u odnosu na definisane kriterijume. Za potrebe izrade doktorske disertacije kroz predstavljeni pristup prikupljanja i klasifikacije podataka i pomoću ekspertskih analiza izrade baze znanja kao najpovoljniji alat izabrana je ljuska ACQUIRE. Kvalitet ovoga alata je osvjedočen i kroz njegovu primjenu u oko sto organizacija iz različitih oblasti koje primjenom rešenja izgrađenih ovim alatom postižu efektivnost i efikasnost u radu.

LITERATURA

- [1] Devedžić D., Ekspertni sistem za rad u realnom vremenu, Institut »Mihailo Pupin«, Beograd, 1994.
- [2] Radenković B.,..., Računarska simulacija, FON Beograd, Saobraćajni fakultet Beograd, Beograd, 1999.
- [3] "News-Applications», Expert Systems, Vol. 21, No. 4, September 2004.
- [4] Vujović A., »Makroupravljanje neusaglašenostima kao osnova modela za poboljšavanje QMS-a«, Magistarski rad, Mašinski fakultet u Podgorici, Podgorica 2004.
- [5] Liebowitz J., "How to succeed in expert systems without really trying", *Managing expert systems*, pp. 324, Harrisburg, PA: Idea Group Publishing.
- [6] Stein W., Miscikowski D., "Failsafe: supporting product quality with knowledge-based systems", *Expert Systems with Applications* 16, 1999, pp. 365-377
- [7] Jocković M., Ognjanović Z., Stanovski S., Vještačka inteligencija:inteligentne mašine i sistemi, Krug, Beograd, Beograd 1997.
- [8] www.simlab.fon.bg.ac.yu
- [9] Winn G., Gopalakrishnan B., Akladios M., Premkumar R., "Exper Systems-What SH&E managers need to know about software verification and validation", *Professional Safety*, August 2001.
- [10] Bielawski L., Lewand R., Expert systems development-Building PC based

- applications, QED Information Sciences, Inc., Wellesley, Massachusetts, 1988.
- [11] Goebel M., Gruenwald L., A survey of data mining and knowledge discovery software tools, SIGKDD Explorations, Volume 1, Issue 1, June 1999.
- [12] Elder J., Abbott D., A comparison of Leading Data Mining Tools, Fourth international Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, New York 1998.
- [13] Mr Aleksandar Vujović, Prof. Dr Zdravko Krivokapić, Prof. Dr Milan Perović, Mr Jelena Jovanović, «Izbor alata za izradu ekspertnog sistema za potrebe unapređenja sistema menadžmenta kvalitetom», Časopis kvalitet-Nedelja kvaliteta, Beograd 22.-24. 02. 2006. godine
- [14] Vujović A., Krivokapić Z., Pregled i analiza istraživanja za potrebe doktorskih disertacija u oblasti kvaliteta, Časopis kvalitet-SQM2005, Beograd, sept, 2005