

UNIVERZITET CRNE GORE
Mašinski fakultet Podgorica

Mr Jelena Jovanović, dipl. maš. ing
rođena Šaković

**MODEL UNAPREDJENJA SISTEMA
UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE
PRIMJENOM MULTISOFTVERA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Podgorica, 2009 godine

10-1356624



Мм IV 1337

29512

UNIVERZITET CRNE GORE
Mašinski fakultet Podgorica

Mr Jelena Jovanović, dipl. maš. ing
rođena Šaković

**MODEL UNAPREDJENJA SISTEMA
UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE
PRIMJENOM MULTISOFTVERA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Podgorica, 2009 godine

Posvećeno sinu LUKI

UNIVERZITET CRNE GORE

Mašinski fakultet u Podgorici

Ključna dokumentacijska informacija

PODACI I INFORMACIJE O DOKTORANTU

Ime i prezime: *Jelena Jovanović rođena Šaković*

IP

Datum i mjesto rođenja: *18. 09. 1974.godine, Cetinje*

DM

Adresa autora: *Sava Burića 124, Cetinje,
Republika Crna Gora*

AD

Naziv poslijediplomskih studija: *Poslijediplomske magistarske studije,
usmjerenje: upravljanje proizvodnim i
poslovnim sistemima*

PS

Godina završetka poslijediplomskih studija: *2005.*

GZ

INFORMACIJE O DOKTORSKOJ DISERTACIJI

Naslov teze: *Model unapredjenja sistema upravljanja
zaštitom životne sredine primjenom
multisoftvera*

NT

Fakultet na kojem je disertacija odbranjena: *Mašinski fakultet u Podgorici*

FO

Tip zapisa: *Tekstualni štampani materijal*

TZ

UDK, OCJENA I ODBRANA DOKTORSKE DISERTACIJE

UDK:

Datum prijave doktorske teze:

25. 09. 2006.

DP

Datum sjednice Senata Univerziteta na kojoj
je prihvaćena teza:

23. 11. 2006.

DSS

Komisija za ocjenu podobnosti teze i
kandidata:

Prof. dr Milan Perović, predsjednik
Prof. dr Zdravko Krivokapić, mentor
Prof. dr Stanka Filipović, član

KP

Mentor/komentor:

Prof. dr Zdravko Krivokapić, dipl. ing.

MN

Komisija za ocjenu doktorske disertacije:

Prof. dr Milan Perović, predsjednik
Prof. dr Zdravko Krivokapić, mentor
Prof. dr Stanka Filipović, član
Prof. dr Vujica Lazović, član
Prof. dr Zora Arsovski, član

KOC

Komisija za odbranu doktorske disertacije:

Prof. dr Milan Perović, predsjednik
Prof. dr Zdravko Krivokapić, mentor
Prof. dr Stanka Filipović, član
Prof. dr Vujica Lazović, član
Prof. dr Zora Arsovski, član

KO

Lektor:

Ksenija Alorić

L

Datum odbrane:

2009

DO

Datum promocije:

DP

Zemlja publikovanja:

Republika Crna Gora

ZP

Uže geografsko područje:

Republika Crna Gora

UGP

Godina izdavanja:

2009.

GO

Fizički opis rada:

(stranice/literatura/slike/tabele/prilozi)
224/229/129/32/0

FO

Naučna oblast:

Menadžment, informatika, kvalitet

NO

Ključne riječi:

*Sistem menadžmenta zaštitom životne sredine,
softver, neuronske mreže, Balanced
Scorecard, aspekti i uticaji na životnu sredinu,
poboljšavanje, odlučivanje*

KR

Mjesto čuvanja:

*Biblioteka Univerziteta Crne Gore
Džordža Vašingtona bb, Podgorica*

MČ

Napomene:

Nema

NP

UNIVERSITY OF MONTENEGRO

Faculty of Mechanical Engineering in Podgorica

Key words documentation

INFORMATION ABOUT AUTHOR

First name and last name: *Jelena Jovanović*

FL

Date and place of birth: *18. 09. 1974., Cetinje*

DP

Author's address: *Sava Burića 124, Cetinje,
Montenegro*

AI

Postgraduate studies: *Production business system management*

PS

Year of post graduation ending: *2005.*

YG

INFORMATION ABOUT DOCTORAL DISSERTATION

Title of doctoral dissertation: *Model of improving environmental management
system by multi-software*

TI

Defended at: *Faculty of Mechanical Engineering in Podgorica*

DA

Type of record: *Textual printed article*

TR

UC, EVALUATION AND DATE OF DEFENDED

UC:

Date of registration: 25. 09. 2006.

RD

Date of University Senate meeting where
thesis was accepted: 23. 11. 2006.

DS

Candidate and thesis applicability board: *Professor Milan Perović, Ph.D., Chairman*
Professor Zdravko Krivokapić, Ph.D., Mentor
Professor Stanka Filipović, Ph.D., Member

CTB

Mentor/Co mentor: *Prof. Zdravko Krivokapić, Ph.D.*

MC

Thesis Evaluated Board: *Professor Milan Perović, Ph.D., Chairman*
Professor Zdravko Krivokapić, Ph.D., Mentor
Professor Stanka Filipović, Ph.D., Member
Professor Vujica Lazović, Ph.D., Member
Professor Zora Arsovski, Ph.D., Member

TE

Thesis Defended Board: *Professor Milan Perović, Ph.D., Chairman*
Professor Zdravko Krivokapić, Ph.D., Mentor
Professor Stanka Filipović, Ph.D., Member
Professor Vujica Lazović, Ph.D., Member
Professor Zora Arsovski, Ph.D., Member

BD

Lector: *Ksenija Alorić*

L

Defended on:

OD

Promoted on:

PO

Country of publication: *Montenegro*

CP

Locality of publication: *Montenegro*

LP

Publication year: *2009.*

PY

Physical description: *(pages/literature/pictures/table/addit.lists)
224/229/129/32/0*

PD

Scientific area: *Management, informatics, quality*

SA

Key words: *Environmental management system, software,
neural network, Balanced Scorecard,
environmental aspects and impacts, improving,
decision*

KW

Holding data: *Library of the University of Montenegro
Džordža Vašingtona bb, Podgorica*

HD

Note: *None*

NP

REZIME

Doktorska disertacija "*Model unapređenja sistema upravljanja zaštitom životne sredine primjenom multisoftvera*" predstavlja prirodni nastavak istraživanja koja se odnose na primjenu Informaciono komunikacionih tehnologija (ICT) u modeliranju kvantifikovanja aspekata životne sredine. U ovoj disertaciji se opsežnom analizom literaturnih izvora, kao i analizom poslovanja organizacija u zemlji i okruženju razmatraju mogućnosti za kreiranje modela upravljanja zaštitom životne sredine primjenom više sistema sa obaveznom softverskom podrškom.

U cilju da se sistem upravljanja zaštitom životne sredine podigne na viši nivo primjenom naučnih metoda i multisoftvera, postavljene su četiri hipoteze koje u potpunosti prate razvoj samog modela:

H0: Modelima na bazi neuronskih mreža se obezbjeđuje objektivno i pouzdano ocjenjivanje uticaja na životnu sredinu.

H1: Uključivanje ciljeva zaštite životne sredine (ZŽS) u Balanced Scorecard (BSC) je moguće izvesti na bazi četiri modela.

H2: Modeli sa posebno kreiranim BSC mapama orjentisanim na zaštitu životne sredine daju najbolje rezultate u primjeni na bazi prirodnog eksperimenta.

H3: Primjenom multisoftvera obezbjeđuje se uravnotežen pristup sistemu upravljanja zaštitom životne sredine u odnosu na sistem koji nije softverski podržan.

Primjena neuronskih mreža kreiranih na velikom broju prikupljenih podataka organizacija sertifikovanih po standardu ISO 14001 su pokazali opravdanost u cilju postizanja objektivnog i pouzdanog vrednovanja uticaja na životnu sredinu nezavisno od djelatnosti organizacije. Iako je ovaj ključni zahtjev standarda ISO 14001 u potpunosti zadovoljen, u cilju stvaranja sistema koji će obezbjeđivati stalno unapređivanje ekoloških performansi analiziran je u svijetu široko rasprostranjen pristup strateškog sistema menadžmenta tzv. **B**alanced **S**corecard (**BSC**). Mogućnosti za unapređenja pristupa **B**alanced **S**corecard-a orjentisanih na zaštitu životne sredine su ispitivane kako na bazi analize literaturnih izvora tako i njihovom

primjenom u realnom poslovnom okruženju. Na taj način su kreirana četiri pristupa BSC modela od kojih dva sa originalnim pristupom u kreiranju metrike ZŽS i njenog povezivanja sa konvencionalnim BSC modelom čime je i druga hipoteza dokazana.

U radu su prikazani kreirani modeli koji obuhvataju ne samo metriku zaštite životne sredine već i cjelokupnog poslovanja organizacije. Na bazi ekspertskog ocjenjivanja modela realizovanog u posljednjem poglavlju ukazano je da modeli koji sadrže dva BSC modela, od kojih je jedan orijentisan samo na zaštitu životne sredine, pružaju mnogo bolje rezultate u primjeni.

S obzirom na to da je u toku izgradnje samog modela kao i za njegovo konačno oblikovanje bilo neophodno donositi odluke na bazi analitičkog pristupa vrednovanjem relevantnih činjenica od strane većeg broja učesnika to su metodi multikriterijumskog odlučivanja (konkretno Analitički hijerarhijski proces (AHP) metod) bili nezaobilazni.

Objedinjavanjem rezultata u toku izrade doktorske disertacije kreiran je model za unapređenje sistema upravljanja zaštitom životne sredine koji u opštoj formi sadrži primjenu tri ključna pristupa:

- Vrednovanje uticaja na životnu sredinu primjenom neuronskih mreža
- Upotreba BSC sistema sa posebno kreiranim EKO BSC sistemom
- Vrednovanje metrike EKO BSC primjenom AHP metode odlučivanja

Primjena softverskih sistema u svim procesima značajno unapređuje poslovne performanse i stvara uslove za pravovremeno reagovanje na promjene unutar i van organizacije, pa su stoga oni u radu i upotrebljavani za sve pristupe i metode sadržane u konačnom modelu unapređenja zaštite životne sredine.

ABSTRACT

Doctoral dissertation "*Model of improving environmental management system by multi-software*" presents extensive research on information communication technology (ICT) utilization, specifically concerning the quantitative modeling of environmental aspects. Using existing literature and also analyzing organizational businesses in Montenegro and the wider region, we analyze possibilities for the creation of a model for environmental management system, using a different system with obligatory software support.

In order to improve environmental management system to a superior level, using scientific methods and multi-software, we establish four hypotheses that follow completely the model of development:

H0: Models based on neural networks would assure objective and reliable evaluation of environmental impacts.

H1: Incorporation of environmental protection objectives into the Balanced Scorecard (BSC) can be introduced based on four models.

H2: Models with specially created BSC maps that are oriented towards environmental management system produce the best results, based on practical experiments.

H3: Utilization of multi-software produces a balanced system approach for environmental management system, compared to a model that is not supported by the software.

Utilization of neural networks created on the basis of a large amount of data collected from organizations that are certified with ISO 14001, confirmed the achievement of objective and reliable evaluation of environmental impacts, regardless of the organizational sector of activity. Even when the basic demands of ISO 14001 are satisfied, in order to create a system that will provide constant improvement of ecological performance, we used a broadly based approach to improve a strategic management system called the Balanced Scorecard. The possibilities for improvement of the Balanced Scorecard approach, to orient it towards environmental protection, are verified based on the existing literature and on the application of this approach toward real businesses. Based on this, we created four BSC models. Two of those models have an original approach in creating environmental protection

metrics and merge it with a conventional BSC. These models confirm our second hypothesis.

The research presents created models that include not only an environmental protection metrics but also incorporate the whole range of organizational business. Based on experimental evaluation of the models described in the last chapter, we point out that those models that contain two BSC models, and where one of them is oriented only towards environmental protection, provide much better results.

The creation and final development of precise models requires decisions to be made that are based on analytical approaches calibrated with the relevant facts of the various participants. So we have to use methods of multi-criteria decision making (more precisely, an Analytic Hierarchy Process (AHP)).

Merging results during the writing of this doctoral dissertation, we created a model for improving environmental management system that contains three principal approaches:

- Evaluating effects on the environment using neuron networks
- Utilization of BSC systems with specially created ECO BSC systems
- Evaluation of a EKO BSC metrics using the AHP method of decision making

Utilization of software systems in all processes significantly improves business performance and creates conditions for rapid reactions and changes inside and outside organizations. Hence, the systems described in this research can be used for all approaches and methods contained in the final model of improving environmental management system.

SADRŽAJ

1. UVODNA RAZMATRANJA.....	1
2. OBRAZLOŽENJE TEME, NAUČNI CILJ I DOPRINOS	5
2.1 Obrazloženje teme	5
2.2 Naučni cilj	9
2.3 Naučni doprinos	10
3. SISTEMI UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE – ASPEKTI ŽIVOTNE SREDINE	12
3.1 Standardizacija u oblasti zaštite životne sredine	13
3.2 Sistem upravljanja zaštitom životne sredine (ISO 14000)	15
3.3 Struktura zahtjeva u standardu ISO 14001: 2004	17
3.3.1 Aspekti životne sredine	19
3.4 Koristi od sistema upravljanja zaštitom životne sredine	21
3.5 ISO 14001 i unapredjenje ekoloških performansi	25
3.6 Zaključak	28
4. METODE ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU	30
4.1 Multikriterijumski metodi odlučivanja (MCDM/MCDA)	30
4.2 Podjela MCDM metoda	33
4.3 Analitički hijerarhijski proces (AHP).....	35
4.3.1 Metodološke osnove AHP-a	35
4.3.2 Skale vrednovanja	41
4.3.3 Grupno odlučivanje	42
4.4 Izbor softvera i metode za podršku odlučivanju	44
4.5 Zaključak	47
5. VREDNOVANJE UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU – NEURONSKE MREŽE ..	49
5.1 Vještačke neuronske mreže	50
5.1.1 Analogija između bioloških i vještačkih neuronskih mreža.....	51
5.1.2 Modeli neurona.....	53
5.1.3 Statički model vještačke neuronske mreže.....	54
5.1.4 Podjela neuronskih mreža	57
5.1.5 Obučavanje (učenje) neuronskih mreža	59
5.1.6 Backpropagation neuronska mreža	61

5.1.7	<i>Funkcionisanje Backpropagation neuronske mreže u MATLAB-u.....</i>	66
5.1.8	<i>Poredjenje neuronskih mreža.....</i>	67
5.1.9	<i>Izbor neuronske mreže.....</i>	70
5.2	<i>Prilog vrednovanju uticaja na životnu sredinu</i>	71
5.3	<i>Primjena neuronskih mreža za ocjenu uticaja na životnu sredinu u poslovnom okruženju AD Barska plovidba.....</i>	75
5.3.1	<i>Vrednovanje uticaja na životnu sredinu primjenom AHP u organizaciji AD Barska plovidba.....</i>	76
5.3.2	<i>Primjena modela klasične neuronske mreže u organizaciji AD Barska plovidba.....</i>	81
5.3.3	<i>Primjena neuronske mreže reduciranog matričnog modela u organizaciji AD Barska plovidba</i>	89
5.3.4	<i>Uporedna analiza modela za ocjenu uticaja na životnu sredinu</i>	97
5.4	<i>Zaključak</i>	103
6.	SISTEM STRATEŠKOG MENADŽMENTA - BALANCED SCORECARD	105
6.1	<i>Model Balanced Scorecard</i>	106
6.1.1	<i>Finansijsko - ekonomska perspektiva.....</i>	108
6.1.2	<i>Perspektiva korisnika.....</i>	108
6.1.3	<i>Perspektiva internih procesa</i>	109
6.1.4	<i>Perspektiva učenja i razvoja</i>	110
6.2	<i>BSC kao sistem strateškog menadžmenta.....</i>	111
6.3	<i>Misija, vizija i strategija.....</i>	113
6.4	<i>Implementacija strategije primjenom BSC-a</i>	115
6.5	<i>Strateška mapa</i>	117
6.6	<i>Kaskadno spuštanje BSC-a</i>	121
6.7	<i>Faktori uspješne implementacije BSC-a.....</i>	123
6.8	<i>Softverska podrška BSC</i>	125
6.8.1	<i>Izbor softvera za Balanced Scorecard.....</i>	125
6.9	<i>Poredjenje modela BSC u profitnim i neprofitnim organizacijama.....</i>	127
6.10	<i>Uloga AHP-a u implementaciji Balanced Scorecard-a</i>	130
6.11	<i>Mogućnost primjene ANP-a u izboru pokazatelja BSC-a</i>	133
6.12	<i>Zaključak</i>	136
7.	KREIRANJE MODELA ZA UPRAVLJANJE ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE PRIMJENOM BALANCED SCORECARD-A	138
7.1	<i>Pristupi integracije EMS-a u Balanced Scorecard</i>	139
7.2	<i>Modifikacija BSC-a sa aspekta strateške mape</i>	145
7.3	<i>Modeli BSC sa elementima ZŽS u organizaciji AD Barska plovidba</i>	147

7.3.1 Vrednovanje metrike BSC primjenom AHP.....	150
7.3.2 Kreiranje EKO BSC modela.....	157
7.4 Kreiranje konačnih BSC modela povezivanjem EKO BSC sa konvencionalnim BSC modelom.....	164
7.5 Zaključak	181
8. VREDNOVANJE MODELA ZA UNAPREDJENJE ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE	183
8.1 Analiza standarda primjenjivih za ocjenu BSC modela.....	183
8.2 Analiza primjenjivosti standarda ISO/IEC 9126 za ocjenu BSC modela.....	185
8.3 Analiza primjenjivosti standarda ISO/IEC 14598 za ocjenu BSC modela	188
8.4 Vrednovanje BSC modela uz primjenu standarda ISO/IEC 9126 i ISO/IEC 14598	193
8.5 Rezultati vrednovanja BSC modela.....	198
8.6 Analiza rezultata i kreiranje modela za unapredjenje sistema upravljanja zaštitom životne sredine	202
8.7 Zaključak	204
9. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA I PRAVCI DALJIH ISTRAŽIVANJA	207
LITERATURA.....	213

POGLAVLJE 1

UVODNA RAZMATRANJA

Kraj prošlog i početak ovog vijeka je obilježio izraženi tehničko-tehnološki razvoj koji u cilju poboljšavanja kvaliteta života i civilizacijskog uspona ipak ostvaruje snažan uticaj i na sve ostale sisteme sa kojima stoji u interakciji. Negativni efekti koji prate ove razvojne tokove, a odnose se na ugrožavanje životne sredine i narušavanje ekološke ravnoteže prirode, okupljaju sve veći broj naučnika radi iznalaženja održivog pristupa u rješavanju problema evidentne ekološke krize.

Polazeći od I zakona termodinamike *"Energija je u stalnom procesu kruženja i ne može se potrošiti"*, čovjek je otpočeo proces iskorišćavanja i onesposobljavanja energije sa ciljem unapređenja kvaliteta života i pri tome u potpunosti zanemario II zakon termodinamike - zakon entropije koji kaže da svaki put kad se energija pretvara iz jednog oblika u drugi dolazi do smanjivanja ukupne količine korisne energije koja bi mogla obaviti neki rad u budućnosti. Poznati autor Moare kaže: *"Energija je entropijsko zagađenje i predstavlja mjerilo do kog stepena je univerzum nepovratno degradiran."*

S obzirom na to da entropija uvijek i nužno teži maksimumu krajni rezultat ovih procesa jeste stanje ravnoteže u kojem je entropija dostigla svoj maksimum i kada više ne postoji slobodna energija koja se može iskoristiti.

Naučno-tehnološki razvoj je ipak omogućio da se sve izraženiji problemi zagađenja životne sredine kompleksno izučavaju i prate što ukazuje na prilično poražavajuće prognoze daljeg razvoja i opstanka svijeta. Činjenica je da je u procesima iskorišćavanja prirodnih resursa nastupio period kada se teško može govoriti o efikasnom uklanjanju već nanijete štete životnoj sredini. Ipak u cilju pomirenja i uravnoteženja dvije naizgled suprotstavljene opcije, ekonomskog razvoja i zaštite životne sredine, sistemskim pristupom baziranom na preventivnom djelovanju u sprečavanju daljeg zagađivanja moguće je postići izvjesni napredak. Kako najveći štetni uticaj na životnu sredinu potiče od industrijskog razvoja to polaznu osnovu za ekološko osvješćenje treba tražiti na nivou same organizacije. Ohrabrujuća je činjenica da u cilju povećanja konkurentnosti na tržištu, organizacije iskazuju sve izraženiju potrebu za dokazivanjem svog blagonaklonog odnosa prema životnoj

sredini i prirodnim resursima čime poboljšavaju svoj ugled i stižu sve veće povjerenje korisnika.

Primjenom standarda serije ISO 14000 obezbjeđuje se minimalna zaštita životne sredine i stvaraju uslovi za dokazivanje industrijskog ekološkog osvješćenja. Povezivanje ovog sa ostalim sistemima menadžmenta pruža mogućnost organizacijama da prevaziđu tehničke, političke, geografske i ekološke barijere za učestvovanje na svjetskom tržištu.

Opsežne naučne analize još uvijek nijesu egzaktno utvrdile moguće posljedice iskorišćavanja prirodnih resursa, ali je evidentno da se mjere zaštite životne sredine moraju neprekidno usavršavati. Ipak, naučna, tehnička i informatička dostignuća pružaju velike mogućnosti za unapređenje poslovanja organizacija uz obezbjeđenje neophodne zaštite životne sredine na putu dostizanja željenih poslovnih ciljeva.

Da bi se na što efikasniji i efektivniji način usmjerile ove dvije naizgled suprotstavljene koncepcije, a na bazi prethodnih istraživanja, krenulo se u iznalaženje najboljeg modela za unapređenje zaštite životne sredine primjenom softverskih sistema i priznatih naučnih metoda. Tako je i nastala ova doktorska disertacija koja kao rezultat analize poslovanja organizacija u zemlji i okruženju pruža jedinstveni model za unapređenje sistema upravljanja zaštitom životne sredine koji istovremeno pospješuje unapređenje cjelokupnog poslovanja jedne organizacije.

Doktorska disertacija je koncipirana kroz ukupno devet poglavlja. Svako poglavlje predstavlja posebnu oblast razmatranja koja je u određenoj mjeri zastupljena u modelu koji se kreira. Poglavlja stoga imaju kako svoja uvodna razmatranja za oblasti koja se u njima razrađuju tako i ključne zaključke o pravcima za iznalaženje rješenja problema koji se u ovom radu izučava. Takođe se na kraju poglavlja koja su u najvećoj mjeri orijentisana na ispitivanje postavljenih hipoteza ukazalo na mjeru opravdanosti njihovog definisanja.

Nakon osnovnih uvodnih izlaganja u drugom poglavlju se daje osvrt na zaključke magistarskog rada koji ujedno predstavljaju polaznu osnovu za izradu doktorske disertacije. Takođe se ukazuje na cilj i doprinos samog rada kako u oblasti nauke tako i u praktičnom rješavanju problema iz ove tematike u poslovnim sistemima. U ovom poglavlju se još definišu i ulazni elementi za proces istraživanja kao i predviđene izlazne veličine i u skladu sa tim hipotetički stavovi koji će biti dokazivani.

Treće poglavlje detaljno razmatra najprije teorijske postavke sistema upravljanja zaštitom životne sredine na bazi standarda ISO 14001 kao najzastupljenijeg standarda iz ove oblasti i ukazuje na njegove evidentne prednosti i nedostatke u pogledu ključnih zahtjeva. U tom pravcu je i posebno detaljno razmatran najvažniji zahtjev standarda koji se odnosi na identifikaciju i vrednovanje aspekata i uticaja na životnu sredinu. Takođe je opsežnom analizom brojnih literaturnih izvora ukazano na stepen efektivnosti i efikasnosti ovog sistema u pogledu unapređenja samih

ekoloških performansi i njegovog pozicioniranja u odnosu na ostale sisteme menadžmenta zastupljene u organizacijama.

S obzirom na to da je za izradu ove doktorske disertacije u više navrata neophodno donositi odluke na bazi relevantnih činjenica od strane većeg boja učesnika, to su u četvrtom poglavlju posebno razmatrane multikriterijumske metode za podršku odlučivanju (MCDM). Naime, na bazi analize literaturnih izvora, a shodno problemima koji će se u radu razmatrati, ukazuje se na opravdanost izbora AHP metode bazirane na dobro razrađenom matematičkom modelu i njoj pripadajućeg softverskog programa Expert Choice. Shodno tome se u ovom poglavlju prikazuje metodološka i matematička postavka AHP metode sa posebnim osvrtom na mogućnosti grupnog multikriterijumskog odlučivanja čija je primjena u radu više nego neophodna.

Peto poglavlje je orjentisano na upotrebu neuronskih mreža u cilju postizanja objektivnosti i pouzdanosti u oblasti vrednovanja uticaja na životnu sredinu kao najvažnijeg zahtjeva standarda ISO 14001. Oslanjajući se na ključne rezultate magistarskog rada najprije se ukazuje na opravdanost njihove primjene za navedeni proces a zatim se vrši opsežna analiza njihovog funkcionisanja na bazi izvjesnih matematičkih postavki. Analizom raspoloživih neuronskih mreža u softverskom paketu MATLAB, a na osnovu problema koji će se njima tretirati, ukazuje se na opravdanost primjene izabrane "Feed-forward backpropagation" neuronske mreže. Nakon nešto detaljnijeg ukazivanja na rezultate modela za ocjenu uticaja na bazi neuronskih mreža primjenjivanih u magistarskom radu, pristupilo se provjeri njihove pouzdanosti na podacima izabranog poslovnog okruženja. Naime, kako neuronske mreže postižu bolju efektivnost ako se raspolaže većim brojem ulaznih podataka to se za potrebe ove doktorske disertacije komplet ulaznih podataka u izvjesnoj mjeri proširio nakon čega je izvršena njihova provjera na podacima izabrane organizacije. Poređenje rezultata kreiranih modela za ocjenu uticaja na životnu sredinu je realizovano na samom kraju ovog poglavlja čime se definisao najpouzdaniji pristup za potrebe objektivnog vrednovanja uticaja na životnu sredinu i potvrdila prva hipoteza doktorske disertacije.

U šestom poglavlju je obrađena oblast sistema strateškog menadžmenta performansama neophodnog za obezbjeđenje unapređenja ekoloških performansi organizacije za koje se u trećem poglavlju pokazalo da standard ISO 14001 ne pruža željene rezultate. U tom smislu je pažnja usmjerena na sistem **B**alanced Scorecard (**BSC**) koji je zbog svoje uspješnosti u svijetu široko primjenjivan a koji još uvijek nije našao primjenu u organizacijama iz naše zemlje i okruženja. Posebno su razmatrani koncepti ovog sistema bazirani na funkcionisanju kako profitnih tako i neprofitnih organizacija i ukazano na prednosti i nedostatke primjene svakog od njih za problematiku zaštite životne sredine. Takođe je poseban osvrt dat i na mogućnost upotrebe metoda multikriterijumskog odlučivanja u izboru metrike kao ključnog segmenta u implementaciji **B**alanced Scorecard sistema.

U sedmom poglavlju su analizirani pristupi zastupljeni u literaturi koji se odnose na uključivanje metrike zaštite životne sredine u sistem strateškog menadžmenta

Balanced Scorecard. Shodno tome a uz određena odstupanja od literaturnih preporuka i neophodna unapređenja, koja su se pokazala kao opravdana, kreirana su četiri BSC modela koja na različite načine uključuju problematiku zaštite životne sredine čime je potvrđena druga hipoteza. Od četiri kreirana modela dva su potpuno originalna, u okviru kojih egzistira tzv. EKO Balanced Scorecard model orijentisan samo na oblast zaštite životne sredine čija je koncepcija kreirana na modelu neprofitnih organizacija. pristupi u kreiranju svakog od njih su analizirani i prikazani u cilju da se dobije pregled njihovih prednosti i nedostataka u pogledu efektivnosti i efikasnosti kako bi se utvrdilo najpovoljnije rješenje za implementaciju u posmatranom poslovnom okruženju.

U osmom poglavlju se prikazalo vrednovanje kreiranih BSC modela primjenom standarda za ocjenu kvaliteta softverskog proizvoda. Naime, za sami postupak ocjenjivanja korišćena je AHP metoda za grupno multikriterijumsko odlučivanje koja u potpunosti odgovara postupku ocjenjivanja softverskog proizvoda opisanog standardom ISO/IEC 14598 - Vrednovanje softverskog proizvoda. Ekspertske ocjenjivanje modela ovim putem je izvedeno od strane dva tročlana tima vrednovanjem kriterijuma i mjera definisanih standardom ISO/IEC 9126 - Mjerenje kvaliteta softverskog proizvoda. Rješenje dobijeno ovim postupkom predstavlja potvrdu trećeg hipotetičkog stava i ujedno preporuku za implementaciju organizacijama koje su strateški orijentisane na zaštitu životne sredine. Na samom kraju ovog poglavlja prikazana je i konačna forma modela za unapređenje sistema upravljanja zaštitom životne sredine primjenom multisoftvera koji objedinjava elemente kreirane u prethodnim poglavljima i koji je analizom u izabranom poslovnom okruženju obezbijedio potvrdu i posljednjeg hipotetičkog stava.

Posljednje, deveto poglavlje je orijentisano na sveukupna zaključna razmatranja i pravce daljih istraživanja.

POGLAVLJE 2

OBRAZLOŽENJE TEME, NAUČNI CILJ I DOPRINOS

2.1 Obrazloženje teme

U magistarskom radu na temu "*Primjena ICT na modeliranje kvantifikovanja aspekata životne sredine*" [1] je obrađena oblast upravljanja zaštitom životne sredine na bazi standarda ISO 14000 gdje je posebno naglašeno vrednovanje aspekata i uticaja na životnu sredinu unutar organizacija. U radu je ukazano na pristupe koji značajno mogu pomoći organizacijama u razvijanju objektivnog vrednovanja aspekata i uticaja na životnu sredinu kao najvažnijeg segmenta standarda ISO 14001. U cilju daljeg unapređivanja upravljanja zaštitom životne sredine u organizacijama koje imaju namjeru ili su uvele standard ISO 14001, a na bazi ove magistarske teze i preliminarnih istraživanja za potrebe doktorske disertacije, definisan je naslov disertacije kao "*Model unapređenja sistema upravljanja zaštitom životne sredine primjenom multisoftvera*".

Opšte je poznato da primjena multisoftvera u funkciji unapređivanja performansi poslovnih sistema predstavlja jednu od najatraktivnijih oblasti za naučna izučavanja i praktičnu primjenu a oblast upravljanja zaštitom životne sredine na nivou poslovnih sistema još uvijek nedovoljno istraženu i precizno definisanu oblast. Stoga je ova doktorska disertacija usmjerena na unapređivanje upravljanja zaštitom životne sredine primjenom naučnih metoda i softverskih sistema iznalaženjem jedinstvenog modela upravljanja koji bi ovu problematiku podigao na viši nivo i uključio u stalne aktivnosti kako menadžmenta tako i zaposlenih u organizaciji sa ciljem da bude nezavisan od naklonosti i opredjeljenja pojedinaca.

Dakle, u radu će se sprovesti analiza mogućnosti uključivanja problematike zaštite životne sredine (ZŽS) u poslovni sistem organizacije, u cilju njenog uravnotežavanja sa ostalim menadžment sistemima u organizaciji, kako bi se paralelnom primjenom više sistema, softverski zasnovanih, obezbijedilo unapređenje cjelokupnog poslovanja organizacije, a naročito odnosa prema životnoj sredini.

Slijedeći ovu ideju, na bazi proširenih podataka modela neuronskih mreža iz magistarskog rada (model klasične neuronske mreže i model neuronske mreže reduciranog matričnog pristupa) izvršiće se njihova dodatna analiza primjenljivosti u izabranom poslovnom sistemu. Ova analiza će doprinijeti definisanju jedinstvene metodologije za objektivno i pouzdano vrednovanje uticaja na životnu sredinu što predstavlja osnov za izgradnju modela unapređenja sistema upravljanja zaštitom životne sredine.

U radu se takođe istražuje mogućnost unapređenja upravljanja zaštitom životne sredine izgradnjom više sistema **B**alanced Scorecard-a (**B**SC)* koji uključuju dimenziju zaštite životne sredine. Posebna pažnja će biti usmjerena na kreiranje tzv. EKO **B**alanced Scorecard sistema (EKO **B**SC) koji će u potpunosti obuhvatati problematiku zaštite životne sredine na jedan originalan način koji u razmatranoj literaturi nije poznat. Koncept EKO **B**SC će se kreirati uz primjenu izabrane metode multikriterijuskog odlučivanja nakon čega će se uz opsežnu analizu kreirati dva originalna modela koja obezbjeđuju njegovo povezivanje sa konvencionalnim **B**alanced Scorecard sistemom orijentisanim na cjelokupno poslovanje izabrane organizacije. U cilju sveobuhvatne analize efektivnosti i efikasnosti ovakvih modela, na podacima izabrane organizacije će se kreirati još dva literaturno poznata modela **B**alanced Scorecard sistema koji uključuju metriku zaštite životne sredine. Kako bi se izvršila vrednovanja sva četiri modela koja pokrivaju oblast upravljanja zaštitom životne sredine, realizovaće se evaluacija od strane eksperata primjenom AHP metode (MCDM metoda - Analitički hijerarhijski proces) grupnog multikriterijuskog odlučivanja u cilju izbora najpovoljnijeg za posmatranu organizaciju.

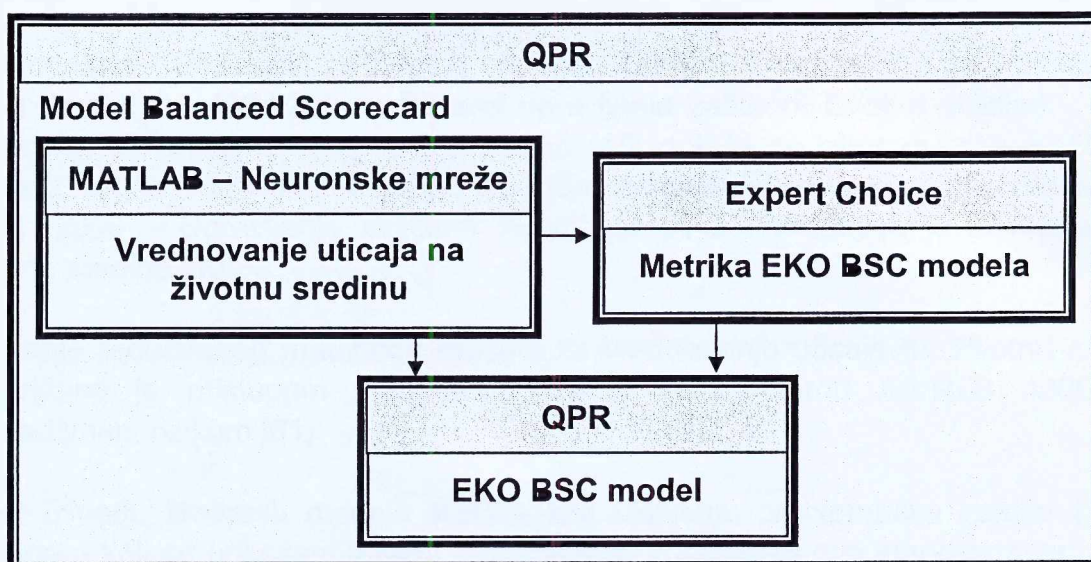
Ovdje je svakako potrebno definisati izraz "**B**alanced Scorecard" i dati određeni prevod sa engleskog jezika. Razni autori sa našeg govornog područja koriste različite prevode:

- sistem uravnoteženih ciljeva,
- bilans uspjeha,
- uravnotežena karta ciljeva i dr.

"Naime, izraz "**B**alanced Scorecard" teško je ili nemoguće direktno prevesti sa engleskog jezika na druge jezike pa se najčešće i ne prevodi" [13]. Stoga će se u daljem tekstu koristiti naziv **B**alanced Scorecard odnosno skraćenica **B**SC.

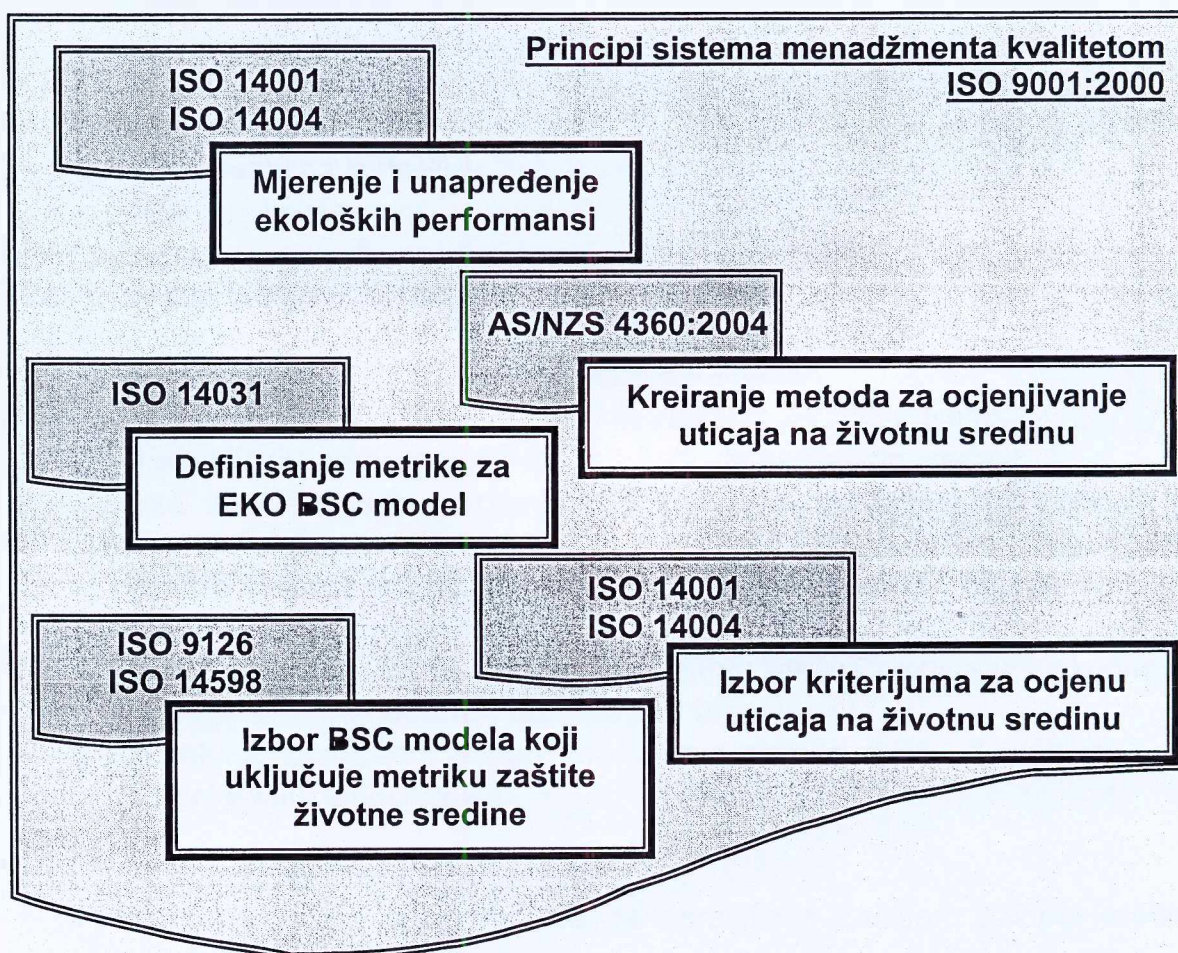
U radu će se za svaku gore navedenu metodu koristiti najpovoljnija softverska rješenja kako bi kreirani model imao i dobru multisoftversku podršku bez koje se danas ne može zamisliti poslovanje savremenih organizacija. U smislu povezivanja opisanih pristupa za sve ključne elemente modela unapređenja sistema upravljanja zaštitom životne sredine, njegovo funkcionisanje u poslovnom okruženju bi se realizovalo uz upotrebu izabranih softverskih programa kako je prikazano na slici 2.1.

* **B**alanced Scorecard (**B**SC) - "predstavlja strateški upravljan sistem mjerenja i unapređenja organizacionih performansi" Robert Kaplan



Slika 2.1 Šematski prikaz segmenata modela unapređenja sistema upravljanja zaštitom životne sredine na bazi multisoftvera

U kreiranju modela unapređenja sistema upravljanja zaštitom životne sredine pikazanog na slici 2.1 korišćeni su relevantni standardi u svim fazama gdje je njihova primjena bila opravdana i svrsishodna, kako je predstavljeno na slici 2.2



Slika 2.2 Primjena standarda u ključnim fazama izgradnje modela

Polaznu osnovu za izgradnju modela svakako predstavlja standard ISO 14001:2004 - Sistemi upravljanja zaštitom životne sredine - Zahtjevi sa uputstvom za primjenu [17] i standard ISO 14004:2004 - Sistemi upravljanja zaštitom životne sredine - Opšte smjernice za principe, sisteme i postupke [18] dok je za izbor metrike EKO BSC modela organizacije AD Barska plovdba neminovna upotreba standarda ISO 14031:2003 – Upravljanje zaštitom životne sredine - Vrednovanje učinka zaštite životne sredine [60].

Kreiranje reduciranog matričnog modela za vrednovanje uticaja na životnu sredinu inspirisano je pristupom upravljanja rizikom u standardu AS/NZS 4360:2004 Menadžment rizikom [61].

Izbor između kreiranih modela BSC-a koji uključuju problematiku zaštite životne sredine a koji su prikazani u radu je realizovan upotrebom dva standarda za ocjenu kvaliteta softverskog proizvoda i to:

- ISO/IEC 9126 – Mjerenje kvaliteta softverskog proizvoda [62]
- ISO/IEC 14598 – Vrednovanje softverskog proizvoda [63]

Svakako u cjelokupnom procesu kreiranja modela unapređenja zaštite životne sredine su određeni principi sistema menadžmenta kvalitetom (standard ISO 9001:2000 [64]) relevantni za ovu problematiku i to:

- Odlučivanje na bazi činjenica
- Uključivanje zaposlenih
- Procesni pristup
- Sistemski pristup menadžmentu
- Usmjerenje na korisnike
- Stalna poboljšavanja

Shodno tome, teorijskom razradom, eksperimentalnim istraživanjima i analizom postojećih stanja u organizacijama sertifikovanih po standardu ISO 14001 čiji su podaci bili dostupni, utvrđeni su sljedeći ulazni parametri:

- zastupljene metodologije upravljanja zaštitom životne sredine,
- metodologije vrednovanja aspekata i uticaja na životnu sredinu,
- liste identifikovanih i ocijenjenih kao "značajnih" aspekata i uticaja na životnu sredinu,
- pozicija sistema menadžmenta zaštitom životne sredine u odnosu na ostale sisteme menadžmenta u organizaciji,
- uključenost sistema menadžmenta zaštitom životne sredine u svakodnevnu problematiku menadžera i zaposlenih u organizaciji,
- literaturno zastupljeni pristupi uključivanja metrike zaštite životne sredine u model Balanced Scorecard.

Predviđene izlazne veličine su:

- izgradnja jedinstvenog modela za upravljanje zaštitom životne sredine primjenom multisoftvera,
- primjena modela na podacima izabranog poslovnog sistema,

- mjera efikasnosti i efektivnosti modela za upravljanje zaštitom životne sredine.

Dakle, pri istraživanju u doktorskoj disertaciji, a za potrebe prikupljanja, klasifikacije, upravljanja i prezentacije podataka će se koristiti opšte priznate statističke, inženjerske i menadžerske metode. Za potrebe obrade i interpretacije rezultata je predviđena upotreba softverskih paketa i pristupa iz oblasti teorije odlučivanja, sistema strateškog menadžmenta, mjerenja performansi kao i vještačke inteligencije.

2.2 Naučni cilj

Cilj ovog istraživanja je da se sistem upravljanja zaštitom životne sredine (EMS) podigne na viši nivo, primjenom naučnih metoda i softverskih sistema, iznalaženjem jedinstvenog modela upravljanja na bazi detaljnih analiza poslovanja organizacija u okruženju.

U radu će posebna pažnja biti usmjerena na sistem strateškog menadžmenta koji je ujedno i sistem menadžmenta performansama** (tzv. **B**alanced **S**corecard) kojim se strateški ciljevi organizacije prenose na svakog zaposlenog i transformišu u niz aktivnosti kako bi se omogućilo prilagođavanje organizacije novonastalim promjenama na tržištu.

U posljednje vrijeme se može uočiti da organizacije pri implementaciji **BSC**-a proširuju opsege njenog djelovanja zavisno od svojih potreba i tržišnog opredjeljenja. Tako je primjetno da sa razvijanjem svijesti o potrebi očuvanja životne sredine sve veći broj organizacija ukazuje na važnost implementiranja ekoloških ciljeva u svoju poslovnu strategiju. Postoji više pristupa raznih autora u integrisanju elemenata zaštite životne sredine u **BSC** koncept. Osnovno pitanje je koji je od koncepata najviše prilagodljiv za naše organizacije i na koji način se najefikasnije može EMS integrisati u sistem menadžmenta jer je poznato da u mnogim organizacijama gdje je uveden EMS postoji nedostatak njegove povezanosti sa sistemom menadžmenta u čemu **BSC** može biti od velike koristi.

Dakle, u radu će se na bazi detaljnih analiza izvršiti preispitivanje upotrebljivosti **Balanced Scorecard** koncepata koji uvrštavaju dimenziju zaštite životne sredine, kako bi se uz izvjesna unapređenja došlo do izbora najupotrebljivijeg koncepta, i implementacijom u konkretnom poslovnom sistemu ukazalo na ekološku i ekonomsku opravdanost takve primjene.

Takođe je u radu nezaobilazna i upotreba metoda višekriterijumske analize i optimizacije (MCDM metodi) koje se koriste u svim oblastima gdje se donose odluke. Zapaženu ulogu u MCDM metodama svakako ima Analitički hijerarhijski proces (AHP) koji je baziran na poređenju u parovima i dopušta i grupno i pojedinačno

** Sistem menadžmenta performansama predstavlja proces vrednovanja postignutih unapređenja prema unaprijed zadatim ciljevima [11]

odlučivanje u problemima koje je moguće hijerarhijski strukturisati. U radu će se takođe ispitati mogućnosti vrednovanja ulaznih elemenata **B**alanced **S**corecard koncepta primjenom AHP metode na bazi grupnog odlučivanja uz pomoć eksperata iz oblasti koje se razmatraju ovim modelom. Takođe će se primjenom ekspertskog ocjenjivanja na bazi grupnog AHP modela višekriterijumskog odlučivanja izvršiti vrednovanje preporučenih modela **B**SC koji uključuju elemente **Z**ŽS u izabranom poslovnom sistemu kako bi se izabralo najpovoljnije rješenje koje bi uz manje modifikacije bilo najprimjenjivije za organizacije koje posluju u uslovima karakterističnim za našu zemlju i okruženje. Svakako da osnovu **B**SC modela predstavljaju značajni aspekti životne sredine, pa će se za njihovo objektivno vrednovanje značajnosti primjenjivati vještačke neuronske mreže. Vještačke neuronske mreže su našle primjenu u svim oblastima gdje ne postoji pouzdan matematički model i kada su poznate samo ulazno-izlazne veličine kakav je slučaj i u ovoj problematici.

Predviđena je i provjera modela neuronskih mreža na podacima izabrane organizacije upoređujući rezultate sa rezultatima koji bi se dobili primjenom AHP metode višekriterijumskog odlučivanja.

Na bazi navedenih ciljeva izgrađuju se i hipoteze doktorske disertacije, i to:

H0: Modelima na bazi neuronskih mreža se obezbjeđuje objektivno i pouzdano vrednovanje uticaja na životnu sredinu.

H1: Uključivanje ciljeva ŽŽS u BSC je moguće izvesti na bazi 4 modela.

H2: Modeli sa posebno kreiranim BSC mapama orjentisanim na zaštitu životne sredine daju najbolje rezultate u primjeni na bazi prirodnog eksperimenta.

H3: Primjenom multisoftvera obezbjeđuje se uravnotežen pristup sistemu upravljanja zaštitom životne sredine u odnosu na sistem koji nije softverski podržan.

Ovi hipotetički stavovi su izvedeni iz naučnih ciljeva doktorske disertacije. Redosled postavljanja ovih hipoteza je usklađen sa razvojem modela unapređenja sistema upravljanja zaštitom životne sredine primjenom multisoftvera.

2.3 Naučni doprinos

Istraživanja u dijelu sistema menadžmenta uopšte a naročito sistema upravljanja zaštitom životne sredine primjenom alata vještačke inteligencije i drugih softverskih sistema, u svijetu a pogotovo na našim prostorima nijesu zastupljena u dovoljnoj mjeri. Sa sve većim razvojem i primjenom standarda iz oblasti zaštite životne sredine i njihove integracije sa drugim standardima poslovanja stiče se širok prostor za istraživanja u pravcu unapređenja zaštite životne sredine kroz poboljšavanje ukupnog poslovanja. U tom pravcu i ova doktorska disertacija pruža svojevrsan doprinos i predstavlja značajnu podršku ekološkom opredjeljenju naše zemlje i,

naravno, prirodni nastavak istraživanja iz magistarskog rada "Primjena ICT na modeliranje kvantifikovanja aspekata životne sredine" [1].

U radu će se kreirati jedinstveni model za unapređenje sistema upravljanja zaštitom životne sredine u organizaciji primjenom više sistema softverski baziranih sa posebnim akcentom na objektivnost i nepristrasnost vrednovanja uticaja na životnu sredinu, koji bi uz određene modifikacije bio primjenjiv za sve tipove organizacija nezavisno od njihove djelatnosti. Centralno mjesto u modelu će zauzimati na osnovu opsežne analize u određenom poslovnom okruženju izabrani **B**alanced **S**corecard model koji uključuje elemente **Z**ŽS. Naime, na osnovu detaljne analize velikog broja literaturnih izvora se uočilo da nije vršena komparativna analiza efektivnosti ovih **B**SC modela u poslovnim sistemima, kao i da nijesu iscrpljene sve mogućnosti koje **B**SC sistem može da pruži, čime ova doktorska disertacija daje svojevrstan doprinos unapređenju zaštite životne sredine organizacija imajući u vidu da čak i osnovni **B**SC model nije na našim prostorima u dovoljnoj mjeri rasprostranjen. U radu će se u određenim oblastima izvršiti objektivno odlučivanje na bazi naučnih metoda, i to u dijelu provjere valjanosti rezultata neuronskih mreža kao i u dijelu implementacije **B**alanced **S**corecard-a. Takođe će se izbor modela **B**SC koji uključuju dimenziju **Z**ŽS izvršiti na bazi ekspertske analize primjenom grupnog **A**HP modela odlučivanja. U izabranom **B**alanced **S**corecard konceptu će svakako ključno mjesto zauzimati značajni uticaji na životnu sredinu čija će značajnost biti vrednovana primjenom neuronskih mreža i dodatno provjeravana izabranom **A**HP metodom višekriterijumskog odlučivanja.

Svi ovi elementi u doktorskoj disertaciji se postižu primjenom strategija ili pristupa i metoda naučno-istraživačkog rada. U tom smislu se kao naučno-istraživačke strategije koriste induktivni i deduktivni oblici zaključivanja [2,3,5]. Prvi se koristi u dijelu objedinjavanja, pregleda i analize literaturnih podataka kao i u oblasti zaključivanja, odnosno dobijanja opšte-primjenjivih oblika znanja ili modela. Ovom analizom su iskristalisani opšti modeli koji su provjeravani u konkretnom poslovnom okruženju. Deduktivni pristup je primjenjivan u dijelu provjere izabranih opštih modela u konkretnom poslovnom okruženju kako bi se ocijenila efektivnost i efikasnost modela. Takođe se primjenom induktivnih metoda zaključivanja o funkcionisanju modela u konkretnom okruženju kreiralo najpovoljnije rješenje koje uz određene modifikacije može biti primjenljivo na sve ostale organizacije u zemlji i okruženju.

U dijelu metoda naučno-istraživačkog rada su korišćene metode prirodnog eksperimenta (*ex post facto* - *prošle činjenice*) kada se na bazi činjenica koje se u radu ogledaju u iskustvima velikog broja firmi vrši zaključivanje i dobijanje podataka [4]. Takođe je korištena i metoda višekriterijumskog grupnog odlučivanja i zaključivanja.

POGLAVLJE 3

SISTEMI UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE – ASPEKTI ŽIVOTNE SREDINE

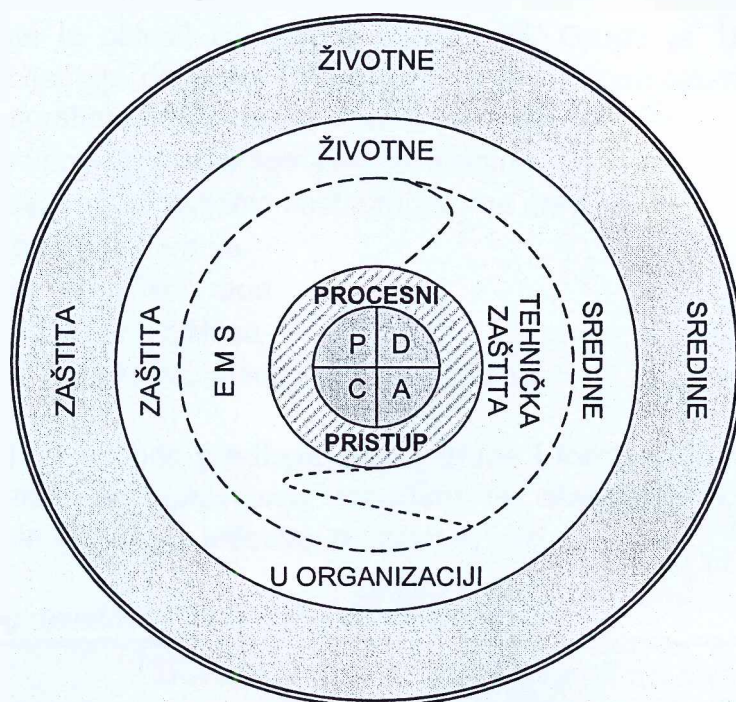
Osvajanje novih tehnologija, trka za profitom i zadovoljavanje potreba sve većeg broja stanovnika dovodi do degradacije prirodnih resursa i životne sredine čime se ugrožava ne samo budući razvoj već i čitav život na planeti. U tom pogledu sukob između dvije naizgled nepomirljive struje, potrebe za razvojem i potrebe očuvanja životne sredine, predstavlja pravu borbu za opstanak čovječanstva tako da je *“održivi razvoj”* postao globalni problem kojim se bave i organi UN.

Svaki proizvod je rezultat tehničko-tehnoloških znanja, a parametri emisije zagađivača u okolinu predstavljaju važan element satkan u kvalitetu proizvoda sa jedne strane, a sa druge direktno utiču na *“kvalitet života”* korisnika samog proizvoda. Kako dovesti do razvijanja društvene svijesti o potrebi očuvanja životne sredine tj. uvođenja ekologije u sve pore života, predstavlja glavnu polemiku među ekolozima. Globalno osvješćenje (sa vrha) zahtijeva jaku volju i snažna zalaganja kompetentnih institucija uz velika finansijska ulaganja, što nije dalo značajnije rezultate, tako da se sva pažnja mora usmjeriti na druge oblike osvješćenja koji će u dogledno vrijeme dovesti do željenog rezultata [6]. To su :

- lokalno (regionalno) osvješćenje,
- industrijsko osvješćenje,
- pojedinačno osvješćenje.

Pravi rezultat se svakako najbolje može postići djelovanjem na nivou industrije koja se inače smatra najvećim zagađivačem. Time bi se usmjeravanjem proizvodnih aktivnosti u organizacijama ka zdravoj životnoj sredini dao primjer cijelom okruženju a i svakom pojedincu, što bi moglo rezultirati suštinskim globalnim osvješćenjem.

Posmatrajući sliku 3.1 uočava se da zaštitu životne sredine u organizaciji čine dva sistema koja se međusobno nadopunjuju (tehnička zaštita i EMS-sistem upravljanja zaštitom životne sredine) i čijom integracijom je moguće ostvariti potpunu zaštitu. Jedan bez drugog ne daju kvalitetan i dugotrajan učinak, a njihova najbolja integracija se ostvaruje kroz procesni pristup i stalno unapređenje primjenom PDCA ciklusa.



Slika 3.1 Zaštita životne sredine

Dakle, u svijetlu globalizacije tržišta počinje da se razvija potreba za uniformnošću, odnosno standardizacijom kako proizvoda tako i sistema menadžmenta. U tom pravcu se razvijaju i usvajaju standardi u raznim oblastima a time i u oblasti zaštite životne sredine. Standardizacijom se kreiraju pravila koja se moraju poštovati i u okviru kojih moraju funkcionisati poslovni sistemi koji hoće i moraju da opstanu na svjetskom tržištu. Njihovim prihvatanjem i doslednom implementacijom i održavanjem, prihvata se najbolja svjetska praksa i poslovna iskustva iz velikog broja zemalja koje aktivno učestvuju i daju doprinos usvajanju standarda.

3.1 Standardizacija u oblasti zaštite životne sredine

U svijetu danas postoje tri ključna standarda za upravljanje životnom sredinom, i to BS 7750 [65], ISO 14000 i EMAS – uredba [66] pri čemu je ISO 14000 svakako najzastupljeniji [216]. ISO (International Organization for Standardization) kao međunarodna (svjetska) organizacija sa oko 200 redovnih i pridruženih zemalja članica ima za zadatak da donosi standarde iz svih područja nauke, tehnike i tehnologije, osim elektrotehnike i elektronike. ISO je iz oblasti upravljanja zaštitom životne sredine donio više od 200 standarda a u više od 700 su uključeni ekološki aspekti, međutim, tek sa donošenjem standarda ISO 14000 ukazano je prvi put na pravi način na sistematsku primjenu kriterijuma koji garantuju minimalnu zaštitu životne sredine na globalnom nivou.

ISO i IEC (International Electrotechnical Commission) je 1991 godine formirao Grupu za strateško savjetovanje za zaštitu životne sredine (the Strategic Advisory Group on

the Environment SAGE) koja je trebalo da na osnovu tržišnih zahtjeva pruži konkretno rješenje iz oblasti ekološkog upravljanja. Grupa je 1992. godine svoj predlog u vidu izvještaja dostavila ISO-u i IEC-u koji je podrazumijevao formiranje novog tehničkog komiteta koji bi razvio standarde iz oblasti [12]:

- Sistema upravljanja zaštitom životne sredine
- Audita sistema upravljanja zaštitom životne sredine
- Ekološkog obilježavanja
- Evaluacije ekološkog rada
- Procjene životnog ciklusa
- Ekoloških aspekata u standardima proizvoda

1993. godine je ISO odobrio predloge SAGE grupe i formirao Tehnički komitet TC 207 čiji je zadatak bio upravljanje razvojem tih standarda. Opseg djelatnosti Tehničkog komiteta TC 207 je prikazan tabelom 3.1 [9].

Tabela 3.1 Opseg djelatnosti Tehničkog komiteta TC 207

	Upravljanje zaštitom životnom sredinom
Opseg:	Standardizacija na polju alata i sistema upravljanja životnom sredinom
Isključujući:	Metode testiranja Postavljanje graničnih vrijednosti Postavljanje stepena uspješnosti Standardizacija proizvoda
Bilješka:	TC 207 će usko sarađivati na polju sistema upravljanja i revizije (TC 176 je odgovorna za ISO 9000 seriju standarda sistema upravljanja kvalitetom)

U cilju sistematičnijeg rješavanja postavljenih nimalo jednostavnih zahtjeva iz oblasti standardizacije, TC 207 je hijerarhijski podijeljen na tri nivoa. Na vrhu hijerarhije nalazi se Tehnički komitet ISO TC 207 koji je nadležan za opšti razvoj standarda. Drugi nivo čine potkomiteti (subcommittee - SC) koji su odgovorni za razvoj standarda svaki za svoju oblast, kao u tabeli 3.2.

Tabela 3.2 Djelatnost Tehničkog komiteta ISO TC 207

SC 1	Environmental Management Systems (EMS)	Sistemi upravljanja zaštitom životne sredine	14000-14009
SC 2	Environmental Auditing & Related Investigations (EA&RI)	Audit sistema upravljanja zaštitom životne sredine	14010-14019
SC 3	Environmental Labeling (EL)	Ekološko obilježavanje	14020-14029
SC 4	Environmental Performance Evaluation (EPE)	Evaluacija ekološkog rada	14030-14039
SC 5	Life Cycle Assessment (LCA)	Procjena životnog ciklusa	14040-14049

Tabela 3.2 (nastavak)

SC 6	Terms and Definitions (T&D)	Termini i definicije	14050-14059
WG 1	Environmental Aspects of Product Standards -	Ekološki aspekti u standardima proizvoda	
WG 2	Forestry	Šumarstvo	
WG 3	Design for the Environment (DFE)	Ekološko projektovanje	
WG 4	Environmental Communications (EC)	Ekološko komuniciranje	
WG 5	Climate Change	Klimatske promjene	

Radne grupe (WG) njih 5, pripadaju trećem nivou jer su im niže nadležnosti u odnosu na potkomitete, a zaduženi su za izradu uputstava i nacрта standarda za određene oblasti.

3.2 Sistem upravljanja zaštitom životne sredine (ISO 14000)

Standardi serije ISO 14000 kao standardi namijenjeni svim organizacijama u svijetu bez obzira na oblast djelovanja daju osnovne smjernice u sistematskom unapređivanju ophođenja organizacija prema životnoj sredini. Oni ne propisuju granične vrijednosti za aktivnosti niti definišu ciljeve organizacija, to je ostavljeno tehničkoj zaštiti, zakonskoj regulativi i samim organizacijama. Oni definišu sistem ekološkog upravljanja čijom primjenom se postižu ekološki ciljevi postavljeni kroz propise i zakone. Sljedeći citat najbolje prezentuje oblasti djelovanja standarda i zakonske regulative [10]:

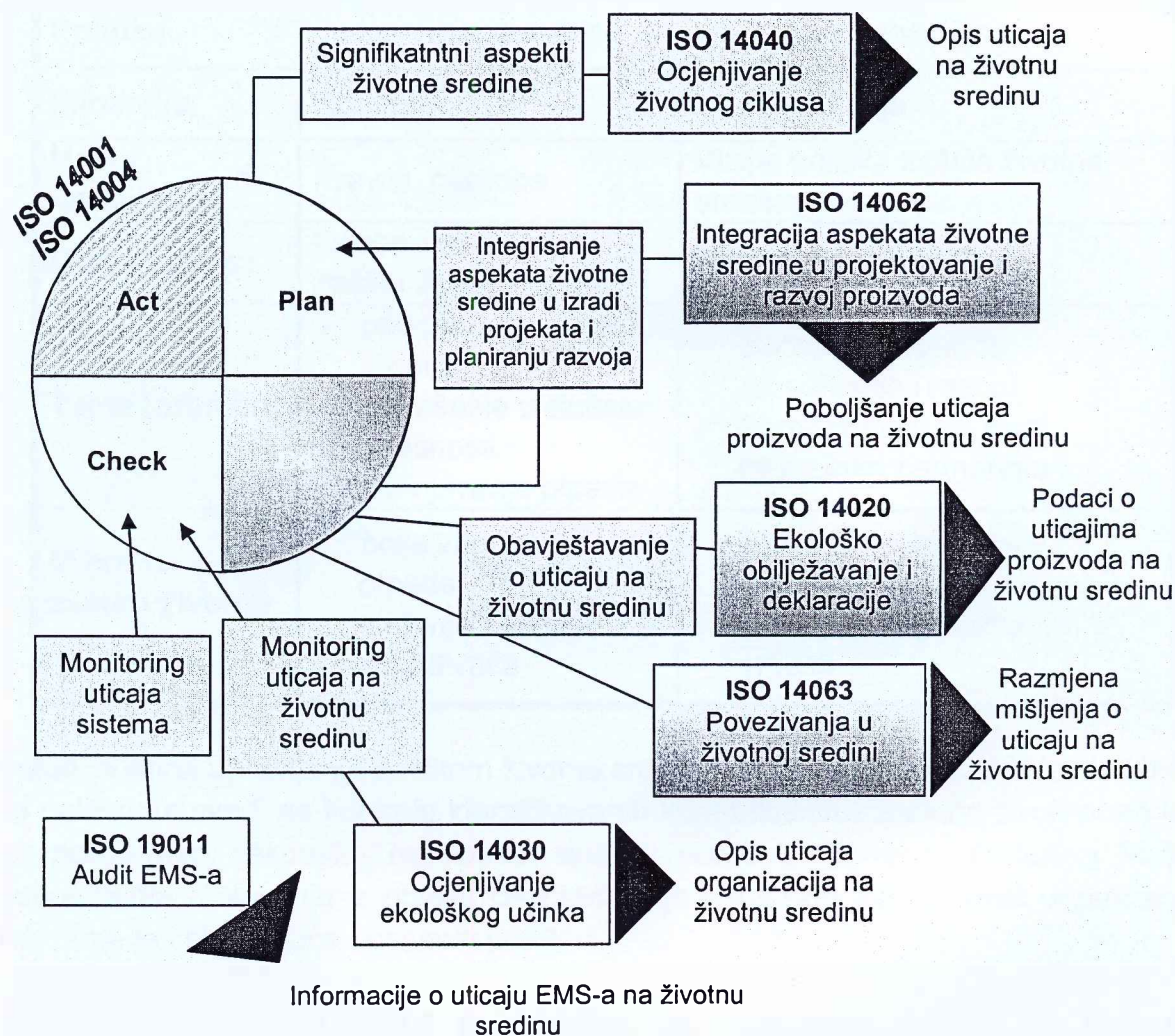
"Zakonska regulativa i ekonomski instrumenti služe prije svega da obezbijede neophodnu motivaciju svih učesnika da se neke aktivnosti obave ili sankcionišu. Standardi služe da dobro motivisanim potencijalnim kandidatima pomognu da saznaju ŠTA i KAKO bi se trebalo ispuniti da bi se dobio efikasan i priznat sistem za upravljanje zaštitom životne sredine."

Osnovna načela serije standarda ISO 14000 su [10]:

- moraju rezultirati boljim upravljanjem životnom sredinom,
- moraju biti primjenjivi u svim državama,
- moraju podsticati široko zanimanje javnosti i korisnika za standarde,
- moraju biti troškovno efikasni i fleksibilni kako bi zadovoljili različite potrebe svih vrsta organizacija širom svijeta,
- moraju biti prikladni kako za unutrašnju tako i za spoljnu verifikaciju,
- moraju biti naučno zasnovani,
- prije svega trebalo bi da budu praktični, korisni i upotrebljivi.

Ono što je najvažnije jeste da je standard usklađen sa koncepcijom održivog razvoja i da se sistematskim ispunjenjem svih postavljenih zahtjeva uz uvažavanje preporuka

dobija efikasan sistem za upravljanje zaštitom životne sredine. Njega je, naravno, potrebno ne samo održavati već i stalno unapređivati, a to je moguće kroz periodično preispitivanje i vrednovanje uz identifikovanje mogućnosti poboljšanja. Naime i u uvođenju i u održavanju sistema, PDCA ciklus predstavlja osnov, pa su na slici 3.2 prikazani standardi serije ISO 14000 koje je moguće koristiti kod implementacije sistema upravljanja zaštitom životne sredine kroz 4 faze Demingovog kruga [16].



Slika 3.2 ISO 14000 kroz 4 faze PDCA ciklusa

Upravljanje zaštitom životne sredine se kao i svaki upravljački posao u organizaciji može posmatrati kroz dva polja djelovanja, i to:

- djelovanje na operativnom nivou (kratkoročno djelovanje) i
- djelovanje na strateškom nivou (dugoročno djelovanje)

Njihova suštinska razlika kroz koju se može uočiti enormna prednost strateškog djelovanja u odnosu na operativno je prikazana tabelom 3.3 [10]. Posmatrajući svaku stavku zasebno iz tabele 3.3, a poznavajući djelovanje velikog broja organizacija u zemlji i okruženju, može se zaključiti da se upravljanje zaštitom životne sredine svodi uglavnom na operativno upravljanje.

Tabela 3.3 Upravljanje zaštitom životne sredine na strateškom i operativnom nivou

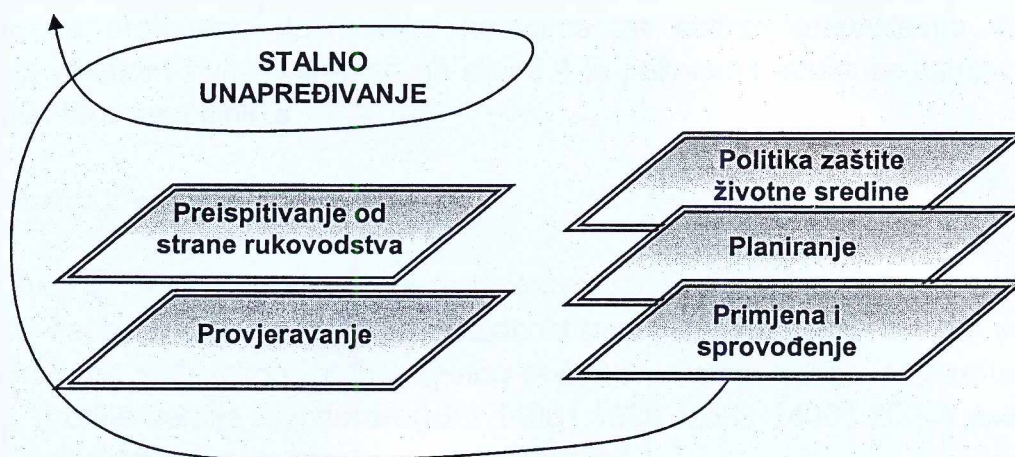
	Operativni nivo	Strateški nivo
Vremenski horizont	Svakodnevni poslovi	Dugoročan, vizije
Cilj	Rješavanje svakodnevnih problema	Pripreme za buduća događanja
Politika	Defanzivna, reaktivna	Ofanzivna, proaktivna
Filozofija	Kontrola	Uspostavljanje
Način upravljanja	Pravila, naredbe	Vizija, politika zaštite životne sredine
Odgovornost	Osobe zadužene za zaštitu životne sredine	Rukovodstvo firme
Teme (primjeri)	<ul style="list-style-type: none"> - pridržavanje zakona i propisa - ponašanje u slučaju opasnosti - zbrinjavanje otpada 	<ul style="list-style-type: none"> - portfolio proizvoda - istraživanje i razvoj - komunikacija sa svim interesnim partnerima
Mjere za zaštitu životne sredine	<ul style="list-style-type: none"> - bolje zbrinjavanje otpada - vođenje katastra zagađivača 	<ul style="list-style-type: none"> - koncepti nulte emisije - eko marketing - stvaranje odgovarajuće svijesti

Dakle, suština upravljanja zaštitom životne sredine na nivou organizacija iz okruženja se uglavnom svodi na kontrolu identifikovanih kontrolisanih aspekata životne sredine uz poštovanje zakonske regulative, dok ni pomena nema o strateškoj viziji i dugoročnom djelovanju u oblasti unapređivanja ekoloških performansi organizacije kroz koje je čak moguće i ostvariti profit.

Upravo standard ISO 14001 je zamišljen da predstavlja osnovu za strateško upravljanje zaštitom životne sredine na način što organizaciju priprema za sva buduća događanja, stvara osnovu za unapređenja poslovanja sa aspekta ZŽS i u skladu sa tim kreira model koji ne zavisi od pojedinaca.

3.3 Struktura zahtjeva u standardu ISO 14001:2004

Standard ISO 14001:2004 sastoji se od 6 međusobno zavisnih cjelina. Prve dvije se odnose na područje primjene i vezu sa drugim standardima dok su u cjelini tri data obavještenja o terminima i definicijama. Cjelina 4 kao najvažnija sadrži zahtjeve za sistem upravljanja zaštitom životne sredine koje organizacija mora da ispuni a koji su zasnovani na pristupu ilustrovanom na slici 3.3 [17] čija je osnova PDCA ciklus.

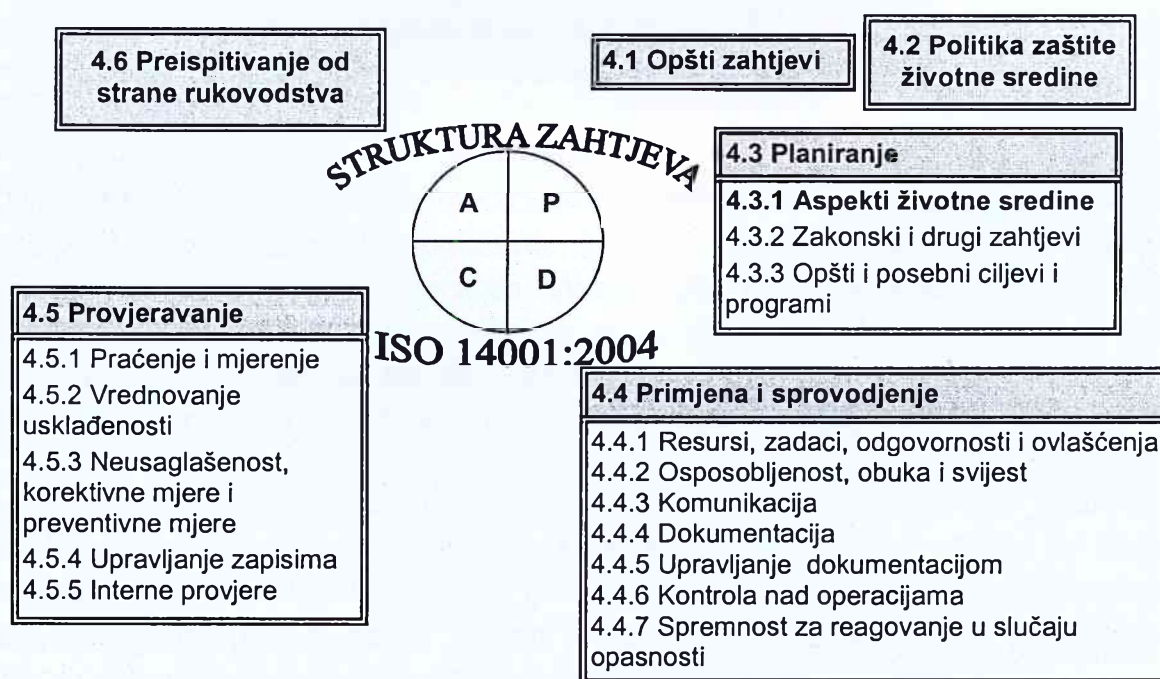


Slika 3.3 Model upravljanja zaštitom životne sredine

Petu i šestu cjelinu čine informativni prilozi, i to:

- Prilog A: Smjernice za korišćenje standarda čija je namjera da spriječi pogrešno tumačenje zahtjeva sadržanih u dijelu 4 ovog standarda.
- Prilog B: Veze između ISO 14001:2004 i ISO 9001:2000. Cilj ovog priloga je da "pokaže mogućnosti kombinovanja ova dva sistema u onim organizacijama koje već rade prema jednom od ovih međunarodnih standarda a žele da rade prema oba" [17].

U reviziji standarda ISO 14004:2004 se nijesu striktno definisali principi EMS-a kao u izdanju iz 1996. godine, iako je struktura modela (slika 3.3) ostala nepromijenjena sa manjim terminološkim korekcijama i iterativnim PDCA procesom "koji omogućava organizaciji da uspostavi, primijeni i održava svoju politiku zaštite životne sredine" [18].



Slika 3.4 Struktura zahtjeva ISO 14001:2004

U skladu sa prethodno definisanim koracima za stalno unapređenje sistema upravljanja zaštitom životne sredine na slici 3.4 je prikazana struktura zahtjeva ISO 14001:2004 kroz šest cjelina.

3.3.1 Aspekti životne sredine

Aspekti životne sredine predstavljaju kompleksnu oblast i jednu od najzahtjevnijih tačaka standarda s obzirom na to 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.

Tačka 4.3.1 Aspekti životne sredine predstavlja prvi zahtjev trećeg segmenta unutar četvrte cjeline EMS-a (Planiranje) i glasi [17]:

"4.3.1 Aspekti životne sredine"

Organizacija mora da uspostavi, primijeni i održava postupak(ke):

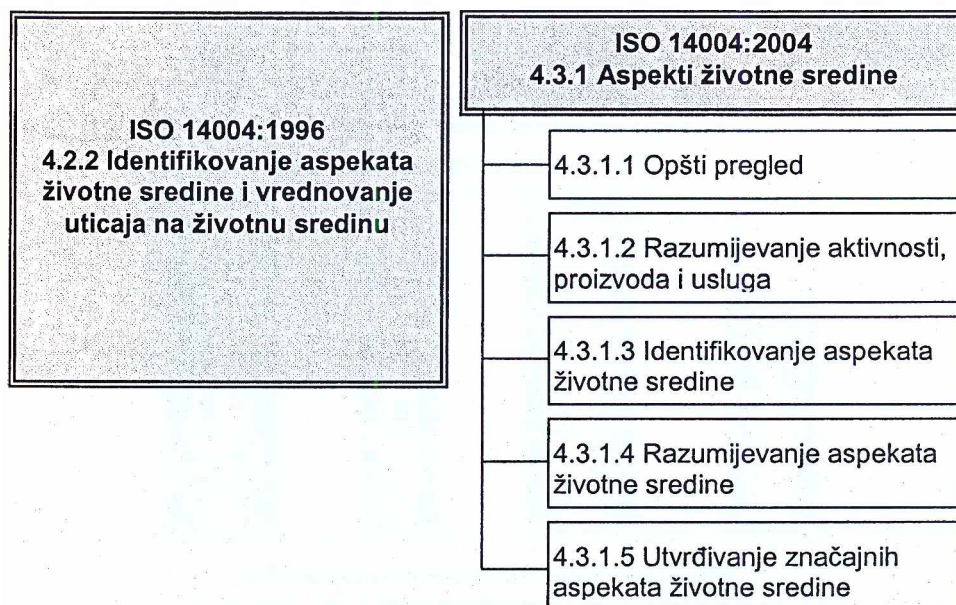
- a) da identifikuje aspekte životne sredine svojih aktivnosti, proizvoda i usluga u okviru utvrđenog obima svog sistema upravljanja zaštitom životne sredine koje može da kontroliše i na koje može da utiče uzimajući u obzir planirane ili nove razvoje, nove ili modifikovane aktivnosti, proizvode ili usluge i*
- b) da utvrdi one aspekte koji imaju ili mogu imati značajan(e) uticaj(e) na životnu sredinu (tj. značajne aspekte životne sredine).*

Organizacija mora da dokumentuje ove informacije i da ih stalno ažurira.

Organizacija mora da obezbijedi da su značajni aspekti životne sredine uzeti u obzir prilikom uspostavljanja, primjene i održavanja svog sistema upravljanja zaštitom životne sredine."

Kako je revizija standarda ISO 14001:2004 usmjerena na razjašnjavanje prethodnog izdanja to se suština tačaka standarda nije bitno promijenila, već su samo zahtjevi preformulisani kako bi se omogućilo njihovo bolje razumijevanje. Tako je i tačka standarda "4.3.1 Aspekti životne sredine" može se reći identična i u novoj i u staroj verziji s tim što se ipak uočava da je u novom standardu aspektima dat veći značaj i akcenat je na njihovoj identifikaciji u svim sferama poslovanja.

Što se, pak, tiče standarda ISO 14004, razlika je očigledna jer se ISO 14004:2004 detaljnije bavi procesima identifikacije i značajnosti aspekata i uticaja na životnu sredinu. Koliku važnost novi standard pridaje ovom zahtjevu ukazuje činjenica da je u ISO 14004:2004 u okviru tačke "Aspekti životne sredine" formulisano 5 podtački kroz koje su date smjernice i preporuke za ispunjenje ovog zahtjeva (slika 3.5).

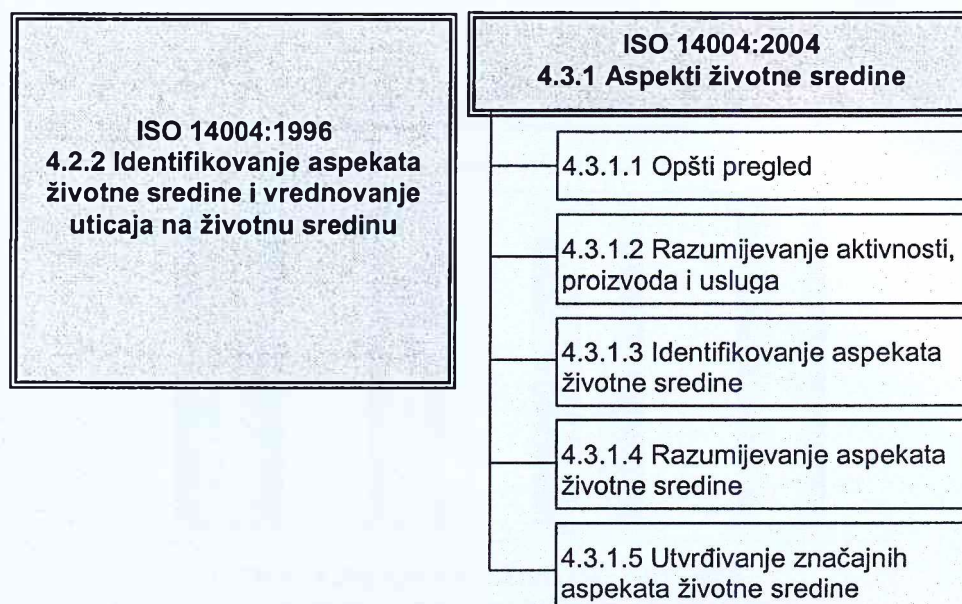


Slika 3.5 Struktura zahtjeva "Aspekti životne sredine" u standardu ISO 14004:1996 i ISO 14004:2004

Standard ISO 14004:1996 daje dosta šture informacije o ovom zahtjevu. Tako osim osnovnih pojašnjenja samog zahtjeva 4.3.1 iz ISO 14001 kao praktičnu pomoć definiše postupak za identifikaciju i vrednovanje uticaja na životnu sredinu kroz sljedeća 4 koraka:

- 1 korak - Izbor aktivnosti, proizvoda ili usluge
- 2 korak - Identifikovanje aspekata životne sredine aktivnosti, proizvoda ili usluge
- 3 korak - Identifikovanje uticaja na životnu sredinu
- 4 korak - Vrednovanje značaja uticaja

Pri tome se za svaki korak ne daju posebne smjernice za realizaciju i ne ističu suštinski bitni elementi koji bi omogućili organizacijama sistematičniju realizaciju samog zahtjeva. Može se zaključiti da je stara verzija standarda bila nedovoljno orjentisana na ovu problematiku i neupućena u poteškoće organizacija sa procesima identifikacije i vrednovanja aspekata i uticaja na životnu sredinu. To predstavlja bitan nedostatak, imajući u vidu značajnost zahtjeva 4.3.1 "Aspekti životne sredine" koji čini temelj za izgradnju sistema upravljanja zaštitom životne sredine, jer se i u standardu iz 1996 godine u okviru ove tačke ističe da: "Organizacija mora da obezbijedi da se prilikom utvrđivanja njenih opštih i posebnih ciljeva zaštite životne sredine uzmu u obzir aspekti koji su u vezi sa ovim značajnim uticajima" [20]. Dakle, srž EMS-a leži u dobroj identifikaciji i vrednovanju aspekata i uticaja na životnu sredinu s obzirom na to da iz njih proizilaze pokazatelji učinka zaštite životne sredine čijim se mjerenjem utvrđuje steper 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 3.6, dok su ostale tačke standarda u određenoj korelaciji sa njima iako nijesu potpuno zavisne od njih.

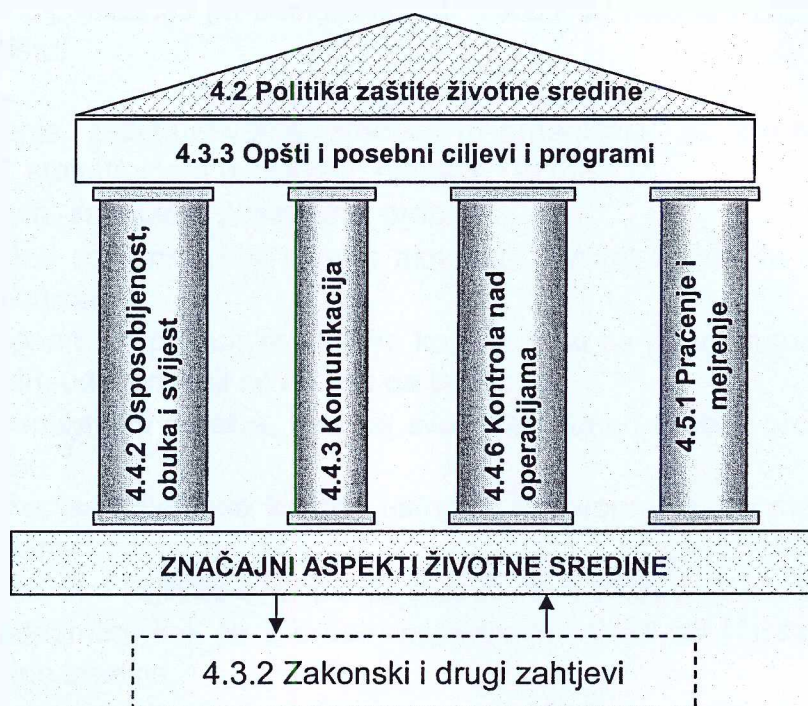


Slika 3.5 Struktura zahtjeva "Aspekti životne sredine" u standardu ISO 14004:1996 i ISO 14004:2004

Standard ISO 14004:1996 daje dosta šture informacije o ovom zahtjevu. Tako osim osnovnih pojašnjenja samog zahtjeva 4.3.1 iz ISO 14001 kao praktičnu pomoć definiše postupak za identifikaciju i vrednovanje uticaja na životnu sredinu kroz sljedeća 4 koraka:

- 1 korak - Izbor aktivnosti, proizvoda ili usluge
- 2 korak - Identifikovanje aspekata životne sredine aktivnosti, proizvoda ili usluge
- 3 korak - Identifikovanje uticaja na životnu sredinu
- 4 korak - Vrednovanje značaja uticaja

Pri tome se za svaki korak ne daju posebne smjernice za realizaciju i ne ističu suštinski bitni elementi koji bi omogućili organizacijama sistematičniju realizaciju samog zahtjeva. Može se zaključiti da je stara verzija standarda bila nedovoljno orjentisana na ovu problematiku i neupućena u poteškoće organizacija sa procesima identifikacije i vrednovanja aspekata i uticaja na životnu sredinu. To predstavlja bitan nedostatak, imajući u vidu značajnost zahtjeva 4.3.1 "Aspekti životne sredine" koji čini temelj za izgradnju sistema upravljanja zaštitom životne sredine, jer se i u standardu iz 1996 godine u okviru ove tačke ističe da: "Organizacija mora da obezbijedi da se prilikom utvrđivanja njenih opštih i posebnih ciljeva zaštite životne sredine uzmu u obzir aspekti koji su u vezi sa ovim značajnim uticajima" [20]. Dakle, srž EMS-a leži u dobroj identifikaciji i vrednovanju aspekata i uticaja na životnu sredinu s obzirom na to 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 3.6, dok su ostale tačke standarda u određenoj korelaciji sa njima iako nijesu potpuno zavisne od njih.



Slika 3.6 Tačke standarda koje se baziraju na znanju o značajnim aspektima životne sredine

Standard ISO 14004:2004 ne odstupa od postavljene koncepcije identifikacije aspekata i uticaja utvrđene prethodnim izdanjem, samo detaljnije pojašnjava svaki korak zadržavajući se na ključnim elementima od posebnog značaja. Na taj način, iako omogućava samostalan izbor kriterijuma i metoda za identifikaciju i vrednovanje aspekata, on svojim jasnim smjernicama upućuje na bitne faktore koje treba razmotriti kako bi se veće nedoumice izbjegle. pristupi koji su predstavljeni su koncizni, ali ne predstavljaju jedinu mogućnost i nijesu obavezno jedini izbor organizacije.

3.4 Koristi od sistema upravljanja zaštitom životne sredine

Činjenica je da briga o zaštiti životne sredine predstavlja stavku koja bitno opterećuje budžet jedne organizacije, ali je pogrešno shvatanje da takvo ulaganje predstavlja samo trošak za organizaciju. Ako bi se samo grubo postavili na jednu stranu troškovi, a na drugu prihodi od ovog projekta, sigurno je da će se na taj način ustanoviti da je projekat neisplativ i da predstavlja gubitak za organizaciju.

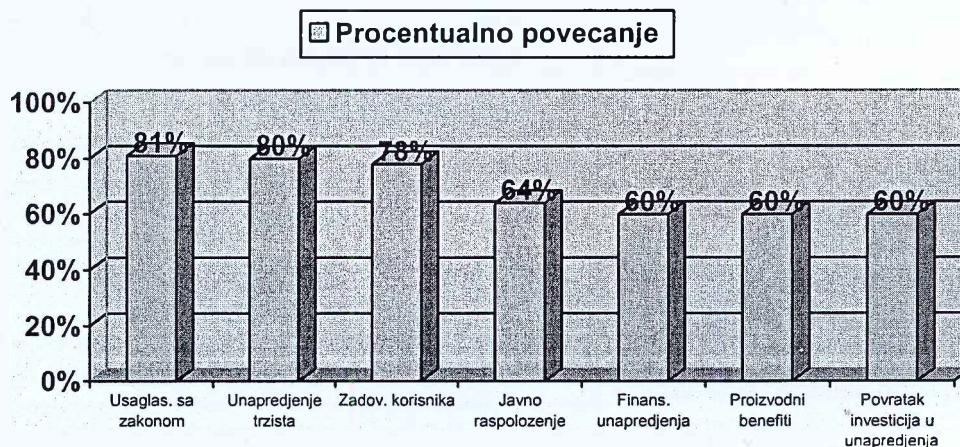
Međutim, sagledavajući suštinu projekta i posmatrajući vizionarski i dugoročno, lako se uviđa da projekat ovog tipa u jednoj fazi predstavlja trošak, ali nikada gubitak. Ovdje je riječ o dugoročnom investiranju koje kasnije postaje višestruko isplativo, jer zakonski propisi koji se moraju poštovati već postoje samo je pitanje metoda njihovog ispunjenja, a i broj korisnika eko proizvoda je iz dana u dan sve veći. Dovoljna je činjenica da zemlje sa najstrožim ekološkim zakonima i najvećim brojem

sertifikovanih organizacija po standardu ISO 14001 su ujedno i najkonkurentnije na svjetskom tržištu.

Za unapređenje zaštite životne sredine u organizaciji je zainteresovano više subjekata tzv. stakeholdera iz različitih razloga, i to [6]:

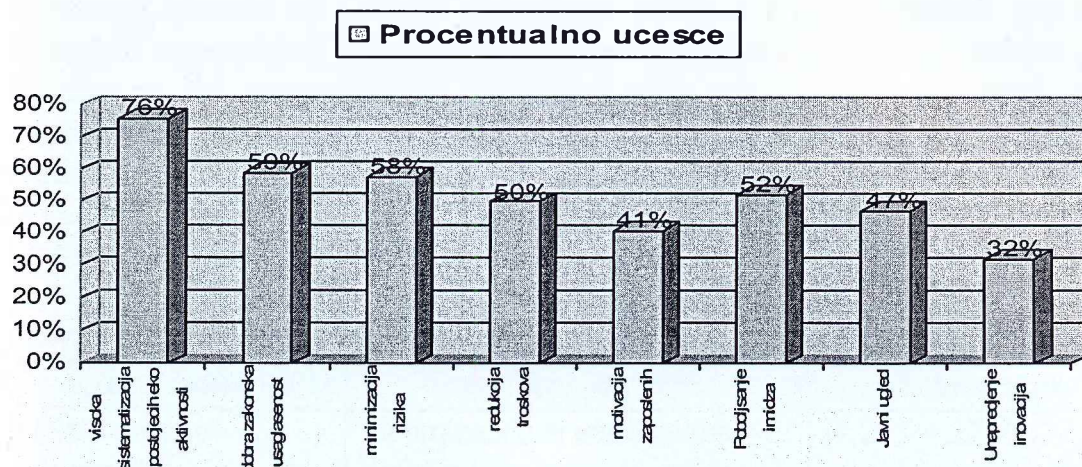
- država, sa motom poštovanja propisa;
- lokalne zajednice, čiji interes mora biti kvalitet života sa rastom životnog standarda;
- akcionari, sa posebnim stavom koji se veže za pravni aspekt, a takođe sa velikim udjelom koji se odnosi na imidž;
- osiguravajuća društva, koja će sve više uzimati u obzir procjenu ekoloških rizika;
- banke, sa ciljem da kredite usmjere na programe sa manjim ekološkim rizikom;
- klijenti, kod kojih će sve više da preovladava strah od loše reputacije
- menadžment koji će u sistem upravljanja ugrađivati i upravljanje zaštitom životne sredine;
- zaposleni, koji će zbog odgovornosti koju imaju težiti da zaštita životne sredine ima zadovoljavajući tretman.

Analizirajući njihove interese mogu se izvesti određeni zaključci o benefitima koje ISO 14001 sertifikacija donosi organizaciji. Rezultati najnovijih istraživanja na nivou Evrope koji se odnose na benefite od sertifikacije ISO 14001 pokazuju veoma dobre rezultate prikazane na slici 3.7 [59]



Slika 3.7 Koristi od ISO 14001 sertifikacije

U analizi [14] švajcarskih organizacija koje posjeduju ISO 14001 ukazalo se na određene benefite, kako direktne tako i indirektne, koji se mogu ostvariti implementacijom ISO 14001 standarda. Na slici 3.8 [14] je prikazano koliki procenat ispitanih organizacija je imao unapređenja u određenim oblastima primjenom ISO 14001 standarda.



Slika 3.8 Procenat ispitanih organizacija sa benefitima po pojedinim oblastima od ISO 14001

U literaturi su na različite načine analizirane koristi od sistema menadžmenta zaštitom životne sredine. Veoma je zastupljen pristup analize benefita sa aspekta direktnih, indirektnih, spoljnih i unutrašnjih prednosti, kako je prikazano tabelom 3.4 [6, 10].

Tabela 3.4 Koristi od sistema menadžmenta zaštitom životne sredine

Direktni spoljni dobici	Indirektni spoljni dobici
Stvaranje uslova za nesmetan razvoj (novi proizvodi, nova tržišta, nove tehnologije)	Stvaranje poverenja kod prvih susjeda, vlasti i organizacija za zaštitu životne sredine
Povećanje ugleda na tržištu (marketinški alat)	
Poboljšanje odnosa između industrije i države čime sebe stavljaju u povlašćeni položaj za dobijanje ovlašćenja i drugih beneficija	
Dobijanje usluga osiguranja po povlašćenim cijenama	Smanjenje poreza uz sprovođenje zaštite životne sredine
Zadovoljavanje kriterijuma ulagača	Lakše dobijanje investicionih kredita i uopšte bolji pristup kapitalu
Zadovoljavanje kriterijuma za sertifikaciju koje postavlja dobavljač	
Stvaranje uslova za nesmetan razvoj (novi proizvodi, nova tržišta, nove tehnologije)	Indirektni unutrašnji dobici
Direktni unutrašnji dobici	Prikazivanje razumne brige za stanje životne sredine
Uštede u troškovima odlaganja otpada	Poboljšavanje stavova i efikasnosti zaposlenih
Poboljšanje kontrole troškova	
Ušteda materijala i energije	Smanjenje rizika kroz ovladavanje procesima
Pružanje izvoznih olakšica (opasan otpad)	
Obezbeđenje poštovanja zahtjeva iz propisa	Smanjenje broja nezgoda za koje se snosi odgovornost
Planiranje i postavljanje prioriteta za poboljšanje u životnoj sredini	
Efikasno i ekonomično upravljanje uticajima na životnu sredinu	Pokazivanje osnovne predostrožnosti

Unutrašnji benefiti od sistema upravljanja zaštitom životne sredine, koji su inače i finansijski najopipljiviji, mogu se takođe svrstati u dvije kategorije. Direktni benefiti se odnose na konkretne uštede ostvarene ovim pristupom, a indirektni na jačanje kolektivnog duha i stvaranje zdravih radnih odnosa u organizaciji. Ipak, veliki broj radova je analizirao ovu problematiku, tako da je u skladu sa njima i raznim pristupima korišćenim tom prilikom moguće grupisati ove benefite u 8 cjelina, kako je predstavljeno u tabeli 3.5:

Tabela 3.5 Benefiti od sistema upravljanja zaštitom životne sredine

Grupe benefita	Benefit	Literatura
Čiste-zelene operacije	Minimizacija ili eliminisanje otpada Smanjenje konzumiranja energije Minimizacija štetnog dejstva na okolinu	[7,23,24,25,26,27,28,29]
Efikasne operacije	Unapređenje operativne bezbjednosti Unapređenje efikasnosti iskorišćavanja materijala	[24,30,26,27,31]
Profitabilni konkurentni proizvod/usluga	Unapređenje vođenja poslova u pravcu stvaranja prednosti smanjenjem troškova Bolje finansijske performanse Ekološki proizvodi koji kod korisnika imaju prednost u odnosu na one koji to nijesu	[32,33,34]
Ekspanzija tržišta	Firme mogu poboljšati svoju poziciju na tržištu kroz efektivnu ekološku konverzaciju Unapređenje učešća na tržištu	[23,35,30,36,28]
Unapređenje ugleda organizacije	Poboljšan javni imidž Obezbjedenje zelenog imidža	[28,27,37,38,39,40,30,36]
Unapređenje u menadžmentu	Bolji rad sa dokumentovanim procedurama i instrukcijama poslova Bolja osposobljenost zaposlenih Visoka sistematičnost procesa	[24,41,42]
Osvješćenje javnosti	Menadžeri i zaposleni postaju mnogo svjesniji ekoloških aspekata na poslu i u kući	[43]
Ostalo	Obezbjedenje boljih odnosa sa stakeholderima	[44,45,46]

Posljednja kolona tabele 3.5 ukazuje na literaturne izvore u kojima su empirijskim analizama dokazani konkretno navedeni benefiti. Zaključak baziran na gore navedenim istraživanjima jeste da organizacije u industrijskim zemljama povezuju benefite od ISO 14000 sertifikacije sa čistim-zelenim i efektivnim operacijama, širenjem tržišta, unapređenjem profitabilnosti kao i unapređenjem imidža organizacije. Dakle, nema nekog naglašavanja direktnih koristi, a naročito ne finansijskih, ali su zato brojne indirektne privilegije koje se ovim putem mogu dobiti i pri tome ostvariti mjerljivi benefiti.

U literaturi je pokazano da se ekonomski benefiti i troškovi veoma rijetko egzaktno vrednuju u organizacijama i da se uglavnom sve organizacije baziraju na nemonetarnim procjenama benefita.

3.5 ISO 14001 i unapređenje ekoloških performansi

Iako veći broj studija pokazuje da ISO 14001 sertifikacija poboljšava ekološke performanse, ipak se sugerije da buduća ISO 14001 sertifikacija mora obuhvatiti i mjerenje performansi koje obezbjeđuje svakodnevno usaglašavanje sa zahtjevima standardima.

Analizom standarda ISO 14001 (iz 2004 god) se može vidjeti da postoje neka kretanja u pravcu unapređenja ekoloških performansi organizacija. Tako, između ostalog, u tački 4.3.3 (Opšti i posebni ciljevi i programi) oba standarda (ISO 14001:1996 i ISO 14001:2004) očekuju da se izvrši utvrđivanje i održavanje ekoloških ciljeva, ali novo izdanje standarda mnogo više upućuje na to da ciljevi i pokazatelji moraju biti mjerljivi.

Istraživanja pokazuju da organizacije ulaze u ISO sertifikaciju zaštite životne sredine zbog:

- zahtjeva države [47],
- demonstriranja javnosti svog ekološkog raspoloženja [48],
- prednosti u odnosu na konkurenciju za osvajanje internacionalnog tržišta [49],
- direktnih zahtjeva korisnika [50].

ISO 14001 je procesno orijentisan sistem koji samo sertifikuje proces, ali ništa ne govori o sistemu aktuelnih performansi. On obezbjeđuje samo audit [51], kvalitet audita je slučajan i varijabilan i nezavisnost audita je limitirana [52].

Dakle, standard ne utvrđuje zahtjeve za ekološkim performansama i ne identifikuje ih za aktuelni proces sertifikacije i zato što je on procesno orijentisan ne garantuje uticaj na ekološke performanse. Čak su se i neke organizacije složile sa tim da ISO 14001 sertifikat nije teško dobiti i da bi veći značaj imao ako bi se povezao sa nekim sistemima za mjerenje i unapređenje ekoloških performansi.

Sa druge strane, zahtjevi za zaštitu životne sredine postaju sve stroži. Tako je EMS značajno evoluirao počev od usaglašavanja sa zakonskom regulativom u dijelu zaštite životne sredine, preko prevencije od zagađenja i eko efikasnosti do konačnog održivog razvoja. Dakle težište se pomjera od procesa prema rezultatu tog procesa (slika 3.9 [53]).



Slika 3.9. Evolucija EMS

Da li je sada, kada se posebno naglašava konkretni rezultat procesa, upravljanje zaštitom životne sredine prema standardu ISO 14001 dovoljno ili se zahtijevaju dodatne mjere u cilju obezbjeđenja boljih ekoloških performansi organizacije?

Različite organizacije svakako imaju i različita iskustva u vezi sa implementacijom i primjenom standarda ISO 14001.

Postoje prilično podijeljena mišljenja o tome da li ISO 14001 sertifikacija predstavlja samo "greenwash" ili stvarno vodi boljim ekološkim performansama. Analize su prilično neujednačene. Dok se u empirijskim analizama [54] i [55] dokazuje da usvajanje ISO 14001 unapređuje ekološke performanse organizacija, u analizama [56] i [57] se došlo do sasvim suprotnih zaključaka. Neki rezultati čak pokazuju da su pojedine performanse organizacija imale znatno lošije vrijednosti poslije ISO sertifikacije nego prije.

Opsežna analiza Evropske industrije (MEPI [58]) izvještava da performanse organizacija sa ISO 14001 sertifikatom nijesu značajno bolje nego kod organizacija koje to nemaju. U radu [51] je ukazano da organizacije ne razvijaju EMS zbog iskrenog odnosa u vezi sa smanjenjem uticaja ekoloških aspekata, već više zbog eksternih stakeholdera, pritiska tržišta i sl. Takođe su pokazali da sertifikovani EMS ne rezultira obavezno efikasnošću u korišćenju materijala ili minimizaciji otpada. Prema [52] od organizacije koja posjeduje ISO 14001 sertifikat se ne očekuje da obavezno vrši i unapređenje ekoloških performansi, već samo da pruža dokaz o svom opredjeljenju za unapređenje životne sredine. U radu [51] su analizirani pojedinačni slučajevi gdje organizacije sa snažnom istorijom po pitanju ISO 14001 istovremeno imaju i unapređenje samo nekih ekoloških performansi.

Ipak postoje i analize koje ukazuju na suprotne zaključke.

Analiza [19] pokazuje da organizacije koje imaju sertifikovan EMS, i uključuju ISO standarde u svoje dnevne aktivnosti imaju prilično unapređenje ekoloških performansi. Studija [50] pruža dokaze koji su konzistentni sa rezultatima dobijenim u [8] i koji ukazuju da je EMS efektivno sredstvo koje pomaže organizacijama u postizanju boljih ekoloških performansi. U [55] se takođe pokazalo da sertifikacija EMS-a po ISO standardima daje mnogo bolje rezultate od samog EMS-a i da ISO 14001 sertifikacija značajno učestvuje u unapređenju ekoloških performansi organizacija. U studiji [50] je takođe utvrđeno da 60 % organizacija razvija svoj EMS u toku sertifikacije, da glavnu motivaciju za EMS i ISO standarde čine zahtjevi tržišta i realna potreba za poštovanjem zakonske regulative i da ove organizacije shodno tome imaju znatno bolje izvještaje o ekološkim performansama. Ovo, dakle, pruža drugačiju sliku o ISO sertifikaciji i ukazuje na to da ona predstavlja efektivno sredstvo za promovisanje EMS-a i unapređenje ekoloških performansi.

Neke druge studije analiziraju da li EMS može promovisati naglašavanje i unapređenje ekoloških performansi i bez ISO sertifikacije. U radovima [62] i [7] se pokazalo da organizacije koje imaju sertifikovan EMS imaju veće iskustvo u poboljšanju ekoloških performansi od organizacija koje nijesu sertifikovale svoj EMS.

U radu [15] je ukazano na to da glavni menadžeri vjeruju da organizacije sa boljim ekološkim performansama mogu mnogo jeftinije da prihvate ISO 14001. Takođe, mnogi autori imaju dokaze da su kupci spremni da plate i dodatne troškove od snabdjevača koji imaju bolje ekološke performanse [55].

ISO 14001 je relativno nov i nije uvijek jednostavno prostudirati podatke u odnosu na ekološke mjere sertifikovanih organizacija ali potencijal za unapređenja leži u boljoj integraciji EMS-a unutar procesa organizacije.

Empirijskom analizom [14] se takođe pokazalo da je EMS veoma korisno ali ne i dovoljno sredstvo za efektivno ekološko unapređenje u organizacijama. Dakle, signali sa tržišta za proizvod orjentisan na ekološke rezultate su još uvijek suviše slabi da pokrenu neophodna strateška prilagođavanja sertifikovanih organizacija u profitabilne ekološki inovativne organizacije.

Najvjerovatnije obrazloženje za različite stavove i rezultate koje su dale prethodne analize se može naći u tome da efikasnost ISO sertifikacije u unapređenju ekoloških performansi zavisi od toga kako organizacije dizajniraju i razvijaju svoj EMS i na kraju kako ga koriste. Neke organizacije mogu uključiti elemente menadžmenta performansama u njihov EMS baziran na ISO 14001, dok druge to ne rade jer nije eksplicitan zahtjev sertifikacije. Zbog svega toga organizacije imaju vrlo različita iskustva sa ISO 14000 sertifikacijom u smislu efikasnosti [67].

U skladu sa tim asimilacija koja podrazumijeva uključivanje ISO 14001 kako u postojeći menadžment sistem tako i u dnevne aktivnosti, uz uvažavanje postojeće prakse u organizaciji, predstavlja ključno rješenje za unapređenje ekoloških performansi [19].

Dakle, ako se želi unaprijediti sistem upravljanja zaštitom životne sredine i izdići na viši nivo koji bi obezbijedio asimilaciju ISO 14001 u dnevne aktivnosti i cjelokupni sistema menadžmenta u cilju unapređivanja ekoloških performansi organizacije, neophodno je implementirati i neki dodatni sistem menadžmenta performansama.

3.6 Zaključak

Dakle, više nego očigledno je da sistem menadžmenta zaštitom životne sredine po standardu ISO 14001 unapređuje EMS jedne organizacije, ali isto tako je prilično diskutabilno da li efektivno utiče na pojedinačne ekološke performanse. Organizacije u cilju unapređivanja svog poslovanja implementiraju i sistem menadžmenta kvalitetom po standardu ISO 9001 i sinergijskim djelovanjem sa standardom ISO 14001 nastoje doprinijeti poboljšanju efektivnosti i efikasnosti organizacije.

Ipak, iz brojnih literaturnih izvora se može zaključiti da ovi sistemi ni pojedinačno ni u zajedničkom djelovanju uvijek ne doprinose nekom značajnijem poboljšavanju performansi organizacije, a naročito ne ekoloških performansi.

Takođe je evidentno da je sistem menadžmenta zaštitom životne sredine u organizaciji u neravnopravnom položaju u odnosu na sve ostale sisteme menadžmenta i da ne dobija dovoljno pažnje od strane rukovodstva.

U okolnostima ovakvih potreba sistem strateškog menadžmenta i sistem menadžmenta performansama trebalo bi da predstavlja rješenje problema mjerenja i unapređenja performansi kao i boljeg pozicioniranja EMS-a u organizaciji. Ovim sistemom se strategija koja je uvijek podložna testiranju, ocjenjivanju i promjenama prevodi u niz aktivnosti i stalnim mjerenjem i unapređivanjem organizacionih performansi omogućava prilagođavanje organizacije novonastalim promjenama. Ova oblast je posebno obrađena u šestom poglavlju koje se odnosi na **B**alanced Scorecard kao sistem strateškog menadžmenta performansama. Dakle, uključivanje ciljeva i mjera zaštite životne sredine u strateški orjentisane sisteme menadžmenta performansama doprinosi njihovom stalnom mjerenju i unapređivanju, što se pokazalo kao osnovni nedostatak u implementaciji standarda ISO 14001. Naime, iako sami standard navodi obavezu mjerenja i unapređenja ekoloških performansi, organizacije su ipak u svojoj praksi nedovoljno orjentisane na ove procese što dovodi do zanemarivanja sistema zaštite životne sredine i stavljanja u neravopravan položaj u odnosu na ostale sisteme. Mjerenje svih performansi u organizaciji, a samim tim i ekoloških, pruža konkretne vrednosne činjenice koje se teško mogu zanemarivati u poslovanju i osim što doprinose stalnoj potrebi za unapređivanjem, pružaju ujedno i osnovu za donošenje svih relevantnih odluka na bazi mjerljivih podataka.

U ovom poglavlju je takođe ukazano i na veliki značaj zahtjeva standarda 4.3.1 "*Aspekti životne sredine*". Naime, najvažniji među jednakim, zahtjevi ovog standarda

se baziraju na registru značajnih aspekata i uticaja na životnu sredinu pa je stoga od presudnog značaja za efektivnost implementacije ISO 14001 u organizaciji proces objektivnog identifikovanja i vrednovanja aspekata i uticaja na životnu sredinu. Dakle, ponovo je naglasak na procjeni vrijednosti, ovog puta značajnosti uticaja na životnu sredinu, što nije jednostavan proces s obzirom na to da je ljudski faktor u njemu presudan, zbog čega je upotreba naučnih metoda kako u dijelu objektivnog ocjenjivanja tako i u dijelu donošenja odluka na bazi činjenica, presudna. Stoga su metode donošenja odluka posebno razmatrane u poglavlju 4, a pristupi za objektivno i pouzdano vrednovanje uticaja na životnu sredinu kao ključnog zahtjeva standarda ISO 14001 u poglavlju 5 ovog rada.

POGLAVLJE 4

METODE ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU

Standardi kvaliteta ISO 9001 prornovišu osam principa menadžmenta kvalitetom gdje se princip *"Donošenje odluka na bazi činjenica"* odnosi upravo na proces odlučivanja i na to da efektivne odluke moraju biti bazirane na analizi podataka i informacija. Odlučivanje predstavlja kompleksan proces donošenja odluka imajući u vidu da *"svaka odluka izaziva promjene u odnosima kako u organizaciji tako i u odnosima između organizacije i njene okoline"* [106]. Veliki broj menadžera donosi odluke isključivo na osnovu subjektivnih mjerila ili na osnovu matematičkih modela koji se ne mogu provjeriti i dokazati. U cjelokupnom ovom procesu teret koji nosi menadžer u dijelu odlučivanja nije nimalo jednostavan i često nosi veoma važne konsekvence.

"Menadžer je po profesiji donosilac odluka. Oponent mu je neizvjesnost. Njegova misija je u tome da je pobijedi. Bez obzira da li je izbor posledica sreće ili sudbine, momenat odlučivanja je bez sumnje najkreativniji i najkritičniji trenutak u životu menadžera"[68].

MCDM (multikriterijumske metode odlučivanja) su najšire korišćene metode odlučivanja u svijetu nauke, biznisa i inženjeringa. One značajno mogu pomoći unapređivanju kvaliteta odluka kroz proces kreiranja odluka koji sami problem pojašnjava, racionalizuje i efikasnije rješava.

Ova oblast je od velikog značaja u radu jer je primjena metoda multikriterijumskog odlučivanja neophodna kako u dijelu izrade modela **B**alanced Scorecard (poglavlje 6), i izboru konačnog modela na bazi ocjena eksperata iz ove oblasti (poglavlje 8) tako i u oblasti provjere rezultata vrednovanja uticaja na životnu sredinu primjenom neuronskih mreža.

4.1 Multikriterijumski metodi odlučivanja (MCDM/MCDA)

Metodi multikriterijumskog odlučivanja (MCDM metodi) se koriste u svim oblastima gdje se donose odluke. Naročito se insistira na upotrebljivosti metoda u situacijama kada su podaci za donošenje odluka mješovite strukture (kvantitativni i kvalitativni).

Primjenom MCDM metoda problem se strukturira na način da mu se na što efikasniji i efektivniji način iznađe rješenje. Prema [69] MCDM problemi prolaze kroz tri ključne faze ka njihovom rješavanju:

1. **Identifikacija i strukturiranje problema:** Neposredno prije nego što počne analiza problema potrebno je da svi učesnici zajednički razumiju, identifikuju i definišu kriterijume na osnovu kojih će se rješavati problem. Svaki problem ima veći broj rješenja (alternativa) pa je stoga neophodno da se svi učesnici slože i oko konačne liste alternativa.
2. **Izgradnja i korišćenje modela:** U ovoj fazi se vrši poređenje elemenata strukture modela i njihovo vrednovanje u cilju dobijanja konačne rang liste sa ponderisanim alternativama
3. **Razvoj akcionog plana.** Akcioni plan podrazumijeva kreiranje plana aktivnosti implementacije rješenja na bazi dobijene rang liste njihove značajnosti.

U radu [70] je obrazloženo da MCDM predstavlja doprinos u donošenju odluka na bazi naučnog pristupa, ali je isto tako kao mana navedeno da se u dijelu definisanja i ocjenjivanja ciljeva, zbog učešća ljudskog faktora često ne može postići potreban nivo konzistentnosti.

Uz standardne metode se paralelno razvijaju i fuzzy verzije metoda [78] a kod problema sa velikim brojem kriterijuma i/ili alternativa se u novije vrijeme upotrebljavaju i genetički algoritmi i heurističke tehnike [71]. Tipični MCDM problem je sadržan u rangiranju konačnog broja alternativa koje su opisane različitim kriterijumima koji se moraju simultano uzeti u razmatranje prilikom izbora. Obično se vrijednosti alternativa "a_{ij}" i težine kriterijuma "w_j" posmatraju kao ulazi u matricu odluka definisanu na slici 4.1. "A_{ij}" je element matrice odlučivanja koji predstavlja vrijednost i-te alternative u odnosu na j-ti kriterijum. "W_j" predstavlja težinsku vrijednost j-tog kriterijuma. Podaci za MCDM problem mogu biti određeni direktnim opažanjem (ako su kvantitativni) ili indirektnim mišljenjima ako su kvalitativni [72].

	Alternative	Kriterijumi			
		C1	C2	...	Cn
		w1	w2	...	wn
	A1	a11	a12	...	a1n
	A2	a21	a22	...	a2n

	Am	am1	am2	...	amn

Slika 4.1 Struktura tipične matrice odlučivanja

Treba napomenuti da su u upotrebi različiti termini za iste pojmove kao npr:

Kriterijum=atributi

Alternativa=odluka=rješenje

Takođe se i za metod koji nema čvrstu matematičku strukturu koristi termin tehnika. Drugi termin koji se najčešće koristi u dijelu modela odlučivanja jeste multikriterijumska analiza odlučivanja (MCDA). Mnogi autori poistovjećuju ova dva pristupa, mada postoji izvjesna jedva primjetna razlika između ova dva termina. Termin MCDM se koristi da označi nalaženje najbolje alternative u postojećem okruženju dok kod MCDA alternative nijesu poznate unaprijed, ali mogu biti određene analizom diskretnih i/ili kontinualnih varijabli. Obično MCDA ima za cilj praćenje četiri cilja odnosno problema [73, 74]:

1. nalaženje najbolje alternative,
2. grupisanje alternativa u dobro definisane klase,
3. rangiranje alternativa prema totalnim karakteristikama i
4. opisivanje pozicioniranja alternativa u odnosu na svaki kriterijum simultano.

Svakako treba naglasiti da se MCDM i MCDA mogu koristiti za rješavanje iste klase problema.

Iako MCDM problemi mogu pripadati bitno različitom kontekstu, oni imaju i određene zajedničke karakteristike [75] :

a) Višestruki atributi (kriterijumi) često formiraju hijerarhiju

Dakle, svaka alternativa se vrednuje u odnosu na definisane kriterijume s tim što svaki kriterijum može imati svoje potkriterijume što vodi u kreiranje hijerarhijske strukture kriterijuma.

b) Konflikt kriterijuma

Višestruki kriterijumi su obično u međusobnom konfliktu, pa je stoga neophodno izvršiti i vrednovanje kriterijuma u odnosu na zadati cilj.

c) Hibridna struktura

Nije rijetka situacija da se prilikom vrednovanja alternativa koristi kombinacija kvantitativnih i kvalitativnih atributa. Kombinacije kriterijuma vode u kombinovanje različitih mjernih sistema, a nesaglasnost jedinica često znači i neuporedivost, naročito ako su neki atributi kvantitativni, a neki kvalitativni, što je u praksi čest slučaj.

d) Neodređenost

Na neodređenost utiče nesigurnost donosilaca odluka u pogledu sopstvenih ocjena alternativa a u odnosu na određene attribute (kriterijume). Tome može da doprinese i nedostupnost ili nedovoljnost informacija o nekim atributima.

e) Razmjera

Realni problem odlučivanja može imati veliki broj atributa, pod-atributa, pod-pod-atributa itd. Broj alternativa takođe može biti veliki, ali ih je neophodno dovesti na razumnu mjeru. Preporuka je da se u složenijim hijerarhijama na jednom nivou nalazi

najviše 9 elemenata jer je psihološkim analizama pokazano da pojedinac ne može istovremeno da analizira više od sedam (plus ili minus 2) objekata [76, 96].

U radu [77] su naglašena tvrđenja koja reduciraju opseg i upotrebljivost MCDM metoda:

- Smanjenje vremena reducira broj kriterijuma koji se razmatraju.
- Mnogo kompletnija i preciznija definicija problema podrazumijeva i manje potrebnih kriterijuma.
- Nezavisni donosioci odluka imaju obavezu da koriste više kriterijuma od onih koji su strogo definisani hijerarhijskom strukturom.
- Izolovanost od promjena u okruženju smanjuje potrebe za većim brojem kriterijuma.
- Integrisano znanje o problemu vodi definisanju većeg broja kriterijuma, ali pojedinačno limitirano i neintegrativno znanje će značajno smanjiti broj kriterijuma.
- Organizacije koje se oslanjaju na zajedničko donošenje odluka vode ka redukciji kriterijuma i konačnom donošenju konsenzusa.

Ipak, sve ove generalne karakteristike su u nekim MCDM metodama više, a u nekim manje izražene, pa izbor metode u svakom slučaju zavisi od prirode samog problema.

4.2 Podjela MCDM metoda

Podjela MCDM metoda može biti višestruka.

MCDM metode se prema [78] mogu razvrstati u četiri različite familije:

1. outranking metode koji rangiraju alternative (ELECTRE and Promethee metod),
2. metode zasnovane na teoriji ocjene (reprezentativan model je AHP),
3. metode zasnovane na interaktivnom multiobjektivnom programiranju i
4. teorijski zasnovane metode grupnog odlučivanja i pregovaranja.

Na osnovu [79] se klasifikacija MCDM metoda vrši na:

- determinističke,
- stohastičke,
- fazi MCDM metode.

Takodje se na osnovu [79] vrši klasifikacija MCDM metoda na:

- individualno i
- grupno odlučivanje.

Ipak, najvažnija podjela MCDM metoda jeste na kompenzacione i nekompenzacione metode [75,80,225].

Nekompenzacione MCDM metode se smatraju jednostavnim i ne dopuštaju kompenzacije među atributima. Dakle, svaki atribut djeluje za sebe, i poređenja alternativa se vrše posebno u odnosu za svaki atribut. Među nekompenzacionim metodama su najvažniji [225]:

1. *Metod dominacije*. Eliminiraju sve dominantne alternative, a broj rješenja može biti veći od jedan
2. *Maxmin metod*. Ovaj metod podrazumijeva određivanje najslabijeg atributa (min) za svaku alternativu, a zatim se vrši izbor alternativa sa najjačim (max) i najslabijim (min) atributom. Ova metoda se može primijeniti samo kada se vrijednosti atributa mogu porediti.
3. *Maxmax metod* vrši izbor alternative prema najboljoj vrijednosti atributa.
4. *Konjuktivni metod ograničenja*. Za svaki atribut se najprije definiše minimalni standard, a zatim se izbor alternative vrši tako što se svaki atribut najprije poredi u odnosu na sopstveni standard.
5. *Disjunktivni metod ograničenja*. Ovaj metod vrednuje alternativu prema njenom najboljem atributu, bez obzira na ostale.

Kompenzacione MCDM metode dopuštaju smanjenje vrijednosti jednog atributa ako vrijednosti jednog ili više drugih atributa rastu. Kompenzacione metode se mogu podijeliti u četiri grupe [225]:

1. *Metode korisnosti*. Alternative se vrednuju i rangiraju u odnosu na sve attribute. Najznačajniji metod iz ove grupe je aditivni po kome se za svaku alternativu računa ukupna značajnost kao zbir pojedinačnih značajnosti atributa. U ovoj grupi je reprezentativan Analitički hijerarhijski proces (AHP).
2. *Metode kompromisa* podrazumijevaju izbor alternativa prema najbližem idealnom rješenju. Ovdje su karakteristične metode TOPSIS i CP (kompromisno programiranje).
3. *Metode saglasnosti (konkordanse)*. Redoslijed alternativa se generiše po prioritetu tako da mjera saglasnosti bude zadovoljena na najbolji način. Logika je da alternativa sa dovoljno visokim rangovima po više atributa bude i konačno visoko rangirana. Tipičan predstavnik ove grupe je metoda ELECTRE.

Praksa je da se u rješavanju istog problema često koristi više MCDM metoda da bi se rezultati uporedili, jer apsolutno najboljeg metoda za sve situacije nema, a validnost rezultata obično nije jednostavno provjeriti. Dakle, isti MCDM problem može imati više rješenja koja u zavisnosti od prirode problema imaju i različita imena [75]:

- *Idealno rješenje* je karakteristično za slučaj kada se svi kriterijumi mogu podijeliti na one koji maksimiziraju i one koji minimiziraju vrijednosti. Idealno rješenje treba da zadovolji sve kriterijume i ono uglavnom u praksi nije zastupljeno.
- Ako idealno rješenje nije moguće dobiti treba analizirati *nedominirana rješenja*. Rješenje je dominirano ako postoji bar jedno drugačije rješenje koje je bar po jednom atributu bolje od posmatranog, uz uslov da je po drugim atributima bar jednako. Rješenje se smatra nedominiranim ako nije dominantno ni po jednom atributu.

- *Zadovoljavajuće rješenje* nije nedominirano rješenje, a koliko je zadovoljavajuće zavisi od očekivanja donosioca odluka.
- *Poželjna rješenja* su nedominirana i pri tome najbolje zadovoljavaju očekivanja donosilaca odluka.

Najznačajniji MCDM metodi predstavljeni u [81] su :

- Analytic Hierarchy Process (AHP)
- Multi-Attribute Global Inference of Quality (MAGIQ)
- Goal Programming
- ELECTRE (Outranking)
- PROMETHÉE (Outranking)
- Data Envelopment Analysis
- The Evidential Reasoning Approach
- Dominance-based Rough Set Approach (DRSA)

gdje se uočava da AHP zauzima počasno prvo mjesto, ali treba znati da izbor metoda svakako zavisi od prirode samog problema. Međutim, zbog jednostavnosti u primjeni kao i širokog spektra problema za koje se pokazalo da pruža veoma zadovoljavajuća rješenja, AHP metod ima daleko najrasprostranjeniju primjenu u praksi [21, 22, 225, 226, 227].

4.3 Analitički hijerarhijski proces (AHP)

Kasnih 60-ih godina Thomas Saaty kao jedan od pionira "Operacionih istraživanja" i autor prvog u nizu udžbenika matematičkih modela operacionih istraživanja je bio glavni istraživač u Arms Control i Disarmament Agency u USA. On je okupio vodeće svjetske ekonomiste i teoretičare, ali uprkos talentima okupljenih ljudi od kojih su neki čak bili i dobitnici Nobelove nagrade, Saaty je bio vrlo razočaran rezultatima timskog rada. On je kasnije izjavio:

"Nekolike ključne stvari su mi ostale u sjećanju. Prva je da su teorije i modeli naučnika veoma često suviše opšti i apstraktni da bi se mogli prilagoditi pojedinačnim konkretnim potrebama. Bilo je veoma teško objediniti i usmjeriti njihove suviše različite stavove kako bi se došlo do praktičnog i oblikovanog rješenja..."

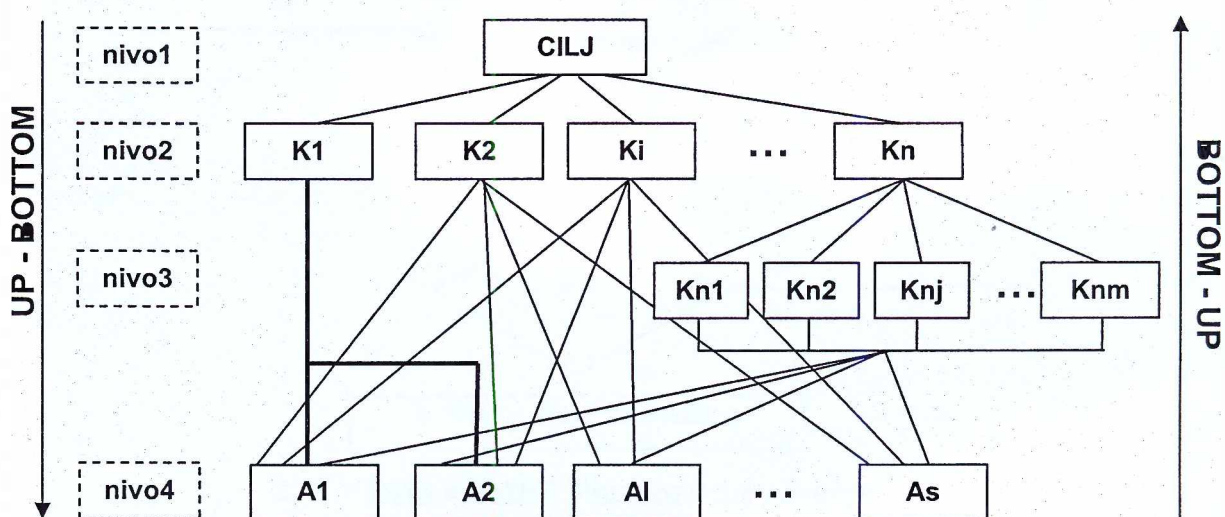
Razmatrajući probleme u vezi sa komunikacijom naučnika i njihovim očiglednim nedostatkom praktičnog sistematskog pristupa u postavljanju prioriteta i donošenju odluka, bio je motivisan da pristupi razvoju jednostavnog modela za donošenje odluka. Tako je kao rezultat sinteze postojećih koncepata nastala jednostavna i vrlo upotrebljiva AHP metoda koja je našla veliku primjenu u najrazličitijim praktičnim problemima [220].

4.3.1 Metodološke osnove AHP-a

Analitički hijerarhijski proces (AHP) predstavlja metod naučne analize i donošenja odluka vrednovanjem hijerarhija čije elemente čine ciljevi, kriterijumi, potkriterijumi i alternative.

AHP je višekriterijumska metoda koja se bazira na razlaganju složenog problema na više nivoa hijerarhije sa postavljenim ciljem na vrhu kao prvim nivoom. Sljedeći nivoi hijerarhije su kriterijumi i potkriterijumi, a poslednji nivo čine alternative. U suštini se hijerarhija AHP-a sastoji od 3 osnovna nivoa (cilj, kriterijumi, alternative) s tim što je moguće ovakvu strukturu dalje dekomponovati formiranjem novih nivoa hijerarhije razlaganjem, recimo, kriterijuma na potkriterijume, čime se formiraju nivoi hijerarhije ispod nivoa kriterijuma a iznad nivoa alternativa. Ovaj postupak dekomponovanja je moguće izvršiti do potrebnog stepena detaljnosti.

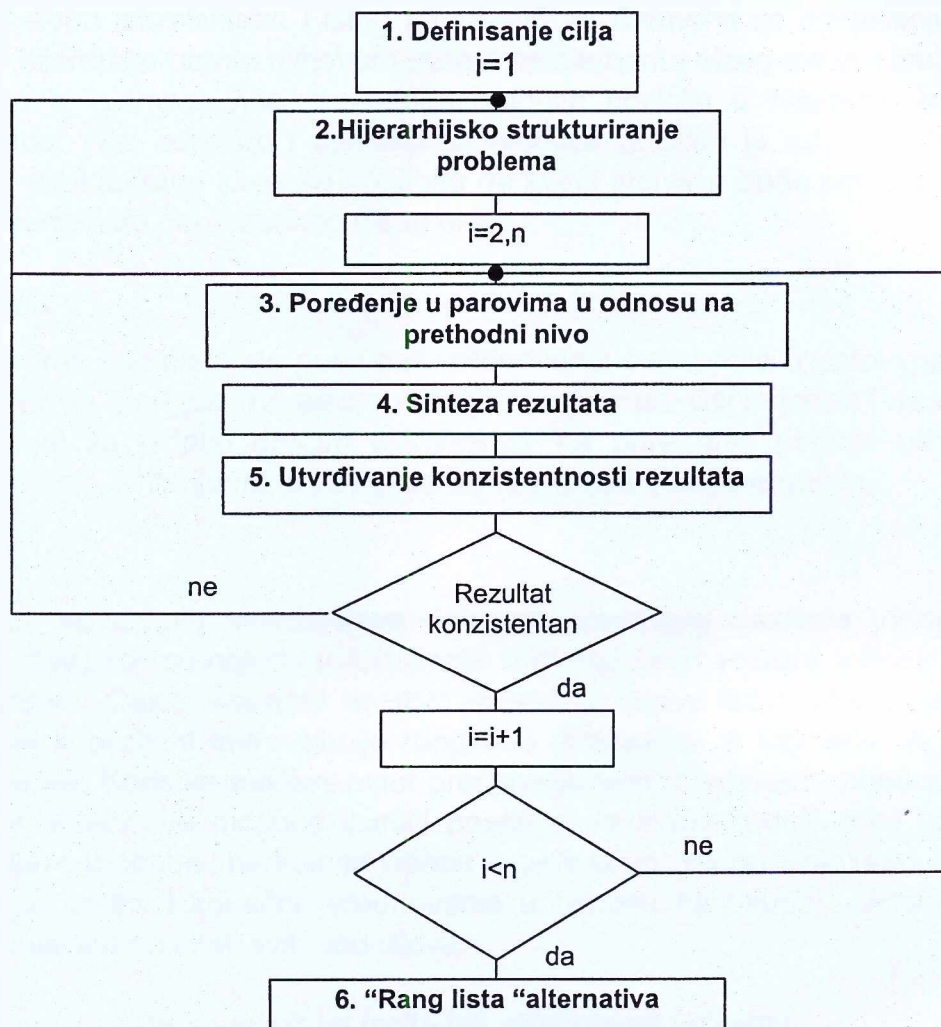
Na slici 4.2 je prikazana četvoroslojna AHP hijerarhija, s tim što treba imati u vidu da ona ne mora da bude kompletna, dakle moguće je da jedan kriterijum nije zajednički za sve alternative (k1, A1, A2) što hijerarhiju dijeli na podhijerarhije sa zajedničkim ciljem na vrhu (slika 4.3).



Slika 4.2 Primjer hijerarhije u AHP

U postupku AHP se najprije definiše "cilj" a zatim kriterijumi, potkriterijumi i na kraju alternative. Dakle, postupak definisanja problema je od vrha ka dnu (UP BOTTOM). AHP dozvoljava vrednovanje po nivoima u oba smjera (UP BOTTOM) i (BOTTOM UP) mada je u praksi zastupljenije vrednovanje od vrha tj. vrednovanje kriterijuma u odnosu na cilj, potkriterijuma u odnosu na kriterijume, alternativa u odnosu na potkriterijume. Konačan rezultat AHP metode je lista relativne značajnosti alternativa u odnosu na cilj, dakle dobijeni rezultat je u suprotnom smjeru u odnosu na postavljeni zadatak (BOTTOM UP). U slučaju da su alternative, u odnosu na jedan od kriterijuma koji je okarakterisan kao visoko signifikantan, jednako ocijenjene dozvoljava se eliminisanje ili raščlanjivanje datog kriterijuma.

Na slici 4.3 [105] je kroz **šest koraka** algoritmom pregledno predstavljen postupak odlučivanja primjenom AHP metode za problem definisan hijerarhijskom strukturom od "n" nivoa.



Slika 4.3 AHP Postupak odlučivanja

Korak 1

U ovom postupku je najprije potrebno jasno definisati cilj i pobrojati moguće alternative čiji prioritet treba odrediti, i u skladu sa tim razmotriti opravdanost primjene AHP metode.

Korak 2

Drugi korak je jedan od najvažnijih segmenata procesa odlučivanja i podrazumijeva visoko-kreativne aktivnosti koje istovremeno predstavljaju i osnovne predispozicije kvalitetnog odlučivanja u kojem se definišu svi faktori koji ulaze u sastav hijerarhije. AHP postupak je veoma fleksibilan jer omogućava razlaganje i najsloženijeg problema na sastavne elemente (kriterijume, potkriterijume,... alternative) i predstavlja relativno jednostavan način za utvrđivanje relacija i međuzavisnosti uticajnih faktora kako bi se odredila dominantnost jednog faktora u odnosu na drugi što na kraju rezultira listom ponderisanih alternativa.

Strukturiranje hijerarhije sa jedne strane daje uvid u kompleksnost problema i relacije između elemenata, a sa druge značajno pomaže u preispitivanju da li su elementi na

istom nivou istovremeno i istog reda veličine. Elementi se postavljaju na određene nivoe hijerarhije prema njihovom uticaju na elemente nižeg nivoa. Usvojeno je pravilo da što je element više neodređen njegova pozicija u hijerarhiji je viša i što je elemenat više određen i specificiran njegova pozicija je niža. Dakle hijerarhija je dobro strukturirana kada se postigne da svaki element bude pod uticajem jednog ili više elemenata neposrednog višeg nivoa.

Korak 3

Ovaj korak se odnosi na postupak vrednovanja elemenata u parovima koji pripadaju istom nivou u odnosu na element prethodnog nivoa. Cilj je jedan i na vrhu i on se ne poredi ni sa jednim drugim elementom, pa poređenje počinje od drugog nivoa hijerarhije tj. Kriterijuma, a završava se sa poređenjem alternativa.

Korak 4

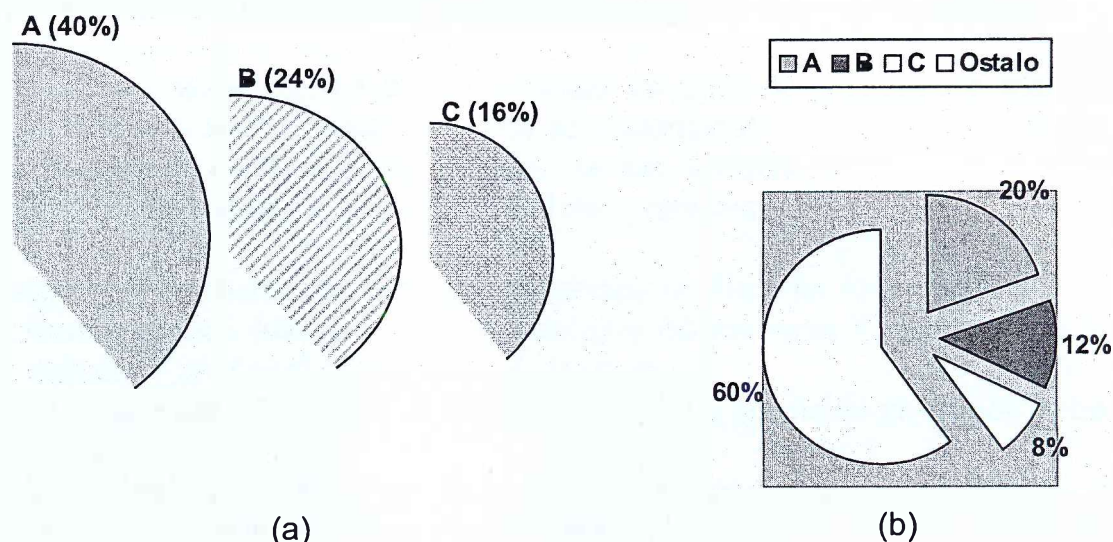
Sinteza rezultata podrazumijeva dobijanje konačnog rezultata (odnosno prioriteta alternativa) koji se ogleda u formiranju kompozicionih vektora težinskih koeficijenata alternativa. Dakle, konačni rezultat sinteze je "*rang lista*" alternativa gdje najveći težinski koeficijent ima najbolje rangirana alternativa, a najmanji najgore rangirana alternativa. Koristan međurezultat predstavlja vektor težinskih vrijednosti kriterijuma. Naime, sintezu je moguće izvršiti posebno za svaki podcilj (ako ona u sebi ima podciljeve u odnosu na koje je vršeno pojedinačno vrednovanje) kao što je i na kraju moguće izvršiti i konačno vrednovanje u odnosu na ukupni - finalni cilj, kada se objedinjavaju rezultati svih podciljeva.

Prezentacija sinteze rezultata može biti: distributivna i idealna.

Idealna (otvorena) sinteza. Ona se ponekad naziva "*otvoreni sistem*", dodjeljuje najveću težinsku vrijednost za najbolju alternativu dok ostalima dodjeljuje relativne vrijednosti u odnosu na izabranu alternativu i definisani cilj. U ovom slučaju je suma težinskih vrijednosti za sve alternative 1. Ovaj pristup se primjenjuje kada se metodologijom želi izabrati jedna opcija i kada nije interesantno da se dobije lista prioriteta. Ako se posmatra jedan kriterijum koji ima globalni prioritet 0.4 (Slika 4.5a [84]) tada tri alternative koje sukcesivno imaju lokalne prioritete (0.5, 0.3, 0.2) u smislu idealne sinteze dobijaju vrijednosti tako što se najznačajnijoj alternativni dodijeli vrijednost kriterijuma $a=0.4$, a ostalima se dodijele vrijednosti prema raspodjeli u odnosu na nju tj. drugoj alternativni vrijednost $b=0.4/0.5*0.3=0.24$, a trećoj $c=0.4/0.5*0.2=0.16$.

Distributivna (zatvorena) sinteza. Ona se ponekad naziva "*zatvoreni sistem*" kada se vrši dodjeljivanje težinskih vrijednosti alternativa u direktnom odnosu na cilj. Primjenjuje se kada se želi dobiti lista prioriteta i često je u upotrebi. Ako se posmatra kriterijum sa globalnom vrijednosti 0.4 i alternative sa lokalnim vrijednostima (0.5, 0.3, 0.2) tada prema distributivnoj sintezi globalne vrijednosti alternativa se izračunavaju ravnopravno u odnosu na vrijednost kriterijuma. U tom slučaju dobijaju se vrijednosti

($a=0.5*0.4=0.2$, $b=0.3*0.4=0.12$, $c=0.2*0.4=0.08$) kao na slici 4.4 b [84]. U ovom slučaju je globalni prioritet alternativa uvijek jednak 1.



Slika 4.4 Idealna (a) i distributivna (b) raspodjela u odnosu na kriterij sa vrijednošću 0.4

Važno je napomenuti da je procedura AHP identična i za idealnu i distributivnu sintezu i da je razlika samo u dijelu konačne sinteze rješenja.

Korak 5

S obzirom na to da je svaka ocjena subjektivna i da ne postoji idealno objektivno ocjenjivanje, AHP kao metod upravo u tom dijelu ima najveće prednosti, jer omogućava u izvjesnom stepenu analiziranje i određivanje konzistentnosti donosioca odluke u vrednovanju pojedinih elemenata hijerarhije. Naime, AHP na bazi određenih premisa i jednostavnih matematičkih operacija omogućava mjerenje grešaka u odlučivanju izračunavanjem najprije indeksa konzistentnosti i na kraju stepena konzistentnosti.

Ako je model konzistentan na kraju se konačno dobija lista prioriteta alternativa. Rezultat se smatra dovoljno tačnim ako je stepen konzistentnosti CR manji od 0.10. Ako je stepen konzistentnosti veći od te vrijednosti, potrebno je detaljno preispitati uzroke takvog rezultata i ukloniti ih djelimičnim ili potpunim ponavljanjem poređenja u parovima. U slučaju da ni ovi koraci ne obezbijede potrebnu konzistentnost rezultata, treba postupak ponoviti od samog početka definisanja hijerarhije problema.

U [85] se navode uzroci neusaglašenosti (nekonzistentnosti):

- administrativne greške,
- nedovoljna informisanost donosioca odluka,
- nedostatak koncentracije kod donosioca odluka,
- realni problemi ponekad nijesu konzistentni,
- neadekvatna hijerarhijska struktura problema.

Treba napomenuti da niska konzistentnost ne treba da bude primarni cilj u procesu donošenja odluka. Niži stepen nekonzistentnosti je potreban ali ne i dovoljan uslov u ovom procesu, jer je važnije da model bude ispravan nego potpuno konzistentan.

Prethodno opisani koraci 3, 4 i 5 se ponavljaju za svaki nivo hijerarhije sve do utvrđivanja težinskih koeficijenata i stepena konzistentnosti elemenata posljednjeg nivoa odnosno nivoa alternativa. Na taj način se kao konačni rezultat dobija "*rang lista*" ponuđenih alternativa u odnosu na zadati cilj i predložene kriterijume.

Metodologija AHP se zasniva na aksiomima i principima. Aksiome AHP-a su [86]:

1. **Recipročnost.** Ako je element X značajniji od elementa Y, n puta, tada je element Y značajniji od elementa X, $1/n$ puta.
2. **Homogenost.** Poređenje je moguće samo ako su elementi između sebe poredivi.
3. **Zavisnost.** Dozvoljava se samo poređenje unutar grupe elemenata u odnosu na element višeg nivoa. Dakle svi elementi jednog nivoa su međusobno nezavisni ali su pri tom uporedivi i to u odnosu na element gornjeg nivoa. Ova aksioma nije uvijek konzistentna sa realnim događajima pa se u slučaju postojanja povratnih relacija između elemenata ne primjenjuje AHP model već ANP (Analytic network process) model.
4. **Očekivanje.** Svaka izmjena u strukturi hijerarhije zahtijeva ponovno računanje prioriteta u novoj hijerarhiji.

AHP je baziran na tri osnovna principa [86]:

1. **Dekompozicija** podrazumijeva kreiranje hijerarhijske strukture problema kako je prethodno pokazano.
2. **Komparativno ocjenjivanje** podrazumijeva vrednovanje elemenata u parovima koji pripadaju istom nivou u odnosu na element prethodnog nivoa.
3. **Sinteza prioriteta** se odnosi na određivanje prioriteta alternativa u odnosu na globalni cilj problema.

Može se uočiti da je ovaj model po svojstvima, metod rješavanja nekih "*nerješivih problema*" gdje se porede elementi koji se apriori mogu smatrati neporedivim a koji prevođenjem u hijerarhijsku strukturu daju rješenje. Osnovni problem u donošenju odluka jeste kako odrediti težinske vrijednosti elemenata hijerarhije u cilju sintetizovanja konačnog rezultata. U odlučivanju se moraju vrednovati kvalitativna svojstva elemenata, ali ih treba prevesti u neku skalu kako bi se što približnije odredili. Dakle, osnovni problem je kako kvantifikovati jezički formulisane kvalitativne fraze elemenata jednog nivoa u odnosu na element višeg nivoa. To se postiže prevođenjem poređenja u skale vrijednosti.

Skala je "*mehanizam*" za mapiranje jedan-na-jedan između:

- (a) skupa diskretnih jezičkih fraza koje su na raspolaganju donosiocu odluka i
- (b) diskretnog skupa brojeva koji predstavljaju značaj ("*težinu*") jezičkih fraza.

Mapiranje je obostrano jednoznačno [87].

4.3.2 Skale vrednovanja

U razvoju skala postoji više pristupa koji su bazirani na sposobnostima pojedinca da u jednom trenutku pouzdano vrednuje 7 (plus minus 2) [76, 96] objekata kao i njegovu nemogućnost da vrši izbor u beskonačnom skupu vrijednosti. Shodno tome u tabeli 4.1 su date neke češće korišćene skale vrednovanja.

Tabela 4.1 Skale vrednovanja

	Standardna Saaty skala	Ma-Zeng skala	Balansirana skala	Lotsmina skala
Apsolutna dominantnost	9	9	9	8
Vrlo jaka dominantnost	7	$9/7=1.3$	4	6
Jaka dominantnost	5	$9/5=1.8$	2.33	4
Slaba dominantnost	3	$9/3=3.0$	1.5	2
Isti značaj	1	1	1	1

Treba napomenuti da ne postoji analiza ovih skala u smislu da je definisana najgora i najbolja za sve slučajeve, već izbor skale zavisi samo od prirode problema koji se razmatra [88].

"Saaty" skala (tabela 4.2 [86, 96]) je djelimično linearna i ima najveću vrijednost 9 a najmanju 1 pri čemu razlike između podjela iznose 1. Vrijednosti simetrične u odnosu na 1 su date kao recipročne vrijednosti. Dakle, ako A u odnosu na B ima vrijednost 5 tada B u odnosu na A ima vrijednost 1/5 pa je stoga prvi interval vrijednosti linearan (1,9) a drugi nelinearan (1, 1/9). Ovdje se takođe dozvoljavaju i međuvrijednosti (2,4,6,8) ako je to potrebno. Ovo je ujedno i najznačajnija i najviše korišćena skala vrednovanja u AHP metodi.

Tabela 4.2 Saaty skala

Skala poređenja (Saaty)	
$S=\{\frac{1}{9}, \frac{1}{8}, \frac{1}{7}, \frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$	
1	Isti značaj
3	Slaba dominantnost
5	Jaka dominantnost
7	Vrlo jaka dominantnost
9	Apsolutna dominantnost
2,4,6,8	Međuvrijednosti koje se koriste za predstavljanje kompromisa između ocjena

Ma i Zeng [89] su predložili apsolutno linearni model i skalu koja, obuhvatajući i međuvrijednosti ima oblik $(9, 9/2, 9/3, 9/4, 9/5, 9/6, 9/7, 9/8, 1, 8/9, 7/9, 6/9, 5/9, 4/9, 3/9, 2/9, 1/9)$ gdje je raspon između vrijednosti konstantan i iznosi $(1-1/9)/8=1/9$. Međutim, iako potpuno linearna, nije naišla na široku upotrebu jer značajno amortizuje izražene dominantnosti između elemenata pa je teško iskoristiti za utvrđivanje prioriteta alternativa.

Uporednom analizom "Saaty" i "Ma Zeng" skale se uočava da ova prva naglašava dominantnost hijerarhijskih elemenata koju je moguće značajno ublažiti upotrebom "Ma Zeng" skale čime se u velikoj mjeri utiče na konačni rezultat i raspodjelu prioriteta analiziranih rješenja [90,91]. Detaljnom analizom distribucije težinskih vrijednosti kreirana je "balansirana skala" [92] koja povećava pouzdanost ocjena, smanjuje rasipanje težinskih vrijednosti i povećava konzistentnost procesa.

Posljednja skala u tabeli je "Lotsmina eksponencijalna skala" [93] gdje su "ocjene mapirane u brojeve na geometrijskoj relacionoj skali pomoću odgovarajuće parametizovane eksponencijalne transformacije" [94].

Osim ovih skala razvijene su i brojne druge, ali ipak "Saaty" skala dominira u praktičnoj primjeni pa će i u ovom radu ona biti izabrana.

4.3.3 Grupno odlučivanje

"Grupno odlučivanje daje mnogo bolje ocjene od bilo kakve pojedinačne analize"

[McGrath, 1984; Nah & Benbasat, 1999]

Najveća prednost AHP metode se ogleda upravo u toj mogućnosti što osim pojedinačnog odlučivanja dozvoljava i grupno odlučivanje koje je sve više u primjeni. Prethodno opisana procedura koja se odnosi na pojedinačno ocjenjivanje predstavlja i suštinu grupnog ocjenjivanja kod kojeg postoji veći broj donosilaca odluke sa osnovnom razlikom u postupku sinteze konačnih rezultata. Kod definisanja grupnog odlučivanja potrebno je da budu ispunjena dva osnovna uslova:

1. da svi članovi grupe rješavaju isti problem i
2. da svi članovi grupe zajedno definišu hijerarhiju problema.

U [95] se predstavljaju tri moguće situacije u donošenju odluka gdje ima više učesnika:

- *Grupno donošenje odluka.* Ovdje svi pojedinci rade u timu kako bi došli do zajedničkog cilja.
- *Pregovaračko donošenje odluka.* U ovom slučaju svaki pojedinac rješava problem pojedinačno, a zatim svi zajedno traže oblasti u kojima su postigli dogovor i u kojima nijesu.
- *Sistematsko donošenje odluka.* Ovdje je dozvoljeno da svaki pojedinac djeluje potpuno nezavisno, a zatim se po principu tolerancije nalazi način u kojem se različiti stavovi integrišu.

U [96, 97, 98] su predstavljena dva različita pravca u grupnom donošenju odluka a u odnosu na grupne prioritete, i to:

1. rad sa individualnim ocjenama (individual judgement (AIJ)) i
2. rad sa individualnim prioritetima (individual priorities (AIP))

U prvom slučaju se kreira nova matrica odlučivanja koja je bazirana na individualnim ocjenama odakle će biti izvedeni grupni prioriteti. Ovdje se najčešće koriste metode konsenzusa, glasanja i agregacije ocjena. U drugom slučaju su grupni prioriteti određeni na bazi individualnih prioriteta koristeći agregacioni metod.

U tom kontekstu se razlikuju dva slučaja, i to:

- **grupna sinteza sa potpunom informacijom** za koju je karakteristično da su svi članovi grupe izvršili sva vrednovanja u parovima. U ovom slučaju rješavanje problema se može izvesti na dva načina. Prvi je da se AHP primijeni za svakog člana grupe i da se na kraju izvrši sinteza rezultata, a drugi podrazumijeva da se najprije izvrši sinteza rezultata pa da se tek nakon toga sprovede AHP metoda kao u slučaju pojedinačnog ocjenjivanja.
- **grupna sinteza sa nepotpunom informacijom** postoji kada se članovi grupe nijesu ili ne žele izjasniti po pitanju vrednovanja svih parova. U ovom slučaju se najprije vrši sinteza i osrednjavanje dobijenih ocjena za članove grupe koji su se izjasnili u postupku poređenja, a zatim se vrši AHP sinteza rezultata kao za jednog donosioca odluke. Pri ovakvom ocjenjivanju je bitno da na svakoj poziciji u matričnom odlučivanju postoji makar jedno vrednovanje. Ako ovo nije slučaj tada je AHP potpuno neprimjenljiv.

Grupno odlučivanje se može sprovoditi na dva načina:

1. FTF (face to face) kada su okupljeni svi članovi grupe i
2. CM (computer mediated) virtuelno odlučivanje na daljinu

Različite studije koje su predstavljene pokazuju da nema generalnog stava po pitanju koji od ova dva pristupa je bolji i efektivniji. Nekoliko studija koje su razmatrane u analizi [99] pokazuju da geografski udaljeni članovi tima mogu postići istu efikasnost u donošenju odluka kao i tim koji djeluje na jednom mjestu. Čak se pokazuje da virtuelna interakcija preko elektronskih medija značajno može redukovati različite tipove diskriminacija koji u drugom slučaju mogu biti izraženi i da je tom prilikom pažnja članova grupe mnogo više usmjerena na suštinu problema nego na stavove članova grupe. Ipak, pomenuta studija na bazi empirijske analize je pokazala da su bolji efekti postignuti pristupom FTF nego CM po pitanju tri varijable:

1. zadovoljstvo procesom odlučivanja,
2. sposobnost rješavanja konflikata i
3. povjerenje u donešene odluke.

Rezultati studije [100] pokazuju da generalno nema razlika u kvalitetu odluka koje su donesene na bazi FTF i CM pristupa.

Dakle, nema potpune saglasnosti oko toga koji od ova dva pristupa postiže bolje rezultate, ali se u radu [101] ukazuje na neke od prednosti svakog od njih. Tako FTF ima prednost u donošenju odluka kada se problemi rješavaju unutar organizacija dok CM omogućava timu rad sa ekspertima izvan organizacije čime se značajno može doprinijeti većoj nezavisnosti i objektivnosti procesa odlučivanja.

4. 4 Izbor softvera i metode za podršku odlučivanju

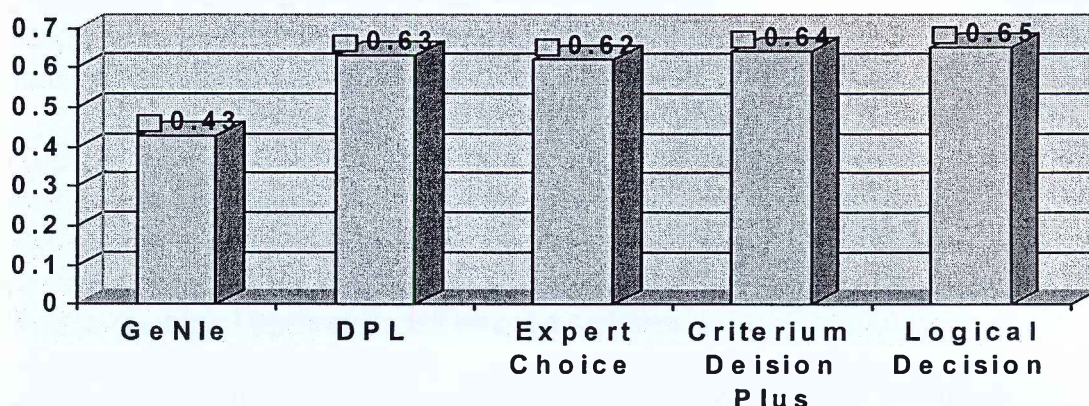
Za primjenu metoda za podršku grupnom odlučivanju je od velike važnosti izvršiti pravilan izbor softvera. Kao polazna osnova za izbor softvera poslužila je analiza [82]. Od ukupno dvadesetak softvera u analizu su ušla tri koja su orijentisana na višekriterijumsko odlučivanje (Logical Decisions, Criterium DecisionPlus and Expert Choice) i dva koja podržavaju sekvencijalno odlučivanje (DPL i GeNIe) a koja su takođe upotrebljiva za grupno odlučivanje. Ovaj postupak istovremeno predstavlja i potvrdu izbora MCDM metode. U tabeli 4.3 [82] je prikazano 6 osnovnih kriterijuma i 9 potkriterijuma po kojima su ocjenjivani softveri.

Tabela 4.3 Ocjenjivanje softvera

KRITERIJUM	OPIS
Strukturiranje problema	Mogućnost softvera da asistira u modeliranju problema
Dijagrami uticaja	Da li postoji i do koje mjere
Hijerarhija odlučivanja	Da li postoji i do koje mjere
Ostalo	Da li postoji i do koje mjere
Razvijanje alterntiva	Mogućnost softvera da asistira u proširivanju i razvijanju alternativa
Analiza	Mogućnost prikazivanja i utvrđivanja relacija između alternativa, kriterijuma i ciljeva
Sekvencijalno odlučivanje	Da li postoji i do koje mjere
Mogućnosti	Da li postoji i do koje mjere
Višekriterijumsko odlučivanje	Da li postoji i do koje mjere
Tehnička opremljenost	
Tehnička podrška	Senzibilnost i kvalitet u razvoju pitanja
Pouzdanost softvera	Brzina programa i vjerovatnoća otkaza
Mogućnost interakcija	Koliko dobro softver funkcioniše u grupnom odlučivanju i radu sa većim brojem učesnika
Grafika	Grafički prikaz i kvalitet komunikacionih alata
Grupne mogućnosti	Mogućnosti softvera za grupno odlučivanje
Mogućnost rada sa više učesnika	Mogućnost softvera da uključi više učesnika u istu analizu
Jednostavnost korišćenja	Koliko je softver jednostavan za razumijevanje i upotrebu

Ocjene softverskih paketa koje se kreću od 1 (slabo) do 10 (odlično) po prethodnim kriterijumima su prikazane u tabeli 4.4[82].

Objedinjavanjem ocjena po značajnosti kriterijuma na kraju je dobijena ukupna ocjena za svaki softver što je prikazano na slici 4.5 [82].



Slika 4.5 Lista vrednovanih softvera

Posmatrajući prethodnu analizu može se reći da apsolutnog favorita između 4 softvera (DPL, ExpertChoice, Criterium Decision Plus, Logical Decision) nema. U problematici razmatranoj ovim radom svakako najveću važnost pri izboru softvera ima kriterijum "Razvijanje alternativa" dok kriterijum "Jednostavnost korišćenja" i ne igra neku veliku ulogu. Ovo iz razloga što će se u procesu vrednovanja uticaja na životnu sredinu sigurno javiti veliki broj alternativa (uticaja na životnu sredinu) u izabranom poslovnom sistemu, a slična situacija će se svakako javiti i kod vrednovanja mjera u implementaciji BSC-a. Imajući u vidu analizu prikazanu tabelom 4.4 uočava se da softveri Expert Choice i DPL imaju najbolje vrijednosti za kriterijume "Strukturiranje problema" i "Razvijanje alternativa" koji su najbitniji za potrebe ovog rada. S obzirom na to da Expert Choice predstavlja alat višekriterijumskog odlučivanja, za razliku od DPL koji pripada alatima sekvencijalnog odlučivanja, to se izbor sveo na alat Expert Choice. Naime, Expert Choice ima mnogo veće mogućnosti za strukturiranje problema nego najbolje ocijenjeni softver (LD) a što je najvažnije, ima veliku mogućnost širenja alternativa i interakcija sa drugim alatima što predstavlja veoma bitnu karakteristiku za izbor softvera u problematici koja se razmatra.

Expert Choice softver koji je u potpunosti baziran na AHP metodologiji podržava rješavanje problema donošenja odluka na bazi velikog broja kriterijuma i alternativa, a naročito dobra karakteristika ovog softvera jeste to što se njegova upotreba može podići na viši nivo korišćenjem tehnologije ekspertnih sistema.

AHP metod predstavlja metodološki jednostavan i matematički utemeljen mehanizam za podršku odlučivanju koji u potpunosti daje rezultate kojima se može vjerovati. Osim što veoma uspješno simulira proces donošenja odluka i hijerarhijski raščlanjuje problem do potrebnog nivoa jednostavnosti, AHP donosiocu odluke tokom cijelog procesa pruža informacije o težinskim koeficijentima svih kriterijuma i potkriterijuma u odnosu na cilj. Njegova najveća prednost, naročito pri grupnom odlučivanju, jeste u tome što znatno poboljšava komunikaciju i saradnju između članova grupe u duhu

timskog rada čime se produbljuje povjerenje svih članova u krajnji rezultat. Takođe veoma uspješno ukazuje na nekonzistentnost pojedinih donosilaca odluke, što je od velike važnosti s obzirom na to da su te nekonzistentnosti naročito izražene u najzastupljenijim praktičnim problemima koji se odlikuju kombinacijom kvalitativnih i kvantitativnih kriterijuma.

Osim upotrebe AHP u svim realnim kompleksnim problemima *Expert Choice* softverski paket baziran na ovom metodu se može veoma uspješno primjenjivati i u poboljšanju nekih osobina ekspert sistema (identifikacija i kvantifikacija određenih faktora, što se može smjestiti u pravila baze znanja ekspertnih sistema), kao i kod ocjenjivanja osobina i upotrebljivosti ekspert sistema.

Ovakvim kombinacijama je moguće ostvariti [83] :

- povezivanje hijerarhija u razmatranom zadatku sa logičkim (IF – THEN) strukturama koje se primjenjuju u ekspert sistemima
- čuvanje i pozivanje hijerarhija se koristi za ažuriranje ocjena nakon obavljenog procesa učenja. Pri tome nije potrebno vršiti ponovno procjenjivanje svih ocjena
- razvoj metoda za ugrađivanje i ažuriranje starih hijerarhija u veće i kompleksnije modele.

Dakle, bilo koji problem koji zahtijeva strukturiranje, mjerenje i sintezu rezultata predstavlja dobru šansu za primjenu AHP. AHP je između svih MCDM metoda izabran zbog prednosti u pogledu sljedećih karakteristika [148]:

- Kvantifikovanje elemenata strukturiranih u hijerarhijskom modelu uz mogućnost dokumentovanja
- Primjenjiv u situacijama koje obuhvataju veći broj kriterijuma
- Omogućava subjektivno ocjenjivanje
- Koristi kvalitativne i kvantitativne podatke
- Omogućava mjerenje konzistentnosti
- U naučnoj literaturi je široko analiziran i primjenjivan
- Ima veoma dobru softversku podršku
- Podoban za grupno odlučivanje

AHP se uspješno može primijeniti u procesima kao što su: izbor jedne alternative iz mnoštva ostalih, predviđanje, TQM, reiženjering procesa, QFD i BSC.

4.5 Zaključak

U ovom poglavlju je izvršena opsežna analiza MCDM metoda za podršku odlučivanju i softverskih programa za njihovu podršku s obzirom na to da je u doktorskoj disertaciji predviđena njihova upotreba u svim oblastima gdje je moguće hijerarhijski strukturirati problem i donijeti odluke na bazi mjerljivih podataka. Shodno tematici samog rada i problemima koji se razmatraju, izbor se sveo na AHP metodu multikriterijumskog odlučivanja i u skladu sa tim *Expert Choice* softverski program.

AHP je metoda koja je veoma praktična zbog svoje primjenjivosti na velikom spektru različitih problema i pri tome je bazirana na dobro definisanom matematičkom modelu (Saaty). Dobre osobine AHP metode presudne za njen izbor u ovom radu su [102] :

- AHP uspješno simulira proces donošenja odluka - od definisanja cilja, kriterijuma i alternativa do vrednovanja kriterijuma i alternativa u parovima i dobijanja rezultata.
- Dok AHP traje, korisnik ima osjećaj da softver ispravno prati njegov proces razmišljanja i da mu pravovremeno ukazuje da li je rasuđivanje konzistentno.
- AHP daje donosiocu odluka i informaciju o težinskim koeficijentima kriterijuma u odnosu na cilj.
- Korisnički interfejs je dobro riješen, odziv softvera je brz, a korisnik ima mogućnost da se u donošenju odluka lako vraća unazad i koriguje svoje rasuđivanje.
- Postoji mogućnost i analize osjetljivosti rezultata, a prihvatljiva je i 2D grafika.
- Kada se koristi pri grupnom donošenju odluka, AHP značajno poboljšava komunikaciju između članova grupe [103, 104] čime se postiže bolje razumijevanje i lakši put do konsenzusa, a u konačnom ishodu članovi grupe imaju više povjerenja u izabranu alternativu.
- AHP uspješno identifikuje probleme i ukazuje na nekonzistentnost donosioca odluka.

Sve prednosti ove metode su od velike važnosti kod rješavanja problema obuhvaćenih tematikom ovog rada. Naime, najvažnija primjena AHP metode se ogleda u dijelu provjere značajnosti aspekata i uticaja na životnu sredinu, čiji će broj svakako biti prilično veliki, pa je stoga i izabrana ova metoda koja ima određenih prednosti u pogledu većeg broja alternativa (primjena u poglavlju 5).

Takođe će se vrednovanje ciljeva i mjera unutar BSC modela izvoditi na bazi grupnog multikriterijumskog odlučivanja pri čemu će se iskoristiti mogućnost koju pruža metoda AHP i softver Expert Choice, a to je: Grupna sinteza sa potpunom informacijom na FTF principu odlučivanja (primjena u poglavlju 7).

Za ekspertske ocjenjivanje preporučenih modela BSC koji uključuju elemente ZZS u cilju izbora konačnog modela za implementaciju u izabranom poslovnom okruženju će takođe biti upotrijebljen AHP model grupnog odlučivanja, koji će zbog prirode problema biti baziran na CM principu virtuelnog odlučivanja na daljinu (primjena u poglavlju 8).

Procedura vrednovanja elemenata hijerarhije će se u svakoj primjeni AHP metode vršiti na bazi Saaty skale koja je u ovom poglavlju detaljno opisana i koja je ujedno i najzastupljenija u praktičnom rješavanju problema, na kojoj je sama metoda bazirana u okviru Expert Choice softverskog programa.

POGLAVLJE 5

VREDNOVANJE UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU – NEURONSKE MREŽE

Tehničko-tehnološki razvoj koji je znatno uticao na narušavanje ekološke ravnoteže u prirodi je omogućio detaljno izučavanje takvih pojava uz prilično precizno prognoziranje budućeg razvoja. Kako je samo u malom broju slučajeva moguće govoriti o uklanjanju posledica zagađenja životne sredine, to pažnju treba posvetiti sprečavanju daljeg zagađivanja okoline i iskorišćavanja njenih blagodeti. Iz tog razloga je neophodno što je moguće ranije ali naravno na pravi način, identifikovati uticaje na životnu sredinu, izvršiti vrednovanje značajnosti svakog posebno i preduzeti mjere za njihovu sanaciju do potpunog uklanjanja neželjenih posljedica.

Kako bi se ove akcije sprovele na pravi način, potrebno je razviti model za identifikaciju i vrednovanje aspekata i/ili uticaja na životnu sredinu kojim bi bili obuhvaćeni svi faktori koji imaju ili mogu imati dejstvo na životnu sredinu. Najveću pažnju ipak zavređuje proces vrednovanja aspekata i uticaja s obzirom da je to oblast u kojoj je moguće vršiti najveće manipulacije sa podacima i od kojih istovremeno zavisi efektivnost i efikasnost implementacije standarda ISO 14001.

Problematika identifikacije i kvantifikovanja je obuhvaćena zahtjevom 4.3.1 Aspekti životne sredine standarda ISO 14001:2004 gdje se pred organizaciju koja je u fazi implementacije sistema menadžmenta zaštitom životne sredine po ovom standardu postavljaju sljedeće obaveze:

- identifikovanje aspekata životne sredine u svim aktivnostima, proizvodima i uslugama u okviru utvrđenog obima svog sistema upravljanja zaštitom životne sredine koji može da kontroliše i na koji može da utiče uzimajući u obzir planirane ili nove razvoje, nove ili modifikovane aktivnosti, proizvode ili usluge;
- utvrđivanje onih aspekata koji imaju ili mogu imati značajne uticaje na životnu sredinu.

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. Ono na čemu se standard u ovom zahtjevu najviše osvrnuo jeste uspostavljanje kriterijuma značajnosti gdje ukazuje na neke mogućnosti koje je potrebno, ali ne i obavezno razmotriti. Da li je ovako liberalan pristup neophodan i stvarno jedini mogući ili je bilo neophodno blažim zahtjevima pridobiti što veći broj organizacija za njegovu implementaciju, kako bi se kasnijim revizijama oni postrožili, ostaje da se vidi.

Ova problematika je obrađivana u autorovom magistarskom radu [1] u smislu iznalaženja metodologije za objektivno i pouzdano vrednovanje aspekata i uticaja na životnu sredinu. U tom cilju je izvršena analiza rezultata vrednovanja uticaja na životnu sredinu određenog broja organizacija sertifikovanih po standardu ISO 14001 pri čemu se formirao opsežan registar podataka u vezi sa identifikovanim i ocijenjenim kao značajnim uticajima na životnu sredinu. Tom prilikom su detaljno analizirane i različite metode vrednovanja zastupljene u razmatranim organizacijama pri čemu se došlo do saznanja da iste teško mogu biti objektivne i pouzdane u radu. Stoga je, s obzirom na veliki broj podataka kojima se raspolagalo, ocijenjeno da vještačke neuronske mreže mogu pružiti objektivno i pouzdano vrednovanje uticaja na životnu sredinu što se u najvećoj mjeri i dokazalo u autorovom magistarskom radu.

S obzirom na to da se u periodu nakon izrade magistarskog rada radilo na proširenju registra podataka u vezi sa identifikovanim i ocijenjenim kao značajnim uticajima na životnu sredinu, stvoreni su uslovi za dodatnu potvrdu opravdanosti primjene neuronskih mreža u ovoj problematici. Naime, u ovom poglavlju će se nakon opsežne analize samih neuronskih mreža, dati kratak osvrt na rezultate magistarskog rada nakon čega će se u izabranom poslovnom okruženju ponovno potražiti verifikacija modela vrednovanja. Na samom kraju će se izvršiti analiza upotrebljivosti modela na bazi neuronskih mreža i ukazati na eventualna odstupanja od realnog stanja kao i na eventualna unapređenja modela po osnovu povećanja registra podataka.

Treba napomenuti da upravo objektivno i pouzdano vrednovanje uticaja na životnu sredinu predstavlja okosnicu modela za unapređenje upravljanja zaštitom životne sredine koji se promoviše u ovom radu.

5.1 Vještačke neuronske mreže

Savremeno doba karakteriše sve učestalija upotreba inteligentnih mašina koje upravljaju i kontrolišu životne aspekte težeći stvaranju tehnički automatizovanog svijeta kontrolisanog od strane inteligentnih programabilnih mašina. Neuronske mreže, vještačka inteligencija, virtuelna stvarnost,.. sada predstavljaju realnost koja se donedavno činila kao fikcija opisana samo u radovima pojedinih futurologa. Do

skoro su mašine predstavljale samo pomoć u radu, dok se danas primjenom vještačke inteligencije i neuronskih mreža stvaraju mašine koje sve više podražavaju čovjeka simulirajući način na koji on rješava postavljene probleme.

Razlog za razvoj neuronskih mreža treba tražiti u potrebi rješavanja problema u inženjerskoj praksi koji se ne mogu precizno definisati i opisati matematičkim zakonitostima, a koji su rješivi jedino procesuiranjem koje odgovara ljudskom (biološkom) mozgu. Tako su imitacijom procesa otkrivenih u mozgu stvorene vještačke neuronske mreže koje se od bioloških razlikuju po tome *"što one simuliraju način rada nervnog sistema, a ne psihologiju rješavanja određenih problema od strane inteligentnih bića"* [22].

Vještačke neuronske mreže su kreirane da funkcionišu na osnovu dva principa preuzeta iz prirodnog nervnog sistema [107]:

- 1 princip: Obrada informacija se obavlja uz pomoć paralelne distribuirane arhitekture sastavljene od jako povezanih jednostavnih procesnih jedinica - neurona
- 2 princip: Učenje (treniranje a ne programiranje) vještačkih neuronskih mreža na osnovu određenog broja riješenih primjera-problema za koji se specijalizuju.

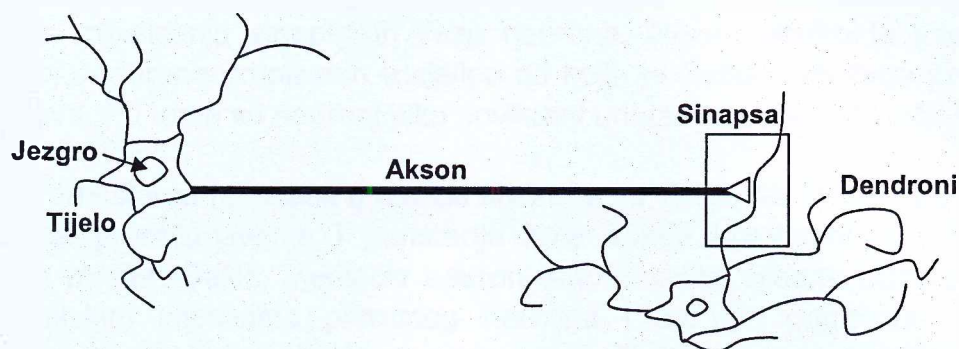
Neuronske mreže su našle primjenu u svim oblastima gdje ne postoji pouzdan matematički aparat pa ih treba favorizovati i u slučajevima kada pružaju istu tačnost rezultata kao i neke druge tradicionalne metode, zbog izražene prednosti u prepoznavanju oblika, radu sa velikim brojem ulaznih podataka u kratkom vremenskom periodu, mogućnosti primjene kada pravila nijesu poznata,...[214].

5.1.1 Analogija između bioloških i vještačkih neuronskih mreža

Iako je funkcionisanje biološkog nervnog sistema sa stanovišta nauke dosta nepoznato ipak postoji dovoljno saznanja u anatomsom i fiziološkom smislu o njegovim funkcijama zbog čega je i bilo moguće iskoristiti ga za model funkcionisanja vještačkih neuronskih mreža. U cilju razumijevanja funkcionisanja vještačkih neuronskih mreža neophodno je razumjeti rad prirodnih neuronskih mreža.

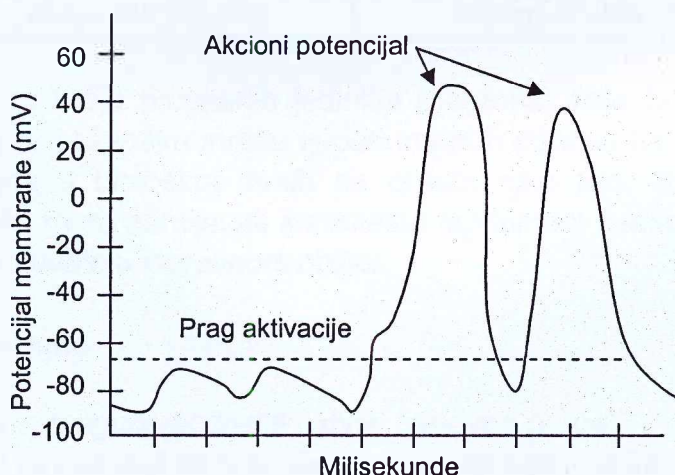
Osnovnu jedinicu nervnog sistema čini neuron ili nervna ćelija (slika 5.1 [108, 119, 122]). Ona je sastavljena od 4 osnovna dijela:

- tijelo ćelije (som),
- razgranati ulazni dio ćelije (dendroni),
- izlazni dio ćelije (akson, osa),
- sinapsa (mjesto dodirivanja aksona jedne ćelije sa dendronom druge).



Slika 5.1. Biološki neuron

Dendroni predstavljaju ulazni dio neurona koji služe za sakupljanje signala (impulsa) iz drugih neurona. Sakupljene signale obrađuje tijelo neurona koje ih dalje prosljeđuje na svoj izlazni dio – akson [125]. Akson se na svom kraju grana tako da prenosi izlaze na dendrone većeg broja drugih neurona. Mjesto dodirivanja dendrona jedne ćelije sa aksonom druge ćelije predstavlja sinapsu koja ima ključnu ulogu u funkcionisanju cjelokupnog nervnog sistema. Kada je neuron aktiviran on šalje elektrohemijski signal preko svog aksona do dendrona druge ćelije čime ima mogućnost da poveća ili smanji snagu veze (sinapse). U slučaju povećanja snage sinapse (ekscitatorna sinapsa) dolazi do povećanja potencijala ćelije tj. njenog aktiviranja dok smanjenje snage sinapse (inhibitorna sinapsa) ispod nekog "praga" (prag aktivacije) uzrokuje smanjenje potencijala ćelije što dovodi do "otkaza" ćelije i nepostojanja izlazne aktivnosti. Dakle, sa slike 5.2 [109, 126] se vidi da porast potencijala neurona za određenu veličinu (oko 20 mV) predstavlja akcioni potencijal samog neurona koji ga aktivira i time omogućava prenošenje signala do dendrona drugih neurona.



Slika 5.2 Aktivacija neurona

Da bi se neuron pobudio (aktivirao) i time proizveo izlazni signal nije dovoljno aktiviranje samo jedne sinapse već je potrebno ili simultano aktiviranje više sinapsi ili uzastopno aktiviranje samo jedne u kratkom vremenskom intervalu. Dakle, aktiviranje izlaza se vrši sabiranjem signala sa više ulaza. Kod bioloških sistema se učenje

zasniva na regulisanju sinaptičkih veza neurona. Nervni sistem je sastavljen od velikog broja neurona grupisanih u cjeline od kojih je svaka zadužena za određenu vrstu poslova. Pri tome su neuroni jako povezani unutar grupa ali i između njih.

Imitacijom arhitekture i procesa u mozgu stvorene su vještačke neuronske mreže kao sredstvo za proračunavanje i pamćenje koje koristi uprošćeni model bioloških neuronskih mreža. Dakle, vještački neuron takođe prima ulazne signale analogne elektrohemijским impulsima prirodnog neurona i na njih odgovara adekvatnim izlaznim signalom. U vještačkom neuronu je takođe omogućeno mijenjanje signala, kao što je to slučaj kod biološkog neurona, posredstvom sinapsi. Ipak, potrebno je veliki broj neurona u nervnom sistemu čovjeka (10^9) nadomjestiti nekim drugim faktorima u vještačkoj neuronskoj mreži. To se postiže, između ostalog, povećanjem brzine aktiviranja neurona. Veza biološkog sa vještačkim neuronom je prikazana tabelom 5.1 [108].

Tabela 5.1 Odnos biološke i vještačke mreže

Biološka mreža	Vještačka mreža
som (tijelo)	čvor
dendroni (drvo)	ulaz
akson	izlaz
sinapsa	težina
Neuroni	Računarski procesor
brzina - mala (10^2 Hz)	brzina - velika (10^9 Hz)
broj - veliki (10^9)	broj - mali (stotine)
jednostavan procesor	kompleksan procesor
paralelna obrada	sekvencijalna obrada

Postojanje velikog broja procesnih jedinica (neurona) koje funkcionišu paralelno u obradi podataka čini biološku mrežu superiornom u odnosu na vještačku. Tako otkaz pojedinih neurona u biološkoj mreži ne ometa njen rad, dok se kod vještačkih neuronskih mreža mora zahtijevati kompletna ispravnost svake komponente kako bi se informacije sačuvale u ispravnom obliku.

5.1.2 Modeli neurona

Modele neurona je moguće podijeliti u dvije osnovne grupe:

- statički modeli koji opisuju neuron algebarskim jednačinama za povezivanje ulaznih i izlaznih signala i
- dinamički modeli koji koriste diferencijalne ili diferencne jednačine u opisivanju modela.

Osnovna razlika ova dva modela jeste u tome što se dinamičkim modelom obrađuju vremenski promjenljivi signali. U pojedinim primjerima gdje postoje vremenski promjenljivi signali ipak je moguća upotreba statičkih modela, ali uz izvjesna ograničenja i aproksimacije, što je pomalo i neprirodno. Kako su podaci koji će se

obrađivati u ovom radu nepromjenjivi u toku vremena to će se svakako primjenjivati statički modeli neurona.

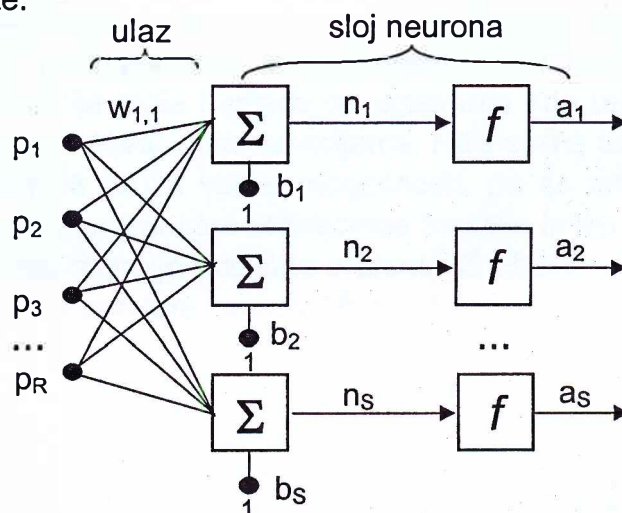
5.1.3 Statički model vještačke neuronske mreže

Blok šema statičke jednoslojne neuronske mreže je prikazana na slici 5.3 [110]. Bez obzira što ovakva mreža nema neku posebnu procesnu snagu, ipak njeno razjašnjavanje može biti od koristi u analizi složenijih struktura.

Statički model neuronske mreže karakterišu dvije vrste funkcija, i to:

- funkcija interakcije ulaza i
- aktivaciona, prenosna ili transformaciona funkcija.

Procesorska jedinica (neuron) prima R signala $p=(p_1, p_2, p_3, \dots, p_R)$ od drugih neurona preko veza odnosno sinapsi [122, 126]. Ulazni signali u datom sloju neurona ujedno predstavljaju i izlazne signale drugih neurona. Svaka od tih veza ima dodijeljen težinski koeficijent (weight) (W_i ; $i=1, \dots, S$) koji pomnožen sa odgovarajućim ulaznim signalima predstavlja ulazne podatke za neuron [122, 126]. Osim ovih R ulaza, svaki neuron ima još jedan tzv. bias (uticaj) čija je vrijednost konstantna i iznosi 1. Težina ovog ulaza je označena sa W_0 i ujedno predstavlja aktivacioni prag neurona. Rad sa ovim ulazom je isti kao i sa svim ostalim ali se uvodi u cilju obezbjeđenja bolje konvergencije mreže.



Slika 5.3 Jednoslojna neuronska mreža

"R"	-	broj ulaznih signala
"S"	-	broj neurona u sloju
"W"	-	vektor težinskih koeficijenata dimenzije $[R \times S]$
"p"	-	vektor ulaznih signala dimenzije $[R]$
"b"	-	bias vektor dimenzije $[S]$

Linearna suma ulaznih signala data izrazom 5.1 predstavlja funkciju interakcije ulaza i data je vektorom n dimenzije S .

$$n = W \cdot p + b \quad (5.1)$$

Funkcija interakcije ulaza odnosno interna aktivacija neurona uobličena izrazom 5.2 kao vektor dimenzije (S) predstavlja aktivacioni signal mreže.

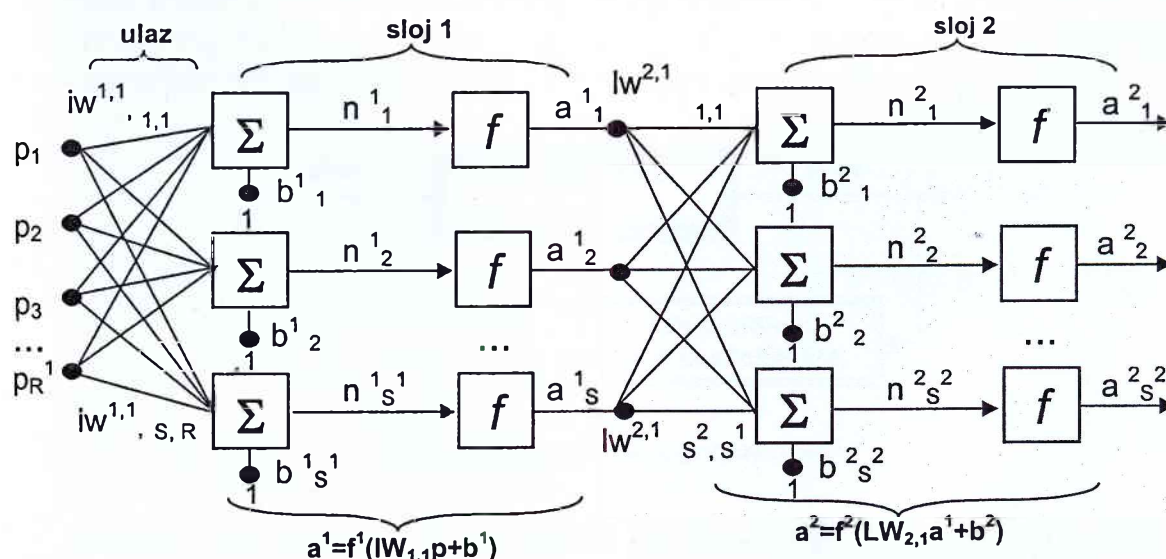
$$a = f(n) = f(W \cdot p + b) \quad (5.2)$$

Aktivaciona odnosno prenosna funkcija (a) je ta koja određuje da li rezultat funkcije interakcije ulaza (n) može da proizvede izlaz. Tri osnovne grupe aktivacionih funkcija su predstavljene u tabeli 5.2.

Tabela 5.2 Aktivacione funkcije

Izgled aktivacione funkcije	Naziv aktivacione funkcije
	linearna aktivaciona funkcija
	nelinearna aktivaciona funkcija
	nelinearna sigmoidna aktivaciona funkcija

Linearna aktivaciona funkcija je loša imitacija prirodnog stanja, pa je primjena mreža sa ovom vrstom aktivacije mala i srijeće se uglavnom kod mreža koje sadrže još i neurone sa nelinearnim aktivacionim funkcijama. Nelinearna funkcija je ta koja mreži sa više skrivenih slojeva pruža velike mogućnosti, pa se ona najčešće nalazi na izlazu mreže. Nelinearne sigmoidne aktivacione funkcije imaju najveću primjenu kod višeslojnih mreža i daju najbolje rezultate u praksi. S obzirom na to da su višeslojne mreže najzastupljenije u primjeni neuronskih mreža, izgled jedne dvoslojne mreže je prikazan na slici 5.4 [110,120, 127, 12, 130].



Slika 5.4 Višeslojne neuronske mreže

Postoji u literaturi više načina definisanja broja skrivenih slojeva (hidden layer) mreže. Ovdje će se prihvatiti računanje po kojem se zadnji sloj ne ubraja u skrivene jer predstavlja izlazni, pa je na slici 5.4 po toj konvenciji prikazana dvoslojna mreža sa samo jednim skrivenim slojem neurona.

Aktivaciona funkcija ovakve mreže je data izrazima 5.3 [110, 122, 126], 5.4 [110, 122, 126] i 5.5 [110, 122, 126]:

$$a = a^2 \quad (5.3)$$

$$a^1 = f^1(I \cdot W^{1,1} \cdot p + b^1) \quad (5.4)$$

a^1 - Aktivaciona funkcija prvog sloja

Oznaka 1 koja je u vezi sa "a" i "b" se odnosi na redni broj sloja u neuronskoj mreži.

Oznaka 1,1 koja je u vezi sa W ukazuje na redni broj aktuelnog i prethodnog sloja neurona.

$$a^2 = f^2(L \cdot W^{2,1} \cdot a^1 + b^2) \quad (5.5)$$

a^2 - Aktivaciona funkcija izlaza koja je ujedno i aktivaciona funkcija posljednjeg drugog sloja.

Oznaka 2 koja je u vezi sa "a" i "b" se odnosi na redni broj sloja u neuronskoj mreži. Oznaka L ukazuje da se radi o sloju neurona koji nije ulazni. Oznaka 2,1 koja je u vezi sa W ukazuje na redni broj aktuelnog i prethodnog sloja neurona.

Da bi neuronska mreža izvršila traženi zadatak potrebno je prethodno obučiti po algoritmu prikazanom na slici 5.5 [111]. Obuka neuronskih mreža se vrši slično kao i kod prirodnog nervnog sistema, promjenom jačina sinapsi između neurona tj. podešavanjem težinskih (sinaptičkih) koeficijenata unutar nje.



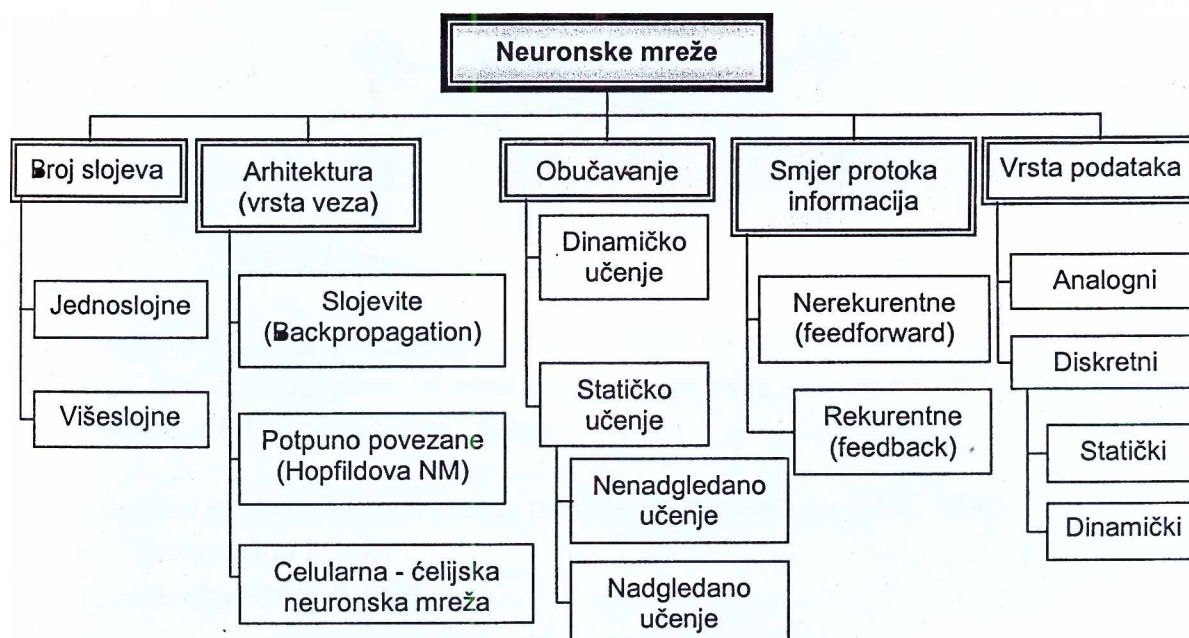
Slika 5.5 Učenje neuronske mreže

Neposredno prije početka obuke, mreži se prezentuju ulazni signali i inicijalne vrijednosti težinskih koeficijenata koje se postavljaju slučajno ili po određenom pravilu. Obično se prezentuju svi ulazni podaci. Nakon toga se počinje sa obukom mreže i

dobijena vrijednost izlaza za definisane sinaptičke težine i ulazne vrijednosti se dovodi na ulaz mreže kako bi se izvršila eventualna korekcija pomenutih koeficijenata. Jedan prolaz dobijanja izlaza za sve ulazne vrijednosti i jedan set postavljenih težinskih koeficijenata predstavlja jednu iteraciju koja je u terminologiji neuronskih mreža poznata kao epoha.

5.1.4 Podjela neuronskih mreža

Na slici 5.6 je prikazana podjela neuronskih mreža sa više aspekata.



Slika 5.6 Podjela neuronskih mreža

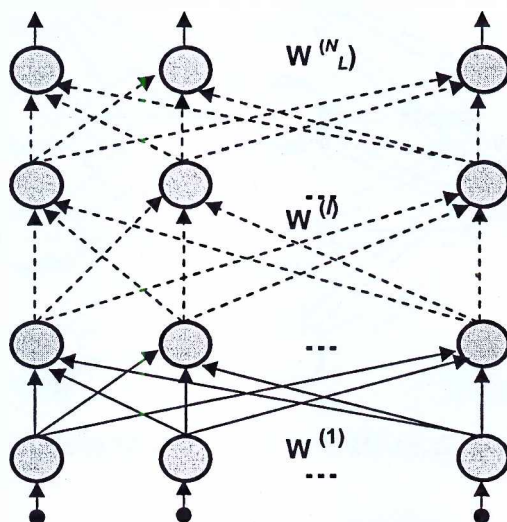
Jedna od osnovnih podjela neuronskih mreža jeste po osnovu broja slojeva na:

- jednoslojne i
- višeslojne neuronske mreže.

U praksi se uglavnom koriste višeslojne neuronske mreže koje osim ulaznog i izlaznog sloja sadrže i jedan ili više skrivenih slojeva, čime se njihove sposobnosti znatno usložnjavaju i time omogućavaju rješavanje i najkompleksnijih problema. U daljem radu će biti razmatrane samo višeslojne neuronske mreže.

Sa aspekta arhitekture odnosno vrste veza između neurona, višeslojne mreže predstavljaju najznačajniju grupu mreža. Neuroni su raspoređeni u slojeve kao na slici 5.7 [107, 122, 129] tako da neuroni u prvom (ulaznom) sloju imaju samo po jedan ulaz i primaju signale iz okruženja koji predstavljaju ulaz za cijelu mrežu, kao što i signali izlaznog sloja predstavljaju cjelokupni izlaz mreže. Neuroni koji nijesu u direktnom kontaktu sa okruženjem a prenose unutar mreže signale iz radnog okruženja čine skrivene slojeve. Njihov zadatak je da primljene signale sa ulaza

obrade izdvajajući osobine i šeme karakteristične za unesene podatke, i važne podatke dalje upute posljednjem odnosno izlaznom sloju mreže koji proizvodi konačne rezultate obrade.



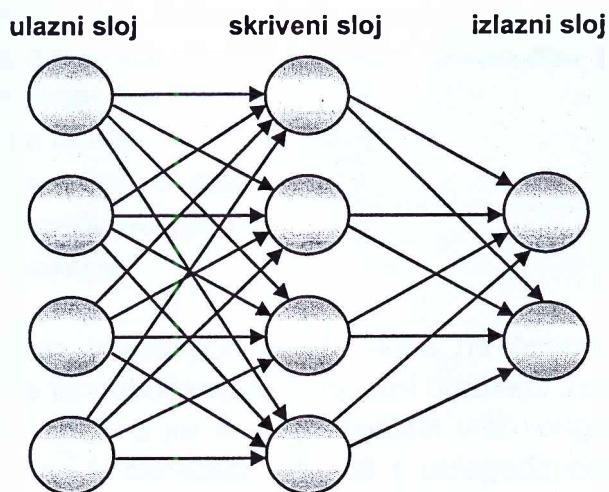
Slika 5.7 Slojevita neuronska mreža bez povratnih veza

Kod mreža ovog tipa ne postoji veza između neurona u okviru jednog sloja. Za razliku od njih, kod potpuno povezanih mreža se izlaz jednog neurona vodi ka ulazu svih neurona u mreži uključujući i njega.

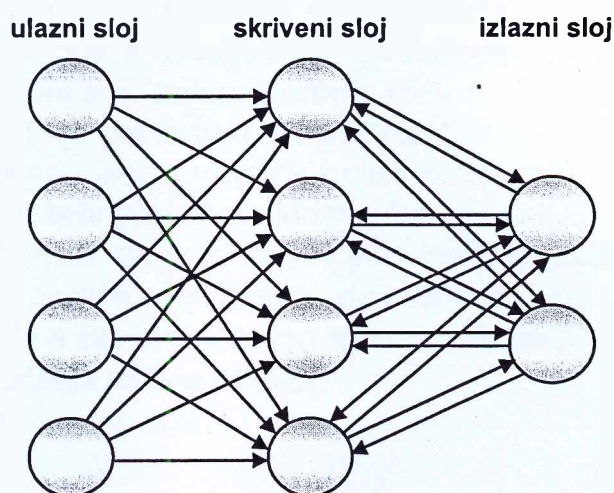
Prema smjeru prostiranja informacija podjela je izvršena na [108, 129]:

- Rekurentne mreže i
- Nerekurentne mreže

Rekurentne (Feed-back) mreže ukazuju na postojanje povratnih veza odnosno povratnog protoka informacija sa viših na niže slojeve, dok se kod nerekurentnih (Feed-forward) protok informacija vrši samo u jednom smjeru. Izgled rekurentne (Feed-back) mreže sa tri sloja dat je na slici 5.9 [108, 129] a nerekurentne (Feed-forward) takođe sa tri sloja na slici 5.8 [108, 129].



Slika 5.8 Nerekurentna (Feed-forward) mreža sa tri sloja



Slika 5.9. Rekurentna (Feed-back) mreža sa tri sloja

Poređenjem vještačkih sa prirodnim nervnim mrežama uočava se da je struktura rekurentnih mreža mnogo bliskija prirodnim zbog postojanja povratnih veza koje mreži daju bogatiju dinamiku i značajnije procesne mogućnosti. Ipak se nerekurentne mreže, kako zbog jednostavnijih procedura za učenje tako i zbog velike brzine i stabilnosti u radu, mnogo više koriste od rekurentnih koje zahtijevaju kompleksnije procedure za učenje i posebne metode za obezbjeđivanje stabilnosti sistema zbog česte pojave oscilacija u radu. Stoga je primjena rekurentnih mreža opravdana samo u situacijama gdje ove druge ne daju dovoljno dobre rezultate.

Podjela na osnovu vrste podataka na analogne i diskretne je praktično rijetko u upotrebi jer su gotovo sve mreže koje se koriste u praksi diskretne, dok podjela na statičke i dinamičke zavisi od toga da li se signali koji se obrađuju mijenjaju u toku vremena ili su nezavisni od vremenske dimenzije.

5.1.5 Obučavanje (učenje) neuronskih mreža

Obučavanje neuronskih mreža je od najvećeg značaja u njihovoj primjeni. Četiri su osnovna faktora koja utiču na proces učenja i cjelokupno ponašanje neuronske mreže a tiču se konstrukcije, i to:

- broj neurona u mreži,
- arhitektura neuronske mreže,
- težina veza između neurona i
- aktivacione funkcije.

Osnovna podjela učenja neuronskih mreža jeste na osnovu parametara koji se mijenjaju kako bi mreža bila obučena za konkretni problem. Tako, podjela na statičko i dinamičko učenje je izvršena jer se kod statičkih vrši korigovanje samo težinskih koeficijenata dok se kod dinamičkih vrši još i prilagođavanje arhitekture mreže. Dinamičko učenje je znatno kompleksnije od statičkog jer se vrši prilagođavanje dva parametra mreže, a nije pokazano da daju mnogo efikasnija rješenja od statičkih pa

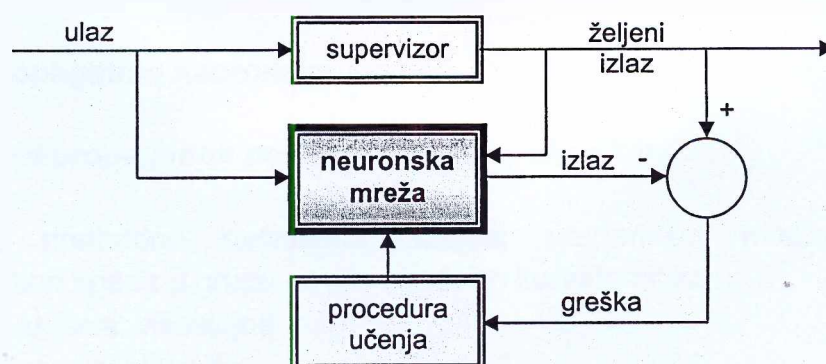
će se dalji rad zasnivati samo na nivou statički obučavanih mreža. Dakle, nakon konstruisanja strukture mreže prilagođene konkretnom zahtjevu, treba pristupiti njenom obučavanju odnosno prilagođavanju njenog ponašanja datoj situaciji i zahtjevima koji se pred nju postavljaju. Posmatrajući konstrukciju neuronske mreže uočava se da je najlakše i jedino moguće izvesti promjenu u djelovanju neuronske mreže izmjenom njenih težinskih koeficijenata, što je i najbliže prirodnom nervnom sistemu. Dakle, promjenom svojih sinapsi i prirodna i vještačka neuronska mreža reaguju na zahtjeve okoline. Procedura promjene sinapsi (težina) predstavlja proceduru učenja mreže a kao dva osnovna tipa razlikuje se [107]:

- nadgledano učenje (offline učenje) i
- nenadgledano (online učenje)

čije je razlike u funkcionisanju potrebno analizirati u cilju izbora adekvatne mreže za problem koji se razmatra u ovom radu.

Nadgledano (offline) učenje

U postupku nadgledanog učenja, na ulaz mreže se dovode ulazni signali i svakom ulazu se zadaju slučajne vrijednosti težinskih koeficijenata (slika 5.10 [107,108]). Osim ove dvije vrijednosti, mreži se prezentuju i željene (očekivane) vrijednosti izlaza. Zatim se vrši aktiviranje mreže i dobijeni rezultat se upoređuje sa zadatim. Na osnovu razlike željenog i stvarnog izlaza vrši se korekcija težinskih koeficijenata kako bi se u sljedećoj iteraciji greška svela na najmanju moguću mjeru. Za korekciju težinskih koeficijenata je zadužena "procedura učenja" koja na osnovu izračunate greške vrši promjenu težinskih koeficijenata ulaza. Postupak se ponavlja sa istim ulaznim vrijednostima a različitim težinskim koeficijentima sve dok se ne dobije željeni red veličine greške. Jednom kad se dobiju željeni rezultati na izlazu, obučavanje mreže je završeno i može se pristupiti rješavanju predviđenog zadatka.

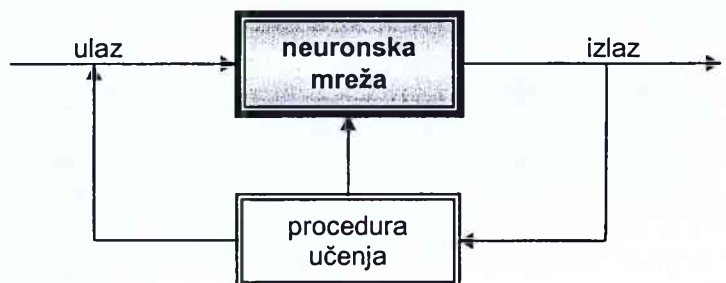


Slika 5.10 Nadgledano (offline) učenje

Opisani postupak se naziva nadgledani (supervised ili offline) upravo zbog postojanja supervizora koji prezentuje željeni rezultat mreži. U ovom slučaju postoji tzv. trening skup (skup parova ulaz-željeni izlaz) a učenje se zasniva na izmjeni težina ulaznih vrijednosti kako bi se sa što većom tačnošću dostigle vrijednosti izlaza definisane trening skupom.

Nenadgledano (online) učenje

Nasuprot nadgledanom učenju postoji i nenadgledano (unsupervised ili online) kod koga se ne upoređuje zadata vrijednost sa željenom zbog nepostojanja supervizora. Kod ovakvog oblika učenja od mreže se očekuje da sama uoči zakonitosti unutar ulaznih podataka i da na osnovu toga proizvede korektan izlaz. Ovakvo obučavanje mreže (slika 5.11 [107]) se naziva online učenje jer mreža u toku eksploatacije uči direktno na podacima za koje treba da proizvede adekvatan rezultat. Ovakav postupak učenja je mnogo približniji stvarnom stanju nego offline učenje.



Slika 5.11 Nenadgledano (online) učenje

Modeli neuronskih mreža koji su najzastupljeniji u praksi kako zbog svoje jednostavnosti tako i zbog velike tačnosti u izlaznim rezultatima jesu statičke nerekurentne mreže sa nadgledanim učenjem. Od mnoštva neuronskih mreža koje spadaju u ovu grupu najinteresantnija je Backpropagation neuronska mreža i Perceptron neuronska mreža. Perceptron mreža kao najjednostavnija nema neke velike praktične primjene, ali je zato primjena Backpropagation mreže široko rasprostranjena. Matematički model backpropagation neuronske mreže predstavlja osnovu za razumijevanje bilo koje druge višeslojne mreže pa će se ona detaljnije razmotriti.

5.1.6 Backpropagation neuronska mreža

Struktura Backpropagation neuronske mreže (algoritma)

Na osnovu prethodno definisane podjele neuronskih mreža (slika 5.6) Backpropagation spada u grupu mreža sljedećih karakteristika

- broj slojeva: višeslojne
- arhitektura: slojevite
- obučavanje: statičko nadgledano
- smjer protoka informacija: nerekurentne
- vrsta podataka: diskretni statički

Backpropagation je skraćenica od "*back error propagation*" što se prevodi kao širenje greške unazad. Ovaj algoritam za učenje je razvijen 1986. godine od strane naučnika Rumelharta, Hintona i Williamsa.

Kada se mreža pobudi signalom $p=(p_1,...,p_R)$ njen odziv će biti $a=(a_1,...,a_S)$ tako da u postupku učenja treba minimizirati razliku stvarnog "a" i željenog odziva "o" pa se funkcija greške može predstaviti sa:

$$\varepsilon = \frac{\sum (o_j - a_j)^2}{2} \quad (5.8)$$

$j=1,...,S$ – brojač izlaznih signala

Izračunavanjem vrijednosti greške završila se prva faza Backpropagation neuronske mreže i počinje druga tzv. backforward faza određivanja težinskih koeficijenata. Proces podešavanja težinskih koeficijenata je iterativni proces i da bi se ostvario potrebno je prvo odrediti parcijalne izvode funkcije greške po težinskim koeficijentima.

Što se tiče izlaznog sloja obrazac za izračunavanje greške je jednostavan i za jedinicu j izlaznog sloja glasi:

$$\delta_j = (o_j - a_j) \cdot f'(n_j) \quad (5.9)$$

Vrijednost greške za neurone u skrivenim slojevima se izračunava po sljedećem obrascu:

$$\delta_j = \sum f'(n_j) \cdot \delta_k \cdot W_{kj} \quad (5.10)$$

$k=1,...,m$ gdje je m broj neurona koji prihvataju izlaze jedinice j .

Dakle, da bi se izračunale greške za svaki neuron mreže, neophodno je poznavanje stanja izlaza neurona iz prethodnog sloja $f'(n_j)$ kao i greške δ_k iz narednog sloja.

Iz tog razloga je Backpropagation organizovan u dvije faze. U prvoj se na osnovu dovedenog signala računaju odzivi svih neurona u mreži dok se u drugoj fazi vrši modifikacija težina na osnovu grešaka odziva neurona.

Težinski koeficijenti se ažuriraju po pravilu gradijentnog spusta [120, 122]:

$$W_{ij} = W_{ij} - \eta \cdot \frac{\partial \varepsilon}{\partial W_{ij}} \quad (5.11)$$

gdje je η konstanta (brzina obučavanja) koja se bira najčešće u opsegu (0.25-0.75) [112]. Ona određuje brzinu obučavanja mreže tako što sa njenim porastom raste i brzina obučavanja i obratno. Ipak, izbor ovog koeficijenta može biti veoma kompleksan, s obzirom da nekad njegove prevelike vrijednosti mogu da dovedu do neobučavanja mreže, destabilišući je, dok sa druge strane premale vrijednosti izazivaju sporo obučavanje mreže. Kako bi se riješio ovaj problem, ponekad se koristi metoda promjenjivog koeficijenta tj. njegova vrijednost se mijenja tokom cjelokupnog procesa obučavanja.

Obučavanje Backpropagation neuronske mreže

Kada se definiše problem koji treba obraditi neuronskom mrežom, potrebno je prikupiti određeni set podataka koji se dijele na [122]:

- podatke za trening i
- podatke za testiranje (simulaciju)

Za obuku mreže potrebno je pet koraka:

- učitavanje ulaznog vektora i željenog izlaza,
- inicijalizacija težinskih koeficijenata,
- propuštanje ulaznog vektora kroz mrežu (set promjenjivih: ulaz - željeni izlaz),
- izračunavanje greške,
- podešavanje težinskih koeficijenata idući unazad od izlaznog sloja ka skrivenim slojevima sve do ulaznog a na bazi izračunate greške.

Podaci za trening se sastoje od određenog broja vektora od kojih svaki sadrži definisani broj vrijednosti za ulazne i njima odgovarajuće izlazne promjenjive. Koje će se promjenjive uključiti u trening mreže, zavisi od problema koji se razmatra kao i od raspoloživih podataka. Na početku treba uključiti sve raspoložive promjenjive koje mogu imati uticaj na konačni rezultat a zatim se taj broj tokom treninga po potrebi može smanjiti. Povoljna činjenica je da danas veliki broj modernih aplikacija ima mogućnost separacije neuticajnih promjenjivih. Ulazni podaci moraju biti određenog kvaliteta, nedvosmisleni i, naravno, prezentovani u numeričkom obliku.

Nakon definisanja ulaznih podataka potrebno je izabrati algoritam učenja i sve karakteristike mreže koje raspoloživi softver zahtijeva a zatim pristupiti obuci. Obuka se sastoji od podešavanja težinskih koeficijenata mreže dok se ne dobiju rezultati koji odgovaraju zadatom izlazu. Obično mreža nije u mogućnosti da proizvede tačan rezultat, pa joj se unaprijed zadaje tolerancija greške ili maksimalni broj iteracija u okviru kojih treba da proizvede rezultat. Kada se mreža jednom obuči, fiksiraju se vrijednosti težinskih koeficijenata, koji u testiranju omogućavaju predviđanje koje odgovara rezultatima treninga.

Veći broj podataka obezbjeđuje bolju obučenost mreže, ali zahtijeva i duže vrijeme za obuku. Osnovni nedostatak mreža sa treningom je što se minimizira greška na setu podataka za trening, a ne ona za koju se kreira, tako da kao posljedica ove pojave može da nastupi "*preučavanje*" (overlearning) mreže. To je pojava kada mreža na zadatom trening skupu, težeći da minimizira grešku odstupanja, počinje da uzima u obzir i svaki rasuti (nebitni) podatak koji unaprijed nije izdvojen zaboravljajući pri tom osnovno kretanje koje je trebala da ostvari. Posljedica ovoga je da prilikom simulacije (testiranja), predviđanje na osnovu novih podataka postaje sve lošije iako se greška na podacima za trening smanjuje. Ovo je naročito slučaj za kompleksnije mreže sa više skrivenih slojeva neurona i većim brojem neurona po sloju. Kada je završeno obučavanje mreže, izvodi se njeno testiranje na simulacionom uzorku i rezultati koji se dobiju se upoređuju sa zadatim, kako bi se utvrdila valjanost

istrenirane mreže. Od mreže se ne očekuje potpuna tačnost, već predviđanje uz neku unaprijed zadatu toleranciju greške. Ipak, ako su devijacije greške velike potrebno je izvršiti novi trening mreže i ako je neophodno isključiti problematične podatke. Koliki je odnos podataka za trening i onih za testiranje, zavisi od konkretnog problema. Neki autori preporučuju odnos 70% za trening a preostalih 30% za testiranje što ipak treba prihvatiti samo kao smjernicu, jer je svaki problem specifičan i zahtijeva poseban pristup.

Poboljšanje Backpropagation neuronske mreže

Iako je prethodno definisan algoritam učenja prilično jednostavan on ipak ima dva osnovna problema koji ga u realnim uslovima mogu učiniti neupotrebljivim, i to:

1. primjena gradijentnog spusta zbog čega učenje može da bude sporo i
2. zavisnost greške odziva je nelinearna funkcija težina koja posjeduje lokalne minimume pa konačni ishod učenja zavisi od početnih vrijednosti težina.

Iz tog razloga se preporučuje varijanta Backpropagation algoritma sa momentom koji je značajno brži od osnovne verzije.

Na osnovu izraza 5.11 [122] može se promjena težine u trenutku t definisati sljedećim izrazom:

$$\Delta W_{ij}(t) = -\eta \cdot \frac{\partial \varepsilon}{\partial W_{ij}} \quad (5.12)$$

Kako bi se povećala brzina učenja uvodi se momentni član koji izaziva zavisnost promjene težine u trenutku (t) od promjene u prethodnom trenutku tako da izraz 5.12 sada dobija novi oblik:

$$\Delta W_{ij}(t) = -\eta \cdot \frac{\partial \varepsilon}{\partial W_{ij}} + \alpha \cdot \Delta W_{ij} \cdot (t-1) \quad (5.13)$$

α - Koeficijent koji definiše uticaj prethodnih na sadašnju promjenu i ima vrijednost između 0 i 1 [126].

Na ovaj način je uvedena inercija u promjeni pravca i brzine spusta niz površ greške u prostoru težina čime se povećava brzina učenja, naročito u blizini lokalnih minimuma funkcije. Drugim riječima ovim putem se obezbjeđuje preskakanje lokalnih minimuma funkcije greške. Od velike važnosti za izbjegavanje lokalnih minimuma je dobar izbor početnih vrijednosti težina. Iako se one u prvom koraku inicijalizuju slučajnim vrijednostima, ipak su razvijene metode za kontrolisanje raspodjele slučajnih vrijednosti kako bi se postigao što bolji odziv u prvoj iteraciji.

U opštem slučaju postoje dva načina promjene težina i to:

- modifikovanje težina poslije prezentacije svakog uzorka iz trening skupa i
- modifikovanje težina poslije prezentacije kompletnog trening skupa.

Drugi metod koji je inače u literaturi poznat kao "gradijentni metod korekcije greške" mnogo više se preporučuje zbog veće brzine učenja. Prvi metod je zasnovan na korekciji greške i pokazao se kao mnogo lošiji u praksi. Upotreba neuronskih mreža je s obzirom na složeni matematički model i veliki broj ulaznih podataka nezamisliva bez odgovarajuće softverske podrške.

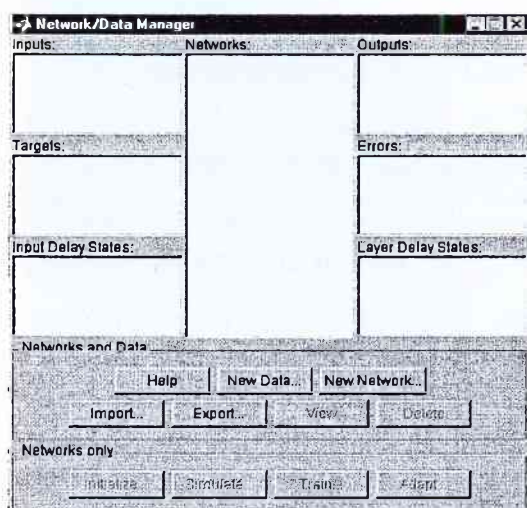
5.1.7 Funkcionisanje Backpropagation neuronske mreže u MATLAB-u

"MATLAB je jedan moderan, multifunkcionalan programski sistem koji je u prvom redu namijenjen rješavanju problema u tehnici" [113]. Prednost ovog softverskog paketa se ogleda u mogućnostima jednostavne numeričke i logičke obrade podataka pomoću velikog broja raspoloživih programskih jedinica, vizuelnog prikaza podataka i mogućnosti kreiranja i izvršavanja sopstvenih programa. Nagli uspon ovog softverskog paketa je ostvaren razvojem mogućnosti dogradnje modularnog tipa tj. razvojem dodatnih modula tzv. Toolboxes koji nadopunjuju MATLAB "funkcijama interesantnim za određene matematičke i inženjerske discipline"[114]. Jedan od modula je i Neural Network Toolbox koji obuhvata funkcije za projektovanje i simulaciju neuronskih mreža. Neural Network Toolbox obezbeđuje kompletni inženjering neuronske mreže u MATLAB okruženju počev od dizajna preko treninga do simulacije raznih algoritama neuronskih mreža.

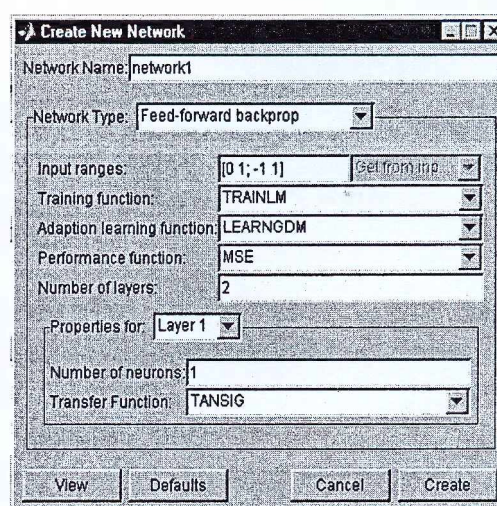
Osnovna primjena ovog alata se ogleda u [110, 111, 121]:

- aproksimaciji i modeliranju funkcija,
- procesuiranju signala,
- predviđanju, klasifikaciji i grupisanju podataka.

U okviru Neural Network Toolbox postoji grafički korisnički interfejs (GUI - Graphical User Interface) koji je formiran kako bi korisniku omogućio jednostavno kreiranje, upravljanje, trening i primjenu odgovarajućih neuronskih mreža. Rad sa neuronskim mrežama počinje otvaranjem komandnog prozora Network/Data Manager u okviru GUI (slika 5.13a [110]).



Slika 5.13a Komandni prozor Network/Data Manager u okviru GUI



Slika 5.13b Komandni prozor Create New Network u okviru GUI

Prozor "Create New Network" daje na raspolaganju najopštije nadgledane i nenadgledane mrežne arhitekture. On takođe nudi i potpun set učenja tj. performansne i transfer funkcije i prikazan je na slici 5.13b [110].

5.1.8 Poređenje neuronskih mreža

U tabeli 5.3 su predstavljeni tipovi neuronskih mreža grupisani u 6 cjelina od kojih svaka ima svoju oblast rješavanja praktičnih problema.

Tabela 5.3 Tipovi neuronskih mreža

Perceptron neuronska mreža	Create a perceptron	
Linearne mreže	Design linear layer	
	Create linear layer	
Backpropagation neuronske mreže	Create a cascade-forward backpropagation network	
	Create a Feed-forward backpropagation network	
	Create feed-forward input delay backpropagation	
Radijalno zasnovane neuronske mreže	Radial basis function	Design a radial basis network
		Design an exact radial basis network
	General regression network	Design a generalized regression network
	Probabilistic neural network	Design a probabilistic neural network
Samoorganizujuće i LVQ neuronske mreže	Competitive network	Create a Competitive Neural Network
	Self Organizing Map	Create a Self Organizing Neural Network
	Learning Vector Quantization Network	Create an LVQ Network
Rekurentne neuronske mreže	Create an Elmann Backpropagation network	
	Create a Hopfield recurrent network	

Perceptron neuronska mreža

Perceptron neuronska mreža kao najjednostavnija nema neku veliku praktičnu funkciju. Najveću primjenu je našla kod realizacije logičkih kola i uopšte je moguće koristiti samo kod linearno separabilnih problema.

Linearne neuronske mreže

Design a linear layer. Ovaj algoritam se upotrebljava za statičke neuronske mreže i dosta je sličan perceptronu. Takođe pripada jednoslojnim mrežama pa je stoga i broj

problema koji se ovom mrežom može riješiti prilično ograničen. Manja primjena ovog algoritma u odnosu na perceptron jeste zbog nepostojanja izbora transfer funkcije, jer kao jedina moguća na raspolaganju stoji linearna transfer funkcija koja kao najprostija ne daje dobre rezultate. Rezultati koje daje perceptron mogu biti samo vrijednosti 0 i 1 dok kod linearnih mreža ne postoji to ograničenje, ali se ipak koriste samo za linearno separabilne probleme.

Create a linear layer. Ovo je složenija linearna mreža i obuhvata ulazne signale sa kašnjenjem (delay) pa, dakle, spada u grupu dinamičkih modela mreža. Ostale karakteristike su identične prethodnom modelu što znači da imaju prilično ograničenu upotrebu.

Backpropagation neuronske mreže

Cascade-forward backpropagation. Ovaj tip mreže predstavlja backpropagation neuronsku mrežu sa nadgledanim učenjem. Osnovna karakteristika kaskadnih neuronskih mreža kakva je ova jeste da se smanjenje greške učenja, osim podešavanjem težina, može vršiti i dodavanjem broja neurona u skrivenom sloju pa je, dakle, učenje dinamičko. Poslije dodavanja neurona u skrivenom sloju, težine ulaznih veza se zamrzavaju a izlaznih se ponovo mijenjaju (uče). Proces dodavanja neurona se ciklično ponavlja dok se ne dobije željeni odziv. Kaskadna backpropagation mreža se odlikuje velikom brzinom učenja, ali se zbog priličnog broja parametara kojim raspolaže, rad sa njom znatno usložnjava a i u praksi može stvoriti probleme sa generalizacijom. Inače, dinamičko učenje, bez obzira na svoju veću sličnost sa prirodnim nervnim sistemom, ipak ne pruža efikasnija rješenja od statički obučavanih mreža.

Feed-forward backpropagation. Ova mreža predstavlja nerekurentnu slojevitou mrežu sa nadgledanim učenjem. Pripada statičkom modelu mreže. Primjena Feed-forward backpropagation mreže je prilično rasprostranjena kako zbog širokog spektra problema koje može uspješno da riješi tako i zbog jednostavnosti primjene.

Feed-forward input delay backpropagation. Ova mreža je sa sličnim karakteristikama kao i osnovna backpropagation, pa dakle spada u grupu mreža sa nadgledanim učenjem bez povratnih veza. Ipak ona služi za obradu dinamičkih signala tj. signala sa kašnjenjem pa se još ubraja i u grupu dinamičkih modela mreža.

Radijalno zasnovane neuronske mreže (radial basis network)

Exact radial basis network kreira mrežu sa nula greškom na trening uzorku. Karakteristika ove mreže jeste da ima toliko skrivenih neurona koliko i ulaznih vektora. Iz tog razloga ova mreža ne daje dobre rezultate za slučaj da je potreban veliki broj ulaznih vektora za njeno definisanje, što je u praksi najčešći slučaj.

Radial basis network kreira radijalno zasnovanu mrežu gradeći je neuron po neuron, što predstavlja suštinsku razliku u odnosu na exact radial neuronsku mrežu. Dakle, poslije svake iteracije provjerava se greška i ako je zadovoljavajuća, završava se

kreiranje mreže, u suprotnom se dodaje neuron. Ova mreža spada u grupu dinamičkih mreža.

General regression network se koristi za aproksimaciju funkcija. One pripadaju feed-forward mrežama sa nadgledanim učenjem. Prvi sloj je identičan sa exact radial basis network, a broj neurona u oba sloja je isti i odgovara broju parova ulaz-zadati cilj.

Probabilistic neural network takođe spada u grupu feed-forward mreža sa nadgledanim učenjem. Najveću primjenu su našle u klasifikaciji problema. Kada se prikaže ulaz, prvi sloj računa razlike između ulaznog i trening ulaznog vektora. Drugi sloj sumira izlaze iz prethodnog sloja za svaku klasu ulaza i kao rezultat proizvodi izlaz u vidu vektora vjerovatnoće. Transfer funkcija na izlazu ukazuje na klasu sa najvećom vjerovatnoćom i njoj dodjeljuje vrijednost 1 a svim ostalima 0.

Samoorganizujuće i LVQ neuronske mreže

Kompetitivne neuronske mreže (Competitive neural network). Ove mreže se ubrajaju u grupu mreža sa nenadgledanim učenjem. One u osnovi imaju dva sloja, i to prvi ulazni i drugi kompetitivni sloj čime je ostvarena sposobnost mreže da vrši klasifikaciju ulaza u različite kategorije. Na taj način se svaki neuron za procesuiranje specijalizuje za određenu grupu ulaza, pa se i koriste za probleme klasifikacije ulaznih signala.

Samoorganizujuće mape (Self Organizing Map) se primjenjuju u slučajevima kada nije poznat kriterijum grupisanja ulaznih podataka. Iz tog razloga je nemoguće koristiti nijedan drugi algoritam, pa se primjenjuju samoorganizujuće mape da kroz nenadgledano učenje bez ikakve intervencije otkriju regularnosti unutar ulaznog skupa i proizvedu željeni rezultat. Razlika u odnosu na kompetitivne mreže jeste u tome što ovdje postoji samo jedan sloj procesnih jedinica koje prepoznaju isključivo susjedne jedinice.

LVQ su mreže sa nadgledanim učenjem i sastoje se od dva sloja. Prvog kompetitivnog koji ima identičnu ulogu kao kod mreža sa kompetitivnim učenjem, i drugog linearnog koji ima za cilj da izlaz iz kompetitivnog sloja transformiše kako bi ga uporedio sa zadatim ciljnim vrijednostima radi utvrđivanja greške i obučavanja mreže na bazi nadgledanog učenja.

Za razliku od perceptrona, LVQ mreža može klasifikovati bilo koji set vektora ulaza, a ne samo linearno "odvojive" setove. Jedini zahtjev je da kompetitivni sloj mora imati dovoljno neurona i da se svakoj klasi mora dodijeliti dovoljan broj kompetitivnih neurona.

Rekurentne neuronske mreže

Hopfieldova rekurentna neuronska mreža spada u grupu potpuno povezanih dinamičkih mreža, pri čemu se na ulaz jednog neurona dovode signali svih procesnih

jedinica pa, dakle, topološke cjeline kao što su slojevi ovdje ne postoje. Ona takođe pripada grupi feed-back mreža sa nenadgledanim učenjem i najčešće se koristi za rješavanje optimizacionih problema.

Elmann backpropagation neuronska mreža je dinamički model rekurentne mreže sa nadgledanim učenjem. Razlika u odnosu na osnovnu Feed-forward Backpropagation mrežu se ogleda u postojanju povratne veze između neurona kao i u tome što ova mreža vrši obradu vremenski promjenljivih signala.

5.1.9 Izbor neuronske mreže

Izbor mreže će se izvršiti metodom eliminacije, analizirajući podobnost svake mreže posebno u odnosu na problematiku koja se razmatra u radu a odnosi se na vrednovanje uticaja na životnu sredinu. S obzirom na to da je problem koji se razmatra radom prilično kompleksan, sa velikim brojem heterogenih ulaznih podataka, to je nerealno očekivati da jednostavnije mreže poput linearne i perceptron mogu pružiti željene rezultate.

Prilikom izbora mreže potrebno je posebnu pažnju obratiti na izvršenu podjelu prethodnih modela neuronskih mreža na statičke i dinamičke zavisno od tipa signala koji se obrađuje. Kako se za problem definisan ovim radom koriste podaci koji se ne mijenjaju u vremenu, dakle dimenzija vremena nije bitna, to je potrebno izabrati neki od statičkih modela mreže.

Kada je riječ o povratnim informacijama unutar mreža već je rečeno da su rekurentne mreže mnogo bliskije prirodnom nervnom sistemu upravo zbog postojanja povratnih veza koje sistemu daju bogatiju dinamiku i značajnije procesne mogućnosti. Međutim, ipak se preporučuje upotreba nerekurentnih mreža kako zbog svoje jednostavnosti u radu tako i zbog velike brzine i stabilnosti. Dakle, samo u slučajevima gdje nerekurentne mreže ne daju dobre rezultate opravdano je koristiti ove druge. Iz ovih razloga izbor se sveo na nerekurentni algoritam mreže.

Podjela neuronskih mreža na dinamičko i statičko učenje je izvršena zbog mogućnosti podešavanja arhitekture mreže u toku samog učenja. Kako je dinamičko učenje znatno kompleksnije od statičkog jer se vrši prilagođavanje dva parametra mreže, a nije pokazano da daju mnogo efikasnija rješenja od statičkih, to se izbor sveo na statički obučavane mreže.

Ono što predstavlja glavnu dilemu kod izbora mreže jeste izbor vrste učenja (off-line ili on-line učenje). Kako problem razmatran ovim radom sadrži veliki broj ulaznih podataka grupisanih u podskupove za koje su poznate odgovarajuće izlazne vrijednosti, a želi se obučiti mreža za kasnije ocjenjivanje određenih uzoraka, to je potrebno izabrati nadgledanu vrstu učenja (offline). Iako je teorijski opisano da je online učenje približnije stvarnom stanju, ipak se u praksi kad god je to moguće primjenjuje offline učenje, a tek ako se ne dobiju adekvatna rješenja prelazi se na online.

Radijalno zasnovane neuronske mreže zbog svoje specifičnosti neophodno je posebno razmatrati. Tako da ako se pogledaju dvije osnovne radial basis neuronske mreže (*exact radial basis i radial basis*) uočava se da čak i ako se efikasno kreiraju, njihov osnovni nedostatak jeste postojanje mnogo većeg broja neurona u skrivenom sloju nego kod odgovarajuće feed-forward mreže sa sigmoidalnim funkcijama. Ipak, primjena ovih mreža često oduzima manje vremena od linearne mreže i ponekad rezultira korišćenjem manjeg broja neurona, ali kako se u konkretnom problemu raspolaže velikim brojem ulaznih podataka to exact radial basis neural network ne može dati dobre rezultate, dok bi radial basis neural network zahtijevala preveliki broj dodatih neurona što je čini prilično neupotrebljivom.

Što se, pak, tiče *Probabilistic* neuronske mreže, one se najviše koriste za klasifikaciju problema primjenom zakona vjerovatnoće, što nikako ne odgovara problemu koji se razmatra ovim radom.

Generalizovana regresiona mreža (*Generalized regression network*) je namijenjena najviše za aproksimaciju funkcija, ali se za sve četiri radijalno zasnovane neuronske mreže može reći da su neprihvatljive za konkretni problem upravo zbog veoma velikog broja ulaznih podataka koji se prezentuju mreži. Ovo iz razloga što od broja ulaznih podataka zavisi broj neurona u skrivenom sloju koji, ako je previše robustan, ne daje adekvatne rezultate. Stoga se njena primjena za konkretni problem ne preporučuje.

Ovakvom eliminacijom neuronskih mreža dolazi se do izbora feed-forward Backpropagation neuronske mreže što se i moglo očekivati s obzirom na to da se zna da je ova mreža u praksi najviše primjenjivana za slične probleme. Kako su ulazni podaci kojima se raspolaže grupisani, i za svaki ulaz se zna tačan odziv, to je feed-forward Backpropagation najjednostavnije i najbolje rješenje u izboru neuronske mreže za vrednovanje značajnosti uticaja na životnu sredinu.

5.2 Prilog vrednovanju uticaja na životnu sredinu [1]

U magistarskom radu na temu "*Primjena ICT na modeliranje kvantifikovanja aspekata životne sredine*" [1] je detaljno obrađivana oblast aspekata i uticaja na životnu sredinu u cilju iznalaženja najboljeg rješenja za njihovo objektivno i pouzdano vrednovanje. Naime, aspekti i uticaji na životnu sredinu (standard ISO 14001 - zahtjev 4.3.1.) predstavljaju najvažniji zahtjev standarda i uopšte procedure zaštite životne sredine koja, ako u ovoj tački nije precizno definisana, dalje poštovanje zahtjeva standarda ne vodi potpunom ispunjenju postavljenih ciljeva čime se cjelokupni rad na zaštiti životne sredine jedne organizacije može dovesti u pitanje [123, 124].

Analizom zahtjeva 4.3.1 u standardu ISO 14004 u oblasti vrednovanja značajnosti aspekata i uticaja na životnu sredinu uočila se prevelika sloboda koja se ostavlja organizacijama u izboru:

- modela (metodologije) vrednovanja,

- kriterijuma značajnosti,
- rangiranja kriterijuma značajnosti,
- graničnih vrijednosti značajnosti modela vrednovanja.

U skladu sa ovim konstatovano je da ni sertifikacione kuće ne zalaze u suštinu postupka vrednovanja izabranog od strane organizacije, već samo analiziraju konačne rezultate i vrednuju način praćenja i saniranja posljedica značajnih aspekata. Ovo, dakle, ostavlja suviše prostora za manipulaciju podacima na koje se oslanja cjelokupni sistem upravljanja zaštitom životne sredine a koji je potrebno u što je moguće većoj mjeri determinisati.

U cilju dokazivanja mogućnosti manipulacije sa registrom značajnih aspekata i uticaja na životnu sredinu u radu [1] je izvršena uporedna analiza metodologija i rezultata vrednovanja 3 organizacije sertifikovane po standardu ISO 14001. Međusobnim poređenjem metodologija i rezultata vrednovanja programiranjem u programskom jeziku JAVA [115, 116, 117, 118] dokazano je da zavisno od primjenjivanog postupka vrednovanja uticaja na životnu sredinu registar značajnih uticaja može promijeniti opseg i do 20%.

Iz tog razloga se pristupilo iznalaženju metodologije za objektivno i pouzdano vrednovanje uticaja na životnu sredinu. Zbog velikog broja heterogenih podataka kojima se raspolagalo (2184 iz 4 sertifikovane organizacije) a koji su se odnosili na ocjene identifikovanih uticaja na životnu sredinu, procijenjeno je da neuronske mreže mogu da pruže pouzdana rješenja. Zbog diskrecije u smislu identiteta organizacija, na koju se autor obavezao, ovdje će se koristiti slovne oznake za identifikaciju organizacija (A, B, C i D).

Zbog nedovoljnog broja podataka za sve medijume djelovanja uticaja na životnu sredinu, model na bazi neuronskih mreža je realizovan samo za 4 inače ključna medijuma (vazduh, ljudi, voda, zemljište).

S obzirom na to da se raspolagalo podacima iz 4 sertifikovane organizacije, obuka (trening) neuronskih mreža je vršena na podacima 3 organizacije (A, B i C) a simulacija modela na podacima četvrte organizacije (D). Tako je veliki broj raznorodnih podataka (2113 za 4 medijuma djelovanja organizacija A, B i C) grupisan prema medijumima djelovanja, istrenirane su neuronske mreže za svaki medijum posebno, a zatim iste simulirane na podacima četvrte sertifikovane organizacije (organizacije D) čiji je matematički model za vrednovanje aspekata i uticaja na životnu sredinu ocijenjen kao reprezentativan. Dobijeni rezultati su bili ohrabrujući za medijume sa velikim brojem podataka (vazduh i ljudi) i u velikoj mjeri su se podudarili sa rezultatima dobijenim sopstvenom metodologijom organizacije D, dok se za one sa malim brojem podataka nije mogao dobiti valjan rezultat (voda, zemljište). Naime, zaključeno je da kada bi se raspolagalo podacima većeg broja organizacija, bez obzira na odstupanja koja se javljaju u primijenjenim metodologijama vrednovanja,

bilo bi moguće istrenirati neuronsku mrežu sa veoma velikom pouzdanošću rezultata koja istovremeno pruža potreban nivo objektivnosti.

Kako su rezultati dobijeni postupkom neuronskih mreža ipak nedovoljni za konačnu ocjenu o značajnosti uticaja, to se na bazi pristupa vrednovanja definisanog u australijskom standardu Menadžment rizikom [61] kreirao jedinstveni reducirani matrični model vrednovanja (vrednovanje primjenom matrica). Ovaj model vrednovanja uticaja koji je u najvećoj mjeri eliminisao nedostatke uočene unutar raspoloživih matematičkih modela (organizacija A, B, C i D) je korišćen kao model za dodatnu ocjenu i provjeru značajnosti uticaja na životnu sredinu.

Reducirani matrični model sa svega tri ključna kriterijuma za vrednovanje uticaja na životnu sredinu (obim uticaja, jačina uticaja i vjerovatnoća pojave uticaja) je s obzirom da tretira sva pitanja direktnog djelovanja na životnu sredinu, kao i zbog svoje jednostavnosti, opravdano koristiti naročito kod organizacija sa velikim brojem identifikovanih aspekata.

U cilju da se proces vrednovanja primjenom ovog modela automatizuje, kreirana je neuronska mreža na osnovu podataka dobijenih iz organizacija A, B i C a ocijenjenih po reduciranom matričnom modelu, uključujući na taj način karakterističnosti vezane za učestalost pojave pojedinih uticaja iz prakse.

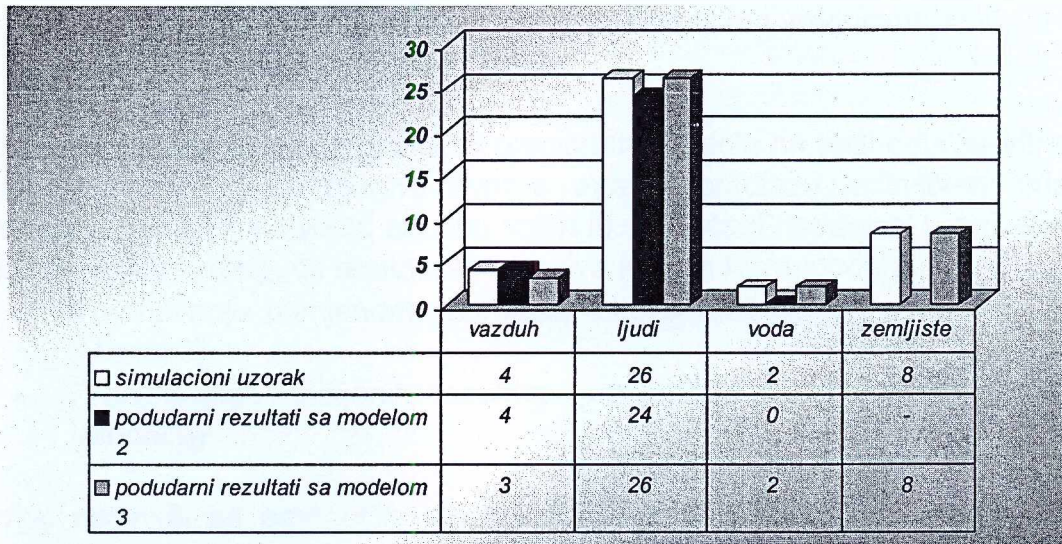
Ovim putem je, dakle, izvršeno vrednovanje uticaja na životnu sredinu organizacije D primjenom dva modela, oba zasnovana na neuronskim mrežama. U cilju da se utvrdi njihova valjanost i pouzdanost u radu, neophodno je izvršiti uporednu analizu dobijenih rezultata sa rezultatima sopstvenog matematičkog modela organizacije D. U tu svrhu primijenice se sljedeće označavanje:

1. Model 1 (Matematički model organizacije D)
2. Model 2 (Klasična neuronska mreža)
3. Model 3 (Neuronska mreža reduciranog matričnog modela)

Uporednom analizom modela utvrdiće se njihove prednosti i nedostaci što će omogućiti kreiranje najpovoljnijeg pristupa za objektivno i pouzdano vrednovanje uticaja na životnu sredinu.

Uporedna analiza Modela 2 i 3 u odnosu na Model 1

U cilju da se ukaže na prednosti i nedostake prezentovanih modela na bazi dobijenih rezultata, na slici 5.14 je prikazana uporedna analiza odnosa broja podudarnih rezultata dobijenih Modelima 2 i 3 (modeli na bazi neuronskih mreža) u odnosu na simulacioni uzorak Modela 1 (sopstveni model organizacije D). Sa slike 5.14 se vidi da je Model 3 (neuronska mreža reduciranog matričnog modela) dao rezultat koji se u svim slučajevima osim za medijum vazduh podudara sa simulacionim uzorkom Modela 1, dok je Model 2 (klasična neuronska mreža) dao nešto lošije rezultate.



Slika 5.14 Uporedna analiza Modela 2 i 3 u odnosu na Model 1

Treba imati u vidu da su rezultati dobijeni po Modelu 1 ocijenjeni prema 8 kriterijuma, a da se Modelima 2 i 3 vrednovanje vrši prema 3 ključna ekološka kriterijuma koji su zastupljeni u modelima svih razmatranih organizacija (A, B, C i D). Razlika u ocjeni koja se uočava za medijum vazduh a odnosi se na Model 3 je upravo zbog višekriterijskog vrednovanja po Modelu 1 koji je dodatnim ocjenama neekoloških kriterijuma postigao značajnost. Podijeljena su mišljenja u odnosu na broj kriterijuma koji je potreban za ocjenu značajnosti uticaja. Suviše veliki broj kriterijuma, zavisno od izabrane granične vrijednosti značajnosti uticaja, može sa jedne strane da stvori previše "značajnih" uticaja bez nekog realnog uticaja na životnu sredinu, dok sa druge strane može uticaje sa visokim ocjenama po ekološkim kriterijumima, zbog nedovoljne značajnosti po ostalim kriterijumima, da kategoriše kao neznačajne.

Analizirajući prednosti i nedostatke raspoloživih modela, uočava se da su tri kriterijuma (obim uticaja, jačina uticaja i vjerovatnoća pojave uticaja) koje sadrži reducirani matrični model, a koji su zastupljeni i u svim ostalim modelima, najznačajniji za vrednovanje uticaja na životnu sredinu. Kako su se dobijeni podaci iz organizacija odnosili upravo na te kriterijume, to je Modelom 2 simulirano vrednovanje za organizaciju D i dobijena veoma dobra podudarnost rezultata.

Ipak, iako je broj rezultata dobijenih Modelom 2 koji se ne podudaraju sa simulacionim uzorkom veći od Modela 3, uočeno je da bi se sa trening uzorkom iz većeg broja organizacija čiji su uticaji vrednovani različitim modelima obezbijedilo objektivnije vrednovanje u odnosu na Model 3, jer bi time neuronska mreža bila trenirana na specifičnostima karakterističnim za svaki pojedinačni model.

Iz analize pojedinačno svakog raspoloživog sopstvenog matematičkog modela (organizacije A, B, C i D) kao najznačajniji nedostaci u okviru kojih je moguće vršiti najveće kolebanje rezultata navode se:

- jednostavan matematički model vrednovanja nedovoljne preciznosti sa proizvoljno izabranom granicom značajnosti,

- nerealno stvaranje razlika u rangiranju kriterijuma vrednovanja,
- raznolikost kriterijuma vrednovanja.

Svi ovi nedostaci bi se mogli prevazići primjenom modela na bazi neuronskih mreža. Tako se u radu [1] na osnovu ovakve analize predlaže jedinstveni pristup u vrednovanju uticaja na životnu sredinu kojim bi se uočeni nedostaci u najvećoj mjeri eliminisali, a koji je moguće realizovati kroz dva koraka i dva modela:

- Vrednovanje primjenom neuronske mreže reduciranog matričnog pristupa (Model 3)
- Preispitivanje dobijenih rezultata primjenom klasične neuronske mreže (Model 2)

Na ovaj način bi se omogućilo objektivnije i pouzdanije vrednovanje značajnosti aspekata i uticaja na životnu sredinu uz dvojako preispitivanje rezultata.

Treba napomenuti da je ovo jedinstveni pristup koji je primijenjen na ovu temu u dijelu magistarskih i doktorskih radova. Takođe, podaci koji se analiziraju dobijeni su u direktnom kontaktu sa organizacijama i predstavljaju poslovnu tajnu, pa su kao takvi prezentirani u zaštićenom obliku bez naznaka o identitetu analiziranih organizacija uz izjavu o poštovanju principa apsolutne diskrecije.

Ovako definisan pristup je dao podstrek autoru doktorske disertacije za dalja istraživanja i unapređenja modela za objektivno i pouzdano vrednovanje uticaja na životnu sredinu. Stoga je trening uzorak za obuku neuronskih mreža prilično proširen tako da su se stvorili uslovi za njihovu ponovnu verifikaciju u novoizabranom poslovnom okruženju. Vrednovanje uticaja na zaštitu životne sredine primjenom modela neuronskih mreža treba da pruži potrebnu pouzdanost i objektivnost s obzirom na to da ovaj segment predstavlja okosnicu modela unapređenja zaštitom životne sredine koji se kreira u ovom radu na podacima izabrane organizacije (AD Barska plovidba) sa ciljem da bude primjenljiv i za druge organizacije strateški orjentisane na zaštitu životne sredine.

5.3 Primjena neuronskih mreža za ocjenu uticaja na životnu sredinu u poslovnom okruženju AD Barska plovidba

Pristup vrednovanja uticaja na životnu sredinu opisan u radu [1] se pokazao kao jedinstven, objektivan i primjenljiv za sve organizacije nezavisno od njihove djelatnosti pa je kao takav primijenjen i u analizi ocjene uticaja na životnu sredinu u organizaciji AD Barska plovidba. U radu [1] se raspolagalo podacima iz četiri organizacije (A, B, C, D) ali su naknadnim angažovanjem prikupljeni podaci iz još 2 organizacije, pa će se u daljem radu obuka neuronskih mreža zasnivati na podacima svih šest organizacija (A, B, C, D, E i F). Simulacija modela neuronskih mreža će se izvršiti na podacima organizacije AD Barska plovidba koji će najprije biti ocijenjeni u postupku vrednovanja uticaja na životnu sredinu primjenom AHP metode multikriterijumskog odlučivanja.

Shodno gore navedenom, vrednovanje uticaja na životnu sredinu identifikovanih u organizaciji AD Barska plovdba će se izvršiti na tri načina u cilju objektivnog i pouzdanog utvrđivanja konačnog registra značajnih uticaja na medijume interesantne za tematiku ovog rada (vazduh, ljudi, voda i zemljište) i to:

- Modelom klasične neuronske mreže
- Modelom neuronske mreže reduciranog matričnog pristupa
- AHP modelom multikriterijumskog odlučivanja

Kako je za primjenu svih modela neophodno početno vrednovanje identifikovanih uticaja na životnu sredinu koje se realizuje u saradnji sa menadžerom zaštite životne sredine, to će se najprije primijeniti AHP model. Ovo iz razloga što će ulazne vrijednosti ocjena iz AHP modela nakon izvjesne neophodne normalizacije predstavljati simulacione uzorke za oba modela na bazi neuronskih mreža. Izlazne vrijednosti svih modela dobijene na osnovu istih ulaznih vrijednosti svakako zahtijevaju detaljnu uporednu analizu u cilju utvrđivanja njihovih prednosti i nedostataka kao i iznalaženja najpovoljnijeg puta za objektivno i pouzdano vrednovanje uticaja na životnu sredinu.

5.3.1 Vrednovanje uticaja na životnu sredinu primjenom AHP u organizaciji AD Barska plovdba

Prvi model koji će se u organizaciji AD Barska plovdba primijeniti za ocjenu uticaja na životnu sredinu zasnovan je na AHP multikriterijumskom odlučivanju, pa je stoga neophodno najprije definisati hijerarhijsku strukturu samog problema. S obzirom na to da organizacija AD Barska plovdba za brodove ima uspostavljen sistem sigurnog upravljanja Safety Managment System (SMS), zasnovan na ISM Codu i propisan od strane IMO kao obavezan propis za sve pomorske kompanije koje posluju u međunarodnom pomorskom saobraćaju a koji je uglavnom orjentisan na zaštitu životne sredine, to je identifikaciju uticaja jednostavno ostvariti, tako da ostaje samo da se izvrši njihovo adekvatno vrednovanje. Identifikovani uticaji na 4 ključna medijuma djelovanja su predstavljeni u tabeli 5.4.

Tabela 5.4 Uticaji na životnu sredinu prema medijumima djelovanja

VAZDUH		LJUDI		VODA		ZEMLJIŠTE	
1.	Jedinjenja sumpora (brod)	1.	Dejstvo toplotne enegrije (brod)	1.	Otpadne zauljane vode	1.	Čvrsti otpad
2.	Jedinjenja azota (brod)	2.	Dejstvo hemikalija (brod)	2.	Sanitarno-fekalne vode		
3.	Halon (brod)	3.	Dejstvo toplotne enegrije (restoran)	3.	Čvrsti otpad (brod)		
4.	Izduvni gasovi mot. vozila (brod)	4.	Plin (restoran)	4.	Opasne supstance		
5.	Isparenja opasnih supstanci (brod)	5.	Neugodni mirisi (restoran)	5.	Brodске boje		

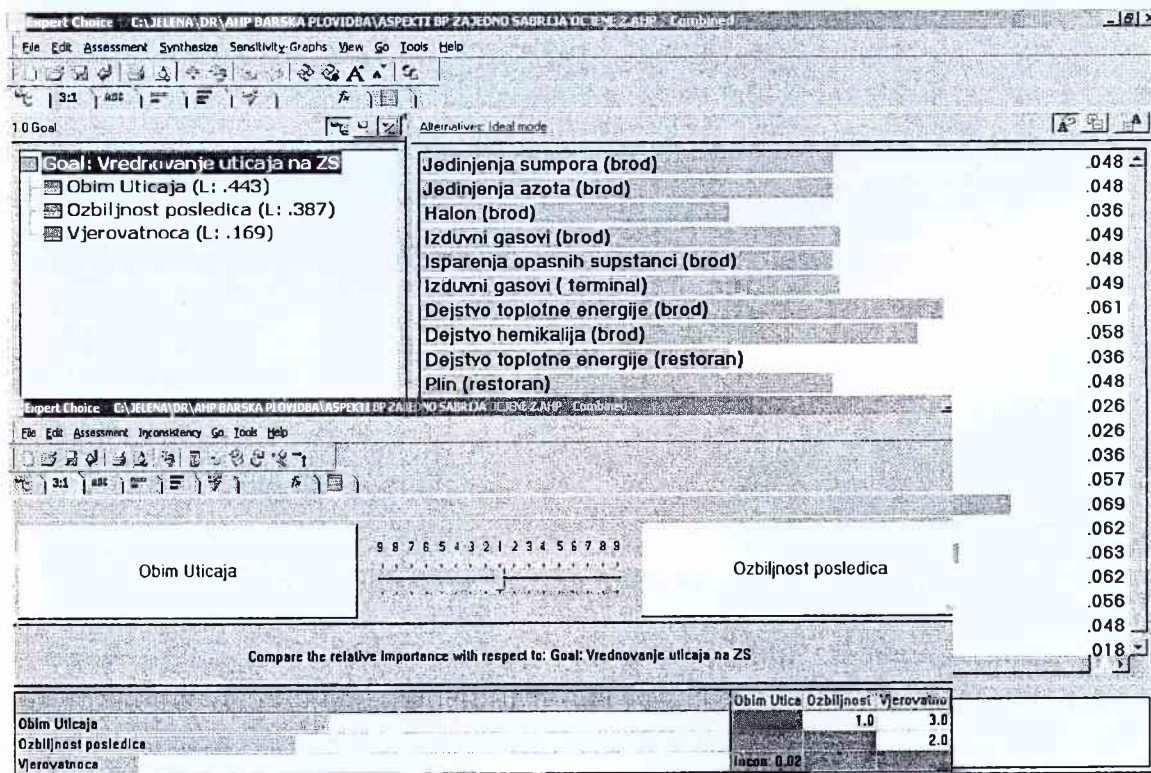
Tabela 5.4 (nastavak)

VAZDUH		LJUDI		VODA		ZEMLJIŠTE	
6.	Izduvni gasovi (terminal)	6.	Prašina (brod)	6.	Sanitarno-fekalne vode (restoran i upravna zgrada)		
		7.	Neugodni mirisi (brod)				
		8.	Buka (brod)				

AHP metodu multikriterijumskog vrednovanja uticaja na životnu sredinu će koordinisati menadžer zaštite životne sredine kao odgovorna osoba za SMS sistem i ispunjavanje svih normi iz oblasti zaštite životne sredine. Identifikovani uticaji predstavljaju alternative hijerarhijskog AHP modela, a izabrani kriterijumi za njihovo vrednovanje bazirani na literaturnim preporukama [1, 18] su:

- Obim uticaja (jačina uticaja)
- Ozbiljnost posljedica uticaja
- Vjerovatnoća pojave uticaja

Kreirani AHP model za vrednovanje uticaja na životnu sredinu sa tronivoovskom hijerarhijskom strukturom je predstavljen na slici 5.15.



Slika 5.15 AHP model za vrednovanje uticaja na životnu sredinu u organizaciji AD Barska plovodba.

Analizirajući sopstvene metodologije za ocjenu uticaja na životnu sredinu u organizacijama (A, B, C, D, E i F), vrednovanje primjenom AHP metode

multikriterijumskog odlučivanja predstavlja izvjesno unapređenje u smislu upotrebe jednog široko rasprostranjenog matematičkog modela za odlučivanje čija je verifikacija ostvarena u svjetskim razmjerama a ne samo na lokalnom nivou.

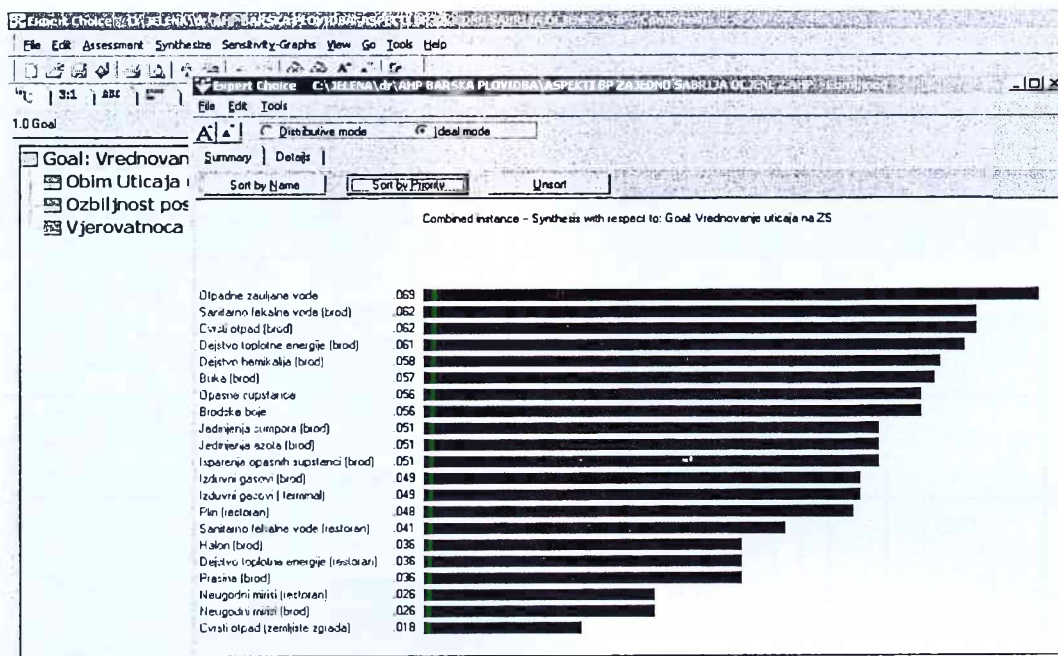
AHP model za vrednovanje uticaja na životnu sredinu sadrži 21 alternativu odnosno identifikovani uticaj i svega tri kriterijuma. Shodno tome vrednovanje kriterijuma u odnosu na postavljeni cilj je izvršeno na bazi međusobnog poređenja primjenom Saaty skale gdje je najveći značaj dobio kriterijum "Obim uticaja", a najmanji kriterijum "Vjerovatnoća" (slika 5.15). S obzirom da model sadrži veliki broj alternativa njihovo vrednovanje prema svakom kriterijumu posebno će se izvesti na bazi direktnog bodovanja primjenom Data Grida kao na slici 5.16.

Expert Choice C:\JELENA\dr\AHP BARSKA PLOVIDBA\ASPEKTI BP ZAJEDNO SASTAVIJA OCJENE 2.AHP - Combined					
File Edit Assessment View Go Plot Tools Formula Type Mapping Totals Help					
<div> <div>4</div> <div>3</div> <div>2</div> <div>1</div> </div>					
<div> <div>1 (1.000)</div> <div>2 (.750)</div> <div>3 (.500)</div> <div>4 (.250)</div> </div>					
	Ideal mode			RATINGS	RATINGS
AID	Alternative	Total	Costs	Ozbiljnost posljedica (L: .387)	Vjerovatnoća (L: .169)
A1	<input checked="" type="checkbox"/> Jedinjenja sumpora (brod)	.708		.750	.500
A4	<input checked="" type="checkbox"/> Jedinjenja azota (brod)	.708		.750	.500
A5	<input checked="" type="checkbox"/> Helon (brod)	.500		.500	.500
A6	<input checked="" type="checkbox"/> Izduvni gasovi (brod)	.681		.750	1.000
A7	<input checked="" type="checkbox"/> Isperenja opasnih supstanci (brod)	.708		.750	.500
A8	<input checked="" type="checkbox"/> Izduvni gasovi (terminal)	.681		.750	1.000
A9	<input checked="" type="checkbox"/> Dejstvo toplotne energije (brod)	.847		1.000	.750
A10	<input checked="" type="checkbox"/> Dejstvo hemikalije (brod)	.805		1.000	.500
A11	<input checked="" type="checkbox"/> Dejstvo toplotne energije (restoran)	.500		.500	.500
A12	<input checked="" type="checkbox"/> Plin (restoran)	.665		.750	.250
A13	<input checked="" type="checkbox"/> Neugodni mirisi (restoran)	.361		.250	.250
A14	<input checked="" type="checkbox"/> Neugodni mirisi (brod)	.361		.250	.250
A15	<input checked="" type="checkbox"/> Prasina (brod)	.500		.500	.500
A16	<input checked="" type="checkbox"/> Buka (brod)	.792		.750	1.000
A17	<input checked="" type="checkbox"/> Otpadne zeuljane vode	.958		1.000	.750
A18	<input checked="" type="checkbox"/> Sanitarno fekalne vode (brod)	.861		.750	.750
A19	<input checked="" type="checkbox"/> Opasne supstance	.776		.750	.250
A20	<input checked="" type="checkbox"/> Ovrsti otpad (brod)	.861		.750	.750
A21	<input checked="" type="checkbox"/> Brodske boje	.776		.750	.250
A22	<input checked="" type="checkbox"/> Sanitarno fekalne vode (restoran)	.569		.500	.250
A23	<input checked="" type="checkbox"/> Ovrsti otpad (zemijiste zgrade)	.250		.250	.250

Slika 5.16 Vrednovanje uticaja na životnu sredinu

Ocjene za vrednovanje alternativa primjenom Data Grida u okviru izabranog Rating pristupa su 1, 2, 3 i 4 čiji su težinski koeficijenti unutar ovog AHP modela izračunati na bazi Saaty skale i iznose respektivno (0.250; 0.500; 0.750; 1.00).

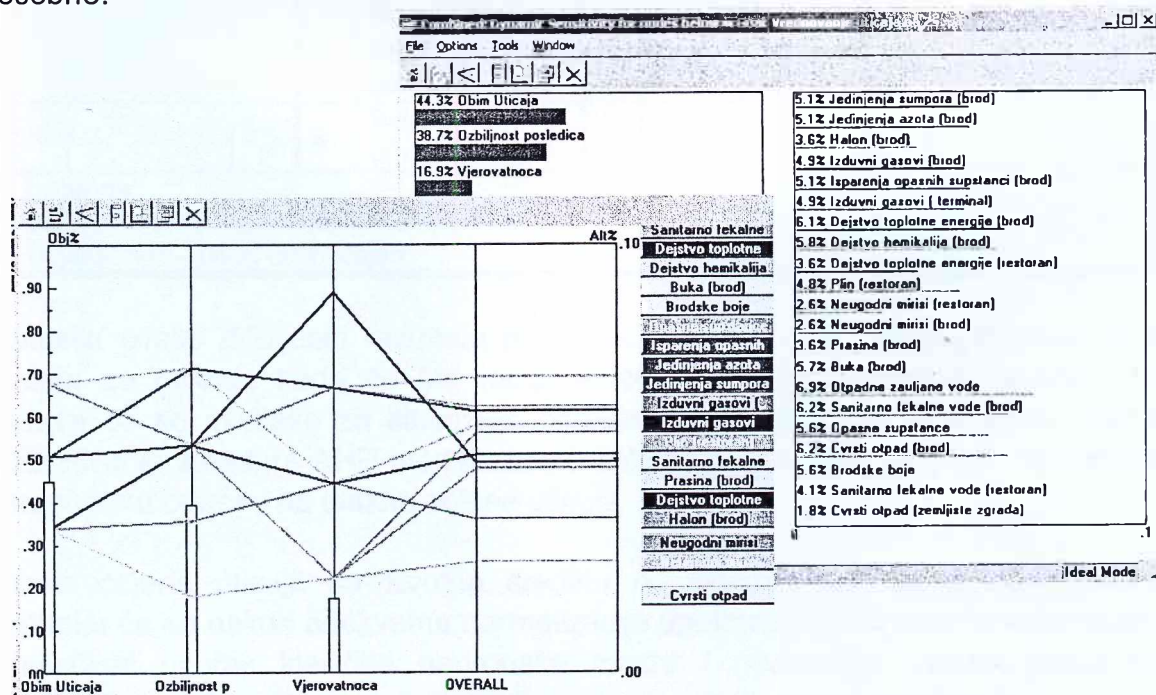
Nakon ocjenjivanja svih hijerarhijskih nivoa u modelu izvršena je sinteza rezultata čime je dobijena lista značajnosti identifikovanih uticaja na životnu sredinu sa zadovoljavajućim stepenom konzistentnosti od 0.02. Shodno tome na slici 5.17 je predstavljena konačna rang lista značajnosti svih uticaja na životnu sredinu u organizaciji AD Barska plovdba.



Slika 5.17 Rang lista značajnosti uticaja na životnu sredinu

Detaljnou analizom relevantnih parametara definisana je granica značajnosti iznad koje su svi identifikovani uticaji označeni kao značajni i svrstani u registar značajnih uticaja. Ta granica je 0.048 čime se dobio registar od 13 značajnih uticaja od ukupno identifikovanih 21.

Na slici 5.18 su grafički predstavljeni rezultati vrednovanja kriterijuma za ocjenu uticaja kao i samih uticaja na životnu sredinu u odnosu na konačni cilj. Takođe je predstavljena i grafička interpretacija značajnosti uticaja u odnosu na svaki kriterijum posebno.



Slika 5.18 Grafički prikaz rezultata vrednovanja uticaja primjenom AHP metode

U cilju preglednije raspodjele značajnosti identifikovanih uticaja na životnu sredinu, dobijene ovim pristupom, u tabeli 5.5 je predstavljena lista njihovih konačnih ocjena prema medijumima djelovanja.

Tabela 5.5 Pregled ocjene značajnosti uticaja primjenom AHP modela

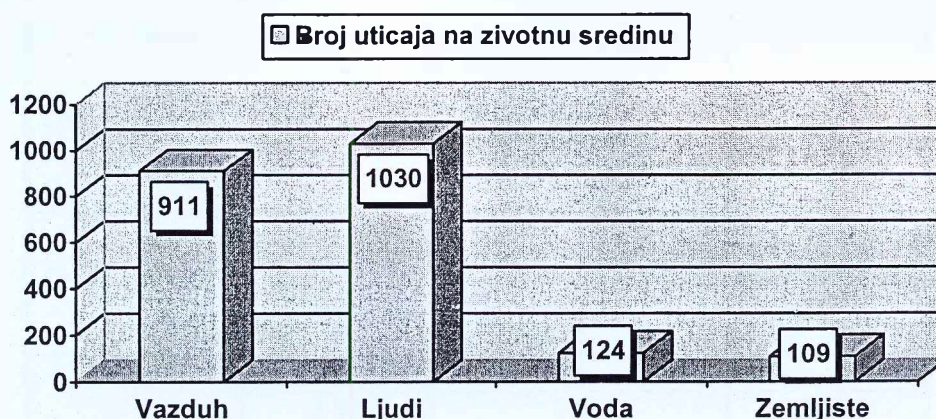
VAZDUH			LJUDI			VODA			ZEMLJIŠTE		
1.	Jedinjenja sumpora (brod)	1	1.	Dejstvo toplotne enegrije (brod)	1	1.	Otpadne zauljane vode	1	1.	Čvrsti otpad	-1
2.	Jedinjenja azota (brod)	1	2.	Dejstvo hemikalija (brod)	1	2.	Sanitarno-fekalne vode	1			
3.	Halon (brod)	-1	3.	Dejstvo toplotne enegrije (restoran)	-1	3.	Čvrsti otpad (brod)	1			
4.	Izduvni gasovi mot. vozila (brod)	1	4.	Plin (restoran)	-1	4.	Opasne supstance	1			
5.	Isparenja opasnih supstanci (brod)	1	5.	Neugodni mirisi (restoran)	-1	5.	Brodске boje	1			
6.	Izduvni gasovi (terminal)	1	6.	Prašina (brod)	-1	6.	Sanitarno-fekalne vode (restoran i upravna zgrada)	-1			
			7.	Neugodni mirisi (brod)	-1						
			8.	Buka (brod)	1						
Legenda: Ocjena: "1" – uticaj značajan Ocjena: "-1" – uticaj neznačajan											

Diskusiju ovako dobijenih rezultata je moguće ostvariti tek nakon primjene ostalih modela za ocjenu, kada će biti moguće izvršiti njihovu uporednu analizu. Tom prilikom će se svakako za slučajeve određenih odstupanja u rezultatima izvršiti i preispitivanje strukture AHP modela kao i načina vrednovanja njegovih hijerarhijskih elemenata u odnosu na ulazne ocjene uticaja.

Ulazne ocjene uticaja na životnu sredinu po svakom kriterijumu date u ovom postupku će se nakon adekvatne normalizacije upotrijebiti i kao ulazne vrijednosti za simulacioni uzorak klasične neuronske mreže i neuronske mreže reduciranog matričnog modela.

5.3.2 Primjena modela klasične neuronske mreže u organizaciji AD Barska plovidba

U skladu sa metodologijom prikazanom u radu [1] za primjenu klasične neuronske mreže će se izvršiti raspodjela podataka prema medijumima djelovanja kako bi se izvršila obuka za svaki medijum posebno. U radu [1] je klasična neuronska mreža pružila zadovoljavajuća rješenja za slučaj medijuma vazduh i ljudi, dok zbog malog trening uzorka nije bila adekvatna za ostale medijume djelovanja. Kako se za medijume voda i zemljište prilično povećao trening uzorak uvođenjem podataka iz 3 nove organizacije, to će se sa velikim optimizmom pristupiti obuci klasičnih neuronskih mreža i za ove medijume djelovanja. Raspodjela uticaja na životnu sredinu prema razmatranim medijumima za cjelokupni trening uzorak je prikazana na slici 5.19.



Slika 5.19 Raspodjela uticaja prema medijumu djelovanja za 6 organizacija iz trening uzorka

Neposredno prije unosa podataka u grafički korisnički interfejs softverskog paketa MATLAB namijenjenog radu sa neuronskim mrežama, podaci moraju biti normalizovani. Softverski nijesu ograničene ulazne vrijednosti podataka, dok za izlazne vrijednosti postoji ograničenje da se iste moraju nalaziti u rasponu -1 i 1.

Kako su ocjene za sve organizacije dobijene na bazi različitih metodologija, potrebno je izvršiti normalizaciju ulaznih podataka prema organizaciji sa najvećim rasponom ocjena. 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 karakterističan za posmatrani matematički model. Takođe se za organizaciju C vrši združivanje ocjena po kriterijumu "Uticaj na javno mnjenje" i "Vjerovatnoća" u rasponu 2-5 kako bi se sa jedne strane omogućilo zadržavanje osobenosti samog matematičkog modela a sa druge izbjegle varijacije rezultata koje bi se dobile uvrštavanjem pomenutog kriterijuma u neuronsku mrežu. Normalizacija ocjena po pojedinim kriterijumima za različite modele je prikazana tabelom 5.6. Što se tiče izlaznih vrijednosti, usvojena je konvencija da se svaki značajni uticaj po sopstvenom matematičkom modelu označi

ocjenom 1 a svaki neznajni ocjenom -1.

Tabela 5.6. Normalizacija podataka za klasičnu neuronsku mrežu

	Obim uticaja	Ozbiljnost posljedica	Vjerovatnoća
Organizacija A	1	1	1
	2		
	3		
	4	2	2
	5		
	6	3	3
	7		
	8		4
Organizacija B	1	1	1
	2.5	3.33	3.33
		5.66	5.66
	4	8	8
Organizacija C	1	1	1
	2.75		
	4.5	2.9	3.33
	6.25		5.66
	8	4.8	8
Organizacija D	1	1	1
	3.33	3.33	3.33
	5.66	5.66	5.66
	8	8	8
Organizacija E	1	1	1
	3.33	3.33	3.33
	5.66	5.66	5.66
	8	8	8
Organizacija F	1	1	1
	4.5	4.5	4.5
	8	8	8

Po završenoj normalizaciji podataka pristupa se treniranju neuronske mreže pojedinačno za svaki medijum djelovanja, a provjera rezultata odnosno simulacija modela se vrši na podacima organizacije AD Barska plovidba shodno ulaznim ocjenama iz AHP modela.

Naime, ulazne ocjene uticaja na životnu sredinu dobijene za potrebe primjene AHP metode ujedno predstavljaju i ulazne vrijednosti za klasičnu neuronsku mrežu nakon normalizacije predstavljene u tabeli 5.7.

Tabela 5.7 Normalizacija ocjena simulacionog uzorka za klasičnu neuronsku mrežu

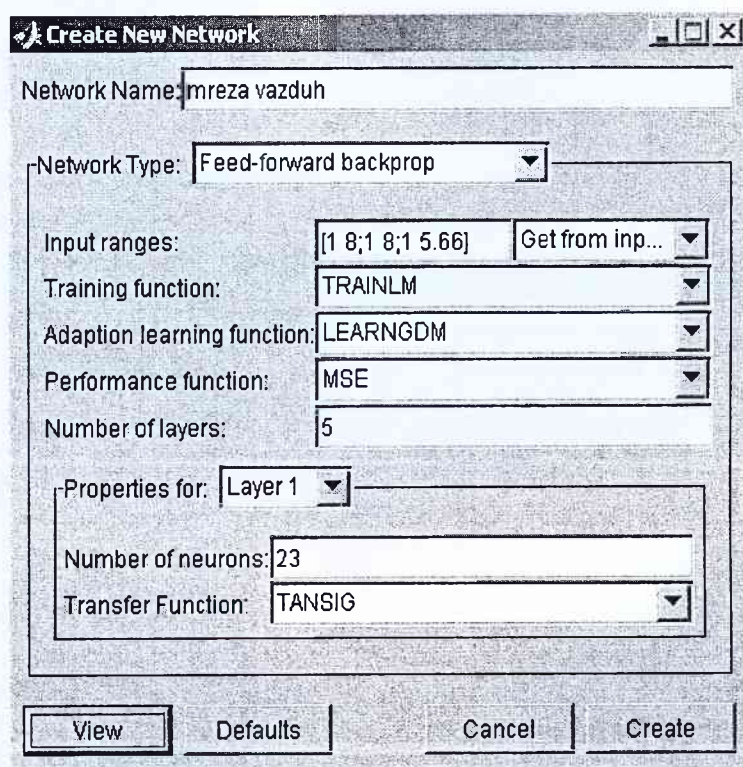
	Obim uticaja	Ozbiljnost posljedica	Vjerovatnoća
AD Barska plovidba	1	1	1
	2	3.33	3.33
	3	5.66	5.66
	4	8	8

Nakon normalizacije ulaznih vrijednosti simulacionog uzorka, pristupa se izboru tipa mreže za razmatranu problematiku.

Analizom tipova neuronskih mreža izabrana je Feed-forward Backpropagation neuronska mreža koja će sa različitim performansama biti trenirana na podacima organizacija (A, B, C, D, E i F), posebno za svaki medijum životne sredine.

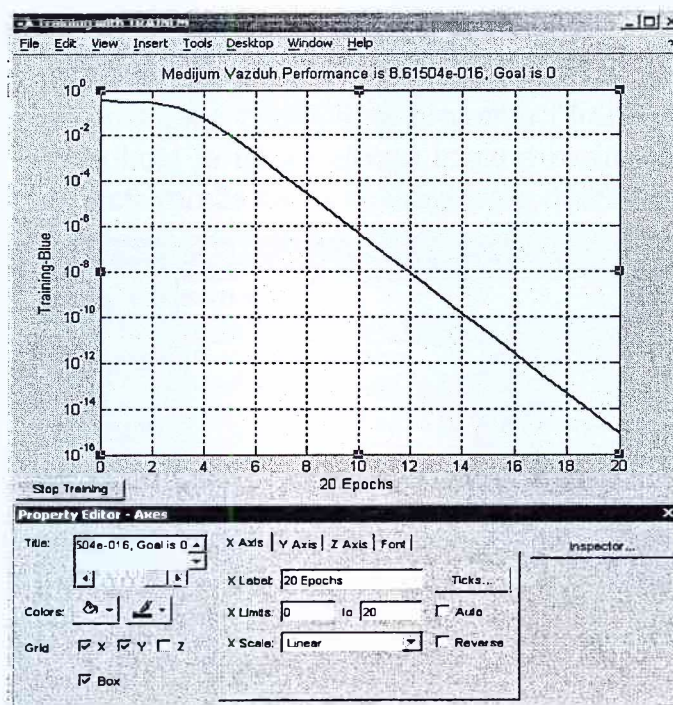
Neuronska mreža (medijum vazduh)

Normalizovani po prethodno definisanom pristupu i objedinjeni podaci koji se odnose na zagađenje vazduha preuzeti iz dostavljene dokumentacije organizacija (A, B, C, D, E i F) su uvršteni u neuronsku mrežu i pristupilo se izboru performansi mreže kako bi izlazni rezultati bili što približniji stvarnim. Tako je za medijum vazduh najbolje rezultate dala mreža čije su karakteristike predstavljene na slici 5.20.



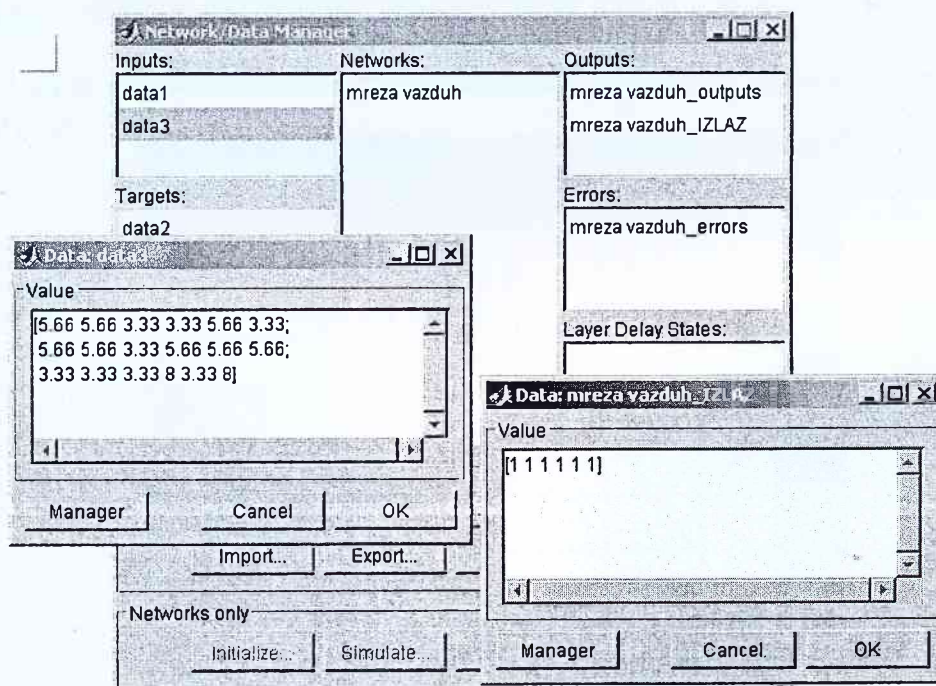
Slika 5.20 Performanse neuronske mreže (medijum vazduh)

Izabrana je mreža sa 5 slojeva od kojih svaki ima po 23 neurona a posljednji po pravilu 1. Na slici 5.21 je prikazan dijagram konvergencije ovako izabrane mreže za medijum vazduh. Uočava se da iako je zadati broj epoha (iteracija) bio 100, mreža je postigla veoma zadovoljavajuću konvergentnost u 20 iteracija.



Slika 5.21 Dijagram konvergencije neuronske mreže (medijum vazduh)

Nakon testiranja mreže na simulacionom uzorku za medijum vazduh organizacije AD Barska plovidba dobijeni su izlazi kao na slici 5.22.

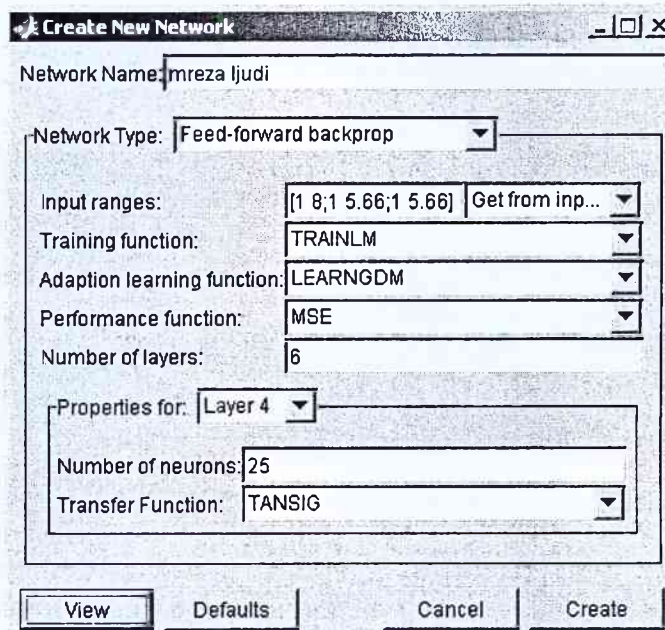


Slika 5.22 Simulacija neuronske mreže (medijum vazduh)

Ocjena u okolini vrijednosti (+1) kategoriše uticaj kao "značajan" dok ocjena u blizini donje granice (-1) kategoriše uticaj kao "neznačajan". Analizom dobijenih rezultata se uočava da su svi identifikovani uticaji na medijum vazduh vrednovani kao značajni, što se samo za jedan uticaj ne podudara sa rezultatima koje je pružio AHP model.

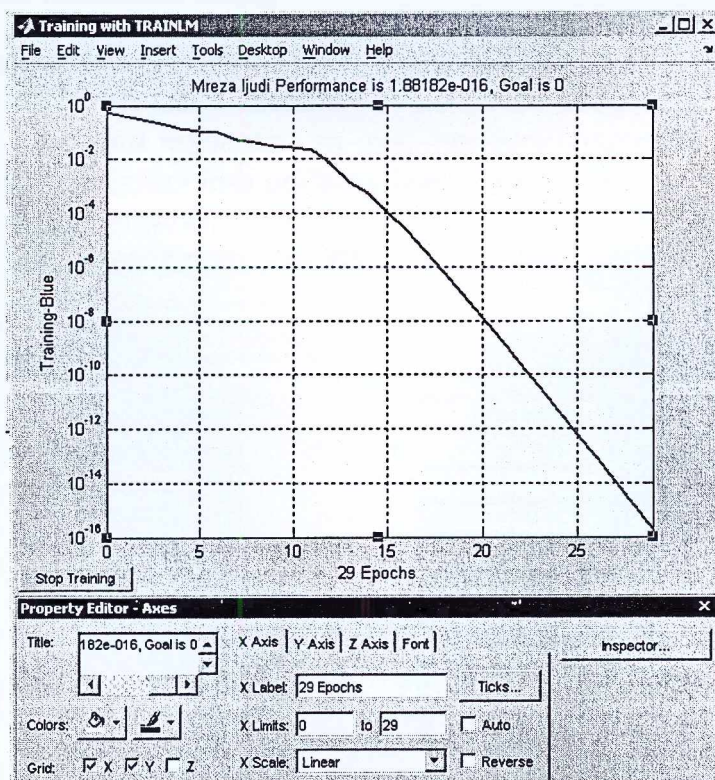
Neuronska mreža (medijum ljudi)

Analogno prethodnom postupku, pristupa se kreiranju i treniranju neuronske mreže za medijum ljudi. Mreža koja je dala najbolje izlazne rezultate za uvrštene ocjene uticaja ovog medijuma jeste mreža sa karakteristikama datim na slici 5.23.



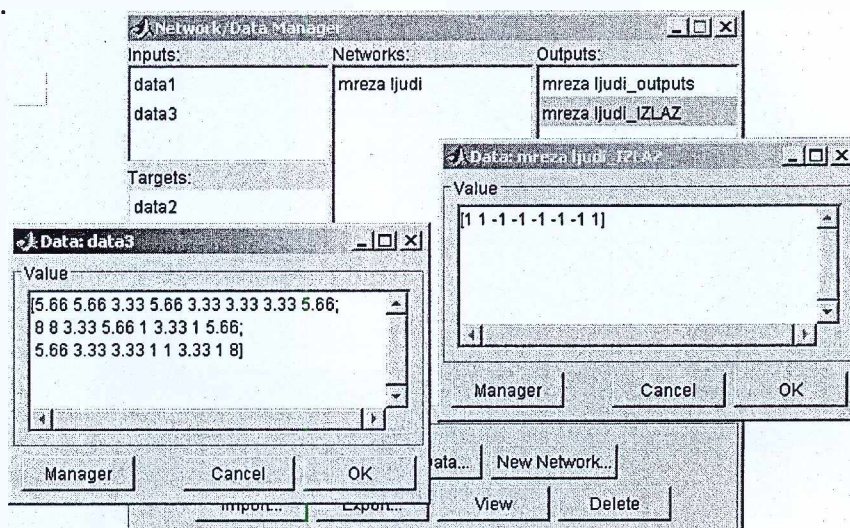
Slika 5.23 Performanse neuronske mreže (medijum ljudi)

Na slici 5.24 je predstavljen dijagram konvergencije kreirane neuronske mreže za medijum ljudi.



Slika 5.24 Dijagram konvergencije neuronske mreže (medijum ljudi)

Tačnost izlaza mreže sa 5 slojeva i 25 neurona po svakom sloju (posljednji sadrži jedan neuron) je postignuta u svega 25 epoha. Simulacijom ovako kreirane mreže na podacima za medijum ljudi organizacije AD Barska plovidba dobijeni su rezultati kao na slici 5.25.

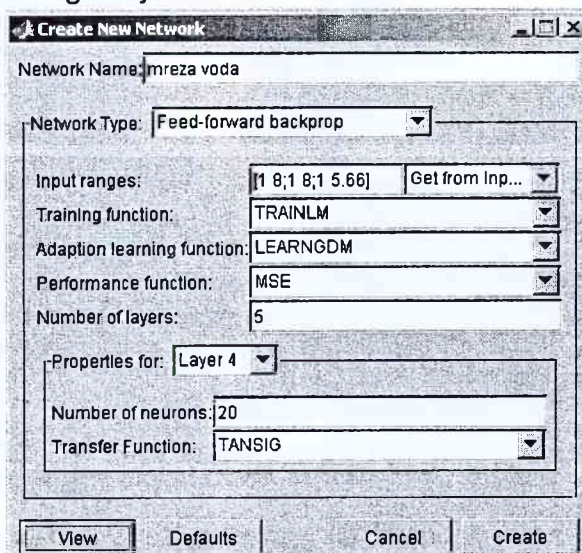


Slika 5.25 Simulacija neuronske mreže (medijum ljudi)

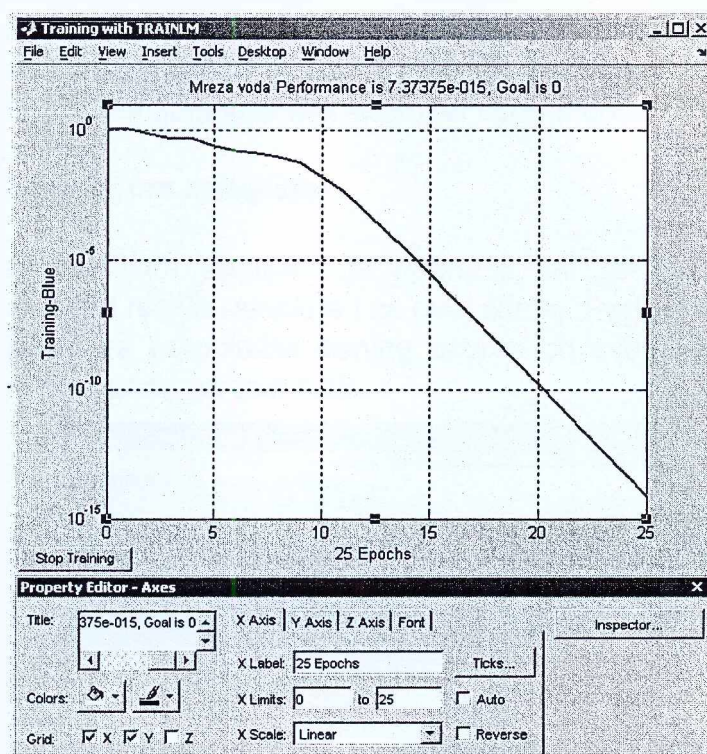
Od ukupno osam identifikovanih uticaja na medijum ljudi tri je ocijenjeno kao značajno, a pet kao neznačajno. Rezultati vrednovanja simulacionog uzorka za medijum ljudi dobijeni klasičnom neuronskom mrežom se u potpunosti podudaraju sa rezultatima dobijenim primjenom AHP modela što je i očekivano s obzirom na prilično veliki trening uzorak.

Neuronska mreža (medijum voda)

Iako je broj podataka trening uzorka za medijum voda u radu [1] bio nedovoljan, što nije rezultiralo zadovoljavajućim izlazima, ovdje će se zbog nešto uvećanog uzorka izvesti treniranje i provjera rezultata i za ovaj medijum djelovanja. Neuronska mreža sa najmanjom greškom izlaza ima performanse prikazane na slici 5.26 dok je na slici 5.27 predstavljena konvergencija izabrane mreže.

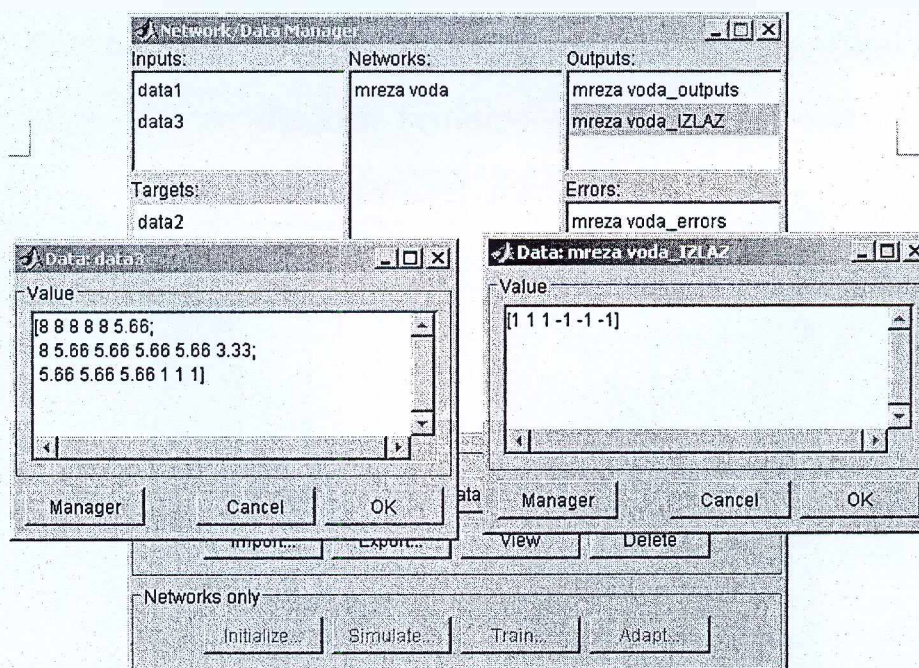


Slika 5.26 Performanse neuronske mreže (medijum voda)



Slika 5.27 Dijagram konvergencije neuronske mreže (medijum voda)

Za medijum voda neuronska mreža sa 5 slojeva i 20 neurona po sloju je veoma dobro konvergirala u okviru 25 epoha. Simulacijom ovako kreirane mreže na podacima za medijum voda dobijeni su rezultati kao na slici 5.28.



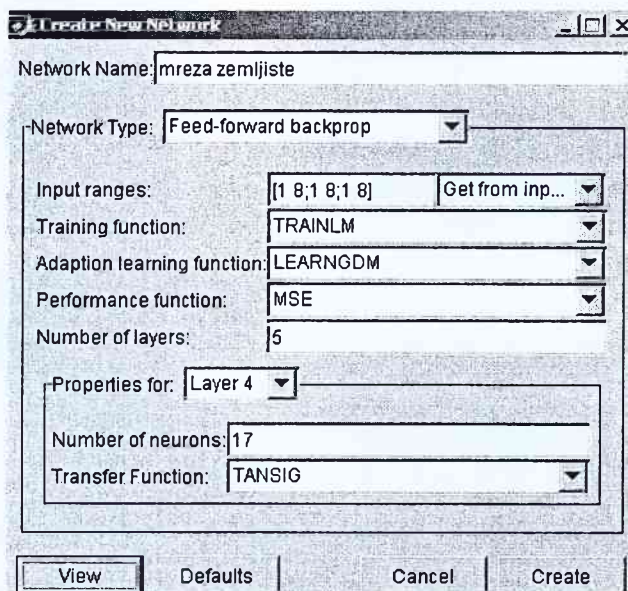
Slika 5.28 Simulacija neuronske mreže (medijum voda)

Rezultat klasične neuronske mreže ukazuje na značajnost tri od ukupno 6 uticaja na medijum voda što se za dva uticaja ne podudara sa rezultatima koji su dobijeni

primjenom AHP modela. Ovo odstupanje u rezultatima je i bilo očekivano s obzirom na to da trening uzorak za klasičnu neuronsku mrežu medijuma voda iznosi svega 12 % od trening uzorka za medijum ljudi koji je pružio veoma dobre rezultate.

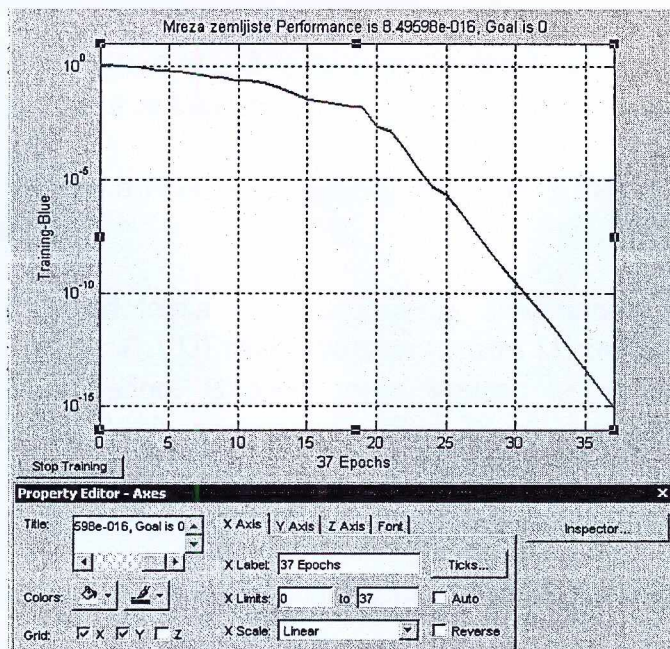
Neuronska mreža (medijum zemljište)

Trening uzorak za medijum zemljište je najmanji, ali će se svakako pristupiti treniranju mreže i provjeri njenih rezultata i za ovaj slučaj. Performanse mreže koja je za medijum zemljište i za raspoloživi trening uzorak od svega 109 podataka dala najbolje rezultate je prikazana na slici 5.29.



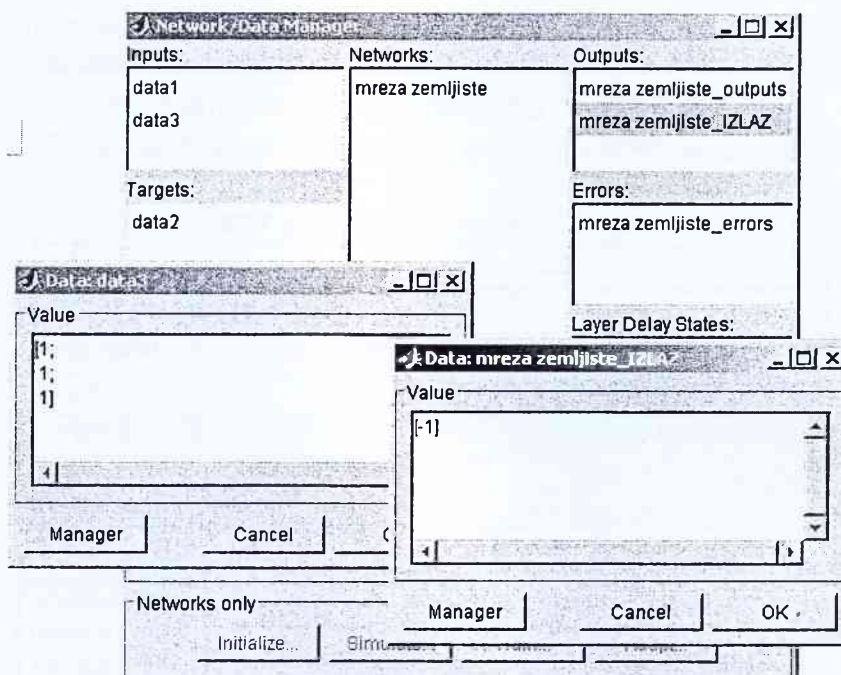
Slika 5.29 Performanse neuronske mreže (medijum zemljište)

Na slici 5.30 je prikazan dijagram konvergencije neuronske mreže za medijum zemljište.



Slika 5.30 Dijagram konvergencije neuronske mreže (medijum zemljište)

Dakle, izabrana je neuronska mreža sa 5 slojeva i sa po 17 neurona u okviru svakog sloja koja je pružila tačnost rezultata od 10^{-16} unutar 37 epoha, što je vrlo zadovoljavajuće za ovako mali trening uzorak. Simulacioni uzorak za medijum zemljište bazira se samo na jednom uticaju i rezultat takvog vrednovanja je prikazan na slici 5.31.



Slika 5.31 Simulacija neuronske mreže (medijum zemljište)

Ocjena jednog uticaja u simulacionom uzorku se u potpunosti podudara sa ocjenom dobijenom primjenom AHP modela, ali se ne može izvesti zaključak o valjanosti klasične neuronske mreže s obzirom na to da je riječ o najmanjem i trening i simulacionom uzorku.

Nakon ocjene uticaja modelom klasične neuronske mreže, pristupa se vrednovanju primjenom neuronske mreže reduciranog matričnog pristupa.

5.3.3 Primjena neuronske mreže reduciranog matričnog modela u organizaciji AD Barska plovidba

Detaljnou analizom metodologija za vrednovanje značajnosti uticaja na životnu sredinu organizacija (A, B, C i D) realizovanom u radu [1] uočile su se prednosti i nedostaci svakog pojedinačno. Shodno tome kreiran je model koji predstavlja pokušaj u eliminisanju uočenih nedostataka čime bi se u najvećoj mjeri smanjila subjektivnost karakteristična za svaku vrstu ocjenjivanja. Model je nazvan "Matrično kvantifikovanje uticaja na životnu sredinu".

Ovim matričnim modelom je definisano 5 ekoloških kriterijuma koji čine ukupno 4 matrice modela:

- Obim uticaja / jačina uticaja (M1X)

- Vjerovatnoća pojave uticaja / jačina uticaja (M2X)
- Podlijevanje zakonima i propisima / jačina uticaja (M3X)
- Uticaj na javno mnjenje / jačina uticaja (M4X)

Vrednovanje po definisanim kriterijumima se vrši označavanjem polja matrice na osnovu vrednovanja vrijednosti koje analizirani uticaj ima za posmatrani i obavezni kriterijum "jačina uticaja". Ozbiljnost posljedica po životnu sredinu (jačina uticaja) se vrednuje uporedo sa svim drugim kriterijumima s obzirom da se i standardom indirektno klasifikuje kao najvažniji kriterijum jer pruža konkretne mjerljive vrijednosti.

M1X (obim uticaja / jačina uticaja)

Obim uticaja	Jačina uticaja			
	1	2	3	4
vrlo veliki				
veliki				
srednji				
mali ili neznatni				

M2X (vjerovatnoća pojave uticaja / jačina uticaja)

Vjerovatnoća pojave uticaja	Jačina uticaja			
	1	2	3	4
vrlo velika				
velika				
srednja				
mala ili neznatna				

M3X (podlijevanje zakonima i propisima / jačina uticaja)

Podlijevanje zakonima i propisima	Jačina uticaja			
	1	2	3	4
Uticaj je potpuno propisan zakonom				
Uticaj je djelimično do potpuno propisan zakonom(>50%)				
Uticaj je djelimično propisan zakonom(<50%)				
Uticaj nije propisan zakonom				

M4X (Uticaj na javno mnjenje / jačina uticaja)

Uticaj na javno mnjenje	Jačina uticaja			
	1	2	3	4
vrlo veliki				
veliki				
srednji				
mali ili neznatni				

Pravilo za utvrđivanje značajnosti uticaja glasi:

Ako vrijednost ocjene uticaja pada u osijenčeno polje, uticaj je po datom kriterijumu značajan.

Uticaj je, dakle, značajan (po svim kriterijumima) ako je značajan za bar dva kriterijuma od kojih je jedan iz prva dva kriterijuma.

Takođe je moguće posmatrati model svesti na reducirani oblik (dvije matrice) kada se za proces vrednovanja u razmatranje uzimaju samo tri kriterijuma, i to:

- Obim uticaja
- Jačina uticaja i
- Vjerovatnoća pojave uticaja

Na osnovu ovog reduciranog matričnog pristupa vrednovanje uticaja na životnu sredinu bi se odvijalo prema matricama M1X i M2X tako što bi se značajnim smatrao onaj uticaj čije vrijednosti za navedene kriterijume u obje matrice pripadaju označenom polju.

Radi jednoznačnosti vrednovanja daje se detaljan opis pojedinačnih ocjena svakog kriterijuma:

1. Obim uticaja na životnu sredinu

vrlo veliki (4) - Uticaj na životnu sredinu se proširio van granica organizacije;
veliki (3) - Uticaj na životnu sredinu je ograničen na nivo organizacije;
srednji (2) - Uticaj na životnu sredinu je ograničen na nivo odjeljenja unutar organizacije;
mali ili neznatni (1) - Uticaj na životnu sredinu je ograničen na neposrednu okolinu njegovog nastajanja;

2. Vjerovatnoća pojave uticaja na životnu sredinu

vrlo velika (4) - Uticaj na životnu sredinu se pojavljuje u normalnim uslovima rada;
velika (3) - Uticaj na životnu sredinu se može pojaviti zbog nepažnje ili neodržavanja sredstava za rad;
srednja (2) - Uticaj na životnu sredinu se pojavljuje samo u neuobičajenim uslovima rada;
mala ili neznatna (1) - Uticaj na životnu sredinu se pojavljuje samo u ekstremnim uslovima rada;

3. Podlijevanje zakonima i propisima

(4) - Uticaj je potpuno propisan zakonom;
(3) - Uticaj je djelimično do potpuno propisan zakonom (>50%);
(2) - Uticaj je djelimično propisan zakonom (<50%);
(1) - Uticaj nije propisan zakonom;

4. Uticaj na javno mnjenje

vrlo veliki (4) - Gubitak reputacije regionalnog ili šireg karaktera, dugoročnog dejstva;
veliki (3) - Gubitak reputacije lokalnog karaktera, dugoročnog dejstva;
srednji (2) - Gubitak reputacije lokalnog karaktera, kratkoročnog dejstva;
mali ili neznatni (1) - Nema ili je vrlo mali uticaj na javno mnjenje;

X Ozbiljnost posljedica aspekta životne sredine (JAČINA UTICAJA)

- (1) - Nema mjerljivih posljedica po životnu sredinu;
- (2) - Izmjereno prisustvo materija koje nemaju ili nije poznat njihov štetan uticaj na životnu sredinu;
- (3) - Izmjereno prisustvo materija u okolini granice dozvoljenih vrijednosti;
- (4) - Izmjereno prisustvo materija znatno većih od dozvoljenih vrijednosti;

Izbor između matričnog ili reduciranog matričnog modela zavisi donekle od opredijeljenosti same organizacije, ali i od djelatnosti rada i senzibiliteta lokaliteta. Matrični model vrednovanja (4 matrice) nije opravdano koristiti u slučajevima kada:

- zakonska regulativa i propisi nijesu u dovoljnoj mjeri pokrili oblasti djelovanja organizacije,
- lokacija organizacije je takva da nije dovoljno tretirana zakonskom regulativom,
- lokacija organizacije ili djelatnost su takvi da nemaju značajnijeg uticaja na javno mnjenje.

Reducirani matrični pristup je, s obzirom na to da tretira sva pitanja direktnog djelovanja na životnu sredinu, a zbog svoje jednostavnosti, opravdano koristiti naročito kod organizacija sa velikim brojem identifikovanih aspekata i uticaja.

Iako naizgled jednostavni modeli oni u konkretnoj primjeni mogu postati prilično robustni zahtijevajući popunjavanje velikog broja matrica i njihovo konačno vrednovanje. Kako bi se sami proces ubrzao i automatizovao kreira se neuronska mreža na osnovu podataka dobijenih iz organizacija A, B, C, D, E i F a ocijenjenih po reduciranom matričnom modelu uključujući na taj način karakterističnosti vezane za učestalost ocjena pojedinih uticaja iz razmatranih organizacija.

Dakle, kako su kriterijumi za ocjenu uticaja pomenutih organizacija primjenom klasične neuronske mreže svedeni na tri:

- Obim uticaja
- Ozbiljnost uticaja (jačina uticaja) i
- Vjerovatnoća pojave uticaja

to će se za izradu neuronske mreže matričnog modela primijeniti reducirani matrični model.

Neposredno prije kreiranja i treniranja neuronskih mreža na bazi reduciranog matričnog modela u cilju kompletiranja trening uzorka za obuku neuronskih mreža, potrebno je uraditi sljedeće:

1. Ocijeniti uticaje identifikovane u organizacijama A, B, C, D, E i F po reduciranom matričnom modelu
2. Za tako definisane ocjene uticaja po reduciranom matričnom modelu definisati izlazne vrijednosti

Poređenjem detaljnog opisa pojedinačnih ocjena za sve organizacije iz trening uzorka sa opisom ocjena matričnog modela, došlo se do korelacije u ocjenjivanju koja je definisana tabelom 5.8.

Tabela 5.8 Normalizacija podataka za neuronsku mrežu red. matričnog modela

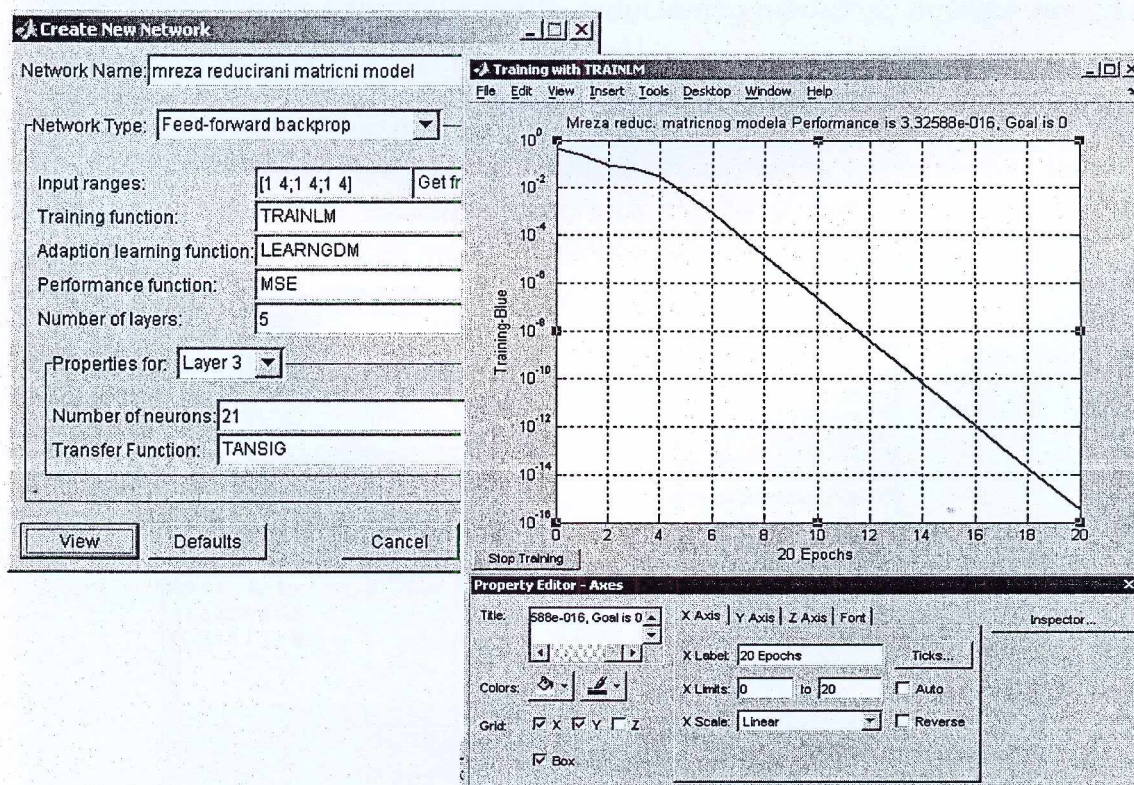
	Obim uticaja	Ozbiljnost posledica	Vjerovatnoća	Red. matrični model
Organizacija A	1, 2	1	1	1
	3	2	2	2
	4,5		3	3
	6,7,8	3	4	4
Organizacija B		1	1	1
	1	2	2	2
	1,5	3	3	3
	2	4	4	4
Organizacija C	1			1
	2	1	1	2
	3	2		3
	4,5	3	2	4
Organizacija D	0	0	0	1
	1	1	1	2
	2	2	2	3
	3	3	3	4
Organizacija E	0	0	0	1
	1	1	1	2
	2	2	2	3
	3	3	3	4
Organizacija F	1	1		1
	2	2		2
	3	3		4

Za ovako definisane ulazne ocjene uticaja u organizacijama A, B, C, D, E i F potrebno je definisati izlaze na osnovu reduciranog matričnog modela. Kako bi pojedinačno i postupno vrednovanje predstavljao mukotrpan posao s obzirom da je riječ o velikom broju podataka, to su na osnovu uspostavljene matematičke korelacije unutar matrica, programom urađenim u programskom jeziku JAVA [115, 116, 117, 118], dobijeni izlazi za sve ulazne vrijednosti na bazi reduciranog matričnog modela u rasponu (-1,1). Ovakvim pristupom su se u matričnu metodologiju uvele karakterističnosti vezane za učestalost pojave ocjena uticaja kroz dostupne podatke

sertifikovanih organizacija i time se povećala objektivnost u vrednovanju. Ovakav pristup je nazvan "neuronska mreža reduciranog matričnog modela". U ovom radu će se u cilju skraćivanja procedure vrednovanja uticaja na životnu sredinu kreirati jedna neuronska mreža bazirana na reduciranom matričnom modelu sa trening uzorkom objedinjenim iz svih medijuma djelovanja organizacija A, B, C, D, E i F. Ovo je u potpunosti opravdano s obzirom da su za sve unesene ulazne vrijednosti nezavisno od medijuma djelovanja dobijene izlazne vrijednosti na bazi istog programa izvedenog iz reduciranog matričnog modela. Dakle, neuronska mreža reduciranog matričnog modela je obuhvatila sve ulazno-izlazne informacije iz šest organizacija ocijenjenih po reduciranom matričnom modelu koji je i u radu [1] pružio veoma dobre rezultate vrednovanja na bazi podataka iz svega tri organizacije. Nakon ovako definisanog trening uzorka, pristupilo se treniranju neuronskih mreža i provjeri na podacima organizacije AD Barska plovidba.

Rezultati vrednovanja primjenom neuronske mreže reduciranog matričnog modela

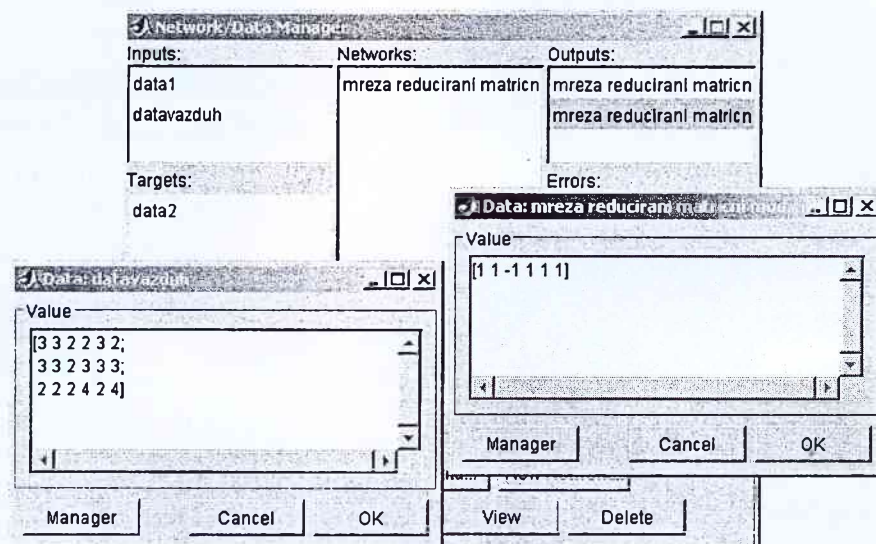
Normalizovani po reduciranom matričnom modelu i objedinjeni podaci koji se odnose na sve medijume djelovanja (vazduh, ljudi, voda, zemljište) preuzeti iz dostavljene dokumentacije organizacija (A, B, C, D, E i F) su uvršteni u neuronsku mrežu i pristupilo se izboru performansi mreže kako bi izlazni rezultati bili što približniji stvarnim. Neuronska mreža koja je za ovako veliki uzorak postigla relativno brzu konvergenciju je prikazana na slici 5.32.



Slika 5.32 Performanse neuronske mreže reduciranog matričnog pristupa sa dijagramom konvergencije

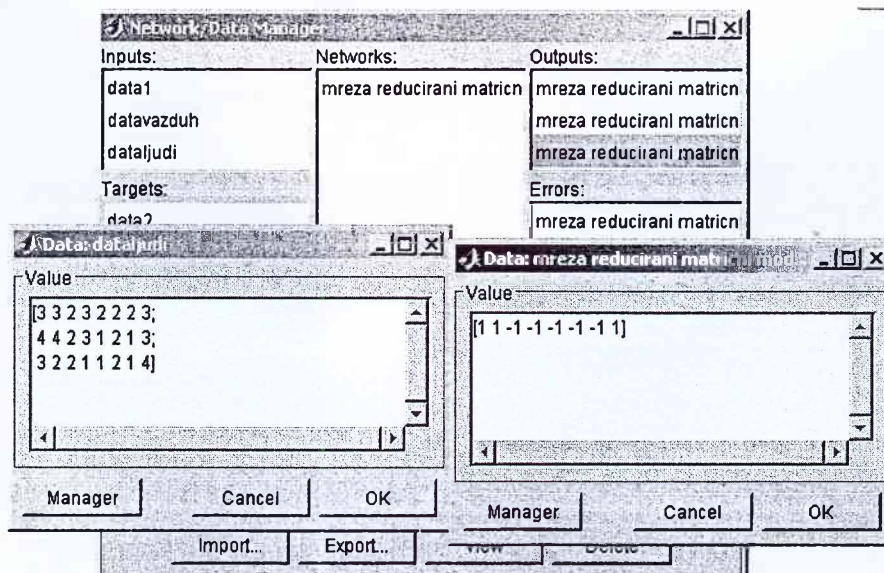
Dakle, izabrana je mreža sa 5 slojeva od kojih svaki ima po 21 neuron. Sa slike 5.32 se uočava da iako je zadati broj epoha (iteracija) bio 100, mreža je postigla veoma zadovoljavajuću konvergentnost u 20 iteracija. Simulaciju ovako kreirane i istrenirane neuronske mreže je moguće izvršiti za sve identifikovane uticaje na životnu sredinu istovremeno, ali se zbog jednostavnije uporedne analize rezultata dobijenih primjenom sva tri modela izvodi simulacija za svaki medijum djelovanja posebno.

Rezultati simulacije za medijum vazduh organizacije AD Barska plovodba su prikazani na slici 5.33.



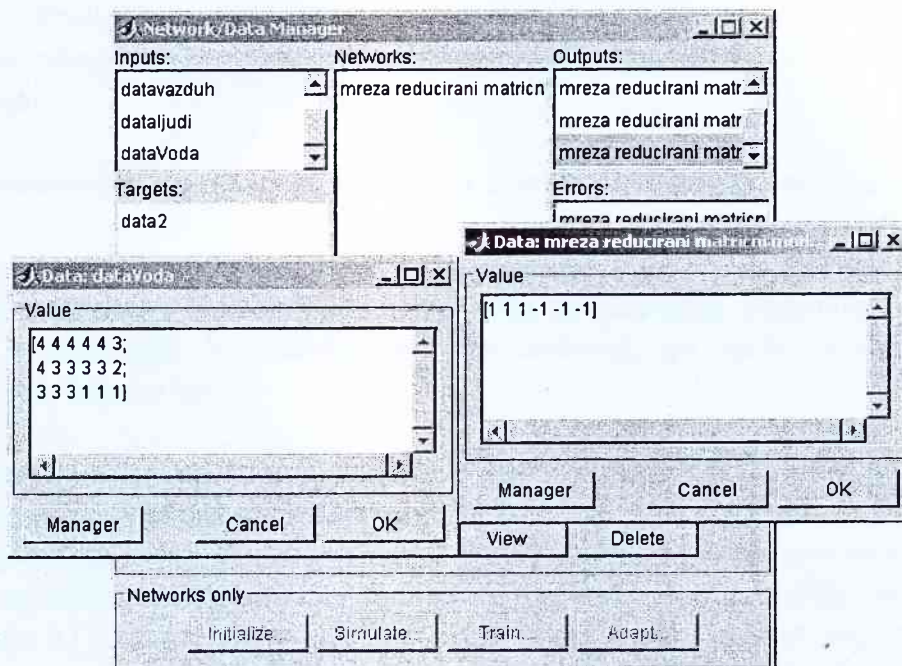
Slika 5.33 Simulacija neuronske mreže reduciranog matričnog pristupa (medijum vazduh)

Simulacijom za medijum vazduh su dobijeni rezultati koji se u potpunosti podudaraju sa rezultatima dobijenim AHP metodom multikriterijumskog vrednovanja, dok postoji odstupanje sa modelom klasične neuronske mreže u rezultatima ocjene jednog uticaja. Rezultati simulacije za medijum ljudi su prikazani na slici 5.34.



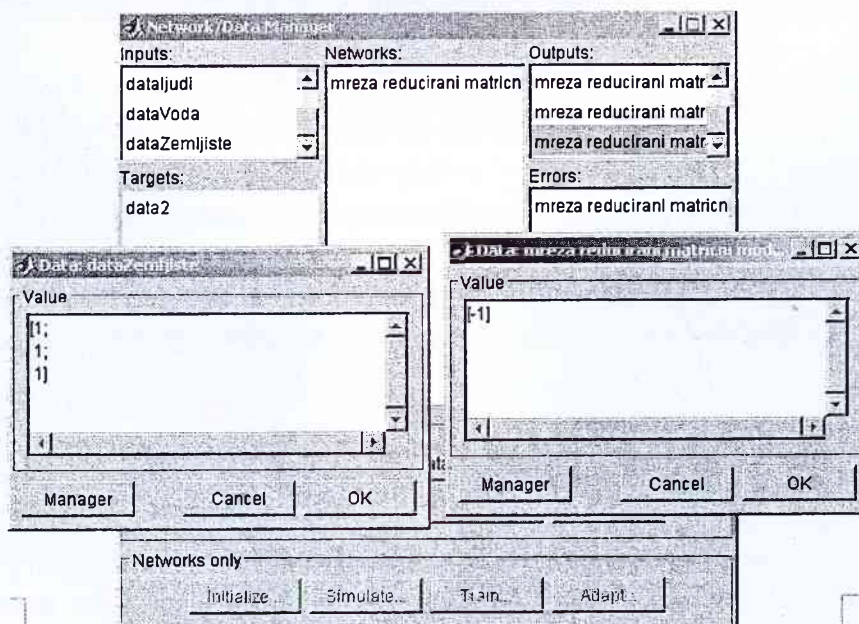
Slika 5.34 Simulacija neuronske mreže reduciranog matričnog pristupa (medijum ljudi)

Neuronska mreža reduciranog matričnog pristupa za medijum ljudi je pružila izlaz koji se u potpunosti podudara sa rezultatom kako klasične neuronske mreže tako i AHP modela. Rezultati simulacije za medijum voda organizacije AD Barska plovidba su prikazani na slici 5.35.



Slika 5.35 Simulacija neuronske mreže reduciranog matričnog pristupa (medijum voda)

Rezultati simulacije neuronske mreže reduciranog matričnog modela za medijum voda se razlikuju u dva uticaja od AHP modela, ali se zato u potpunosti podudaraju sa rezultatima dobijenim primjenom klasične neuronske mreže. Rezultati simulacije za medijum zemljište organizacije AD Barska plovidba su prikazani na slici 5.36.



Slika 5.36 Simulacija neuronske mreže reduciranog matričnog pristupa (medijum zemljište)

Simulacioni uzorak za medijum zemljište je sveden na samo jedan uticaj tako da je nedovoljan za ocjenu valjanosti bilo kojeg vrednovanja. Treba napomenuti da su i ulazne ocjene ovog uticaja po svakom kriterijumu na najnižem nivou tako da i nije moglo biti dileme o njegovoj značajnosti po osnovu bilo kojeg pristupa vrednovanja. Uporednom analizom sva tri modela će se ukazati na njihove prednosti i nedostatke čime će se odrediti najbolji put u objektivnom i pouzdanom vrednovanju uticaja na životnu sredinu.

5.3.4 Uporedna analiza modela za ocjenu uticaja na životnu sredinu

Uvidom u rezultate koji su dobijeni posredstvom AHP modela, klasičnom neuronskom mrežom, i neuronskom mrežom reduciranog matričnog modela na podacima organizacije AD Barska plovodba uočavaju se razlike koje ukazuju na prednosti i nedostatke istih.

Prilikom analize rezultata treba imati u vidu da je za modele bazirane na neuronskim mrežama izvršena normalizacija ulaznih i izlaznih vrijednosti. Ulazne vrijednosti su za klasičnu neuronsku mrežu normalizovane prema podacima organizacije sa najvećom ocjenom značajnosti koja ujedno ima i najveći broj identifikovanih uticaja (organizacija A) a izlazni prema granicama koje dozvoljava model neuronske mreže a u skladu sa sopstvenim metodologijama vrednovanja organizacija A, B, C, D, E i F. Naime u MATLAB-u je ograničen raspon izlaznih vrijednosti na interval $(-1, 1)$ pa su svi uticaji koji se smatraju značajnim ocijenjeni sa 1 a svi neznajni sa -1. Kada je riječ o izlaznim vrijednostima neuronske mreže reduciranog matričnog pristupa situacija je identična, dok se normalizacija ulaznih vrijednosti za ovaj model vrši u skladu sa pravilima definisanim samim matričnim modelom i korelacijom ocjena ovog modela sa sopstvenim metodologijama organizacija (A, B, C, D, E i F) na osnovu čega su ulazne vrijednosti dobijene u intervalu $(1, 4)$.

U daljem tekstu će se za uporednu analizu modela koristiti sljedeće označavanje:

- Model 1 (AHP model organizacije AD Barska plovodba)
- Model 2 (Klasična neuronska mreža)
- Model 3 (Neuronska mreža reduciranog matričnog modela)

Analiza rezultata će se raditi posebno za svaki medijum djelovanja uticaja u skladu sa pristupom koji je primjenjivan pri simulaciji modela za vrednovanje uticaja.

Medijum vazduh

Za medijum vazduh je iz šest organizacija čiji su podaci poslužili za trening uzorak pri treniranju neuronske mreže bilo prikupljeno 911 uticaja što čini 41.9% ukupnog broja raspoloživih podataka. Simulacija modela je izvedena na podacima organizacije AD Barska plovodba koja ima 6 identifikovanih uticaja na medijum vazduh. Na slici 5.37 je prikazana uporedna analiza dobijenih rezultata za medijum vazduh primjenom sva tri modela.



Slika 5.37 Uporedna analiza rezultata Model 1, 2 i 3 za medijum vazduh

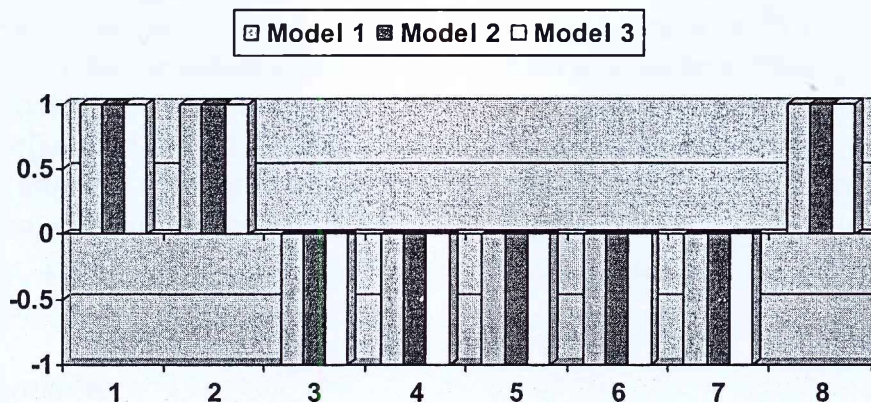
Analizirajući rezultate sa slike 5.37 se uočava razlika u ocjeni samo za uticaj pod rednim brojem 3 (Ispuštanje halona na brodu). Naime i po AHP modelu i po modelu neuronske mreže reduciranog matičnog modela ovaj uticaj na medijum vazduh je ocijenjen kao neznatčan, dok je po modelu klasične neuronske mreže ocijenjen kao značajan. Ocjene spornog uticaja prema 3 ključna kriterijuma su:

- Obim uticaja=2
- Jačina uticaja=2
- Vjerovatnoća pojave uticaja =2

Klasična neuronska mreža je trenirana na podacima iz 6 organizacija čime je objedinila specifičnosti svakog modela posebno, pa je shodno tome po svemu sudeći nešto senzibilnija na ocjene uticaja na životnu sredinu. Ovakav zaključak je izveden i u radu [1] s tim što se ipak ukazalo na to da ovaj model za veliki trening uzorak može da pruži pouzdano objektivno vrednovanje uticaja na životnu sredinu.

Medijum ljudi

Za medijum ljudi se osim velikim trening uzorkom (1030 uzoraka ili 47.4%) raspolagalo i najvećim brojem podataka za simulaciju modela. Simulacijom modela na podacima organizacije AD Barska plovdba se dobilo potpuno podudaranje rezultata za sva tri modela (slika 5.38).

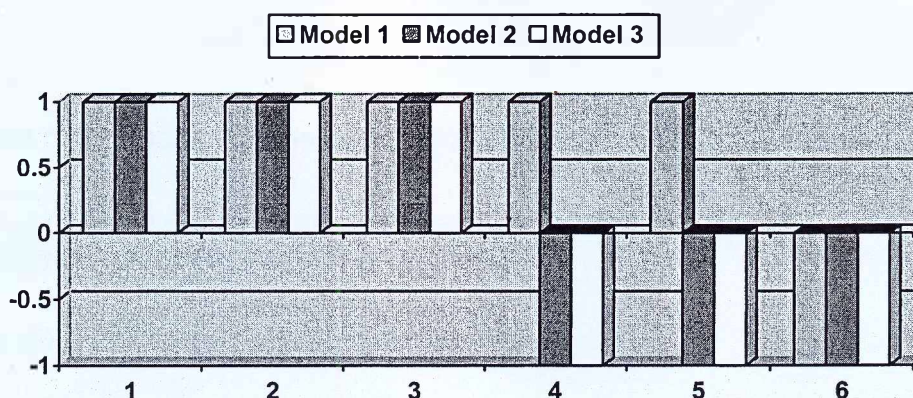


Slika 5.38 Uporedna analiza rezultata Model 1, 2 i 3 za medijum ljudi

Dakle svih 8 uticaja na medijum ljudi su dobili iste ocjene primjenom sva tri modela. Veličina trening uzorka je dominantna za primjenu klasične neuronske mreže, pa se s obzirom na prilično velik broj setova ulazno-izlaznih trening podataka za medijum ljudi ovakav rezultat mogao i očekivati.

Medijum voda

Kako je za medijum voda trening uzorak relativno mali (124 uzoraka ili 5.7%) to se, iako je postignuta brza konvergencija mreže, nije očekivala objektivnost i tačnost vrednovanja primjenom Modela 2 što i potvrđuju rezultati prikazani na slici 5.39.



Slika 5.39 Uporedna analiza rezultata Modela 1, 2 i 3 za medijum voda

Analizirajući rezultate vrednovanja primjenom tri modela uočava se potpuno podudaranje rezultata klasične neuronske mreže i neuronske mreže reduciranog matričnog modela. Ocjene spornih uticaja za tri kriterijuma vrednovanja su identične i imaju sljedeće vrijednosti:

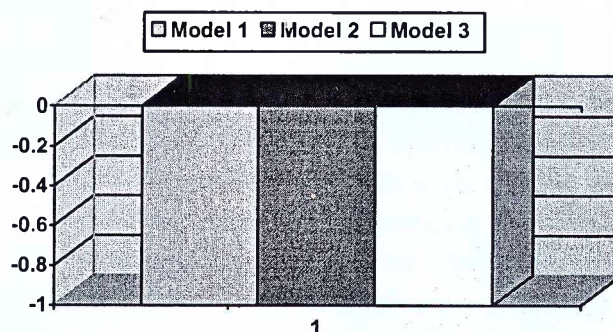
- Obim uticaja=4
- Jačina uticaja=3
- Vjerovatnoća pojave uticaja =1

Uočava se da i pored visokih ocjena koje su dodijeljene spornim uticajima za kriterijume "obim uticaja" i "jačina uticaja" ipak postoji izrazito mala vjerovatnoća za njegovu pojavu. Naime, prema Modelu 1, kriterijum "vjerovatnoća pojave uticaja" je inferiorna u odnosu na ostala dva kriterijuma čime je stvorena situacija da se uticaji sa izrazito malom vjerovatnoćom pojavljivanja ako su prilično visoko rangirani po ostalim kriterijumima mogu tretirati kao značajni. Sa druge strane je uočeno da Modeli 2 i 3 kako za medijum voda tako i za ostale medijume djelovanja, sve uticaje sa izrazito malom vjerovatnoćom pojavljivanja uvijek tretiraju kao neznačajne i time ih svrstavaju u potencijalne opasnosti koje se procedurama za prevenciju rizika posebno tretiraju.

Medijum zemljište

Trening uzorak za medijum zemljište je najmanji i iznosi svega 109 uticaja ili 5.01 % a simulacioni uzorak se sastoji od samo jednog podatka. Iako su za medijum voda

dobijeni rezultati primjenom modela neuronskih mreža koji nijesu u potpunosti podudarni sa rezultatima AHP modela, ipak se pristupilo analizi rezultata i za medijum zemljište. Rezultati vrednovanja uticaja na medijum zemljište primjenom Modela 1, 2 i 3 su predstavljeni na slici 5.40.

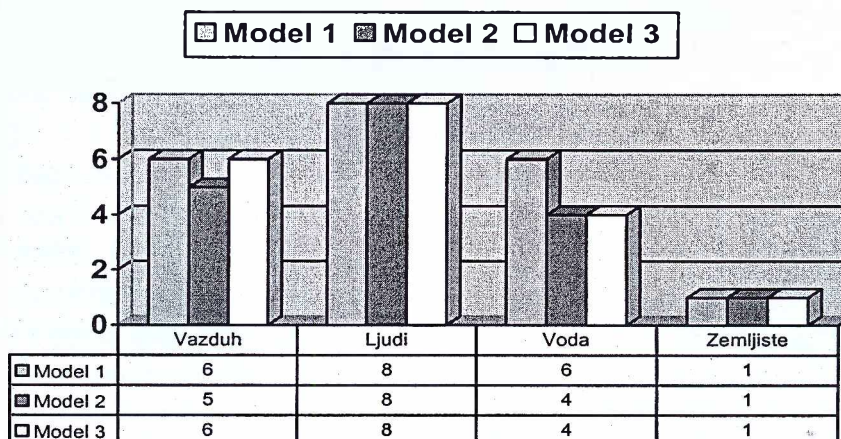


Slika 5.40 Uporedna analiza rezultata Modela 1, 2 i 3 za medijum voda

Primjenom sva tri modela na simulacionom uzorku za medijum zemljište su dobijeni potpuno identični rezultati.

Uporedna analiza Modela 2 i 3 u odnosu na Model 1

U cilju da se ukaže na prednosti i nedostake prezentovanih modela, na bazi dobijenih rezultata, na slici 5.41 je prikazana uporedna analiza broja podudarnih rezultata dobijenih na simulacionom uzorku organizacije AD Barska plovidba primjenom Modela 2 i 3 u odnosu na Model 1.



Slika 5.41 Uporedna analiza podudarnosti rezultata dobijenih primjenom Modela 2 i 3 u odnosu na Model 1

Analizu podudarnosti rezultata dobijenih primjenom tri modela vrednovanja uticaja na životu sredinu simuliranim na podacima organizacije AD Barska plovidba je svakako najjednostavnije započeti od medijuma ljudi gdje su svi modeli dali iste rezultate. Naime, za medijum ljudi je trening uzorak za neuronske mreže bio najveći tako da su Modeli 2 i 3 dali potpuno iste rezultate kao i Model 1. Analizom ulaznih ocjena svakog

uticaja na medijum ljudi može se zaključiti da je ovako definisana značajnost uticaja potpuno opravdana.

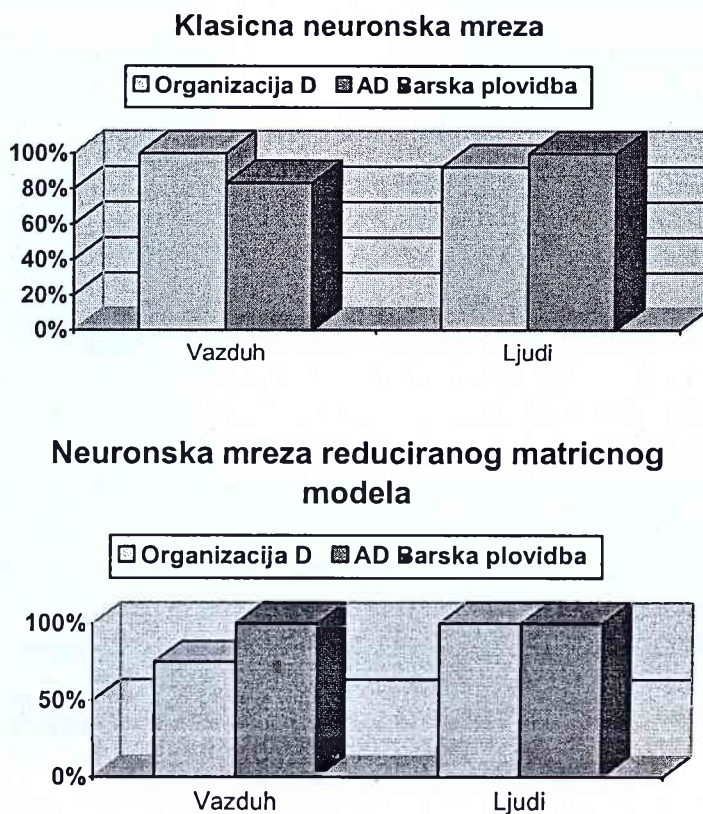
Trening uzorak za medijum vazduh je dosta manji u odnosu na medijum ljudi, a s obzirom na to da je njegova veličina presudna za valjanost modela klasične neuronske mreže, podudarnost u 5 od mogućih 6 uticaja je prilično zadovoljavajuća. Ipak, analizirajući sporni uticaj 3 koji je po modelu klasične neuronske mreže ocijenjen kao značajan, uočava se da je vjerovatnoća njegovog pojavljivanja ocijenjena ocjenom 2 bila presudna za definisanje njegove značajnosti po ovom modelu. Ovo ukazuje na činjenicu da model klasične neuronske mreže za medijum vazduh ima nešto veći senzibilitet u odnosu na vjerovatnoću pojavljivanja uticaja. Naime, ulazne ocjene spornog uticaja 3 uvrštene u Model 2 za trening uzorak "*medijum ljudi*" rezultiraju ocjenom "*neznačajan*" što dodatno potvrđuje činjenicu da je, iako naizgled dovoljno velik uzorak za medijum vazduh, ipak nepotpun za potpuno sigurno vrednovanje uticaja na medijum vazduh.

Kada je riječ o medijumu voda može se reći da se raspolagalo sa nedovoljno velikim trening uzorkom. Činjenica da su Modeli 2 i 3 pružili potpuno identične rezultate vrednovanja iziskuje nešto detaljniju analizu njihovih ulaznih ocjena. Naime, dva sporna uticaja (uticaj 4 i uticaj 5) imaju potpuno identične ulazne ocjene za sva tri kriterijuma vrednovanja. Ipak, s obzirom na to da je vjerovatnoća pojavljivanja ovih uticaja vrednovana najnižom mogućom ulaznom ocjenom (ocjena 1) rezultat na bazi neuronskih mreža (Modeli 2 i 3) koji ukazuje na neznačajnost ovih uticaja je bio očekivan. Naime, već je ukazano na činjenicu da za sve medijume djelovanja, Modeli 2 i 3, tretiraju uticaje sa izrazito malom vjerovatnoćom pojavljivanja kao neznačajne čime ih svrstavaju u potencijalne opasnosti koje se procedurama za prevenciju rizika posebno tretiraju. Sa druge strane je kriterijumu "*vjerovatnoća pojave uticaja*" u Modelu 1 data najmanja značajnost u odnosu na ostala dva kriterijuma čime se njegova uloga u sintezi rezultata primjenom AHP modela znatno smanjuje, što je rezultiralo kategorisanjem ovih uticaja kao značajnih. Relativno mali trening uzorak za medijum voda ne dozvoljava potpuno prihvatanje rezultata na bazi klasične neuronske mreže. Ipak, analiza ulaznih ocjena spornih uticaja uz dodatnu ocjenu značajnosti primjenom neuronske mreže reduciranog matričnog modela u potpunosti opravdava primjenu dva modela bazirana na neuronskim mrežama za objektivno i pouzdano vrednovanje uticaja na životnu sredinu.

Za medijum zemljište su dobijeni rezultati koji se u potpunosti podudaraju za sve modele vrednovanja, ali se s obzirom na nedovoljno veliki i trening i simulacioni uzorak za ovaj medijum ne može izvesti generalni zaključak o valjanosti modela klasične neuronske mreže.

Činjenica je da je u ovom radu u određenoj mjeri proširen trening uzorak za sve razmatrane medijume djelovanja uticaja na životnu sredinu i da je shodno zaključcima iz magistarske teze bilo za očekivati da će se i pouzdanost modela na bazi neuronskih mreža u izvjesnoj mjeri povećati. U cilju da se dodatno utvrdi opravdanost primjene ovih modela u oblasti vrednovanja uticaja na životnu sredinu,

potrebno je izvršiti uporednu analizu odnosa podudarnih ocjena dobijenih u radu [1] na simulacionom uzorku organizacije D i ovih dobijenih na simulacionom uzorku organizacije AD Barska plovdba za dva najveća trening uzorka (medijum vazduh i medijum ljudi). Na slici 5.42 je za medijume djelovanja (vazduh i ljudi) prikazan stepen podudarnosti Modela 2 i 3 baziranih na neuronskim mrežama u odnosu na sopstvene modele simulacionih uzoraka, i to posebno za organizaciju D koja je predstavljala simulacioni uzorak u radu [1] i organizaciju AD Barska plovdba koja predstavlja simulacioni uzorak u ovoj analizi.



Slika 5.42 Poređenje modela na bazi povećanja trening uzorka

Dakle, iako je riječ o različitim kako simulacionim tako i trening uzorcima, uporednu analizu modela je donekle moguće ostvariti. Sa slike 5.42 se uočava da je neuronska mreža reduciranog matricnog modela povećanjem trening uzorka dala pouzdanije rezultate za oba medijuma. Kada je riječ o klasičnoj neuronskoj mreži došlo je takođe do poboljšanja njenih performansi za medijum ljudi, dok je situacija za medijum vazduh nešto drugačija. Naime, klasična neuronska mreža na primjeru organizacije AD Barska plovdba je pružila nešto lošije rezultate. Ipak, treba imati u vidu da je za medijum vazduh u ovoj analizi simulacioni uzorak bio nešto veći (6 uticaja) i da je došlo do neslaganja u rezultatima samo jednog od njih. Ohrabrujuća činjenica je da je sporni uticaj na medijum vazduh primjenom klasične neuronske mreže ocijenjen kao značajan što samo ukazuje na njen veći senzibilitet u odnosu na ostale modele čime se dobija prošireni registar značajnih uticaja na životnu sredinu i smanjuje mogućnost za manipulaciju podacima.

5.4 Zaključak

Efikasna i efektivna implementacija i primjena standarda ISO 14001 u organizacijama zavisi svakako od procesa vrednovanja aspekata i uticaja na životnu sredinu. Standardom ISO 14001 nije eksplicitno definisana metodologija za vrednovanje uticaja na životnu sredinu, ali se analizom različitih pristupa organizacija čiji su podaci prilikom izrade ovog rada bili dostupni došlo do saznanja da u ovoj oblasti postoje velike mogućnosti za manipulaciju podacima. To može rezultirati neobjektivnim vrednovanjem uticaja na životnu sredinu čime se u značajnoj mjeri dovodi u pitanje efektivnost standarda ISO 14001 po pitanju zaštite životne sredine.

U nastojanju da se u što je moguće većoj mjeri smanji subjektivnost u ocjenjivanju uticaja na životnu sredinu, pristupilo se analizi metodologija vrednovanja u organizacijama čiji su podaci bili dostupni i formiranju baze podataka koju čine ocijenjeni uticaji na životnu sredinu primjenom različitih metodologija. Neuronske mreže su se pokazale kao veoma dobro rješenje u obezbjeđivanju objektivnog vrednovanja uticaja na životnu sredinu kada se raspolaže velikim trening uzorkom. Tako su na bazi velikog broja raznorodnih podataka (2174) koji su prethodno grupisani prema medijumima djelovanja uticaja na životnu sredinu, kreirane i istrenirane neuronske mreže za svaki medijum posebno, a zatim simulirane na podacima organizacije AD Barska plovidba. Ulazne vrijednosti za simulacioni uzorak su dobijene vrednovanjem ovih uticaja primjenom AHP multikriterijumskog odlučivanja (Model 1) čiji su rezultati upoređivani sa rezultatima modela na bazi neuronskih mreža. Rezultati vrednovanja na bazi klasične neuronske mreže (Model 2) su bili ohrabrujući za medijume sa velikim brojem podataka (vazduh i ljudi) dok se za one sa malim brojem podataka nije mogao dobiti potpuno valjan rezultat (voda, zemljište). Naime, kada bi se raspolagalo podacima većeg broja različitih organizacija na kojima se bazira ovaj model neuronskih mreža, bez obzira na razlike u primijenjenim metodologijama vrednovanja, bilo bi moguće istrenirati neuronsku mrežu sa veoma visokom tačnošću vrednovanja uticaja.

Kako su rezultati dobijeni ovim postupkom ipak bili nesigurni za konačnu ocjenu značajnosti uticaja na životnu sredinu, to se na bazi pristupa vrednovanja definisanog u teoriji "*Menadžment rizikom*" kreirao jedinstveni matrični pristup za vrednovanje uticaja koji je u najvećoj mjeri eliminisao nedostatke uočene u raspoloživim matematičkim modelima. Kako bi se u matričnoj metodologiji uvele karakterističnosti vezane za učestalost pojave uticaja određenih ocjena kroz dostupne podatke sertifikovanih organizacija i time povećala objektivnost u ocjenjivanju, korišćene su ponovo neuronske mreže. Naime, zbog dostupnosti podataka samo za redukovani matrični pristup neuronske mreže (Model 3) su istrenirane za sve medijume djelovanja i dobijeni rezultati su testirani na podacima organizacije AD Barska plovidba. Vrednovanjem primjenom modela neuronskih mreža reduciranog matričnog modela je uočeno da se njegovi rezultati u najvećem dijelu podudaraju sa rezultatima dobijenim primjenom AHP modela u organizaciji AD Barska plovidba.

Ipak, iako je broj rezultata dobijenih Modelom 2 koji se ne podudaraju sa simulacionim uzorkom nešto veći od Modela 3, uočeno je da bi se sa uzorkom

dobijenim iz većeg broja organizacija čiji su uticaji vrednovani različitim matematičkim modelima dobila veća objektivnost primjenom Modela 2 jer bi time neuronska mreža bila trenirana na specifičnostima karakterističnim za svaki pojedinačni model.

U slučaju medijuma vazduh ima se odstupanje ocjene jednog uticaja dobijene Modelom 2 u odnosu na ocjene dobijene Modelima 1 i 3. S obzirom na to da su dva modela od kojih je jedan baziran na vrednovanju primjenom AHP metode dala iste rezultate za sporni uticaj, koje su naknadnom provjerom ulaznih ocjena konstatovane kao validne, to se za medijum vazduh u organizaciji AD Barska plovidba može usvojiti kao konačan rezultat onaj koji su pružili Modeli 1 i 3. Sa druge strane, iako nedovoljno veliki trening uzorak za medijum voda, međusobno podudarni rezultati Modela 2 i 3 su pružili odstupanje za 2 od 6 uticaja u odnosu na Model 1. Ipak, analizom ulaznih ocjena spornih uticaja se konstatovalo da je vjerovatnoća njihovog pojavljivanja suviše mala da bi se isti mogli tretirati kao kontrolisani značajni uticaji, pa je preporuka organizaciji AD Barska plovidba da se njihovo tretiranje izvrši na bazi procedura za prevenciju mogućih opasnosti i da se ne svrstavaju u registar značajnih uticaja. Što se tiče medijuma zemljište, svi modeli imaju međusobno podudarne rezultate što se u ovom slučaju može prihvatiti kao validan rezultat. Ovakvom detaljnom analizom modela vrednovanja na konkretnim podacima uočava se da Model 3 koji je kreiran sa ciljem da nadomjesti neobjektivnost raspoloživih metodologija vrednovanja, predstavlja najpouzdanije rješenje. Ipak, u cilju obezbjeđivanja veće objektivnosti vrednovanja neophodna je dodatna provjera rezultata primjenom Modela 2 (klasična neuronska mreža). Analiza ocjena uticaja na životnu sredinu u organizaciji AD Barska plovidba urađena u ovom poglavlju pruža preporuku istoj da u registar značajnih uticaja uvrsti samo one uticaje koji su ocijenjeni kao značajni primjenom Modela 3.

Shodno tome, konačan stav je da kako je svako vrednovanje subjektivno, pa i vrednovanje primjenom neuronske mreže reduciranog matričnog modela koje je u ovoj analizi pružilo najtačnije rezultate, kao najpouzdanije rješenje se predlaže dvojako vrednovanje značajnosti uticaja, i to:

1. Vrednovanje primjenom neuronske mreže reduciranog matričnog modela
2. Preispitivanje dobijenih rezultata primjenom klasične neuronske mreže

U vrednovanju uticaja na životnu sredinu se prednost ipak daje neuronskoj mreži reduciranog matričnog modela s obzirom na to da se još uvijek ne raspolaže dovoljno velikim trening uzorkom za sve medijume djelovanja uticaja na životnu sredinu. Eventualno neslaganje u ocjenama primjenom ova dva modela bi iziskivalo detaljniju analizu ulaznih vrijednosti spornih uticaja.

Ovakav pristup zasnovan na neuronskim mrežama predstavlja jedinstvenu metodologiju za objektivno i pouzdano vrednovanje uticaja na životnu sredinu, čime se stvaraju uslovi za ispunjavanje najvažnijeg zahtjeva standarda ISO 14001. Naime, uporednom analizom Modela (2 i 3) u odnosu na Model 1 ukazuje se na veliku pouzdanost i objektivnost modela baziranih na neuronskim mrežama u vrednovanju uticaja na životnu sredinu čime je potvrđena hipoteza H0 postavljena u poglavlju 2 ovog rada, a odnosi se na to da se modelima na bazi neuronskih mreža obezbjeđuje objektivno i pouzdano vrednovanje uticaja na životnu sredinu.

POGLAVLJE 6

SISTEM STRATEŠKOG MENADŽMENTA - BALANCED SCORECARD

U poglavlju 3 je ukazano na prednosti i nedostatke standarda ISO 14000, pri čemu je najveća pažnja ipak bila usmjerena na njegovu efektivnost i efikasnost u pogledu poboljšavanja ekoloških performansi. Ukazano je da standard, iako može uticati na poboljšavanje ekoloških performansi organizacije, ipak njegova efektivnost zavisi od načina implementacije, opredijeljenosti menadžmenta kao i cjelokupne kulture poslovanja. Stoga je zaključeno da bi se značajno unapređenje zaštite životne sredine moglo postići uključivanjem ove problematike u dnevne aktivnosti svih zaposlenih uz redovno praćenje i mjerenje performansi organizacije.

Da bi organizacija najprije opstala a zatim se razvijala i osvajala tržište, neophodno je proširiti ciljeve razvoja organizacije izvan osnovnih finansijskih ciljeva. Iako daju odličan pregled događaja u prošlosti, finansijske mjere predstavljaju samo potreban ali ne i dovoljan uslov uspješnog razvijanja organizacije. Finansijske mjere se još nazivaju i "*konačni pokazatelji*" [179] jer predstavljaju rezultat ranije preduzetih aktivnosti. Da bi se organizacija uspješno razvijala potrebno je dograditi te konačne pokazatelje sa pokretačima buduće uspješnosti, tj. "*usmjeravajućim pokazateljima*" [179]. Postavlja se pitanje kako se određuju "*konačni (kasni)*" i "*usmjeravajući (rani)*" pokazatelji uspješnosti organizacije. Odgovor je: iz definisane strategije organizacije. Jasno je da organizacije nakon formulisanja strategije, a u cilju poboljšanja odnosa sa korisnicima, moraju sprovesti i njenu efektivnu implementaciju. Implementacija oblikovanih strategija pojavila se kao problem koji je zahtijevao adekvatno rješenje.

Dakle, organizacije u vremenu stalnih promjena i sve strožih zahtjeva tržišta, moraju utrošiti značajno vrijeme i resurse kako bi mjerile sopstvene aktivnosti u sprovođenju strategije. Mnoge organizacije to stvarno i rade, no uprkos značajnim naporima, istraživanje je pokazalo da svega 35% ispitanih organizacija ocjenjuje postojeće sisteme za mjerenje performansi kao efikasne [132].

Statistički podaci ukazuju na poteškoće koje se javljaju u procesu implementacije nove strategije. Menadžment ima potrebu za instrumentom kojim će strategiju efektivno prenositi na zaposlene i motivisati ih da svoje aktivnosti usmjeravaju ka

ostvarivanju zadatih strateških ciljeva i koji će istovremeno omogućiti kontinuirano mjerenje uspješnosti odabrane strategije. To podrazumijeva mjerenje aktivnosti u odnosu na postavljene strateške ciljeve organizacije i prilagođavanje strategije eventualnim promjenama gdje tradicionalni sistem mjerenja usmjeren samo na finansijske pokazatelje nije od velike koristi zbog brojnih nedostataka. Tabela 6.1 [133] prikazuje poređenje tradicionalnih i savremenih pokazatelja za mjerenje performansi organizacije.

Tabela 6.1 Odnos tradicionalnih i savremenih pokazatelja

TRADICIONALNI POKAZATELJI	SAVREMENI POKAZATELJI
Usmjerenost na finansije	Usmjerenost na korisnike
Usmjerenost na prošlost	Usmjerenost na budućnost
Kratkoročni pogled	Dugoročni strateški pogled
Djelimično prilagodljivi	Visoko prilagodljivi
Usredsređeni prema unutra	Usredsređeni na okruženje
Snizavanje troškova	Poboljšanje sposobnosti
Vertikalna struktura izvještavanja	Horizontalna struktura izvještavanja
Mjerenje po područjima	Mjerenje cjeline
Razdvojena rasprava o rezultatima	Istovremena rasprava o rezultatima
Nedovoljna analiza odstupanja	Odstupanja su odmah vidljiva
Pojedinačno podsticanje sposobnosti	Podsticanje sposobnosti timova
Pojedinačno učenje	Učenje organizacije kao cjeline

U navedenim okolnostima razvija se sistem strateškog menedžmenta – **B**alanced Scorecard (**B**SC), koji definisanu strategiju nastoji prenijeti kroz cijelu organizaciju u smislu da svaki zaposleni lako prepozna sopstvene mogućnosti ka njenom ostvarivanju. Opsežna analiza [218] dokazuje značajan uspjeh **B**SC sistema u razumijevanju strategije u organizaciji što je preduslov za njenu efikasnu realizaciju.

Prvobitno je **B**alanced Scorecard bio zamišljen kao novi sistem mjerenja i trebalo je da predstavlja rješenje problema mjerenja performansi, ali je vremenom prerastao iz mjernog alata u "*sistem strateškog menadžmenta*" kojim se prevodi definisana strategija u niz aktivnosti i kojim se omogućuje prilagođavanje organizacije sve učestalijim promjenama na tržištu.

6.1 Model **B**alanced Scorecard

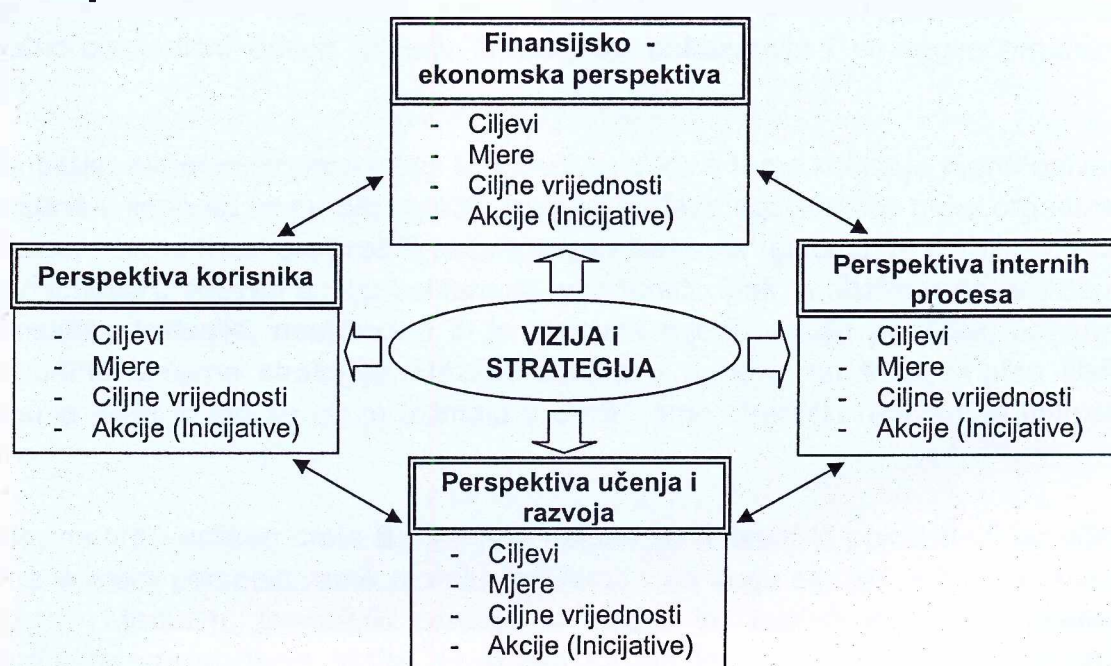
Balanced Scorecard daje menadžmentu jedan sasvim novi pristup za poslovni uspjeh, a razvijen je 1992. godine od strane R. Kaplana i D. Nortona. Njihova ideja je, naime, vrlo jednostavna: "*Uspjeh organizacije se temelji na pokazateljima koji se nalaze iza finansijskih ciljeva i koji uslovljavaju njihovo ostvarenje.*"

"*Balanced Scorecard je sistem povezanih i uravnoteženih ciljeva, mjera, ciljnih veličina i akcija koji omogućava definisanje konzistentnih planskih aktivnosti kroz cijelu organizaciju do pojedinca a time i realizaciju njene vizije i strategije*" [134].

Klasičan prikaz BSC je dat na slici 6.1 [131, 135] sa četiri osnovne perspektive:

- **finansijsko-ekonomska perspektiva** (Šta shareholderi očekuju?)
- **perspektiva korisnika** (Koji su zahtjevi korisnika?)
- **perspektiva internih procesa** (Koji interni procesi su ključni i koje treba poboljšati kako bi se zadovoljili zahtjevi korisnika ?)
- **perspektiva učenja i razvoja** (Kako da se organizacija strukturalno razvija i uči ?)

U okviru svake perspektive su kao obavezne veličine definisani ciljevi, mjere, ciljne vrijednosti i akcije na ispunjenju postavljenih ciljeva. Naravno, sva ova metrika je međusobno povezana a proističe iz definisane misije, vizije i strategije organizacije [131, 135].



Slika 6.1. Balanced Scorecard

Četiri perspektive (finansije, korisnici, učenje i razvoj, interni procesi) su preporučene od strane tvorca BSC-a, ali kako različite organizacije posluju u različitim okruženjima i samim tim imaju različite vizije i strategije, to se svakako sve one ne mogu uklopiti u univerzalni okvir. Iz tog razloga je dozvoljeno da se broj perspektiva proširuje, ali treba voditi računa o mogućnostima za uravnoteženje tih perspektiva. U [157] je izvršeno na bazi grupnog odlučivanja vrednovanje perspektiva i uočeno je da ni u jednoj organizaciji u praksi perspektive nijesu ravnomjerno izbalansirane. Tako je i perspektiva koja se odnosi na zadovoljstvo zaposlenih najslabije rangirana kod svih organizacija, dok je perspektiva korisnika tretirana kao najvažnija iako se moglo očekivati da to bude finansijska perspektiva jer se radilo o profitnim organizacijama. Međutim, ono što je bitno jeste da je BSC upravo dobra metodologija iz razloga što teži uravnoteženju ovih perspektiva.

Kako se i može naslutiti iz samog naziva, Balanced Scorecard bi menadžmentu na raspolaganje trebalo da stavi uravnotežene brojčane pokazatelje iz kojih je moguće istovremeno iščitavati "rane" (nefinansijske pokazatelje) i "kasne" indikatore (finansijske pokazatelje). Poznavanje kako unutrašnjih tako i spoljašnjih uslova funkcionisanja organizacije [229] koje obezbjeđuje BSC bi trebalo da olakša orijentaciju, u smislu gdje se organizacija trenutno nalazi i koje aktivnosti još treba da preduzme.

6.1.1 Finansijsko - ekonomska perspektiva

Iako je svrha BSC uravnoteženje ciljeva svih perspektiva, treba naglasiti da je ipak na vrhu ove mape finansijska perspektiva i da rezultati svih akcija treba da rezultiraju dobrim finansijskim uspjehom. Dakle, BSC kod profitnih organizacija zahtijeva uzročno-posljedični odnos između finansijskih pokazatelja i strategije organizacije [136].

Finansijsko-ekonomski pokazatelji koji pružaju sliku o tome kolika je njena ostvarena i pružena vrijednost mogu biti različiti zavisno od faze egzistencije neke organizacije, i prikazuju samo rezultate prošlih aktivnosti, a nikako ne upućuju na korake koje treba u budućnosti preduzeti u cilju ostvarenja vrijednosti. Ipak, s obzirom da proizilaze iz definisane strategije, neophodno ih je redovno mjeriti u cilju provjere, potvrde i/ili eventualne izmjene strategije. Razlika BSC-a u odnosu na tradicionalne sisteme mjerenja jeste to što se ovdje uzimaju u obzir samo strateški relevantne finansijske mjere.

Dakle, na vrhu velikog broja BSC mapa nalaze se finansijski pokazatelji jer učinci u nefinansijskim perspektivama moraju rezultirati i na kraju se ipak mjere finansijskim učinkom. Međutim, finansijski rezultat bi trebao da predstavlja samo posljedicu operativnog sprovođenja akcija. U skladu sa tim je i tvđenje da: *"Ostvarivanjem temeljnog razvoja u poslovanju, finansijski pokazatelji će se pobrinuti sami za sebe"* [137].

6.1.2 Perspektiva korisnika

Za organizacije koje žele opstati u današnjim uslovima i postići održivu konkurentsku prednost, korisnik mora biti u centru pažnje. Ovaj princip zadovoljstva korisnika je prepoznat i kao jedan od 8 principa sistema menadžmenta kvalitetom u standardu ISO 9001. *"Samo zadovoljni kupci mogu biti vjerni potrošači"* [138].

Korisnici se sa aspekta organizacije dijele na nove i ponovljene [139]. Međutim, uvijek je skuplje i teže pridobiti nove korisnike nego zadržati stare.

Kao što je već spomenuto, razlozi uspjeha ili neuspjeha neke organizacije nalaze se u strategiji, a prema Porteru [172], ključ uspjeha nalazi se u postizanju održivih konkurentskih prednosti.

Održive konkurentske prednosti u velikoj se mjeri zasnivaju na prepoznavanju i zadovoljavanju zahtjeva korisnika. Dakle, gotovo da nema nikakve dileme o tome da je vrijednost korisnika jedan od ključnih faktora mjerenja uspješnosti poslovanja.

Na slici 6.2 [140] su prikazane korelacije između ciljnih segmenata i rentabilnosti korisnika, a sve u cilju upoznavanja sa ključnim segmentima perspektive korisnika.



KORISNICI	Rentabilni	Nerentabilni
Ciljni segment	očuvati	promijeniti
Izvan ciljnog segmenta	posmatrati	zanemariti

Slika 6.2. Ciljni segmenti i rentabilnost korisnika

Ovdje se odnosi prema korisnicima posmatraju preko dvije dijagonale. Prema korisnicima koji se nalaze na dijagonali "a", odnos je sljedeći: Organizacija želi sačuvati rentabilne korisnike u ciljnim segmentima i ne baviti se nerentabilnim korisnicima koji nijesu u ciljnom segmentu.

Suprotna dijagonala b se odnosi na:

- razmatranje mogućnosti prevođenja nerentabilnih korisnika iz ciljnog segmenta u rentabilne, jer oni možda traže novu cjenovnu strategiju za usluge i proizvode ili nove puteve poboljšanja usluga i proizvoda;
- rentabilne korisnike izvan ciljnog segmenta treba posmatrati kako bi se spriječilo da zbog novih želja ili promjene proizvoda i usluga oni postanu nerentabilni.

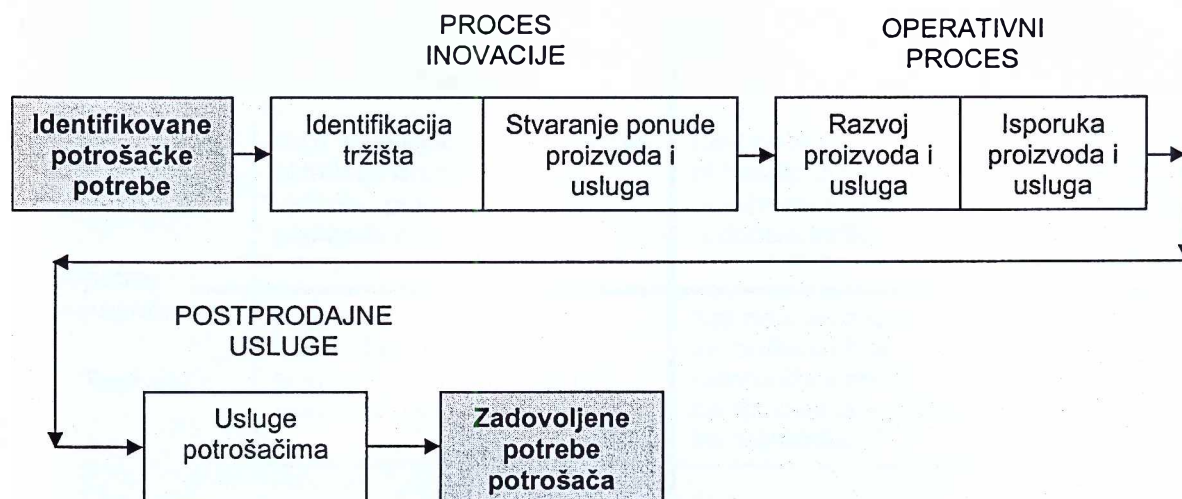
Ovakva analiza može značajno pomoći u obezbjeđivanju povratne veze za ocjenu efikasnosti strategije.

6.1.3 Perspektiva internih procesa

Unutar perspektive internih procesa treba identifikovati sve procese koji su kritični za postizanje i ciljeva korisnika (perspektive korisnika) i vlasnika (finansijske perspektive) pa se shodno tome ona definiše kao treća po redu. "Ovakvim top-down pristupom dolazi se do povezivanja ciljeva sve tri perspektive" [141].

Procesima se mora u potpunosti ovladati ako se žele zadovoljiti zahtjevi i kupaca i vlasnika, pa se u okviru ove perspektive svrstavaju i svi inovativni procesi usmjereni ka tome. Dakle, u organizaciji je potrebno identifikovati procese ključne za povećanje uspješnosti poslovanja (u smislu povećanja zadovoljstva korisnika i vlasnika) i takvi procesi moraju zauzimati posebno mjesto u sistemu mjerenja uspješnosti i kontinuiranog poboljšanja.

Na slici 6.3 [169] je prikazan model generičkog lanca vrijednosti.



Slika 6.3. Interni poslovni procesi – model generičkog lanca vrijednosti

U lancu stvaranja vrijednosti nalaze se ključni faktori održivih konkurentskih prednosti. Zbog te činjenice nužno je sprovoditi kontinuirano mjerenje uspješnosti kompletnog lanca, kroz sve identifikovane procese.

6.1.4 Perspektiva učenja i razvoja

BSC poseban akcenat stavlja na investiciona ulaganja. U okviru četvrte **perspektive učenja i razvoja** naglašavaju se tri sfere u koje treba investirati [135]:

- potencijal zaposlenih,
- potencijal informacionih sistema,
- motivacija, kompetentnost i usmjerenje na cilj.

U odnosu organizacije prema zaposlenima se posljednjih godina uočavaju značajne promjene. Naime, donedavno su se zaposleni posmatrali samo kao radna snaga koja treba da izvrši postavljene zadatke, dok se danas sve više naglašava njihova kreativna sposobnost i sve više investira u njihovo obučavanje jer se smatraju najvećom vrijednosti organizacije. Ciljevi ove perspektive podstiču rezultate prethodno definisanih perspektiva. BSC model naglašava važnost investiranja u budućnost, ali ne samo uobičajenog ulaganja u opremu, istraživanje i razvoj nego i ulaganja u infrastrukturu - ljude, sisteme i procese.

Perspektiva učenja i razvoja predstavlja glavno polazište razvijanja kompetencija organizacije. Na slici 6.4 [143] je predstavljena matrica ključnih kompetencija. Dakle, temelj svake BSC mape je perspektiva učenja i razvoja, koja definiše ključne sposobnosti i vještine, tehnologije i poslovnu kulturu potrebnu za razvoj organizacije. Prema tome organizacija mora odrediti na koji će način zadovoljiti zahtjeve najprije ključnih internih procesa, zatim korisnika i na kraju ili na vrhu vlasnika.

Naravno menadžment uvijek naglašava važnost perspektive učenja i razvoja, ali zato jako teško može da se složi oko njenih ključnih ciljeva.

		Tržište	
		Postojeće	Novo
Ključne kompetencije	Novo	Koje nove ključne kompetencije bi trebalo izgraditi da bi se zaštitilo i proširilo pravo na postojeće tržište?	Koje nove ključne kompetencije bi trebalo izgraditi da bi se učestvovalo na najatraktivnijem budućem tržištu?
	Postojeće	Koje su mogućnosti za unapredjenje pozicije na postojećim tržištima jačanjem postojećih kompetencija?	Koji novi proizvodi ili usluge bi se mogle kreirati pregrupisanjem ili kombinovanjem postojećih kompetencija?

Slika 6.4 Matrica ključnih kompetencija

Uvođenjem nefinansijskih pokazatelja u sistem mjerenja, ističe se kako su i finansijski i nefinansijski pokazatelji integrisani u jedan sveobuhvatni komunikacijski sistem u kojem zaposleni moraju poznavati finansijske posljedice svojih aktivnosti i odluka, dok menadžment mora poznavati sve elemente dugotrajnog finansijskog uspjeha. Zbog toga BSC sistem ima tri važne funkcije [131]:

- Mjerni sistem
- Sistem strateškog menadžmenta
- Komunikacioni alat

Dakle, kako je prvobitno bio kreiran, BSC je trebalo da predstavlja samo mjerni sistem kojim se definisana strategija transformiše u niz strateških ciljeva a oni dalje u mjere i aktivnosti za njihovo dostizanje. U ovom dijelu je naglasak na stalno mjerenje aktivnosti i upoređivanje sa postavljenim ciljevima. Ovo je od velike važnosti ako se ima u vidu činjenica da: *"Mnoge organizacije imaju inspirativne vizije i snažne strategije, ali često nijesu u stanju iskoristiti te lijepo sročene riječi kako bi aktivnosti zaposlenih uskladile sa strateškim usmjerenjima organizacije"* [131].

Ovaj model je vremenom prerastao u sistem strateškog menadžmenta koji istovremeno predstavlja veoma dobar komunikacijski alat za upoznavanje zaposlenih sa definisanim strateškim ciljevima i mjerenjem učinka u odnosu na ciljeve kako bi se obezbijedilo redefinisane postavljene strategije kroz četiri ključne perspektive razvoja organizacije.

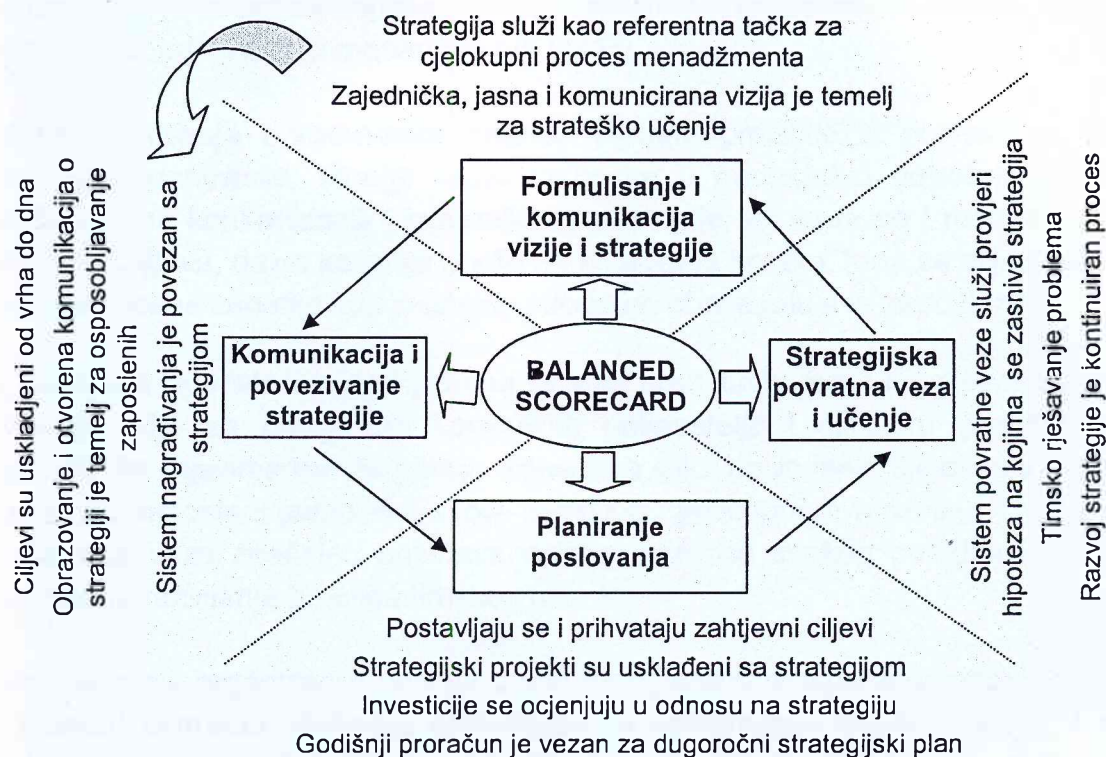
6.2 BSC kao sistem strateškog menadžmenta

Ako se BSC posmatra kao sistem strateškog menadžmenta onda se on koristi za [146]:

- razumijevanje misije, vizije i strategije;
- komunikaciju između strateških ciljeva i mjera, i njihovo povezivanje;
- planiranje, definisanje ciljeva i taktičko usklađivanje strateških aktivnosti i

- poboljšanje strategijskih povratnih veza i učenja na svim nivoima.

Posmatrajući sliku 6.5 [141] jasno se uočava da BSC predstavlja suštinu sistema menadžmenta jedne organizacije jer usklađuje, podržava i obezbjeđuje međusobnu korelaciju ključnih procesa menadžmenta usmjeravajući ih na definisanu strategiju.



Slika 6.5 BSC kao sistem strateškog menadžmenta

Formulisanje i komunikacija vizije i strategije započinje timskim radom najvišeg rukovodstva kako bi se definisana strategija prevela u specifične ciljeve (finansijske ciljeve, ciljeve internih procesa, ciljeve korisnika i ciljeve učenja i razvoja) tako da svaka organizaciona cjelina, svaki vlasnik procesa pa čak i svaki zaposleni mogu i moraju prepoznati svoju ulogu u strateškim pravcima i na taj način odrediti sopstvene ciljeve i aktivnosti na njihovom ostvarenju.

Cilj procesa **komunikacije i povezivanja strategije** jeste usmjeravanje svih zaposlenih pa čak i spoljnih partnera da razumijevajući viziju i strategiju organizacije prepoznaju svoje lične mogućnosti u njenom sprovođenju.

Prenos strategije na zaposlene se ostvaruje kroz [138]:

- komunikaciju,
- obuku,
- programe određivanja ciljeva i
- sisteme materijalnog nagrađivanja.

Naime, zaposleni moraju neprestano biti obaviješteni o sadržaju ciljeva i strategije, kao i o uspješnosti njihovog djelovanja (komunikacija prema dolje: top-down). Isto tako menadžeri moraju obezbijediti informacije "odozdo", kako bi imali stalni uvid u povezanost strategije na različitim hijerarhijskim nivoima, u cilju pravovremenog upoznavanja sa poteškoćama njene implementacije [147].

Od izuzetne je važnosti neprestana komunikacija koja se odvija između poslovnih jedinica, menadžera i top menadžmenta [141].

Proces **planiranja i zadavanja ciljeva** direktno proističe iz postavljene vizije i strategije organizacije. Mnoge organizacije se u nedostatku potrebnih sredstava zadržavaju na konkretizaciji i komunikaciji strategije, ali kada se i resursi uključe u ispunjenje ciljeva, dakle kada se pređe na konkretne korake, tada se ciljevi pretaču u jasno definisane zadatke koji značajno i dodatno obavezuju sve zaposlene.

Strategijska povratna veza i proces učenja predstavlja temelj uspješne realizacije strategije gdje se primjenom konkretnih pokazatelja i njihovim poređenjem sa postavljenim ciljevima razvija jasnija dinamička slika poslovanja cjelokupnog sistema gdje svaki zaposleni jasno vidi svoje mjesto u cjelokupnom mozaiku. Ova uzročno posljedična veza značajno pojačava osjećaj važnosti svakog pojedinca i dodatno podstiče na razvijanje procesa timskog učenja.

Kako današnje organizacije posluju u vrlo promjenljivom okruženju, nemoguće je da se jednom utvrđena strategija primjenjuje za ostvarivanje zadatih ciljeva, i da se preduzimaju akcije sa ciljem razvoja organizacije u skladu sa oblikovanom strategijom. Ovakav jednosmjernan ("*single loop*") proces ne može biti prikladan, pa je savremenim organizacijama neophodan strateški feedback – proces, koji omogućava provjeravanje, potvrđivanje i izmjenjivanje strategija, na temelju postavljenih hipoteza. Dvosmjerni "*double loop*" proces omogućava preispitivanje i provjeru dosadašnjih pretpostavki, i daje predstavu o potrebnim promjenama strategije, na temelju nekih novih pretpostavki, razmatranja i iskustva.

Upravo **BSC** veoma dobro omogućava oblikovanje procesa dvosmjerne komunikacije u kojem se strategija kao skup hipoteza o odnosu uzroka i posljedica može testirati, ocjenjivati i mijenjati. Za razliku od tradicionalnih sistema orjentisanih na periodično prezentiranje finansijskih rezultata i objašnjavanje neuspjeha, **BSC** je orjentisan na glavne nosioce učinka tj. na uzroke rezultata koje povezuje sa ciljevima.

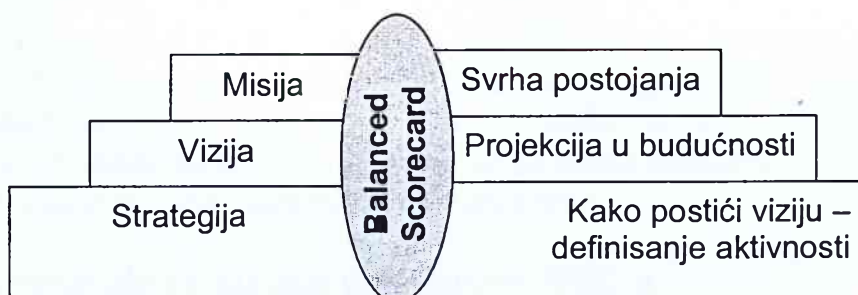
6.3 Misija, vizija i strategija

Neki kritičari **Balanced Scorecard** sistema [154] ukazuju na nedovoljnu usmjerenost na stratešku kontrolu. Sistemsko i kontinuirano sprovođenje strateške kontrole vrlo je važno zbog prepoznavanja trenutka kada je potrebno mijenjati strategiju s obzirom

na vrlo promjenljivo okruženje u kojem organizacija posluje. BSC zapravo praćenjem vrijednosti pokazatelja kontroliše uspješnost implementirane strategije, a ne prati uzroke takvih kretanja. Dakle, BSC prati isključivo efekte implementacije strategije što znači da će u slučaju promjene pretpostavki (strategije) BSC to prepoznati tek kao efekat uspješnosti implementirane strategije. Iz tog razloga je strateška kontrola, kao veoma bitna kod implementacije i održavanja BSC-a obavezna.

Naime, vrlo je bitno pravovremeno uočiti promjene u strateškom djelovanju menadžmenta i njih na vrijeme ugraditi u BSC model, jer čekanje da se te promjene negativno odraze na uspješnost implementacije može izazvati značajne poteškoće u poslovanju. U tom pravcu treba posebno naglasiti važnost praćenja faktora na koje organizacija ne može uticati (okruženje) a od kojih uveliko zavisi uspjeh poslovanja.

Dakle, najvažnija uloga BSC-a je da nakon dobro oblikovane strategije koja proizilazi iz misije i vizije organizacije, izvrši njeno prevođenje u pregledan sistem za mjerenje učinaka-ishoda (slika 6.6 [131]).



Slika 6.6 BSC u prevođenju misije, vizije i strategije

Prije implementacije strategije, čak i prije nego što je formulisana, organizacije moraju razmotriti i jasno definisati svoju misiju i viziju. Ovi elementi predstavljaju srce svake efektivne organizacije.

Porter je definisao strategiju kao "*kreativni splet aktivnosti organizacije*" [149] koja se može organizovati kao na slici 6.7 [146] tako da uspješnost strategije zavisi od uspješnog sprovođenja mnogih aktivnosti u organizaciji.

Za uspješnu primjenu i implementaciju strategije u nekoj organizaciji navode se ključni principi strateški orijentisane organizacije [146]:

- PRINCIP 1: Prevođenje strategije u djelovanje**
- PRINCIP 2: Usmjeravanje organizacije ka definisanoj strategiji**
- PRINCIP 3: Strategija kao svakodnevni posao svih zaposlenih**
- PRINCIP 4: Strategija kao kontinuirani proces**
- PRINCIP 5: Podsticanje promjena od vrha organizacije**

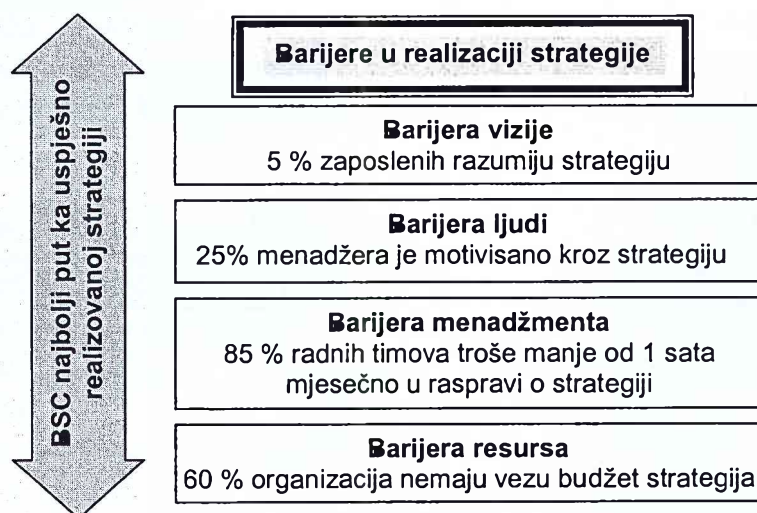


Slika 6.7 Principi strateški orijentisane organizacije

Danas je još uvijek veliki broj organizacija funkcijski organizovan i to predstavlja veliki problem pri implementaciji strategije. Menadžment organizacije mora razbiti te barijere i putem strategije, zajedničkih ciljeva i aktivnosti povezati organizacione cjeline. Stoga se i BSC razvija tako da kroz njega svaka pojedinačna organizaciona cjelina dobije uvid u svoj doprinos ostvarenju strategije.

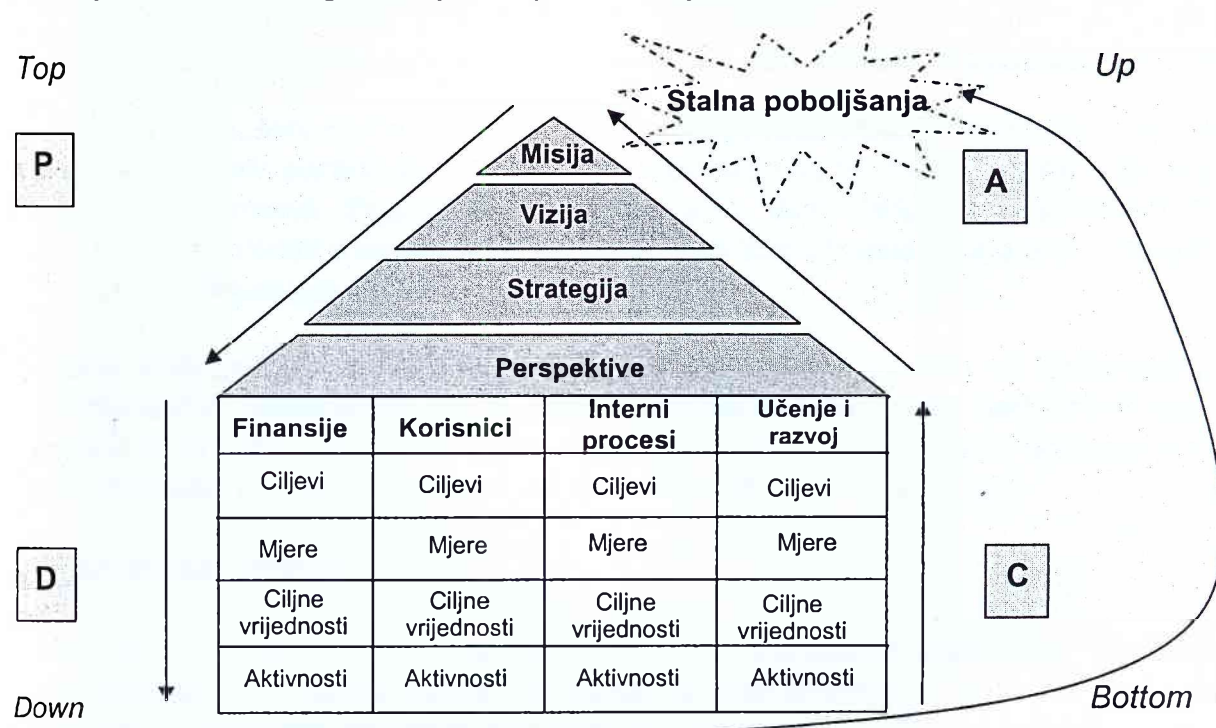
6.4 Implementacija strategije primjenom BSC-a

Istraživanja ukazuju da većina organizacija ne uspijeva u sprovođenju i izvršavanju strategije. Analize koje su sprovedene posljednjih godina ukazuju na poražavajuću činjenicu da u prosjeku 40 % menadžera i 90% zaposlenih u organizaciji ne razumiju definisanu poslovnu strategiju, a da 30% onih koji je razumiju ne vjeruje da može biti ostvarena (slika 6.8) [131, 150].



Slika 6.8 Barijere u realizaciji strategije

BSC je najbolje rješenje u procesu prevođenja misije, vizije i strategije organizacije u pregledan sistem za mjerenje učinaka-ishoda što je predstavljeno putanjom **Top - Down** na slici 6.9 [131, 151, 176]. Dakle, strategija se mora pretočiti u ciljeve po svakoj pespektivi a zatim se za svaki od njih definišu pokazatelji (mjere), ciljne vrijednosti (granice) i aktivnosti na postizanju tih ciljeva. Međutim, bitna uloga BSC-a se ogleda i u **Bottom Up** putanji gdje se kroz aktivnosti usmjerene u pravcu ciljnih vrijednosti mjernih pokazatelja vrednuje stepen ispunjenosti postavljenih ciljeva i utvrđuje efektivnost organizacije u implementaciji strategije.



Slika 6.9 Prevođenje misije, vizije i strategije primjenom BSC-a

Na taj način se konstantno podstiče djelovanje unutar organizacije u pravcu stalnih poboljšanja kroz PDCA ciklus, jer je danas u izrazito promjenljivom okruženju nemoguće jednom definisati strategiju i neograničeno je primjenjivati bez preispitivanja i unapređivanja. Kako bi se uvidjele prednosti primjene ovakvog pristupa, u tabeli 6.2 [133] su predstavljene konkretizovane koristi od uvođenja BSC-a.

Tabela 6.2 Koristi od uvođenja BSC-a

Stanje prije uvođenja BSC-a	Stanje poslije uvođenja BSC-a
Neuravnoteženo upravljanje	U obzir se uzima više različitih pogleda
Naglasak na finansijskim pokazateljima	Naglasak je na pokazateljima koji utiču na razvoj
Prilikom definisanja strategije nastaju opšti i nemjerljivi ciljevi; Sa strategijom je određen samo smjer razvoja	Strateški ciljevi se pretvaraju u mjerljive ciljeve svakog pojedinca; Ukoliko ciljevi odstupaju od željene vrijednosti preduzimaju se određene mjere

Tabela 6.2 (nastavak)

Stanje prije uvođenja BSC-a	Stanje poslije uvođenja BSC-a
Na osnovu informacija moguće je utvrditi mjesta gdje planirani rezultati nisu ostvareni	Na osnovu pokazatelja moguće je predvidjeti buduće rezultate
Ne zna se gdje treba preduzeti određene mjere; Zna se samo koji rezultat ne zadovoljava	Informacije govore koji pokazatelji imaju najveći uticaj na finansijske rezultate

Dakle, BSC u suštini predstavlja skladnu korelaciju kratkoročnih rezultata poslovne strategije i njihovih pozadinskih dugoročnih uzročnika i na taj način najbolje odslikava sistem menadžmenta. Posmatrano na ovaj način, BSC djeluje kao stimulans za postizanje efektivnosti u organizaciji, jer što se više zna o trendovima u organizaciji to je veća motivisanost za rad.

Mjerenje nefinansijskih pokazatelja predstavlja napredak u odnosu na tradicionalno mjerenje samo finansijskih pokazatelja s tim što i dalje ostaje nedoumica kako sprovesti promjene i unaprijediti poslovanje. To se postiže kreiranjem strategije kroz uzročno-posljedične veze pokazatelja koji stvaraju stratešku mapu.

6.5 Strateška mapa

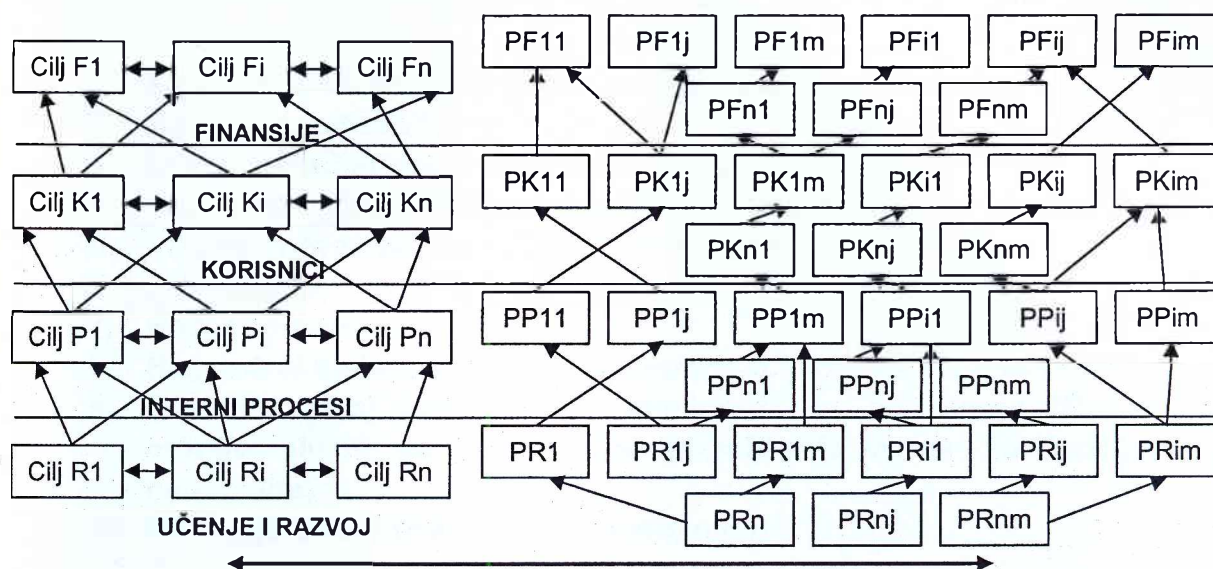
Povezivanje ciljeva a onda u skladu sa njima i adekvatnih mjera kroz uzročno-posljedične odnose predstavlja vrlo zahtjevan zadatak kroz koji se opisuje definisana strategija. *"Pokazatelji rezultata bez njihovih uzročnika ne govore o načinu kako postići rezultate pa samim tim ne odražavaju stepen uspješnosti sprovođenja strategije. Naglasak na uzroke bez pokazatelja rezultata takođe ne govori o promjeni poslovnog rezultata"* [140].

Dakle, uzročno-posljedične veze pokazatelja predstavljaju okvir za uspješno implementiranje BSC – a bez kojeg bi on predstavljao samo sistem za mjerenje finansijskih i nefinansijskih pokazatelja.

Smisao BSC-a je najbolje vidljiv iz strateške mape [141, 179] koja se karakteriše eksplicitnim izražavanjem strategijskih pretpostavki u arhitekturi metrike čime se od BSC modela stvara nenadmašan alat za strateško učenje.

Da bi se strategija pretočila u stratešku mapu najprije je potrebno definisati strateške ciljeve tako da nose znanje kompletne strategije, a zatim ih povezati u uzročno-posljedični lanac hipoteza kako bi se strategija još detaljnije razradila i ujedno provjerila. Nakon kreiranja uzročno posljedičnih veza strateških ciljeva, kreira se lanac uzročno-posljedičnih veza pokazatelja koji predstavlja način implementacije postavljene strategije kako je predstavljeno na slici 6.10 [135, 137, 140, 176, 179]. U

[131] se naglašava da upravo uzročno-posljedični odnosi metrike razlikuju BSC od drugih sistema menadžmenta.



Slika 6.10 Uzročno-posljedični odnosi ciljeva i pokazatelja profitnih organizacija

Uzročno posljedični odnosi se mogu formirati na sljedeći način [133, 137, 144]:

- Unutar jedne perspektive
- Između nefinansijskih perspektiva
- Između finansijskih i nefinansijskih perspektiva

Prilikom kreiranja strategije i uzročno-posljedičnih odnosa metrike treba voditi računa da ciljevi moraju biti međusobno usaglašeni jer je čest slučaj da se u organizaciji postavljaju međusobno kontradiktorni ciljevi što dodatno vodi u haotičnost. Nakon prenošenja strategije do pokazatelja, proces se mora preispitati unazad kako bi se utvrdila uspješnost implementirane strategije i stepen ispunjenja ciljeva.

Strategija može biti efikasno implementirana samo ako su strateški ciljevi međusobno komplementarni, i ako među njima postoji uzročno-posljedična veza. Iz navedene činjenice proizilazi da uspjeh organizacije ne zavisi od jednog faktora, već od zajedničkog djelovanja više faktora [133].

Generalni opis uzročno-posljedičnih veza BSC kroz smisao njenih perspektiva je najbolje prikazan u [142] kroz sljedeće uzročno-posljedične veze:

- Ako se poboljšaju vještine zaposlenih, tada će se povećati i njihove kompetencije i motivacija.
- Ako zaposleni počnu više koristiti informacione tehnologije, tada će se povećati njihova motivacija i zadovoljstvo.
- Ako se povećaju kompetencije, zadovoljstvo i motivacija zaposlenih, tada će se povećati broj novih korisnika i obezbijediti porast prodaje proizvoda.
- Ako se poveća stepen kvaliteta tretmana svakog korisnika, tada će se poboljšati i ukupni rezultati poslovanja organizacije.

Dakle, prethodno opisana strategija je definisana kroz uzročno-posljedične odnose hipoteza koje obuhvataju sve perspektive BSC. Ono što je ipak ključno za efektivnu implementaciju a kasnije i primjenu BSC-a jeste izbor pravih mjera na koje je poseban akcenat stavljen i u listi "deset zlatnih pravila" za implementaciju BSC [171]:

1. **Ne postoje standardna rješenja, svi poslovi su različiti**
2. Ključna je podrška top - menadžmenta
3. Misija, vizija i strategija su polazne tačke
4. **Ograničen i uravnotežen broj ciljeva i pokazatelja**
5. Vrijeme i novac ne treba trošiti na preopširne analize
6. Primjena Top-down i Bottom-up pristupa
7. Radi se o sistemu
8. **Razmotriti sistem snabdijevanja informacijama na samom početku**
9. **Proučiti uticaj pokazatelja uspješnosti na ponašanje (Pokazatelji moraju služiti za podsticanje poboljšanja a ne za kažnjavanje neuspjeha)**
10. **Ne mogu se svi pokazatelji kvantifikovati**

Uočava se da od 10 pravila njih 5 je na direktan način povezano sa pokazateljima. Kad je riječ o posljednjem pravilu koje glasi "**Ne mogu se svi pokazatelji kvantifikovati**", treba poći od citata Lorda Kelvina:

"Kada možeš mjeriti ono o čemu govoriš, i prikazati to numerički onda imaš znanja o tome, ali kad to ne možeš izmjeriti i brojčano ga prikazati, tvoje znanje je skromno i nepotpuno."

Svakako treba težiti mjerenju i kvantitativnom predstavljanju pokazatelja jer se na taj način dobija jasna slika o trenutnom stanju i odstupanjima u odnosu na željenu poziciju. Međutim veoma je važno prihvatiti činjenicu da mjere ne moraju uvijek biti precizno kvantifikovane. Dakle, kod nekih veličina je mnogo korisnije vršiti samo aproksimaciju i utvrditi aktuelne trendove njenih kretanja, jer je moguće insistiranjem na pojedinačnim i egzaktnim vrijednostima izgubiti samu suštinu. Dakle, treba imati na umu da je akcenat uvijek na poboljšavanjima a ne nikako na strogim mjerenjima.

U skladu sa tim su i sljedeći citati:

Albert Ajnštajn:

"Ne broji se sve što se može brojati i sve što se broji ne znači da može biti brojivo".

G. Galilej:

"Mjeri ono što se može mjeriti i učini mjerljivim ono što se ne može mjeriti".

Kod BSC modela je izbor pokazatelja od najveće važnosti jer se njihovim mjerenjem utvrđuje stepen ispunjenosti postavljenih ciljeva. Veoma je bitno odrediti broj pokazatelja. Oni sa jedne strane moraju obuhvatiti sve ključne procese organizacije, a sa druge strane treba voditi računa da taj broj ne bude prevelik kako se ne bi usljed suvišnog detaljisanja izgubila slika organizacije. Preporuka je da za 4 standardne

perspektive broj pokazatelja bude između 20 i 25. Da bi se to ostvarilo potrebno je najprije limitirati broj ciljeva po perspektivama a preporuka u [131] je da to bude u prosjeku 4 cilja po perspektivi.

U kreiranju BSC modela i izgradnji strateške mape ključni je naglasak na ravnoteži pokazatelja pomoću kojih se vrše mjerenja u svim perspektivama modela. Ravnoteža se nastoji postići između pokazatelja, i to naročito na tri područja [13]:

1. Ravnoteža između finansijskih i nefinansijskih pokazatelja uspješnosti. Mora se uspostaviti ravnoteža broja nefinansijskih i finansijskih pokazatelja jer nije rijetko da u BSC modelu dominiraju finansijski pokazatelji kao lako mjerljivi [228].

2. Ravnoteža između internih i eksternih strana organizacije. Stakeholderi i korisnici su eksterne stranke za organizaciju, a zaposleni su interne stranke. Balanced Scorecard mora prepoznati suprotne potrebe tih grupa i dovesti ih u ravnotežu uključivanjem u strategiju.

3. Ravnotežu između "konačnih" pokazatelja (lag indicators) i "usmjeravajućih" pokazatelja (lead indicators). Mjere uspješnosti koje predstavljaju posljedice ranije preduzetih radnji nazivaju se konačnim pokazateljima (lag indicators). Konačni pokazatelji su po pravilu pokazatelji finansijske perspektive. Često su usmjereni na rezultate na kraju određenog razdoblja i odnose se na prošlu uspješnost. "Usmjeravajući" pokazatelji (lead indicators) su oni koji vode organizaciju ka ostvarenju "konačnih" pokazatelja. Dakle, na bazi utvrđene korelacije između "usmjeravajućih" pokazatelja (lead indicators) i "konačnih" pokazatelja (lag indicators), procjenjuje se uspjeh organizacije u budućnosti.

Broj pokazatelja promjena (leading indicators) i pokazatelja stanja (lagging indicators) takođe mora biti brojčano približno jednak. Prevelik broj pokazatelja promjena ukazuje na to da je organizacija "nestrpljiva", dok prevelik broj pokazatelja stanja ukazuje da organizacija nije sklona promjenama [151].

Ravnoteža između "lag" i "lead" pokazatelja je ključna u ovom modelu jer se i u samoj postavci modela ističe da je to uzročno-posljedični odnos "lead and lag" indikatora koji pokazuju kako promjene u jednom procesu uzrokuju ili uravnotežuju promjene u drugim procesima.

Svi nefinansijski pokazatelji moraju biti povezani sa finansijskim ciljevima i na određeni način ukazivati na dobit. Pravilo je da se čak i svaki individualni rad može povezati sa dobitom organizacije. Iz tog razloga je finansijska perspektiva kod profitnih organizacija na vrhu kao najvažniji strateški cilj. Tvorci BSC-a ukazuju na činjenicu da:

"Uzročno - posljedični lanac svih pokazatelja BSC-a mora biti povezan sa finansijskim ciljevima."

Prilikom određivanja mjera vrlo je važno objektivno odabrati skup pokazatelja koji će pružiti informacije o postignutim rezultatima i skup pokazatelja koji daju vrijednosni opis aktivnosti kojima se pokreću promjene. Ovi pokazatelji izvode se iz strategije organizacije.

Takođe je veoma bitno uravnotežiti broj pokazatelja po perspektivama. Dozvoljeno odstupanje koje se toleriše je $\pm 5\%$ u broju pokazatelja po perspektivama u odnosu na sljedeće preporuke [13]:

- broj pokazatelja u finansijskoj perspektivi ne bi smio biti veći od 22%,
- broj pokazatelja u perspektivi korisnika u rasponu 23% - 25%,
- broj pokazatelja u perspektivi internih procesa 28% - 30%,
- broj pokazatelja u perspektivi učenja i razvoja 23% - 25%.

Ipak sve su ovo pravila kojima se u praksi teži a koje nije moguće u potpunosti ispoštovati. Naime, pokazuje se da zavisno od razvojnog nivoa organizacije zavisi i broj mjera po perspektivama. Tako su organizacije koje već imaju razvijeno tržište prilično neaktivne u smislu proširivanja ciljeva i mjera perspektive korisnika i perspektive učenja i razvoja [222] dok nasuprot njima one koje su u fazi osvajanja novog tržišta ove perspektive posebno potenciraju [223, 224].

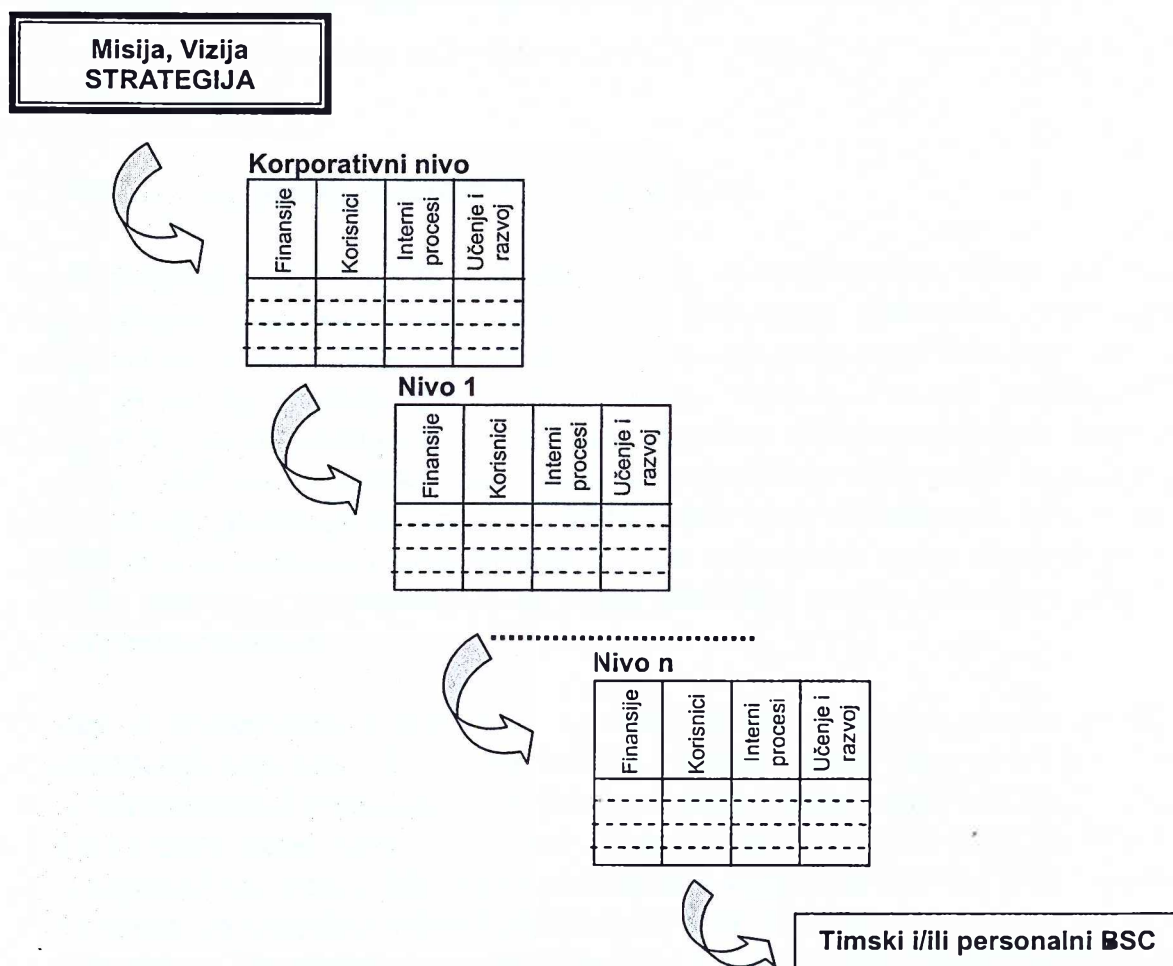
6.6 Kaskadno spuštanje BSC-a

Kaskadno spuštanje BSC modela znači njegovo prenošenje niz hijerarhiju organizacije i davanje mogućnosti svim zaposlenim da pokažu na koji način njihove svakodnevne aktivnosti doprinose ispunjavanju postavljene strategije organizacije.

Male organizacije ili poslovne jedinice unutar većeg subjekta mogu razviti BSC model koji je dovoljan za vođenje aktivnosti svih zaposlenih. Međutim, srednje ili velike organizacije moraju kaskadno spuštati BSC model od vrha prema dnu hijerarhije ako se nadaju prednostima koje nudi ovaj sistem. Nepostojanje kaskadiranja, odnosno „razbijanja“ ciljeva s višeg nivoa menadžmenta prema nižim nivoima stvara problem u velikim organizacijama jer dovodi do neusklađivanja akcija zaposlenih sa strateškim ciljevima organizacije. Pri kaskadiranju ciljeva dobro je koristiti princip [152], koji govori da ukoliko su ispunjeni ciljevi nižeg nivoa, ispunjen je cilj na višem nivou - iako često ciljevi s nižeg nivoa nemaju zajednički pokazatelj sa kompatibilnim ciljevima višeg nivoa.

Prema [170] kaskadno spuštanje BSC modela ima poseban uticaj na povećanje unutrašnje motivacije zaposlenih u cilju poboljšavanja njihovih inovativnih sposobnosti na unapređivanju procesa.

Dakle, nakon kreiranja korporativnog BSC modela u organizaciji, treba krenuti sa konstrukcijom BSC modela nižih nivoa kako je predstavljeno slikom 6.11 [153] koji će ukazati kako se aktivnosti svih nivoa nadovezuju na ciljeve korporacije.



Slika 6.11 Proces kaskadiranja BSC-a

Korporativni BSC model predstavlja polazni osnov iz kojeg proističu sva buduća kaskadna spuštanja jer sadrži ključne mjere uspjeha za korporaciju i čini osnovu za razvoj svih drugih BSC modela u organizaciji. BSC modeli ostalih poslovnih jedinica i/ili procesa prikazuju ključne mjere uspjeha na svojim nivoima pri čemu pitanje koje treba postaviti prilikom njihovog kreiranja jeste kako se može pomoći višim nivoima u ispunjavanju njihovih ciljeva. Dakle, svi niži nivoi BSC modela podržavaju korporativni BSC model, ali ne moraju obavezno sadržavati iste mjere. Svako područje organizacije ima različitu problematiku i može ponuditi specifične vrijednosti koje će organizaciji pomoći u ostvarivanju sveukupnih ciljeva.

Ciljevi u korporativnom BSC modelu su odabrani tako da predstavljaju suštinu strategije organizacije. Izazov pred kojim su niži nivoi organizacije jeste utvrđivanje na koje od tih ciljeva se može uticati u okviru sopstvenih aktivnosti, i da zatim definišu svoje ciljeve i konkretne mjere uspjeha.

Ovaj postupak kaskadiranja može ići do nivoa kreiranja lične (osobne) BSC karte čiji se ciljevi i mjere izvlače iz BSC organizacione cjeline kojoj pripadaju. Uočava se da je postupak kaskadiranja direktno povezan sa procesom komuniciranja na koji je i stavljen poseban akcenat u teoriji Balanced Scorecard-a iz razloga što ipak, ako

nema dvosmjerne komunikacije između svih nivoa u organizaciji, ovaj model ne može ni da funkcioniše.

6.7 Faktori uspješne implementacije BSC-a

Uspjeh primjene BSC-a svakako ne zavisi samo od konceptualne ispravnosti, već i od sposobnosti integracije ovog sistema u svakodnevno poslovanje organizacije. Problemi koje mnoge organizacije imaju u pogledu efikasne implementacije strategije dolaze do punog izražaja u procesu kreiranja BSC-a. Potpuno razumijevanje Balanced Scorecard modela na svim organizacionim nivoima i njegova dosljedna primjena, pretvara strateško planiranje u operativno djelovanje organizacije. Implementaciju Balanced Scorecard modela uvijek treba organizovati kao poseban projekat razvoja sistema menadžmenta koji se umnogome mora oslanjati na već postojeće sisteme u organizaciji pa su stoga analizirani različiti iskustveni pristupi u njenoj implementaciji.

Iskustva u implementaciji BSC-a su različita. Dakle, u praksi postoje varijante implementacije koje traju i 4 i 12 mjeseci što, naravno, zavisi od brojnih faktora kao što su kompleksnost organizacije, alokacija resursa, veličina organizacije... Ono što je bitno i o čemu treba voditi računa jeste da je svaka organizacija priča za sebe i da svaka organizacija, ipak, u fazi implementacije ima sopstvenu kreaciju BSC sistema. Kritični faktori za uspješnu implementaciju BSC-a su različito interpretirani od strane različitih autora. Svi pristupi su bazirani na iskustvu autora u implementaciji BSC-a, i pri tome imaju dosta zajedničkih elemenata ali ih je svakako neophodno proučiti jer ukazuju i na određene nedostatke BSC-a u primjeni kao i na mjesta gdje je potrebno usmjeriti posebnu pažnju u cilju efikasnije implementacije.

Analizom literature [131, 143, 145, 155] osnovna pravila uspješne implementacije koja su ujedno proistekla i iz teorijske postavke BSC-a i iz iskustva autora a koja značajno ukazuju na kritične tačke koje mogu pratiti svaku organizaciju su:

- *Podrška i participacija u svim fazama implementacije BSC-a od strane zaposlenih.* Ako se implementacija bazira samo na učešću najvišeg rukovodstva, zaposleni ovaj model mogu shvatiti samo kao sredstvo kontrole što može izazvati određene opstrukcije u organizaciji.
- *Pravo prvenstva.* Organizacije uvode različite modele koje ih mogu voditi ka unapređenju poslovanja, stoga i prilikom implementacije BSC-a treba se bazirati na već implementirane modele i ovaj proces shvatiti kao unapređenje i nadogradnju postojećih.
- *Formiranje projektnog tima.* BSC treba da obezbijedi kompletnu sliku mogućnosti organizacije, stoga različite strukture organizacije moraju biti uključene u projektni tim i mora biti obezbijeđeno njihovo aktivno učešće tokom cijelog procesa implementacije. Članovi projektnih timova moraju u potpunosti razumjeti koncept Balanced Scorecard-a i njegovu filozofiju implementacije.

- *Pokrivenost projekta.* Prilikom pokretanja projekta dobro je početi sa jednim pilot projektom koji se dalje širi kroz cijelu organizaciju, jer obuhvatanje cjelokupne organizacije, još ako je velika, predstavlja kompleksan poduhvat koji može dovesti do rasipanja energije i neusmjeravanja na ključne faktore uspjeha.
- *Baziranje scorecard-i na strategiji organizacije.* Osnova za uspješnu implementaciju BSC-a je definisana strategija i baziranje svih scorecard-i u organizaciji na ciljeve strategije.
- *Jasno i konzistentno definisane mjere.* Mjere koje se koriste u organizaciji moraju biti precizno definisane i obavezno postavljene na svim hijerarhijskim nivoima.
- *Uzročno-posljedične veze mjera.* Prilikom izbora mjera po svim perspektivama mora se voditi računa o njihovoj korelaciji i obaveznoj vezi sa mjerama finansijske perspektive pri čemu finansijske mjere, iako su lako mjerljive, ne smiju biti dominantne u strateškoj mapi.
- *Postavljanje ciljeva.* Ciljevi moraju biti jasni, konzistentni sa vizijom i strategijom i, naravno, moraju biti realni i dostižni.
- *Veza sa postojećim sistemom kontrole.* BSC je metod za stratešku kontrolu poslovnih procesa pa stoga mora biti povezan sa postojećim kontrolnim sistemima, budžetom i sistemima izvještavanja.
- *IT i sistemi podrške.* Mnogo je jednostavnija i praktičnija implementacija BSC-a posredstvom informacionih tehnologija s tim što treba voditi računa da se u postupak implementacije ne uključe suviše rano, jer mnogi zaposleni imaju još uvijek dozu rezerve prema računarima što može dovesti do kontraproduktivnosti.
- *Obuka i informisanje.* U cilju brže i efikasnije implementacije neophodna je obuka i permanentno informisanje o svim fazama implementacije i na svim nivoima organizacije.
- *Razvoj organizacije koja uči.* U BSC se strategija transformiše u ciljeve i mjere kroz cijelu organizaciju. Neophodno je sprovesti analizu ispunjenja postavljenih ciljeva kako bi se radilo na stalnom unapređivanju primjenom PDCA ciklusa.
- *Praćenje koncepta.* Organizacija mora stalno preispitivati svoju strategiju i prilagođavati je promjenama u okruženju kako bi opstala i bila konkurentna na tržištu.

Prethodne postavke predstavljaju ujedno i kritične faktore uspjeha i potencijalne opasnosti koje se javljaju u implementaciji BSC-a.

Istraživanja pokazuju da između 50-80% inicijativa kojima se žele ostvariti značajne promjene ne ispune očekivanja. Ova statistika važi i za sam BSC s obzirom da ona predstavlja osnovu za nove inicijative kojima se podstiču promjene, a ne samo projekat kojim se uvode pokazatelji poslovanja. Dakle "*nedostatak inicijative za promjene ne rezultira neuspjehom, već je neuspjeh posljedica nemogućnosti implementacije promjene*" [156]. Stoga je neophodno dobro analizirati prethodno opisane kritične tačke u implementaciji BSC-a kako bi ona od početka bila

postavljena na dobrim osnovama i podsticala promjene u cilju stalnih unapređenja. Uočava se da sa aspekta različitih autora postoje neke zajedničke kritične tačke, koje su i teorijskom postavkom BSC-a definisane kao posebno bitne, a odnose se na oblikovanje strategije, podršku menadžmenta, dvosmjernu komunikaciju, adekvatan izbor mjera i obavezno kaskadno spuštanje kroz cijelu organizaciju.

6.8 Softverska podrška BSC

Kompleksnost Balanced Scorecard sistema upravljanja ukazuje na potrebu izbora softverskih paketa za njegovu upotrebu i razradu u cilju jednostavnije implementacije za sve zaposlene u organizaciji. U skladu sa tim izvršena je analiza i preispitivanje raspoloživih softvera za BSC i izabrano najpovoljnije rješenje koje će biti i upotrijebljeno za izradu ovoga rada.

6.8.1 Izbor softvera za Balanced Scorecard

Pri izboru softverskog paketa za BSC treba imati u vidu da BSCCol (Balanced Scorecard Colaborative) sertifikuje samo one softverske pakete koji zadovoljavaju Kaplan-Nortonove zahtjeve, pa je u tabeli 6.3 data lista provajdera BSC softvera [158].

Tabela 6.3 Lista provajdera BSC softvera

Bitam	Business Objects	Cognos
Consist FlexSI	Corporater	CorVu
Extensity (formerly Geac)	Hyperion	Information Builders
InPhaser	Intalev	Micrososft
Oracle	Peoplesoft	Performancesoft
Pilot Software	Procos	Prodacapo
QPR	Rocket Software	SAP
SAS	Vision Grupo Consultore	

S obzirom na veliki broj raspoloživih softvera na tržištu, za implementaciju BSC-a neophodno je izvršiti systemske uporedne analize kako bi se za konkretnu situaciju izabralo najpogodnije rješenje. U tabeli 6.4 se prikazuje uporedna analiza prilično zastupljenih softverskih paketa na osnovu 21 kriterijuma za vrednovanje [159].

Tabela 6.4 Uporedna analiza softverskih paketa za BSC

Spisak kriterijuma	Ocjene	CPA Softver	Dialog Softver	QPR Softver
Ocjena dizajna od strane korisnika	1 do 7	4	4	4
Konzistentnost	1 do 7	6	6	6
Jednostavnost	1 do 7	3	3	5
Memorija korisnika (kratkoročna memorija)	1 do 7	6	3	6
Kognitivna sposobnost korisnika	1 do 7	5	4	6
Povratne informacije i systemske poruke	1 do 7	3	3	4

Tabela 6.4 (nastavak)

Spisak kriterijuma	Ocjene	CPA Softver	Dialog Softver	QPR Softver
Povratne akcije	1 do 7	2	2	3
Svojstva	1 do 7	6	5	6
Broj korisnika	broj	1 to 10	1 to unlimited	1 to unlimited
Zahtjevi u pogledu hardvera		30 MB disk , Pentium processor, 16 MB RAM, Win 95 ili noviji, SVGA 256 boja, miš	30MB disk , Pentium processor, 32 MB RAM, Win 98 ili noviji, SVGA 256 boja, miš	Detalji su dati u opisu QPR softverskog paketa
Prilagodljivost	1 do 7	5	6	6
Neophodnost obuke korisnika	1 do 7	4	3	2
Cijena softverskog paketa	U \$	\$2,890 to \$5,595 plus dodatni troškovi za Upgrade i obuku	\$179 do \$5,000	\$80,000 do \$950,000
Veći broj Scorecard-a	da/ne	da	da	da
Internet	da/ne	ne	ne	da
Više poslova	da/ne	ne	da	da
Mogućnost izvještavanja	1 do 7	7	2	4
Bezbjednost	1 do 7	6	5	6
Istraživanje međuodnosa	1 do 7	6	3	7
Integracija sa postojećim softverskim paketima	1 do 7	3	1	6

Treba napomenuti da CPA Views software predstavlja softverski paket organizacije Panorama Business Views i da je u navedenom spisku softvera definisan pod nazivom PB Views kao novija verzija softvera CPA Views.

Standardom ISO/IEC 9126-1 [62] koji se koristi za ocjenu kvaliteta softvera je definisano 6 kriterijuma:

- Funkcionalnost
- Pouzdanost
- Efikasnost
- Održavanje
- Portabilnost
- Upotrebljivost

Imajući u vidu da je svaki od gore navedenih kriterijuma zastupljen u kriterijumima po kojima je vršena ocjena softvera prikazanih u tabeli 6.4, može se konstatovati da gore navedena metodologija ocjenjivanja pruža pouzdane informacije.

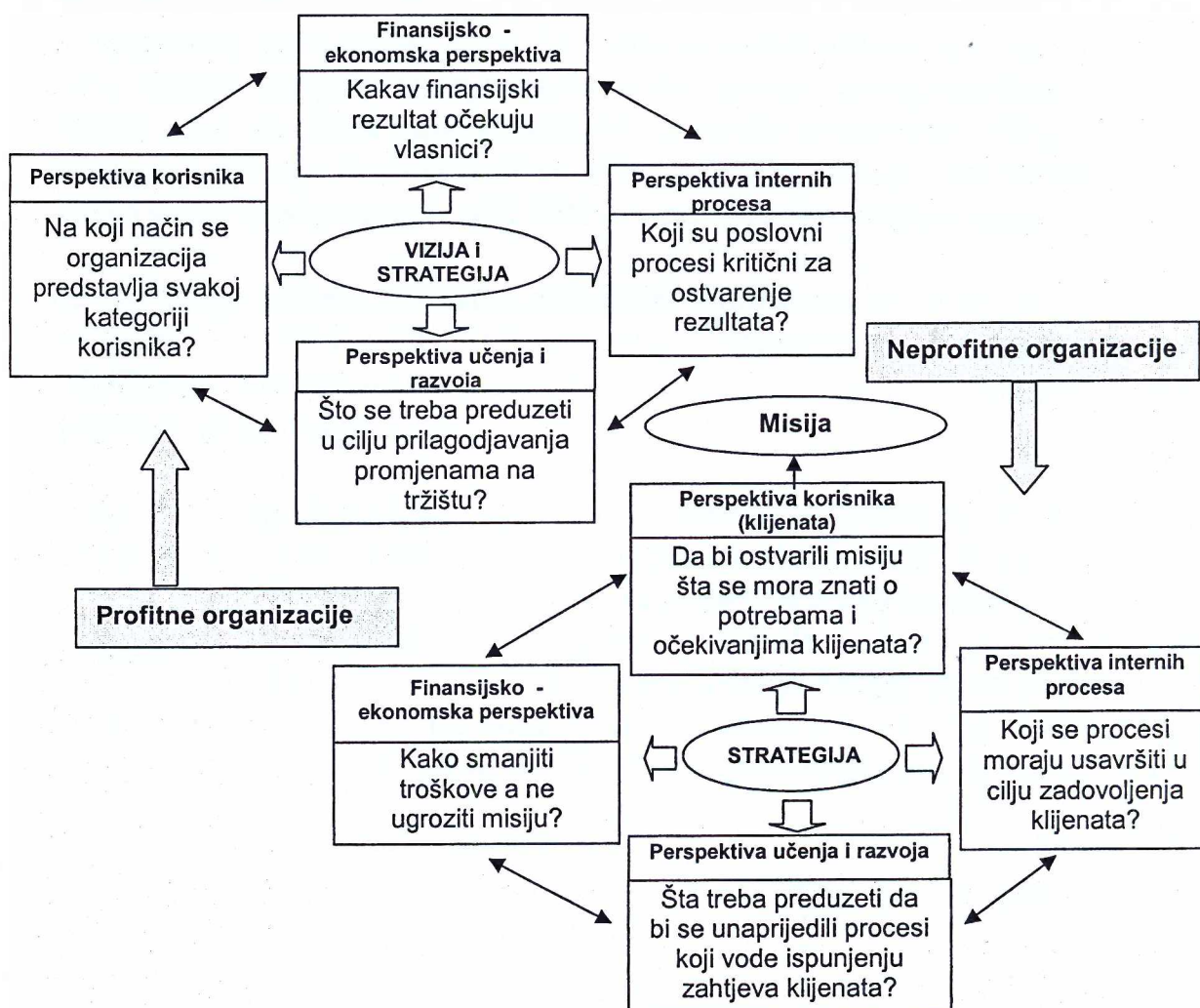
BSC softver je u ovom radu potreban za teorijska ispitivanja i istraživanja mogućnosti upravljanja zaštitom životne sredine primjenom Balanced Scorecard koncepta u kombinaciji sa drugim softverskim paketima u izabranom poslovnom sistemu.

U analizi koja je predstavljena tabelom 6.4 QPR softverski paket je imao najbolje ocjene u odnosu na ostale razmatrane softvere sa aspekta većine kriterijuma. Za izradu ovog rada od najvećeg značaja je, ipak, mogućnost paralelnog kreiranja više Scorecard-i i mogućnost integracije sa ostalim softverskim paketima. QPR softverski paket ima mogućnost i kreiranja većeg broja scorecard-i, ali pri tome ima i najbolje karakteristike po pitanju integracije sa drugim softverskim paketima.

S obzirom na to da postoje brojne procjene softverskih paketa zavisno od djelatnosti organizacije i njihovih mogućnosti i potreba izabran je softverski paket QPR visokih performansi koji je donekle i protežiran u knjigama Paula Nirvena (sljedbenika R. Kaplan-a) kao najsveobuhvatniji.

6.9 Poređenje modela BSC u profitnim i neprofitnim organizacijama

Analiza različitih koncepcija Balanced Scorecard-a za profitne i neprofitne organizacije je sa aspekta upravljanja zaštitom životne sredine od velike važnosti. BSC je originalno bio namijenjen profitnim organizacijama, ali je kao uspješan sistem modifikovan i za javne i neprofitne organizacije. Razlike u BSC koncepcijama kod profitnih i neprofitnih organizacija su predstavljene slikom 6.12 [133, 150, 160].



Slika 6.12 BSC u profitnim i neprofitnim organizacijama

Prethodno je uglavnom bilo riječi o modelu BSC za profitne organizacije kod kojih je ključna perspektiva finansijsko - ekonomska na koju su i sve ostale upućene. Sa druge strane javne i neprofitne organizacije su usmjerene na zadovoljenje klijenata u skladu sa definisanom misijom i ciljevima bez akcenta na finansijsku dobit, pa se stoga izvorna arhitektura BSC-a mora modifikovati kako bi se prioriteti zamijenili. Dakle, kod javnih i neprofitnih organizacija finansijski pokazatelji svakako nijesu u prvom planu kao što je to slučaj kod profitnih.

Kod modela Balanced Scorecard neprofitnih organizacija strategija se zadržava u srcu sistema bez obzira na djelatnost. Međutim, neprofitne organizacije veoma često nemaju jasno i precizno definisanu strategiju pogotovo u odnosu na vremensku komponentu. Dok profitne organizacije pokušavaju da definišu i uspostave strategiju, neprofitne se okreću kreiranju planova i programa za obezbjeđenje budžeta. Kao rezultat toga neprofitne organizacije su fokusirane prevashodno na interna mjerenja efikasnosti i kvaliteta u okviru raspoloživih sredstava često zaboravljajući na svoju svrhu postojanja i krajnji cilj (usluga klijentima) pa je stoga misija kod njih kao najvažniji pokretač stavljena na vrh BSC karte.

Ipak, neprofitne organizacije treba da imaju strateške ciljeve koji najprije jasno definišu razloge postojanja te organizacije, a tek na kraju opisuju prioritete sa kojima se organizacija usaglasila kako bi dostigla i usavršila svoju misiju. Zbog obaveza stalnog pospješivanja na unapređenje kroz definisanu misiju i strateške ciljeve, strategija je ipak postavljena u centru BSC-a i kod neprofitnih organizacija.

Osnovna razlika između profitnih i neprofitnih organizacija je to što su ove prve STRATEŠKI ORJENTISANE, a ove druge (neprofitne) ipak prevashodno ORJENTISANE KA MISIJI. Iz tog razloga i u odnosu na to usmjerenje su postavljene perspektive i opisani ciljevi u njima.

Kod neprofitnih organizacija se idući od vrha (misije) dolazi do perspektive korisnika (klijenata), a ne finansija kakav je slučaj kod profitnih organizacija. Privatni sektor je odgovoran prema svojim akcionarima kroz rezultate finansijske perspektive, dok je u javnom sektoru fokus na zadovoljenju potreba klijenata u skladu sa definisanom misijom organizacije. Osim geometrijske razlike u položaju finansijske perspektive i perspektive korisnika (slika 6.12) može se uočiti da postoje i suštinske razlike unutar svake perspektive počev od ciljeva koji se u njima postavljaju pa do djelovanja u tom pravcu.

Prethodno opisane konceptualne razlike na nivou ciljeva po perspektivama su predstavljene tabelom 6.5 [131, 150].

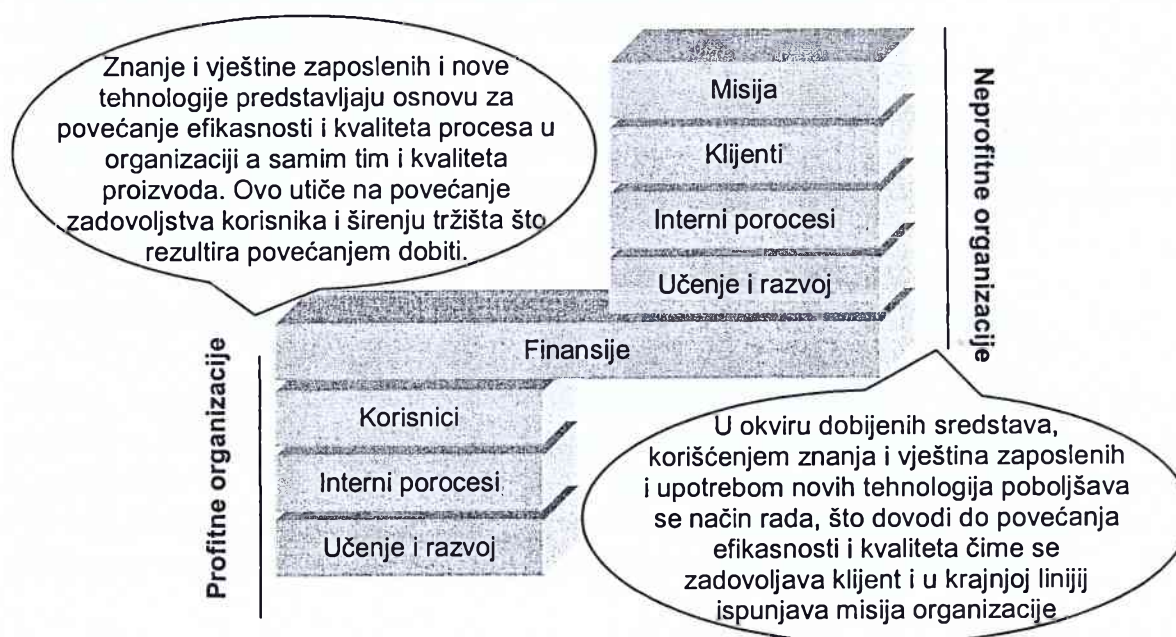
Tabela 6.5 Razlike u pristupima profitnih i neprofitnih organizacija

	PROFITNE ORGANIZACIJE	NEPROFITNE ORGANIZACIJE
Finansijska perspektiva	Biti finansijski uspješan	Ispunjavati misiju
Korisnici	Zadovoljiti korisnike	Predvidjeti interes korisnika
Interni poslovni procesi	Optimizirati poslovne procese	Povećati učinak procesa
Učenje i rast	Planirati ukupne resurse organizacije	Upravlјati znanjem

Kroz uzročno-posljedične veze perspektiva prikazanih slikom 6.13 [133, 150, 161] se uočava da neprofitne organizacije svoj rad temelje na finansijskoj perspektivi, a profitne tu perspektivu imaju za svoj cilj. Stoga su i filozofije djelovanja organizacija na kojima se temelje i njihovi BSC modeli različite:

PROFITNE: Znanje i vještine zaposlenih i nove tehnologije predstavljaju osnovu za povećanje efikasnosti i kvaliteta procesa u organizaciji a samim tim i kvaliteta proizvoda. Ovo utiče na povećanje zadovoljstva korisnika i širenje tržišta što rezultira povećanjem dobiti.

NEPROFITNE: U okviru dobijenih sredstava, korišćenjem znanja i vještina zaposlenih i upotrebom novih tehnologija poboljšava se način rada, što dovodi do povećanja efikasnosti i kvaliteta čime se zadovoljava klijent i u krajnjoj liniji ispunjava misija organizacije.



Slika 6.13 Uzročno-posljedične veze između perspektiva kod profitnih i neprofitnih organizacija

Primjena BSC-a u neprofitnim organizacijama takođe rezultira uspjehom i postiže jednako dobre rezultate kao i u organizacijama za koje je prvobitno kreirana, iako je razlika u koncepcijama kao i u poslovanju tih organizacija suštinska i temeljna.

Kod profitnih organizacija prilikom izbora pokazatelja najvažnije je fokusiranje na finansijsku perspektivu jer, ipak, u krajnjoj liniji za sve zainteresovane strane unutar i van organizacije to predstavlja najvažniji cilj. Svi nefinansijski pokazatelji moraju biti povezani sa finansijskim ciljevima i na određeni način ukazivati na dobit. Pravilo je da se čak i svaki individualni rad može povezati sa dobiti organizacije. Iz tog razloga je finansijska perspektiva kod profitnih organizacija na vrhu kao najvažniji strateški cilj. Tvrdnja Kaplan-a i Norton-a glasi:

"Uzročno - posljedični lanac svih pokazatelja BSC-a mora biti povezan sa finansijskim ciljevima."

Kod neprofitnih organizacija je fokus na ispunjenje zahtjeva klijenata jer je to u suštini i misija svake neprofitne organizacije. Finansijska perspektiva je kod ovih organizacija samo podloga za ispunjenje zahtjeva klijenata. Dakle, izbor pokazatelja treba vršiti tako da svi oni budu povezani sa ciljevima iz perspektive klijenata tako da se kod ovih organizacija citat Kaplan-a i Norton-a može uslovno preformulisati kao:

"Uzročno - posljedični lanac svih pokazatelja BSC-a mora biti povezan sa ciljevima perspektive klijenata ."

Očigledne su razlike u koncepcijama BSC-a u profitnim i neprofitnim organizacijama. Iako se može reći da je svaki BSC model jedinstven i svojstven samoj organizaciji zavisno od njene definisane strategije, može se uočiti velika sličnost modela unutar profitnih organizacija kao i unutar neprofitnih organizacija. Dakle, prvi korak u implementaciji BSC-a jeste izbor modela (profitna – neprofitna) koji toj organizaciji odgovara [175]. Nakon ovog izbora dalji postupak teče u jednom od dva izabrana pravca preuzimajući odgovarajući standardni BSC model (sa 4 perspektive) koji se nadograđuje specifičnostima organizacije uvažavajući njen strateški put uz obavezno poštovanje pravila implementacije.

6.10 Uloga AHP-a u implementaciji Balanced Scorecard-a

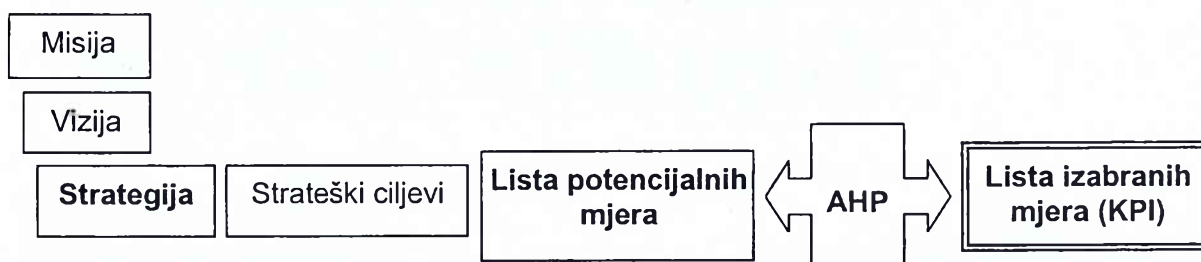
Prilikom kreiranja BSC modela nakon definisanja strategije i strateških ciljeva i kreiranja uzročno-posljedičnih veza ciljeva neophodno je identifikovati setove mjera za postizanje tih ciljeva [177,178]. Dakle, nimalo jednostavan i možda od najveće važnosti proces u implementaciji BSC jeste izbor adekvatnih mjera (pokazatelja) koje odslikavaju sve funkcije u organizaciji a pri tome moraju biti lako mjerljive.

Mjere sa jedne strane moraju obuhvatiti sve ključne procese organizacije, a sa druge strane treba voditi računa da taj broj ne bude suviše veliki jer u tom slučaju slika organizacije postaje nejasna i komplikovana za praćenje. Preporuka je da se za

svaku perspektivu (4 ili više) izabere po 4-6 pokazatelja. Ako organizacije imaju veliki broj pokazatelja tada menadžment samo njih nekoliko koristi za mjerenje uspješnosti ili ih čak uopšte i ne koristi. Izbor pravih pokazatelja koji moraju biti orjentisani na poboljšanje je obično veoma kompleksan problem od kojeg i zavisi uspješnost implementirane BSC.

Definisanje i praćenje pokazatelja ima značajan uticaj na stimulisanje a time i na ponašanje zaposlenih. Ukoliko uticaj na ponašanje nije uočljiv, postoji mogućnost da su zaposleni pronašli način da ostvare ciljne vrijednosti pokazatelja, ali da time organizacija ne ostvaruje planirane koristi. Ono što je bitno jeste da izbor pokazatelja treba da bude takav da oni moraju služiti za podsticanje poboljšanja, a ne za kažnjavanje neuspjeha.

Praksa pokazuje da se pri implementaciji BSC uvijek pretjeruje u izboru potrebnih mjera (KPI*) [176, 177, 178]. Pravilo je da sve što je mjerljivo ne mora obavezno ući u BSC mapu. Preporučuje se da se izbor mjera vrši u okviru radnih sastanaka gdje bi se metodom brainstorminga ili na drugi način, koji bi uključivao veći broj zaposlenih čija se problematika razmatra, došlo do konačnog broja potrebnih i adekvatnih mjera. Prethodno je u poglavlju 4 opisana AHP metodologija za višekriterijumsko odlučivanje vrednovanjem kriterijuma i ponuđenih alternativa u hijerarhijski razloženom problemu. Posebna pažnja je usmjerena na mogućnost ove metode da obezbijedi efikasno grupno odlučivanje. Dakle, AHP na bazi grupnog odlučivanja zainteresovanih strana može značajno da unaprijedi proces izbora adekvatnih mjera (pokazatelja) po svim perspektivama BSC modela organizacije [174].



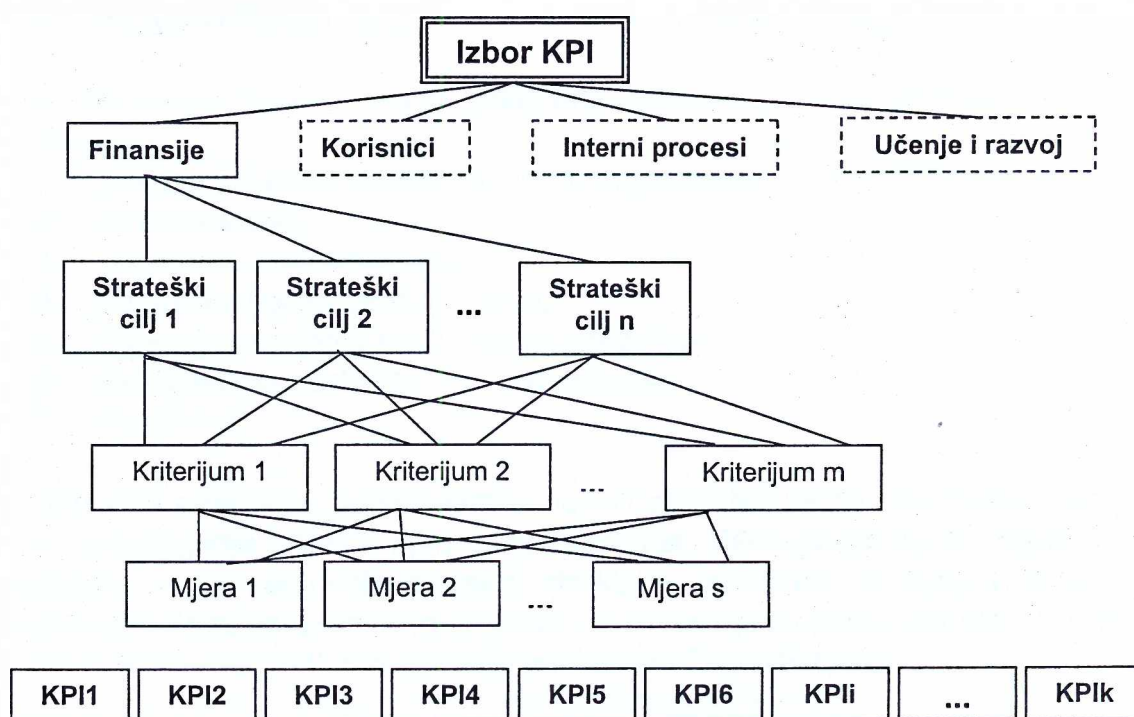
Slika 6.14 Uloga AHP –a u implementaciji BSC-a

Na slici 6.14 je predstavljen postupak implementacije BSC-a u organizaciji i u skladu sa tim uloga AHP-a u dijelu izbora liste adekvatnih mjera (pokazatelja). Dakle, nakon definisanja strategije i identifikacije ciljeva po izabranim perspektivama u organizaciji potrebno je za svaki cilj kreirati listu odgovarajućih mjera. Kako te liste bivaju obično prilično opširne to AHP može odigrati veoma bitnu ulogu u izboru kritičnih mjera za dati cilj a na bazi odlučivanja više zainteresovanih strana.

Naime, analizom [157, 221] se ukazuje na još jednu značajnost ovakve primjene AHP-a u implementaciji BSC-a kojom se dobijaju različite težinske vrijednosti kako

* Key performance indicators (KPI) - Kratka lista metrike koju su menadžeri identifikovali kao najvažnije promjenljive koje odražavaju uspjeh misije ili učinak organizacije.

perspektiva tako i mjera čime je model u mogućnosti da se znatno bolje prilagodi definisanoj strategiji. Utvrđivanjem najznačajnijih elemenata unutar BSC modela, stvaraju se uslovi za efikasniju adaptaciju na eventualno nastale promjene u okruženju i oblikovanu strategiju. AHP u ovoj problematici podrazumijeva najprije definisanje hijerarhijske strukture problema. Kako se za svaku perspektivu kreiraju različite alternative (u ovom slučaju mjere) a takođe i menadžerski timovi koji učestvuju u vrednovanju modela to je neophodno za svaku perspektivu definisati poseban AHP model. Izgled AHP modela za izbor KPI-a u implementaciji BSC-a je predstavljen na slici 6.15.



Slika 6.15. Izbor mjera u BSC primjenom AHP

Kako bi se obezbijedilo što objektivnije vrednovanje od strane članova menadžerskog tima, predlaže se uvođenje još jednog nivoa u hijerarhijskoj strukturi AHP koji bi sadržao dodatne kriterijume u izboru pravih mjera. Kriterijumi relevantni za vrednovanje mjera u odnosu na ciljeve perspektiva mogu biti različiti. U [162] se preporučuju sljedeći kriterijumi za vrednovanje alternativa:

1. povezanost sa strateškim ciljevima,
2. jednostavnost i jasnoća,
3. organizaciona povezanost,
4. lead –lag indikatori,
5. dostupnost (pristupačnost) podataka.

Na osnovu [58, 163] mjere treba birati prema sljedećim kriterijumima:

- Indikatori moraju biti kvantitativni i kvalitativni.
- Indikatori moraju biti mjerljivi.

- Aspekti održivosti koji se odnose na socijalne i etičke performanse su značajniji u kvalitativnom smislu pa ih nije jednostavno prevesti u opseg mjerenja.
- Indikatori održivosti moraju biti interno relevantni i eksterno važni.
- Indikatori moraju biti strateški relevantni za organizuaciju.
- Indikatori moraju biti standardizovani odnosno normalizovani prema mjerama izlaza.
- Izbor mjera mora obezbijediti ispunjenje postavljenih ciljeva organizacije.
- Izabrani indikatori moraju biti jednostavni i razumljivi.
- Indikatori moraju da utiču i na korekciju ponašanja u organizaciji.

Tvorci **B**alanced Scorecard-a u [164] daju takođe osnovne kriterijume za izbor kritičnih mjera:

1. povezanost sa strateškim ciljevima organizacije,
2. kontrolisanost,
3. usmjerenost na aktivnosti,
4. jednostavnost za izračunavanje,
5. sigurnost (da nema manipulacije podacima),
6. postoji mogućnost njihovog kaskadiranja,
7. mjerljivost.

Imajući u vidu prethodne potkriterijume menadžerski tim može mnogo jednostavnije izvršiti i predlaganje mjera i njihovo vrednovanje. Bitno je da se svi članovi tima jednoglasno slože oko hijerarhijske strukture problema a time i kriterijuma ocjenjivanja i mogućih alternativa (mjera). Vrednovanjem elemenata jednog nivoa u odnosu na elemente prethodnog dobija se lista značajnosti mjera.

Kada se dobiju liste značajnosti mjera po ciljevima svih perspektiva, izabere se dogovorno rang značajnosti čime se u model **B**SC uključuju samo one koje su od najvećeg strateškog značaja.

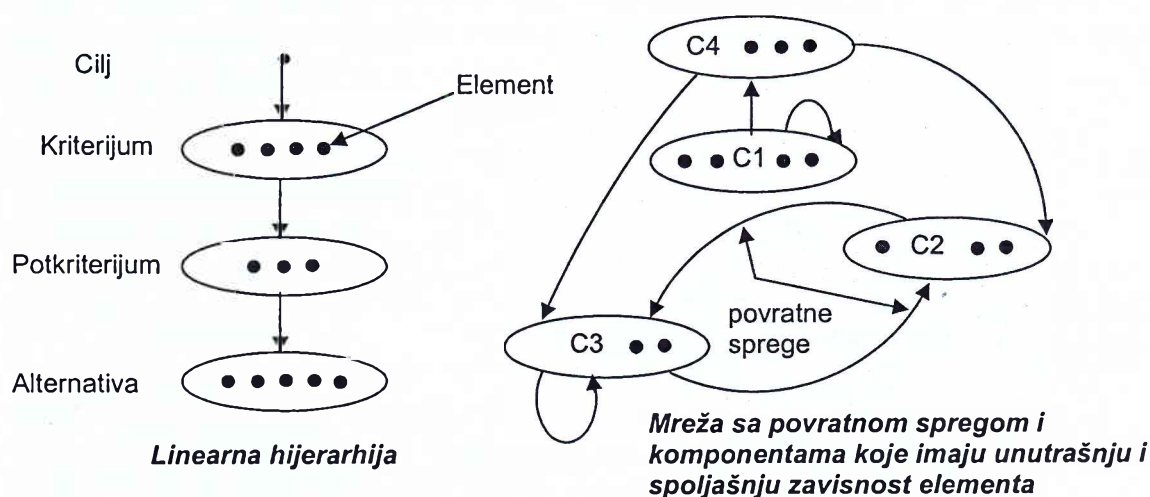
Prethodno opisan pristup je primijenjen u radu prilikom vrednovanja mjera i ciljeva za sve perspektive **EKO B**SC-a koji je opisan u poglavlju 7. U ovom dijelu su se dodatno koeficijenti značajnosti ciljeva i mjera dobijeni grupnom AHP metodologijom odlučivanja uključivali prilikom izračunavanja kumulativnih vrijednosti kompatibilnih veličina na višim nivoima kako bi se imala prava slika o njihovom pojedinačnom udjelu u nadređenim elementima perspektiva. Ovo je od velike važnosti kada se želi utvrditi koje mjere i aktivnosti imaju najveći učinak u ispunjavanju-neispunjavanju ciljeva perspektiva kojima pripadaju kako bi se neophodna unapređenja mogla usmjeriti na ključne elemente čime se postiže bolja efektivnost i efikasnost sistema.

6.11 Mogućnost primjene ANP-a u izboru pokazatelja BSC-a

U MCDM teoriji je generalno usvojeno pravilo međusobne nezavisnosti elemenata hijerarhijske strukture problema. Međutim, u praksi postoji mnogo problema u kojima je moguće

prepoznati međusobnu zavisnost elemenata hijerarhije. Iako su mnoge "fazi teorije i metode" korišćene u ovakvim problemima, ipak Analitički hijerarhijski proces (ANP) koji je 1996. godine razvio Saaty predstavlja prvu matematičku teoriju koja omogućava rješavanje problema međuzavisnosti elemenata.

AHP kojeg karakteriše nezavisnost elemenata višeg u odnosu na niži nivo kao i nezavisnost elemenata istog nivoa hijerarhije u suštini predstavlja samo specijalan slučaj ANP-a. ANP je, dakle, višekriterijumska metoda utvrđivanja značajnosti alternativa uvažavajući međuzavisnost svih elemenata na koje je raščlanjen problem, ali zato zahtijeva mnogo složeniji matematički aparat i proračun u odnosu na AHP. Razlika između hijerarhijskog (AHP) i mrežnog (ANP) pristupa je predstavljena na slici 6.16 [166].



Slika 6.16 Razlike modela AHP i ANP

Neke osnovne ideje koje podržava ANP su [165]:

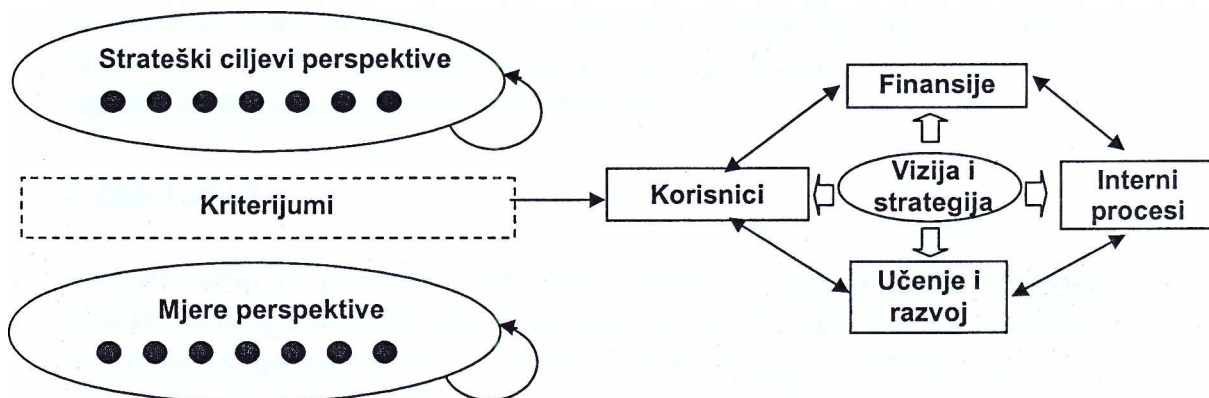
1. ANP je zasnovan na široko upotrebljivoj AHP teoriji.
2. ANP dozvoljava međuzavisnost elemenata.
3. ANP funkcioniše sa unutrašnjom povezanošću elemenata (unutar jedne skupine elemenata) isto kao i sa spoljašnjom (između različitih skupina elemenata).
4. Mrežna struktura ANP - a omogućava da se bilo koji problem definiše a da se nema saznanja o hijerarhijskoj strukturi problema.
5. ANP predstavlja nelinearnu strukturu koja se bavi izvorima i ciklusima i prevodi se u hijerarhiju linearne forme sa ciljem na gornjem nivou i alternativama na donjem nivou.
6. ANP podržava realne probleme stavljajući u prvi plan grupe elemenata i njihovu povezanost, a ne samo pojedinačne elemente.
7. ANP koristi ideju kontrole hijerarhije i kontrole mreže baveći se različitim kriterijumima.

Super Decisions softverski paket u potpunosti podržava ANP metod dok upotreba Expert Choice softverskog paketa koji se primjenjuje kod AHP-a nije moguća.

Poređenje hijerarhijskog i mrežnog pristupa

Hijerarhijska linearna struktura nema povratnih veza niti postoji međuzavisnost elemenata unutar ili između nivoa. Takav slučaj je karakterističan za mrežni pristup gdje je dozvoljena unutrašnja zavisnost elemenata (unutar jednog nivoa), spoljašnja zavisnost elemenata (između nivoa) kao i povratna sprega zavisnosti između komponenti.

Prethodno opisan model (ANP) preveden u okvire Balanced Scorecard daje sasvim drugačiji pogled na problematiku izbora KPI u odnosu na AHP. Na slici 6.17 je ukazano na postojanje unutrašnje međuzavisnosti elemenata nivoa "Strateški ciljevi" i nivoa "Mjere perspektive".



Slika 6.17. Međuzavisnost elemenata Balanced Scorecard-a

Dakle, strateški ciljevi unutar jedne perspektive su obično međuzavisni kao što su i mjere unutar te perspektive, što se dodatno može potvrditi izradom strateške mape pri implementaciji BSC-a.

Analiza i izbor mjera za BSC se dodatno komplikuje ako bi se razmatrale mjere za cjelokupni Balanced Scorecard jer se u tom slučaju polazi od opšte mape gdje je predstavljena međuzavisnost za sve četiri perspektive. Dakle, u tom slučaju bi postojala i unutrašnja zavisnost elemenata unutar jedne perspektive a i spoljašnja zavisnost elemenata između perspektiva i njihovih elemenata.

Upotreba AHP u izboru KPI kod implementacije Balanced Scorecard-a predstavlja mnogo jednostavniji aparat i češće korišćeni metod u praksi [167, 168] nego ANP iako postoji međuzavisnost elemenata hijerarhijske strukture modela. Naime, nedostatak upotrebe i jednog i drugog modela jeste "nemogućnost tačnog utvrđivanja validnosti oba modela" [169].

Izbor mjera kod implementacije **B**alanced Scorecard-a se u praksi obično vrši jednostavnom analizom od strane menadžerskog tima bez upotrebe bilo kojeg MCDM metoda. Primjena AHP zasigurno daje mnogo tačnije rezultate jer se u vrednovanju pojedinih elemenata jednog nivoa u odnosu na drugi pri subjektivnom ocjenjivanju ipak uzima u obzir povezanost elemenata i sintetišu ocjene članova tima. U problemu **B**SC-a nije nimalo jednostavno utvrditi tačnu međuzavisnost elemenata upravo zbog njihove kompleksne povezanosti. Analizom [157] koja je takođe rađena na bazi AHP-a, čiji rezultati su često citirani, utvrdilo se da u praksi ni perspektive nijesu u potpunosti izbalansirane već perspektiva korisnika ima najveću značajnost dok se perspektiva učenja i razvoja (zadovoljstvo zaposlenih) nalazi na posljednjem mjestu pa bi dakle uzimanje u obzir i ove činjenice predstavljalo dodatnu poteškoću u utvrđivanju povezanosti elemenata hijerarhije.

Takođe, ANP može odigrati značajnu ulogu prilikom određivanja najvažnije alternative u spisku alternativa što u slučaju određivanja KPI unutar **B**SC-a nije presudno jer se ovdje ipak određuju kritične mjere iz raspoloživog spektra, pa nije od velike važnosti malo odstupanje koje primjenom ova dva modela može nastupiti. Stoga će se u izboru mjera, definisanju stepena njihove značajnosti kao i stepena značajnosti ciljeva upotrebljavati AHP metoda.

6.12 Zaključak

U ovom poglavlju su prikazane osnovne postavke u svijetu široko rasprostranjenog sistema strateškog menadžmenta **B**alanced Scorecard koji je tek u ranoj fazi razvoja u samo nekim organizacijama sa naših prostora. Njegova najveća prednost jeste to što on ujedno predstavlja i mjerni sistem kojim se prate i unapređuju performanse organizacije iz oblasti njenog strateškog djelovanja.

U poglavlju 3 je ukazano kako sistem upravljanja zaštitom životne sredine primjenom standarda ISO 14000 ostvaruje unapređenje upravljanja zaštitom životne sredine organizacije, ali da obavezno i ne unapređuje ekološke performanse organizacije. U tom smislu je na osnovu analize većeg broja literaturnih izvora ukazano kako integralna implementacija standarda ISO 9001 i ISO 14001 može donekle poboljšati situaciju. Ipak, suštinsko i kontinualno unapređenje zaštite životne sredine u organizaciji se može postići samo sistemom menadžmenta performansama koji bi upravljanje zaštitom životne sredine uključio u dnevne aktivnosti svih zaposlenih i postavio ga u ravnopravan položaj sa ostalim implementiranim sistemima menadžmenta. Ovo je omogućilo ulazak na velika vrata **B**alanced Scorecard-a kao strateškog i mjernog sistema menadžmenta koji ima velike mogućnosti u smislu proširenja svog osnovnog koncepta i na druge strateški relevantne oblasti organizacije.

Na bazi analize softverskih paketa za implementaciju **B**SC-a izabran je QPR kao najpovoljniji za teorijska i naučna istraživanja koja će se u ovom radu realizovati. Polaznu osnovu za istraživanja u pravcu unapređenja zaštite životne sredine

primjenom **B**alanced Scorecard-a predstavlja komparativna analiza koncepcija poslovanja profitnih i neprofitnih poslovnih sistema.

U tom pravcu se nakon početne detaljne analize **B**alanced Scorecard modela profitnih organizacija pristupilo analizi modela neprofitnih organizacija kako bi se ukazalo na prednosti i nedostatke primjene svakog od njih kao i na mogućnosti koje oni mogu da pruže u oblasti zaštite životne sredine.

Naime, poslovni sistem u kojem će se analizirati mogućnost unapređenja sistema upravljanja zaštitom životne sredine primjenom **B**SC-a je profitno orijentisan, pa bi uključivanje ove problematike u takav koncept podrazumijevalo definisanje samo onih ciljeva i mjera zaštite životne sredine koji vode ekonomskoj dobiti. Ovakva koncepcija u organizacijama iz našeg okruženja, s obzirom na stepen razvijenosti ekološke svijesti, teško može obezbijediti poboljšanje ekoloških performansi, pa model **B**alanced Scorecard-a neprofitnih organizacija koji podrazumijeva kreiranje izvjesnog budžeta za ostvarivanje ovih strateških ciljeva može biti veoma dobro rješenje. Analizirane prednosti **B**alanced Scorecard pristupa (profitne i neprofitne organizacije) kao i mogućnosti koje on pruža naročito u pravcu implementacije strategije kao i mjerenja performansi ukazuju na opravdanost daljeg istraživanja u smislu modifikacije njegovog izvornog oblika za potrebe unapređenja sistema upravljanja zaštitom životne sredine.

Shodno tome, analiza mogućnosti unapređenja zaštite životne sredine u konkretnom poslovnom sistemu primjenom **B**alanced Scorecard-a će biti prikazana u poglavlju 7.

U ovom poglavlju je takođe detaljno analizirana i upotreba metoda višekriterijumskog odlučivanja u izboru i vrednovanju metrike **B**alanced Scorecard-a. Prikazana je uporedna analiza hijerarhijske AHP i mrežne ANP metode i ukazano na izvjesne prednosti AHP metode zbog kojih će u implementaciji **B**alanced Scorecard-a biti i primjenjivana.

Primjena AHP u implementaciji **B**SC-a obezbjeđuje utvrđivanje pojedinačnog udjela svakog cilja i mjere na putu ostvarenja definisanih strateških pravaca razvoja organizacije. Ovim pristupom se obezbjeđuje brže reagovanje na promjene u poslovnom okruženju i pravci djelovanja, čime se ostvaruje bolja efektivnost i efikasnost cjelokupnog sistema a time i sistema upravljanja zaštitom životne sredine.

POGLAVLJE 7

KREIRANJE MODELA ZA UPRAVLJANJE ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE PRIMJENOM BALANCED SCORECARD-A

Balanced Scorecard kao sistem strateškog menadžmenta koji je ujedno i sistem menadžmenta performansama obezbjeđuje efektivnu implementaciju strateških ciljeva uz neophodna stalna unapređenja. U tom pravcu bi definisanje zaštite životne sredine kao strateškog pravca omogućilo stalno praćenje, mjerenje i unapređivanje ekoloških performansi na način koji sami standard ISO 14001 ili neki drugi sistem menadžmenta koji ne naglašava obavezno mjerenje performansi, ne može efektivno i efikasno da obezbijedi

Međutim, s obzirom na to da struktura Balanced Scorecard-a nije ista za sve tipove organizacija, to je naročito sa aspekta strategije orjentisane na zaštitu životne sredine posebno bitno razmotriti dva koncepta BSC (koncept profitnih i koncept neprofitnih organizacija). Profitne organizacije su usmjerene prevashodno na finansijsku dobit što bi, dakle, značilo da ciljevi svih perspektiva budu usmjereni na finansijsku dobit organizacije, dok neprofitne organizacije svoj rad temelje na kreiranom budžetu za ispunjenje postavljenih strateških ciljeva. Uvođenjem ciljeva i mjera zaštite životne sredine u profitno orjentisan model BSC zahtijeva povezivanje sa finansijskim ciljevima što pruža mogućnost profitnim organizacijama da ekološki aspekt tretiraju kao periferan.

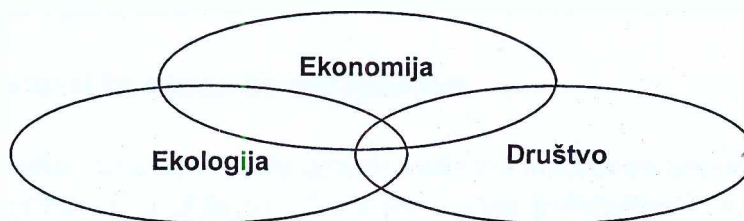
S druge strane, kod modela BSC neprofitnih organizacija odnos prema ovoj perspektivi bi u najvećem dijelu zavisio od raspoloživog budžeta. Ovdje je prioritet zadovoljstvo korisnika, pa bi povezivanje aspekata životne sredine sa krunskim ciljem tj. zadovoljstvom korisnika bilo znatno efektivnije nego povezivanje sa finansijskim pokazateljima kod profitnih organizacija.

U skladu sa prethodnim analizama, u ovom poglavlju se prikazuje analiza pristupa u asimilaciji ciljeva i mjera zaštite životne sredine u model Balanced Scorecard i daju se predlozi za unapređenje sistema upravljanja zaštitom životne sredine u konkretnom poslovnom okruženju (AD Barska plovidba) a u skladu sa zaključcima iznijetim u prethodnim poglavljima rada. Analiza izvedena u ovom poglavlju ukazuje

na moguće pristupe unapređenja zaštite životne sredine u svim profitnim organizacijama primjenom **B**alanced Scorecard-a, a zavisno od stepena strateške opredijeljenosti za ovu problematiku.

7.1 Pristupi integracije EMS-a u **B**alanced Scorecard

Široko rasprostranjene knjige o **B**SC [131, 144, 160, 180] nijesu orjentisane na moguće načine implementacije ekoloških aspekata u **B**SC model, već samo prikazuju strateške mape organizacija koje sadrže po nekoliko ekoloških ciljeva unutar postojećih perspektiva **B**SC-a. Ciljevi ovih strateških mapa su usmjereni na "zelene" kupce proizvoda i na finansijsku dobit od njih. Ipak, postoje istraživački radovi koji se bave održivim konceptom **B**SC-a odnosno **S****B**SC (Sustainability **B**SC). Ovaj koncept je prevashodno namijenjen utvrđivanju strateški relevantnih ekoloških i socijalnih ciljeva organizacije koji vode kreiranju ekonomske vrijednosti kroz uzročno-posljedične veze perspektiva tako da je orjentisan na tri ključna elementa: finansije, ekologija i društvo (Slika 7.1).



Slika 7.1 Održivi razvoj

Prema [180] ekološki i socijalni aspekti mogu biti integrisani u **B**SC na tri načina:

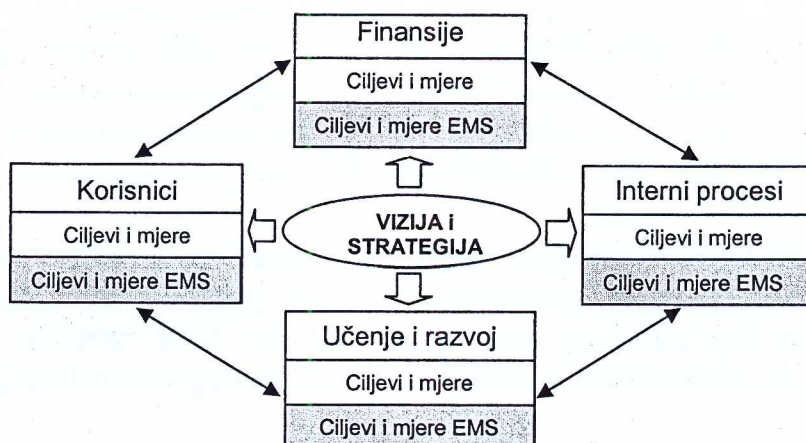
1. Integrisanje ekoloških i socijalnih aspekata u postojeće četiri perspektive **B**SC modela
2. Kreiranje novih perspektiva koje obuhvataju ove elemente
3. Kreiranje posebne ekološke/socijalne scorecard

S obzirom na tematiku rada, neophodno je izvršiti detaljnu analizu svakog pristupa posebno.

Integracija ekoloških i socijalnih aspekata u 4 perspektive

Ekološki i socijalni aspekti mogu biti obuhvaćeni u okviru postojeće 4 perspektive kroz strateške elemente, ciljeve i mjere. Na ovaj način ekološki i socijalni aspekti postaju integralni dio konvencionalne **B**SC i automatski se integrišu u uzročno-posljedični lanac koji je hijerarhijski orjentisan ka ciljevima finansijske perspektive u profitnim organizacijama. Ovi aspekti moraju biti integrisani u sistem tržišta i voditi računa o kupcima ekoloških proizvoda (Slika 7.2).

Međutim, broj ciljeva i mjera orjentisanih na zaštitu životne sredine koji se ovakvim pristupom uključuje u **B**SC je prilično ograničen i nedovoljan da obuhvati cjelokupnu problematiku.

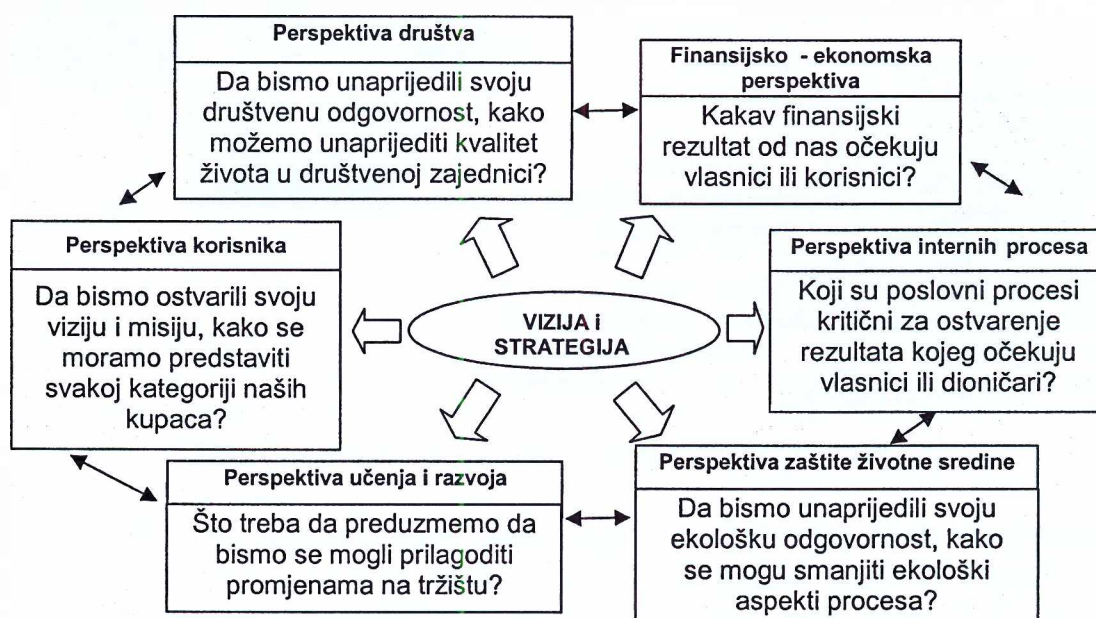


Slika 7.2. Integracija ekoloških i socijalnih aspekata u 4 perspektive

Ipak, veliki broj organizacija prihvata upravo ovaj koncept zbog nedovoljne strateške orijentacije na zaštitu životne sredine sa opravdanjem da su ipak kroz ciljeve definisane modelom BSC obuhvatili ključne elemente ove problematike.

Kreiranje nove ekološke/socijalne perspektive

U prethodno opisanom pristupu veliki broj ekoloških i socijalnih aspekata ne može biti u potpunosti integriran u promjene tržišta jer ih nije jednostavno eksplicitno tržišno izraziti. Kreiranjem nove perspektive stvara se jasnija slika o integraciji ekoloških i socijalnih aspekata u konvencionalni BSC model i istovremeno se pruža mogućnost za proširivanje metrike koja obuhvata ovu problematiku. Elementi ekološke/socijalne perspektive moraju biti povezani sa svim ostalim perspektivama, a ne samo sa finansijskom perspektivom. Takođe je moguće kreirati i dvije perspektive koje obuhvataju posebno socijalne i posebno ekološke zahtjeve (Slika 7.3).



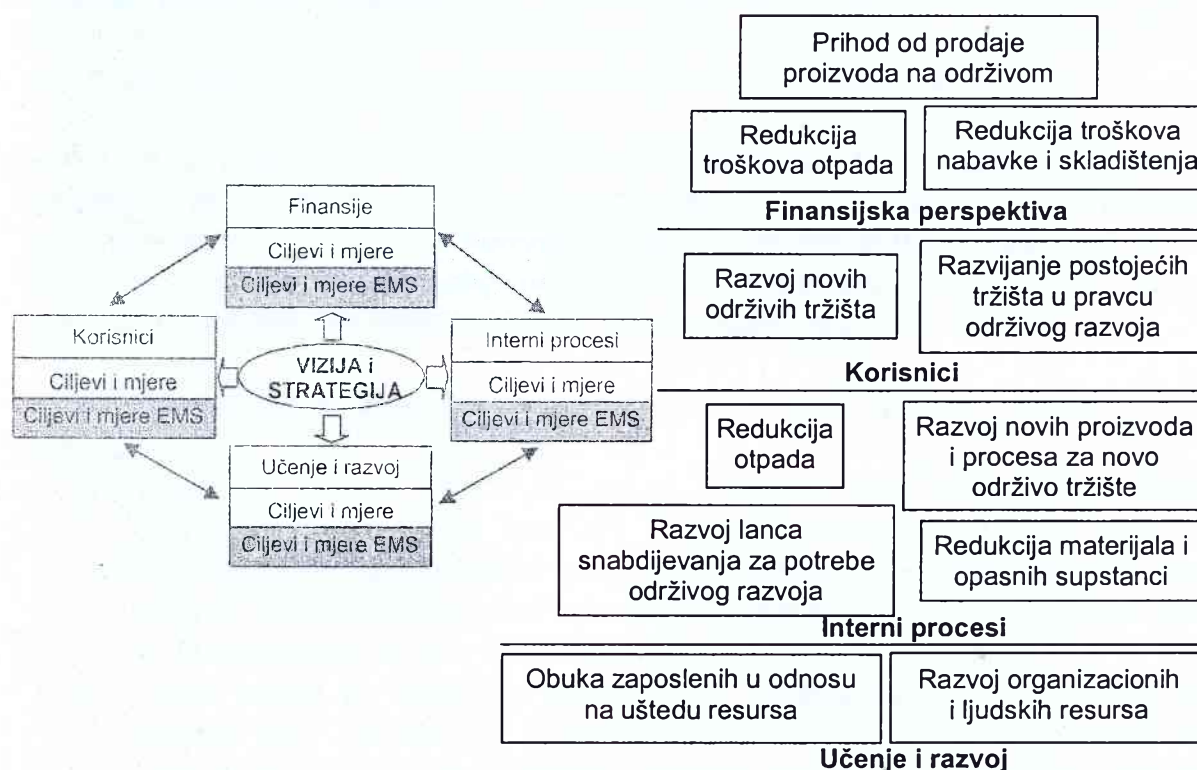
Slika 7.3 Dodavanje jedne ili više novih perspektiva

Ipak, u praksi je najzastupljeniji pristup uključivanja elemenata održivog razvoja u konvencionalni model BSC a manje dodavanjem perspektiva koje ove ciljeve objedinjavaju, jer za većinu organizacija održivi razvoj nije strateški relevantan. Zato su i brojne pristalice koncepta da od strateške relevantnosti ovih elemenata zavisi dodavanje nove perspektive [144, 146, 160, 180, 181, 182, 183, 184, 185].

Međutim, prethodna dva koncepta uvijek stvaraju opravdanu bojazan kod menadžera ZZS da se zbog malog broja ciljeva orijentisanih na finansijsku perspektivu unutar BSC modela, koji ima potrebu da zamijeni ostale menadžment sisteme organizacije, ova problematika još više zanemari.

Kreiranje izvedene ekološke/socijalne scorecard

Treći pristup integrisanja ekoloških i socijalnih aspekata u BSC podrazumijeva kreiranje posebne ekološke/socijalne scorecard-e paralelno sa konvencionalnom BSC. Izvedena ekološka/socijalna scorecard-a nije nezavisna od konvencionalne BSC i može i mora biti povezana sa njom u cilju snaženja ekoloških pravaca razvoja organizacije. Primjer scorecard-e održivog razvoja za hipotetičku organizaciju kroz stratešku mapu uzroka i posljedica svih perspektiva je dat na slici 7.4.



Slika 7.4 Kreiranje izvedene ekološke/socijalne scorecard

Poenta je da ova posebna scorecard-a koja bi uspjela da obuhvati cjeloukupnu problematiku održivog razvoja bude profitno orijentisana kako je i predstavljeno slikom 7.4. Opravdanje za rijetku upotrebu ovog modela u praksi jeste stvaranje paralelnog sistema u odnosu na konvencionalnu BSC [201, 202]. Ali, šta znače

paralelni sistemi? Zar nije i EMS prema ISO 14001, ili bilo koji drugi menadžment, sistem koji nije potpuno uključen u BSC paralelan sistem sa njim?

Ako se posmatraju prethodne podjele SBSC može se uočiti da organizacije uglavnom prihvataju prvi pristup tj. uključivanje elemenata održivog razvoja u postojeće perspektive. Tako npr. perspektiva korisnika može uključivati eksterne stakeholdere kao ugovarače, kupce, kreditne organizacije, vladu i regulatorne organizacije, ekološke organizacije, shareholdere... Sa druge strane, finansijska perspektiva može uključiti žalbe i troškove po pitanju zaštite životne sredine. I ostale perspektive na sličan način mogu uključiti ekološke i socijalne aspekte.

Važno je napomenuti da ekološki i socijalni aspekti mogu biti obuhvaćeni u okviru postojeće 4 perspektive konvencionalne BSC dok u isto vrijeme može biti kreirana i dodatna perspektiva. Dakle, ova dva pristupa nijesu međusobno isključiva, a odnos ekoloških prema ukupnom broju mjera i ciljeva BSC modela ukazuje na značaj problematike zaštite životne sredine za organizaciju.

Posebna scorecard-a održivog razvoja bi u potpunosti obuhvatila sve njegove elemente kroz cjelokupni sistem menadžmenta, ali na taj način postoji mogućnost stvaranja paralelnog sistema koji opet može biti zanemaren u cjelokupnom poslovanju. Ipak, dobrim povezivanjem sa konvencionalnim modelom BSC bi se mogli postići željeni rezultati po pitanju održivog razvoja u organizaciji.

Naučni radovi se nijesu eksplicitno orjentisali na efektivnost i efikasnost stvaranja ovakvih, posebno kreiranih scorecard-i u organizaciji niti je analiziran način njihovog uvezivanja sa konvencionalnom scorecard-om. Samo su rijetki literaturni izvori prikazali neke primjere iz prakse specijalnih SBSC mapa unutar organizacija, ali uvijek profitno orjentisanih [183, 184, 186, 187].

Prema [183] postoji pet načina za implementaciju ekoloških aspekata u metodologiju SBSC:

- "*Parcijalni pristup*" sadrži integraciju jednog ili dva indikatora održivog razvoja u neku dobro izabranu dimenziju tradicionalne BSC koja je najosjetljivija za ovu problematiku (interni procesi ili korisnici). Iako ovakav pristup može omogućavati integraciju održivog sistema menadžmenta, ipak se pretpostavlja da su u praksi njegovi efekti ograničeni.
- Druga opcija je "*Proširena SBSC*" koja predstavlja pristup u kojem se dodaje peta perspektiva koja se odnosi na EMS. Ova mogućnost predstavlja značajno poboljšanje u odnosu na prethodni pristup i može se naći jedino u organizacijama koje imaju izraženije usmjerenje na zaštitu životne sredine.
- "*Transverzalni BSC*" je usmjeren na ekološku sferu u svim dimenzijama organizacije kako bi bio pokretač za buduće uspjehe. Tako su ekološki aspekti integrisani kao vodeći (lead) indikatori u sve četiri perspektive. Ovaj

pristup zahtijeva veoma razvijenu svijest po pitanju zaštite životne sredine unutar organizacije.

- "Totalni SBSC" ima za cilj integrisanje ekoloških aspekata u sve perspektive i predstavlja kombinaciju transverznog i proširenog pristupa.
- "Podijeljeni servis SBSC" podrazumijeva uključivanje ekoloških aspekata samo na nekim mjestima u organizaciji, što ne bi imalo značajne uticaje na integralne ciljeve organizacije. Ovaj pristup bi bio moguć za sve gore navedene alternative.

U tabeli 7.1 [183] je prikazana korelacija tipova strategija orjentisanih na zaštitu životne sredine sa prethodno opisanim pristupima u kreiranju SBSC-a.

Tabela 7.1 Tipovi strategija za zaštitu životne sredine

Tip strategije koja obuhvata Z.Ž.S	Odgovarajući tip SBSC-a
1. jasna: Štiti se dosadašnje tržište Cilj ove strategije je da se preduprijede zahtjevi korisnika u dijelu zaštite životne sredine.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Parcijalna SBSC ○ Podijeljeni servis SBSC
2. efikasna: Strategija da se ekološki troškovi transformišu u ekološku efikasnost Ova strategija je usmjerena na ekološke ciljeve i mjere koje redukuju njihove troškove.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Parcijalna SBSC
3. inovativna: Ekološka strategija diferencirana po ekološkim proizvodima Strategija je orjentisana na izvršenje proaktivnih ekoloških aktivnosti koje su tržišno orjentisane.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Parcijalna SBSC ○ Totalna SBSC
4. progresivna: Razvijanje strategije u pravcu razvoja ekološkog tržišta Organizacije koje su usmjerene na ovu strategiju održivog razvoja na tržištu su orjentisane na ekološke i socijalne ciljeve i mjere kako bi razvijali postojeće i osvajali novo tržište i na taj način iz dana u dan napredovali.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Totalna SBSC ○ Proširena SBSC

Svi prethodno opisani tipovi strategija se međusobno preklapaju i ne mogu biti u potpunosti razdvojeni. Iako ova analiza teži proširenju i eksplicitnijem definisanju prethodno opisana tri načina integracije elemenata održivog razvoja u strukturu BSC, [180] ipak u tom pravcu nije obezbijedila željeni iskorak niti je pružila bolji pregled mogućnosti Balanced Scorecard-a u upravljanju zaštitom životne sredine.

U organizacijama u kojima nije uopšte bilo pokušaja da se integriše EMS sa BSC, ova dva sistema se vode paralelno gdje je uočeno od strane menadžmenta da ovo vodi u totalnu neefikasnost. Iako izvorni oblik BSC sa 4 perspektive predstavlja instrument menadžmenta za mjerenje performansi, uključivanje aspekata održivog razvoja nije jednostavan proces imajući u vidu da su ekološki i socijalni aspekti jako

teško mjerljivi. Takođe treba naglasiti da je BSC sredstvo za prevođenje strategije u konkretne akcije i da organizacije najprije moraju definisati svoju strategiju po pitanju zaštite životne sredine a tek onda naći najpovoljniji način za njeno sprovođenje. Naravno, finansijska dobit je primarni cilj za sve profitne organizacije, ali je nije jednostavno povezati sa strategijom održivog razvoja ili zaštitom životne sredine. Dobro povezivanje metrike zaštite životne sredine sa strateškim ciljevima i mjerama ostalih perspektiva je ključni faktor za unapređenje ekoloških performansi organizacije.

U radu [188] koji je u ovoj oblasti veoma često citiran je analizirano 6 pristupa organizacija prema ZŽS:

1. Kontrola zagađenja/usaglašavanje sa zakonskom regulativom
2. Prevencija zagađenja
3. Eko efikasnost
4. Eko inovativnost (7.1)
5. Eko-etički pristup
6. Koncept održivog razvoja

U razvijenim zemljama su prilično zastupljeni pristupi opisani od stavke 3 do 6 što se ne može reći i za organizacije u zemlji i okruženju. Naime, pristupi u ZŽS nama poznatih organizacija se nalaze u fazama 1 i 2, a rijetke su one koje su usmjerene na pristup 3 ili 4. U najboljem slučaju organizacije koje su orjentisane na zaštitu životne sredine implementiraju neki od standarda zaštite životne sredine (ISO 14001, EMAS,...) i takav sistem održavaju bez posebnih mehanizama za mjerenje učinka ZŽS, bez modela za objektivno vrednovanje aspekata i uticaja na životnu sredinu i bez uključivanja ostalih elemenata održivog razvoja.

Imajući u vidu sa jedne strane prethodno opisane pristupe u integraciji elemenata održivog razvoja u BSC, a sa druge strane opredjeljenje naših organizacija prema tim razvojnim sferama u skladu sa podjelom (7.1) dalja analiza mogućnosti modifikacije BSC koncepta će biti orjentisana na unapređenje upravljanja zaštitom životne sredine u skladu sa pristupima koji su preporučeni za održivi razvoj.

Naime, analiza [217] ukazuje da su izvjesne modifikacije BSC modela u odnosu na izvornu koncepciju omogućile njegovu evoluciju i sve veću primjenu u praksi. Stoga će pristupi integracije elemenata održivog razvoja u konvencionalni model BSC zastupljeni u literaturi [180] biti modifikovani u skladu sa poslovanjem naših organizacija koje je usmjereno ka pristupima: "Kontrola i prevencija zagađenja uz usaglašavanje sa zakonskom regulativom sa određenim osvrtom na mogućnosti ostvarivanja eko efikasnosti". Dakle, održivi razvoj će u tom pogledu biti sveden uglavnom na oblast zaštite životne sredine.

Osim u ovom pravcu, modifikacija pristupa će biti usmjerena i na mogućnosti kreiranja posebnog EKO BSC modela kao najsveobuhvatnijeg za problematiku zaštite životne sredine a zatim na mogućnosti njegovog optimalnog povezivanja sa konvencionalnim BSC modelom.

Posebni iskorak u tom pogledu će predstavljati kreiranje EKO BSC modela na principu funkcionisanja neprofitnih organizacija, dakle sa kreiranim budžetom za ovu problematiku koji bi obuhvatio sve ekološki relevantne mjere, a ne samo one koje uvećavaju profit organizacije. Ovakvim analizama stvoriće se više koncepata za implementaciju metrike zaštite životne sredine u konvencionalni BSC model.

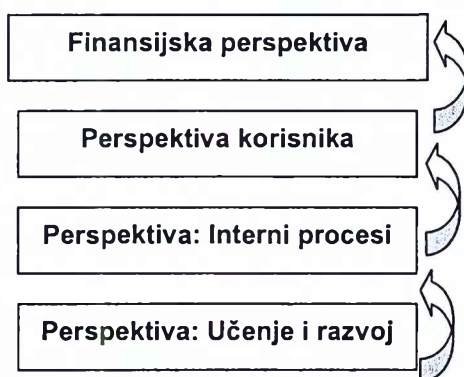
Osnovno pitanje je koji je od koncepata najviše prilagodljiv za naše organizacije i na koji način se najefikasnije može EMS integrisati u sistem menadžmenta, jer je poznato da u mnogim organizacijama gdje je uveden postoji nedostatak njegove povezanosti sa sistemom menadžmenta u čemu BSC, dakle, može biti od velike koristi.

Cilj je poboljšati upravljanje zaštitom životne sredine unutar cjelokupnog sistema menadžmenta uz unapređenje ekoloških performansi organizacije. U ostvarenju ovog cilja analiza mogućnosti modifikacije konvencionalnog BSC modela će se realizovati u izabranom poslovnom okruženju i softverskom paketu QPR uz uvažavanje i analizu relevantnih literaturnih preporuka.

7.2 Modifikacija BSC-a sa aspekta strateške mape

U ovom poglavlju se posebno analizira mogućnost modifikacije BSC koncepta sa aspekta strateške mape a u cilju obezbjeđenja efektivnijeg upravljanja zaštitom životne sredine. Strateška mapa ukazuje na uzročno-posljedičnu povezanost metrike koja je u funkcionisanju profitnih organizacija usmjerena na finansijsku perspektivu, dok je kod neprofitnih organizacija usmjerena na zadovoljstvo korisnika/stakeholdera.

Pri izboru metrike BSC-a neophodno je izvršiti analizu njihovih uzročno-posljedičnih veza. Svi prethodno opisani pristupi uključivanja elemenata održivog razvoja u BSC sadrže ciljeve i mjere koji su tako povezani među perspektivama da u potpunosti odgovaraju modelima profitnih organizacija tj. usmjereni su na finansijsku perspektivu. Dakle, u radovima [131, 146, 163, 180, 183, 184, 189, 190, 191] su definisane uzročno-posljedične veze BSC sa elementima održivog razvoja (SBSC) a samim tim i elementima ZŽS kao na slici 7.5.

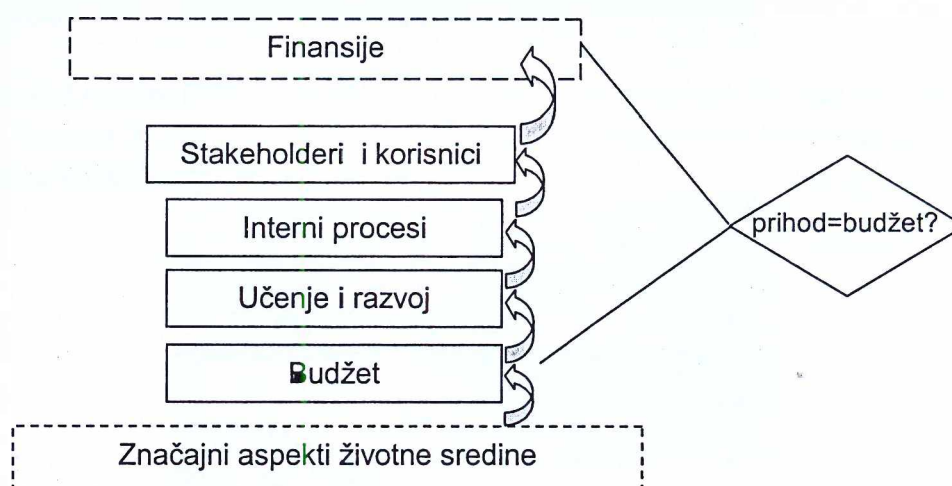


Slika 7.5 Uzročno-posljedične veze SBSC-a

Uzročno-posljedični lanac sa slike 7.5 se definiše na sljedeći način: "Učenje zaposlenih može dovesti do prevencije od zagađenja i smanjenja ekscenih situacija u okolini što je direktno povezano sa internim procesima. Unaprijeđeni interni procesi dovode do smanjenja kršenja zakona i, naravno, povećanju ugleda organizacije u javnosti. Zadovoljniji stakeholderi reduciraju troškove kazni i unapređuju ugled organizacije što dovodi do finansijskog uspjeha."

U ovom konceptu je poenta da se strateška mapa postavi na način da bilo kakvo ulaganje u zaštitu životne sredine vodi ka finansijskoj dobiti, a da sva ulaganja u zaštitu životne sredine koja ne vode u dobit organizacije nijesu održiva. Analizom literaturnih izvora se pokazuje da niži nivoi organizacije i neki menadžeri ipak smatraju da je ova veza ekoloških i ekonomskih indikatora suviše jaka i da nije lako održiva u praksi. Naime, zahtjevi stakeholdera koji najviše usmjeravaju organizaciju na ekološka unapređenja [219] su ovim pristupom u velikoj mjeri zanemareni dok su zahtjevi vlasnika isuviše naglašeni. Ipak, sa aspekta ovakvog kreiranja posebne SBSC mape orjentisane na održivi razvoj, bilo bi znatno jednostavnije obezbijediti njeno uključivanje u postojeći konvencionalni BSC model profitno orjentisanih organizacija jer je potpuno identičan i raspored i usmjerenje perspektiva.

Sa druge strane, koncept BSC za neprofitne organizacije je orjentisan na ispunjavanje postavljene misije organizacije u okviru raspoloživog budžeta i u tom smislu perspektiva korisnika predstavlja krunsku perspektivu [144, 146, 175, 192]. Ovakav pristup bi omogućio bolji efekat po zaštitu životne sredine organizacije kojim bi se definisao budžet i kreirala strateška mapa EKO BSC počev od vrijednosti budžeta, preko učenja i razvoja, internih procesa, pa do zadovoljstva stakeholdera kao ključnog pokretača ekoloških unapređenja [219] (slika 7.6).



Slika 7.6 Uzročno-posljedične veze EKO BSC-a na bazi neprofitnih organizacija

Kako se kompletan budžet namijenjen zaštiti životne sredine ne bi tretirao kao puki trošak, važno je uspostaviti korelaciju i sa finansijskom perspektivom i uvidjeti moguće koristi od zadovoljstva stakeholdera ovakvim pristupom [201]. Ovaj oblik EKO BSC nije jednostavno uključiti u postojeći konvencionalni model BSC zbog nešto drugačije koncepcije strategije i rasporeda perspektiva. Dakle, strateška mapa

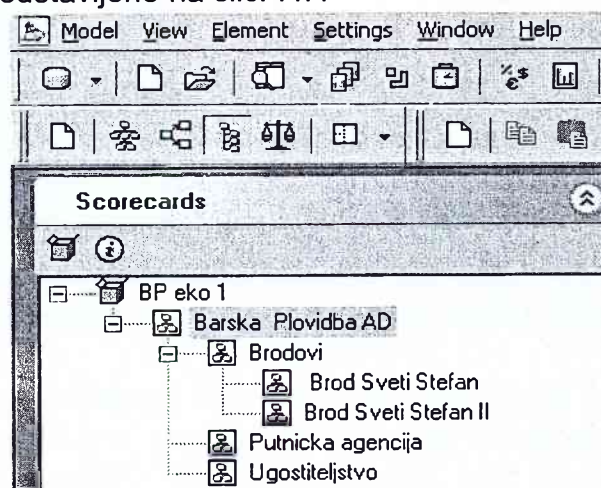
ovako definisane EKO BSC ne uspostavlja veze kao konvencionalna BSC profitne organizacije, ali može da obezbijedi bolji odnos prema životnoj sredini od onog koji je samo okrenut finansijskoj dobiti. Definisanje budžeta se vrši, između ostalog, na osnovu identifikovanih značajnih aspekata životne sredine, ali i na osnovu finansijskih mogućnosti i strateške opredijeljenosti same organizacije. Model EKO BSC je pogodan sve dok se približno ne ujednači budžet sa finansijskom dobiti od ulaganja u zaštitu životne sredine, nakon čega se uzročno-posljedične relacije ciljeva mogu usmjeriti ka finansijskoj perspektivi i izvršiti potpuno stapanje sa konvencionalnim modelom BSC profitne organizacije što bi vodilo ka održivom razvoju. Takođe, ovaj model može samostalno da egzistira i da povezuje donekle ekološke aktivnosti sa sistemom menadžmenta, ali kao zasebnom projektu uglavnom mu je svrha mjerenje performansi i njihovo unapređivanje. Kako se ne bi stvarali paralelni sistemi menadžmenta sa divergentnim ciljevima, potrebno je ključne elemente (ciljevi i mjere) EKO BSC - a uključiti u konvencionalni model BSC, što je moguće uraditi na jedan od načina opisanih u tački 7.1 ovog poglavlja:

1. perspektivama konvencionalne BSC dodati po jedan ili više ciljeva EKO BSC,
2. kreirati dodatnu perspektivu (EKO) sa ključnim ciljevima EKO BSC,
3. eventualnom kombinacijom prethodna dva modela.

Na ovaj način bi postojao EKO BSC model koji bi obuhvatio cjelokupni sistem menadžmenta zaštitom životne sredine koordinisan od strane menadžera ZŽS i konvencionalni BSC model orijentisan na sveobuhvatno poslovanje sa ključnim parametrima ZŽS koordinisan od strane top menadžmenta.

7.3 Modeli BSC sa elementima ZŽS u organizaciji AD Barska plovidba

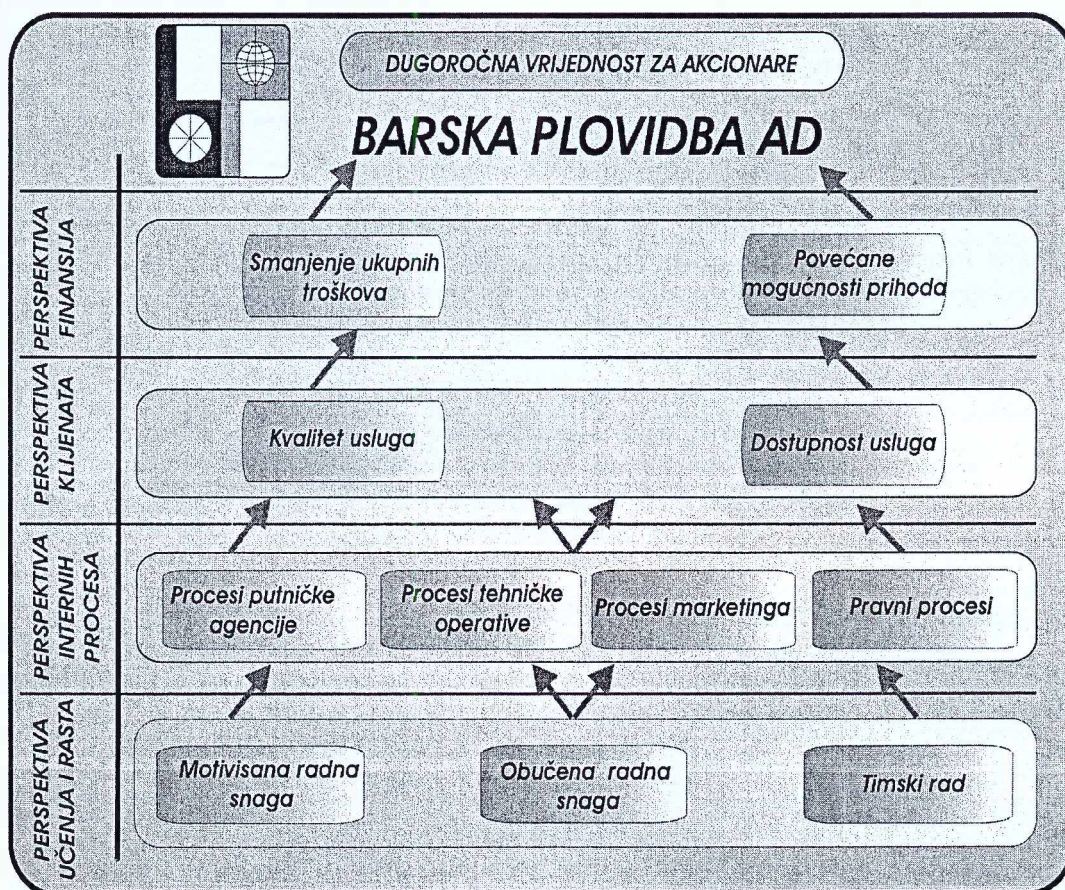
Konvencionalni model BSC u profitno orijentisanoj organizaciji AD Barska plovidba je prethodno kreiran i prikazan u radu [193]. Ovim modelom kreirana su tri nivoa scorecard-i kako je predstavljeno na slici 7.7.



Slika 7.7 Nivoi raspodjele scorecard-i u organizaciji AD Barska plovidba
(Konvencionalni model)

Prikazani konvencionalni BSC model AD Barska plovidba je namijenjen cjelokupnom poslovanju organizacije u skladu sa strategijom organizacije i samo je u neznatnoj mjeri uključio elemente zaštite životne sredine [202], iako organizacija AD Barska plovidba za brodove ima uspostavljen sistem sigurnog upravljanja Safety Managment System (SMS), zasnovan na ISM Codu, propisan od strane IMO kao obavezan propis za sve pomorske kompanije koje posluju u međunarodnom pomorskom saobraćaju. Ovi propisi su u velikoj mjeri orjentisani na zaštitu životne sredine a bitna je i činjenica da je ova organizacija u fazi pripreme za implementaciju ISO 14001 standarda. Sve su ovo tvrdjenja koja ukazuju na njenu snažnu stratešku opredijeljenost za zaštitu životne sredine koju nije moguće suštinski ostvariti uključivanjem samo nekih ciljeva i mjera u postojeće perspektive konvencionalnog BSC modela profitno orjentisanog.

Izgled strateške mape na korporativnom nivou za konvencionalni model BSC organizacije AD Barska plovidba kroz četiri perspektive je prikazan na slici 7.8.



Slika 7.8 Izgled strateške mape za korporativni model AD Barska plovidba

Na osnovu dostupnih procedura [194, 195] ove organizacije koje su u većoj mjeri orjentisane na zaštitu životne sredine u procesima brodova, literature iz oblasti performansi ZZS [17, 18, 60, 184, 188, 189, 196, 197, 198, 191, 215] kao i na osnovu modela BSC koji odlikava poslovanje ove organizacije, kreirana je lista ciljeva i mjera po perspektivama EKO BSC (Tabela 7.2).

Tabela 7.2 Lista preporučenih ciljeva i mjera za EKO BSC

PERSPEKTIVA : BUDŽET	
Ciljevi	Mjere
Obezbjedeње sredstava za ZŽS (budžet za potrebe ZŽS AD Barska plovidba)	Vrijednost budžeta za redovne aktivnosti upravljanja ZŽS
	Vrijednost budžeta za planirane investicije unapređenja ZŽS (u odnosu na prethodni broj reklamacija stakeholdera i zaposlenih)
	Vrijednost budžeta za slučaj opasnosti
	Vrijednost budžeta predviđena za obuku zaposlenih iz oblasti ZŽS
PERSPEKTIVA : Učenje i razvoj	
Ciljevi	Mjere
Obuka zaposlenih	Broj zaposlenih predviđenih za obuku iz ZŽS
	Broj izvedenih vježbi
	Broj rukovodećih mjesta sa specifičnim odgovornostima u oblasti ZŽS
	Broj neplaniranih vježbi
	Broj neusaglašenosti na vježbama
Implementacija novih sistema ZŽS i tehničko-operativna spremnost postojeće opreme i metoda	Broj implementiranih novih zahtjeva/uredbi/direktiva /standarda iz oblasti ZŽS
	Prosječna starost postojeće opreme i primjenjivanih metoda
	Broj novih angazovanih ili registrovanih isporučilaca i servisa opreme koji zadovoljavaju standarde ZŽS
PERSPEKTIVA: Interni procesi	
Ciljevi	Mjere
Kontrolisani aspekti	Emisija u vazduh
	Zagađenje mora (smanjiti zagađenje mora sprečavanjem ispuštanja netretiranih zauljanih voda sa broda i upotrebom propisnih boja koje ne štete plankotonskim organizmima u morima,...)
	Čvrsti otpad (čvrsti i fekalni otpad sa brodova, ...)
	Specifična potrošnja pogonskog goriva na brodovima
Potencijalne opasnosti	Iskorišćavanje prirodnih resursa (voda, električna energija,...)
	Registrovani incidenti koji dovode do zagađenja mora nekontrolisanim ispuštanjem zauljanih voda u more)
	Broj požara
	Broj ostalih nepogoda koji su uslovili zagađenje ZS
Usaglašenost sa propisima	Stepen usaglašenosti sa standardima
	Stepen usaglašenosti sa zakonskom regulativom (broj izrečenih kazni)
	Broj vanrednih internih provjera usaglašenosti
	Broj korektivnih mjera po provjeri
	Broj preventivnih mjera po provjeri
PERSPEKTIVA: Stakeholderi	
Ciljevi	Mjere
Zadovoljstvo stakeholdera	Broj povoljnih novinskih izvještaja ili javnih komentara u vezi sa ZŽS organizacije u odnosu na ukupan broj takvih izvještaja
	Broj novih korisnika usluga koji su izrazili zadovoljstvo odnosom organizacije prema ZŽS
	Broj povlastica organizaciji od strane banaka, osiguravajućih društava, države,... zbog povoljnog odnosa prema ZS
Reklamacije stakeholdera	Broj predloga za poboljšavanje ZŽS od strane stakeholdera
	Broj žalbi, reklamacija stakeholdera u vezi sa ZŽS
	Broj izgubljenih korisnika po osnovu odnosa organizacije prema ZŽS

Tabela 7.2 (nastavak)

PERSPEKTIVA : Finansije	
Ciljevi	Mjere
Prihod	Ušteda u odnosu na bolju iskorišćenost pogonskih goriva i ostalih prirodnih resursa
	Ušteda u odnosu na povoljnosti koje pružaju banke, osiguravajuća društva, država ...
	Prihod od novih korisnika dobijenih po osnovu ZŽS
Rashod	Troškovi žalbi, reklamacija stakeholdera
	Ostali troškovi koji nijesu obuhvaćeni budžetom(troškovi rizika)
	Godisnji troškovi po osnovu izrečenih kazni od nadležnih institucija zbog izazvanih incidenata u zagađenju mora i vazduha sa brodova

Ciljevi i mjere definisane tabelom 7.2 su usaglašeni sa menadžerom ZŽS organizacije AD Barska plovdba. U cilju da se ispoštuje osnovni princip QMS-a koji je ujedno i zahtjev tvoraca BSC-a za proces implementacije, a odnosi se na uključenost zaposlenih u izbor metrike to je neophodno izvršiti analizu preporučene liste ciljeva i mjera (metrike) sa zaposlenima organizacije kako bi se došlo do njenog konačnog oblika za kreiranje EKO BSC-a.

7.3.1 Vrednovanje metrike BSC primjenom AHP

Sa ciljem definisanja konačne liste ciljeva i mjera Eko BSC modela u organizaciji AD Barska plovdba kreirani su ocjenjivački timovi od po tri člana za perspektive:

- Budžet
- Finansije
- Stakehodleri
- Interni procesi
- Učenje i razvoj

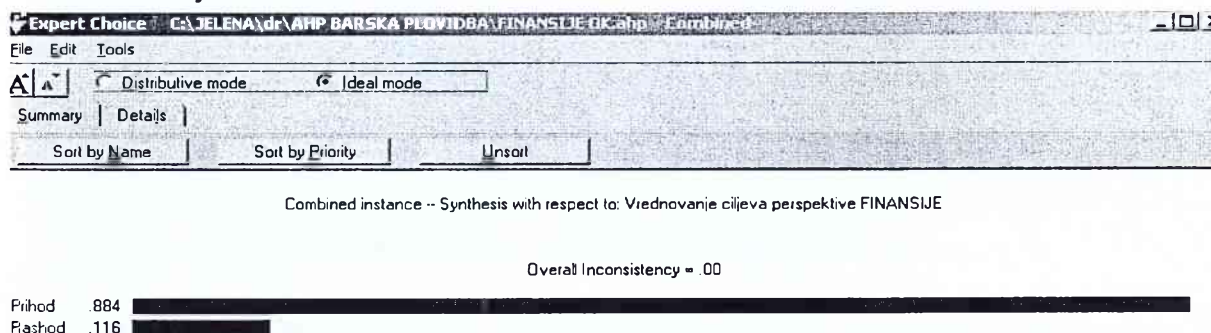
Izbor članova timova je izvršen na osnovu radnog iskustva pojedinaca u vezi sa problematikom same perspektive kao i problematikom ZŽS u organizaciji. Menadžer zaštite životne sredine organizacije AD Barska plovdba je bio član svakog tima i istovremeno koordinisao njihov rad u okviru pripadajućih perspektiva. Članovi timova su imali zadatak da najprije analiziraju predložene liste ciljeva i mjera i eventualno promijene strukturu liste nakon čega se pristupilo vrednovanju.

Lista ciljeva i mjera je samo donekle izmijenjena u odnosu na onu preporučenu tabelom 7.2. Tako su usvojeni svi preporučeni ciljevi dok se lista mjera donekle izmijenila:

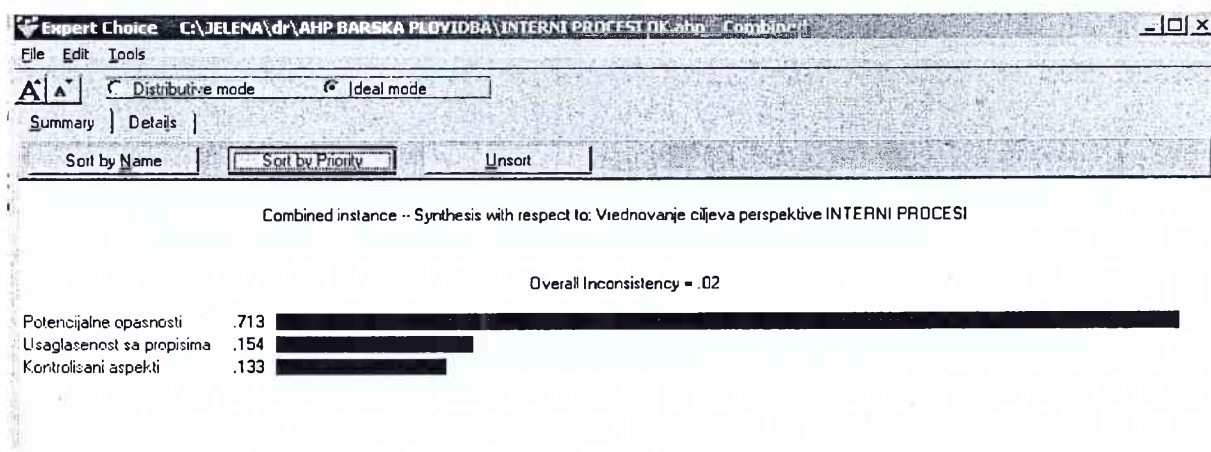
1. U perspektivi "Interni procesi" i cilju "Usaglašenost sa propisima" isključena je mjera "Stepen usaglašenosti sa standardima".
2. U perspektivi "Učenje i razvoj" i cilju "Obuka zaposlenih" isključena je mjera "Broj neplaniranih vježbi".
3. U perspektivi "Finansije" i cilju "Rashod" isključena je mjera "Godišnji troškovi po osnovu izrečenih kazni od strane nadležnih institucija".

Nakon konačnog utvrđivanja metrike Eko BSC-a pristupilo se njihovom vrednovanju unutar perspektiva primjenom AHP metode grupnog odlučivanja. U poglavlju 6 je ukazano na prednosti koje AHP metod pruža pri izboru ključnih mjera kao i pri utvrđivanju stepena njihove značajnosti u ukupnoj vrijednosti nadređenih elemenata. Shodno tome, svaki član tima je vršio vrednovanje mjera i ciljeva primjenom Saaty skale (koja je i najzastupljenija u ovoj metodi) po principu poređenja u parovima. Kako AHP metod preporučuje kreiranje hijerarhijske strukture modela, to je za svaku perspektivu kreiran najprije model u kojem se vrednuje važnost ciljeva u odnosu na temu perspektive a zatim modeli u kojima se za svaki cilj na osnovu definisanih kriterijuma vrednuje važnost predloženih mjera. Kako u okviru svake perspektive postoji 2 do 3 strateška cilja to se vrednovanje ovih elemenata izvršilo bez potrebe definisanja kriterijuma za ocjenu. Dakle, članovi timova su iskustveno vršili vrednovanje ciljeva u odnosu na tematiku perspektiva nakon čega su grupnom sintezom rješenja dobijene njihove težinske vrijednosti uz izračunavanje stepena konzistentnosti dobijenih rješenja. Stepene konzistentnosti bliski vrijednosti 0 ukazuju na dobru usaglašenost članova tima po pitanju problema koji se rješava, što značajno povećava sigurnost u dobijene rezultate.

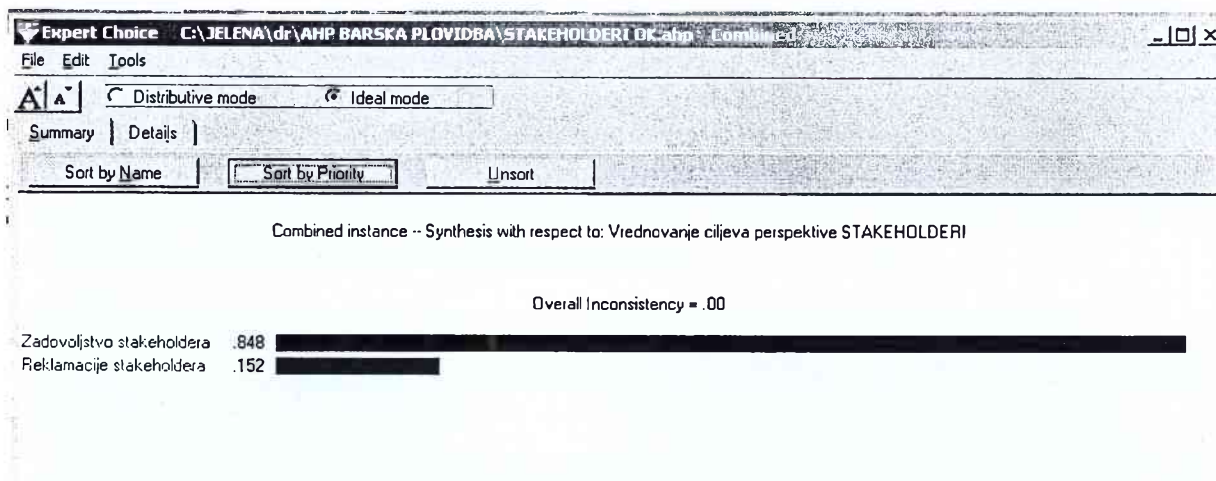
Na slikama 7.9 – 7.12 su predstavljeni rezultati vrednovanja ciljeva u odnosu na teme perspektiva primjenom AHP metode grupnog odlučivanja. Perspektiva "Budžet" ima samo jedan cilj, pa se u okviru ove perspektive vršilo samo vrednovanje mjera u odnosu na cilj.



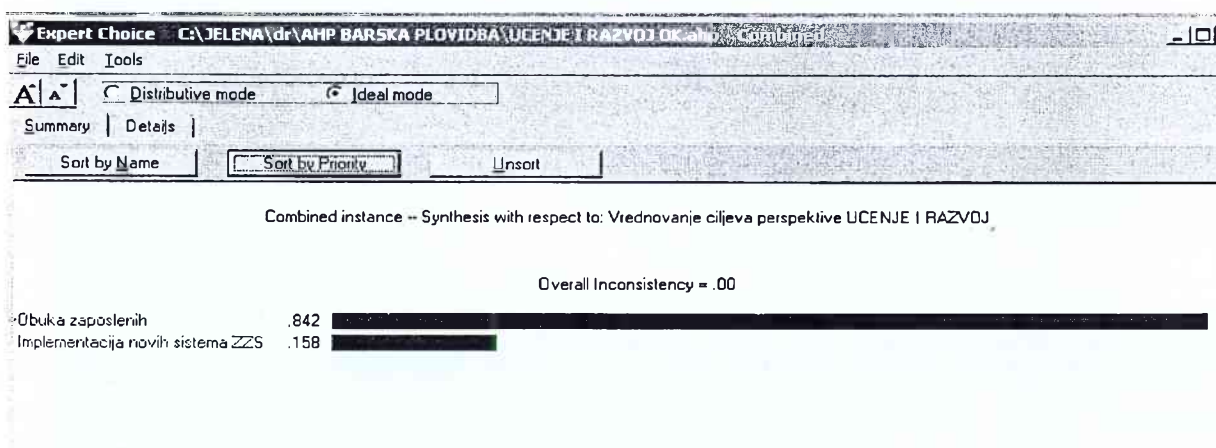
Slika 7.9 Vrednovanje ciljeva perspektive "Finansije"



Slika 7.10 Vrednovanje ciljeva perspektive "Interni procesi"



Slika 7.11 Vrednovanje ciljeva perspektive "Stakeholderi"



Slika 7.12 Vrednovanje ciljeva perspektive "Učenje i razvoj"

Dalji postupak vrednovanja je tekao u pravcu utvrđivanja značajnosti mjera u okviru svakog pojedinačnog cilja perspektive. Broj mjera po jednom cilju se kreće u rasponu od 3 do 6, pa je bilo neophodno definisati kriterijume za ocjenu. U poglavlju 6 je izvršena analiza kriterijuma za vrednovanje mjera u odnosu na postavljene ciljeve sa stanovišta više literaturnih izvora [58, 162, 163, 164]. Shodno takvim analizama, uzimajući u obzir relativno mali broj mjera u AHP modelima i uvažavajući specifičnosti poslovanja organizacije, izabrana su tri kriterijuma koji obezbjeđuju njihovo efikasno vrednovanje:

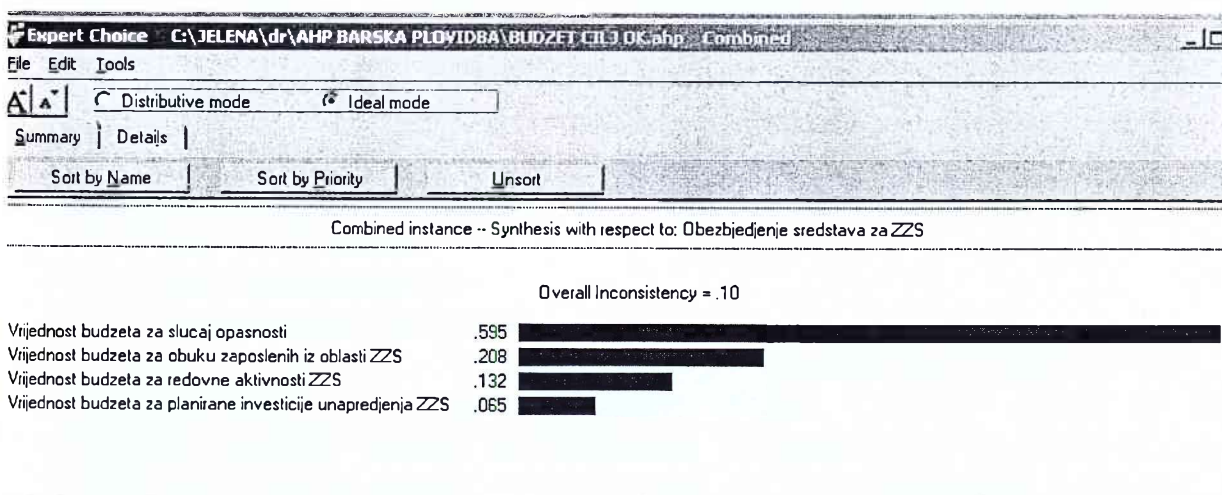
1. Mjerljivost (jednostavnost za izračunavanje)
2. Povezanost sa strateškim ciljevima
3. Razumljivost i sigurnost (nema manipulacije podacima)

Dakle, za slučaj vrednovanja mjera hijerarhijska struktura AHP modela je kompletna sa tri nivoa (cilj – kriterijumi – alternative (mjere)).

Članovi timova su se prilikom vrednovanja mjera u odnosu na ciljeve najprije izjašnjavali o značajnosti izabranih kriterijuma u odnosu na taj cilj a zatim o

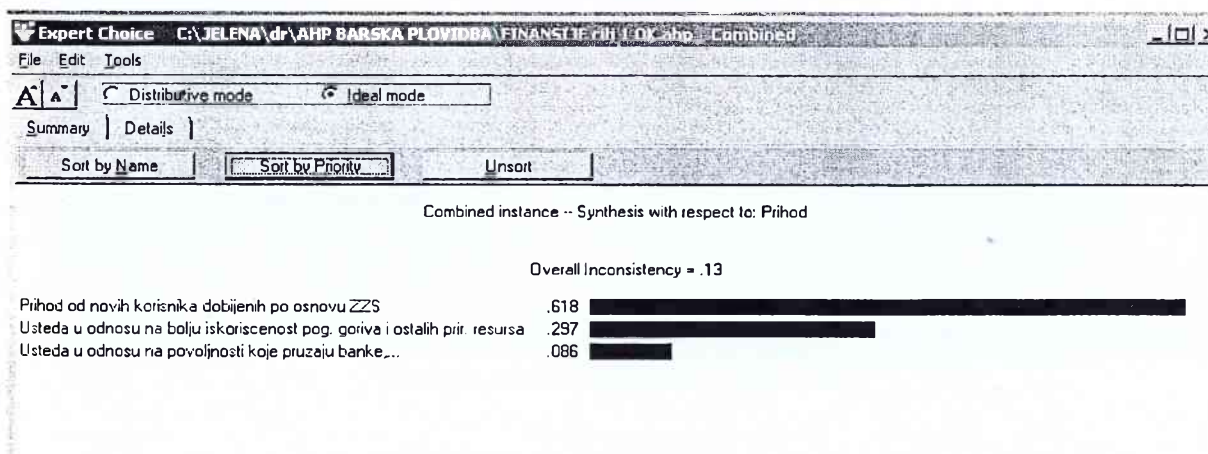
značajnosti mjera u odnosu na definisane kriterijume. Grupnom sintezom dobijeni su težinski koeficijenti značajnosti svih mjera u odnosu na definisane ciljeve perspektiva.

U okviru perspektive "Budžet" postoji samo jedan cilj "Obezbjedenje sredstava za ZZS", pa se za ovu perspektivu vršilo samo vrednovanje pripadajućih mjera. Vrijednosti težinskih koeficijenata mjera su dobijene kao na slici 7.13 uz zadovoljavajući stepen konzistentnosti rješenja.



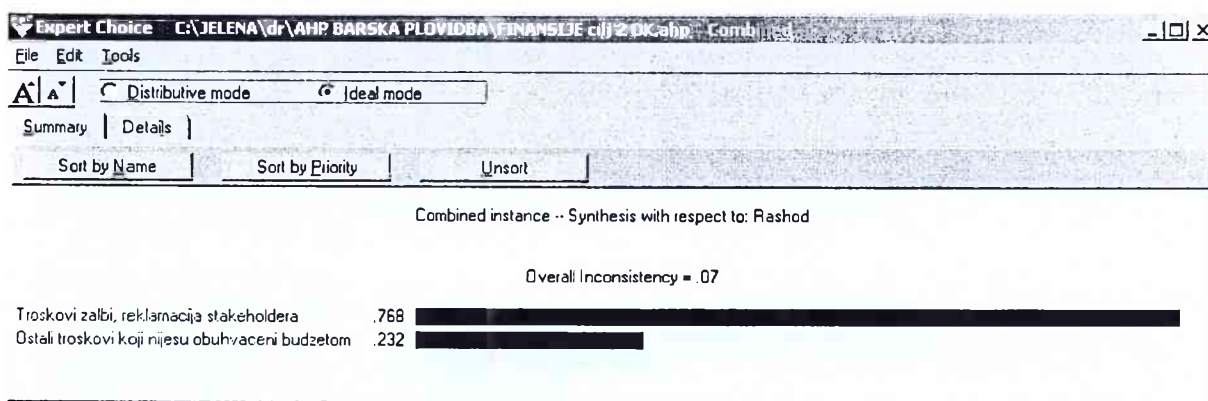
Slika 7.13 Vrednovanje mjera u odnosu na cilj perspektive "Budžet"

U okviru perspektive "Finansije" postoje dva cilja tako da se analogno prethodnom postupku i ovdje izvršilo vrednovanje mjera pojedinačno za svaki cilj uz iste odabrane kriterijume za vrednovanje. Težinski koeficijenti mjera za cilj "Prihod" su prikazani slikom 7.14. Koeficijent konzistentnosti je zadovoljavajući iako nije potpuno optimalan. Naime, u poglavlju 4 je ukazano da je neznatno odstupanje od granične vrijednosti stepena konzistentnosti prihvatljivo u postupku grupnog ocjenjivanja.



Slika 7.14 Vrednovanje mjera u odnosu na cilj "Prihod" perspektive "Finansije"

Vrednovanje pripadajućih mjera cilja "Rashod" je prikazano na slici 7.15.

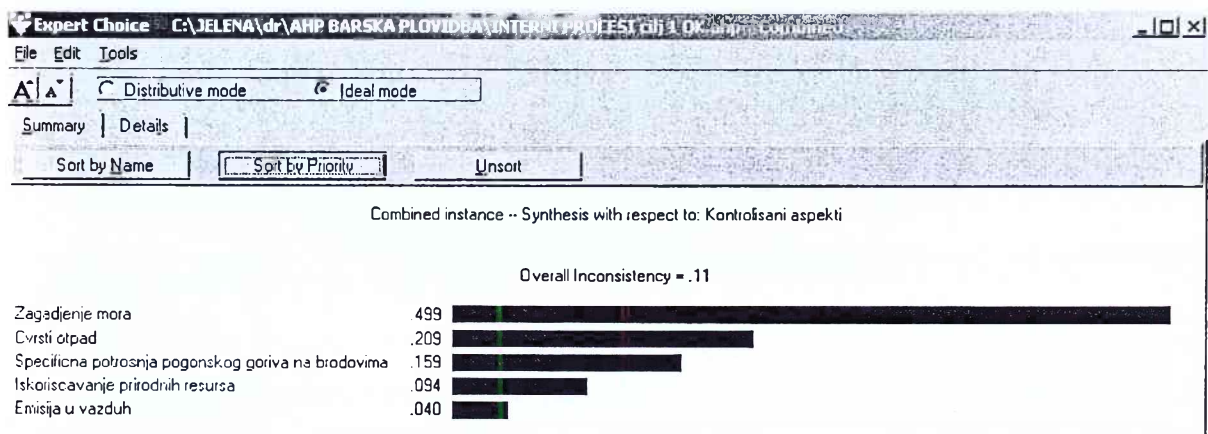


Slika 7.15 Vrednovanje mjera u odnosu na cilj "Rashod" perspektive "Finansije"

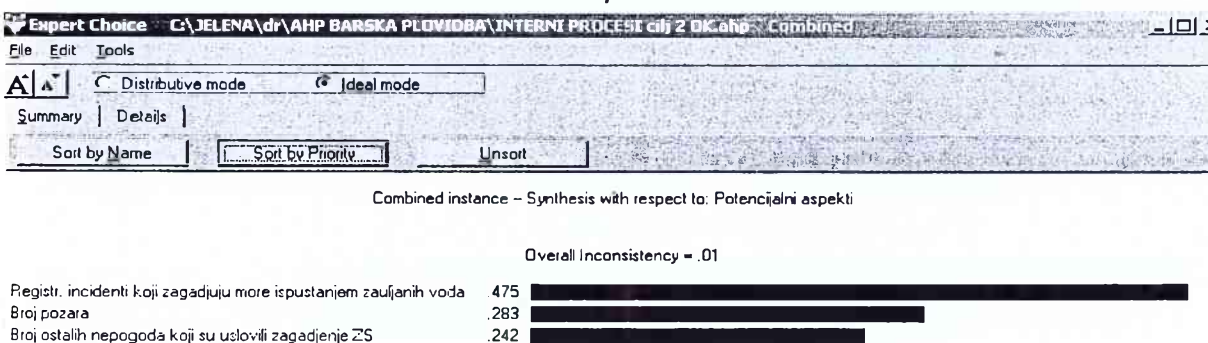
Perspektiva Interni procesi sadrži tri cilja:

1. Kontrolisani aspekti
2. Potencijalne opasnosti
3. Usaglašenost sa propisima

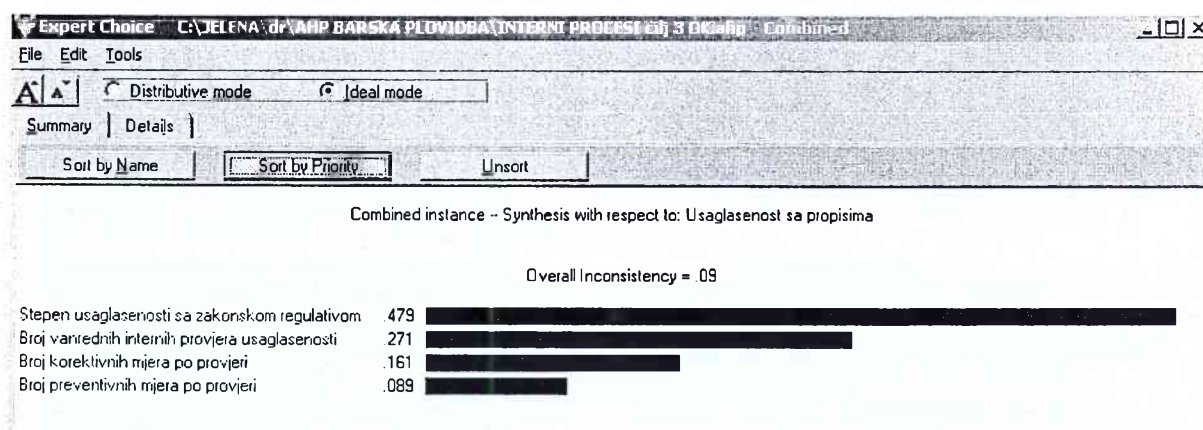
Vrednovanje mjera ovih ciljeva je prikazano slikama 7.16, 7.17 i 7.18. Za cilj "Kontrolisani aspekti" stepen konzistentnosti je nešto veći od 0.1, ali ipak zadovoljavajući dok je stepen konzistentnosti za cilj "Potencijalne opasnosti" i "Usaglašenost sa propisima" potpuno zadovoljavajući, dakle ispod 0.1.



Slika 7.16 Vrednovanje mjera u odnosu na cilj "Kontrolisani aspekti" perspektive "Interni procesi"



Slika 7.17 Vrednovanje mjera u odnosu na podcilj "Potencijalne opasnosti" perspektive "Interni procesi"

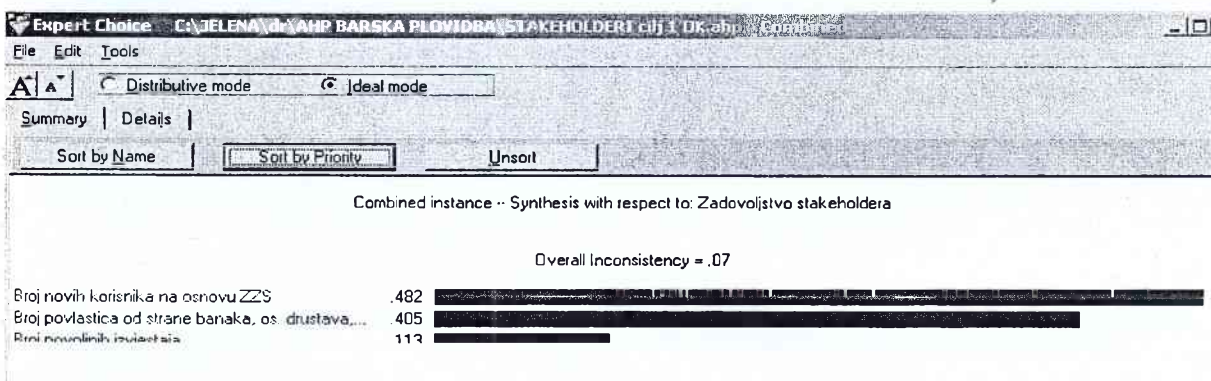


Slika 7.18 Vrednovanje mjera u odnosu na podcilj "Usaglasenost sa propisima" perspektive "Interni procesi"

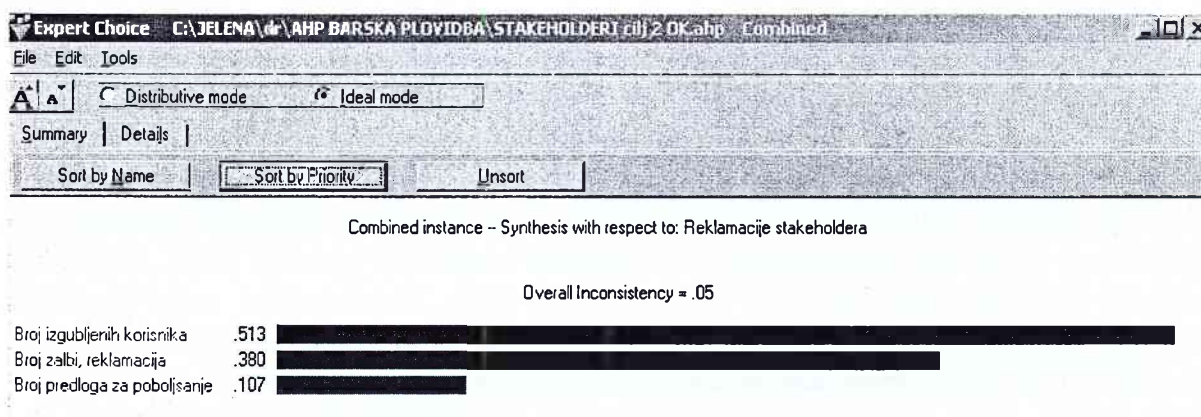
Perspektiva "Stakeholderi" sadrži dva cilja:

1. Zadovoljstvo stakeholdera
2. Reklamacije stakeholdera

Vrednovanje mjera ovih ciljeva je prikazano slikama 7.19 i 7.20. Za oba cilja su stepeni konzistentnosti potpuno zadovoljavajući.



Slika 7.19 Vrednovanje mjera u odnosu na cilj "Zadovoljstvo stakeholdera" perspektive "Stakeholderi"

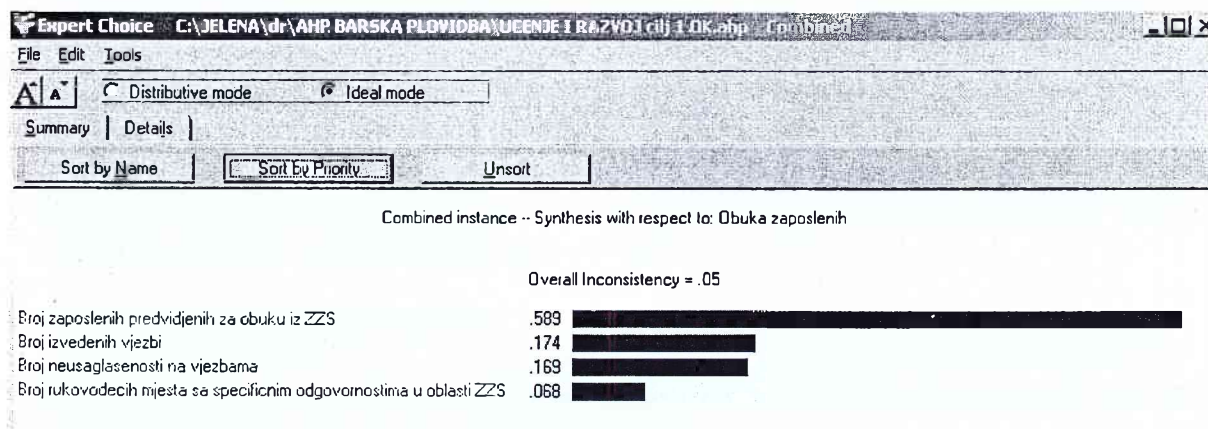


Slika 7.20 Vrednovanje mjera u odnosu na cilj "Reklamacije stakeholdera" perspektive "Stakeholderi"

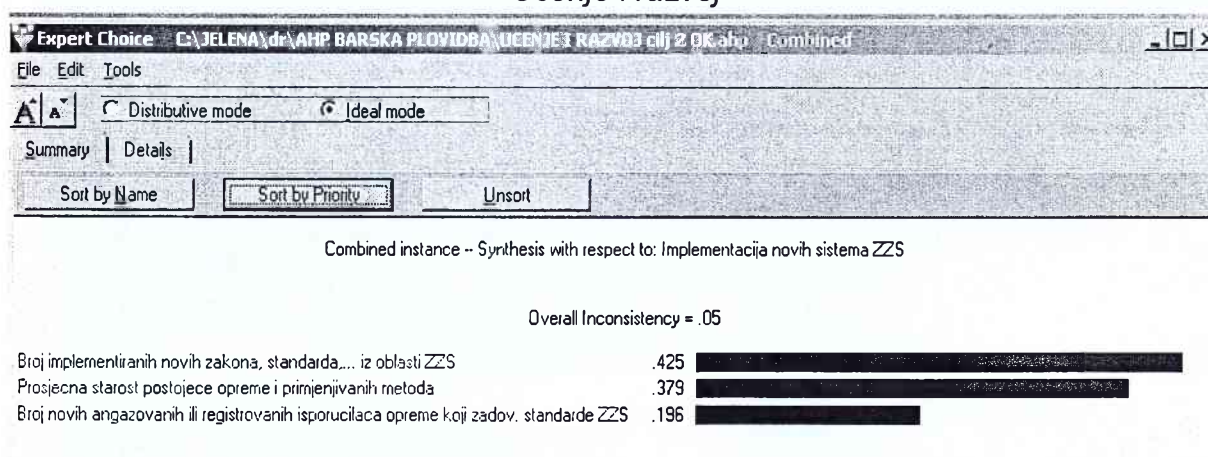
Perspektiva "Učenje i razvoj" sadrži dva cilja:

1. Obuka zaposlenih
2. Implementacija novih sistema ZZS i tehničko-operativna spremnost

Vrednovanje mjera ovih ciljeva je prikazano slikama 7.21 i 7.22. Za oba cilja su stepeni konzistentnosti potpuno zadovoljavajući.



Slika 7.21 Vrednovanje mjera u odnosu na podcilj "Obuka zaposlenih" perspektive "Učenje i razvoj"



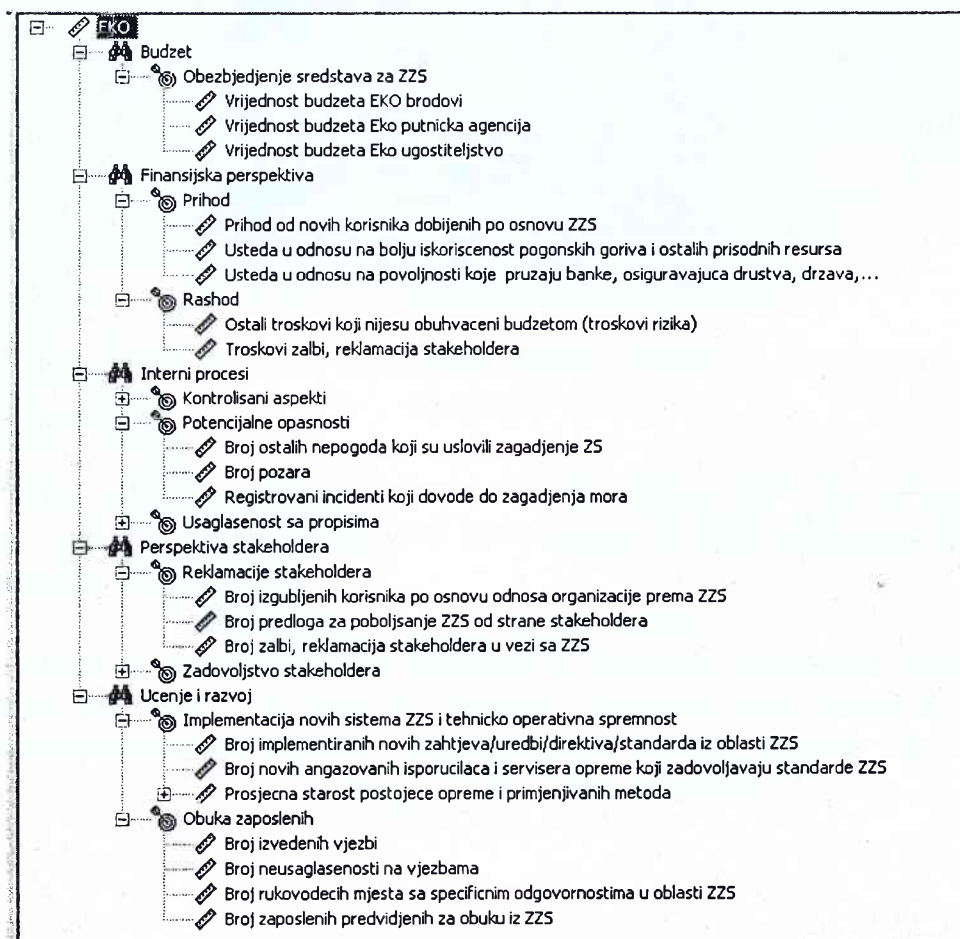
Slika 7.22 Vrednovanje mjera u odnosu na cilj "Implementacija novih sistema ZZS i tehničko operativna spremnost" perspektive "Učenje i razvoj"

Prethodno opisanim postupkom je dobijena lista značajnosti ciljeva u odnosu na teme perspektiva i lista značajnosti mjera u odnosu na ciljeve. Postupkom u kojem se određuju koeficijenti značajnosti elemenata BSC-a se mnogo preciznije definiše vrijednost jedne perspektive. Na ovaj način je moguće dobiti jasnu predstavu o tome koji sadržajni elementi perspektive ili cilja imaju najveći uticaj na njihove konačne vrijednosti. Ovaj pristup je mnogo efikasniji od uobičajenog tretiranja sadržajnih elemenata kao ravnopravnih kada nije moguće izdvojiti elemente koji najviše doprinose konačnoj ocjeni perspektive. Vrijednosti težinskih koeficijenata dobijenih prethodno opisanom AHP metodom će se uvrstiti u korporativni model EKO BSC, ali ne i u pojedinačne EKO scorecard-e organizacionih cjelina jer se vrednovanje vršilo na najvišem nivou organizacije i nije se išlo sa kaskadnim spuštanjem ocjenjivanja na niže nivoe organizacije. Dakle ciljevi i mjere na nižim nivoima će se tretirati kao

ravnopravni u okviru same perspektive, dok će njihove težinske vrijednosti biti objedinjene na najvišem tj. korporativnom nivou. Ovo je opravdano iz razloga što bi vrednovanje značajnosti elemenata na svim nivoima značajno usporilo proces i ne bi presudno uticalo na značajnost metrike korporativnog nivoa. Dakle, za ostvarenje efikasnijeg i efektivnijeg donošenja odluka od strane top menadžmenta o neophodnim akcijama za unapređenje cjelokupnog sistema menadžmenta, potreban i dovoljan uslov predstavlja vrednovanje metrike na korporativnom nivou. Prethodno opisan pristup definisanja težinskih vrijednosti mjera i ciljeva u okviru perspektiva se neće primjenjivati jedino na perspektive "Finansije" i "Budžet" jer se njihove konačne vrijednosti izračunavaju sumiranjem ili oduzimanjem vrijednosti sa nižih nivoa koje su izražene u novčanim jedinicama. Ipak, izračunati težinski koeficijenti i za ove perspektive mogu imati značaj u definisanju prioriteta kod top menadžmenta koji želi unaprijediti poslovne vrijednosti i u ovoj oblasti.

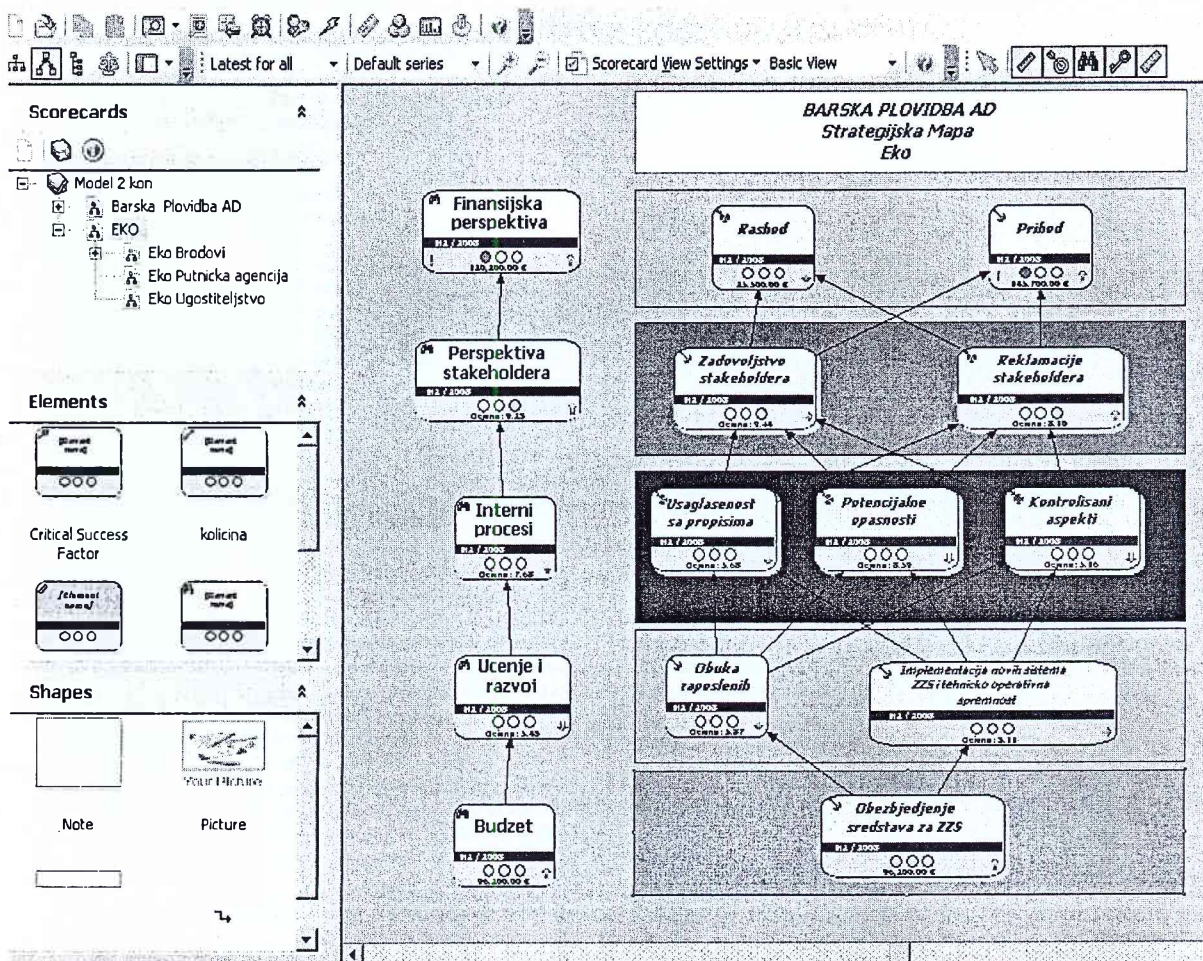
7.3.2 Kreiranje EKO BSC modela

Kada se konačno formirala lista ciljeva i mjera sa težinskim koeficijentima za EKO BSC, moguće je krenuti u njenu implementaciju i kaskadno spuštanje do nižih nivoa u organizaciji. Model EKO BSC je izveden sa kaskadnim spuštanjem po organizacionim cjelinama na način kako je to urađeno i za konvencionalni model BSC organizacije AD Barska plovodba. Na slici 7.23 je predstavljena EKO BSC mapa za korporativni model organizacije AD Barska plovodba.



Slika 7.23 EKO BSC model korporativnog nivoa organizacije

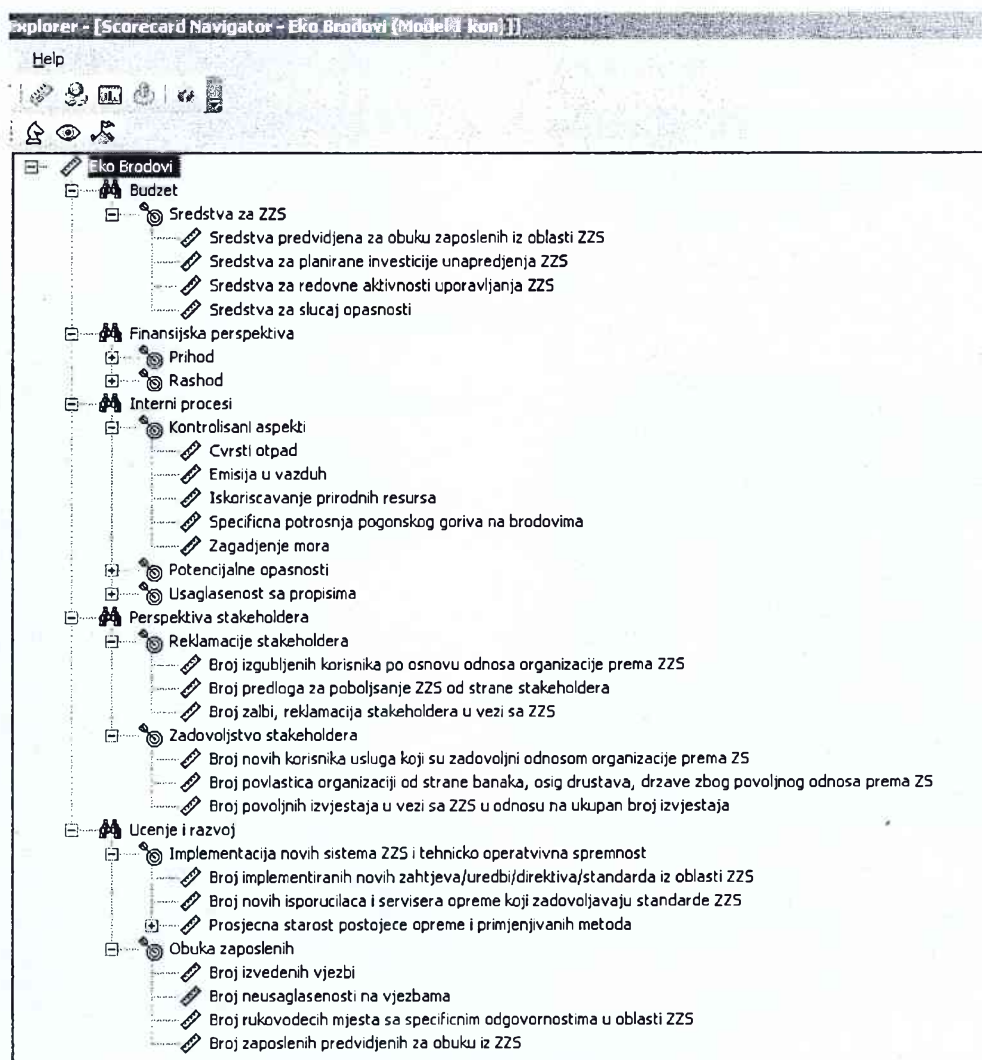
Ciljevi i mjere EKO BSC-a su objedinjeni u okviru 5 perspektiva (budžet, učenje i razvoj, interni procesi, stakeholderi, finansije) i međusobno uzročno-posljedično povezani kroz stratešku mapu zasnovanu na modelu neprofitnih organizacija, kako je predstavljeno na slici 7.24.



Slika 7.24. Izgled strateške mape korporativnog EKO BSC modela baziranog na modelu neprofitnih organizacija

Dakle, ciljevi i mjere su usmjereni ka zadovoljstvu stakeholdera kao primarnom cilju, pri čemu svakako ne treba da budu zanemareni ni ciljevi definisani finansijskom perspektivom.

Ovako kreiran korporativni model EKO BSC je potrebno kaskadno spustiti do nižih nivoa organizacije [215] pri čemu se, svakako, sve mjere neće uvrstiti na isti način u scorecard-e funkcionalnih cjelina organizacije AD Barska plovodba. Na slici 7.25 je prikazana EKO scorecard-a za funkcionalnu cjelinu Brodovi.



Slika 7.25 EKO scorecard organizacione cjeline Brodovi

U cilju povezivanja scorecard-i svih nivoa organizacije, i to onih iz oblasti EKO BSC i onih iz oblasti konvencionalne BSC, potrebno je izvršiti adekvatno povezivanje njihovih ciljeva i mjera.

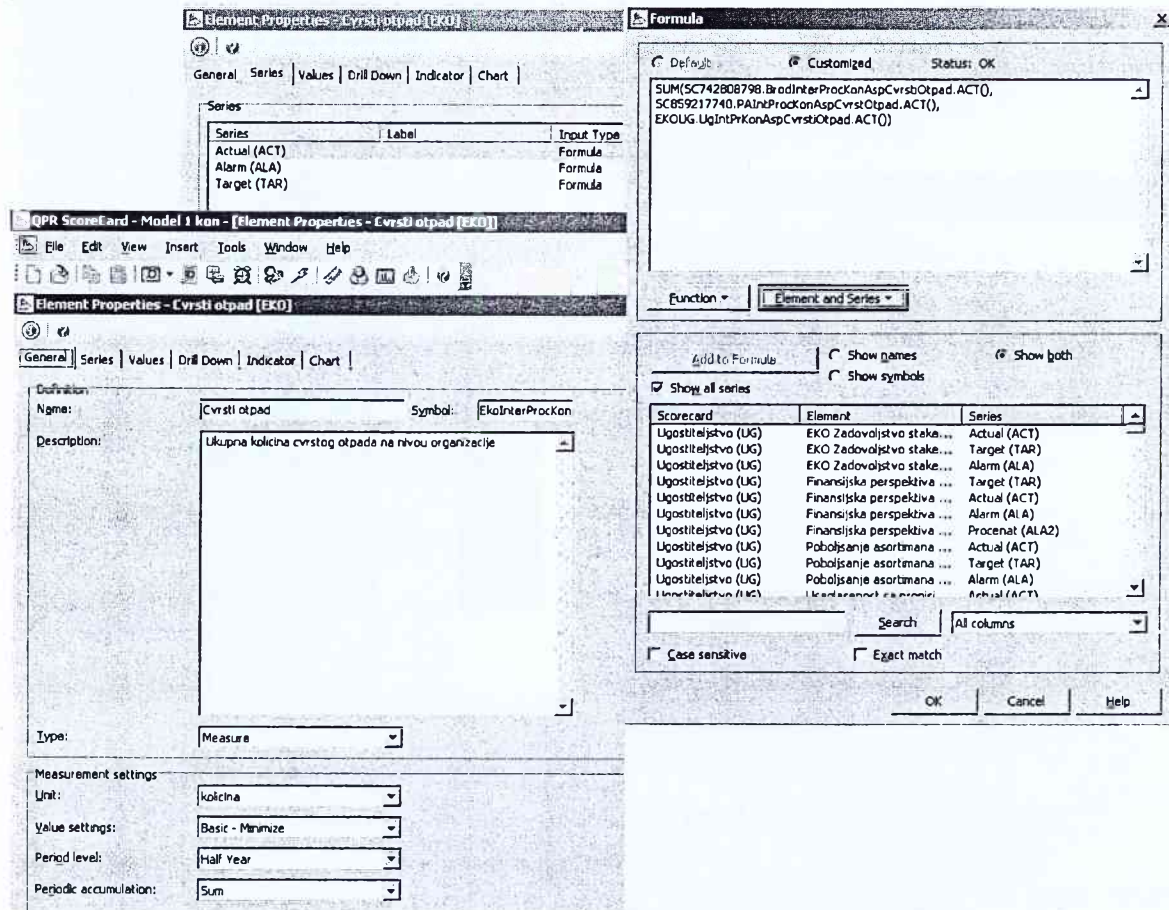
Svaki cilj odnosno mjera može imati najmanje 3 veličine:

1. **Aktuelnu ili tekuću (Actual)**
2. **Ciljnu (Target)**
3. **Alarmnu (Alarm)**

Svaka od ovih veličina se može unositi prostim ukucavanjem vrijednosti ili izračunavanjem putem formula i funkcionalne zavisnosti vrijednosti mjera iz svih scorecard-i jednog modela.

Na slici 7.26 je prikazan primjer izračunavanja ukupne količine otpada u korporativnom EKO BSC modelu sumiranjem vrijednosti sa nižih nivoa scorecard-i.

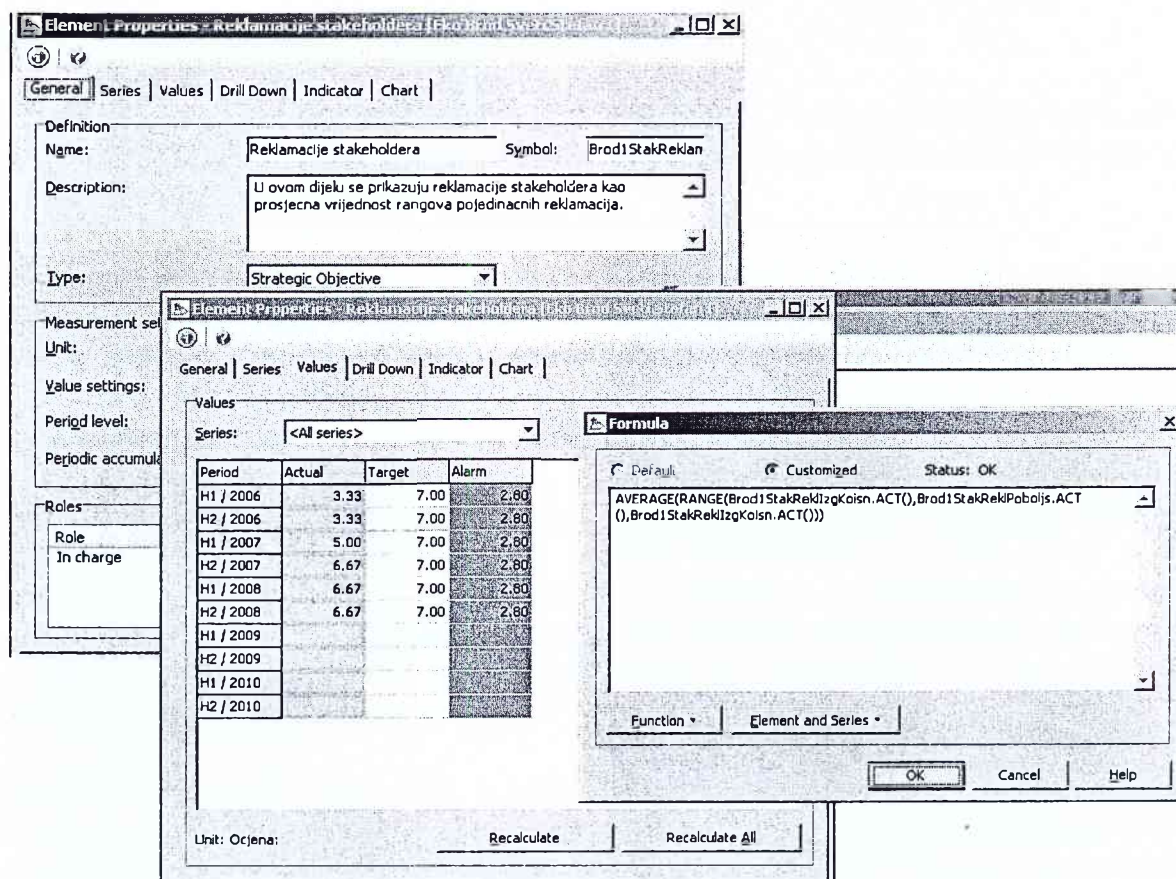
Na najnižim organizacionim nivoima se aktuelne vrijednosti mjera eksplicitno mjere i unose prostim ukucavanjem bez definisanja funkcionalne zavisnosti.



Slika 7.26 Izračunavanje vrijednosti ciljeva i mjera

Bitno je naglasiti da u okviru jedne perspektive pa čak i cilja ili podcilja te perspektive mogu da se nađu elementi koji su potpuno raznorodni. Njihovo povezivanje u jednu vrijednost koja se može vrednovati u odnosu na ciljne i alarmne vrijednosti je moguće izvršiti korišćenjem tzv. funkcije Range.

Funkcija Range [199, 200] izračunava srednju vrijednost svih ponuđenih veličina na način što sve veličine koje imaju vrijednost iznad prosječne i bliske su ciljnoj vrijednosti ocjenjuju se ocjenom 10 (odlično), one koje su na nivou prosjeka ocjenom 5 (dobro) i one koje su bliske alarmnoj vrijednosti ocjenom 0 (loše). Ovo, dakle, omogućava spajanje raznorodnih veličina i najčešće je slučaj da se na višem nivou veličina izračunava kao srednja vrijednost Range veličina nižeg nivoa. Npr. u okviru perspektive "Stakeholderi" i cilja "Reklamacije stakeholdera" postoje tri raznorodne mjere (Broj izgubljenih korisnika, Broj predloga za poboljšanje i Broj žalbi korisnika). Objedinjavanje vrijednosti veličina koje pripadaju ovom cilju je realizovano kao na slici 7.27 primjenom formule (Average (Range(vrijednosti))). Funkcija "Average" izračunava prosječnu vrijednost veličina, ali samo onih koje su ravnopravne po značajnosti.



Slika 7.27 Objedinjavanje raznorodnih veličina upotrebom formula

Što se tiče korporativnog nivoa koji sadrži ciljeve i mjere koje su ponderisane različitim koeficijentima značajnosti, prosječna vrijednost mora uključiti i ove koeficijente, pa se to izvodi primjenom funkcije za sumiranje. Aktuelna vrijednost perspektive "Interni procesi" na korporativnom nivou EKO BSC se izračunava na sljedeći način:

$SUM(0.133*EkoInterProcKonAspekti.ACT(), 0.713*EkoInterProcPotOpasnosti.ACT(), 0.154*EkoInterProcPropisi.ACT())$

Izračunavanje vrijednosti sadržajnih elemenata perspektive "Interni procesi" se realizuje na sljedeći način:

Aktuelna vrijednost cilja "Kontrolisani aspekti":

$SUM(0.499*RANGE(EkoInterProcKonAspMore.ACT()), 0.209*RANGE(EkoInterProcKonAspČvrstiOtpad.ACT()), 0.159*RANGE(EkoInterProcKonAspGorivo.ACT()), 0.094*EkoInterProcPrirRes.ACT(), 0.040*RANGE(EkoInterProcKonAspVazduh.ACT()))$

Aktuelna vrijednost cilja Potencijalne opasnosti:

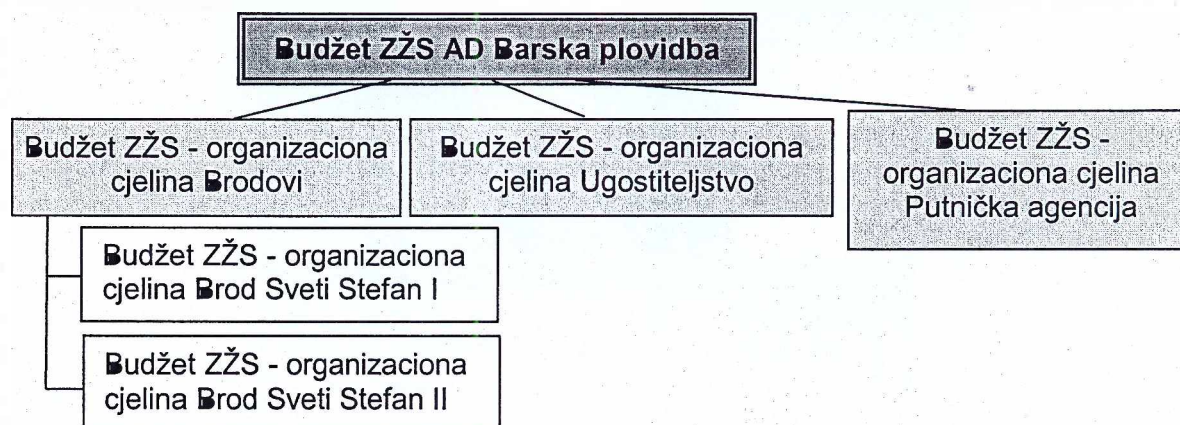
$SUM(0.242*RANGE(koInterProcPotOpasNepog.ACT()), 0.283*RANGE(koInterProcPotOpasPozari.ACT()), 0.475*RANGE(koInterProcPotOpasIncidMore.ACT()))$

Aktuelna vrijednost cilja "Usaglašenost sa propisima":

$SUM(0.479 * RANGE(EkoInterProcPropZakon.ACT()), 0.271 * RANGE(EkoInterProcPropIntProvj.ACT()), 0.161 * RANGE(EkoInterProcPropKorMjere.ACT()), 0.089 * RANGE(EkoInterProcPropisiPrevMjere.ACT()))$

Dakle, generalno pravilo glasi da se na najnižim nivoima scorecard-i aktuelne (tekuće) vrijednosti mjera obično ručno unose, a na višim nivoima se izračunavaju putem formula preko vrijednosti na nižim nivoima. Što se tiče ciljanih i alarmnih vrijednosti, nema nekog opšteg pravila. Alarmne veličine ukazuju na vrijednosti koje nije poželjno dostići. Ipak, perspektiva "Finansije" sadrži dvije alarmne vrijednosti od kojih jedna ukazuje na mogućnost izjednačavanja razlike prihoda i rashoda sa vrijednošću budžeta u EKO scorecard-ama. Ovakva alarmna vrijednost predstavlja povoljnu situaciju u kojoj se ulaganjem u ZŽS ostvario prihod koji je u potpunosti pokrio investiciona ulaganja. Ovo stvara mogućnost za transformaciju EKO BSC modela iz koncepcije neprofitnih organizacija u koncepciju profitnih, usmjeravajući organizaciju ka održivom razvoju. Ciljane (target) vrijednosti se definišu kao realna težnja za stalnim unapređenjima organizacije.

Perspektiva "Budžet" u EKO BSC je sasvim drugačije koncipirana u odnosu na ostale perspektive. Naime, budžet za ZŽS se za naredni period definiše na način što svaka organizaciona cjelina kreira svoj budžet odnosno njenu ciljnu vrijednost (target) kao procentualnu vrijednost od ostvarenih finansija za istu organizacionu cjelinu, s tim što se za slučaj smanjene vrijednosti ostvarenih ukupnih finansija ostavlja neka minimalna vrijednost budžeta koja bi pokrivala osnovne aktivnosti ZŽS. Ovaj pristup važi za svaku mjeru u okviru cilja "Sredstva za ZŽS" pri čemu se ciljana (target) vrijednost za ukupni cilj definiše kao suma ciljanih vrijednosti pripadajućih mjera. Aktuelne vrijednosti mjera perspektive "Budžet" predstavljaju tekuće troškove za svaku organizacionu cjelinu a unose se na polugodišnjem nivou. U perspektivi "Budžet" su definisane dvije alarmne vrijednosti. "Alarm 1" koji predstavlja prekoračenje budžeta odnosno ciljane vrijednosti za 20 % dok "Alarm 2" predstavlja 20 % smanjenu potrošnju u odnosu na ciljanu vrijednost. Vrijednosti budžeta viših nivoa odnosno scorecard-e Brodovi i scorecard-e za cjelokupnu organizaciju se kreiraju jednostavnim sumiranjem sa nižih nivoa, kako je predstavljeno slikom 7.28.



Slika 7.28 Raspodjela budžeta u EKO BSC

Na slici 7.29 su predstavljene vrijednosti mjere: sredstva predviđena za obuku zaposlenih iz oblasti ZŽS u okviru perspektive "Budžet" za scorecard Brod Sveti Stefan I.

QPR ScoreCard - Model 1 kon - Element Properties - Sredstva za ZŽS (Brod Sveti Stefan I)

File Edit View Insert Tools Window Help

Element Properties - Sredstva za ZŽS (Brod Sveti Stefan I)

General Series Values Drill Down Indicator Chart

Values

Series: <All series>

Period	Actual	Alarm 2	Target	Alarm
H1 / 2006	5,000.00	1,600.00	2,000.00	2,400.00
H2 / 2006	5,000.00	12,462.05	15,577.56	18,693.07
H1 / 2007	7,500.00	1,600.00	2,000.00	2,400.00
H2 / 2007	7,500.00	8,708.92	10,886.16	13,063.39
H1 / 2008	10,000.00	1,600.00	2,000.00	2,400.00
H2 / 2008	10,000.00	13,179.34	16,474.80	19,769.76
H1 / 2009				

Formula

Default Customized Status: OK

IIF(SS1.Finansije.ACT()<=0,2000,(SS1.Finansije.ACT()*0.05*0.30))

Slika 7.29 Vrijednosti mjere u okviru perspektive "Budžet" za Brod Sveti Stefan I

Sa slike 7.29 se uočava da se za ZŽS organizacione cjeline Brod Sveti Stefan I izdvaja 30 % vrijednosti finansijske perspektive iste cjeline, dok je konkretno za ovu mjeru izdvojeno 5 % tih vrijednosti. Takođe se za slučaj da finansijski rezultati ove organizacione cjeline nemaju pozitivan efekat opredjeljuje fiksnih 2000 EUR za ZŽS. Na slici 7.30 su predstavljene ukupne vrijednosti budžeta za organizacionu cjelinu Brod Sveti Stefan I. Sve vrijednosti ove perspektive se izračunavaju sumiranjem vrijednosti sa nižih hijerarhijskih nivoa.

QPR ScoreCard - Model 1 kon - Element Properties - Sredstva za ZŽS (Brod Sveti Stefan I)

File Edit View Insert Tools Window Help

Element Properties - Sredstva za ZŽS (Brod Sveti Stefan I)

General Series Values Drill Down Indicator Chart

Values

Series: <All series>

Period	Actual	Alarm 2	Target	Alarm
H1 / 2006	35,000.00	5,440.00	6,800.00	8,160.00
H2 / 2006	35,000.00	41,540.16	51,925.21	62,310.25
H1 / 2007	7,500.00	5,440.00	6,800.00	8,160.00
H2 / 2007	32,500.00	29,029.75	36,287.18	43,544.12
H1 / 2008	10,000.00	5,440.00	6,800.00	8,160.00
H2 / 2008	40,000.00	43,932.80	54,916.00	65,899.20
H1 / 2009				

Formula

Default Customized Status: OK

SUM(Brod1BudzetSredstOpasn.TAR(),Brod1BudzetSredstRedAktivn.TAR(),Brod1BudzetSredstPlanInvest.TAR(),Brod1BudzetSredstObuka.TAR())

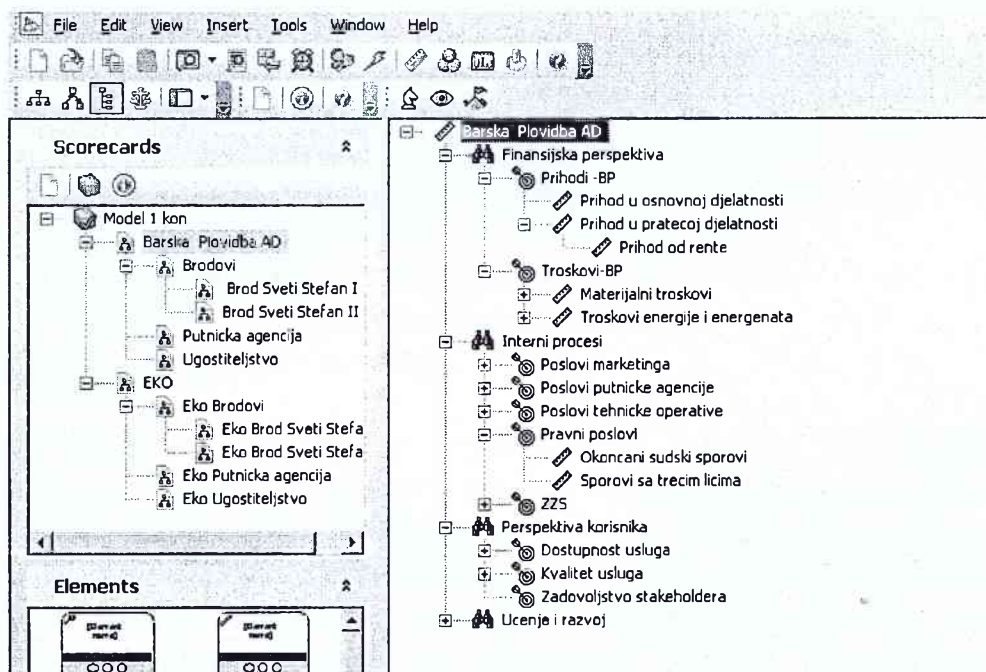
Slika 7.30 Vrijednosti perspektive "Budžet" za organizacionu cjelinu Brod Sveti Stefan I

Nakon kreiranja EKO BSC na korporativnom nivou i njenog kaskadnog spuštanja do nižih funkcionalnih cjelina, potrebno je izvršiti povezivanje svake pojedinačne EKO scorecard-e sa scorecard-ama konvencionalnog BSC modela.

7.4 Kreiranje konačnih BSC modela povezivanjem EKO BSC sa konvencionalnim BSC modelom

Povezivanje EKO BSC sa konvencionalnim BSC modelom je neophodno kako se ne bi stvarali paralelni sistemi menadžmenta (jedan koji se odnosi na zaštitu životne sredine i drugi kojim se definiše cjelokupni sistem menadžmenta organizacije).

U cilju takvog povezivanja neophodno je ključne vrijednosti ciljeva i mjera koje se odnose na zaštitu životne sredine iz EKO BSC uvesti u konvencionalnu BSC. Ovo je moguće realizovati iz razloga što svaki cilj ili mjera u okviru jedne scorecard-e može da predstavlja funkcionalnu zavisnost nekih drugih ciljeva i mjera u okviru istog modela. Kreiranjem zajedničkog BSC modela top menadžment dobija uvid ne samo u sistem menadžmenta organizacije, kroz konvencionalnu BSC u okviru koje su uvrštene i neke ključne mjere ZZS, već i ako je potrebno i u cjelokupni EKO BSC model za čije upravljanje i analizu je zadužen menadžer ZZS. Objedinjavanje konvencionalnog i EKO BSC modela u jedan opšti model je prikazano na slici 7.31.



Slika 7.31 Izgled konvencionalne i EKO BSC

Povezivanje ova dva modela u jedan je i praktično i neophodno iz dva osnovna razloga:

1. Top menadžment ima uvid u rezultate i konvencionalnog i EKO BSC modela.

2. Lakše izračunavanje vrijednosti ciljeva i mjera viših nivoa konvencionalne scorecard-e putem importovanja veličina iz EKO BSC.

Održivost ovakvog pristupa svakako zavisi od stepena njihove uvezanosti. Prilikom povezivanja modela osnovno pitanje je: Kako listu ciljeva i mjera EKO BSC minimizirati tako da ona bude u većem dijelu zastupljena unutar konvencionalne BSC a da se pri tome ista ne optereti prevelikom metrikom? Da bi se ovo realizovalo, neophodno je najprije izvršiti uporednu analizu ciljeva po perspektivama konvencionalnog i EKO BSC modela. U tabeli 7.3 je data uporedna analiza ciljeva za finansijsku perspektivu.

Tabela 7.3 Uporedna analiza konvencionalne i EKO BSC za finansijsku perspektivu

Konvencionalna BSC	EKO - BSC
Finansijska perspektiva	Perspektiva finansija
Cilj 1: Prihodi	Cilj 1: Prihodi
Cilj 2: Troškovi	Cilj 2: Rashod
	Budžet
	Cilj 3: Obezbjedenje sredstva za ZŽS

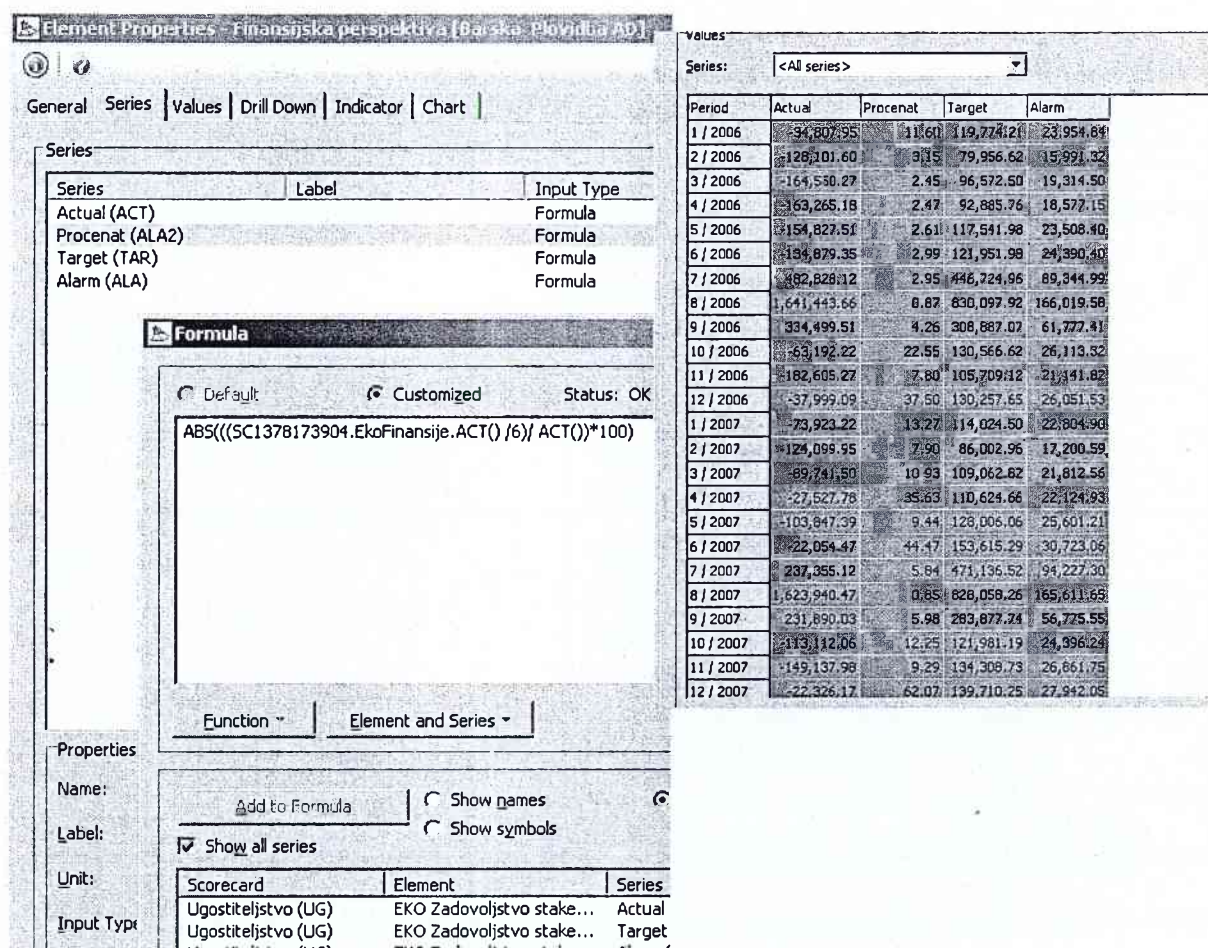
Povezivanje modela je moguće ostvariti kroz međusobnu funkcionalnu zavisnost ciljeva i mjera različitih scorecard-i:

$$\text{Vrijednost cilj} = f(\text{Vr. Mjera1}, \text{Vr. Mjera2}, \dots, \text{Vr. Cilj1}, \text{Vr. cilj2}, \dots)$$

Iz tabele 7.3 se uočava da perspektiva "Budžet" treba da stoji zasebno i da ne pripada niti jednom dijelu finansijske perspektive, dakle direktno je nije moguće importovati u konvencionalni model BSC.

Sa druge strane, u perspektivi "Finansije" su potpuno kompatibilni ciljevi konvencionalnog i EKO BSC modela. Kako su u dijelu konvencionalne BSC kreirani ukupni prihodi i ukupni troškovi organizacije to je, ipak, radi preglednosti jako korisno pri predstavljanju ovih vrijednosti unijeti i još jednu veličinu koja za svaki period mjeri odnos vrijednosti EKO finansijske perspektive i finansijske perspektive cjelokupne organizacije. Ovo podrazumijeva da se u perspektivi "Finansije" konvencionalne BSC definiše veličina koja predstavlja procentualno učešće vrijednosti finansijske perspektive iz EKO BSC. Na ovaj način top menadžment u potpunosti ima pregled o finansijskoj situaciji i na globalnom nivou i u odnosu na ZŽS. Ovo je neophodno uraditi za sve scorecard-e odnosno za sve organizacione cjeline konvencionalne BSC.

Prikaz ove veličine na korporativnom nivou u okviru konvencionalne BSC sa konkretnim vrijednostima je dat na slici 7.32.



Slika 7.32 Definisanje veličina u okviru finansijske perspektive konvencionalne BSC na korporativnom nivou

Kako se vrijednost finansijske perspektive izračunava kao razlika ciljeva "Prihod" i "Rashod" to su i u okviru ovih ciljeva uvrštene nove veličine koje se odnose na procenat učešća Eko prihoda i Eko rashoda u odnosu na vrijednost prihoda i rashoda unutar konvencionalnog BSC modela.

Ciljevi i mjere ostalih perspektiva se donekle razlikuju za scorecard-e organizacionih cjelina, pa će se na primjeru scorecard-e Brod Sveti Stefan I prikazati uporedna analiza ciljeva i mjera svih perspektiva kako bi se došlo do metrike koja povezuje konvencionalni i EKO BSC model. Ista analiza će se primijeniti i za ostale scorecard-e organizacionih cjelina, ali se u radu detaljno neće prikazivati pojedinačni načini povezivanja.

U tabeli 7.4 je data uporedna analiza ciljeva i mjera za perspektivu korisnika/stakeholdera za organizacionu cjelinu Brod Sveti Stefan I.

Tabela 7.4 Uporedna analiza konvencionalne i EKO scorecard-e za perspektivu korisnika

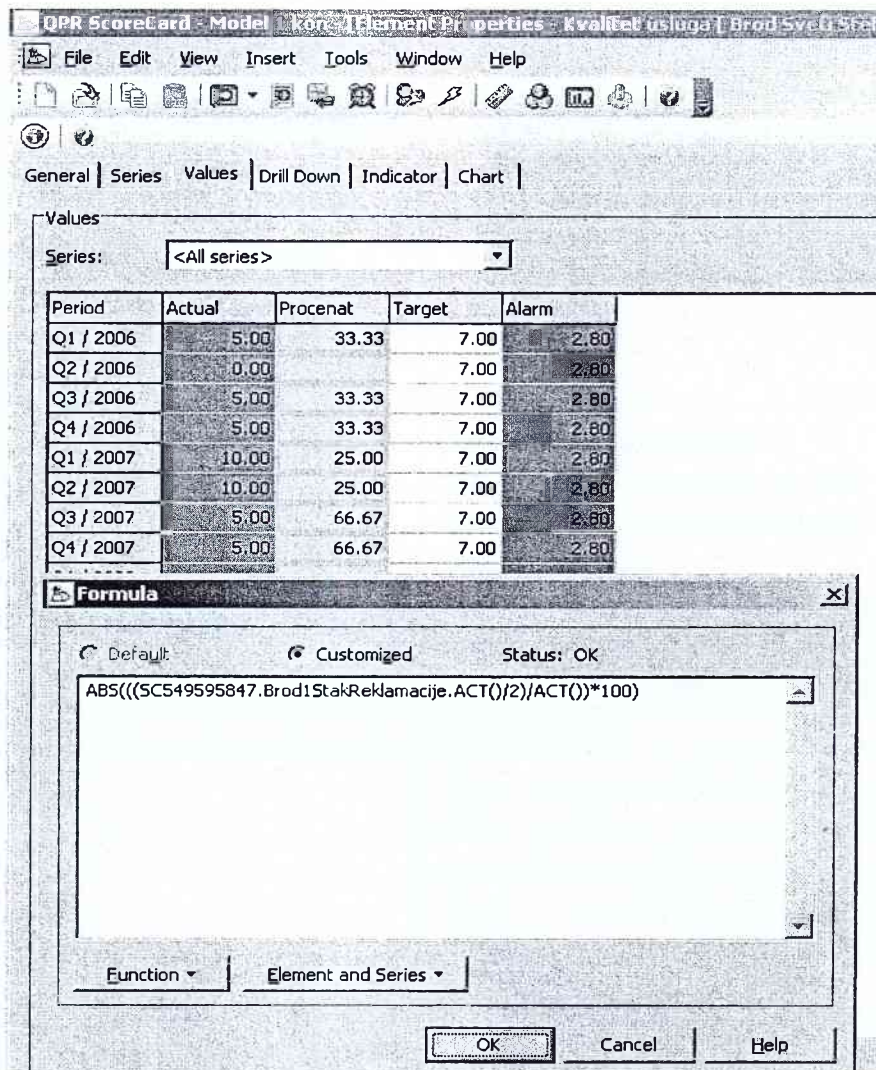
Konvencionalna scorecard-a Brod Sveti Stefan I	EKO scorecard-a Brod Sveti Stefan I
Perspektiva korisnika	Perspektiva stakeholdera
Cilj 1: Kvalitet usluga Mjera 1: Broj reklamacija korisnika	Cilj 1: Reklamacije stakeholdera Mjera 1: Broj izgubljenih korisnika po osnovu odnosa org. prema ZŽS Mjera 2: Broj predloga za poboljšanje ZŽS od strane stakeholdera Mjera 3: Broj žalbi, reklamacija, stakeholdera u vezi sa ZŽS
	Cilj 2: Zadovoljstvo stakeholdera Mjera 1. Broj novih korisnika usluga koji su zadovoljni odnosom organizacije prema ZS Mjera 2: Broj povlastica organizaciji od strane banaka, osig. društava, države, zbog povoljnog odnosa prema ZS Mjera 3: Broj povoljnih izvještaja u vezi sa ZŽS u odnosu na ukupan broj izvještaja

U cilju "Kvalitet usluga" konvencionalnog modela postoji samo jedna mjera "Broj reklamacija korisnika" dok u cilju "Reklamacije stakeholdera" EKO modela postoje još i predlozi za poboljšanje kao i broj izgubljenih korisnika po osnovu odnosa prema životnoj sredini.

Sa aspekta konvencionalnog modela najvažnije su ipak reklamacije korisnika i stakeholdera tako da će se povezivanje ova dva cilja ("Kvalitet usluga" i "Reklamacije stakeholdera") izvršiti na način što će se u konvencionalni model pri izračunavanju vrijednosti cilja "Kvalitet usluga" uključiti još jedna veličina koja definiše procentualno učešće reklamacija stakeholdera po pitanju ZŽS u odnosu na ukupne reklamacije korisnika.

Na taj način top menadžment može da prati ukupan broj reklamacija korisnika i da vrši uporednu analizu sa brojem reklamacija u vezi sa ZŽS. Uključivanje ove procentualne vrijednosti će se izvršiti na nivou mjere "Broj reklamacija korisnika" uvođenjem nove dimenzije tzv. *Procenat*, a zatim se prenijeti i na viši nivo tj. na nadređeni cilj "Kvalitet usluga".

Na slici 7.33 su prikazane vrijednosti veličina koje se izračunavaju u cilju "Kvalitet usluga" perspektive korisnika u konvencionalnoj scorecard-i za organizacionu cjelinu Brod Sveti Stefan I.



Slika 7.33 Cilj "Kvalitet usluga" u konvencionalnoj scorecard-i organizacije cjeline Brod Sveti Stefan I

Cilj "Zadovoljstvo stakeholdera" iz EKO scorecard-e će se uključiti u konvencionalnu scorecard-u bez pratećih mjera. Vrijednost ovog cilja se izračunava kao funkcionalna zavisnost pripadajućih mjera, tako da su one ipak indirektno uključene u konvencionalni model koji se ovakvim pristupom ne opterećuje dodatnom metrikom.

Ovo iz razloga što veliki broj mjera može da dovede do toga da se cjelokupni model pretvori u puko mjerenje koje je nemoguće sagledati i koordinisano usmjeravati u pravcu definisane strategije.

U tabeli 7.5 je data uporedna analiza ciljeva i mjera perspektive učenja i razvoja za brod Sveti Stefan I.

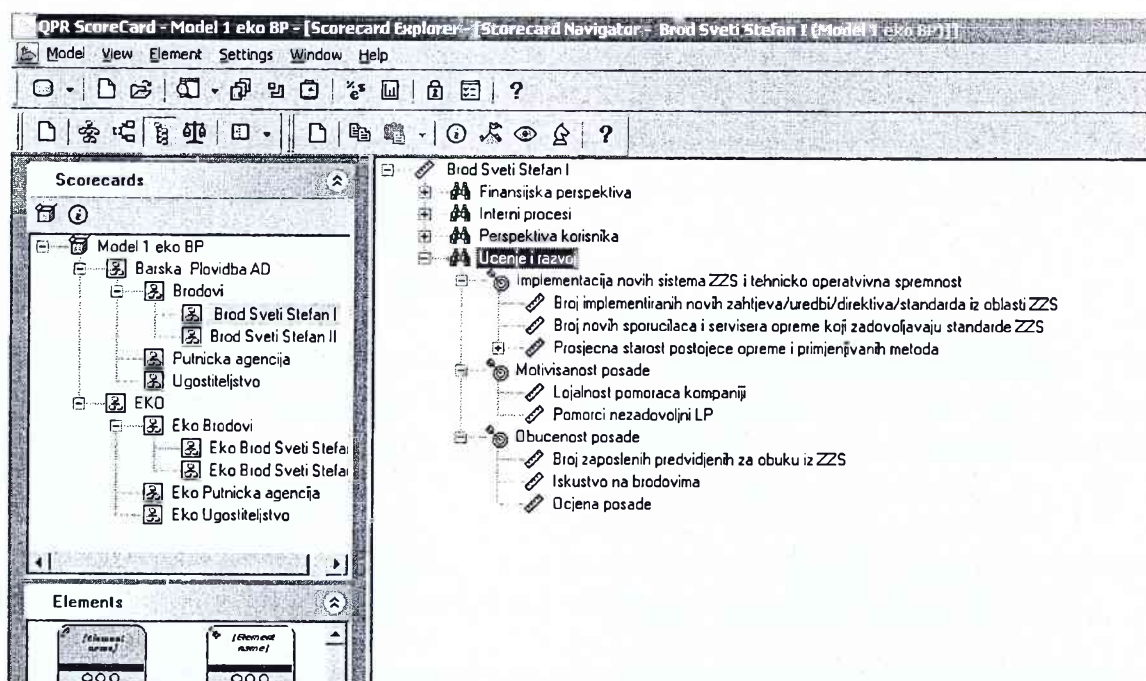
Tabela 7.5 Uporedna analiza konvencionalne i EKO BSC za perspektivu učenja i razvoja

Konvencionalna scorecard-a Brod Sveti Stefan I	EKO scorecard Brod Sveti Stefan I
Perspektiva učenja i razvoja	Perspektiva učenja i razvoja
Cilj 1: Motivisana radna snaga Mjera 1: Lojalnost pomoraca kompaniji Mjera 2: Pomorci nezadovoljni LP	
Cilj 2: Obučena radna snaga Mjera 1: Iskustvo na brodovima Mjera 2: Ocjena posade	Cilj1: Obuka zaposlenih Mjera 1: Broj izvedenih vježbi Mjera 2: Broj neusaglašenosti na vježbama Mjera 3: Broj rukovodećih mjesta sa specifičnim odgovornostima u oblasti ZŽS Mjera 4. Broj zaposlenih predviđenih za obuku iz ZŽS
	Cilj 2: Implementacija novih sistema ZŽS i tehničko - operativna spremnost postojeće opreme i metoda Mjera 1: broj implementiranih novih zahtjeva –uredbi-direktiva-standarda iz oblasti ZŽS Mjera 2: Broj novih isporučilaca i servisera opreme koji zadovoljavaju standarde ZŽS Mjera 3: Prosječna starost postojeće opreme i primjenjivanih metoda

Cilj 1 "Obuka zaposlenih" definisan u okviru EKO scorecard-e je kompatibilan sa ciljem "Obučena radna snaga" perspektive učenja i razvoja konvencionalne scorecard-e, ali je ipak neophodno unijeti u konvencionalni model mjeru koja se odnosi na obučavanje zaposlenih iz oblasti ZŽS kako bi cilj "Obučena radna snaga" bio kompletniji.

Cilj 2 "Implementacija novih sistema ZŽS i tehničko - operativna spremnost postojeće opreme i metoda" nije samo eko orjentisan već predstavlja razvojna unapređenja cjelokupnog poslovnog sistema. Stoga će se ovaj cilj u konvencionalnu scorecard-u unijeti sa svim pripadajućim mjerama. Cilj 1 "Motivisana radna snaga" konvencionalne scorecard-e ostaje nepromijenjen.

Ovakvim izmjenama perspektiva "Učenje i razvoj" konvencionalne scorecard-e Brod Sveti Stefan I dobija izgled kao na slici 7.34.



Slika 7.34 Ciljevi i mjere perspektive "Učenje i razvoj" konvencionalne scorecard-e Brod Sveti Stefan I

Uporedna analiza ciljeva za perspektivu internih procesa u scorecard-i Brod Sveti Stefan I prikazana je u tabeli 7.6.

Tabela 7.6 Uporedna analiza konvencionalne i EKO BSC za perspektivu internih procesa

Konvencionalna scorecard-a Brod Sveti Stefan I	EKO scorecard Brod Sveti Stefan I
Perspektiva internih procesa	Perspektiva internih procesa
Cilj 1: Sigurna i bezbjedna navigacija	
	Cilj 1: Usaglašenost sa propisima
	Cilj 2: Kontrolisani aspekti
	Cilj 3: Potencijalne opasnosti

Cilj 1 "Sigurna i bezbjedna navigacija" iz konvencionalne scorecard-e je nespojiv sa ostalim ciljevima EKO scorecard-e koji su od najveće važnosti za zaštitu životne sredine i koje je potrebno na neki način uvrstiti u konvencionalni model.

Ako bi se sva tri cilja iz tabele 7.6 pojedinačno uvrstila u perspektivu internih procesa konvencionalne scorecard-e tada bi se bitno umanjila značajnost njenog osnovnog cilja. Iz tog razloga se u konvencionalni model pored cilja 1 "Sigurna i bezbjedna

navigacija" kreira cilj 2 "ZŽS" koji objedinjava sve ciljeve perspektive internih procesa EKO modela:

Cilj 2: ZŽS

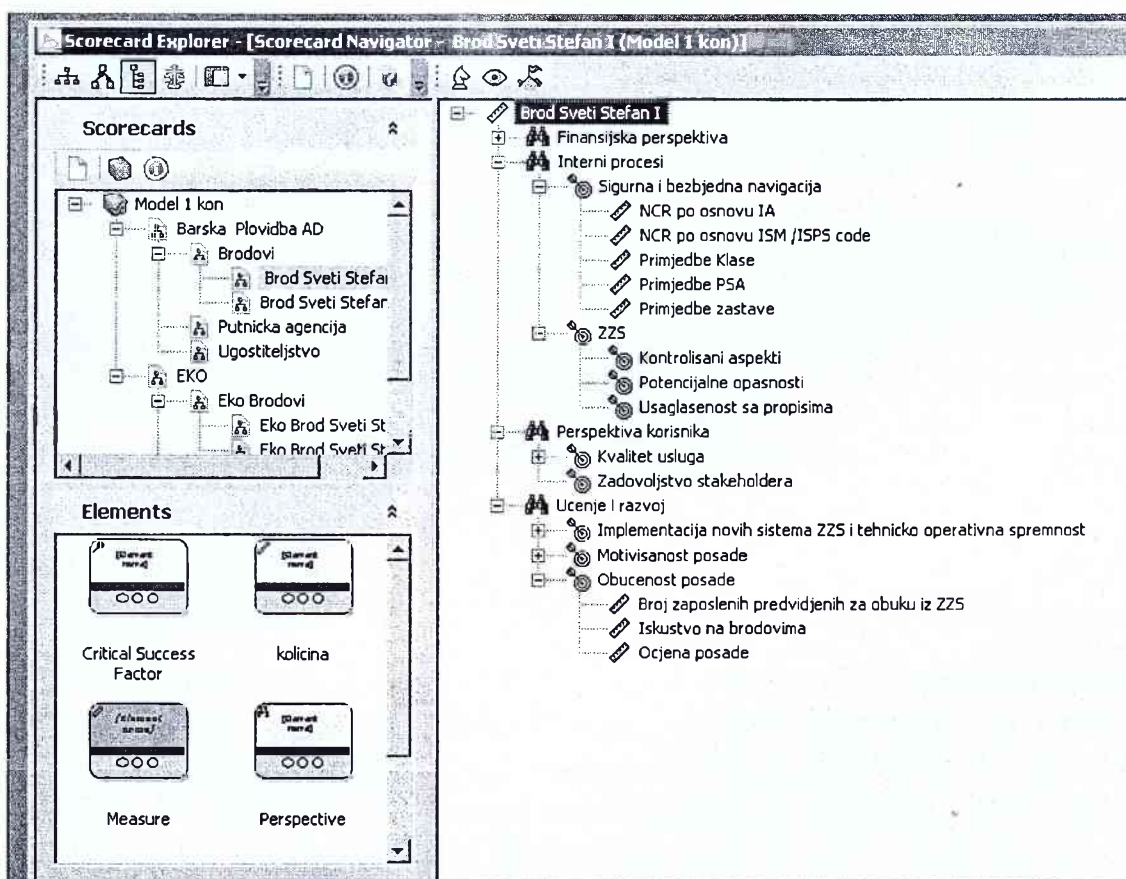
Podcilj 1: Usaglašenost sa propisima

Podcilj 2: Kontrolisani aspekti

Podcilj 3: Potencijalne opasnosti

Na ovaj način će se uravnotežiti cilj ZŽS sa osnovnim ciljem perspektive "Interni procesi" (Sigurna i bezbjedna navigacija) konvencionalne scorecard-e s tim što se svakako mjere u okviru novih podciljeva neće unositi jer bi to proizvelo nepotrebno usložnjavanje metrike.

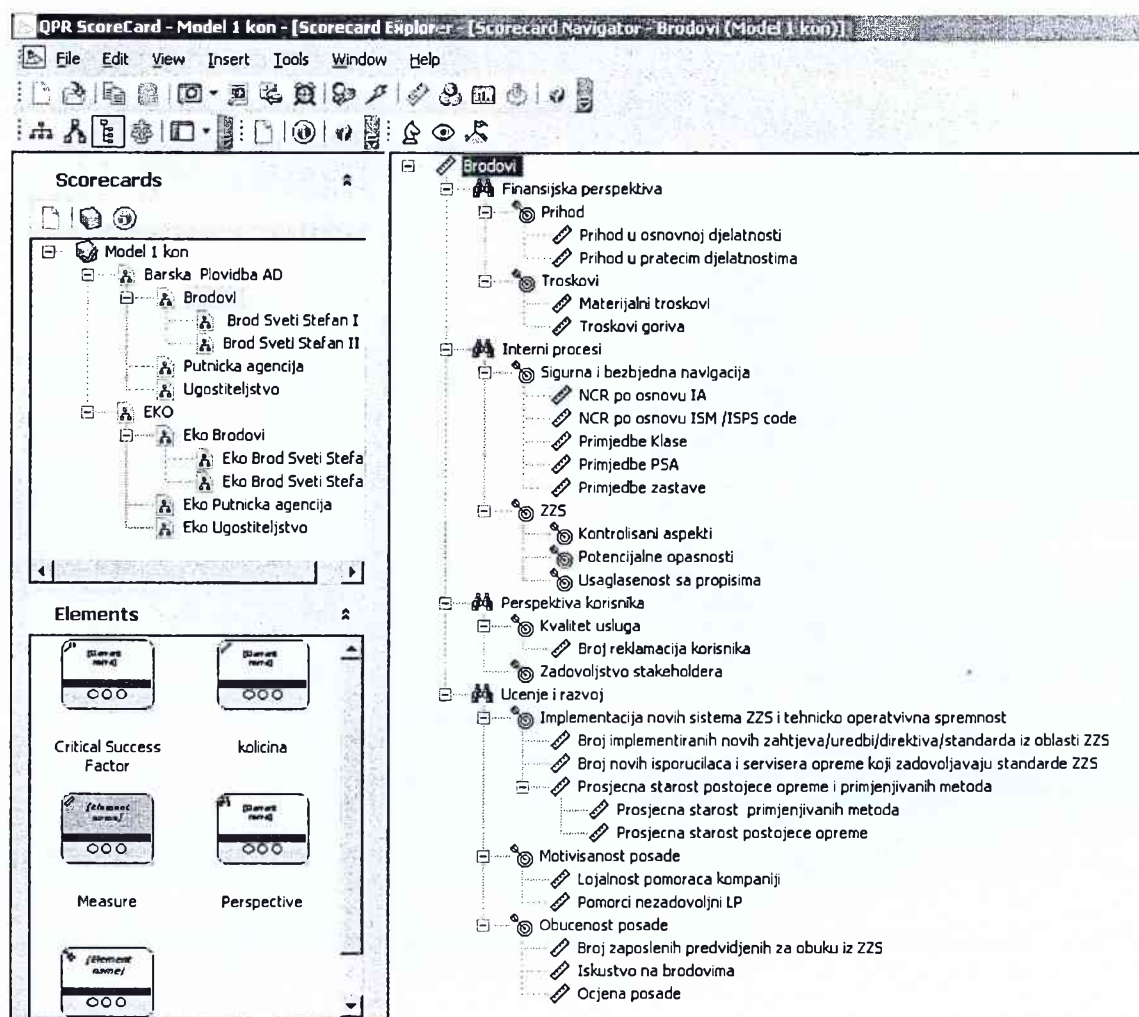
Izgled perspektive "Interni procesi" konvencionalne scorecard-e Brod Sveti Stefan I dopunjene ciljevima iz kompatibilne EKO scorecard-e je prikazan na slici 7.35.



Slika 7.35 Izgled perspektive "Interni procesi" konvencionalne scorecard-e Brod Sveti Stefan I

Prethodnim analizama ciljeva i mjera konvencionalnih i EKO scorecard-i za organizacionu cjelinu Brod Sveti Stefan I prikazan je jedan način njihovog povezivanja kojim se ne narušava početna koncepcija konvencionalnog modela. Konačni izgled konvencionalne scorecard-e za organizacionu cjelinu Brodovi

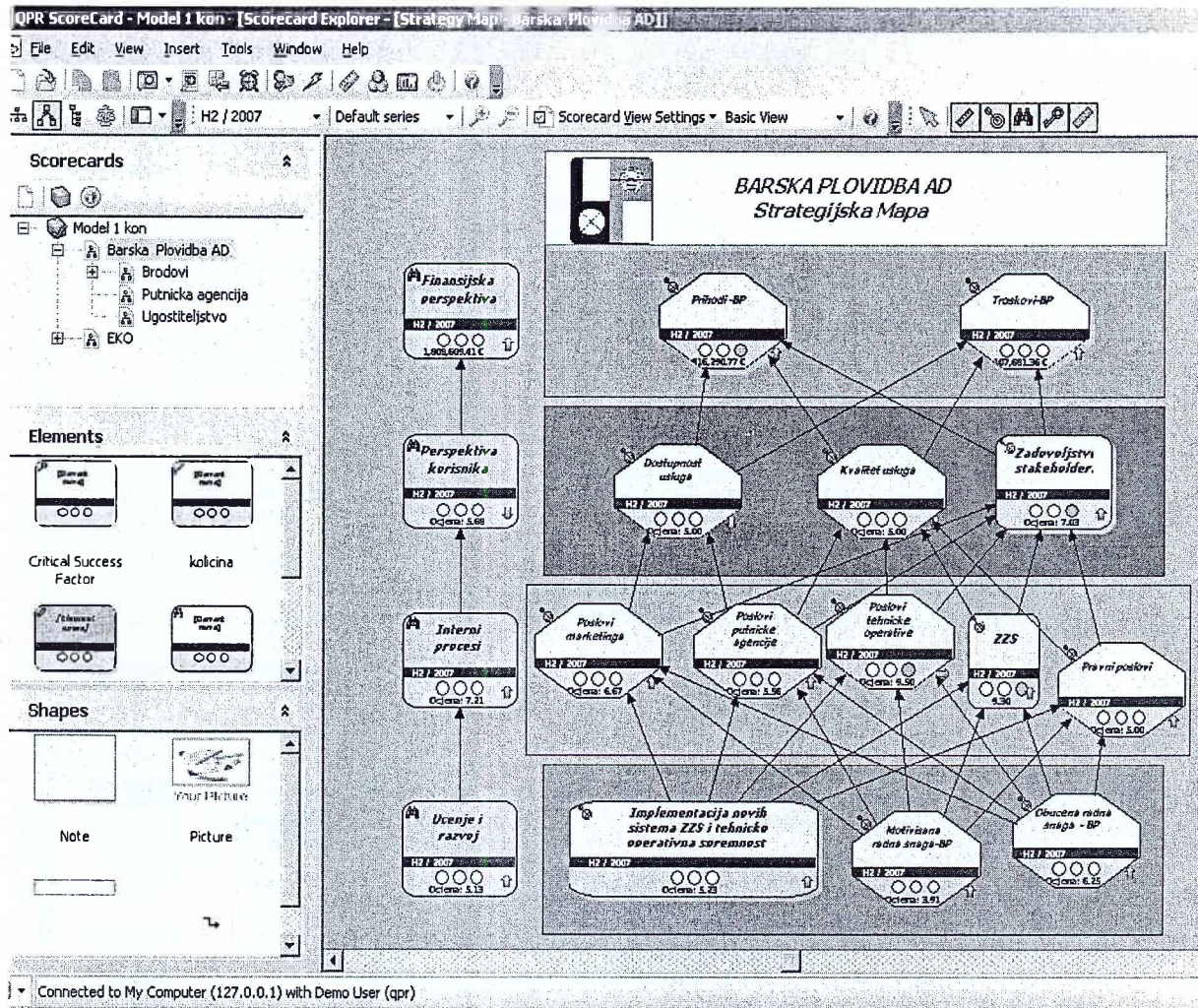
(identična kao za Brod Sveti Stefan I i Brod Sveti Stefan II) u kojoj su na prethodno definisan način uvršteni ključni ciljevi i mjere EKO scorecard-e je predstavljen na slici 7.36 kao Model 1.



Slika 7.36 Model 1 povezivanja konvencionalne i EKO BSC

U Modelu 1 (slika 7.36) je prikazano uključivanje metrike EKO modela u postojeće četiri perspektive polaznog konvencionalnog modela zasnovano na prethodno izvedenoj komparativnoj analizi. Ovaj pristup je u radu nazvan Model 1 i istovremeno predstavlja prvi literaturno preporučeni način uključivanja elemenata ZŽS u BSC, sa stanovišta pristupa konvencionalne BSC ne uzimajući pri tom u obzir kreiranje EKO BSC modela.

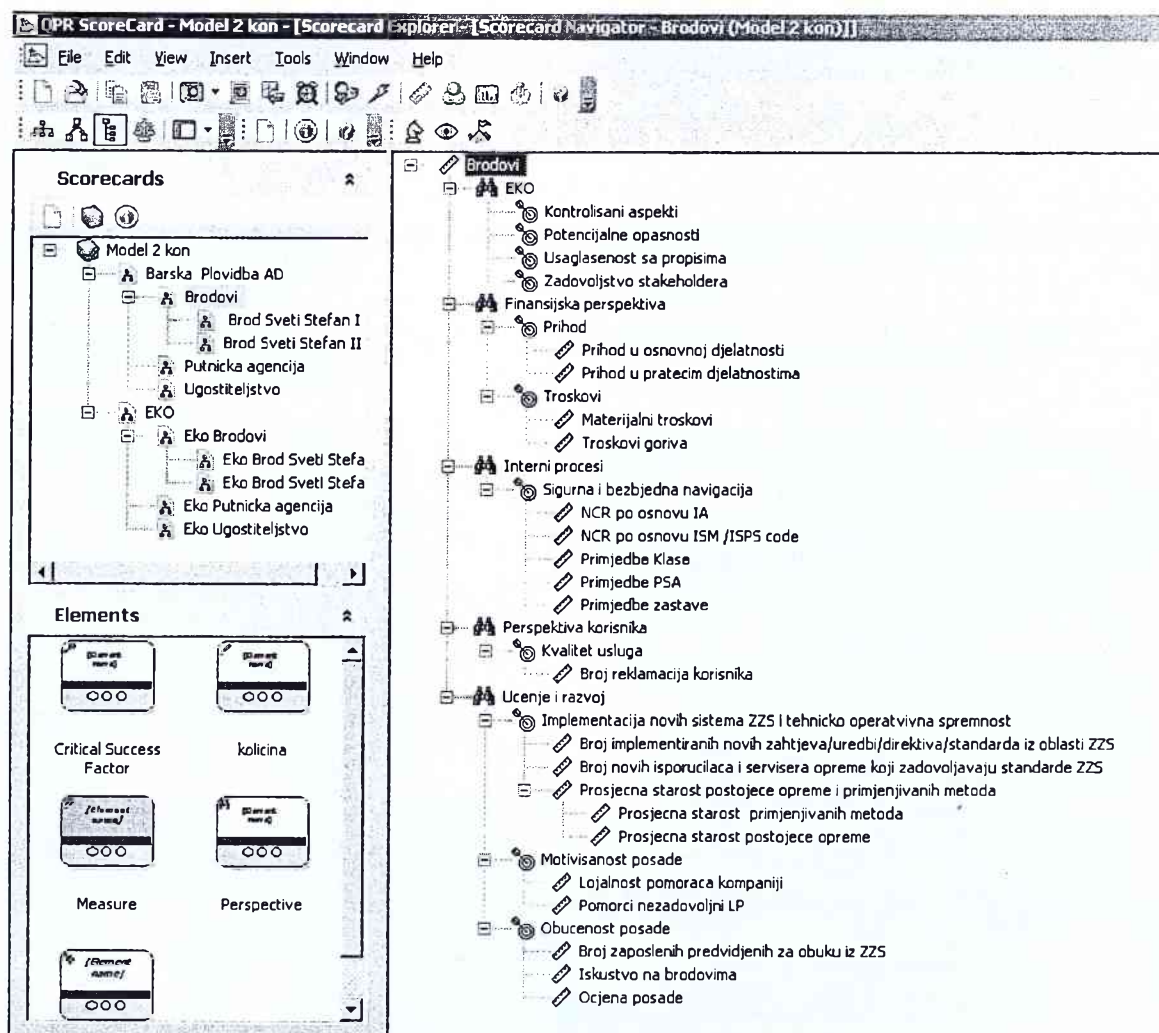
Na slici 7.37 je predstavljena strateška mapa Modela 1 za korporativni nivo organizacije AD Barska plovidba.



Slika 7.37 Strateška mapa Modela 1 za korporativni nivo organizacije AD Barska plovidba

Naime, u literaturi [180] je preporučeno a kasnije i opšteprihvaćeno uključivanje elemenata ZZS u BSC na tri načina (importovanjem u postojeće perspektive, kreiranjem posebne perspektive, kreiranjem dodatne scorecard-e). Poštujući ovaj pristup u radu će se kreirati još jedan način umrežavanja EKO i konvencionalnog BSC modela koji podrazumijeva kreiranje dodatne perspektive u konvencionalni model. Naime, svi ciljevi koji su ocijenjeni kao bitni za uključivanje u konvencionalnu BSC kroz odgovarajuće perspektive, a na bazi prethodne komparativne analize, su objedinjene u jednu tzv. EKO perspektivu i na taj način je dobijen tzv. Model 2.

Model 2 povezivanja EKO i konvencionalnog modela za organizacionu cjelinu Brodovi je prikazan na slici 7.38.



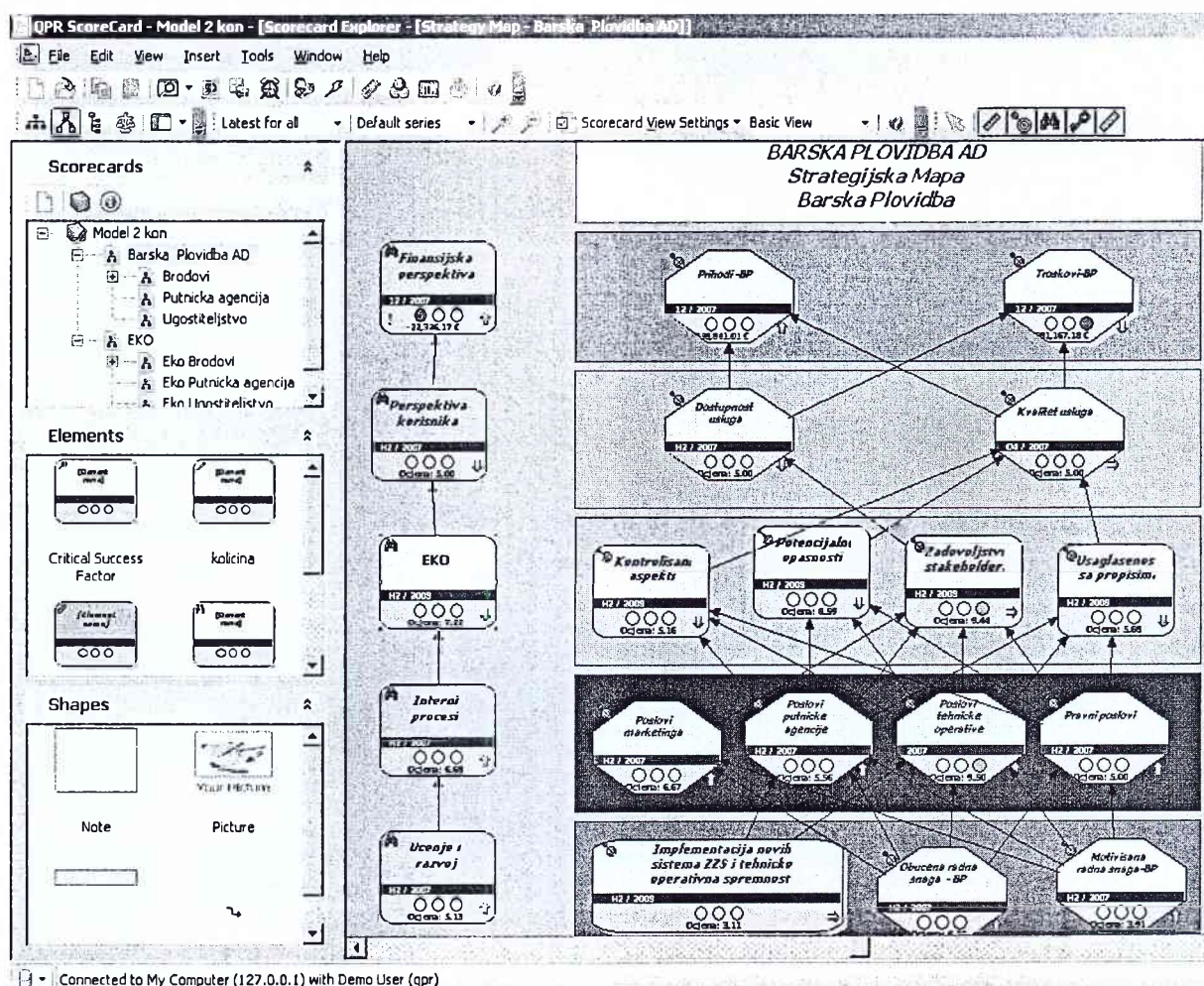
Slika 7.38 Izgled konvencionalne BSC povezane sa EKO BSC kreiranjem nove perspektive (Model 2)

U Modelu 2 povezivanja EKO i konvencionalnog BSC modela je kreirana posebna perspektiva tzv. EKO koja u sebi sadrži ključne ciljeve iz EKO BSC:

1. Usaglašenost sa propisima (U Modelu 1 je pripadao perspektivi "Interni procesi" i cilju "ZZS")
2. Kontrolisani aspekti (U Modelu 1 je pripadao perspektivi "Interni procesi" i cilju "ZZS")
3. Potencijalne opasnosti (U Modelu 1 je pripadao perspektivi "Interni procesi" i cilju "ZZS")
4. Zadovoljstvo stakeholdera (U Modelu 1 je pripadao perspektivi korisnika)

Cilj Implementacija novih sistema ZZS i tehničko - operativna spremnost postojeće opreme i metoda koji je takođe ocijenjen kao bitan za uključivanje u konvencionalnu BSC, a sadržan je u perspektivi "Učenje i razvoj" u Modelu 1, je zadržan na istom mjestu i u Modelu 2 jer obuhvata elemente koji nijesu samo eko orijentisani.

Ostale mjere i veličine koje su unesene u prethodni model (Model 1) nezavisno od gore navedenih ciljeva su takođe zadržane na istom mjestu. Na slici 7.39 je predstavljena strateška mapa Modela 2 za korporativni nivo organizacije AD Barska plovidba.

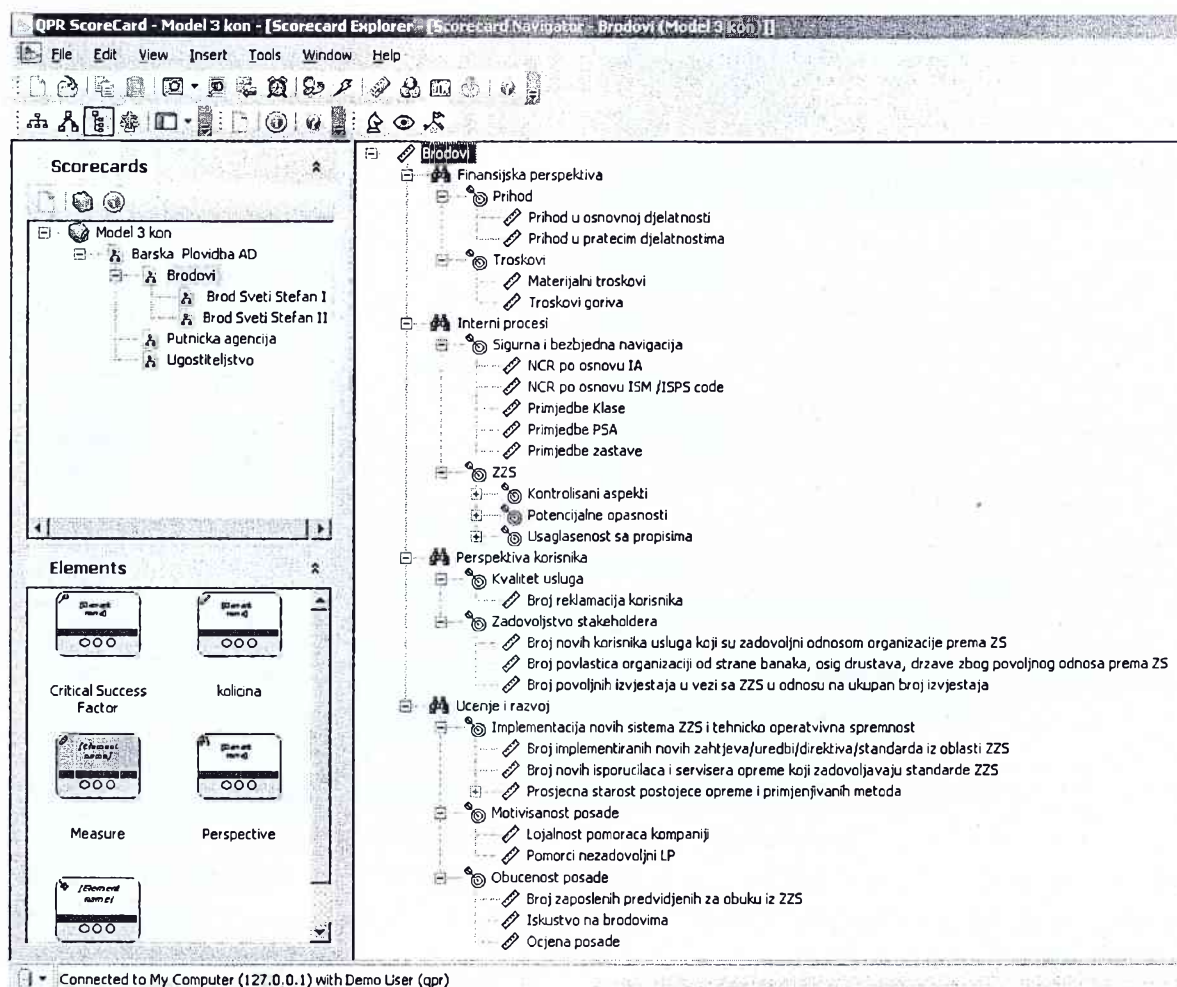


Slika 7.39 Strateška mapa Modela 2 za korporativni nivo organizacije AD Barska plovidba

Naravno, sve organizacione cjeline u AD Barska plovidba ne sadrže iste ciljeve i mjere koje povezuju konvencionalnu sa EKO scorecard-om. Tako se organizacione cjeline Putnička agencija i Ugostiteljstvo u određenoj mjeri razlikuju u odnosu na organizacione cjeline koje se tiču brodova, ali je logika njihovog povezivanja ista. U radu nije prikazan način povezivanja konvencionalne i EKO scorecard-e za organizacione cjeline Putnička agencija i Ugostiteljstvo zbog znatno jednostavnije procedure koja se u potpunosti oslanja na prethodno prikazanu proceduru za organizacionu cjelinu Brod Sveti Stefan I.

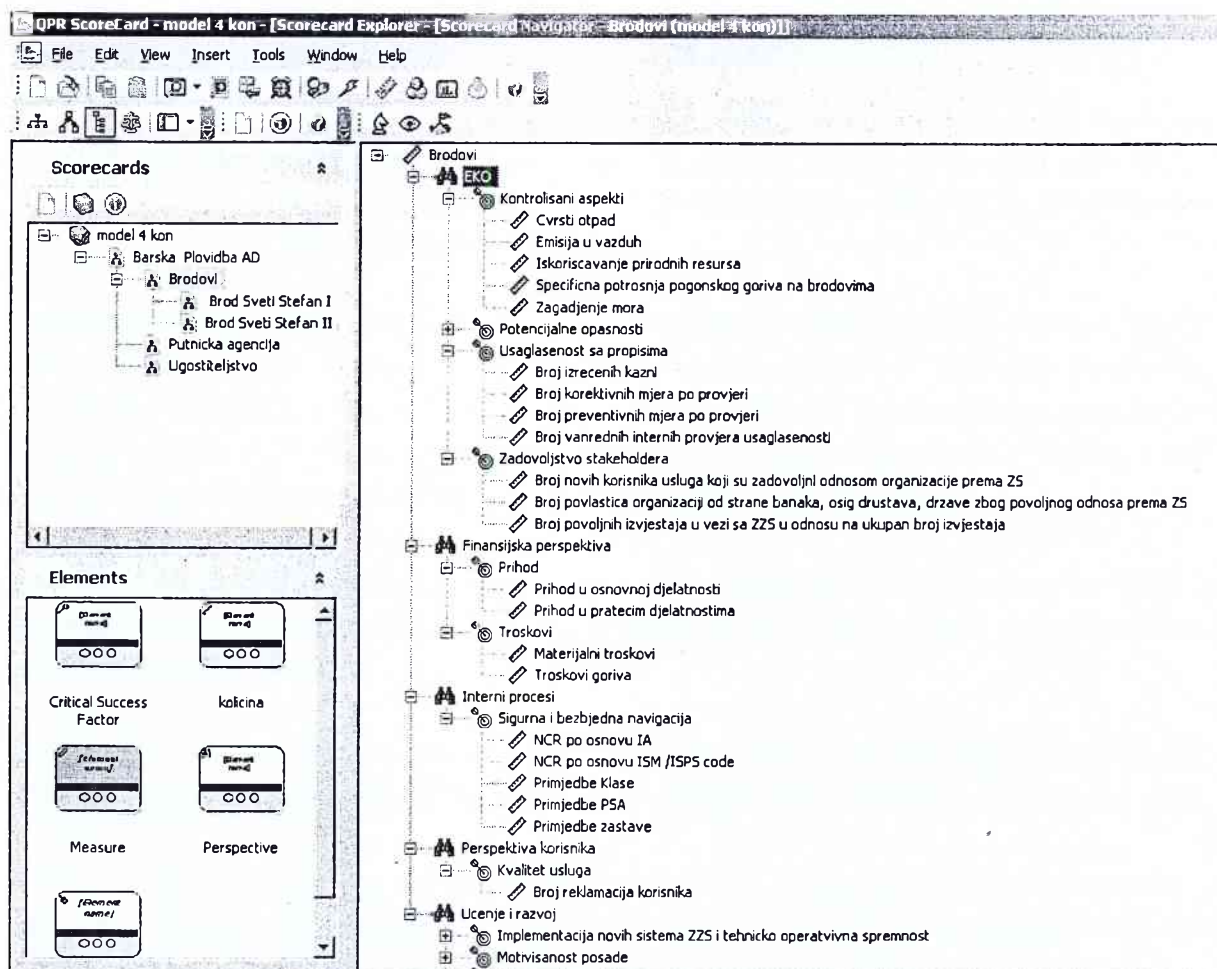
Da bi se u potpunosti ispoštovao pristup koji je literaturno preporučen u smislu uključivanja elemenata ZŽS u konvencionalni model BSC, to će se osim prethodno kreirana dva modela kreirati još 2 modela:

1. Model 3 koji odgovara pristupu uključivanja elemenata ZŽS u postojeće perspektive BSC – ovaj pristup odgovara Modelu 1 ali bez prateće EKO BSC i prikazan je na slici 7.40.



Slika 7.40 Model 3 Uključivanje elemenata ZŽS u postojeće perspektive konvencionalne BSC bez postojanja EKO BSC

2. Model 4 koji odgovara pristupu uključivanja elemenata ZŽS u novokreiranu perspektivu tzv. EKO - ovaj pristup odgovara Modelu 2 ali bez prateće EKO BSC i prikazan je na slici 7.41.



Slika 7.41 Model 4 Uključivanje elemenata ZŽS kreiranjem dodatne perspektive unutar konvencionalne BSC bez postojanja EKO BSC

Modeli 3 i 4 za razliku od Modela 1 i 2, kako je predstavljeno na slikama 7.40 i 7.41, sadrže ciljeve prenesene iz EKO BSC sa svim pripadajućim mjerama. Uključivanje ovih mjera u Modele 1 i 2 je izbjegnuto kako se nepotrebno ne bi uvećavala metrika što je potpuno opravdano zbog postojanja EKO BSC modela koji pruža uvid u sve neophodne performanse organizacije po pitanju zaštite životne sredine. Ove mjere je, ipak, neophodno uključiti u Modele 3 i 4 jer u sebi ne sadrže EKO BSC model, pa bi stoga uključivanje ciljeva bez pripadajućih mjera dovelo do nedovoljne definisanosti perspektiva i onemogućavalo bilo kakvo djelovanje u pravcu ostvarenja ciljnih vrijednosti. Strateške mape Modela 3 i 4 koje u radu uključuju samo strateške ciljeve perspektiva su u potpunosti analogne strateškim mapama Modela 1 i 2 pa stoga ovdje nijesu ni predstavljene.

Dakle, u ovom poglavlju su konačno formirana 4 modela odnosno pristupa u uključivanju metrike ZŽS u konvencionalni BSC model, i to:

- Model 1 i Model 2 koji sadrže EKO BSC modele orijentisane na zaštitu životne sredine sa različitim pristupima međusobnog povezivanja. Naime, Model 1 realizuje vezu sa EKO BSC modelom kroz postojeće 4 perspektive

dok se ta veza u Modelu 2 ostvaruje uglavnom kroz novokreiranu EKO perspektivu.

- Model 3 i Model 4 koji ne sadrže EKO BSC modele orjentisane na zaštitu životne sredine, nego opredijeljenost za ovu oblast djelovanja ostvaruju ili uključivanjem metrike u postojeće 4 perspektive (Model 3) ili kreiranjem nove tzv. EKO perspektive (Model 4).

Prethodnom detaljnom analizom pristupa uključivanja metrike zaštite životne sredine na bazi literaturnih izvora i naknadnim preispitivanjima u realnom poslovnom okruženju, kreirana su ukupno 4 moguća načina njihovog međusobnog povezivanja čime je hipoteza H1, koja se odnosi na to da je uključivanje ciljeva i mjera u BSC model moguće realizovati na bazi 4 modela, u potpunosti potvrđena.

Izbor najpovoljnijeg modela za implementaciju u organizaciji AD Barska plovdba će se realizovati na bazi ekspertskog ocjenjivanja, pa je shodno tome potrebno izvršiti njihovu uporednu analizu.

U tabeli 7.7 su prikazane razlike 4 kreirana modela BSC koji uključuju elemente ZŽS u organizaciji AD Barska plovdba kako bi se ukazalo na prednosti i nedostatke istih.

Prilikom određivanja broja mjera i ciljeva u tabeli 7.7 nijesu se uključivale mjere koje pripadaju drugom hijerarhijskom nivou jer su njihove vrijednosti uvrštene u viši nivo mjera jednostavnim sumiranjem. Takođe treba napomenuti da se u Modelima 1 i 3 kreirao poseban cilj ZŽS koji uvrštava 3 podcilja (kontrolisani aspekti, potencijalne opasnosti i usaglašenost sa propisima) za koja nijesu eksplicitno definisane mjere pa su se ovi podciljevi u tabeli vrednovali kao mjere. Analizirajući tabelu 7.7 uočava se da postoje prilične razlike između kreiranih modela. Naime, Modeli 1 i 2 sadrže EKO BSC pa stoga imaju i manji broj eko ciljeva i mjera eksplicitno uključenih u konvencionalni model BSC, dok su u Modelima 3 i 4 izabrani eko ciljevi i mjere direktno uvršteni. Ovim putem se ukupni broj ciljeva i mjera Modela 3 i 4 prilično povećava pri čemu je njihova povezanost u potpunosti zasnovana na modelima profitnih organizacija što bi odgovaralo konceptu održivog razvoja koji nije u potpunosti opravdan i primjenljiv za poslovanje organizacije AD Barska plovdba.

Takođe se u izgradnji EKO BSC modela izvršilo vrednovanje značajnosti ciljeva i mjera primjenom grupne AHP metode kako bi se utvrdila ključna mjesta na koja je moguće djelovati u cilju poboljšavanja rezultata poslovanja. Rezultati ovakvih mjerenja su uvršteni samo unutar Modela 1 i 2 na korporativnom nivou EKO BSC, a zatim su preneseni i na nivo konvencionalnog modela BSC u mjeri u kojoj je to bilo izvodljivo prilikom povezivanja.

Tabela 7.7 uporedna analiza 4 preporučena BSC modela

Modeli	Model 1												Model 2												Model 3				Model 4			
Karakteristike																																
Postojanje EKO BSC	Da												Da												Ne				Ne			
Postojanje perspektive budžeta	Da												Da												Ne				Ne			
Baza strateške mape	EKO BSC						BSC						EKO BSC						BSC						profitne organizacije							
	neprofitne organizacije						profitne organizacije						neprofitne organizacije						profitne organizacije													
Dodatna EKO perspektiva	Ne												Da												Ne				Da			
Broj eko ciljeva u scorecard-ama u odnosu na ukupan broj ciljeva	EKO BSC						BSC						EKO BSC						BSC						5/12 2/6							
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D												
	10	10	10	10	3/13	3/9	3/10	3/10	10	10	10	10	5/15	5/11	5/12	5/12	3/13	3/9	3/10	3/10	5/15	5/11	5/12	5/12								
	EKO BSC						BSC						EKO BSC						BSC													
Broj eko mjera u scorecard-ama u odnosu na ukupan broj mjera	EKO BSC						BSC						EKO BSC						BSC						17/26							
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D								
	33	34	21	29	7/27	8/21	5/15	8/18	33	34	21	29	4/24	5/18	2/12	5/15	10/32	11/24	6/6	11/21	19/39	20/33	10/20	17/26								
	EKO BSC						BSC						EKO BSC						BSC													
Broj povezanih ciljeva konvencionalne BSC sa eko ciljevima na istom nivou	BSC												BSC												BSC				BSC			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D								
	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	5	5	5	5	7	7	7	7								
	BSC												BSC												BSC				BSC			
Broj povezanih mjera konvencionalne BSC sa eko mjerama	BSC												BSC												BSC				BSC			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D								
	9	8	6	8	6	6	8	8	6	6	5	3	5	3	5	5	12	11	7	11	21	20	11	16								
	BSC												BSC												BSC				BSC			

Uključivanje koeficijenta značajnosti ciljeva u perspektivama dobijenih primjenom AHP	EKO BSC (korporativni nivo)	BSC (korporativni nivo)	EKO BSC (korporativni nivo)		BSC (korporativni nivo)	BSC	BSC
	Perspektiva internih procesa	Perspektiva internih procesa	Perspektiva internih procesa	Perspektiva stakeholdera	Perspektiva učenja i razvoja	Perspektiva učenja i razvoja	Nema primjene koeficijenta značajnosti u ciljevima
Uključivanje koeficijenta značajnosti mjera u ciljevima dobijenih primjenom AHP	Perspektiva stakeholdera	Perspektiva korisnika	Perspektiva učenja i razvoja	Perspektiva stakeholdera	Perspektiva učenja i razvoja	Perspektiva EKO	Nema primjene koeficijenta značajnosti u ciljevima
	Perspektiva internih procesa (svi ciljevi)	Perspektiva internih procesa (cilj ZŽS)	Perspektiva internih procesa (cilj ZŽS)	Perspektiva stakeholdera	Perspektiva internih procesa (svi ciljevi)	Perspektiva učenja i razvoja (Cilj: Implementacija novih sistema ZŽS)	Nema primjene koeficijenta značajnosti mjera u ciljevima
	Perspektiva stakeholdera (svi ciljevi)	Perspektiva korisnika (cilj: Zadovoljstvo stakeholdera)	Perspektiva učenja i razvoja (cilj: Implementacija novih sistema ZŽS)	Perspektiva stakeholdera (svi ciljevi)	Perspektiva internih procesa (svi ciljevi)	Perspektiva EKO (svi ciljevi)	Nema primjene koeficijenta značajnosti mjera u ciljevima
	Perspektiva učenja i razvoja (svi ciljevi)	Perspektiva učenja i razvoja (cilj: Implementacija novih sistema ZŽS)	Perspektiva učenja i razvoja (svi ciljevi)	Perspektiva stakeholdera (svi ciljevi)	Perspektiva učenja i razvoja (svi ciljevi)	Perspektiva EKO (svi ciljevi)	Nema primjene koeficijenta značajnosti mjera u ciljevima

Legenda:

A - Scorecard na korporativnom nivou

B - Scorecard na nivou Brodova

C - Scorecard na nivou Putničke agencije

D - Scorecard na nivou Ugostiteljstva

7.5 Zaključak

U ovom poglavlju je predstavljeno više pristupa u sistemu menadžmenta organizacijom AD Barska plovdba. Najprije je prikazan konvencionalni BSC model koji se odnosi na cjelokupno poslovanje u organizaciji, koji je samo u neznatnoj mjeri orijentisan na zaštitu životne sredine, pa se stoga pristupilo izradi EKO BSC modela koji je u potpunosti obuhvatio ovu problematiku. Naravno, EKO BSC model ne treba shvatiti kao zamjenu za ostale sisteme kao što je ISO 14000 i sistem SMS, već kao sistem koji pomaže promociji i unapređenju performansi ZŽS unutar procesa organizacije, jer je poznato da je BSC jako dobar u gajenju dijaloga na nivou top menadžmenta u dijelu usmjeravanja aktivnosti organizacije ka postavljenim strateškim ciljevima. EKO BSC model je u radu kreiran u skladu sa modelom BSC za neprofitne organizacije čija je osnova budžet potreban za ZŽS, što je svakako drugačiji pristup od onih literaturno poznatih pristupa koji su usmjereni na održivi razvoj a time i na ZŽS sa aspekta finansijskih prihoda do kojih oni dovode. Ovo za organizacije sa naših prostora svakako nije održiva koncepcija. Ipak, kako je u brojnoj literaturi navedeno da posebno kreiran EKO BSC model može postati periferan za menadžment organizacije, to je u ovom poglavlju posebna pažnja usmjerena na mogućnosti njihovog efektivnog povezivanja. Takva analiza je dovela do kreiranja dva modifikovana konvencionalna BSC modela:

- Model 1 koji sadrži EKO BSC model i koji je sa ovim povezan ključnim eko ciljevima i mjerama u okviru postojeće četiri perspektive (finansije, interni procesi, korisnici, učenje i razvoj).
- Model 2 koji takođe sadrži EKO BSC model i koji je sa ovim povezan ključnim eko ciljevima i mjerama koji su u konvencionalnom modelu uglavnom objedinjeni u okviru novokreirane tzv. EKO perspektive.

U cilju da se u potpunosti ispoštuju literaturom preporučeni pristupi uključivanja elemenata ZŽS u BSC model, kreirana su još dva modela koji ne sadrže cjelokupni EKO BSC već samo njihove ključne ciljeve i mjere:

- Model 3 koji je baziran na konvencionalnom modelu BSC za poslovanje AD Barska plovdba i u kojem su uključeni najvažniji eko ciljevi i mjere unutar postojeće četiri perspektive.
- Model 4 koji je baziran na konvencionalnom modelu BSC za poslovanje AD Barska plovdba i u kojem su najvažniji eko ciljevi i mjere objedinjeni u okviru pete tzv. EKO perspektive

Modeli 3 i 4 su ujedno najviše zastupljeni u praktičnoj implementaciji BSC koncepata ali su na osnovu iskustava menadžera ZŽS nedovoljno orijentisani na ovu problematiku.

U ovom poglavlju je, dakle, potvrđena hipoteza H1 koja se odnosi na to da je uključivanje ciljeva i mjera u BSC model moguće izvršiti njihovim međusobnim povezivanjem primjenom četiri modela, što se u određenoj mjeri razlikuje u odnosu na literaturno zastupljena tri pristupa koja su predstavljala polaznu osnovu za ovu analizu. Kreirani EKO BSC model je u radu zasnovan na funkcionisanju BSC modela neprofitnih organizacija, što je sa stanovišta poslovanja naših organizacija u

potpunosti opravdano iako predstavlja sasvim nov pristup koji nije razmatran u literaturi. Naime, ovako kreiran EKO BSC model je kao samostalan mnogo efektivniji u smislu mjerenja performansi ZŽS i njenog unapređivanja, a u radu je pokazano da je njegovo povezivanje sa konvencionalnim BSC modelom moguće i efektivno i efikasno realizovati čime je izbjegnuta mogućnost stvaranja paralelnih sistema menadžmenta.

U ovom poglavlju je izvršena detaljna analiza i poređenje izgrađenih BSC modela čime se pruža uvid u konkretne prednosti i nedostatke istih shodno razmatranoj problematici. Iako u praksi najzastupljenije rješenje podrazumijeva uključivanje EKO ciljeva i mjera u postojeće perspektive konvencionalnog modela ili eventualno njegovo proširivanje sa jednom EKO perspektivom, analiza urađena u ovom poglavlju u značajnoj mjeri može olakšati izbor jednog od četiri navedena pristupa svim organizacijama strateški opredijeljenim za zaštitu životne sredine.

Ipak, u cilju iznalaženja najefikasnijeg rješenja za poslovanje organizacije AD Barska plovidba koja zaštitu životne sredine definiše kao svoj strateški cilj, neophodno je izvršiti ekspertsku analizu i vrednovanje kreiranih modela na bazi podataka koje oni pružaju, čime će se dobiti ponderisana lista značajnosti modela u odnosu na razmatranu problematiku.

POGLAVLJE 8

VREDNOVANJE MODELA ZA UNAPREĐENJE ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

U poglavlju 7 su kreirana četiri Balanced Scorecard modela namijenjena cjelokupnom poslovanju organizacije AD Barska plovidba sa različitim orijentacijama na sistem upravljanja zaštitom životne sredine. U cilju izbora najpovoljnijeg modela za posmatranu profitno orijentisanu organizaciju, strateški orijentisanu na zaštitu životne sredine, potrebno je izvršiti vrednovanje efektivnosti i efikasnosti takvih modela sa aspekta unapređenja kako ekoloških tako i ostalih poslovnih performansi organizacije. Postupak vrednovanja (ocjenjivanja) modela nije moguće izvesti u realnim uslovima njihovog rada jer je neophodan prilično dug period za implementaciju svakog modela a samim tim i za ocjenjivanje njihove valjanosti pa će se pristupiti ispitivanju modela sa teorijskog i iskustvenog aspekta eksperata iz ovih oblasti. Naime, u vrednovanju modela će se analizirati rapoloživi standardi za ovu problematiku i njihovom primjenom u određenim oblastima uz ekspertsku podršku definisati upotrebna vrijednost svakog modela posebno, shodno razmatranoj problematici.

Ovakvim pristupom izabran model BSC koji uključuje elemente ZŽS, osim što predstavlja najpovoljnije rješenje za posmatranu organizaciju, istovremeno predstavlja i preporuku za izbor pristupa uključivanja elemenata ZŽS u konvencionalni model BSC, svim organizacijama čiji je makar jedan strateški pravac EKO orijentisan. Rješenje dobijeno ovakvim vrednovanjem predstavlja posljednju kariku u kreiranju konačnog modela unapređenja sistema upravljanja zaštitom životne sredine čija će forma biti predstavljena na samom kraju ovog poglavlja.

8.1 Analiza standarda primjenjivih za ocjenu BSC modela

Za ocjenu BSC modela neophodno je izvršiti analizu standarda za vrednovanje kvaliteta softverskih proizvoda. ISO standardi za ocjenu kvaliteta softvera su podijeljeni u dvije osnovne kategorije:

1. Standardi softverskih proizvoda - standardi primjenjivi na sami softverski proizvod

2. Standardi softverskih procesa - standardi primjenjivi na softverske procese čiji je proizvod softver.

U tabeli 8.1 [203] je predstavljena lista ISO standarda koji pripadaju prethodno definisanim kategorijama standarda za ocjenu kvaliteta softverskih proizvoda.

Tabela 8.1 Standardi za ocjenu softverskih proizvoda

Klasa	ISO standardi za ocjenu softverskih proizvoda
Standardi proizvoda	ISO/IEC 9126: Software product Quality Measurement
	ISO IEC 14598: Software product evaluation
	ISO 25051: Requirements for Quality of Commercial Off – The Shelf (COTS) Software product and Instructions for testing
	ISO 15026: System and Software Integrity Levels
	ISO 15910: Software User documentation Process
Standardi procesa	ISO 15504: Software process Assesment
	ISO 15939: Software measurement Process
	ISO 6592: Guideliness for the Documentation of Computer Based Application Systems
	ISO 18019: Gudelines for the Design and Preparation of Software User Documentation
	ISO 14102: Guidelines for the Evaluation and Selection of Case Tools

Priličan broj standarda je raspoloživ u oblasti ocjenjivanja kvaliteta softverskih proizvoda. Ipak imajući u vidu specifičnost modela kreiranih u poglavlju 7 ovog rada, većina standarda iz tabele 8.1 ne bi imala upotrebnju vrijednost u njihovom vrednovanju.

Grupa standarda označena u tabeli 8.1 kao "*standardi procesa*" su prevashodno orjentisani na vrednovanje softverskih procesa u cilju poboljšanja njihove efektivnosti i efikasnosti kako bi se postigle uvijek iste ili bolje performanse u toku njihovog rada. Kako će se kreirani modeli testirati van stvarnih uslova rada, ovi standardi u tom pogledu neće biti primjenjivi tako da će se razmatrati samo oni koji pripadaju kategoriji "standardi proizvoda".

Standard ISO 15910 se odnosi na dokumentaciju za kreirani softver pa nije od velikog značaja za vrednovanje modela definisanih u ovom radu. Standard ISO 15026 predstavlja administrativnu i tehničku podršku u oblasti kreiranja i korišćenja softverskih proizvoda, a standard ISO 25051 pruža korisniku sigurnost da je softverski proizvod kreiran u skladu sa unaprijed zahtijevanim i definisanim performansama tako da ni oni ne mogu biti relevantni za razmatranu problematiku. Najčešće korišćeni standardi u ocjeni razvijanih ili gotovih softverskih proizvoda su ISO/IEC 9126 i ISO/IEC 14598 koji i najviše odgovaraju modelima BSC kreiranim u poglavlju 7.

8.2 Analiza primjenjivosti standarda ISO/IEC 9126 za ocjenu BSC modela

Svrha vrednovanja kvaliteta softvera jeste da pruži podršku razvoju i prihvatanju softverskih proizvoda kako bi se izašlo u susret korisnikovim potrebama. Zahtjevi serije standarda ISO/IEC 9126 se koriste kao uputstvo za testiranje kvaliteta softvera i obuhvataju 4 cjeline, i to:

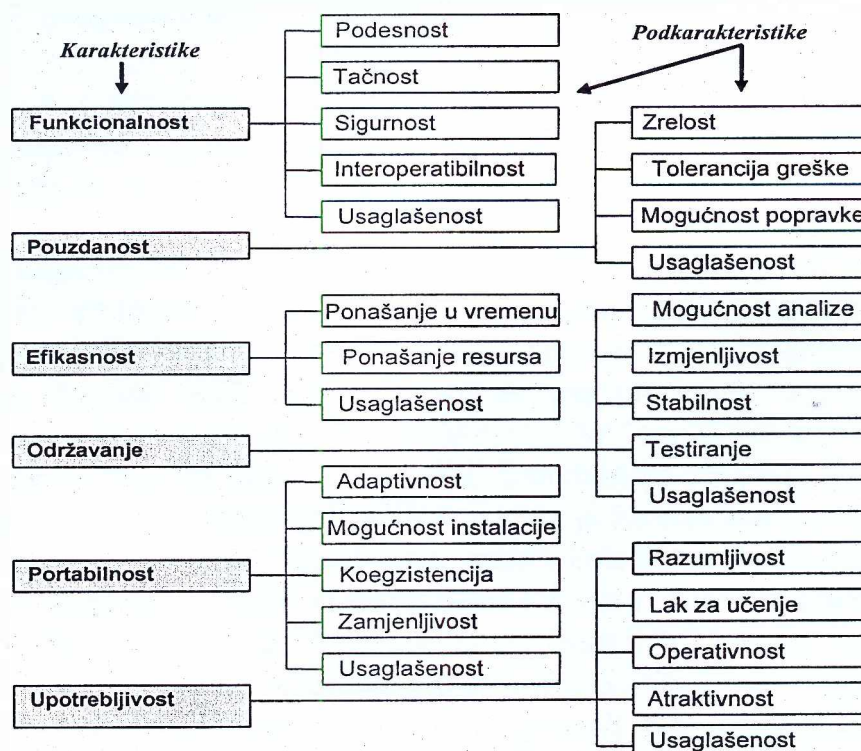
1. ISO/IEC 9126-1:2001 Inženjering softvera - Kvalitet proizvoda, Dio 1: Kvalitet modela [62]
2. ISO/IEC TR 9126-2:2003 Inženjering softvera - Kvalitet proizvoda, Dio 2: Eksterne mjere [204]
3. ISO/IEC TR 9126-3:2003 Inženjering softvera - Kvalitet proizvoda, Dio 3: Interne mjere [205]
4. ISO/IEC TR 9126-4:2004 2003 Inženjering softvera - Kvalitet proizvoda, Dio 4: Mjere kvaliteta u upotrebi [206]

Prvi dio ovog standarda ISO/IEC 9126–1 Kvalitet modela, je orjentisan na dvije kategorije kvaliteta za ocjenu softverskog proizvoda:

1. Interni i eksterni kvalitet modela
2. Kvalitet modela u upotrebi

Interni i eksterni kvalitet modela

Interni i eksterni kvalitet modela je definisan sa 6 osnovnih kriterijuma (karakteristika) koji su dalje podijeljeni u 27 potkriterijuma (potkarakteristika) kako je prikazano na slici 8.1 [62, 208].



Slika 8.1 Ocjena softvera sa aspekta internog i eksternog kvaliteta

Model vrednovanja internog i eksternog kvaliteta prikazan slikom 8.1 je u potpunosti prilagodljiv za sve vrste softvera, kompjuterskih programa kao i skupina podataka u organizacijama. Dakle, svaki kriterijum je definisan kroz 4-5 potkriterijuma koje bliže opisuju njihovu osnovnu svrhu deklarisanu standardom ISO/IEC 9126-1 kako slijedi:

Funkcionalnost softverskog proizvoda predstavlja njegovu mogućnost da zadovolji zahtjeve korisnika u određenim uslovima primjene. Za bliže vrednovanje ovog kriterijuma, definisani su i potkriterijumi: podesnost, tačnost, sigurnost, interoperabilnost, usaglašenost.

Pouzdanost predstavlja sposobnost softvera da ostvari tražene nivoe performansi pod određenim uslovima za određeno vrijeme. Potkriterijumi su: raspoloživost, tolerancija na greške, mogućnost popravke, usaglašenost.

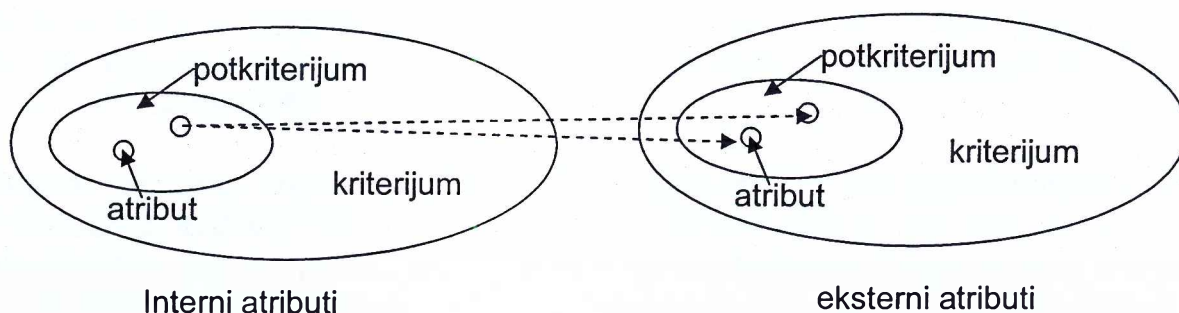
Efikasnost softvera se odnosi na vezu između nivoa performansi softvera i upotrijebljenih resursa u određenim uslovima. Potkriterijumi koji preciznije definišu ovu kategoriju su: ponašanje u vremenu, korišćenje resursa, usaglašenost.

Održavanje se odnosi na mogućnost softvera da pretrpi određene potrebne izmjene. Izmjene uključuju korekcije, unapređenja, prilagođavanja novom okruženju,... Potkriterijumi su: mogućnost analize, izmjenjivost, stabilnost, testiranje, usaglašenost.

Portabilnost (prenosivost) se odnosi na sposobnost softvera da se koristi za istu svrhu u drugom okruženju. U skladu sa ovim definisani su i potkriterijumi koji bliže objašnjavaju ovaj kriterijum: adaptivnost, mogućnost instalacije, koegzistencija, zamjenljivost, usaglašenost.

Upotrebljivost predstavlja individualnu procjenu o upotrebljivosti softvera pod određenim uslovima i uopšte razumljivost i lakoću njegovog korišćenja. Potkriterijumi su: razumljivost, lakoća učenja, operativnost, atraktivnost, usaglašenost.

Ispitivanje usaglašenosti softverskog proizvoda primjenom ovog kvaliteta modela je moguće izvršiti vrednovanjem u odnosu na potkriterijume i kriterijume kvaliteta ili pak samo u odnosu na kriterijume kvaliteta ako su oni u potpunosti jasni ocjenjivačima. Nekada nije moguće vršiti ispitivanje softverskog proizvoda u odnosu na sve kriterijume i/ili potkriterijume definisane ovim standardom ali se zato moraju pružiti adekvatna opravdanja za takva izuzimanja. Standardom ISO/IEC 9126-1 opisano vrednovanje internog i eksternog kvaliteta modela je kategorisano u tri hijerarhijska nivoa kriterijuma (slika 8.2). Najviši nivo sadrži kriterijume kvaliteta, srednji nivo potkriterijume, a najniži atribut odnosno mjere kvaliteta. Tehnički standardi ISO/IEC TR 9126-2 i ISO/IEC TR 9126-3 pružaju opise eksternih i internih mjera odnosno atributa za svaki potkriterijum kvaliteta. Izbor dovoljnog broja ovih mjera (atributa) je obavezan za ocjenjivača kako bi on u potpunosti bio upoznat sa suštinskim značenjem svakog potkriterijuma u cilju što objektivnijeg vrednovanja.



Slika 8.2 Korelacija kriterijuma, potkriterijuma i atributa

Kako bi se razumjele prethodno opisane korelacije, neophodno je definisati ključne pojmove [62, 204, 205]:

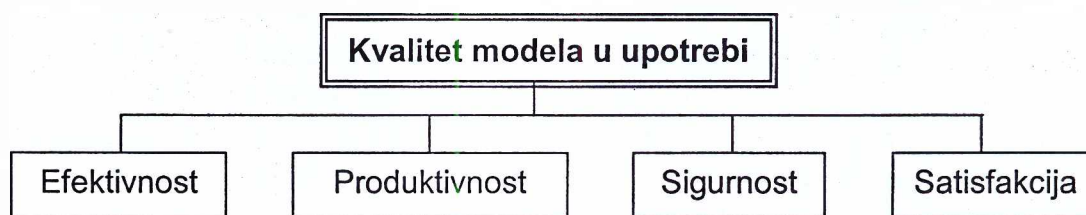
Interne mjere su rane mjere koje se koriste kao indikatori predviđanja ponašanja softverskog proizvoda u uslovima testiranja i rada u određenom okruženju. Ove mjere su od velike važnosti za one koji razvijaju softver i mogu da ukažu na vrijednosti eksternih mjera koje, pak, mnogo više govore o valjanosti softvera u konkretnim radnim uslovima. Ove mjere su dakle više relevantne za one koji razvijaju softver. Standard ISO/IEC TR 9126-3:2003 [205] je dao predloge nekih ovih mjera, ali se svakako može odstupiti od njih u situacijama kada se za to ukaže potreba.

Eksterne mjere predstavljaju eksternu perspektivu kvaliteta softvera u vremenu njegove upotrebe. Ove mjere su relevantnije za korisnike softvera jer ukazuju na njegovo ponašanje u operativnoj fazi i fazi provjere. Standard ISO/IEC TR 9126-2:2003 [204] je dao predloge eksternih mjera sa mogućnošću odstupanja od njih za pojedine situacije.

Dakle, svaki kriterijum odnosno potkriterijum internog i eksternog kvaliteta softvera u okviru standarda ISO/IEC TR 9126-2 i ISO/IEC TR 9126-3 ima predlog relevantnih mjera čija upotreba zavisi od faze izgradnje softvera.

Kvalitet modela u upotrebi

Kvalitet modela u upotrebi definisan standardom ISO/IEC 9126-1 je prikazan na slici 8.3 [62, 203, 207].



Slika 8.3 Ocjena softvera sa aspekta kvaliteta u upotrebi

Kvalitet modela u upotrebi je opisan kroz četiri kategorije koje predstavljaju korisnikov pogled na kvalitet softvera. Primjeri mjera ovih kategorija su dati standardom ISO/IEC TR 9126-4:2004 [206].

Interne, eksterne i mjere kvaliteta u upotrebi opisane tehničkim standardima ISO/IEC TR 9126-2, ISO/IEC TR 9126-3, ISO/IEC TR 9126-4 kreiraju međusobne uzročno-posljedične veze što podrazumijeva da je uslov za dostizanje željenog nivoa kvaliteta u upotrebi prevashodno zadovoljenje kriterijuma internih a zatim i eksternih mjera.

Prethodno opisani tehnički standardi sadrže:

- objašnjenje primjene mjera kvaliteta softvera,
- set mjera za svaki potkriterijum,
- primjere primjene mjera tokom životnog ciklusa softverskog proizvoda.

Ovi tehnički standardi ipak ne definišu granične vrijednosti mjera niti stepene potrebne usaglašenosti, jer to svakako zavisi od prirode i kategorije softvera kao i od uslova za koje je kreiran, pa se stoga samom ocjenjivaču ostavlja sloboda za definisanje ovih vrijednosti shodno uslovima i potrebama rada softvera.

8.3 Analiza primjenjivosti standarda ISO/IEC 14598 za ocjenu BSC modela

ISO organizacija je izdala i seriju standarda ISO/IEC 14598 Vrednovanje softverskog proizvoda kao podršku primjeni standarda ISO/IEC 9126. Dakle, standard ISO/IEC 9126 definiše generalnu svrhu kvaliteta modela, kriterijume kvaliteta i daje primjere mjera, dok ISO/IEC 14598 daje uputstvo i redosljed aktivnosti u procesu evaluacije softverskih proizvoda.

Serijski standard ISO/IEC 14598 [63] pruža uputstvo i zahtjeve koje treba ispuniti u procesu vrednovanja softverskog proizvoda za tri različite situacije:

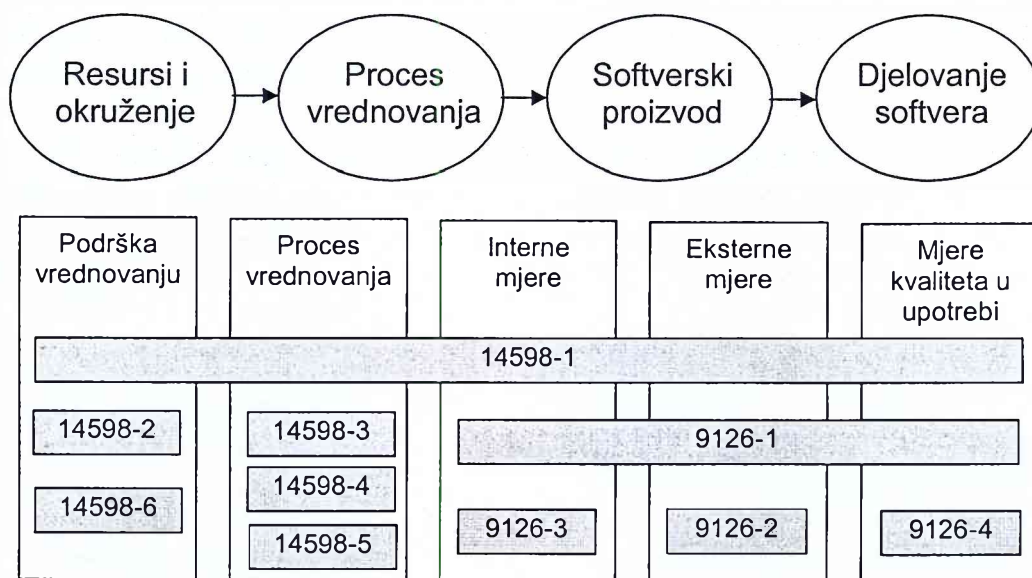
- Razvoj
- Usvajanje
- Nezavisno ocjenjivanje

Ova serija standarda sadrži 6 cjelina:

1. ISO/IEC 14598 – 1: Opšte odredbe
2. ISO/IEC 14598 – 2: Planiranje i menadžment
3. ISO/IEC 14598-3: Procesi za razvijanje softvera
4. ISO/IEC 14598-4: Procesi prikupljanja
5. ISO/IEC 14598-5: Procesi za ocjenjivače
6. ISO/IEC 14598-6: Dokumentacija za vrednovanje

ISO/IEC 14598-1 se odnosi na pregled i sadržaj ciljeva, termina kao i ilustraciju veza između ostalih pet cjelina standarda. Takođe ukazuje na vezu između standarda ISO/IEC 9126-1 i serije ISO/IEC 14598 i pri tome daje okvir i smjernice za

vrednovanje kvaliteta svih vrsta softverskih proizvoda. Korelacija standarda ISO/IEC 9126 i ISO/IEC 14598 je najbolje opisana slikom 8.4 [62].



Slika 8.4 Veze između standarda ISO/IEC 9126 i ISO/IEC 14598

Sa slike 8.4 se uočava da standard *ISO/IEC 14598-1: Opšte odredbe* u potpunosti pokriva cjelokupni proces vrednovanja softverskih proizvoda u pogledu samog postupka, ali se pri tome oslanja na kvalitet modela definisan standardom *ISO/IEC TR 9126-1* u smislu kriterijuma koje treba vrednovati.

Standard *ISO/IEC 14598-2: Planiranje i menadžment* sadrži detalje o planiranju i upravljanju zahtjevima koje bi organizacijama trebale da obezbijede uspjeh procesa evaluacije.

Standard *ISO/IEC 14598-3: Procesi za razvijanje softvera* se koriste za primjenu koncepta definisanog standardom *ISO/IEC 9126* i standardom *ISO/IEC 14598-1,2,...6*. On daje preporuke i zahtjeve za praktično vrednovanje softverskih proizvoda u toku njegovog razvijanja.

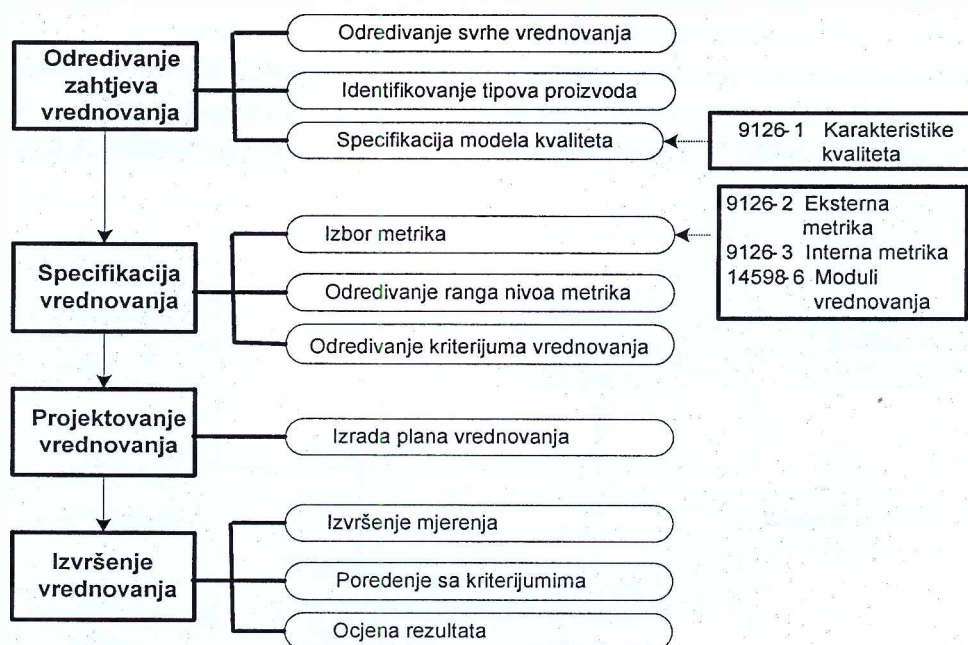
Standard *ISO/IEC 14598-4: Procesi prikupljanja* sadrži zahtjeve, preporuke i uputstva za sistematično mjerenje, izvođenje i vrednovanje kvaliteta softverskog proizvoda. Proces vrednovanja objašnjen u ovom standardu pruža pomoć u procesu odlučivanja prilikom prihvatanja ili odbijanja jednog proizvoda ili u slučaju izbora između više proizvoda.

Standard *ISO/IEC 14598-5: Procesi za ocjenjivače* definiše zahtjeve i preporuke za realizaciju vrednovanja softverskog proizvoda po standardu *ISO/IEC 9126-1* pri čemu obezbjeđuje pouzdanost u rezultate vrednovanja. Proces vrednovanja objašnjen u ovom dijelu serije standarda definiše aktivnosti koje su neophodne za analizu

postavljenih zahtjeva, i na taj način zaključuje vrednovanje bilo kojeg tipa softverskog proizvoda.

Posljednji šesti dio serije standarda ISO/IEC 14598: *Dokumentacija za vrednovanje* razjašnjava i definiše sadržaj, formu i strukturu dokumentacije koja se koristi za ilustraciju modela vrednovanja.

Postupak vrednovanja softvera prezentiran standardom ISO/IEC 14598-1 podrazumijeva da je u cilju vrednovanja kvaliteta softvera najprije potrebno utvrditi zahtjeve a zatim specificirati, dizajnirati i izvršiti sami proces kako je prikazano na slici 8.5 [63].



Slika 8.5 Proces vrednovanja (ocjenjivanja) softverskih proizvoda

Proces vrednovanja je predstavljen kroz četiri ključne faze, i to:

- Određivanje zahtjeva vrednovanja,
- Specifikacija vrednovanja,
- Projektovanje vrednovanja,
- Izvršenje vrednovanja,

u okviru kojih su detaljnije razrađene pojedine podfaze odnosno aktivnosti kao i veze sa drugim standardima koje pospješuju njihovu realizaciju. Najvažnije aktivnosti procesa vrednovanja iziskuju detaljniju analizu sa aspekta BSC modela kreiranih u radu.

Svrha vrednovanja gotovog proizvoda sa aspekta kvaliteta može biti [63]:

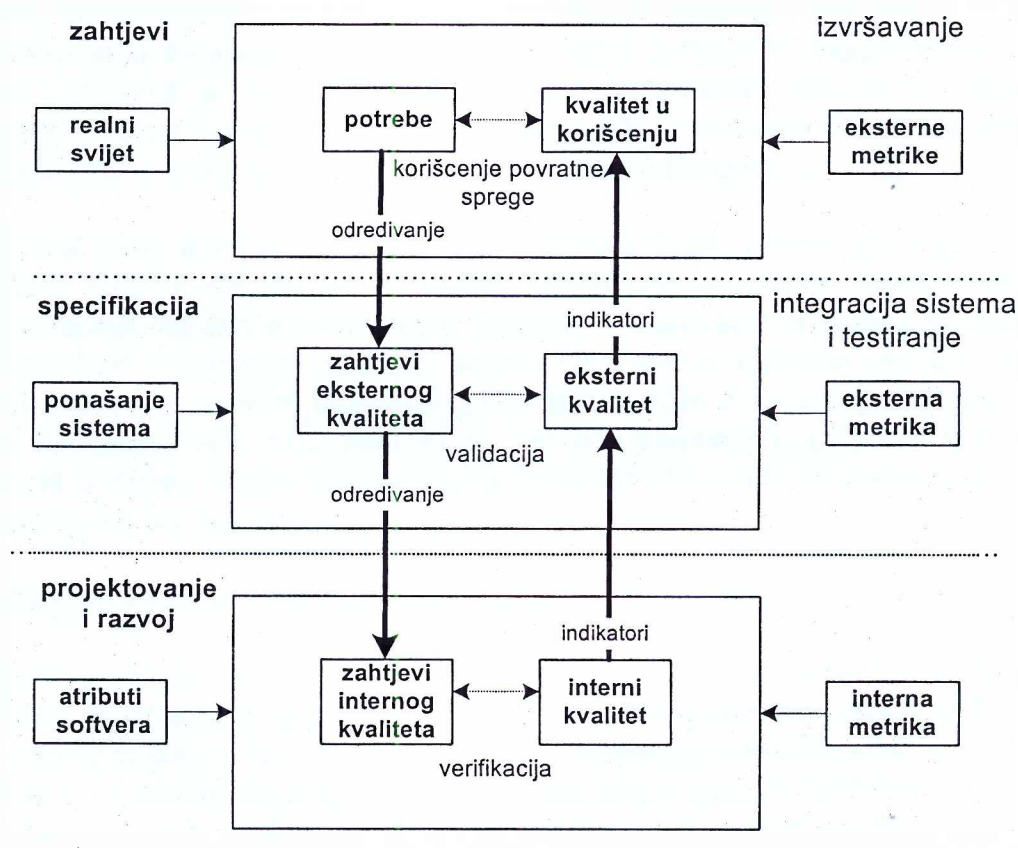
1. Odluka o prihvatanju proizvoda
2. Odluka o tome kada odustati od proizvoda
3. Poređenje proizvoda sa odgovarajućim drugim proizvodima
4. Izbor između više proizvoda

5. Ocjenjivanje pozitivnih i negativnih osobina proizvoda u upotrebi
6. Odluka o zamjeni proizvoda

U radu su kreirana četiri BSC modela koji uključuju elemente ZŽS pri čemu je osnovni cilj izabrati najpovoljnije rješenje i stoga problem koji se ovim radom razmatra predstavlja problem izbora između više proizvoda (stavka 4).

Identifikacija tipova proizvoda koji će se vrednovati

Tip međuproizvoda ili finalnog softverskog proizvoda koji se ocjenjuje zavisi od stadijuma njegovog životnog ciklusa i svrhe ocjenjivanja, kako je predstavljeno na slici 8.6 [63]. Sa slike se uočavaju tri faze životnog ciklusa proizvoda, i to faza projektovanja i razvoja koja podrazumijeva ocjenu softvera samo sa aspekta internih mjera, zatim faza integracije i testiranja gdje se vrednovanje vrši primjenom eksternih mjera i faza izvršavanja koja osim eksternih mjera sadrži i mjere kvaliteta u upotrebi.



Slika 8.6 Vrednovanje softverskog proizvoda u različitim fazama životnog ciklusa

Dakle, izbor metrike zavisi od faze u životnom ciklusu softvera u kojoj se vrši vrednovanje. Interna metrika se primjenjuje u fazi projektovanja, dok se eksterna metrika primjenjuje u fazi kada se softver može testirati i probati.

Interne mjere mogu biti primjenjive i za softverski proizvod koji nije u upotrebi tokom njegove razvojne faze pri čemu omogućuju korisniku da mjeri kvalitet u toku faze razvoja softvera kao i da predvidi kvalitet samog finalnog proizvoda [205]. Veoma je

važno da atributi internog kvaliteta softvera budu povezani sa eksternim zahtjevima kvaliteta tako da kriterijumi kvaliteta softverskog proizvoda koji se razvijaju mogu biti vrednovani uvažavajući potrebe kvaliteta finalnog proizvoda.

Eksterne mjere mogu biti korišćene za mjerenje kvaliteta softverskog proizvoda vrednovanjem njegovog ponašanja u okviru sistema. Upotreba ovih mjera je izvodljiva jedino ako se mjerenje odvija u okruženju i pod uslovima pod kojima će se softver upotrebljavati.

Ako nijesu ispunjeni zahtjevi eksternog kvaliteta, rezultat vrednovanja se može koristiti kao povratna sprega za modifikovanje softverskih kriterijuma kako bi se unaprijedio eksterni kvalitet kroz iterativni proces unapređenja.

Mjere kvaliteta u upotrebi su realističke mjere i odnose se samo na vrednovanje softvera u realnim uslovima njegovog funkcionisanja [206].

Kvalitet u upotrebi je kombinacija efekata relevantnih kriterijuma kvaliteta na korisnika. Za vrednovanje kvaliteta u upotrebi softverskog proizvoda, neophodno je utvrditi potrebe korisnika u određenom hardversko-softverskom okruženju. Ovo je od izuzetnog značaja imajući u vidu da softver koji u jednom okruženju ima dobre karakteristike ne znači da će iste rezultate postići i u drugom.

Što se tiče četiri BSC modela koji se analiziraju ovim radom, situacija je donekle specifična. Naime, svi modeli su u fazi razvoja, pa se, dakle, vrednovanje može izvoditi u skladu sa zahtjevima interne metrike. S druge strane modeli su snabdjeveni podacima koji odgovaraju realnom stanju tako da je moguće izvršiti i testiranje sistema u donekle realnim uslovima, pa je za ovu fazu relevantna eksterna metrika. Modeli se, ipak, neće moći testirati sa aspekta kvaliteta u upotrebi već će se to realizovati u nekim daljim istraživanjima nakon implementacije izabranog modela u organizaciji AD Barska plovidba.

Specifikacija kvaliteta modela

Prvi korak u vrednovanju softvera predstavlja izbor relevantnih kriterijuma kvaliteta. Prethodno je opisan kvalitet modela preporučen standardom ISO/IEC 9126-1 koji pruža veoma opsežnu ček listu kriterijuma i potkriterijuma kvaliteta za ocjenu softvera pri čemu se svakako dozvoljava u određenim situacijama i djelimična izmjena ovih kategorija, jer svaki softverski proizvod i uslovi pod kojima on funkcionise su po nečemu specifični.

Proces vrednovanja (evaluacije)

Izbor mjera

Svaki interni i eksterni atribut softvera koji se može kvantifikovati, a koji je u korelaciji sa kriterijumom softvera, treba da bude definisan kao mjera. Izbor mjera svakako zavisi od faze u kojoj softver egzistira. Svaka mjera mora imati rangove tj. vrijednosti koje su prihvatljive i koje nijesu za tu mjeru što je zahtijevano tačkom 8.2 standarda

ISO/IEC 14598-1. Predlozi eksternih mjera su dati u standardu ISO/IEC TR 9126-2, a predlozi internih mjera u standardu ISO/IEC TR 9126-3.

Određivanje kriterijuma za ocjenu

Ova faza podrazumijeva sumiranje odnosno kombinaciju svih ocjena različitih karakteristika i utvrđivanje kriterijuma po kojima bi se vršilo rangiranje i prihvatanje softverskih proizvoda.

Projektovanje procesa vrednovanja

Projektovanje procesa vrednovanja podrazumijeva definisanje plana ili izbora neke od tehnika koje podržava ovaj standard a po kojem će se odvijati sami proces vrednovanja.

Izvršenje vrednovanja

U ovoj ključnoj fazi se vrši proces vrednovanja kroz poređenje kriterijuma, potkriterijuma i mjera do dobijanja konačne ocjene valjanosti softverskog proizvoda.

Dakle standard ISO/IEC 14598 u potpunosti opisuje proces vrednovanja softverskih proizvoda uz preporuku primjene standarda ISO/IEC 9126 u određenim ključnim fazama.

Prethodno opisani proces evaluacije softvera je kompatibilan sa MCDM metodama odlučivanja (obrađenim u poglavlju 4) u kojem se vrši vrednovanje elemenata jednog nivoa u odnosu na element višeg nivoa. MCDM metode pružaju preporuke za definisanje rangova pojedinih mjera a konačna ocjena svih ponuđenih alternativa se vrši tzv. sintezom rješenja uz obaveznu ocjenu stepena konzistentnosti.

Dakle MCDM metoda koja je kompatibilna sa procesom evaluacije softverskih proizvoda opisanim standardom ISO/IEC 14598, uz definisanje kriterijuma i potkriterijuma na način kako je to opisano standardom ISO/IEC 9126, može obezbijediti pouzdano vrednovanje kvaliteta bilo kojeg tipa softverskog proizvoda.

8.4 Vrednovanje BSC modela uz primjenu standarda ISO/IEC 9126 i ISO/IEC 14598

Referentni standard za ocjenu BSC modela kreiranih u ovom radu je svakako ISO/IEC 9126 koji podrazumijeva vrednovanje softverskih proizvoda kroz procjenu internog i eksternog kvaliteta modela i kvaliteta modela u upotrebi.

Vrednovanje četiri BSC modela će se vršiti samo primjenom internog i eksternog kvaliteta modela tj. na osnovu 6 kriterijuma i njima pripadajućih 27 potkriterijuma, dok je vrednovanje "*kvaliteta softvera u upotrebi*" predviđeno za neka dalja istraživanja nakon implementacije izabranog BSC modela.

Standard ISO/IEC 9126 dozvoljava izuzimanje nekih kriterijuma i potkriterijuma u procesu vrednovanja uz opravdana obrazloženja. Ipak, da bi se što preciznije definisalo značenje potkriterijuma, potrebno je izvršiti analizu tehničkih standarda ISO/IEC TR 9126-2 i ISO/IEC TR 9126-3 koji preporučuju relevantne eksterne i interne mjere. Naime, standardi ISO/IEC TR 9126-2 i ISO/IEC TR 9126-3 za svaki potkriterijum kvaliteta predlažu interne i eksterne mjere koje dodatno pojašnjavaju njihovu važnost i značenje, ali ne obavezuju na primjenu kao ni standard ISO/IEC 9126-1 jer je, ipak, svaki softverski proizvod specifičan i po dizajnu i po uslovima djelovanja.

U tabeli 8.2 [204, 205, 213] su za svaki kriterijum i njemu pripadajući potkriterijum iz tablica tehničkih standarda prikazane po jedna interna i eksterna mjera koja sa aspekta vrednovanja modela u ovom radu najbolje oslikava svoj nadređeni elemenat.

Tabela 8.2 Interne i eksterne mjere u odnosu na kriterijume

Kriterijum	Potkriterijum	Interna mjera	Eksterna mjera
Funkcionalnost	Podesnost	Da li je korektno izvedeno uključivanje potrebnih funkcija?	Kakva je stabilnost funkcija u fazi obavljanja operacija?
	Tačnost	Koliko precizno su definisani podaci?	Da li se dobijaju neprecizni podaci u radu?
	Sigurnost	Kako se kontroliše pristup sistemu i onemogućava manipulacija podacima?	Koliko često se dešava manipulacija podacima?
	Interoperabilnost	Da li su dobro uspostavljene veze između podataka?	Koliko se korektno izvodi razmjena podataka u toku rada?
	Usaglašenost	Da li je ostvarena usaglašenost sa važećim regulativama i standardima?	Da li je ostvarena usaglašenost sa važećim regulativama i standardima?
Pouzdanost	Raspoloživost (Zrelost)	Koliko je grešaka uočeno i korigovano u posmatranom proizvodu?	Koliko problema postoji koji mogu izazvati greške u budućem radu?
	Tolerancija na greške	Koliko na softver utiče nekorektno definisanje veza?	Koliko često dolazi do otkaza sistema u toku rada, odnosno nemogućnosti da odgovori na tražena pitanja?
	Mogućnost popravke	Koliko je sistem sposoban poslije nekih nepredviđenih operacija?	Koliko je sistem sposoban da odgovori u toku rada na sva zahtijevana pitanja?
	Usaglašenost	Kakva je usaglašenost pouzdanosti sistema sa važećom regulativom i standardima?	Kakva je usaglašenost pouzdanosti sistema sa važećom regulativom i standardima?
Upotrebljivost	Razumljivost	Koliko je veza razumljivo korisnicima za upotrebu?	Koliko korisnika pravilno upotrebljava definisane funkcije?
	Lakoća učenja	Koliko je funkcija jasno objašnjeno korisnicima?	Koliko je korisnicima potrebno vremena da nauče sve funkcije softvera?

Tabela 8.2 (nastavak)

Kriterijum	Potkriterijum	Interna mjera	Eksterna mjera
Upotrebljivost	Operativnost	Koliko funkcija može biti izmijenjeno tokom rada?	Da li korisnik može lako unositi podatke?
	Atraktivnost	Koliko je atraktivan i odgovarajući interfejs?	Koliko je atraktivan i odgovarajući interfejs?
	Usaglašenost	Da li je ostvarena usaglašenost sa važećim regulativama i standardima?	Da li je ostvarena usaglašenost sa važećim regulativama i standardima?
Efikasnost	Ponašanje u vremenu	Koliko je predviđeno vrijeme obavljanja specifičnog zadatka?	Koliko je vrijeme potrebno za obavljanje nekog specifičnog zadatka?
	Iskorišćenost resursa	Koliko je resursa neophodno za izvođenje operacija (memorija,...)?	Da li je softver sposoban za izvođenje operacija sa očekivanim kapacitetom i resursima?
	Usaglašenost	Kakva je usaglašenost efikasnosti sistema sa važećom regulativom i standardima?	Kakva je usaglašenost efikasnosti sistema sa važećom regulativom i standardima?
Pogodnost za održavanje	Mogućnost analize	Koliko su dobre funkcije koje obezbjeđuju dijagnosticiranje grešaka?	Da li korisnik može lako identifikovati i otkloniti greške?
	Izmjenjivost	Da li je proces izmjena softvera jednostavan ?	Da li korisnikovi problemi mogu biti adekvatno riješeni u prihvatljivom vremenu?
	Stabilnost	Da li određene modifikacije utiču na stabilnost softvera?	Da li se softver nakon procesa održavanja može koristiti bez grešaka?
	Testiranje	Kakva je mogućnost testiranja softvera?	Da li korisnik može lako izvesti operativno testiranje softvera?
	Usaglašenost	Kakva je usaglašenost održavanja sistema sa važećom regulativom i standardima?	Kakva je usaglašenost održavanja sistema sa važećom regulativom i standardima?
Prenosivost	Adaptivnost	Kolika je mogućnost prilagođavanja proizvoda organizacionim i drugim promjenama?	Da li se sa stanovišta korisnika softver može jednostavno prilagoditi promjenama u okruženju?
	Mogućnost instalacije	Kakva je fleksibilnost softvera u smislu instalisanja u određenom okruženju?	Da li korisnici može jednostavno instalirati softver u određenom okruženju?
	Koegzistencija	Kakva je mogućnost povezivanja ovog softvera sa drugim proizvodima bez lošeg međusobnog uticaja?	Koliko često se dešavaju neke greške prilikom povezivanja sa drugim proizvodima?
	Zamjenljivost	Koliko funkcija mora ostati nepromijenjeno u softverskom proizvodu?	Da li dodavanje novih elemenata obezbjeđuje istu funkcionalnost sa stanovišta korisnika?
	Usaglašenost	Kakva je usaglašenost prenosivosti sistema sa važećom regulativom i standardima?	Kakva je usaglašenost prenosivosti sistema sa važećom regulativom i standardima?

Analizom brojnih literaturnih izvora uočava se da se u vrednovanju i izboru softverskih proizvoda uglavnom kao podrška koriste neke od MCDM metoda koje podržavaju pristup opisan standardom ISO/IEC 14598-1.

Naime, u radovima [209, 210, 211, 212] je primijenjen AHP (MCDM metod opisan u poglavlju 4) metod u postupku vrednovanja softverskih proizvoda pri čemu su kriterijumi za ocjenu bazirani na preporukama standarda ISO/IEC 9126-1. Neki autori vrednovanje vrše samo na bazi 6 osnovnih kriterijuma, dok drugi ipak koriste i ostalih 27 potkriterijuma u izboru softverskog proizvoda.

U ovom radu će se prilikom izbora najpovoljnijeg BSC modela koji uključuje elemente ZŽS za organizaciju AD Barska plovdba, s obzirom na složenost problema, primijeniti grupna AHP metoda vrednovanja bazirana na 6 kriterijuma i 27 potkriterijuma [213].

Proces vrednovanja će se realizovati u dvije paralelne sesije od strane dva tima:

1. Tim 1 čiji će članovi biti eksperti iz oblasti ZŽS i BSC-a, a koji nijesu zaposleni u organizaciji AD Barska plovdba
2. Tim 2 čiji će članovi biti kompetentni kadrovi iz top menadžmenta organizacije AD Barska plovdba (uključujući i menadžera ZŽS)

Tim 1 će vršiti vrednovanje kriterijuma (ukupno 6) i potkriterijuma (ukupno 27) kvaliteta na osnovu internih mjera u cilju ocjenjivanja sposobnosti softverskog proizvoda da zadovolji zahtjeve i potrebe organizacije sa aspekta unapređenja poslovnih i ekoloških performansi u organizaciji.

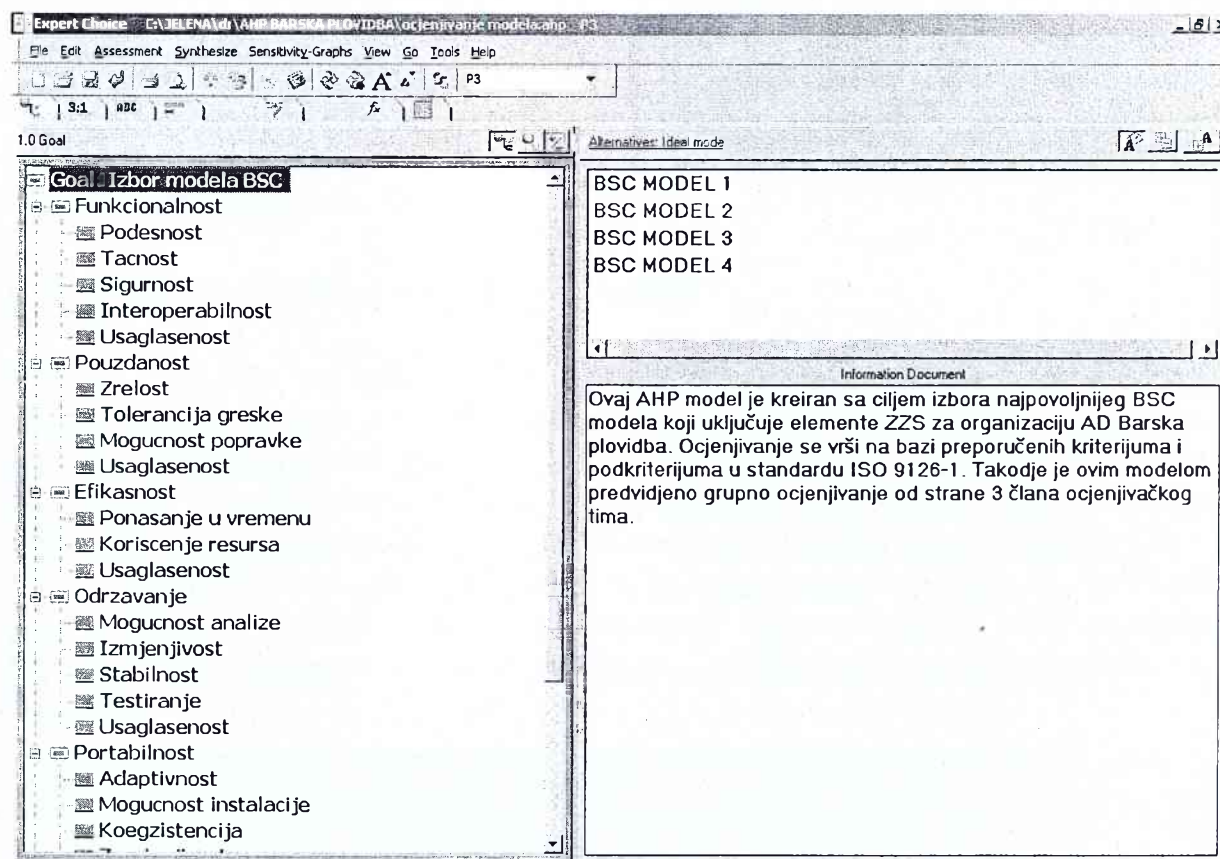
Tim 2 će vršiti vrednovanje kriterijuma (ukupno 6) i potkriterijuma (ukupno 27) kvaliteta na osnovu eksternih mjera u cilju ocjenjivanja stepena u kojem softverski proizvod u realnim uslovima može da zadovolji zahtjeve i potrebe organizacije sa aspekta unapređenja poslovnih i ekoloških performansi u organizaciji.

Ovakvim dvojakim vrednovanjem (teorijskim-internim i praktičnim-eksternim) dobiće se rang lista značajnosti (valjanosti) svakog pojedinačnog modela čime će se izabrati najpovoljnije rješenje za organizaciju AD Barska plovdba. Ocjene preporučenih pristupa uključivanja elemenata ZŽS u konvencionalni model BSC na primjeru jedne organizacije istovremeno pružaju opšte informacije o prednostima i nedostacima modela što značajno olakšava izbor modela organizacijama čije je jedno strateško opredjeljenje zaštita životne sredine.

Na slici 8.7 je prikazan AHP grupni višekriterijumski metod vrednovanja četiri BSC modela koji uključuju elemente ZŽS, i to:

1. MODEL 1: povezivanje EKO BSC i konvencionalne BSC u okviru postojećih perspektiva konvencionalne BSC
2. MODEL 2: povezivanje EKO BSC i konvencionalne BSC kreiranjem dodatne tzv. EKO perspektive u konvencionalni BSC

3. MODEL 3: uključivanje elemenata ZŽS u već postojeće perspektive konvencionalne BSC
4. MODEL 4: uključivanje elemenata ZŽS u novokreiranu perspektivu konvencionalne BSC orijentisanu samo na ZŽS



Slika 8.7 AHP model grupnog odlučivanja između BSC modela

Prikazani AHP model grupnog odlučivanja je realizovan kroz 4 nivoa hijerarhije:

Nivo I – Cilj – Izbor modela BSC

Nivo II – Kriterijumi – 6 kriterijuma preporučenih standardom ISO/IEC 9126-1

Nivo III – Potkriterijumi – 27 potkriterijuma preporučenih standardom ISO/IEC 9126-1

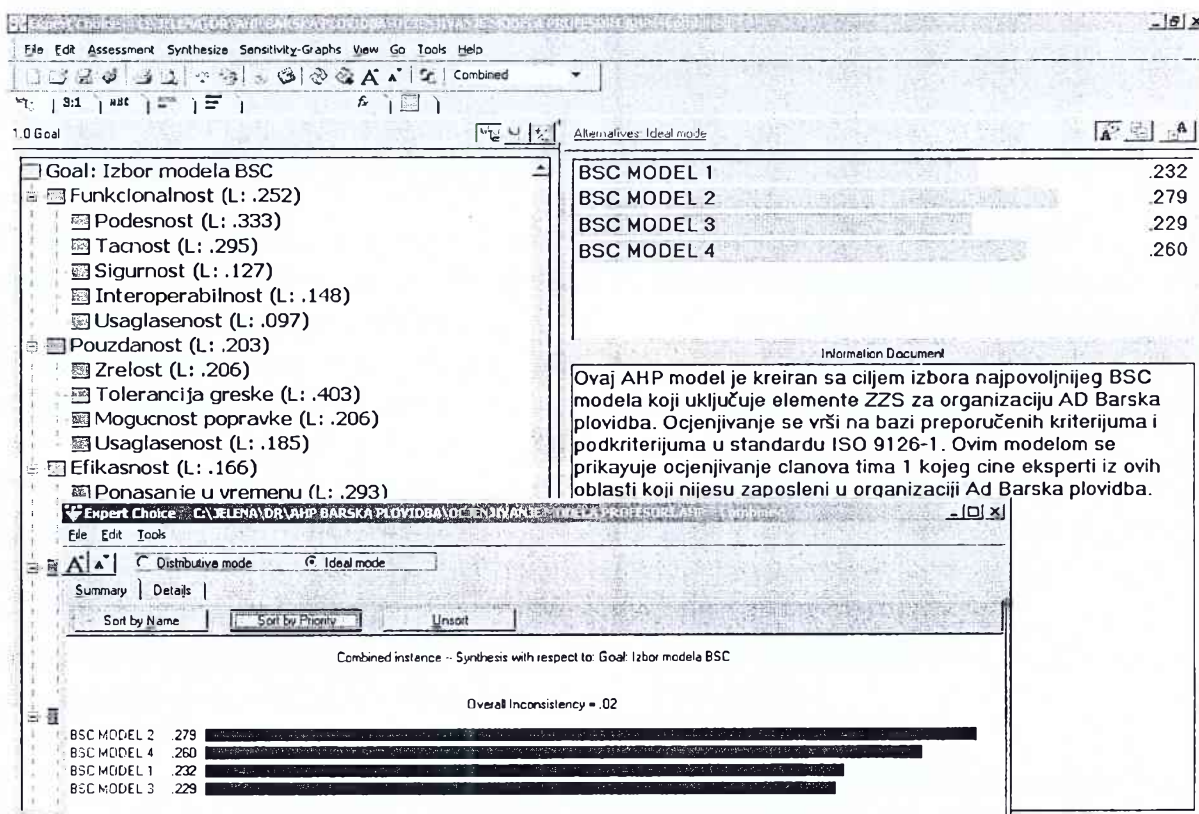
Nivo IV – Alternative – 4 BSC modela koji uključuju elemente ZŽS

Ovako kreiranim AHP modelom obuhvaćeni su svi kriterijumi i potkriterijumi preporučeni standardom ISO/IEC 9126-1 zbog mogućnosti neopredjeljivanja članova ocjenjivačkog tima pri vrednovanju AHP metodom grupnog multikriterijumskog odlučivanja. Ipak, u slučaju da svi članovi tima ostanu neopredjeljeni po istim kriterijumima ili potkriterijumima i da to izaziva nekonzistentnost rješenja, kreiraće se novi AHP model koji će eliminisati kriterijume po kojima je vrednovanje nemoguće realizovati uz adekvatno obrazloženje što je opet u duhu standarda ISO/IEC 9126-1. S obzirom da će se vrednovanje vršiti od strane 2 tima, kako je ranije naglašeno, to će se kreirati i dva istovjetna AHP modela s tim što će timovi prilikom vrednovanja koristiti različite smjernice. Naime Tim 1 čiji će članovi biti eksperti iz oblasti ZŽS i

BSC koji nijesu zaposleni u organizaciji AD Barska plovdba primjenjivaće smjernice u obliku internih mjera datih u Tabeli 8.2 za svaki potkriterijum kvaliteta u cilju što preciznijeg vrednovanja valjanosti modela. Ovim putem se kod svih članova tima stvara jasnija slika o važnosti pojedinih kriterijuma i potkriterijuma u vrednovanju modela kao i o prednostima modela u odnosu na svaki od njih. Analogno prethodnom i Tim 2 čiji će članovi biti kompetentni kadrovi iz top menadžmenta organizacije AD Barska plovdba (uključujući i menadžera ZZS) će vršiti vrednovanje valjanosti modela u odnosu na isti set kriterijuma i potkriterijuma, ali primjenom eksternih mjera prikazanih u tabeli 8.2 koje su više usmjerene na ocjenu stanja modela u oblastima rada.

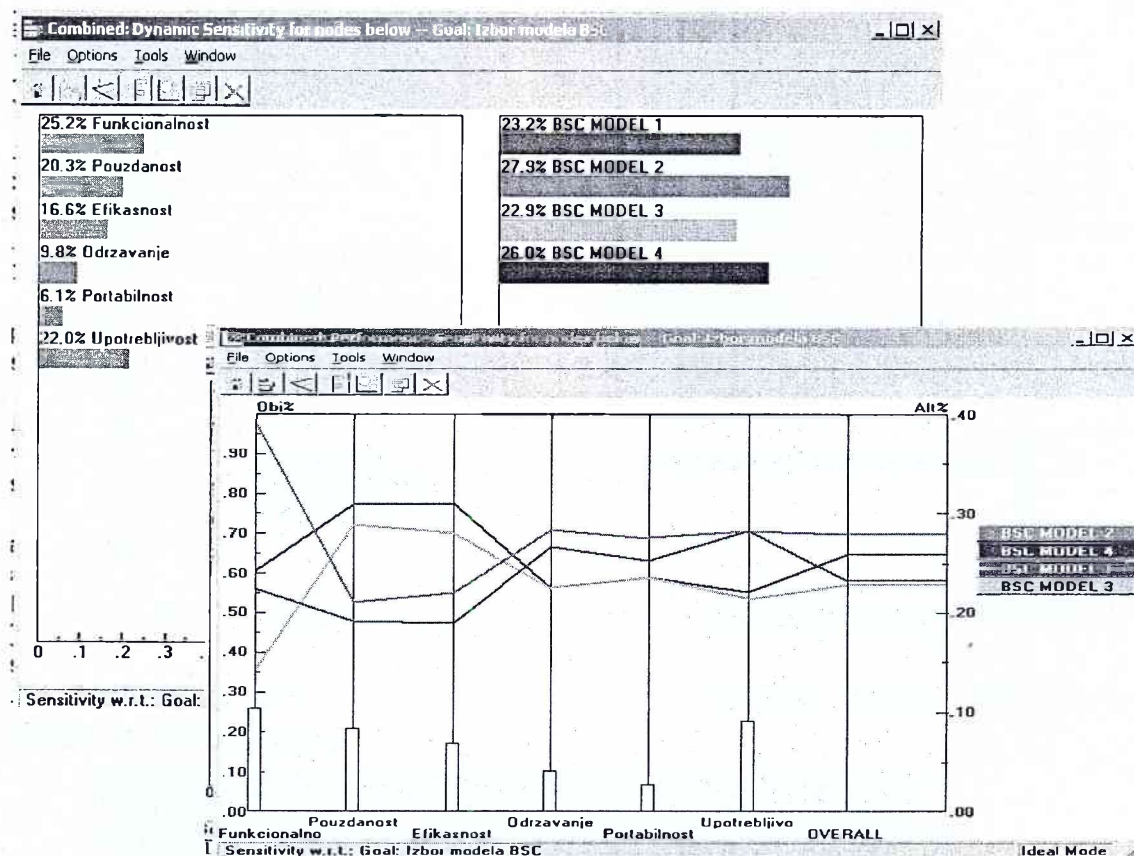
8.5 Rezultati vrednovanja BSC modela

Članovi oba tima za ocjenu BSC modela primjenom AHP metode su izvršili vrednovanje po osnovu svih 6 kriterijuma i 27 potkriterijuma tako da se može reći da se radi o modelima grupne sinteze sa potpunom informacijom. Vrednovanje je vršeno po principu pojedinačnog vrednovanja svakog člana tima nakon čega se izvršilo objedinjavanje ocjena. Na taj način su dobijeni grupni rezultati vrednovanja za Tim 1 i Tim 2. U radu se neće prikazivati pojedinačno vrednovanje svih članova, već samo grupni rezultati dobijeni sintezom vrednovanja članova svakog tima posebno. Rezultati Tima 1 (eksperti koji nijesu zaposleni u AD Barska plovdba) su prikazani na slici 8.8.



Slika 8.8 Rezultati vrednovanja Tima 1 primjenom grupnog AHP modela

Na slici 8.9 su grafički predstavljeni rezultati vrednovanja kriterijuma za ocjenu modela kao i samih modela u odnosu na konačni cilj od strane Tima 1. Takodje je predstavljena i grafička interpretacija značajnosti modela u odnosu na svaki kriterijum posebno.

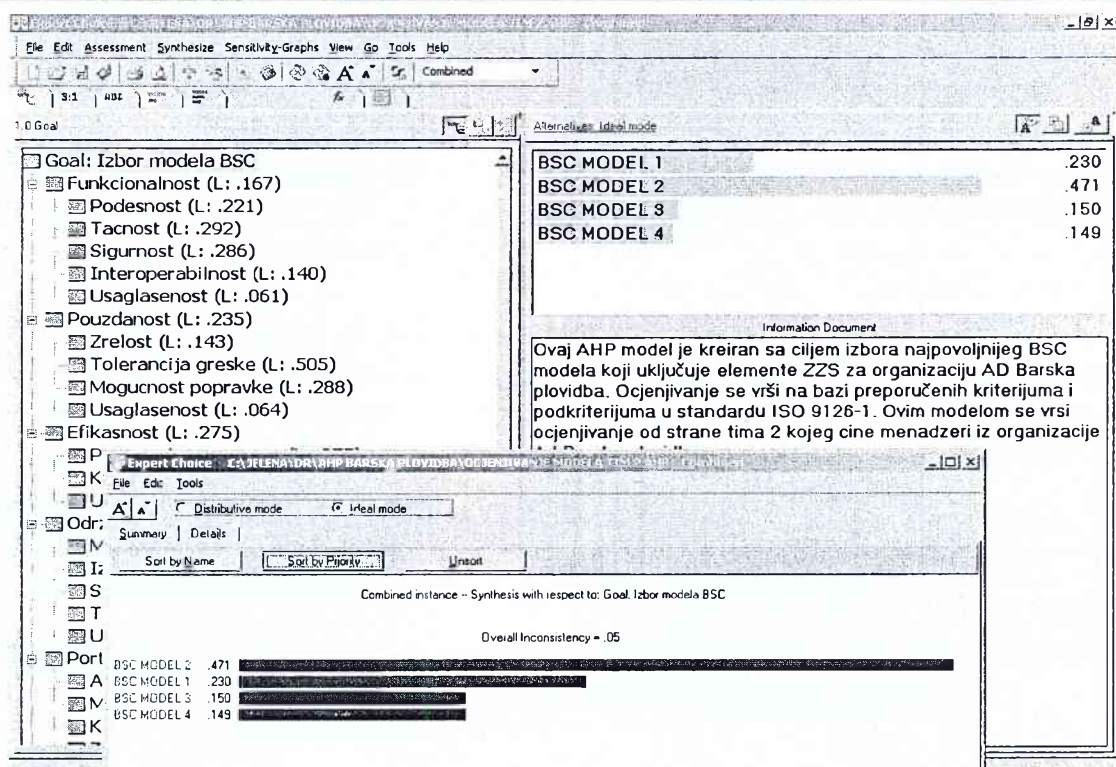


Slika 8.9 Grafički prikaz dobijenih ocjena Tima 1

Rezultati vrednovanja modela od strane Tima 1 ukazuju na visoku konzistentnost rješenja. Naime, nekonzistentnost od 0.02 je veoma dobra imajući u vidu da je njena maksimalna dozvoljena vrijednost 0.1. Rješenje Tima 1 ukazuje na najbolje rangirani Model 2, dakle model koji osim posebno kreiranog EKO BSC modela takođe sadrži i dodatno kreiranu EKO perspektivu u konvencionalnom modelu BSC.

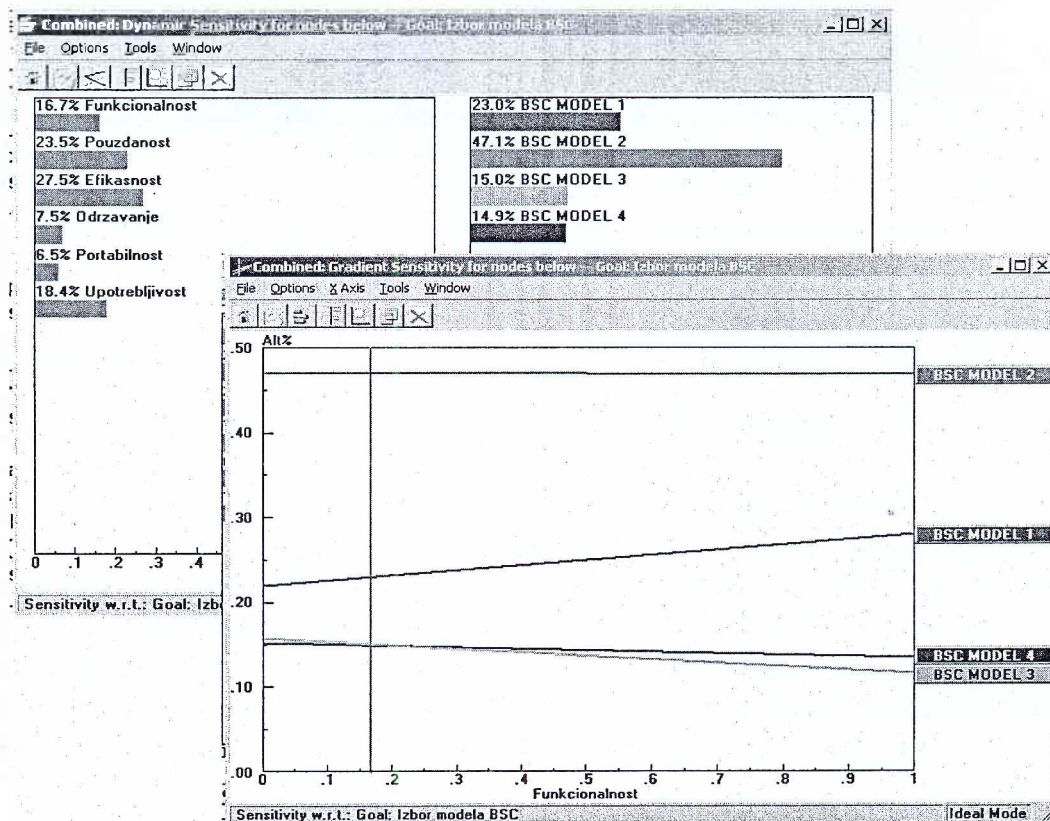
Drugorangirani model je Model 4 koji ne sadrži posebno kreirani EKO BSC model, ali ipak ima dodatnu EKO perspektivu u okviru konvencionalnog BSC modela. Dakle, očigledno je da Tim 1 nije u potpunosti favorizovao kreiranje posebnog EKO BSC modela jer je Modelu 4 dao prednost u odnosu na Model 1 koji posjeduje EKO BSC. Ovaj tim je najlošijom ocjenom ocijenio Model 3 koji sadrži samo eko metriku unutar postojeće četiri perspektive konvencionalnog BSC modela.

Rezultati dobijeni vrednovanjem četiri BSC modela od strane Tima 2 (menadžeri iz AD Barska plovidba) su prikazani na slici 8.10.



Slika 8.10 Rezultati vrednovanja Tima 2 primjenom grupnog AHP modela

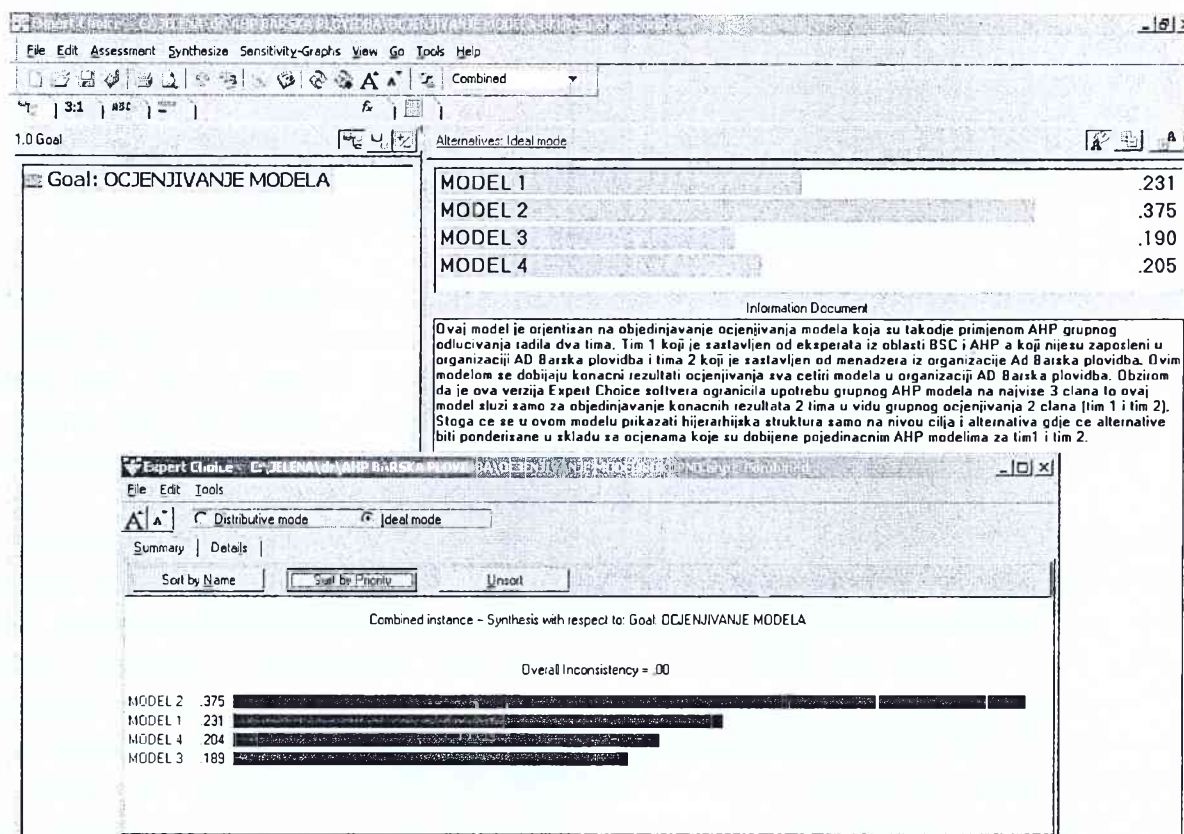
Na slici 8.11 su grafički predstavljeni dobijeni rezultati vrednovanja kriterijuma i modela od strane Tima 2.



Slika 8.11 Grafički prikaz dobijenih ocjena Tima 2

Rezultati vrednovanja Tima 2 takođe ukazuju na veoma dobru konzistentnost rješenja (0.05). Najbolje ocijenjeni model je Model 2 kao i kod vrednovanja od strane Tima 1. Ovdje se uočava da Model 2 ima značajnu prednost u odnosu na sve ostale modele. Takođe je očigledno da je Tim 2 favorizovao rješenja koja podrazumijevaju kreiranje posebnog EKO BSC modela, dakle Modele 1 i 2 s tim što je Modele 3 i 4 ocijenio drastično nižim ocjenama.

U cilju dobijanja konačne rang-liste preporučenih modela, kreiran je još jedan AHP model u okviru kojeg su objedinjeni rezultati dobijeni ocjenjivanjem Tima 1 i Tima 2. Ovaj model nema definisanih kriterijuma i potkriterijuma već samo konačni cilj (ocjenjivanje modela) i alternative (četiri modela) kako je prikazano na slici 8.12.



Slika 8.12. Konačna rang lista BSC modela

Ovaj model je takođe kreiran na bazi grupnog vrednovanja na način što je ostvarena sinteza ocjena odnosno težinskih koeficijenata modela koje su dobijene vrednovanjem od strane Tima 1 i Tima 2. Ocjene modela su unošene po principu Data Grida (opisanog u poglavlju 4) koji podrazumijeva direktno upisivanje težinskih koeficijenata za svaki model od strane svakog člana ocjenjivačkog tima (u ovom slučaju konačnih ocjena Tima 1 i Tima 2). Na taj način je dobijena konačna rang lista modela kao na slici 8.12 sa idealnim stepenom konzistentnosti rješenja.

Analizom rezultata koje je pružio AHP model ocjenjivanja prikazan na slici 8.12 uočava se izvjesna zakonitost po kojoj su modeli rangirani po obimu u kojem su

orjentisani na zaštitu životne sredine. Naime, BSC modeli koji sadrže posebno kreirane EKO BSC modele (Modeli 1 i 2) čime su, dakle, u najširem opsegu obuhvatili oblast zaštite životne sredine su ocijenjeni najvećim ocjenama pri čemu je Model 2, koji dodatno u konvencionalnom modelu posjeduje i perspektivu EKO putem koje se vrši povezivanje sa EKO BSC modelom, predstavlja ubjedljivo najbolje rangirani model. Ovim je potvrđena hipoteza H2 kojom se modeli koji sadrže posebno kreirani EKO BSC model ocjenjuju kao efektivniji i efikasniji za upravljanje zaštitom životne sredine.

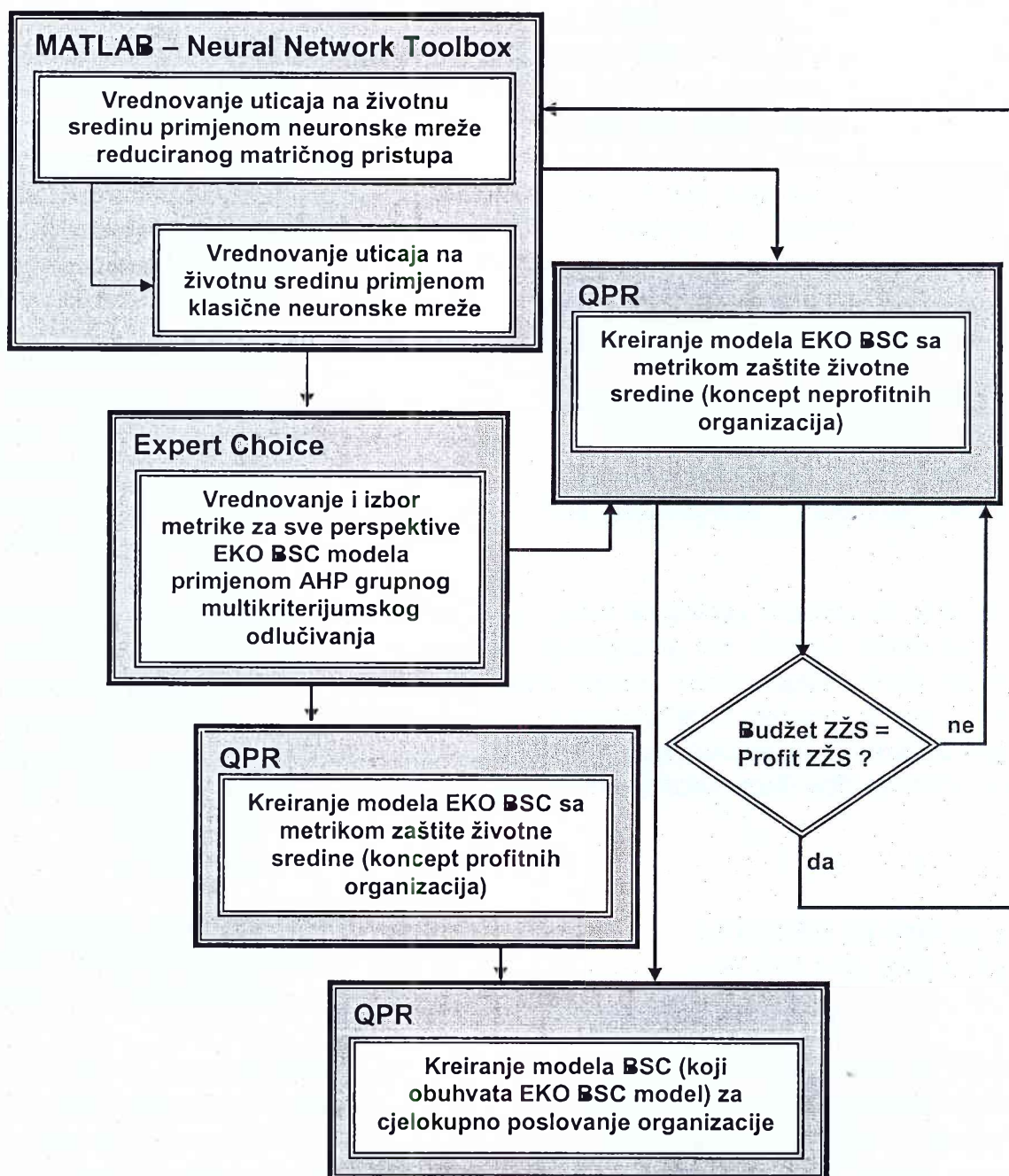
Treći po značajnosti BSC model jeste Model 4 koji, iako nema posebno kreiran EKO BSC model posjeduje u konvencionalnom modelu petu tzv. EKO perspektivu čime je u većem obimu orjentisan na ZŽS od poslednjeg rangiranog Modela 3 koji uključuje samo neke ciljeve i mjere u okviru postojeće četiri perspektive konvencionalnog modela.

8.6 Analiza rezultata i kreiranje modela za unapređenje sistema upravljanja zaštitom životne sredine

Iako je u praksi najzastupljeniji pristup uključivanja metrike ZŽS u postojeće BSC perspektive, ipak se ovakvim pristupom vrednovanja preporučenih BSC modela pokazuje da su modeli koji u većoj mjeri uključuju elemente ZŽS mnogo bolje vrednovani od strane eksperata i menadžera iz organizacije a u odnosu na kriterijume koji su standardizovani u oblasti evaluacije softvera.

Analizom literaturnih izvora u poglavlju 7 koji se bave Balanced Scorecard-om uočilo se da organizacije preferiraju pristupe u kojima ciljevi zaštite životne sredine ne mogu biti dominantni jer se obrađuju ili samo kroz već definisane standardne perspektive BSC modela ili, eventualno, kreiranjem posebne EKO perspektive. Ipak, ovakav pristup samo u jednom dijelu pokriva ovu vrlo zahtjevnu temu što može dovesti do zanemarivanja i nedovoljno ozbiljnog pristupa organizacije problemima iz ove oblasti. Opravdanje za ovakav pristup se nalazi u tome da bi eventualno kreiranje posebnog EKO BSC modela dovelo do stvaranja paralelnih sistema čime bi se oblast zaštite životne sredine još više zanemarila. Ipak, analizom koja je urađena u ovom radu na primjeru organizacije AD Barska plovdba kreirani su realni modeli koji su pokrili i proširili sve literaturno zastupljene pristupe uključivanja elemenata ZŽS u konvencionalni model BSC s tim što je posebna pažnja usmjerena upravo na modele koji sadrže posebno kreirani EKO BSC model. U ovom dijelu su prikazana dva pristupa povezivanja EKO BSC i konvencionalnog BSC modela čime su stvoreni Modeli 1 i 2. Ovi modeli ukazuju na mogućnost kreiranja posebnog EKO BSC modela koji u potpunosti pokriva cjelokupnu oblast ZŽS jedne organizacije i obezbjeđuje veoma dobru povezanost sa konvencionalnim modelom BSC čime je izbjegnuta mogućnost stvaranja paralelnih sistema što je osnovni razlog neprimjenjivanja ovakvog pristupa u praksi. Dakle, Modeli (1 i 2) su najbolje rangirani od strane 2 ocjenjivačka tima (6 članova) sa aspekta strateškog upravljanja organizacijom koja je

orijentisana na ZŽS, dok je Model 3, koji u najmanjoj mogućoj mjeri sadrži metriku ZŽS i koji je najrasprostranjeniji pristup u praksi, ocijenjen najnižim ocjenama. Ovakva ocjena kreiranih BSC modela stvara uslove za definisanje cjelokupnog modela za unapređenje sistema upravljanja zaštitom životne sredine koji je u radu realizovan uz adekvatnu softversku podršku, kako je prikazano na slici 8.13.



Slika 8.13 Model unapređenja sistema upravljanja zaštitom životne sredine na bazi multisoftervera

Prezentovani model podrazumijeva najprije kreiranje registra značajnih uticaja na životnu sredinu na objektivan i pouzdan način primjenom dva pristupa zasnovana na neuronskim mrežama, što je detaljno opisano u poglavlju 5 ovog rada. Ovaj registar

je od velikog značaja za kreiranje EKO BSC modela orijentisanog samo na upravljanje zaštitom životne sredine jer obezbjeđuje sa jedne strane početno definisanje njegove metrike a sa druge značajno doprinosi definisanju veličine budžeta od kojeg u velikoj mjeri i zavisi. Naime, EKO BSC model je kreiran na principu poslovanja neprofitnih organizacija sa ciljem da preraste u profitabilan model ako bi se vrijednosti budžeta i profita od upravljanja zaštitom životne sredine u opravdanim uslovima izjednačile. Vrednovanje metrike EKO BSC modela se realizuje uz primjenu AHP metode grupnog multikriterijumskog odlučivanja. Ovako kreiran EKO BSC je potrebno obuhvatiti sistemom Balanced Scorecard orijentisanim na cjelokupno poslovanje kako se ne bi stvarali paralelni sistemi poslovanja. U organizaciji AD Barska plovidba je pristup Modela 2 koji u konvencionalnom BSC modelu sadrži i dodatnu EKO perspektivu ocijenjen kao najbolje rješenje za njihovo povezivanje. Iako vrednovanje modela nije izvedeno u realnim uslovima rada, ohrabrujuća činjenica je da drugorangirani model takođe sadrži posebno kreiran EKO BSC model čime je u potpunosti potvrđena valjanost konačnog modela za unapređenje sistema upravljanja zaštitom životne sredine prikazanog na slici 8.13.

Ovako kreiran model unapređenja sistema upravljanja zaštitom životne sredine izdiže ovu problematiku na viši nivo primjenom naučnih metoda i softverskih sistema i svrstava je u ravnopravan položaj sa ostalim strateškim pravcima razvoja organizacije čime se obezbjeđuje neophodno unapređenje i poslovnih i ekoloških performansi.

Upotreba softverskih sistema za sve segmente kreiranog modela za unapređenje sistema upravljanja zaštitom životne je neminovna, na šta se ukazivalo tokom njegove izgradnje u svim poglavljima rada. Naime, vrednovanje uticaja na životnu sredinu primjenom neuronskih mreža kao i izgradnja BSC sistema za uravnoteženje ekoloških i poslovnih ciljeva u organizaciji zbog kompleksne problematike i velikog broja mjerljivih podataka je nepojmljiva bez primjene adekvatnih softverskih sistema:

- MATLAB za neuronske mreže i
- QPR za Balanced Scorecard.

Takođe se može konstatovati da bi vrednovanje opsežne metrike na kojoj se bazira BSC model primjenom AHP metode bio mukotrpan posao bez softverskog sistema koji ga u potpunosti podržava (Expert Choice).

U skladu sa tim, a imajući u vidu potvrde prethodnih hipotetičkih stavova kojima se dokazuje efektivnost i efikasnost kreiranog modela, može se konstatovati potvrda i posljednjeg hipotetičkog stava da se, dakle, primjenom multisoftvera obezbjeđuje uravnotežen pristup sistemu upravljanja zaštitom životne sredine u odnosu na sistem koji nije softverski podržan.

8.7 Zaključak

U poglavlju 7 su predstavljena četiri BSC modela koji uključuju elemente ŽŽS za organizaciju AD Barska plovidba. Modeli 1 i 2 su bazirani na pristupu koji protežira

kreiranje tzv. EKO BSC sa različitim pristupima povezivanja sa konvencionalnom BSC. Modeli 3 i 4 ne sadrže posebno kreiran BSC model orjentisan na ZŽS (EKO BSC) već je ova oblast pokrivena u okviru postojećih perspektiva i kreiranjem dodatne perspektive u konvencionalnoj BSC. U cilju što objektivnijeg vrednovanja kreiranih modela i izbora najpovoljnijeg za implementaciju u organizaciji AD Barska plovidba, kreiran je AHP model grupnog multikriterijumskog odlučivanja sa kriterijumima ocjenjivanja definisanih standardom ISO/IEC 9126-1.

Naime, iako standard ISO/IEC 14598 opisuje postupak ocjenjivanja softverskih proizvoda i u potpunosti se oslanja na kriterijume standarda ISO/IEC 9126, u radu je izabran AHP metod grupnog odlučivanja za vrednovanje BSC modela. AHP u potpunosti pokriva proces opisan standardom ISO/IEC 14598 pri čemu još pruža i značajnu podršku u oblasti definisanja skala i kriterijuma ocjenjivanja kao i u oblasti konačne sinteze i izbora rješenja, dok standard to ipak nije precizno iskazao. Konačan izbor BSC modela se na kraju izvršio na bazi dva AHP modela vrednovana od strane 2 ocjenjivačka tima i sintezom rješenja koja je realizovana kroz grupni AHP model se došlo do najpovoljnijeg modela za implementaciju u organizaciji AD Barska plovidba.

Dakle, kao najbolje rangirani model predstavljen je Model 2 koji, osim posebno kreiranog EKO BSC modela koji u potpunosti pokriva oblast ZŽS, ima i novokreiranu tzv. EKO perspektivu u konvencionalnom modelu BSC koja povlači ključnu metriku iz EKO BSC modela. Drugorangirani model takođe sadrži EKO BSC model, ali bez posebno kreirane EKO perspektive u konvencionalnom modelu, čime je u nešto manjem opsegu obuhvatio problematiku ZŽS.

Dakle, oba ocjenjivačka tima su evaluacijom na bazi standardizovanih pristupa (standardi ISO/IEC 9126 i ISO/IEC 14598) kao najpovoljnija rješenja izabrala modele koji ipak sadrže posebno kreirane EKO BSC modele, jer je prezentirani pristup povezivanja konvencionalnog i EKO BSC modela u potpunosti otklonio pretpostavke zastupljene u literaturi o mogućnosti stvaranja paralelnih sistema menadžmenta. Ovim putem je potvrđena hipoteza H2 kojom se pretpostavlja da modeli koji sadrže posebno kreirani EKO BSC model obezbjeđuju značajno efektivnije i efikasnije upravljanje zaštitom životne sredine.

Ovakav izbor modela dobijen na konkretnom realnom problemu u jednoj profitnoj organizaciji koja je ipak strateški orjentisana na zaštitu životne sredine, svakako predstavlja preporuku i svim organizacijama koje su opredijeljene za ZŽS, a koje su u dilemi prilikom izbora BSC pristupa koji uključuje elemente ZŽS.

Ovo je stvorilo sve potrebne pretpostavke za kreiranje modela za unapređenje sistema upravljanja zaštitom životne sredine koji je u konačnoj formi prikazan u ovom poglavlju a zasnovan je na tri ključna segmenta:

- vrednovanje uticaja na životnu sredinu primjenom modela na bazi neuronskih mreža,

- izgradnja EKO BSC modela orijentisanog na upravljanje zaštitom životne sredine na principu poslovanja neprofitnih organizacija sa metrikom vrednovanom primjenom AHP metode grupnog multikriterijumskog odlučivanja,
- izgradnja BSC modela za cjelokupno poslovanje organizacije koji obuhvata EKO BSC model orijentisan na upravljanje zaštitom životne sredine.

U konačno kreiranom modelu za unapređenje upravljanja zaštitom životne sredine nije eksplicitno definisan pristup povezivanja EKO BSC modela sa konvencionalnim BSC modelom jer se, ipak, vrednovanje modela nije realizovalo u realnim uslovima rada. Ovo ostavlja izvjesnu slobodu organizacijama u izboru jednog od prva dva pristupa povezivanja (Model 1 i Model 2) ali svakako opravdava kreiranje konačnog modela unapređenja sistema upravljanja zaštitom životne sredine zasnovanog na posebno kreiranom EKO BSC modelu.

Ovako definisan konačni model za unapređenje sistema upravljanja zaštitom životne sredine sa adekvatnom multisoftverskom podrškom predstavlja potvrdu poslednjeg hipotetičkog stava da se primjenom multisoftvera obezbjeđuje uravnotežen pristup sistemu upravljanja zaštitom životne sredine u odnosu na sistem koji nije softverski podržan.

Ipak, nakon ovakve analize ostaje još jedan završni korak, a odnosi se na to da se nakon implementacije kreiranog modela u organizaciju AD Barska plovidba (koji bi bio baziran na pristupu Modela 2) izvrši i vrednovanje kvaliteta modela u upotrebi shodno standardu ISO/IEC TR 9126-4 kao dodatna potvrda opravdanosti izabranog pristupa.

POGLAVLJE 9

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA I PRAVCI DALJIH ISTRAŽIVANJA

Trka za profitom, osvajanje novih tehnologija i zadovoljavanje potreba sve većeg broja stanovnika dovodi do degradacije životne sredine čime se ugrožava ne samo budući razvoj već i čitav život na planeti. U tom pogledu sukob između dvije naizgled nepomirljive struje, potrebe za razvojem i potrebe očuvanja životne sredine, predstavlja pravu borbu za opstanak čovječanstva.

Svaki proizvod je rezultat tehničko-tehnoloških znanja, a parametri emisije zagađivača u okolinu predstavljaju važan element satkan u kvalitetu proizvoda sa jedne strane, a sa druge direktno utiču i na kvalitet života korisnika samog proizvoda. Stoga je sve veći broj udruženja koja se bave zaštitom životne sredine a čije pravce djelovanja veliki broj privrednika ne odobrava posmatrajući ih samo sa aspekta industrijskog razvoja. Ipak, polazeći od navoda da: *"Ukupan kvalitet proizvoda predstavlja rezultat njegovih tehničko - ekonomskih i ekoloških osobina u proizvodnji, eksploataciji (upotrebi) i postupotrebi"*, potrebno je na što efikasniji način obezbijediti pomirenje proizvodnih i ekoloških aktivnosti.

U tom pravcu, model za unapređenje zaštite životne sredine koji bi istovremeno pratio i unapređivao poslovanje organizacije bi imao veliku upotrebnu vrijednost. Ispunjenje ovog cilja, uz adekvatnu informatičku podršku, bez kojeg se teško mogu realizovati korjenite promjene u bilo kojem sistemu predstavlja osnovno usmjerenje ove doktorske disertacije.

U radu se opsežnom analizom brojnih literaturnih izvora i zastupljenih pristupa unapređenja zaštite životne sredine ukazalo na nedovoljne napore koje organizacije čine u tom pravcu zanemarujući u manjoj ili većoj mjeri procese praćenja i poboljšavanja ekoloških performansi. Naime, organizacije najčešće svoje opredjeljenje za unapređenje zaštite životne sredine dokazuju implementacijom standarda ISO 14001 koji je procesno orjentisan i u dovoljnoj mjeri ne obavezuje na poboljšanje samih ekoloških performansi. Ovi navodi su potvrđeni preispitivanjem brojnih empirijskih analiza u trećem poglavlju ovoga rada što je dodatno opravdalo

težnju za razvojem modela upravljanja zaštitom životne sredine koji će stvoriti sve uslove za kontinuirano unapređenje ekoloških performansi.

U skladu sa kontinuitetom istraživanja u ovoj oblasti, a saglasno sa navedenim ciljevima i hipotetičkim stavovima ove doktorske disertacije, sprovedene su aktivnosti kojima se sistem upravljanja zaštitom životne sredine na nivou organizacije izdiže na viši nivo primjenom naučnih metoda i multisoftvera. U tom pravcu su primjenjivane metode i tehnike koje imaju potrebnu softversku podršku kako bi se model automatizovao i dobila mogućnost da se efikasnije odgovori na česte promjene koje se dešavaju u poslovnom sistemu.

S obzirom na to da se aktivnosti na zaštiti životne sredine u organizacijama skoro uvijek posmatraju kao manje važne od onih strateški relevantnih za opstanak i razvoj organizacije, to je kao bazični sistem za objedinjavanje ovih naizgled nepomirljivih pravaca korišćen sistem strateškog menadžmenta performansama tzv. **B**alanced Scorecard (**B**SC). Ovaj sistem je u svijetu široko rasprostranjen zbog veoma dobrih rezultata koje postiže u smislu poboljšanja performansi organizacija jer omogućava pregled i praćenje svih relevantnih karakteristika procesa što je osnova za pravovremeno reagovanje na promjene u poslovanju. Stoga je jedan ovakav sistem koji objedinjuje sve bitne funkcije organizacije upotrijebljen za uključivanje ekoloških performansi u tokove stalnih unapređenja.

Aktivnosti u tom pravcu su se odnosile na analizu zastupljenih pristupa uključivanja metrike ZŽS u **B**SC sistem čime je uočeno da najveći broj organizacija ovo realizuje na način da definiše i prati samo ciljeve i mjere koje su finansijski opravdane i koje mogu doprinijeti povećanju prihoda organizacije. S obzirom na to da se sistem zaštite životne sredine teško može, makar u svojoj ranoj fazi, izraziti u smislu finansijske dobiti, to se u radu prikazao pristup koji više odgovara poslovanju neprofitnih organizacija, a u kojem se kreira budžet opredijeljen za zaštitu životne sredine kojim organizacija suštinski dokazuje opredijeljenost za ovu problematiku.

Na ovom principu je kreiran originalan model EKO **B**SC koji je orjentisan samo na zaštitu životne sredine čime objedinjuje sve neophodne ciljeve i mjere ove problematike. EKO **B**SC model je u radu kreiran u skladu sa modelom **B**SC za neprofitne organizacije čija je osnova budžet potreban za ZŽS. Ovo je svakako drugačiji pristup od onih literaturno poznatih pristupa koji su usmjereni na održivi razvoj a time i na ZŽS sa aspekta finansijskih prihoda do kojih oni dovode, što za organizacije sa naših prostora nije održiva koncepcija. U literaturi se takođe kritikuje pristup kreiranja dva **B**SC modela zbog mogućnosti stvaranja paralelnih sistema od kojih je jedan u odnosu na drugi obavezno zanemaren.

Ipak, činjenica je da je sistem upravljanja zaštitom životne sredine po bilo kojem modelu zastupljenom u praksi i paralelan i prilično zanemarivan sistem. Zato se iz opravdanih razloga pristupilo iznalaženju načina za adekvatno povezivanje ovako

kreirana dva BSC modela kako bi se sistem upravljanja zaštitom životne sredine doveo u ravnopravan položaj sa ostalim sistemima menadžmenta. U tom pravcu su u izabranom poslovnom okruženju kreirana dva modela koji ove sisteme, kako je ocijenjeno, veoma dobro povezuju i čime se konvencionalni BSC model nadopunjuje metrikom iz EKO BSC modela.

U izgradnji EKO BSC modela je izvedeno vrednovanje značajnosti ciljeva i mjera primjenom grupne AHP metode kako bi se utvrdio pojedinačni udio svakog cilja i mjere na putu ostvarenja definisanih strateških pravaca razvoja organizacije. Ovim pristupom se obezbjeđuje brže reagovanje na promjene u poslovnom okruženju i pravci djelovanja, čime se ostvaruje bolja efektivnost i efikasnost cjelokupnog sistema upravljanja zaštitom životne sredine.

U cilju da se u potpunosti ispoštuju i ostali pristupi zastupljeni u literaturi koji se odnose na uključivanje metrike ZŽS u BSC model, kreirana su još dva modela. Jedan koji ovu problematiku uključuje samo unutar postojećih perspektiva konvencionalnog BSC sistema i drugi koji kreiranjem posebne perspektive orjentisane na ZŽS ukazuje nešto veći značaj ovoj problematici. Oba ova modela ne sadrže paralelne EKO BSC modele koji bi u širokom opsegu pokrili oblast upravljanja zaštitom životne sredine.

Dakle, konačno su kreirana 4 BSC modela namijenjena cjelokupnom poslovanju jedne organizacije, a koja na različite načine obuhvataju problematiku zaštite životne sredine:

1. MODEL 1: povezivanje EKO BSC i konvencionalne BSC u okviru postojećih perspektiva konvencionalne BSC
2. MODEL 2: povezivanje EKO BSC i konvencionalne BSC kreiranjem dodatne tzv. EKO perspektive u konvencionalni BSC
3. MODEL 3: uključivanje elemenata ZŽS u već postojeće perspektive konvencionalne BSC
4. MODEL 4: uključivanje elemenata ZŽS u novokreiranu perspektivu konvencionalne BSC orjentisanu samo na ZŽS

Od četiri kreirana modela dva su potpuno originalna (Model 1 i Model 2) u okviru kojih egzistira tzv. EKO Balanced Scorecard orjentisan samo na oblast zaštite životne sredine čija je koncepcija kreirana na modelu neprofitnih organizacija što se razlikuje od onih literaturno poznatih pristupa.

Svi modeli su kreirani na realnim podacima izabrane organizacije čime je potvrđen drugi hipotetički stav o mogućnosti stvaranja ukupno 4 modela koja na različite načine obuhvataju problematiku zaštite životne sredine.

BSC sistem je vrlo kompleksan za implementaciju a time i validaciju u organizaciji jer zahtijeva duži vremenski period, pa se u radu javila potreba za nešto drugačijim pristupom u izboru predloženih modela. U tu svrhu je korišćena AHP metoda

grupnog multikriterijumskog odlučivanja na bazi kriterijuma relevantnih standarda za vrednovanje softverskih sistema. Ekspertskim vrednovanjem modela od strane dva tročlana tima primjenom AHP metode grupnog multikriterijumskog odlučivanja je utvrđeno da modeli BSC koji sadrže posebno kreirane EKO BSC modele orjentisane na zaštitu životne sredine imaju značajnu prednost u smislu unapređenja ekoloških performansi od konvencionalnih modela koji su najčešće zastupljeni u praksi. Najbolje rangirani model (Model 2) je u najširem opsegu obuhvatio problematiku zaštite životne sredine jer se kreiranjem posebne EKO perspektive u konvencionalnom BSC modelu povezuje sa EKO BSC modelom, dok se drugorangirani model (Model 1) takođe oslanja na EKO BSC model, ali bez EKO perspektive. Model 3, iako najzastupljeniji u primjeni, vrednovan je najnižim ocjenama od strane oba ocjenjivačka tima.

Ovim putem je potvrđena treća hipoteza da sistemi BSC koji sadrže posebno kreirane EKO BSC modele pospješuju unapređenje ekoloških performansi u organizaciji, a nikako ne vode u totalnu neefikasnost stvaranjem paralelnih sistema.

S obzirom na to da je efektivnost i efikasnost EKO BSC modela u velikoj mjeri uslovljena veličinom kreiranog budžeta za ovu problematiku, a koja ne zavisi samo od solventnosti same organizacije već i od vrste i opsega djelovanja uticaja na životnu sredinu, to je neophodno pouzdano i objektivno izvršiti vrednovanje svih identifikovanih uticaja na životnu sredinu.

Na bazi prethodnih istraživanja u oblasti vrednovanja uticaja na životnu sredinu, u petom poglavlju je prezentovana jedinstvena metodologija zasnovana na dva modela neuronskih mreža. Prvi model se odnosi na vrednovanje uticaja primjenom klasične neuronske mreže istrenirane na velikom broju prikupljenih podataka koji se odnose na ocijenjene uticaje na životnu sredinu iz organizacija sertifikovanih po standardu ISO 14001. Drugi model je takođe zasnovan na neuronskim mrežama, ali je nastao kao rezultat analize prednosti i nedostataka postojećih metodologija vrednovanja iz razmatranih organizacija. U istraživanjima koja se odnose na vrednovanje uticaja na životnu sredinu primjenom neuronskih mreža ukazano je kako veći trening uzorak može značajno doprinijeti poboljšanju pouzdanosti i objektivnosti metodologije vrednovanja.

Shodno tome, povećanje broja ulaznih podataka za obuku neuronskih mreža, koje se obezbijedilo za potrebe primjene i u doktorskoj disertaciji, ukazalo je na opravdanost prethodnih pretpostavki u dijelu poboljšanja pouzdanosti i objektivnosti modela neuronskih mreža, iako se nije obezbijedio dovoljno veliki uzorak ulaznih podataka za sve medijume djelovanja. Ipak, s obzirom da model neuronske mreže reduciranog matričnog modela u velikoj mjeri ne zavisi od veličine ulaznog trening uzorka, to je simulacijom na podacima izabrane organizacije dokazano da se zajedničkom upotrebom dva prezentovana modela koji se međusobno nadopunjuju obezbjeđuje pouzdano i objektivno vrednovanje uticaja na životnu sredinu.

Na ovaj način je u potpunosti potvrđena prva hipoteza postavljena u doktorskoj disertaciji koja se odnosi na to da modeli bazirani na neuronskim mrežama obezbjeđuju objektivno i pouzdano vrednovanje uticaja na životnu sredinu.

Nakon ovakvih analiza model za unapređenje sistema upravljanja zaštitom životne sredine prikazan u poglavlju 8 ovog rada u konačnoj formi obuhvata primjenu tri prethodno opisana ključna pristupa:

- vrednovanje uticaja na životnu sredinu primjenom modela na bazi neuronskih mreža,
- izgradnja EKO BSC modela orijentisanog na upravljanje zaštitom životne sredine na principu poslovanja neprofitnih organizacija sa metrikom vrednovanom primjenom AHP metode grupnog multikriterijumskog odlučivanja,
- izgradnja BSC modela za cjelokupno poslovanje organizacije koji obuhvata EKO BSC model orijentisan na upravljanje zaštitom životne sredine.

Vrednovanje uticaja na životnu sredinu primjenom neuronskih mreža obezbjeđuje pouzdano i objektivno kreiranje registra značajnih uticaja koji sa jedne strane obezbjeđuje početno definisanje metrike EKO BSC modela, a sa druge značajno doprinosi definisanju veličine njegovog budžeta od kojeg u velikoj mjeri i zavisi.

Primjena softvera u svim procesima značajno automatizuje poslovanje i obezbjeđuje brzo reagovanje na nastale promjene unutar i van organizacije, pa su stoga oni u radu i upotrebljavani za sve pristupe i metode sadržane u konačnom modelu unapređenja zaštite životne sredine.

Zbog velikog broja mjerljivih podataka u ovoj oblasti je neophodna informatička odnosno softverska podrška, posebno u dijelu korišćenja neuronskih mreža za vrednovanje uticaja na životnu sredinu kao i u primjeni BSC sistema za uravnoteženje ekoloških i poslovnih ciljeva. Ove aktivnosti u radu su realizovane primjenom adekvatnih softverskih sistema:

- MATLAB za neuronske mreže i
- QPR za Balanced Scorecard.

Vrednovanje opsežne metrike na kojoj bazira EKO BSC model primjenom AHP metode ne bi bio moguć bez izabranog softverskog sistema koji ga u potpunosti podržava (Expert Choice).

Imajući u vidu prethodne činjenice koje se odnose na upotrebu softvera za sve segmente kreiranog modela za unapređenje sistema upravljanja zaštitom životne sredine, može se konstatovati potvrda i posljednjeg hipotetičkog stava da se, dakle, primjenom multisoftvera obezbjeđuje uravnotežen pristup sistemu upravljanja zaštitom životne sredine u odnosu na sistem koji nije softverski podržan.

Iako je u radu izvedena prilično opsežna analiza svih oblasti relevantnih za razmatranu problematiku i tom prilikom izvedeni zaključci na bazi činjeničnih podataka primjenom naučnih metoda dokazivanja, ipak je u skladu sa stalnom ljudskom potrebom za unapređenjima potrebno navesti i pravce daljih istraživanja:

- Proširenje baze podataka za vrednovanje uticaja na životnu sredinu primjenom modela klasičnih neuronskih mreža sa ciljem dobijanja trening uzoraka dovoljnog za samostalno pouzdano i objektivno ocjenjivanje uticaja na sve medijume djelovanja.
- Provjera opravdanosti primjene kreiranog modela u realnom poslovnom okruženju mjerenjem unapređenja kako ekoloških tako i poslovnih performansi.
- Povezivanje u jednu formu svih u radu primjenjivanih softverskih sistema u cilju bolje automatizacije modela.
- Proširenje softverskog sistema na oblast kreiranja potrebne dokumentacije za implementaciju standarda ISO 14001 zbog zastupljenog opravdanog stanovišta preduzetnika da ovaj standard najbolje promoviše javnosti opredjeljenje organizacije za zaštitu životne sredine čime je moguće pridobiti veći broj tzv. "EKO - kupaca".

LITERATURA

- [1] Jovanović J, "Primjena ICT na modeliranje kvantifikovanja aspekata životne sredine", magistarski rad, Podgorica, 2006
- [2] Šolaja V, "Metod i organizacija naučno istraživačkog rada", Mašinski fakultet, Beograd, 1970.
- [3] Salitrežić T, Žugaj M, "Uvod u znanstveno istraživački rad", Fakultet organizacije i informatike, Varaždin, 1977.
- [4] Gluščević B, "Metode naučno istraživačkog rada", Poslijediplomske studije-Skripta, Novi Sad, 1985.
- [5] Šušnjić Đuro, "Metodologija (Kritika nauke)", Beograd, 2005
- [6] Perović M, Krivokapić Z,... "Knjige škole kvaliteta - Menadžeri EMS-a", Centar za kvalitet Podgorica, Podgorica, 2002.
- [7] Melnyk, Sroufe and Calantone, "Assessing the Impact of Environmental Management Systems on Corporate and Environmental Performance", Journal of Operations Management 21: 329–351, 2003
- [8] Andrew A. King, Michael J. Lenox, Ann Terlaak, "The Strategic Use of Decentralized Institutions: Exploring Certification with the ISO 14001 Management Standard", Academy of Management Journal, 2005.
- [9] www.foi.hr/čswerft/iso14000.html
- [10] Kukrika M, "Mala enciklopedija zaštite životne sredine", Zemun, 2002
- [11] http://en.wikipedia.org/wiki/Performance_management
- [12] www.tc207.org
- [13] Belak Vinko, "Bilanca postignuća (Balanced Scorecard) u planiranju i praćenju rezultata poslovanja", Računovodstvo, revizija i financije, broj 11/2002
- [14] Jost Hamschmidt, Thomas Dyllick, "ISO 14001: Profitable - Yes! But is it Eco - effective?", Greener management International, Vol 34/2002
- [15] Ferrer, Gavronski, I. & de Laureano Pavia, "ISO 14001 Certification in Brasil: Motivation and Benefits", Working Paper, Kenan-Flagler Business School, 2003
- [16] www.iso.ch/iso/en/prods-services/otherpubs/iso14000/model.pdf
- [17] ISO 14001:2004, "Sistemi upravljanja zaštitom životne sredine - Zahtjevi sa uputstvom za primjenu", ISO 2004
- [18] ISO 14004:2004, "Sistemi upravljanja zaštitom životne sredine - Opšte smjernice za principe, sisteme i postupke", ISO 2004
- [19] Naveh E. and A. A. Marcus, "When Does the ISO 9000 Quality Assurance Standard Lead to Performance Improvement? Assimilation and Going Beyond", IEEE Transactions on Engineering Management 51 (3): 352-363, 2004

- [20] JUS ISO 14001:1997, "Upravljanje zaštitom životne sredine" - Savezni zavod za standardizaciju, Beograd, 1998
- [21] Mogharreban N, "Adaptation of Cluster Discovery Technique to a Decision Support System", Illinois University, Illinois, 2006
- [22] P.C. Bressloff, D.J. Weir, "Neural Networks", The GEC Journal of Research, Vol 8, no. 3, pp. 151-169, 1991
- [23] Hong Kong Industry Department, "A guide to pollution control legislation affecting manufacturing industries", Hong Kong: Hong Kong Government Publication, 1998
- [24] Pun KF, Fung YK, Wong FY, "Identification of critical factors for total quality environmental management", Proceedings of the 3rd Annual International Conference on Industrial Engineering Theories, Applications and Practice, Dec 28e31, Hong Kong, 1998
- [25] Fussler C, "Driving eco-innovation: A breakthrough discipline for innovation and sustainability", London: Pitman, 1996
- [26] Weissman SH, Sekutowski JC, "ECM: a technology for the nineties"; AT&T Tech, November-December, 24e33, 1991
- [27] Christensen P, Rasmussen BD, "Implementation of environmental management in the Danish printing house industry", Eco-Manage Audit, 1.5:88e94, 1998
- [28] Poksinska, Bozena, Dahlgaard, Jens J, Eklund, Jorgen AE, "Implementing ISO 14000 in Sweden: motives, benefits and comparisons with ISO 9000", Int J Qual & Reliab Manage, 2003
- [29] Denton T, "Sustainable development at the first level", Chem Mark Rep 1994
- [30] Sayre D, "Inside ISO 14000 - The competitive advantage of environmental management", Delray Beach, FL: St Lucie Press, 1996
- [31] Miles MP, Covin JG, "Environmental marketing: A source of reputational, competitive, and financial advantage", Abstract published in 1998 AMA Marketing Exchange Colloquium, Vienna, Austria 1999
- [32] Cohen MA, Penn SA, Naimon J. "Strategic management of small firms in hostile and benign environments", Strategic Management, 1995
- [33] Chapman TS, "Achieving better environmental performance: Are you ready?", Green Product, 1994
- [34] Tibor T, "ISO 14000 - A guide to the new environmental management standards", USA: Wayne McGuirt, 1996
- [35] Lee W, "ISO 14000 registrations: Environmental management system", Englewood, Prentice Hall, 1997
- [36] Lin CM, "The significance of ISO 14000 environmental standards for Asia-Pacific", APO Product, 1995
- [37] Aboulmaga IA, "Integrating quality and environmental management as competitive business strategy for 21st century", Environmental Management Health, 1998
- [38] Chin KS, Chiu S, Pun KF, "Critical factors of evaluating ISO 14000 Environmental management system standards implementation", International Management, 1998

- [39] Clements RB, "Complete guide to ISO 14000", Englewood, Prentice Hall, 1996
- [40] Pouliot C, "ISO 14001: Beyond compliance to competitiveness", Manufacturing Engineering, 1996
- [41] Lau E, "ISO 14001: How is it different?" Asia, 1997
- [42] Pearson B, Little BFP, Brierly MJ, "Using environmental management systems to improve profits", New York, NY, Graham & Trotman, 1993
- [43] Rondinelli D, Vastag G. Panacea, "Common sense, or just a label? The value of ISO 14001 environmental management systems", European Management, 2000
- [44] Morrison J, Cushing KK, Day Z, Speir J, "Managing a better environment: opportunities and obstacles for ISO 14001 in public policy and commerce", Occasional paper, Oakland, CA: The Pacific Institute for Studies in development, Environment, and Security, 2000
- [45] Azzone G, Bianchi R, Noci G, "Implementing environmental certification in Italy: Managerial and competitive implications for firms", Eco-Manage Audit, 1997
- [46] Polonsky MJ, Chen EE, "A stakeholder theory approach to designing environmental marketing strategy", J Bus and Mark, 1995
- [47] Kang, Y, "Third Party Inspections on Environmental and Safety Regulation: Theory and Empirical Evidence", Ph.D. Dissertation, Philadelphia PA: University of Pennsylvania, 2005
- [48] Andrews, R. N, Charm J, Habicht H, Knowlton T, Sale M. and Tschinkel V, "Third-Party Auditing of Environmental Management Systems: U.S. Registration Practices for ISO 14001", 2001, <http://www.ndol.org/documents/emsreport.pdf>.
- [49] Delmas M, "Barriers and Incentives to the adoption of ISO 14001 in the United States" Duke Environmental Law and Policy Forum Fall, 2000
- [50] Haitao Yin and Peter Schmeidler, "Does ISO 14001 Certification Enhance Environmental Performance? Conditions under which Environmental Performance Improvement Occurs", Wharton Risk Center Working Paper 07-07, 2007
- [51] Rowland-Jones R, Pryde M. and Cresser M, "An evaluation of current environmental management systems as indicators of environmental performance", Management of Environmental Quality, 2005
- [52] O'Dwyer B, Owen D, "Assurance statement practice in environmental, social and sustainability reporting: a critical evaluation", British Accounting Review, 2005
- [53] QW Graham Hubbard, "Sustainable Organisation Performance: Towards A Practical Measurement System", Monash Business Review, Volume 2, issue 3, 2006
- [54] Prakash A, Potoski M, "Covenants with Weak Swords: ISO 14001 and Facilities Environmental Performance", Journal of Policy Analysis and Management 24, 2005
- [55] Reinhardt F, "Market Failure and the Environmental Policies of Firms", Journal of Industrial Ecology, 3(1): 9-21, 1997

- [56] Dahlstrom K, Howes C, Leinster O, Skea J, "Environmental Management Systems and Company Performance", European Environment, 2003
- [57] Matthews D. H, "Assessment and Design of Industrial Environmental Management Systems", Ph.D. Dissertation, Pittsburgh, PA: Carnegie-Mellon University, 2001
- [58] "Sustainability and performance management – a case of implementation of sustainable Balanced Scorecard in a food processing company", http://www.licom.pt/ea2007/papers/EAA2007_0111_final.pdf
- [59] http://ec.europa.eu/employment_social/soc-dial/csr/pdf/046COMP_GeneralMotors-Europe_EU_011217_en.htm
- [60] JUS ISO 14031:2003 - Upravljanje zaštitom životne sredine - Vrednovanje učinka zaštite životne sredine, ISO 2003
- [61] AS/NZS 4360:2004 Risk management, Standards Australia, Sydney, NSW, 2004
- [62] ISO/IEC 9126-1:2001 - Software engineering – Product quality – Part 1: Quality model, ISO 2001
- [63] ISO/IEC 14598 - Information technology — Software product evaluation, Part 1: General overview, ISO 1999
- [64] JUS ISO 9001:2001 – Sistem menadžmenta kvalitetom, Zahtjevi, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd, 2001
- [65] BS 7750 - Specification for environmental Management Systems, British standards, 1992
- [66] EMAS – The European Eco Management and Audit Scheme, [/http://ec.europa.eu/environment/emas/toolkit](http://ec.europa.eu/environment/emas/toolkit)
- [67] Kausek Joe, "Environmental management , Quick and easy", ASQ Quality press, Wisconsin, 2006
- [68] Ansoff I, Declerk P, Hays L, "From Strategic Planning to Strategic Management", John Wiley&Sons, New York, 1976
- [69] Valerie Belton, Theodor J. Stewart, "Multiple Criteria Decision Analysis, An integrated Approach", Kluwer Academic Publishers, 2003
- [70] C.A. Bana e Costa ed, "Readings in Multiple Criteria Decision Aid", Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, 1990
- [71] Srđević Z, Srđević B, Potkonjak S, Zoranović T, "Alokacija zemljišta na biljne kulture u uslovima navodnjavanja i odvodnjavanja: višekriterijumski prilaz pomoću analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP)", Melioracije i poljoprivreda, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2002
- [72] Xiaoting Wang, Evangelos Triantaphyllou, "Ranking Irregularities when Evaluating Alternatives by using some ELECTRE methods", 2005
- [73] Roy B, "Methodologie Multicritiere d'Aide a la Decision", Econometrica, Paris, France, 1985
- [74] Jacquet-Lagrange E, Siskos Y, "Preference Disaggregation: 20 Years of MCDA Experience," Invited Review, European Journal of Operational Research, Vol. 130, pp. 233-245, 2001
- [75] Bojan Srđević, "Metodi i rješenja višekriterijumske analize u poljoprivredi", http://poli.ns.ac.yu/english/people/download/93_CAGRI2003.pdf

-
- [76] Miller G.A, "The magical number seven plus or minus two: some limits on our capacity for processing information", *Psychological Review*, 63, 81–97, 1956
- [77] Zeleny M, "An Essay into a Philosophy of MCDM: A Way of Thinking or Another Algorithm?", *Computers & Operations Research*, 1992
- [78] Christer Carlsson, Robert Fuller, "Fuzzy multiple criteria decision making: Recent developments", *Fuzzy Sets and Systems*, 1996
- [79] Panos M. Parlos, "Multicriteria decision making methods: A comparative study", *Kluwer Academic Publishers*, 2000
- [80] Kiyotada Hayashi, "Multicriteria analysis for agricultural resource management: A critical survey and future perspectives", *European journal of Operational Research*, 2000
- [81] http://en.wikipedia.org/wiki/Multi-criteria_decision_analysis/
- [82] Wiliam Trousdale, "Evaluation of decision analysis of computer software", *EPI Eco Plan*, 2001
- [83] Bojana Maračić, "Razvoj sistema za podršku odlučivanju strategijskog menadžmenta", *Magistarski rad, Mašinski fakultet u Kragujevcu*, 2000
- [84] Ernest H. Forman, Saul I. Gass, "The analytic hierarchy process - an exposition", *School of business and public management, Washington*, 1999
- [85] Ernest Forman, Mary Ann Selly, "Decision, by objectives, How to convince others that you are right", *World, Scientific*, 2001
- [86] T. L. Saaty, "Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process", *RWS Publications, Pittsburgh PA*, 1994
- [87] Bojan Srđević, "Donošenje odluka pomoću analitičkog hijerarhijskog procesa", *Poljoprivredni fakultet, Novi Sad*, 2002
- [88] Triantaphyllou E, Shu B, Sanchez S.N, Ray T, "Multi - criteria decision making: an operations research approach", *Encyclopedia of Electrical and Elctronics Engineering, John-Wiley & Sons, New York, Vol. 15*, 1998
- [89] Ma D, Zheng X, "9/9–9/1 scale method of the AHP", *Proceedings of the 2nd International Symposium on the AHP, Vol. 1, Pittsburgh, PA*, 197–202, 1991
- [90] Budescu D, Crouch B, Morera O, "A multicriteria comparisons of response scales and scaling methods in AHP", *Proceedings of the Fourth International Symposium on the Analytic Hierarchy Process*, 1996
- [91] Simon Fraser, Vrolijk H, Huizingh E, "An empirical evaluation of the scale sensitivity in the AHP: An assesment of managerial implications", *Proceedings of the Fourth International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, Simon Fraser University, Burnaby, Canada*, 1996.
- [92] Salo A. A, Hamalainen R. P, "On the measurement of preferences in the analytic hierarchy process", *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 1997
- [93] Lootsma F.A, "Numerical scaling of human judgment in pairwise-comparison methods for fuzzy multi-criteria decision analysis", *Mathematical Models for Decision Support, NATO ASI Series F, Computer and System Sciences, Springer-Verlag, Berlin, Germany*, 1988.
- [94] Srđević B, Srđević Z, "Standardni i multiplikativni AHP", *Letopis naučnih radova*, 2004
-

- [95] Moreno-Jimenez J.M, Aguaron J, Escobar M.T, "Decisional tools for consensus building in AHP-group decision making", 12^a mini Euro Conference Brussels (Belgium), 2002
- [96] Saaty T.L, "Group decision-making and the AHP", Springer-Verlag; 1989
- [97] Golden B.L, Wasil E.A, Harker P.T, "The analytic Hierarchy process: Applications and studies", Springer-Verlag, New York, 1989
- [98] Ramanathan R, Ganesh L.S, "Group preference aggregation methods employed in AHP: An evaluation and intrinsic process for deriving members weightages", European journal of operational research, 1994
- [99] Raman KS, Tan BC, WeiK K, "An empirical study of task type and communication medium in GDSS", Proceedings of the 26 th annual Hawaii international conference on systems sciences, 1993
- [100] Gallupe RB, McKeen JD, "Enhancing computer - mediated communication: an experimental investigation into the use of a group decision support system for face-to-face vs. Remote meetings", Information and Management, 1990
- [101] Monica Garcia Melo, Pablo Aragonés Beltrán, M. Carmen Gonzalez Cruz, "An AHP-based evaluation procedure for Innovative Educational Projects: A face to face vs. Computer-mediated case study", 2006
- [102] Zorica Jandrić, Bojan Srđević, "Analitički hijerarhijski proces kao podrška donošenju odluka u vodoprivredi", 2000
- [103] Karlsson J, Wohlin C, Regnell B, "An evaluation of methods for prioritizing software requirements", Information and software Technology, 1998
- [104] Harker P.T, Vargas L.G, "The theory of ratio scale estimation: Saaty Analytic hierarchy process", Management Science, 1987
- [105] J. Jovanović, Z. Krivokapić, A. Vujović, "Analitički hijerarhijski proces (AHP) - metod za podršku odlučivanju", Časopis kvaliteta, Beograd, 2006
- [106] S. Marjanović, "Donošenje odluka u privrednim organizacijama", Informator, Zagreb, 1971
- [107] Milenković S, "Veštačke neuronske mreže", Zadužbina Andrejević, Beograd 1997
- [108] Gvozdenović T, "Vještačke neuronske mreže", Seminarski rad, Trebinje 2001
- [109] Cavuto J. D, "An exploration and development of current artificial neural network theory and applications with emphasis on artificial life", The Cooper Union for the advancement of science and art, 1997
- [110] MATLAB, Neural Network Toolbox - ForUse with MATLAB, The MathWorks, 2004
- [111] Demuth H, Beale M, "Neural Network Toolbox – For Use with MATLAB", The MathWorks, 2000.
- [112] Jocković, Ognjanović, Stankovski, "Veštačka inteligencija (Inteligentne mašine i sistemi), Beograd 1997
- [113] Savić Lj, "Programiranje u MATLAB-u", Građevinski fakultet u Beogradu, Beograd 2003
- [114] Čalasan L, Petkovska M, "MATLAB i dodatni moduli Control System Toolbox i Simulink", Mikro knjiga, Beograd, 1996
- [115] Lemay L, Cadenhead R, "JAVA 1.2", Kompjuter biblioteka, Čačak, 2001

- [116] Quentin Charatan, Aaron Kans, "JAVA in two semesters", McGraw Hill, UK, 2002
- [117] Herbert Schildt, "Java 2 od pocetka...", Wrox press, 2001
- [118] <http://www.java.sun.com>
- [119] Subašić P, "Fazi logika i neuronske mreže", Tehnička knjiga, Beograd, 1997
- [120] Obrad Spaić, "Uporedna analiza habanja zavojnih burgija od brzoreznog čelika sa povećanim sadržajem CO proizvedenog konvencionalnom metalurgijom i metalurgijom praha", Magistarski rad, Trebinje 2006
- [121] Nikola Klem, "Informatika, Uvod u MATLAB", Beograd 2006/2007
- [122] N.P. Padhy, "Artificial Intelligence and Intelligent Systems", Oxford University Press, 2006
- [123] J. Jovanović, Z. Krivokapić, A. Vujović, "Quantification environmental aspects by feed-forward backpropagation neural network", Journal of Modeling and Optimization in the Machines Building fields – MOCM, Bacau, Romania, 2006
- [124] J. Jovanović, Z. Krivokapić, A. Vujović, "Quantification environmental aspects on medium air by neural network", 2nd Conference Management of Manufacturing systems, Technical University of Kosice, Presov, Slovakia, 2006
- [125] Schalkoff R, "Artificial Neural Networks", McGraw Hill International Edition, Singapore, 1990
- [126] Tsoukalas, Lefteri H, R.E. Uhrig, "Fuzzy and Neural Approaches in Engineering", John, Wiley, New York, 1996
- [127] Zeidenberg Matthew, "Neural Network Model in Artificial Intelligence", Ellis Horwood, New York, 1990
- [128] Zurada, Jacek M., "Introduction to Artificial Neural Systems", Jaico Publishing House, Mumbai, 1994
- [129] Fausett Laurene, "Fundamentals of Neural Networks – Architectures, Algorithms and Applications", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1999
- [130] Rajsekaren S, Vijayalakshmi Pai, "Neural Networks, Fuzzy Logic and Genetic Algorithms, PHI, New Delhi 2003
- [131] Paul R. Niven, "Balanced Scorecard - Step by step", John Wiley and Sons, New York, 2002
- [132] Kaplan R, Norton D, „On Balance“, CFO, 2001
- [133] T. Leško, "Mjerenje performanci informatičkog sektora državne uprave metodom uravnotežene tablice rezultata", Magistarski rad, Zagreb, 2005
- [134] Kaplan Robert, "Building Strategy Focused Organization with the Balanced Scorecard", Balanced, Scorecard Collaborative, [http:// www.bscoll.com.2003./](http://www.bscoll.com.2003/)
- [135] Kaplan R, Norton D, "The Balanced Scorecard – Translating strategy into action", Harvard Business School press, Boston, Massachusetts, 1996
- [136] Kumpf Andreas, "Balanced Scorecard in der Praxis", Verlag Moderne Industrie, Landsberg/ Lech 2001
- [137] Kaplan Robert, Norton David, "The Balanced Scorecard - Measures That Drive Performance", Harvard Business Review, January - February 1992
- [138] Georg Stefan, "Die Balanced Scorecard als Controlling-bzw. Managementinstrument", Shaker Verlag, Aachen, 1999

- [139] P. Kotler, "Upravljanje marketingom", Informator, Zagreb, 1994.
- [140] Osmanagić-Bedenik, Nidžara, "Balanced Scorecard-uravnotežena karta ciljeva", Računovodstvo, revizija i financije, broj 5/2002
- [141] Kaplan Robert, Norton David, "Balanced Scorecard - Strategien erfolgreich umsetzen", aus dem amerikanischen von P. Horvath u.a., Verlag Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 1997
- [142] Bernhard M.G, "Hoffschröer: Report Balanced Scorecard", Symposion, Düsseldorf, 2001
- [143] Hamel G, Prahalad C. K, "Competing for the future", Harvard Business School Press, Boston Mass, 1994
- [144] Nils-Goran Olve, Jan Roy, Magnus Wetter, "Performance drivers, A Practical Guide to using the Balanced Scorecard", John Wiley and sons, 2004
- [145] Morganski Bernd, "Balanced Scorecard – Auf dem Weg zum Klassiker", Verlag Vahlen, Munchen, 2001
- [146] Kaplan Robert, Norton David P, "The Strategy-Focused Organization", Harvard Business School, 2000
- [147] Kaplan Robert S, Norton David, "Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System", Harvard Business Review, January – February, 1996
- [148] J.E. de Steiguer, J. Duberstein, V. Lopes, "The Analytic Hierarchy Process as a Means for Integrated Watershed management", University of Arizona, 2002
- [149] Porter Michael E, "What is strategy?", Harvard Business Review, November-December, 1996
- [150] Niven R. Paul, "Balanced Scorecard step by step for government and nonprofit agencies", John Wiley & Sons, INC 2003
- [151] Dvorski D, "Pokazatelji uspješnosti poslovanja primjenom modela uravnoteženih ciljeva", Magistarski rad Zagreb, 2005
- [152] Akao Y, Kanri H, "Policy Deployment for Successful TQM", Cambridge MA, Productivity Press, 1999
- [153] Paul R. Niven, "Balanced Scorecard Diagnostics-Maintaining Maximum Performance", John Wiley & sons, 2005
- [154] Weber J, Schäffer U, "Balanced Scorecard & Controlling", Verlag Gabler, Wiesbaden, 2000
- [155] Horvath & Partner, "Balanced Scorecard umsetzen", Verlag Schäffer – Poeschel, Stuttgart, 2000
- [156] T. Kanizaj, "Model uravnotežene tablice rezultata za upravljanje izvedbom projekta", Magistarski rad, Zagreb, 2006
- [157] DeWayne L, Searcy, "Aligning the BSC and Firms strategy using the Analytic hierarchy process", 2004
- [158] <http://www.bscoll.com/>.
- [159] Murtaza Khorakiwala, "Comparative analysis and Evaluation of Performance Software", Virginia, 2001
- [160] Kaplan R, Northon D, "Alignement (Using the BSC to create Corporate synergies", Harvard Business school, 2006
- [161] Lončarević M, "Implementacija strategije primjenom sustava uravnoteženih ciljeva", Magistarski rad Zagreb, 2005

-
- [162] George Valiris, Panagiotis Chytas, "Making decisions using the Balanced Scorecard and the simple multi-attribute rating technique", Emerald, 2005
- [163] Johnson D.S, "Identification and selection of environmental performance indicators: application of the Balanced Scorecard approach", Corporate Environmental Strategy, 5(4): 34-41, 1998
- [164] Kaplan R, Norton D, "The Balanced Scorecard", PWN, Warsaw, 2001
- [165] V. Ravi Shankar, M.K. Tiwari, "Analyzing alternatives in reverse logistics for end-of-life computers: ANP and Balanced Scorecard approach", Computers & Industrial engineering, 2005
- [166] Saaty, T.L, "Fundamentals of the analytic network process", www.superdecisions.com/~saaty).
- [167] Khalid Hafeez, YanBing Zhang, Naila Malak, "Determining key capabilities of a firm using analytic hierarchy process", International journal of production economics, 2001
- [168] Amy H.I. Lee, Wen-Chin Chen, Ching-Jan Chang, "A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan", Science direct, 2006
- [169] LC. Leung, KC Lam, D.Cao, "Implementing the Balanced Scorecard using the analytic hierarchy process & the analytic network process", Operational research Society Ltd, 2006
- [170] Kaplan R, Norton D, "Putting the Balanced Scorecard - Translating strategy into Action", Harvard Business School Press, 2001
- [171] Pim Roest, "The golden rules for implementing the BSC, Australia
- [172] Porter M.E, "Competitive strategy: Techniques for analyzing Industries and Competitors", New York, 1980
- [173] P. Senge, "The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization", New York: Currency Doubleday, 1990
- [174] J. Jovanović, Z. Krivokapić, "AHP in implementation of balanced Scorecard", International Journal for Quality Research, Vol 2, No1, 2008
- [175] J. Jovanović, Z. Krivokapić, M. Perović, A. Vujović, "BSC u profitnim i neprofitnim organizacijama", Časopis Kvalitet, Beograd, 2007
- [176] Wayne W. Eckerson, "Performance dashboards, Measuring, Monitoring and Managing your Business", John Wiley and sons, 2006
- [177] Chang R.Y., Morgan M.W., "Performance Scorecards, measuring the right things in the real world", A Wiley Company, 2000
- [178] Parmenter David, "Key Performance Indicators, developing, Implementing and using winning KPI-s", John Wiley and sons, 2007
- [179] Bjorn Andersen, "Business process improvement", ASQ Quality Press, Wisconsin, 2007
- [180] Frank Figge, Tobias Hahn, Stefan Schaltegger, Marcus Wagner, "The Sustainability Balanced Scorecard - Theory and Application of a Tool for Value-Based Sustainability Management", 2002
- [181] Epstein M.J, Wisner P.S, "Using a Balanced Scorecard to implement sustainability", Environmental Quality Management, 2001
-

- [182] Bieker T, Waxenberger B, "Sustainability Balanced Scorecard and business ethics", Paper presented at the Greening of Industry Network Conference, Göteborg, Sweden, 2002
- [183] Thomas Bieker, Carl-Ulrich Gminder, "Towards a sustainability Balanced Scorecard", University St Gallen, 2002
- [184] Carl Ulrich Gminder, "Environmental management with the Balanced Scorecard", Institute for economy and the environment, Switzerland, 2005
- [185] Michalis Sidiropoulos, Yannis Mouzakis, Emmanuel Adamides, Stavros Goutsos, "Applying Sustainable Indicators to Corporate Strategy: The Eco-Balanced Scorecard", University of Patras, 2004
- [186] F. Zingales, K. Hockerts, "Balanced Scorecard and Sustainability: Examples from literature and practices", CMER, 2003
- [187] T. Bieker, "Sustainability management with the Balanced Scorecard", University of St Gallen, 2003
- [188] Idalina Dias sardinha, Lucas Reijnders, Paula Antunes, "From environmental Performance Evaluation to Eco-Efficiency and Sustainability Balanced Scorecards", Wiley interScience, 2003
- [189] S. Schaltegger, M. Wagner, "Integrative management of sustainability performance, measurement and reporting", Int. J. Accounting, Auditing and performance Evaluation, 2006
- [190] T. Bieker, T. Dyllick, C. U. Gminder, K. Hockerts, "Towards a sustainability Balanced Scorecard linking environmental and social sustainability to Business strategy", Institute for economy and the environment, Switzerland, 2001
- [191] Graciela Maria Scavone, "Challenges in internal environmental management reporting in Argentina", University in Argentina, 2005
- [192] Central procurement Directorate, "Corporate Balanced Scorecard 2006-2007, Helping the public sector deliver better public services", 2008
- [193] S. Ramović, "Unapređenje performansi poslovnog sistema primjenom BSC", Magistarski rad, 2008
- [194] PROCEDURE MANUAL, Conform ISM Code Res. IMO A.741(18), Emergency procedures, AD Barska plovidba
- [195] PROCEDURE MANUAL, Conform ISM Code Res. IMO A.741(18), Safety and pollution Prevention Procedures, AD Barska plovidba
- [196] Jean-Francois Henri, Marc Journeault, "Environmental performance indicators: An empirical study of Canadian manufacturing firms", Journal of Environmental Management, 2008
- [197] P. Rao, O. Catillo, P. Intal, A. Sajid, "Environmental indicators for small and medium enterprises in the Philippines, An empirical research", Journal of cleaner production, 2006
- [198] C. Wedding, D. Crawford-Brown, "Measuring site-level success in brownfield redevelopments: A focus on sustainability and green building", Journal of environmental Management, 2007
- [199] QPR Scorecard, User's Guide, version 7.5.1, QPR Performance excellence, QPR Software, 2007

- [200] QPR Scorecard, Training Guide, version 7.4.1, QPR Performance excellence, QPR Software, 2005
- [201] Z. Krivokapić, J. Jovanović, "Using Balanced Scorecard to improve Environmental management system", *Strojniški vestnik, Journal of Mechanical engineering*, Vol 55 Number 4, 2009
- [202] J. Jovanović, Z. Krivokapić, S. Ramović, "Upravljanje zaštitom životne sredine primjenom Balanced Scorecard-a na modelu AD Barska plovidba", 2009
- [203] Rafa E. Al-Qutaish, Khalid Al-Sarayreh, "Software process and Product ISO Standards: A comprehensive Survey", *European Journal of Scientific Research*, Vol. 19 No. 2. 2008
- [204] ISO/IEC TR 9126-2:2003 - Software ingeneering – Product quality – Part 2: External metrics (Eksterne mjere), ISO 2003
- [205] ISO/IEC TR 9126-3:2003 - Software ingeneering – Product quality – Part 3: Internal metrics (Interne mjere), ISO 2003
- [206] ISO/IEC TR 9126-4:2004 - Software ingeneering – Product quality – Part 4: Quality in use metrics (Mjere kvaliteta u upotrebi), ISO 2004
- [207] A. Terry Morris, "Revealing the ISO/IEC 9126-1 Clique Tree for COTS Software evaluation", *American Institute of Aeronautics and Astronautics*
- [208] Z. Krivokapic, A. Vujovic, M. Perovic, "Informatika", *Mašinski fakultet, Podgorica*, 2009
- [209] Chi-Tai-Lien, Hsiao-Ling Chan, "A Selection Model for ERP System by Applying Fuzzy AHP approach", *Institute for technology, Hsin-Chu, Taiwan, International Journal of the Computer, the Internet and Management*, 2007
- [210] Kie Sung Oh, "COTS Component Quality Evaluation Using AHP", *Department of Computer science, Korea*
- [211] Schniederjans M.J, Wilson R.L, "Using the analytic hierarchy process and goal programming for information system project selection", *Information & management* 20, 333-342, 1991
- [212] Wei C.C, Dhien C.F, Wang M.J, "An AHP-based approach to ERP system selection" *International Journal of Production Economics* 96, 47-62, 2005
- [213] J. Jovanović, Z. Krivokapić, S. Ramović, "Balanced Scorecard model evaluation: the case of AD Barska plovidba", *Quality festival, Kragujevac*, 2009
- [214] Arsovski Z., "Informacioni sistemi", *Univerzitet u Kragujevcu, Ekonomski fakultet*, 2008
- [215] Nilson Ingar, "Integrating environmental management to improve strategig decision making" *Master tesis, Sweden*, 2001
- [216] Cecílio T, Ramos T. B, "Corporate environmental and sustainability measurement and reporting practices in Portugal", *Faculty of Marine and Environmental Sciences, Portugal*, 2006
- [217] Tian Gao, "Lives in the balance: managing with the scorecard in not-for-profit healthcare settings", *Jinan Central Hospital, China and University of South Australia*, 2006
- [218] Malin Sofia Harlem, "Using the balanced scorecard to overcome barriers in strategy implementation - A Case Study of the Balanced Scorecard implementation at Telemark County Tax Office" *Master tesis, Göteborg University*, 2002

- [219] Massimiliano Bonacchi, Leonardo Rinaldi, "Sustainable development performance and sustainability: are stakeholders the missing link?", 2007
- [220] Ernest H. Forman, Saul I. Gass, "The Analytic Hierarchy Process – An Exposition", Science direct, 2000
- [221] Myung Ho Sohna, Taewoo Youb, Seok-Lyong Leec, Heeseok Lee, "Corporate strategies, environmental forces, and performance measures: a weighting decision support system using the k-nearest neighbor technique", Expert Systems with Applications, 2003
- [222] Ko E, Kincade D, Brown J. R, "Impact of business type upon the adoption of quick response technologies: The apparel industry experience", International Journal of Operations and Production Management, 2000
- [223] Woodside A. G, Sullivan D. P, Trappey, R. J, "III Assessing relationships among strategic types distinctive marketing competencies, and organizational performance", Journal of Business Research, 45, 135–146, 1999
- [224] Conant J, Mokwa M, Varadarajan P. R, "Strategic types, distinctive marketing competencies, and organizational performance: A multiple measures-based study", Strategic Management Journal, 11(5), 365–383, 1990
- [225] Ling Xu, Jian-Bo Yang, "Introduction to Multi-Criteria Decision Making and the Evidential Reasoning Approach", Working Paper No. 0106, May 2001
- [226] Farzad Tahriri, Mohammad Rasid Osman, Aidy Ali, Rosnah Mohd Yusuff, "A Review Of Supplier Selection Methods In Manufacturing Industries", 2008
- [227] Selecting the Ideal FPGA Vendor for Military Programs, White paper, <http://www.altera.com/literature/wp/wp-01094-select-military-vendor.pdf>
- [228] Seidenschwarz W., "Balanced Scorecard – Ein Konzept für den zielgerichteten strategischen Wandel, from Horvath P, " Controlling & Finance , Schaffer-Poeschel, Stuttgart, 1999.
- [229] Bramseman R, "Handbuch Controlling", Hanser, Munchen, 1993.

PODACI POTREBNI ZA DIGITALIZACIJU DOKTORSKE DISERTACIJE

Ime i prezime autora Jelena Jovanovic

Godina rođenja 1974

E-mail jelenajov@ucg.ac.me

Organizaciona jedinica Univerziteta Crne Gore

Mašinski fakultet Podgorica

Naslov doktorske disertacije

Model unapredjenja sistema upravljanja zaštitom životne sredine primjenom multisoftvera

Prevod naslova na engleski jezik

Model of improving environmental management system by multi-software

Datum odbrane 16. 11. 2009.

Signatura u Univerzitetskoj biblioteci¹

Naslov, sažeci, ključne riječi (priložiti dokument sa podacima potrebnim za unos doktorske disertacije u Digitalni arhiv Univerziteta Crne Gore)

Izjava o korišćenju (priložiti potpisanu izjavu)

Napomena

¹ Podatak o signaturi (lokaciji) može ispuniti biblioteka organizacione jedinice/Univerzitetska biblioteka

PODACI POTREBNI ZA UNOS DOKTORSKE DISERTACIJE U DIGITALNI ARHIV UNIVERZITETA CRNE GORE

Prevod naslova disertacije na engleski jezik

Model of improving environmental management system by multi-software

Mentor i članovi komisija (za ocjenu i odbranu)

Prof. dr Milan Perović, predsjednik
Prof. dr Zdravko Krivokapić, mentor
Prof. dr Stanka Filipović, član
Prof. dr Vujica Lazović, član
Prof. dr Zora Arsovski, član

Sažetak *

Doktorska disertacija "Model unapređenja sistema upravljanja zaštitom životne sredine primjenom multisoftvera" predstavlja prirodni nastavak istraživanja koja se odnose na primjenu Informaciono komunikacionih tehnologija (ICT) u modeliranju kvantifikovanja aspekata životne sredine. U ovoj disertaciji se opsežnom analizom literaturnih izvora, kao i analizom poslovanja organizacija u zemlji i okruženju razmatraju mogućnosti za kreiranje modela upravljanja zaštitom životne sredine primjenom više sistema sa obaveznom softverskom podrškom.

U cilju da se sistem upravljanja zaštitom životne sredine podigne na viši nivo primjenom naučnih metoda i multisoftvera, postavljene su četiri hipoteze koje u potpunosti prate razvoj samog modela:

H0: Modelima na bazi neuronskih mreža se obezbjeđuje objektivno i pouzdano ocjenjivanje uticaja na životnu sredinu.

H1: Uključivanje ciljeva zaštite životne sredine (ZŽS) u Balanced Scorecard (BSC) je moguće izvesti na bazi četiri modela.

H2: Modeli sa posebno kreiranim BSC mapama orijentisanim na zaštitu životne sredine daju najbolje rezultate u primjeni na bazi prirodnog eksperimenta.

H3: Primjenom multisoftvera obezbjeđuje se uravnotežen pristup sistemu upravljanja zaštitom životne sredine u odnosu na sistem koji nije softverski podržan.

Primjena neuronskih mreža kreiranih na velikom broju prikupljenih podataka organizacija sertifikovanih po standardu ISO 14001 su pokazali opravdanost u cilju postizanja objektivnog i pouzdanog vrednovanja uticaja na životnu sredinu nezavisno od djelatnosti organizacije. Iako je ovaj ključni zahtjev standarda ISO 14001 u potpunosti zadovoljen, u cilju stvaranja sistema koji će obezbjeđivati stalno unapređivanje ekoloških performansi analiziran je u svijetu široko rasprostranjen pristup strateškog sistema menadžmenta tzv. Balanced Scorecard (BSC). Mogućnosti za unapređenja pristupa Balanced Scorecard-a orijentisanih na zaštitu životne sredine su ispitivane kako na bazi analize literaturnih izvora tako i njihovom primjenom u realnom poslovnom okruženju. Na taj način su kreirana četiri pristupa BSC modela od kojih dva sa originalnim pristupom u kreiranju metrike ZŽS i njenog povezivanja sa konvencionalnim BSC modelom čime je i druga hipoteza dokazana.

U radu su prikazani kreirani modeli koji obuhvataju ne samo metriku zaštite životne sredine već i cjelokupnog poslovanja organizacije. Na bazi ekspertskog ocjenjivanja modela realizovanog u posljednjem poglavlju ukazano je da modeli koji sadrže dva BSC modela, od kojih je jedan orijentisan samo na zaštitu životne sredine, pružaju mnogo bolje rezultate u primjeni.

S obzirom na to da je u toku izgradnje samog modela kao i za njegovo konačno oblikovanje bilo neophodno donositi odluke na bazi analitičkog pristupa vrednovanjem relevantnih činjenica od strane većeg broja učesnika to su metodi multikriterijumskog odlučivanja (konkretno Analitički hijerarhijski proces (AHP) metod) bili nezaobilazni.

Objedinjavanjem rezultata u toku izrade doktorske disertacije kreiran je model za unapređenje sistema upravljanja zaštitom životne sredine koji u opštoj formi sadrži primjenu tri ključna pristupa:

- Vrednovanje uticaja na životnu sredinu primjenom neuronskih mreža
- Upotreba BSC sistema sa posebno kreiranim EKO BSC sistemom
- Vrednovanje metrike EKO BSC primjenom AHP metode odlučivanja

Primjena softverskih sistema u svim procesima značajno unapređuje poslovne performanse i stvara uslove za pravovremeno reagovanje na promjene unutar i van organizacije, pa su stoga oni u radu i upotrebljavani za sve pristupe i metode sadržane u konačnom modelu unapređenja zaštite životne sredine.

Sažetak na engleskom (njemačkom ili francuskom) jeziku

doctoral dissertation "Model of improving environmental management system by multi-software" presents extensive research on information communication technology (ICT) utilization, specifically concerning the quantitative modeling of environmental aspects. Using existing literature and also analyzing organizational businesses in Montenegro and the wider region, we analyze possibilities for the creation of a model for environmental management system, using a different system with obligatory software support.

In order to improve environmental management system to a superior level, using scientific methods and multi-software, we establish four hypotheses that follow completely the model of development:

H0: Models based on neural networks would assure objective and reliable evaluation of environmental impacts.

H1: Incorporation of environmental protection objectives into the Balanced Scorecard (BSC) can be introduced based on four models.

H2: Models with specially created BSC maps that are oriented towards environmental management system produce the best results, based on practical experiments.

H3: Utilization of multi-software produces a balanced system approach for environmental management system, compared to a model that is not supported by the software.

Utilization of neural networks created on the basis of a large amount of data collected from organizations that are certified with ISO 14001, confirmed the achievement of objective and reliable evaluation of environmental impacts, regardless of the organizational sector of activity. Even when the basic demands of ISO 14001 are satisfied, in order to create a system that will provide constant improvement of ecological performance, we used a broadly based approach to improve a strategic management system called the Balanced Scorecard. The possibilities for improvement of the Balanced Scorecard approach, to orient it towards environmental protection, are verified based on the existing literature and on the application of this approach toward real businesses. Based on this, we created four BSC models. Two of those models have an original approach in creating environmental protection metrics and merge it with a conventional BSC. These models confirm our second hypothesis.

The research presents created models that include not only an environmental protection metrics but also incorporate the whole range of organizational business. Based on experimental evaluation of the models described in the last chapter, we point out that those models that contain two BSC models, and where one of them is oriented only towards environmental protection, provide much better results.

The creation and final development of precise models requires decisions to be made that are based on analytical approaches calibrated with the relevant facts of the various participants. So we have to use methods of multi-criteria decision making (more precisely, an Analytic Hierarchy Process (AHP)).

Merging results during the writing of this doctoral dissertation, we created a model for improving environmental management system that contains three principal approaches:

- Evaluating effects on the environment using neuron networks
- Utilization of BSC systems with specially created ECO BSC systems
- Evaluation of a EKO BSC metrics using the AHP method of decision making

Utilization of software systems in all processes significantly improves business performance and creates conditions for rapid reactions and changes inside and outside organizations. Hence, the systems described in this research can be used for all approaches and methods contained in the final model of improving environmental management system.

Ključne riječi

zastita zivotne sredine, menadzment performansama, neuronske mreze, Feed forward Backpropagation, Iso standard

Ključne riječi na engleskom jeziku

environmental management system, performance management, neural network, Feed forward Backpropagation, ISO standard

Naučna oblast/uža naučna oblast

Industrijski inženjering

Naučna oblast/uža naučna oblast na engleskom jeziku

Industrial engineering

Ostali podaci

* Ukoliko je predviđeni prostor za polja Sažetak, Sažetak na engleskom jeziku, Ključne riječi i Ključne riječi na engleskom jeziku nedovoljan, priložiti ih u posebnom prilogu.

IZJAVA O KORIŠĆENJU

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku da u **Digitalni arhiv Univerziteta Crne Gore** unese doktorsku disertaciju pod naslovom

Model unapredjenja sistema upravljanja zaštitom životne sredine primjenom multisoftvera

koja je moj autorski rad.

Doktorska disertacija, pohranjena u Digitalni arhiv Univerziteta Crne Gore, može se koristiti pod uslovima definisanim licencom Kreativne zajednice (Creative Commons), za koju sam se odlučio/la¹.

Autorstvo

Autorstvo – bez prerada

Autorstvo – dijeliti pod istim uslovima

Autorstvo – nekomercijalno

Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada

☒ Autorstvo – nekomercijalno – dijeliti pod istim uslovima

Potpis doktoranda



U

¹ Odabrati (čekirati) jednu od šest ponuđenih licenci (kratak opis licenci dat je na poledini ovog priloga)

Autorstvo

Licenca sa najširim obimom prava korišćenja. Dozvoljavaju se prerade, umnožavanje, distribucija i javno saopštavanje djela, pod uslovom da se navede ime izvornog autora (onako kako je izvorni autor ili davalac licence odredio).

Djelo se može koristiti i u komercijalne svrhe.

Autorstvo – bez prerada

Dozvoljava se umnožavanje, distribucija i javno saopštavanje djela, pod uslovom da se navede ime izvornog autora (onako kako je izvorni autor ili davalac licence odredio). Djelo se ne može mijenjati, preoblikovati ili koristiti u drugom djelu.

Licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu djela.

Autorstvo – dijeliti pod istim uslovima

Dozvoljava se umnožavanje, distribucija i javno saopštavanje djela, pod uslovom da se navede ime izvornog autora (onako kako je izvorni autor ili davalac licence odredio). Ukoliko se djelo mijenja, preoblikuje ili koristi u drugom djelu, prerade se moraju distribuirati pod istom ili sličnom licencom.

Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu djela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.

Autorstvo – nekomercijalno

Dozvoljavaju se prerade, umnožavanje, distribucija i javno saopštavanje djela, pod uslovom da se navede ime izvornog autora (onako kako je izvorni autor ili davalac licence odredio).

Komercijalna upotreba djela nije dozvoljena.

Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada

Licenca kojom se u najvećoj mjeri ograničavaju prava korišćenja djela. Dozvoljava se umnožavanje, distribucija i javno saopštavanje djela, pod uslovom da se navede ime izvornog autora (onako kako je izvorni autor ili davalac licence odredio). Djelo se ne može mijenjati, preoblikovati ili koristiti u drugom djelu.

Komercijalna upotreba djela nije dozvoljena.

Autorstvo – nekomercijalno – dijeliti pod istim uslovima

Dozvoljava se umnožavanje, distribucija, javno saopštavanje i prerada djela, pod uslovom da se navede ime izvornog autora (onako kako je izvorni autor ili davalac licence odredio). Ukoliko se djelo mijenja, preoblikuje ili koristi u drugom djelu, prerada se mora distribuirati pod istom ili sličnom licencom.

Djelo i prerade se ne mogu koristiti u komercijalne svrhe.