UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA U NOVOM SADU

RAZVOJ SISTEMA ZA PROCENU I ODABIR DIREKTNIH DOBAVLJAČA U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor:
Prof. dr Dragan Simić

Kandidat:
mr Vasa Svirčević

Novi Sad, 2016

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ ● **ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА**
21000 НОВИ САД, Трг Доситеја Обрадовића 6

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, **РБР**:		
Идентификациони број, **ИБР**:		
Тип документације, **ТД**:		Монографска публикација
Тип записа, **ТЗ**:		Текстуални штампани материјал
Врста рада, **ВР**:		Докторска дисертација
Аутор, **АУ**:		Васа Свирчевић
Ментор, **МН**:		Проф. др Драган Симић
Наслов рада, **НР**:		Развој система за процену и одабир директних добављача у аутомобилској индустрији
Језик публикације, **ЈП**:		Српски
Језик извода, **ЈИ**:		Српски
Земља публиковања, **ЗП**:		Србија
Уже географско подручје, **УГП**:		Нови Сад, Војводина
Година, **ГО**:		2016
Издавач, **ИЗ**:		Ауторски репринт
Место и адреса, **МА**:		Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића 6,
Физички опис рада, **ФО**: (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)		7/140/182/13/39/0/0
Научна област, **НО**:		Саобраћајно инжењерство
Научна дисциплина, **НД**:		Логистички системи
Предметна одредница/Кључне речи, **ПО**:		Оцена добављача, одабир добављача, аутомобилска индустрија
УДК		
Чува се, **ЧУ**:		Библиотека ФТН, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад
Важна напомена, **ВН**:		
Извод, **ИЗ**:		У докторској дисертацији разматра се процена и одабир директних добављача у аутомобилској индустрији, процес и развој критеријума у циљу оптималне селекције најбољих извора набавке. Приказане су различите методе које се користе за ове намене и развијена је хибридна метода како би се обезбедили најреалнији могући резултати процене добављача. Истраживање је вршено у једној компанији и коришћени су подаци из реалних пословних процеса.
Датум прихватања теме, **ДП**:		25.11.2015.
Датум одбране, **ДО**:		
Чланови комисије, **КО**:	Председник:	Др Илија Ковачевић, редовни професор
	Члан:	Др Јован Тепић, ванредни професор
	Члан:	Др Снежана Младеновић, ванредни професор
	Члан:	Др Иван Бекер, ванредни професор
	Члан, ментор:	Др Драган Симић, ванредни професор

Потпис ментора

UNIVERSITY OF NOVI SAD ● **FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES**
21000 NOVI SAD, Trg Dositeja Obradovića 6

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, **ANO**:		
Identification number, **INO**:		
Document type, **DT**:		Monographic publication
Type of record, **TR**:		Word printed documen
Contents code, **CC**:		Ph.D. Thesis
Author, **AU**:		Vasa Svirčević
Mentor, **MN**:		Prof. dr Dragan Simić
Title, **TI**:		Direct supplier assessment and selection systems development in automotive industry
Language of text, **LT**:		Serbian
Language of abstract, **LA**:		Serbian/English
Country of publication, **CP**:		Serbia
Locality of publication, **LP**:		Novi Sad, Vojvodina
Publication year, **PY**:		2016.
Publisher, **PB**:		Authors reprint
Publication place, **PP**:		Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja Obradovica 6,
Physical description, **PD**: (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)		7/140/182/13/39/0/0
Scientific field, **SF**:		Traffic engineering
Scientific discipline, **SD**:		Logistics systems
Subject/Key words, **S/KW**:		Supplier assessment, supplier selection, automotive industry
UC		
Holding data, **HD**:		Library of Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja Obradovica 6, Novi Sad
Note, **N**:		
Abstract, **AB**:		In this thesis direct supplier assessment and selection systems development in automotive industry is considered, as well as criteria development in order to provide optimal supply sources. Different methods that are used for those purposes are presented and hybrid method was developed for providing the most realistic results of supplier assessment. The research was held in a real company using real business records.
Accepted by the Scientific Board on, **ASB**:		25.11.2015.
Defended on, **DE**:		
Defended Board, **DB**:	President:	Ilija Kovačević, Ph.D., full professor
	Member:	Jovan Tepić, Ph.D., associate professor
	Member:	Snežana Mladenović, Ph.D., associate professor
	Member:	Ivan Beker, Ph.D., associate professor
	Member, Mentor:	Dragan Simić, Ph.D., associate professor

Menthor's sign

Sadržaj:

Predgovor 9
1. PROCENA DOBAVLJAČA KROZ ISTORIJU 11
1.1. Tradicionalan pristup odabira dobavljača 11
1.2. Novi pristup odabiru dobavljača 11
1.3. Razvoj kriterijuma za procernu dobavljača kroz vreme 14
1.3.1. Dickson-onove analize kriterijuma procene dobavljača 14
1.3.2. Weber-ovi kriterijumi procene i metode 15
1.3.3. Ellram-ovi sofisticirani kriterijumi 16
1.3.4. Kraus, Pagella i Ćurkovićevi kriterijumi procene dobavljača 17
1.3.5. Birch-ovi kriterijumi za procenu dobavljača 17
1.3.6. Cebi i Bayraktar-ov integrisani proces evaluacije dobavljača 18
2. PROCES PROCENE I ODABIRA DOBAVLJAČA 20
2.1. Prepoznavanje potrebe za odabir dobavljača 21
2.2. Identifikacija osnovnih zahteva nabavke 21
2.3. Određivanje strategije nabavke nabavke 21
2.4. Identifikacija potencijalnih izvore nabavke 22
2.4.1. Postojeći dobavljači 22
2.4.2. Prodavci 22
2.4.3. Iskustvo 23
2.4.4. Trgovački časopisi 23
2.4.5. Trgovački adresari kompanija 23
2.4.6. Sajmovi 23
2.4.7. Indirektne informacije ili informacije iz druge ruke 23
2.4.8. Interni izvori informacija 24
2.4.9. Pretrage na internetu 24
2.5. Optimizacija broja potencijalnih dobavljača 24
2.5.1. Proizvođač ili distributer 24
2.5.2. Lokalni, nacionalni ili internacionalni dobavljači 25
2.5.3. Veliki ili mali dobavljači 25
2.5.4. Jedan ili više izvora nabavke 25
2.5.5. Analiza finansijskog rizika 26
2.5.6. Procena performansi dobaljača 26

2.5.7. Procena dobavljača na osnovu upitnika 26
2.6. Određivanje metode procene i odabira dobavljača 27
2.6.1. Evaluacija informacija dobijenih od dobavljača 27
2.6.2. Posete dobavljaču 27
2.6.3. Korišćenje poželjnih dobavljača 27
2.7. Odabir dobavljača i postizanje dogovora 27
3. KRITERIJUMI ZA PROCENU DOBAVLJAČA 29
3.1. Sposobnost upravljanja 29
3.2. Sposobnosti zaposlenih 30
3.3. Struktura troškova 30
3.4. Sistemi i ukupne performanse kvaliteta 31
3.5. Proces i tehnološke sposobnosti 31
3.6. Uskalađenost sa zaštitom životne sredine 31
3.7. Finansijska stabilnost 32
3.8. Planiranje proizvodnje i sistemi kontrole 33
3.9. Elektronska trgovina 33
3.10. Dobavljačeva strategija snabdevanja 34
3.11. Mogućnost dugoročne poslovne saradnje 35
4. REALIZOVANI PRIMERI PROCENE DOBAVLJAČA U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI 36
4.1. Scoring model 36
4.2. Audi model procene dobavljača 40
4.2.1. Struktura Audi logističkog audita 40
4.2.2. Konsekvence Audi logističkog audita 43
4.3. Fiat model za procenu dobavljača 43
4.3.1. Dokumentacija 44
4.3.2. Alati i oprema 47
4.3.3. Proces 48
4.3.4. Ljudski resursi i organizacija 50
4.3.5. Kvalifikacija proizvoda / probna proizvodnja 51
4.3.6. Sistem kvaliteta 52
4.3.7. Logistika 56
4.3.8. Kontinuirano poboljšanje 58
4.4. PSA model za procenu isporuka dobavljača 61
5. METODE ZA PROCENU DOBAVLJAČA 64

5.1. Analitički hijerarhijski proces 64
5.1.1. Metodologija 65
5.1.2. Prednosti i nedostaci AHP analize 69
5.1.3. Primena AHP za procenu i odabir dobavljača 70
5.2. Analitički mrežni proces 72
5.2.1. Metodologija 72
5.2.2. Prednosti i ograničenja ANP 76
5.2.3. Primena ANP za procenu i odabir dobavljača 77
5.3. TOPSIS 77
5.3.1. Metodologija 78
5.3.2. Prednosti i nedostaci TOPSIS metode 79
5.3.3. Primena TOPSIS metode za procenu i odabir dobavljača 79
5.4. Data Envelopment Analysis 80
5.4.1. Metodologija 80
5.4.2. Prednosti i ograničenja DEA modela 82
5.4.3. Primena DEA metoda za procenu i odabir dobavljača 83
5.5. Case-Based Reasoning 84
5.5.1. Metodologija 85
5.5.2. Prednosti i ograničenja CBR 87
5.5.3. Primena CBR metode za procenu i odabir dobavljača 87
5.6. Metoda matrice odlučivanja 88
5.6.1. Metodologija 88
5.6.2. Prednosti i ograničenja metode matrice odlučivanja 89
5.7. Genetski algoritmi 89
5.7.1. Metodologija 90
5.7.2. Prednosti i ograničenja GA 90
5.7.3. Primena GA za procenu i odabir dobavljača 90
5.8. Teorija fuzzy skupova 91
5.8.1. Metodologija 91
5.8.2. Prednosti i ograničenja 92
5.8.3. Primena fuzzy metode za procenu i odabir dobavljača 92
5.9. Ostale manje primenjivane metode 92
5.10. Klasifikacija metode za procenu i odabir dobavljača 93
5.11. Pregled individualnih i integrisanih metoda fuzzy pristupa 95
5.11.1. Integrisani fuzzy MCDM pristupi 97

5.11.2. Integracija fuzzy i pristupa matematičkog programiranja 98
5.11.3. Integrisani fuzzy i statistički pristupi 98
5.11.4. Integrisani fuzzy i pristupi veštačke inteligencije 99
5.11.5. Ostala manje primenjivana integrisana rešenja 99
5.12. Prednosti, nedostaci i ograničenja pristupa 100
5.12.1. Prednosti i nedostaci DEA pristupa 100
5.12.2. Prednosti i nedostaci AHP pristupa 100
5.12.3. Prednosti i nedostaci fuzzy pristupa 101
6. PREDLOG HIBRIDNOG MODELA ZA PROCENU DOBAVLJAČA 102
6.1. Procena i odabir dobavljača u Lames d.o.o. 102
6.2. Kategorije nabavke, grupe i individualne performanse 105
6.3. Empirijski model 106
6.4. Model merenja performansi koristeći genetski algoritam 109
6.5. Eksperimentalni rezultati GA 111
6.6. Model slaganja površina 112
6.7. Harmonijski model ograničenih vrednosti performansi 115
6.8. Eksperimentalni rezultati hibridnog HSA & GA 117
7. ZAKLJUČAK 121
Literatura 124

Lista slika

Slika 1: Uticaj razvoja kompleksnosti inicijalnih odluka o kupovini.....12
Slika 2: Kriterijumi za procenu dobavljača – Kraus 17
Slika 3: Kriterijumi integrisane procene. 19
Slika 4: Proces procene i odabira dobavljača. 20
Slika 5: Primer prikaza rejtinga za jednu kompaniju. 38
Slika 6: Primer prikaza analize plaćanja i likvidnosti kompanije. 38
Slika 7: Uporedni prikaz scoring rezultata po godinama. 39
Slika 8: Prikaz modula i njihovog vrednovanja. 41
Slika 9: Fiat model za ocenu dobavljača. 60
Slika 10: PSA rejting isporuka dobavljača. 61
Slika 11: Prikaz pogrešnih isporuka za jednu PSA fabriku. 62
Slika 12: Prikaz postupka zahtevanja korekcija pogrešno prikazanih isporuka. 62
Slika 13: PSA prikaz performansi dobavljača u poslednjih 6 meseci. 63
Slika 14: Primer AHP hijerarhije. 64
Slika 15: Hijerarhijski model – AHP struktura 66
Slika 16: Dijagram toka za procenu dobavljača preko web-aplikacije. 71
Slika 17: Linearna hijerarhija. 73
Slika 18: Mreža povratnih sprega u ANP. 73
Slika 19: Mrežna supermatrica. 75
Slika 20: W_{ij} komponenta supermatrice. 75
Slika 21: Primer ANP modela za procenu dobavljača. 76
Slika 22: Normalizovana matrica za donošenje odluka. 78
Slika 23: CBR ciklus. 85
Slika 24: Koncept matrice za evaluaciju. 88
Slika 25: Kompletirani koncept matrice za evaluaciju. 89
Slika 26: Postojeće analitičke metode za procenu i odabir dobavljača. 94
Slika 27: Predloženi model - Metode za procenu i odabir dobavljača 95
Slika 28: Dijagram toka za procenu i odabir dobavljača. 103
Slika 29: Parametri za ocenu dobavljača. 106
Slika 30: Ekranska forma za ocenu dobavljača. 107
Slika 31: Lista ocenjenih dobavljača po segmentima nabavke i nabavljačima. 108
Slika 32: Individualne performanse dobavljača, ciljni nivoi performansi 110
Slika 33: Pseudokod genetskog algoritma. 110
Slika 34: Osnovna geometrijska struktura. 111
Slika 35: Grafički prikaz površina. 113
Slika 36: Ciljni i stvarni nivoi ocene dobavljača. 114
Slika 37: Stvarni i ciljni nivoi performansi dobavljača, ograničeni ciljni nivoi. 114
Slika 38: Dijagram toka harmonijskog algoritma za pretragu. 115
Slika 39: Pseudokod harmonijskog algoritma za pretragu. 117

Lista tabela

Tabela 1: Prednosti selekcije jednog i više dobavljača.....13
Tabela 2: Dickson-ovi kriterijumi za procenu dobavljača.....15
Tabela 3: Weber-ovi kriterijumi za odabir dobavljača – Rang po Dickson-u.....16
Tabela 4: Birch-ovi kriterijumi za procenu dobavljača. 18
Tabela 5: Klase scoring modela.....37
Tabela 6: Pokazatelji scoring modela. 37
Tabela 7: Performanse i rejting kompanije.....42
Tabela 8: Skale za merenje u AHP 66
Tabela 9: Vrednosti prosečnog slučajnog indeksa (RI) za uobičajene veličine matrice 68
Tabela 10: Pregled individualnih i integrisanih fuzzy pristupa. 96
Tabela 11: Eksperimentalni rezultati: Empirijski model 112
Tabela 12: Eksperimentalni rezultati: Empirijski model, površina bez ograničenja 118
Tabela 13: Komparativna analiza performansi kompanija u 2012. i 2013. godini.....120

Lista skraćenica

AHP	Analitički hijerarhijski proces – metoda za podršku višekriterijumskog odlučivanja (eng. *Analytic Hierarchy Process*)
ANP	Analitički mrežni proces – metoda za podršku odlučivanja (eng. *Analytic network process*)
APQP	Napredno planiranje kvaliteta proizvoda (eng. *Advanced Product Quality Planning*)
AVIEXP	Obaveštenje o isporuci (EDIFACT poruka)
B2B	Komercijalne transakcije između dva poslovna partnera (eng. *Business-to-business*)
CAD	Računarski podržan dizajn (eng. *Computer Aided Design*)
CBR	Tehnika za rešavanje problema (eng. *Case-Based Reasoning*)
CROSSGATE	Elektronski servis između poslovnih partnera
DEA	Analiza obavijenih podataka – metoda za podršku odlučivanja (eng. *Data Envelopment Analys*)
DELFOR	Plan isporuke (EDIFACT poruka)
DELINS	Isporuka po određenom redosledu (EDIFACT poruka)
DELJIT	Isporuka na vreme (EDIFACT poruka)
DFMEA	FMEA u fazi dizajna
EDI	Elektronska razmena podataka u standardizovanom formatu između poslovnih partnera (eng. *Electronic Data Interchange*)
EDIFACT	Standard za elektronsku razmenu podataka za administraciju, trgovinu i transport (eng. *Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport*)
FIFO	Redosled izuzimanja materijala iz magacina – prvi unutra, prvi napolje (eng. *First-In-First-Out*)
FMEA	Analize efekata i grešaka koje mogu da dovedu do pogoršanja kvaliteta (eng. *Failure Mode and Effects Analysis*)
GA	Genetski algoritam
HSA	Harmonijski algoritam za pretragu
IMDS	Sistem podataka o materijalima za automobilsku industriju (eng. *International Material Data System*)
JIS	Isporuka po određenom redosledu (eng. *Just In Sequence*)
JIT	Isporuka na vreme (eng. *Just In Time*)
KPC	Ključne karakteristike proizvoda (eng. *Key Product Characteristics*)
KPI	Bitni pokazatelji performansi (eng. *Key Performance Indicators*)
MDS	Lista materijala (eng. *Material Data Sheet*)
MRP	Planiranje potreba za materijalom (eng. *Material Requirements Planning*)
ODM	Dobavljač koji i dizajnira deo koji je predmet kupovine (eng. *Original Design Manufacturer*)
PCP	Plan kontrole procesa
PFMEA	FMEA u fazi proizvodnje ili procesa

PPAP	Proces odobravanja proizvodnje proizvoda od strane klijenta (eng. *Production Part Approval Process*)
RPN	Stepen prioriteta rizika za FMEA izračunavanja (eng. *Risk Priority Number*)
SPC	Statistika kontrole procesa (eng. *Statistical Process Control*)
SQE	Inženjer za osiguranje kvaliteta dobavljača (eng. *Supplier Quality Engineer*)
Tier 1	Direktan dobavljač proizvođača automobila
Tier 2	Poddobavljač direktnog dobavljača proizvođača automobila
TOPSIS	Metoda za podršku odlučivanja (eng. *Techniques for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution*)
TQM	Totalno upravljanje kvalitetom (eng. *Total Quality Management*)
VAN	Elektronski servis između poslovnih partnera (eng. *Value Added Network*)

Predgovor

U vremenima ekonomske krize i rastuće tržišne konkurencije, poslovna konkurentnost, kvalitet, sigurnost, stabilnost celokupnog lanca snabdevanja i optimizacija troškova igraju sve važniju ulogu u kompanijama koje teže da opstanu na tržištu. Dinamične promene na tržištu zahtevaju izbor poslovnih partnera koji su u mogućnosti da isprate zahteve kompanije.

Jedan od najvažnijih procesa koji se izvršavaju u preduzeću je procena, odabir i konstantan monitoring dobavljača. Nekada primarna metoda da se dođe do sklapanja ugovora bila je konkurentno prikupljanje ponuda. Bilo je dovoljno da se prikupe tri ponude i da se nakon kraće analize potpiše ugovor sa dobavljačem koji je ponudio najkonkurentniju cenu.

U današnje vreme, napredni nabavljači angažuju mnogobrojne resurse kako bi ocenili performanse dobavljača i njegove sposobnosti u mnogo različitih oblasti. Proces odabira dobavljača je postao toliko važan da multifunkcionalni timovi bivaju angažovani za vršenje ovih zadataka. Oni posećuju i ocenjuju dobavljače. Racionalna odluka o izboru dobavljača može umanjiti ili ukloniti mnoge probleme u poslovanju preduzeća.

Najveći deo troškova finalnog proizvoda kompanije prethodno je određen aktivnostima nabavke, pa se i sa tog aspekta može videti značaj ovih aktivnosti. Gencer i Gürpinar [1] su došli do zaključka u svojim istraživanjima da troškovi nabavljene robe i usluga predstavljaju više od 60% vrednosti finalnog proizvoda u mnogim kompanijama. Međutim, troškovi nisu jedini faktor koji se preliva od dobavljača. Najznačajniju ulogu ima kvalitet dobavljačeve robe ili usluga jer preko 50% svih problema sa kvalitetom ima uzrok u nabavljenom materijalu.

Ocena i izbor dobavljača danas ima rastući značaj za uspeh kompanije. Popularni programi konstantnog poboljšanja u domenu inženjeringa, logistike i upravljanja proizvodnjom zahtevaju sve bolje i čvršće veze sa dobavljačima. Ovo zatim rezultira u smanjenju vremena potrebnog za nabavku robe, sve izvesnijim isporukama tačno na vreme i povećanjem kvaliteta robe. Ako je preduzeće smanjilo broj dobavljača u svojoj bazi dobavljača, te sa manjim brojem dobavljača obezbeđuje dugoročnije ugovore, želja za promenom postojećih dobavljača se smanjuje. To je dodatni razlog zašto je izbor dobrih dobavljača veoma važna aktivnost.

Postupak procene i izbora dobavljača uključuje mnoge kriterijume koji mogu biti kvantitativni ili kvalitativni. Veoma je važno da se uspostavi balans između merljivih i teško merljivih faktora koji nekada mogu da budu čak i u konfliktu. Teško je doneti pravu odluku o najboljem dobavljaču tako da su brojna istraživanja usmerena ka ovoj problematici. U periodu dužem od pola veka razvile su se brojne metode koje unose više svetla u ove kompleksne procese i pomažu donosiocu odluke da realnije sagleda celokupnu situaciju i odluči na ispravan način.

Ovaj rad se fokusira na različite teme i probleme koji prate procenu i odabir dobavljača. Opisan je proces odabira, različite kategorije performansi dobavljača koje se mogu uključiti prilikom procene, razvoj alata i instrumenata koji se koriste tokom evaluacije, a takođe se razmatraju i kritične tačke sa kojima se ocenjivač suočava tokom procene dobavljača.

Sofisticirane metode su uspešno primenjene kako bi se rešili nelinearni problemi u poslovanju, inženjeringu i nauci. . Ove metode mogu biti alternativa za statističke metode koje su često veoma složene i obiluju velikim stepenom neizvesnosti.

Cilj ovog rada nije da se nađe najbolja metoda za procenu i odabir dobavljača jer takva metoda u stvarnom životu ne postoji. Nije moguće izdvojiti samo jednu metodu koja odgovara svim situacijama i svakoj vrsti poslovanja. Ovaj rad pokušava:

- da pronađe elemente koji su značajni za uspešnu evaluaciju performansi dobavljača,
- da rasvetli i ukaže na važnost ove procene,
- da istraži kriterijume koji su važni u procesu selekcije,
- da prikaže osnovne modele za analizu posmatranih kriterijuma,
- te da na praktičnom primeru prikaže uporednu analizu rezultata više različitih modela.

Prilikom pisanja ovog rada, postavljena je osnovna hipoteza: u procesu ocene dobavljača moguće je koristi različite metode koje po pravilu daju različite rezultate. Ove rezultate treba grupisati, a za granične vrednosti razviti hibridnu metodu koja će omogućiti donošenje pravilne poslovne odluke vezane za procenu i odabir najboljeg dobavljača za buduće poslovanje kompanije na našim prostorima.

Rad je koncipiran u sedam poglavlja od kojih svaki od njih rasvetljava po jedan aspekt problematike vezane za procenu i odabir dobavljača sa posebnim osvrtom na poslovanje u automobilskoj industriji.

Prvo poglavlje opisuje tradicionalne i nove pristupe ocene dobavljača i razmatra kako su se kriterijumi za procenu i merenje performansi menjali i razvijali kroz vreme počevši od sredine 60-ih godina prošloga veka.

U drugom poglavlju opisan je proces procene i odabira dobavljača, a treće poglavlje detaljnije opisuje kriterijume koji se u tom procesu koriste.

Četvrto poglavlje prikazuje realizovane primere procene dobavljača koji se koriste u kompanijama automobilske industrije kao što su Audi, Fiat i Peugeot. Dodatno je prikazan i *Scoring* model koji može da ima opštu primenu bez obzira na oblast u kojoj se koristi.

U petom poglavlju obrađene su metode za procenu dobavljača. Svaka metoda je ukratko definisana i opisana je metodologija njene primene. Naznačeni su prednosti i nedostaci, kao i mogućnosti primene svake metode za procenu i odabir dobavljača.

U šestom poglavlju prikazano je istraživanje vezano za primenu više modela za procenu dobavljača. Akcenat je stavljen na hibridne modele, odnosno kombinovanje više modela sa ciljem upoređivanja njihovih rezultata. Podaci za istraživanje primenjeni su iz realnog okruženja, odnosno poslovanje jedne kompanije iz domena auto-industrije.

Sedmo poglavlje je rezervisano za dikusiju o dobijenim rezultatima, zaključak i pravce daljeg istraživanja.

1. PROCENA DOBAVLJAČA KROZ ISTORIJU

Pristup procesu procene dobavljača se tokom vremena menjao isto tako kao što su se menjali zahtevi tržišta. Traganje za novim dobavljačima na tržištu je kontinuirana aktivnost koja ima veoma visok značaj za sva preduzeća jer je njihov zajednički cilj optimizacija troškova, kao i širenje palete svojih proizvoda i njihovo unapređenje kako bi se ispunili očekivanja i zahtevi klijenata. Posebno danas, kada je veoma vidljiv trend smanjenja životnog ciklusa proizvoda, koji već sada ne prelazi u proseku tri do četiri godine, i kada novi zahtevi za dizajnom zahtevaju nove materijale ili tehnologije, pronalazak novih i sve boljih dobavljača je uslov za ostanak i opstanak preduzeća u tržišnoj utakmici.

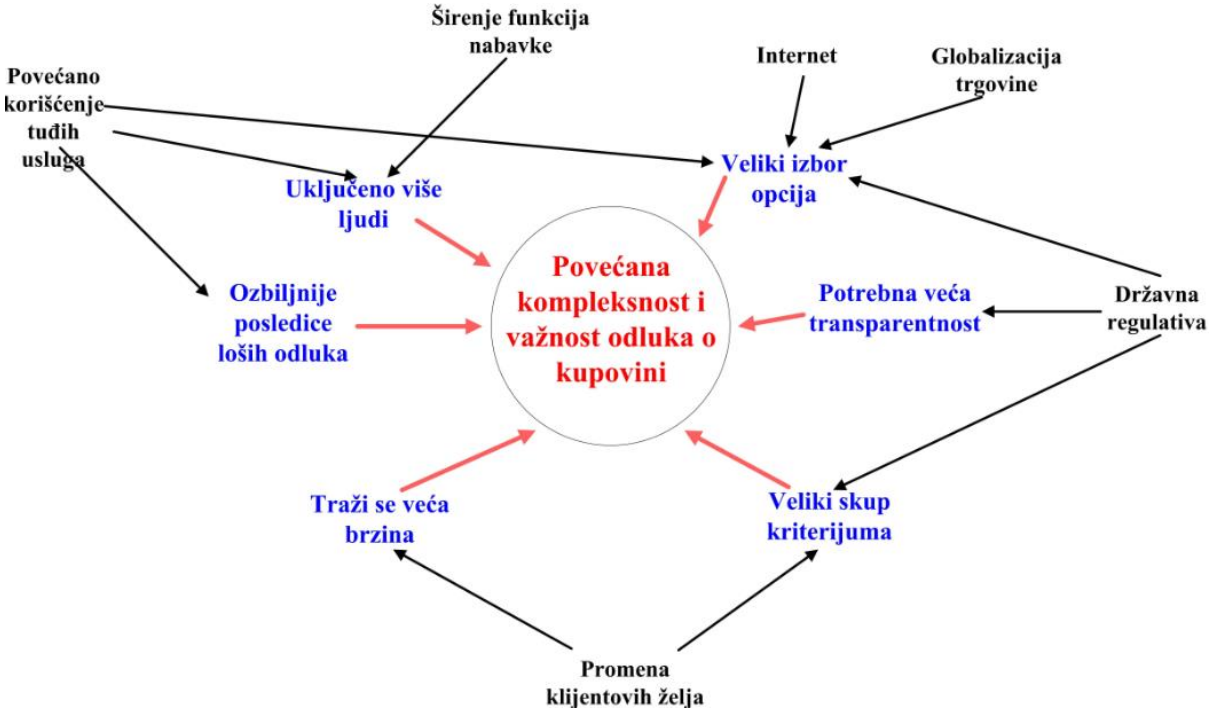
1.1. Tradicionalan pristup odabira dobavljača

Nekada su u odeljenjima nabavke tradicionalno imali strategiju da se fokusiraju na cenu kao najznačajniji kriterijum za donošenje odluke o dobavljaču i kupovini. Takođe strategija kupovine se zasnivala na principu da treba imati što više dobavljača kako bi se očuvala konkurentnost među njima. U skladu sa tim nije se dozvoljavalo jednom dobavljaču da dobije više od 30-40% narudžbenica za određenu robu ili uslugu i verovalo se da to daje kompaniji veću pregovaračku moć, kao i da se štiti kompanija od iznenadnih povećanja cena ili povećanja vremena isporuka. Samo u izuzetnim prilikama, na primer kada je u pitanju monopolska situacija na tržištu ili kada vreme i resursi ne dozvoljavaju da se pronađe alternativni dobavljač, prihvatana je mogućnost da se samo od jednog dobavljača naruči kompletna nabavka nekog proizvoda ili usluge.

U skladu sa ovom strategijom, najteže je bilo da se pronađu dobavljači koji u potpunosti ispunjavaju zahteve kompanije, a zatim da se odabere najbolji dobavljač na osnovu cene koja je bila jedini kriterijum za selekciju. Ukoliko se desila greška prilikom izbora, ispravljala se promenom dobavljača koji je takođe bio prihvatljiv u uslovima relativno slobodnog tržišta, a takva promena nije bila suviše uznemirujuća za poslovanje kompanije [2].

1.2. Novi pristup odabiru dobavljača

U današnje vreme, troškovi repromaterijala i komponenata koji se nabavljaju od dobavljača postali su veoma važni. Na primer, u automobilskoj industriji, troškovi komponenata kupljenih iz eksternog izvora mogu da čine više od 50% od ukupnog prometa [3]. Potraga za novim dobavljačima je kontinuirani prioritet mnogih kompanija kako bi unapredile raznolikost i usavršile kvalitet lepeze svojih proizvoda [4]. Za to postoje dva osnovna razloga. Osnovni razlog je kratak životni ciklus proizvoda koji u proseku iznosi 3 do 4 godine, tako da novi modeli moraju da se razvijaju primenjujući nove materijale ili nove tehnologije. Drugi razlog je činjenica da je industrija istorijski radno intenzivan sektor.



Slika 1: Uticaj razvoja kompleksnosti inicijalnih odluka o kupovini.

Trenutne tehnologije i organizacije zahtevaju uključivanje većeg broja donosioca odluka. Uticaj ovakvog razvoja događaja na kompleksnost i važnost odluka o nabavci prikazan je na slici (Slika 1) [5]. Međutim, nekoliko stvari dodatno komplikuje donošenje odluka o kupovini. Za povećanje izazova prilikom izbora dobavljača zaslužne su promene zahteva kupca, zakonodavstvo u domenu javnih nabavki, povećan obim kupovine raznih usluga, globalizacija trgovine i sve veća primena interneta [6].

Globalna konkurencija, masovne kastomizacije, visoka očekivanja potrošača i žestoki ekonomski uslovi teraju kompanije da se oslanjaju na eksterne dobavljače za obezbeđenje velike količine delova, materijala, sklopova i gotovih proizvoda. Pored toga, dobavljači kompanijama obezbeđuju sve veći broj procesa i funkcija koji su nekada bili interno sprovođeni i kontrolisani. Iz tog razloga, kategorizacija dobavljača, njihova procena i odabir, evaluacija dobavljačevih performansi sada predstavljaju stratešku važnost za kompanije.

Međutim, novi pristupi u strategijama nabavke kreću se u smeru građenja stabilnijih veza sa dobavljačima, sklapajući strateške dogovore sa njima koji donose pogodnosti bliže i intezivnije saradnje sa dobavljačem. Ansari i Modarress [7] dokazuju da u *Just In Time* (JIT) okruženju, velika većina kompanija, posebno u automobilskoj industriji, više želi da koristi što manji broj dobavljača, te ukoliko je moguće, i samo jednog. Quarly, u svojoj analizi [8], prikazuje faktore koji određuju politiku izbora jednog ili više dobavljača. Kompanije obično izvrše klasifikaciju svih predmeta nabavke, te u skladu sa tim za svaku klasu se definiše posebna strategija nabavke. Na primer, kompanija može da se odluči da ima partnerski odnos ili čak stratešku saradnju sa dobavljačem koji isporučuje neku stratešku komponentu, te se u skladu sa tim opredeljuju za dugoročnu stratešku saradnju sa samo jednim izvorom nabavke. Sa druge strane kompanija može da se odluči za veći broj dobavljača kada je u pitanju nabavka neke standardne robe i da na taj način stvori konkurentsku atmosferu između njih, obezbeđujući na taj način maksimalnu kontrolu nabavnih cena na što nižem nivou.

Ovaj novi pristup može imati dosta prednosti (**Tabela 1)**, a proces procene i odabira dobavljača obično biva veoma različit.

Tabela 1: Prednosti selekcije jednog i više dobavljača.

Više dobavljača	Jedan dobavljač
U slučaju problema obezbeđuje se kontinuitet u snabdevanju.	Jednostavnija koordinacija i upravljanje tokovima materijala i informacija.
Izbegava se problem preterane zavisnosti ako kompanija postane jedini klijent dobavljača.	Potrebno je manje vremena i napora da se uspostavi prisnija veza sa dobavljačem i da se ocene njegove performanse.
Niži troškovi prilikom zamene dobavljača.	Kvalitet, rokovi i usluge su uniformnije.
Mogućnost da se sarađuje i sa manjim dobavljačima čiji kapaciteti nisu dovoljno veliki da zadovolje ukupne potrebe kompanije.	Povećava se odgovornost dobavljača. Bolje se koriste proizvodni kapaciteti dobavljača.
	Manji troškovi transporta i distribucije. Mogućnost da se smanje zalihe materijala.
	Veće količine koje se nabavljaju od jednog dobavljača omogućuju ekonomiju obima i niže cene nabavke.
	Mogućnost da se skupi alati, oprema i instalacije lociraju samo na jednom mestu.

Filozofija novog pristupa je da se primeni politika izbora jednog dobavljača ili malog broja dobavljača na relativno duži vremenski period, uz dogovor o konstantnim poboljšanjima i odlukom da se ne prekida saradnja sve dok nema problema u snabdevanju. Ovakav pristup ne samo da smanjuje troškove pronalaženja novih dobavljača, već pruža ujednačeniji kvalitet, ekonomiju obima, povećava iskustvo u kooperaciji sa dobavljačem i daje osećaj sigurnosti i stabilnost dobavljaču što mu omogućuje da više investira u svoju proizvodnju. Sa druge strane, ovo dobavljaču donosi bolji kvalitet proizvoda i veću konkurentnost od čega i kompanija ima koristi.

Smanjene broja dobavljača povećava zavisnost kompanije od njih. Poverenje u dobavljača postaje osnovna briga. Proces odabira dobavljača postaje znatno složeniji. To je višekriterijumski proces donošenja odluka, gde se primenjuju kako kvantitativni tako i kvalitativni kriterijumi.

Nije dovoljno da se razviju standardni kriterijumi odobira dobavljača i da se jednostavno i jednako primene u svakoj situaciji. Neophodno je da se definišu kriterijumi koji će se koristiti da se dobiju pouzdane informacije o dobavljaču. Sve ovo dovodi do povećanja troškova prilikom promene dobavljača.

Prilikom procene dobavljača ne učestvuje samo služba nabavke već i druge funkcionalne celine u kompaniji kao što su inženjering, logistika, proizvodnja. Kriterijumi za odabir moraju biti usaglašeni između svih ovih funkcija kao i njihova važnost za donošenje konačne odluke. Sve ovo mora biti u skladu sa strateškim razvojem kompanije. U poglavlju tri ove doktorske disertacije, detaljnije su objašnjeni neki kriterijumi koji se koriste prilikom procene dobavljača. Nekada su ti kriterijumi kontradiktorni. Na primer, u mnogim slučajevima niži troškovi i bolji

kvalitet se gotovo nikada ne ostvaruje. Roba koja se nabavlja može biti veoma jeftina ali obično neće biti dobrog kvaliteta. U zavisnosti od strategije razvoja kompanije mora se definisati koji kriterijum ima veću važnost odnosno značajnost.

Neki kriterijumi su teški da se kvantitativno procene jer se oni mogu meriti samo kvalitativno. Ovi kriterijumi su više subjektivne prirode i uglavnom zavise od subjektivne procene osobe koja donosi odluku o odabiru dobavljača.

Dobar primer kvantitativnog kriterijuma koji se lako definiše je cena. Za razliku od nje odluka o nivou kvaliteta proizvoda nije toliko jednostavna. Tu se moraju uzeti u obzir zastoji u proizvodnji uzrokovani lošim kvalitetom, reklamacije kupaca ili troškovi servisiranja proizvoda nakon prodaje.

U mnogim slučajevima kompanija se suočava sa odabirom više dobavljača odnosno situacijom kada nije u mogućnosti da izabere samo jednog najboljeg dobavljača. To je situacija kada najbolji dobavljač ne može da ispuni zahteve kompanije zbog ograničenog kapaciteta. U takvim situacijama kompanija mora da donese odluku koje dobavljače treba da izabere i koliko da naruči od svakog od njih.

U nekim slučajevima, čak i kada dobavljač ima dovoljno kapaciteta da zadovolji u potpunosti potrebe kompanije, kompanija se odlučuje da izabere više od jednog dobavljača. Mada izbor više dobavljača zahteva više napora i resursa, opravdan je u sitaucijama kada jedan dobavljač ne može iz bilo kog razloga da zadovolji zahteve kompanije.

1.3. Razvoj kriterijuma za procernu dobavljača kroz vreme

Prilikom procene i odabira dobavljača, odluku o najboljem dobavljaču dodatno komplikuje činjenica da se u tom procesu moraju koristiti različiti kriterijumi. Analize kriterijuma za procenu dobavljačevih performansi bile su u fokusu mnogih naučnika još od 60-ih godina prošloga veka [9].

1.3.1. Dickson-onove analize kriterijuma procene dobavljača

Svi naučni radovi na ovu temu spominju kao početak razvoja kriterijuma za procenu dobavljača istraživački rad Dickson-a [10]. On se zasniva na upitniku koji je uputio nabavljačima i menadžerima nabavke u SAD i Kanadi. Istraživanjem je bilo obuhvaćeno ukupno 273 osobe. Dickson-ov rad opisuje važnost 23 kriterijuma za procenu dobavljača koji su klasifikovani u zavisnosti od njihove važnosti u to vreme. Kao najzačajniji kriterijum pokazao se kvalitet proizvoda, zatim sledi isporuka na vreme, performanse dobavljača u proteklom periodu i dobavljačeve garancije na proizvod ili uslugu. Listu ovih kriterijuma prikazuje tabela koja sledi u nastavku (Tabela 2).

Ovo je bio prvi istraživački rad koji je bio posvećen identifikaciji osnovnih kriterijuma koji utiču na procenu i odabir dobavljača. Međutim, od tada do danas nastale su nove strategije i istraživanja vezana za ovu problematiku, a kriterijumi i pristupi su znatno poboljšani.

Tabela 2: Dickson-ovi kriterijumi za procenu dobavljača

Rang	Kriterijum	Poeni	Relativna važnost
1	Kvalitet	3,508	Ekstremno velika važnost
2	Isporuka	3,417	Značajna važnost
3	Performanse iz prošlosti	2,998	
4	Garancije	2,849	
5	Proizvodni pogoni i kapaciteti	2,775	
6	Cena	2,758	
7	Tehničke mogućnosti	2,545	
8	Finansijska situacija	2,514	
9	Primena procedura	2,488	Prosečna važnost
10	Sistemi za komunikaciju	2,426	
11	Reputacija i pozicija u branši	2,412	
12	Želja za saradnjom	2,256	
13	Organizacija i upravljanje	2,216	
14	Operativne kontrole	2,211	
15	Servisi za popravke	2,187	
16	Stav	2,120	
17	Impresija	2,054	
18	Kvalitet pakovanja	2,009	
19	Odnosi prema zaposlenima	2,003	
20	Geografska lokacija	1,872	
21	Obim poslovanja u proteklom periodu	1,597	
22	Kvalitet treninga	1,537	
23	Recipročni dogovori	0,610	Slaba važnost

1.3.2. Weber-ovi kriterijumi procene i metode

Godine 1991. Weber [11] je objavio naučno-stručni rad koji je veoma kompleksan i koji uključuje značajan broj kriterijuma u proces procene i odabira dobavljača. Međutim, Weber je u svom radu analizirao 74 istraživačka rada koji su se bavili kriterijumima selekcije, a mnogi od njih su uzimali u obzir Diksonova 23 kriterijuma. Najveći broj naučnoistraživačkih radova rangirao je više od jednog kriterijuma. Tabela 3 prikazuje deset najčešće korišćenih kriterijuma kao i procenat naučnih radova od posmatrana 74, koji ove kriterijume smatraju značajnim. Weber je tvrdio da cena, isporuka i kvalitet predstavljaju najvažnije faktore jer su oni najviše zastupljeni.

Tabela 3: Weber-ovi kriterijumi za odabir dobavljača – Rang po Dickson-u, rejting kriterijum, broj naučno-stručnih radova i njihv procentualni doprinos.

Rang	Rejting	Kriterijum	Broj članaka	%
6	1	Cena	61	80
2	1	Isporuka	44	58
1	1A	Kvalitet	40	52
5	1	Proizvodni pogoni i kapaciteti	23	30
20	2	Geografska lokacija	16	21
7	1	Tehničke mogućnosti	15	20
13	2	Upravljanje i pozicija u branši	10	13
11	2	Reputacija i pozicija u branši	8	11
8	1	Finansijska situacija	7	9
3	1	Performanse u prethodnom periodu	7	9

Rejting prikazan u tabeli (***Tabela 3***) ima sledeće značenje:

a) 1A – ekstremno visoka važnost
b) 1 – znatna važnost
c) 2 – prosečna važnost
d) 3 – manja važnost

1.3.3. Ellram-ovi sofisticirani kriterijumi

Prema naučnom radu autora Ellram [12], najveći broj istraživača je fokusiran više na kvantitativne kriterijume kao što su pokazatelji kvaliteta, troškova, isporuke i drugih sličnih faktora. Zato je on u svom radu iz 1990. godine pokušao da umanji važnost kvantitativnih kriterijuma i da istakne nove kvalitativne kriterijume koji treba da daju veći značaj dugoročnoj saradnji između kompanije i dobavljača. Ovi novi sofisticirani faktori podeljeni su u četiri grupe:

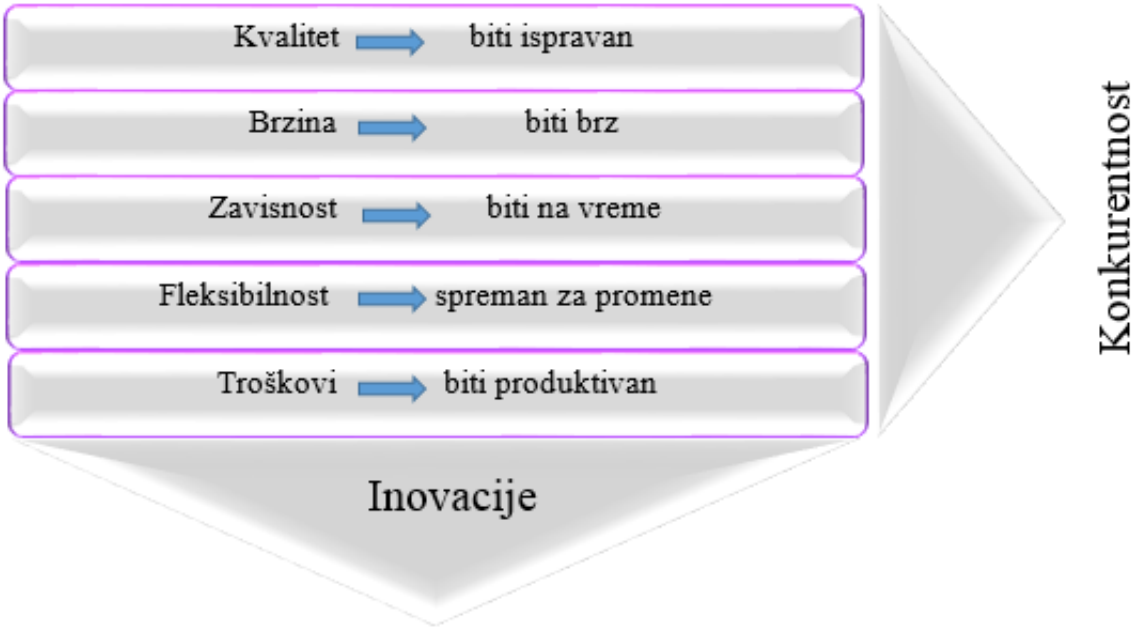
1) Finansijski aspekti
   a) ekonomske performanse
   b) finansijska stabilnost
2) Organizaciona kultura i strateška pitanja
   a) poverenje
   b) stav rukovodstva / pogled u budućnost
   c) strateški planovi
   d) sposobnost rukovodstva
   e) saradnja među različitim službama između kupca i dobavljača
   f) dobavljačeva organizaciona struktura i kadrovi
3) Tehnološka pitanja
   a) procena trenutnih proizvodnih mogućnosti i kapaciteta
   b) procena budućih proizvodnjih kapaciteta
   c) dobavljačeve dizajnerske mogućnosti
   d) dobavljačeva brzina razvoja
4) Drugi faktori
   a) zaštita i sigurnost na radu

b) poslovne reference
c) dobavljačevi klijenti

Gorepomenuti kriterijumi, u suštini, imaju za cilj da podstaknu stvaranje dugoročnog partnerstva između kompanije i dobavljača, kao i da osiguraju izvor nabavke na duži vremenski period. Da bi se primenio ovakav pristup za procenu dobavljača, kompanija mora da izradi drugačiju strategiju za vrednovanje performansi dobavljača.

1.3.4. Kraus, Pagella i Ćurkovićevi kriterijumi procene dobavljača

Cilj ovih autora je da istraživačkim radom razviju alat za odabir dobavljača koji će pomoći kompanijama da formulišu osnovu konkurentnih ciljeva za svoje aktivnosti u nabavkama. Ciljevi performansi su prave vrednosti koje će omogućiti da kompanija nesmetano funkcioniše. Otkriće do kojeg su Kraus, Pegalla i Ćurković [13] došli u svojem istraživanju jeste da su uvideli potrebu da dodaju inovaciju kao novi ravnopravan faktor.



Slika 2: Kriterijumi za procenu dobavljača – Kraus [7]

Oni su u različitim kompanijama istraživali koliko pojedini faktori imaju uticaj i važnost u procesu odabira dobavljača. Došli su do zaključka da su faktor isporuke koji uključuje JIT, brzinu isporuke, sigurnost i zavisnost kao i faktor troškova sa konkurentnim cenama manje važni u odnosu na ostale korišćene kriterijume.

1.3.5. Birch-ovi kriterijumi za procenu dobavljača

Prema istraživanju Birch-a [14], prvo se mora definisati pristup odnosu između kupca i dobavljača pre nego što se započne definisanje najvažnijih kriterijuma za procenu. Zbog toga menadžeri nabavke moraju prvo da se dogovore sa dobavljačima i utvrde uslove za pregovore. Birch je sproveo ovo istraživanje u automobilskoj industriji i izveo je zaključak da kriterijumi moraju da se obrade adekvatnim alatom koji će podržati analizu kriterijuma sa različitih aspekata. Kriterijumi su svrstani u pet različitih kategorija:

- troškovi,
- logistika,
- kvalitet,
- razvoj i
- upravljanje.

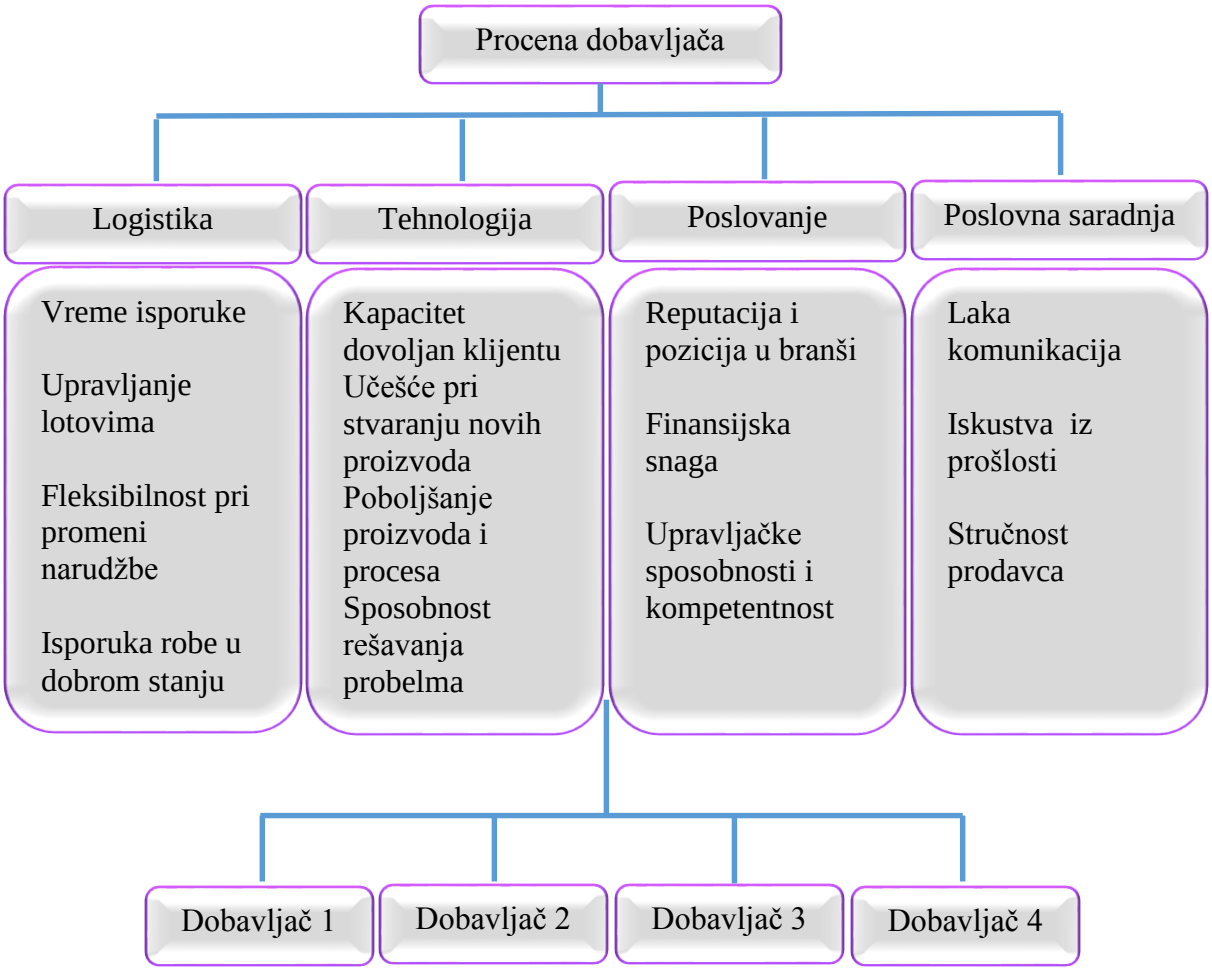
Tabela 4: Birch-ovi kriterijumi za procenu dobavljača.

Kategorije	Kriterijumi
Troškovi	Da li je dobavljač spreman da prikaže strukturu troškova? Da li će dobavljač pristati da deli korist od sniženja troškova? Da li će dobavljač pristati da radi sa dogovorenom profitnom marginom?
Logistika	Kakve su performanse dobavljača prilikom isporuke proizvoda ili pružanja usluge: U pravo vreme? Na pravo mesto? Sa ispravnim količinama?
Kvalitet	Da li je dobavljač uveo ISO 9000? Da li je dobavljač dobio pohvale za kvalitet od drugih klijenata? Da li postoji odeljenje za kvalitet? Koje procese za poboljšanje kvaliteta primenjuje dobavljač?
Razvoj	Koje sposobnosti za istraživanje i razvoj očekujemo od dobavljača? Da li dobavljač ima infrstrukturu za istraživanje i razvoj? Koliko od profita dobavljač izdvaja za istraživanje i razvoj?
Upravljanje	Da li je stil upravljanja dobavljača autokratski ili demokratski? Da li dobavljač ima dobru evidenciju poslovnih procesa? Da li tim rukovodioca razume šta su im osnovni zadaci?

Ove kategorije sadrže pitanja koja kompanije moraju da upute dobavljaču i da ga na osnovu njegovih odgovora procene (Tabela 4).

1.3.6. Cebi i Bayraktar-ov integrisani proces evaluacije dobavljača

Istraživanje koje su sproveli Cebi i Bayraktar 2003. godine [15] objasnilo je slične kriterijume kao što je i Birch 2001. godine, ali ovaj novi pristup je više integrisan za procenu dobavljača. Oni su kategorisali faktore kao: logistika, tehnologija, poslovanje i poslovna saradnja. Ove kategorije sadrže kako kvantitativne, tako i kvalitativne kriterijume. Međutim, ovo je jedan od prvih modela koji ispravno pravi razliku između kriterijuma po njihovoj formi u zavisnosti da li su: (1) materijalnog ili (2) nematerijalnog karaktera. Takođe, u ovom istraživanju uzeti su u obzir i operativni i strateški faktori.

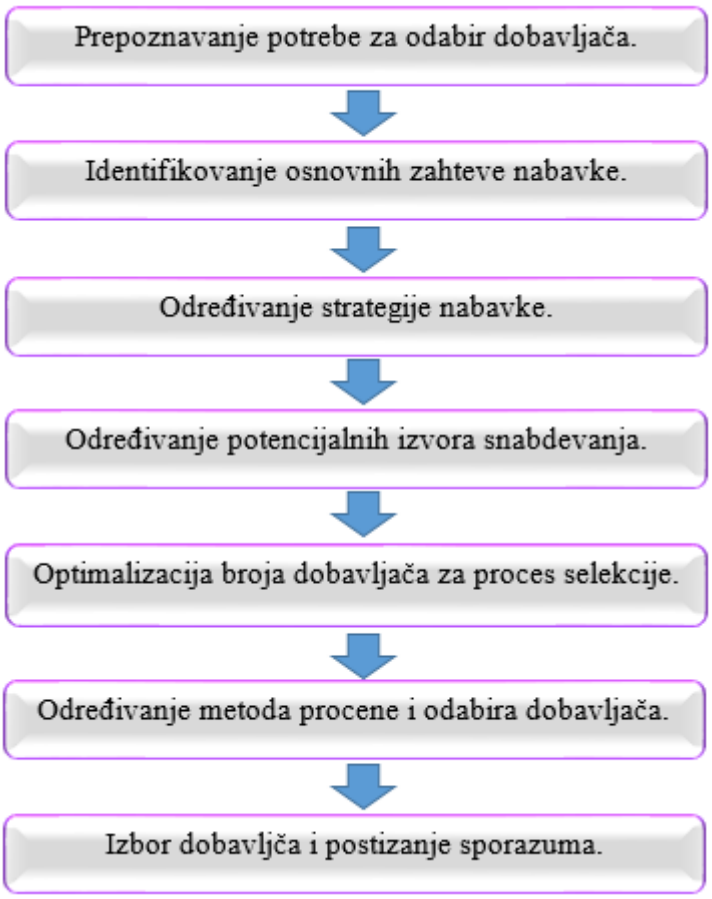


Slika 3: Kriterijumi integrisane procene.

Prikazani proces i posmatrane kategorije (Slika 3) obuhvataju i neke kriterijume koji su analizirani u drugim istraživanja, pa kao takav on predstavlja novi integrisani pristup rešavanju ovog veoma složenog poslovnog problema. U ovom istraživanju, oni su tvrdili da posmatrani kriterijumi na nižim hijerarhijskim nivoima - kategorije sadrže analitički pristup rešavanja problema, a one na višim nivoima kriterijumi opisuju poslovne situacije i sposobnosti dobavljača.

2. PROCES PROCENE I ODABIRA DOBAVLJAČA

Većina stručnjaka za nabavku se slaže da ne postoji samo jedan najbolji način da se proceni i izabere najbolji dobavljač, tako da kompanije koriste različite pristupe za rešavanje ovog poslovnog problema. Bez obzira na pristup koji se primenjuje, krajnji cilj procene dobavljača treba da bude smanjenje rizika nabavke i ostvarenje maksimalnog profita za kompaniju za koju se vrši nabavka.



Slika 4*:* Proces procene i odabira dobavljača [10].

Kompanija mora da izabere dobavljače koji mogu da podrže njeno poslovanje za duži vremenski period. Što je za kompaniju važnija roba koja se nabavlja, to treba više napora i umešnosti uložiti za procenu i odabir dobavljača. U zavisnosti od izabranog pristupa, proces procene i odabira može biti veoma intezivan i zahtevan u pogledu resursa kao što su vreme i putovanje. U ovom poglavlju razmatraće se savremeni pristup procesa procene i odabira dobavljača u sedam koraka koje je zasnovano na istaživanju Monczka [16] i predstavljeno na prethodno prikazanoj slici (Slika 4).

2.1. Prepoznavanje potrebe za odabir dobavljača

Prvi korak procesa procene i odabira dobavljača podrazumeva prepoznavanje potrebe za ovim aktivnostima koje su vezane za osiguranje nabavke neke robe ili usluge. Može se pojaviti potreba za započinjanjem ovog procesa kao anticipiranje neke buduće potrebe za nabavkom. Funkcija nabavke mora biti rano uključena u planove novih projekata kroz aktivno učešće u radu novog projektnog tima. U takvim slučajevima, tehnički eksperti, članovi tima, mogu da obezbede preliminarne specifikacije materijala ili usluga koje će u budućnosti biti potrebne. Nekada se u tim ranim fazama ne poznaju detalji, ali bilo kakvi podaci i infromacije mogu da pomognu ekspertima za nabavku prilikom definisanja i evaluacije potencijalnih dobavljača.

Napredne kompanije radije anticipiraju nego da naknadno reaguju na potrebe odabira dobavljača. Kompleksnost i vrednost planirane kupovine će odrediti stepen na kojem će nabavljač izvršiti procenu i odabir novih izvora nabavke.

2.2. Identifikacija osnovnih zahteva nabavke

Tokom procesa procene i odabira dobavljača, važno je da se razumeju i poznaju zahtevi koji su važni za nabavku. Ovi zahtevi, često određeni od strane internih ili eksternih klijenata, mogu da se veoma razlikuju kada se govori o nabavci različitih vrsta roba ili usluga. Međutim, različiti zahtevi mogu da postoje pri svakoj proceni dobavljača, odnosno određene kategirije su uvek prisutno, kao što su: kvalitet, troškovi, performanse isporuke, ali takođe im se mogu dodeliti različiti težinski faktori, odnosno važnost.

2.3. Određivanje strategije nabavke nabavke

Ne postoji jedinstvena strategija nabavke za sve vrste roba i usluga koje se nabavljaju. Zbog ovoga, strategija nabavke za određenu robu ili uslugu uticaće na pristup prilikom sprovođenja procesa procene i odabira dobavljača. Postoje mnoge odluke koje nabaljač mora da donese kada razvija strategiju nabavke. Međutim, elementi strategije nabavke nisu jednom i zauvek dati. Oni se menjaju u zavisnosti od tržišnih uslova, promene zahteva klijenata i ciljeva kompanije. Zato se strategija povremeno preispituje. Elementi strategije nabavke imaju veoma veliki uticaj na proces odabira dobavljača.

Najznačajniji elementi strategije uključuju sledeće odluke: da li je tržište monopolsko ili ne, kratkoročno ili dugoročno ugovaranje, odabir dobavljača koji mogu da pruže tehničku podršku ili ne, domaći ili strani dobavljači, širina palete proizvoda/usluga dobavljača, potreban nivo saradnje sa dobavljačem.

2.4. Identifikacija potencijalnih izvore nabavke

Nabavljači se oslanjaju na različite izvore informacija prilikom identifikovanja potencijalnih dobavljača. Stepen do kojeg nabavljač mora da pretražuje informacije ili nivo napora koji mora da uloži zavisi od više faktora, uključujući i to koliko postojeći dobavljači mogu da zadovolje traženi kvalitet, troškove kao i druge parametre. Strateška važnost ili tehnička kompleksnost nabavke takođe uslovljava intenzitet skeniranja tržišta. Sledeće situacije određuju do koje mere je intenzivan proces skeniranja i traženja informacija:

- Visoke mogućnosti postojećih dobavljača + veliki strateški značaj = mala do umerena pretraga informacija
- Visoke mogućnosti postojećih dobavljača + mali strateški značaj = mala pretraga informacija
- Male mogućnosti postojećih dobavljača + veliki strateški značaj = velika pretraga informacija
- Male mogućnosti postojećih dobavljača + mali strateški značaj = mala do umerena pretraga informacija

2.4.1. Postojeći dobavljači

Važan izvor informacija su postojeći dobavljači koji su već prošli proces kvalifikacije za nabavku određene robe ili usluge. Iako je postojeći dobavljač kvalifikovan, odnosno odobren za nabavku jedne vrste robe, taj status automatski ne znači kvalifikaciju i za druge vrste dobara. Za svaku vrstu robe ili usluge dobavljač mora da prođe poseban postupak odobravanja ili kvalifikacije.

Obično se komunicira sa postojećim dobavljačima kako bi se ostvario novi zahtev u nabavci. Glavna prednost u ovom slučaju je u tome što nabavljač ne mora da uvodi novog dobavljača i da ga održava. Takođe, nabavljač može da nastavi posao sa već poznatim dobavljačem, što štedi vreme i resurse potrebne za procenu sposobnosti novog dobavljača.

Negativna strana ovog pristupa u kojem se koriste postojeći dobavljači, kratkoročno je lakša i brža, ali ne znači da je i najbolje rešenje na duže vreme. Nabavljač ne otkriva da li možda na tržištu postoje bolji dobavljači. Zbog ovoga, mnoge kompanije konstantno traže nove izvore nabavke i proširuju pretragu kako bi uključili dobavljače širom sveta.

Odabir postojećeg dobavljača za novi projekat kupovine može biti prihvatljiva opcija ako se ažurira lista potencijalnih dobavljača. Oznaka za dobavljača kao „poželjan dobavljač“ znači da dobavljač ima performanse koje su u skladu sa očekivanim i standard usluga koji je definisan od strane nabavljača.

2.4.2. Prodavci

Svi nabavljači dobijaju informacije o prodaji i marketingu od prodavaca. Ovi kontakti mogu da budu veoma vredan izvori informacija o potencijalnim dobavljačima. Čak i ako trenutno ne postoji potreba, nabavljač može prikupiti informacije za buduće projekte. Upotreba baze podataka ili nekog sličnog automatizovanog skladišta informacija omogućava brze pretrage potencijalno prihvatiljivih dobavljača za eventualnu nabavku neke robe ili usluge.

Održavanje baze dobavljača je naročito važno u industrijama gde se tehnologija brzo menja i napreduje. Baza podataka može da sadrži informacije o trenutno aktuelnim proizvodima, o smernicama za dobavljače koji mogu da podrže buduće potrebne tehnologije, nivoe procesnih mogućnosti dobavljača i njihove performanse iz prošlosti.

Baza podataka o potencijalnim izvorima nabavke takođe je dostupna za podršku kupovine na tržištu. Ovo može da bude od velike pomoći kada se kupuje na stranim tržištima.

2.4.3. Iskustvo

Iskusni kadrovi u nabavci obično imaju veoma mnogo znanja o potencijalnim dobavljačima. Nabavljač koji radi sa tržištem više godina može dobro da poznaje dobavljače ne samo na domaćem, nego i na stranom tržištu. Argument koji je protiv prakse da se nabavljači rotiraju između različitih kategorija nabavke jeste taj da nabavljač može da izgubi dragoceno znanje koje je sticao godinama u jednoj kategoriji nabavke. Iskustvo i znanje postaju veoma važni jer je retko koja organizacija stvorila inteligentnu bazu podataka o dobavljačima.

2.4.4. Trgovački časopisi

Većina kompanija pripada nekoj industrijskoj branši koja objavljuje trgovačke časopise ili magazine koji u globalu predstavljaju članke o različitim kompanijama. Ovi članci često se fokusiraju na tehničke i inovativne razvoje materijala, komponenata, proizvoda, procesa ili usluga kompanija širom sveta. Dobavljači takođe koriste ove časopise kako bi reklamirali svoje proizvode i usluge. Ove publikacije predstavljaju vredan izvor informacija tako da je veliki broj nabavljača pretplaćen na njih.

2.4.5. Trgovački adresari kompanija

Skoro sve privredne grane objavljuju adresare kompanija iz svoje branše. Takve publikacije mogu da budu od velike vrednosti nabavljačima koji nemaju iskustva u određenim oblastima.

2.4.6. Sajmovi

Sajmovi mogu da budu efikasan način da se stupi u kontakt sa velikim brojem dobavljača istovremeno. Na takvim priredbama nabavljači mogu da prikupe informacije o potencijalnim dobavljačima kao i informacije o poslednjim tehničkim dešavanjima u određenoj branši. Na ovakvim mestima ostvaruju se mnogi inicijalni kontakti.

2.4.7. Indirektne informacije ili informacije iz druge ruke

Ovaj izvor informacija podrazumeva širok spektar kontakata koji nisu direktno deo organizacije nabavke. Nabavljač može prikupiti informacije od drugih dobavljača, uglavnom kada je reč o nekonkurenciji. Drugi nabavljači su takođe dobar izvor informacija, kao i profesionalna udruženja, kao što su privredne komore. Neke organizacije nabavke javno objavljuju svoje najbolje dobavljače, kao što to čini kompanija Ford.

2.4.8. Interni izvori informacija

Mnoge velike kompanije u svojoj organizaciji imaju više poslovnih celina, koja svaka za sebe ima svoje odeljenje nabavke. Razmena informacija između takvih odeljenja česta je prilikom formalnih ili neformalnih sastanaka, okupljanja zbog izrade zajedničkih strategija. Takođe u takvim okruženjima postoji i zajednička baza podataka o svim dobavljačima koji rade sa kompanijom.

Interni izvori informacija, čak i onih iz različitih poslovnih jedinica po predmetu poslovanja, mogu biti veoma značajni za prikupljanje informacija o potencijalnim dobavljačima.

2.4.9. Pretrage na internetu

Nabavljači sve više koriste internet kako bi locirali potencijalne izvore za nabavku novih proizvoda ili usluga kao svoje buduće dobavljače. Prodavci, takođe, koriste internet kao veoma važan deo svog direktnog marketinškog pristupa i pri tome znaju da budu veoma agresivni. Na taj način se nameću svojim potencijalnim klijentima često ne birajući metode oglašavanja na internet stranama.

Kako je internet postao globalno selo, mnoge informacije o dobavljačima su dostupne, ne samo one koje kreira sam dobavljač, već se mogu pronaći i informacije o dobavljaču koje dolaze iz drugih izvora. Pri tome mogu se izdvojiti mišljenja njegovih klijenata, ali i razne druge informacije iz državnih institucija, kao na primer aktuelni i prethodni sudski sporovi, koje mogu biti veoma korisne i često odlučujuće kada je u pitanju donošenje odluke o odabiru dobavljača.

2.5. Optimizacija broja potencijalnih dobavljača

Nakon što se prikupe informacije o potencijalnim dobavljačima, menadžer nabavke pristupa konsolidaciji ovih informacija. To može biti veoma dugotrajan i naporan posao, u zavisnosti od broja potencijalnih dobavljača i količine prikupljenih informacija. Zatim se lista potencijalih i postojećih dobavljača unese u evidenciju, dodatno se poboljšava, odnosno optimizuje, uzimajući u obzir vrstu dobavljača sa kojim kompanija želi da posluje i prethodno definisanu strategiju nabavke. Najznačajnije dileme koje prate odlučivanje su:

- da li kompanija želi da kupuje od proizvođača ili distributera;
- da li kompanija želi da koristi lokalne ili međunarodne dobavljače;
- da li kompanija želi male ili velike dobavljače; i
- da li kompanija želi da ima jednog ili više dobavljača za određenu vrstu robe ili usluge.

2.5.1. Proizvođač ili distributer

Odluka i izbor o direktnoj kupovini ili kupovini preko distributera obično se zasniva na sledećim kriterijumima: veličina nabavke, politika prodaje proizvođača, raspoloživi smeštajni kapaciteti kod nabavljača i nivo traženih usluga.

Posmatrano sa ekonomskog aspekta, ako su svi drugi kriterijumi jednako zadovoljeni, odabraće se proizvod originalnog proizvođača sa najnižom cenom. Distributeri kupuju od originalnog

proizvođača i preprodaju, pa uzimajući u obzir troškove transakcije, kao i činjenicu da distributer mora da ostvari profit, obično je jeftinije kupiti direktno od proizvođača. Uprkos dodatnim troškovima, najnoviji trendovi su povećali ulogu ditributera u snabdevanju kupaca obezbeđujući neka jeftinija rešenja. Mnogi proizvođači originalnih proizvoda ne mogu ili ne žele da izvršavaju veliki broj transakcija koje zahteva direktna prodaja. Drugo, nabavljači zahtevaju veći nivo usluge od svog dobavljača, a distributeri su spremni da ispune ove zahteve za razliku od mnogih proizvođača. Na primer uslugu gde dobavljač upravlja zalihama materijala kod kupca, može da pruži samo distributer.

2.5.2. Lokalni, nacionalni ili internacionalni dobavljači

Internacionalni i nacionalni dobavljači treba da ponude najbolje cene i odlične tehničke usluge. Alternativno, lokalni dobavljači brže reaguju na promene zahteva kupca i ekonomičnije mogu da organizuju brojčano više ali količinski manjih isporuka. Popularnost JIT metoda i sistema brzog obnavljanja zaliha favorizuju lokalne dobavljače. Lokalni dobavljači takođe omogućuju kompaniji da izgradi i poveća vidljivost svoje društvene odgovornosti u smislu razvoja svog okruženja. Internacionali dobavljači daju mogućnost značajnog smanjenja cena. Naravno, za konačnu odluku mora se uzeti u obzir i povećan nivo zaliha, komunikacija i eventualno veći logistički troškovi.

2.5.3. Veliki ili mali dobavljači

Posmatrajući sa aspekta veličine može se konstatovati da su svi dobavljači nekada bili mali dobavljači. Rast dobavljača tokom vremena rezultat je sposobnosti dobavljača da ponudi odlične cene, kvalitet i usluge u odnosu na konkurenciju. Mnoge kompanije tokom odabira dobavljača više uzimaju u obzir mogućnost dobavljača da zadovolji njihove potrebe, ne uzimajući u razmatranje veličinu dobavljača. Veličina dobavljača može da bude bitna u onim uslovima kada kompanija želi da smanji broj svojih dobavljača, kako po pitanju sličnih predmeta nabavke, tako i po pitanju da jedan dobavljač opslužuje sve poslovne jedinice kompanije u nekom regionu ili čak u celom sveta.

Još jedna veoma bitna stvar se mora uzeti u obzir kada se posluje sa malim dobavljačem. Zbog društvene odgovornosti, mora se voditi računa da udeo trgovine kompanije kod malog dobavljača ne pređe nivo koji bi bio veoma rizičan za malog dobavljača u slučaju da kompanija prestane da posluje sa njim. Obično se taj limit postavlja maksimalno na nekih 30% od ukupnog prometa dobavljača.

2.5.4. Jedan ili više izvora nabavke

Kada se veći broj potencijalnih dobavljača svede na manji broj kvalifikovanih dobavljača, potrebno je doneti odluku o optimalnom broju poslovnih partnera sa kojima će kompanija sarađivati. Naravno, uvek postoji trend da se smanji broj dobavljača. Međutim, mada odabir samo jednog dobavljača obezbeđuje optimalno snabdevanje, sa druge strane, odabir većeg broja dobavljača povećava sigurnost snabdevanja.

Rezultat sakupljanja informacija, u zavisnosti od vrste nabavke, jeste da nabavljač može da ima mnogo potencijalnih izvora nabavke između kojih može da bira. Na žalost, performanse i sposobnosti dobavljača mogu veoma da se razlikuju. Nabavljači često izvrše prvo smanjenje

ili preliminarnu procenu potencijalnih dobavljača pre nego što se krene u detaljne analize. Nekoliko kriterijuma mogu da se uzmu u obzir prilikom dalje optimizacije, odnosno smanjenja, liste potencijalnih dobavljača.

2.5.5. Analiza finansijskog rizika

Većina nabavljača vrši grubu finansijsku analizu potencijalnih dobavljača. Iako finansijska situacija nije jedini kriterijum za procenu dobavljača, loša finansijska situacija može da dovede do ozbiljnih problema. Finansijska analiza u ovoj fazi daleko je površnija u odnosu na onu u naknadnim fazama tokom dalje evaluacije. Tokom ove faze, nabavljač pokušava da stekne utisak o ukupnom finansijskom stanju dobavljača. Često se za ovo koriste eksterni izvori informacija specijalizovanih organizacija. U Srbiji jedan primer za to je firma „Score" koja pruža informacije ove vrste.

2.5.6. Procena performansi dobaljača

Moguće je da određeni potencijalni dobavljač već ima zapis svojih performansi koji je vezan za isporuku neke druge robe ili usluge ako je već poslovao sa nekim drugim delom kompanije. U takvim slučajevima, zasnovano na prethodnim iskustvima, dobavljač se može isključiti iz liste, ukoliko su ta iskustva loša.

2.5.7. Procena dobavljača na osnovu upitnika

Nabavljači često zahtevaju specifične informacije direktno od potencijalnih dobavljača. Ovi zahtevi za informacijama šalju se kao deo prvih kontakata sa dobavljačem. Nabavljač koristi ove informacije da skenira svakog dobavljača i utvrdi da li zahtevi nabavke mogu biti podržani od strane dobavljača uzimajući u obzir njegove mogućnosti. Nabavljač može tražiti informacije vezane za strukturu troškova dobavljača, poslovne procese, tehnologiju, informacije o tržišnom učešću, pokazatelje kvaliteta, ili neke druge važne informacije.

Pre nego što se dobavljač dalje uzme u razmatranje, on mora da zadovoljni neke minimalne uslove za kvalifikaciju. Ti minimalni uslovi su osnovni zahtevi koji moraju biti ostvareni da bi se pristupilo sledećoj fazi procene i odabira dobavljača. U nekim primerima definiše se pet oblasti koje dobavljač mora da zadovolji:

- finansijska situacija,
- odgovarajuća poslovna strategija,
- jako rukovodstvo,
- dokazane proizvodne mogućnosti i
- mogućnosti dizajniranja.

Vreme i troškovi vezani za procenu dobavljača zahtevaju da se ograniči lista za odabir dobavljača i da se ona optimizuje.

2.6. Određivanje metode procene i odabira dobavljača

Nakon što se optimizuje lista potencijalnih dobavljača, nabavljač ili tim za odabir definišu način na koji će se izvršiti odabir najboljeg dobavljača. Ovo zahteva viši nivo i detaljniju procenu od one koja je korišćena u inicijalnom procesu. Postoje mnogi načini da se proceni i izabere dobavljač sa liste potencijalnih dobavljača. Ovo uključuje evaluaciju informacija dobijenih od dobavljača, posetu dobavljaču i korišćenje liste poželjnih dobavljača.

2.6.1. Evaluacija informacija dobijenih od dobavljača

Nabavljači često primaju i ocenjuju detaljne informacije koje se dobiju od potencijalnih dobavljača prilikom inicijalnih upita. Ovde se misli na zahteve za ponudu ili zahteve za idejna rešenja. Ne tako davno, nabavljači su donosili sve odluke o kupovini na osnovu ovih podataka. U novije vreme kupci zahtevaju od potencijalnog dobavljača da im obezbedi detaljnu strukturu troškova vezanih za robu ili uslugu koja se nabavlja. To podrazumeva informacije o troškovima materijala, radne snage, indirektnih troškova i profita.

2.6.2. Posete dobavljaču

Tim sastavljen od različitih eksperata može posetiti dobavljača. Mada postoje različiti izvori informacija da bi se prikupili podaci o dobavljaču, sama poseta dobavljaču je najadekvatniji način da se obezbedi tačna procena dobavljača. Posete dobavljaču su skupe i zahtevaju dosta vremena za putovanje i prikupljanje informacija kod dobavljača.

Kako bi posete dobavljaču dale adekvatne rezultate, kupac razvija specifične formulare sa listom pitanja. Na ovaj način dobija se struktura rezultata koji su međusobno uporedivi između različitih dobavljača. Često se dešava, ukoliko je kupac veća kompanija, da posetu dobavljaču obavljaju multifunkcionalni timovi. Svaki član u timu ekspert je za proveru iz jedne ili više oblasti: proizvodnja, kvalitet, logistika.

Rezultati koji su nastali iz posete dobavljaču, pohranjuju se u bazu podataka ili određene datoteke koje će biti dostupne za sadašnju i buduću upotrebu.

2.6.3. Korišćenje poželjnih dobavljača

Sve više, nabavljači nagrađuju svoje najbolje dobavljače stavljajući ih na listu poželjnih dobavljača koja može da pojednostavi proces procene i odabira. Poželjan dobavljač je onaj dobavljač koji kontinuirano ispunjava sve kriterijume definisane od strane kupca. Nabavljač može da pregleda bazu podataka kako bi utvrdio da li postoji dobavljač koji može da ispuni novi zahtev nabavke. Ovo eliminiše potrebu za vršenjem dugotrajnog procesa procene i odabira novih dobavljača.

2.7. Odabir dobavljača i postizanje dogovora

Poslednji korak procesa procene i odabira dobavljača je da se izabere dobavljač i da se postigne dogovor sa njim. Aktivnosti vezane za ovaj korak mogu da budu veoma različite u zavisnosti

od toga o kom se predmetu nabavke radi, odnosno šta se kupuje. Za rutinske nabavke, ovo može da znači samo obaveštavanje dobavljača o odabiru i zaključivanje ugovora sa njim. Za specifične nabavke ovaj proces može biti daleko kompleksniji. Nabavljač i prodavac mogu da sprovode detaljne i duge pregovore kako bi dogovorili specifične detalje vezane za ugovor o nabavci.

3. KRITERIJUMI ZA PROCENU DOBAVLJAČA

Kompanije obično procenjuju potencijalne dobavljače koristeći mnogobrojne kriterijume. Često se tim kriterijumima daju različite težinski faktori odnosno važnosti koje će na kraju uticati na ukupne performanse dobavljača. Nabavljačima su konstantno potrebne dobre performanse isporuke od dobavljača sa što je moguće kraćim vremenom isporuke kako bi se podržao JIT sistem proizvodnje. Time na važnosti dobijaju planiranje proizvodnje i na osnovu toga planiranje isporuka potrebnog reprodukcionog materijala od dobavljača. U takvim uslovima prilikom odabira dobavljača akcenat se stavlja na skup različitih kriterijuma kao što su procesi i tehnološke mogućnosti dobavljača, ili dosegnut nivo istraživanja i razvoja. Proces selekcije distributera ili kompanija koje pružaju neki vid usluge može da uključi opet neki drugi skup kriterijuma po kojima bi se potencijalni dobavljači ocenjivali.

U najvećem broju slučajeva dobavljači se procenjuju na osnovu sledećih grupa kriterijuma ili kategorija [16]:

- troškovni ili cenovni kriterijumi,
- kriterijumi kvaliteta,
- kriterijumi vezani za isporuke.

Ova tri područja su zastupljena u skoro svim procenama dobavljača, a istovremeno su i kriterijumi koji su najvažniji, a pri tome i najviše utiču na performanse dobavljača. Za kritična područja potrebne su dublje i detaljnije analize i detaljnije procene mogućnosti dobavljača. U nastavku će se prikazati i opisati veliki broj različitih kriterijuma koji se nalaze u sveobuhvatnoj proceni različitih vrsta dobavljača.

3.1. Sposobnost upravljanja

Važno je da nabavljač proceni upravljačke sposobnosti dobavljača jer ovi procesi pokreću poslovne procese i procese donošenja odluka koje su važne za konkurentnost dobavljača. Potrebno je dobavljaču postaviti mnoga pitanja iz ove oblasti kao što su:

- Da li rukovodstvo praktikuje dugoročno planiranje?
- Da li je rukovodstvo usredsređeno na *Total Quality Management* (TQM) (totalno upravljanje kvalitetom) i da li je uveden sistem permanentnog poboljšanja?
- Da li se često menjaju rukovodioci?
- Kakvo je profesionalno iskustvo i nivo obrazovanja najvažnijih rukovodioca?
- Da li postoji vizija o budućem razvoju kompanije?
- Da li je rukovodstvo orijentisano ka kupcu?
- Kakav je odnos rukovodstva i radnika?
- Da li rukovodstvo sprovodi investicije koje su neophodne da se održi i razvije poslovanje kompanije?
- Kako rukovodstvo prirpema kompaniju za buduće izazove konkurentnosti ukjučujući i obuku i razvoj zaposlenih?
- Da li rukovodstvo razume važnost strateške nabavke?

Može biti veoma teško da se utvrdi stvarno stanje u poslovanju tokom kratke posete dobavljaču ili koristeći upitnik. U svakom slučaju, postavljajući ova pitanja u dobroj meri može da se stekne utisak o profesionalnim sposobnostima rukovodstva potencijalnog dobavljača. U razgovoru sa rukovodiocima dobavljača, važno je ispitati što je moguće veći broj rukovodioca kako bi se videla što je moguće bolja i realnija slika stvarne situacije. Prilikom procesa ispitivanja treba tražiti dokumenta i zapise za sve tvrdnje dobavljača.

3.2. Sposobnosti zaposlenih

Ovaj deo procene dobavljača zahteva ocenu zaposlenih koji ne pripadaju upravljačkim strukturama. Ne treba potcenjivati prednosti visokoobrazovanih, obučenih, stabilnih i motivisanih zaposlenih, posebno u periodima nedostatka radne snage. Prilikom procene treba posebno obratiti pažnju na sledeće:

- stepen do kojeg su zaposleni posvećeni kvalitetu i kontinuiranim poboljšanjima,
- nivo veštine i sposobnosti zaposlenih,
- odnos zaposlenih i rukovodstva,
- fleksibilnost zaposlenih,
- moral zaposlenih,
- nivo promene (fluktuacije) zaposlenih i
- motivisanost zaposlenih da daju svoj doprinos za razvoj i poboljšanje poslovnih procesa u kompaniji.

Prilikom ispitivanja potrebno je prikupiti i informacije o eventualnim štrajkovima zaposlenih u prošlosti i o sporovima između kompanije i radnika. Sve ovo može da doprinese boljem razumevanju procene sposobnosti zaposlenih i da li će dobavljačevi zaposleni prilikom proizvodnje proizvoda ili davanja usluge zadovoljiti ili čak prevazići očekivanja kupca.

3.3. Struktura troškova

Prilikom procene dobavljača, razumevanje strukture troškova zahteva duboku i detaljnu analizu ukupnih troškova uključujući direktne troškove radne snage, indirektne troškove radne snage, materijalne troškove, proizvodne ili operativne troškove, indirektne troškove materijala. Poznavanje strukture troškova dobavljača omogućuje kompaniji da utvrdi nivo efikasnosti dobavljača prilikom proizvodnje nekog proizvoda ili realizacije neke usluge. Analiza troškova takođe može da pomogne u identifikovanju potencijalnih mesta za uštedu.

Prikupljanje ovakvih informacija je puno izazova. Po pravilu, dobavljač nekada nema sve potrebne informacije o svojim troškovima. Mnogi dobavljači nemaju dovoljno detaljnu knjigovodstvenu evidenciju i nisu u stanju da indirektne troškove razvrstaju po proizvodima i uslugama.

Često se dešava da dobavljači svoje troškove čuvaju kao strogo poverljivu tajnu. Plaše se da otkrivanje svih pojedinosti o njihovim troškovima može da podrije njihovu strategiju cena.

Takođe se plaše da informacije o strukturi njihovih troškova mogu da dospeju do njihovih konkurenata koji bi u tom slučaju imali uvid u njihove uporedne prednosti. Zbog ovih zabrinjavajućih stvari za dobavljača, nabavljači često razvijaju reverzibilne cenovne modele koji prikazuju procenu strukture troškova tokom inicijalne evaluacije dobavljača.

3.4. Sistemi i ukupne performanse kvaliteta

Glavni deo procesa procene dobavljača predstavljaju njegovi procesi upravljanja kvalitetom, njegova filozofija i sistem upravljanja kvalitetom. Nabavljači ne procenjuju samo karakteristike usko vezane za kvalitet kao što su: upravljanje kvalitetom, usredsređenost na kvalitet, kontrolu statističkih procesa, škart u proizvodnji; već i sigurnost na radu, obuku zaposlenih, pogone i održavanje opreme. Mnogi nabavljači očekuju od dobavljača da ima uvedene sisteme kvaliteta kao što su ISO 9001, ISO14000 ili ono što je karakteristično za automobilsku industriju ISO TS 16949.

3.5. Proces i tehnološke sposobnosti

Timovi za procenu dobavljača često uključuju i članove čija je profesija inženjering ili dolaze iz tehničkih odeljenja. Ovi članovi tima su sposobni da procene dobavljačeve tehnološke sposobnosti. Oni ispituju tehnologiju, dizajn, metode i opremu koja se koristi za proizvodnju proizvoda ili pružanje usluge.

Evaluacija treba da uključi kako sadašnje procese i tehnološke sposobnosti, tako i one u budućnosti. Procena dobavljačevih budućih procesa i tehnoloških sposobnosti podrazumeva pregled i ispitivanje planova kapitalnih ulaganja i strategije razvoja. Dodatno, potrebno je i proceniti resurse koje dobavljač ima nameru da uloži u istraživanje i razvoj.

Pored gorenavedenog, procenjuje se i sposobnost dobavljača u procesima dizajna. Jedan od načina smanjenja vremena potrebnog za razvoj novog proizvoda jeste odabir dobavljača koji je sposoban da efikasno podrži sve aktivnosti vezane za dizajniranje proizvoda. Novi trendovi u pravcu sve većeg korišćenja dobavljačevih dizajnerskih sposobnosti čini ovaj kriterijum sastavnim delom procene dobavljača u mnogim situacijama.

3.6. Uskalađenost sa zaštitom životne sredine

Devedesete godine prošlog veka povećale su svest o tome da industrija ima veoma veliki uticaj na okruženje. Problemi globalnog zagrevanja i emisija CO_2 u atmosferu jesu problemi o kojima se sve više govori. Pored ovoga prisutna je i problematika reciklaže industrijskih materijala. Kompanije svakako ne žele da budu povezane sa problematičnim dobavljačima koji imaju problem sa ekologijom, kao što je zagađenje životne sredine, te da na taj način i one budu izložene negativnim uticajima na javno mnjenje.

Najčešći kriterijumi koji se koriste za procenu iz ove oblasti su sledeći:

- broj povreda zaštite životne sredine,
- upravljanje opasnim i toksičnim otpadom,
- upravljanje reciklažom,
- Sertifikat ISO 14000 i
- kontrola supstanci koje štetno utiču na ozonski omotač.

Pozitivno se gleda na one kompanije koje ne koriste ambalažu za jednokratnu upotrebu. Prednost ima stalna ambalaža koja je složiva tako da se optimizuje i njen transport prilikom povrata u kompaniju iz koje je poslata sa gotovim proizvodima.

3.7. Finansijska stabilnost

Analiza finansijskih uslova potencijalnog dobavljača treba obavezno sprovesti tokom procesa inicijalne procene dobavljača. Neke kompanije praktikuju obavezan *skrining* proces finansijske procene stanja koji dobavljač mora da prođe pre nego što počne njegova detaljna procena. Neke kompanije koriste specijalizovane agencije za finansijski rejting kako bi proverile finansijsko zdravlje dobavljača. Primer jedne takve analize može se videti u odeljku 4.1. gde je prikazan *scoring* model.

Odabir dobavljača sa lošom finansijskom situacijom predstavlja brojne rizike za poslovanje. Prvi rizik je opasnost da dobavljač bankrotira. Drugo, dobavljač sa lošom finansijskom situacijom obično ima problem sa ograničenim resursima za nabavku repromaterijala, kao i smanjenim mogućnostima za investicije ili nabavku opreme. Takođe, dugoročno posmatrano, ulaganje u istraživanje i razvoj predstavlja veoma veliki problem. Treće, dobavljač može prekomerno da postane zavisan od nabavljača. Rizik predstavlja i ta činjenica da finansijski rizik predstavlja projekciju nekog velikog problema koji je doveo do njega. Često je to loš kvalitet proizvoda ili loše performanse isporuka. Uzrok može biti i prekomerno trošenje od strane rukovodstva pa su dugovi ili zaduženja narasli preko svih poslovno razumnih granica.

Međutim, u nekim slučajevima postoje i pozitivni razlozi zašto treba izabrati dobaljača koji ima nešto lošiju finansijku situaciju. To se dešava u slučaju kada je dobavljač učinio značajne investicije u cilju osavremenjavanja, a očekuje se da će mu te investicije u budućnosti doneti značajnu konkurentsku prednost. Takođe, postoje situacije kada je trenutna loša finansijska situacija uzrokovana nekim problemom koji nije ponovljive prirode, već neki izuzetak koji se više neće desiti, a dobavljač ima izglede da se oporavi.

Ako se dobavljačevim akcijama trguje na berzi, u tom slučaju brojni su izvori o finansijskom stanju dobavljača do kojih može veoma lako da se dođe. Čak su dostupne i mnogobrojne analize kao i specijalizovani pregledi za određenu branšu iz koje je dobavljač, kao i njegova pozicija u odnosu na ostale kompanije iz branše.

Svaki nabavljač treba da bude sposoban da razume i tumači osnovne finansijske parametre jer oni mnogo govore o stanju kompanije. Ovo je posebno bitno za strateške nabavke, kada je u pitanju nabavka repromaterijala bez kojeg kompanija ne može da funkcioniše.

3.8. Planiranje proizvodnje i sistemi kontrole

Planiranje proizvodnje uključuje takve sisteme koji planiraju, pokreću i kontrolišu dobavljačev proces proizvodnje. U auto-industriji dobro planiranje proizvodnje jedan je od najbitnijih procesa koji se ocenjuje prilikom procene dobavljača. Tom prilikom pažnja se obraća na mnoge elemente kao što su:

- Da li dobavljač koristi *Material Requirement Planning* (MRP) (sistem za planiranje potrebnog materijala) kako bi obezbedio dostupnost potrebnih komponenti za proizvodnju?
- Da li dobavljač prati materijal i cikluse u proizvodnji, te da li to upoređuje sa definisanim ciljevima i standardima?
- Da li dobavljačev sistem za planiranje proizvodnje podržava JIT ili *Just-In-Sequence* (JIS) zahteve kupca?
- Da li je sistem za planiranje povezan sa klijentovim narudžbenicama (B2B ili EDI sistemom)?
- Koliko vremena je potrebno za izradu i/ili izmenu plana proizvodnje i kolika je fleksibilnost?
- Koji je procenat isporuka izvršenih na vreme u odnosu na ukupan broj isporuka?

Cilj pomenutih ispitivanja je da se utvrdi stepen do kojeg je dobavljač sposoban da drži pod kontrolom svoj proces planiranja i proces proizvodnje.

3.9. Elektronska trgovina

Sposobnost elektronske komunikacije između kupca i prodavca je kriterijum koji predstavlja uslov bez koga se ne može poslovati u automobilskoj industriji. Postoje dva modaliteta elektronske trgovine koji se praktikuju u praksi. To su *Electronic Data Interchange* (EDI) i *Business-To-Business* (B2B).

EDI (elektronska razmena podataka) predstavlja automatsku razmenu podataka između dve kompanije u standardnom formatu, bez ljudske intervencije. Iz tehničkih razloga razmena se obavlja preko EDI *Value Added Network* (VAN) ili takozvanog CROSSGATE komunikacione infrastrukture. Dokumenta se u najvećem broju slučajeva razmenjuju u *Electronic Data Interchange for Administration Commerce and Transport* (EDIFACT) formatu.

Najbitniji dokumenti koji se razmenjuju na ovaj način su:

- DELFOR – dokument koji kupac šalje prodavcu u formi plana isporuka. Ne predstavlja čvrstu narudžbenicu i može se menjati jer obuhvata period od jednog do nekoliko meseci u budućnosti. Ova informacija je veoma značajna za dobavljača jer se na osnovu nje planira naručivanje materijala za buduću proizvodnju.
- DELJIT – dokument koji predstavlja čvrstu narudžbu koju šalje kupac dobavljaču. Obično se izdaje nekoliko dana unapred. Na osnovu ovog dokumenta dobavljač usklađuje plan proizvodnje za tekuću nedelju i izvršava isporuke dobavljaču po principu JIT.

- DELINS – dokument sličan dokumentu DELJIT, samo što se u ovom slučaju dokument odnosi na isporuku JIS.
- AVIEXP – automatska poruka koju generiše dobavljačev sistem i šalje u sistem kupca kao informaciju da je roba spremna za isporuku i poslata kupcu.

B2B sistem se u praksi paralelno koristi sa EDI sistemom, ali za druge namene. Zasnovan je na web-platformi. Kompanije ga koriste za komunikaciju sa dobavljačima u sledećim slučajevima:

- naručivanje i upravljanje povratnom ambalažom,
- upravljanje reklamacijama od strane kupca,
- prikaz i upravljanje rejtinga isporuka dobavljača,
- obrada faktura dobavljača i
- upravljanje proizvodnim kapacitetima.

Pored gorenavedenog, u proceni dobavljača treba obratiti pažnju i na druge elemente informacionog sistema, kao što su:

- Da li dobavljač ima mogućnost *computer-aided-design* (CAD) sistema?
- Da li dobavljač ima mogućnost izrade bar-koda i čitanja bar-koda?
- Da li dobavljač može da pošalje AVIEXP (EDI poruku koja informiše kupca da je isporuka izvršena)?
- Da li dobavljač ima mogućnost elektronskog plaćanja i prijema doznaka?
- Da li dobavljač može da komunicira imejlom?

Neki poslovni informacioni sistemi, kao što je SAP, podržavaju mnoge od ovih zahteva i imaju integrisan modul za prijem, slanje i interpretaciju EDI poruka.

3.10. Dobavljačeva strategija snabdevanja

Koncept koji podrazumeva razumevanje dobavljačevih dobavljača (Tier 2 i Tier 3) deo je integrisanog upravljanja lancima snabdevanja. Nažalost, ne postoje toliko veliki resursi da se ispitaju svi dobavljači u lancu snabdevanja.

Međutim, postoje načini da se obezbede informacije o performansama Tier 2 i Tier 3 dobavljača. U skladu sa ISO TS 16949 zahtevima, Tier 1 (direktan) dobavljač je obavezan da vrši procenu svojih dobavljača (Tier 2 i Tier 3) i da o tome čuva svoje zapise. Kupac može iz tih zapisa da sazna mnoge korisne i potrebne informacije o dobavljačevim dobavljačima.

Prilikom logističkih provera dobavljača, mnogi proizvođači automobila zahtevaju detaljne analize proizvodnih kapaciteta dobavljačevih dobavljača. Ovo su važne informacije kojima se proverava da li će snabdevanje dobavljača materijalom biti bez problema ili se mogu pojaviti neka uska grla. Pojava bilo kakvog uskog grla u snabdevanju dobavljača materijalom automatski znači i zastoj u snabdevanju proizvodnih kapaciteta klijenta u auto-industriji.

3.11. Mogućnost dugoročne poslovne saradnje

Dobavljačeva volja da podigne nivo saradnje iznad tradicionalnog kupac–prodavac odnosa, treba da bude deo evaluacije u slučaju da se radi o dobavljaču koji kompaniju treba da snabdeva strateškim materijalom ili treba da pruži uslugu koja je krucijalna za opstanak i normalno funkcionisanje kompanije.

Robert Spekman je definisao mnogobrojna pitanja koja treba postaviti prilikom procene mogućnosti za dugoročnu poslovnu saradnju [17]. On ima stav da pristupi koji samo daju akcenat na efikasnost dobavljača, kvalitet, cenu i isporuku, nekada su nekompletni. Mada su ti kriterijumi važni, to ne znači da oni pokrivaju i problematiku na kojoj se zasniva dugoročna poslovna saradnja. Pitanja koja tom prilikom treba postaviti su:

- Da li je dobavljač pokazao svoju volju ili rešenost za dugoročnom poslovnom saradnjom?
- Da li je dobavljač voljan da angažuje svoje resurse potrebne za dugoročnu poslovnu saradnju?
- Koliko je unapred u fazi dizajniranja proizvoda dobavljač spreman da uzme aktivno učešće?
- Koji doprinos dobavljač daje kupčevom projektu?
- Da li dobavljač ima interes da se uključi u rešavanje problema i učestvuje u poboljšanjima?
- Da li će postojati slobodna i otvorena razmena informacija između kompanije kupca i dobavljača?
- Do koje mere je dobavljač voljan da podeli sa kupcem svoje planove o budućem razvoju?
- Da li je ozbiljno shvaćena poreba o tajnosti informacija?
- Kakav je opšti nivo poverenja i prisnosti između dobavljača i kupca?
- Koliko dobro dobavljač poznaje industrijsku branšu i poslovanje kupca?
- Da li je dobavljač spreman da prikaže strukturu troškova?
- Da li je dobavljač voljan da inovaciju prvo pokaže kupcu?
- Da li je dobavljač voljan da rezerviše svoje kapacitete ekskluzivno za potrebe kupca?
- Do koje mere je dobavljač spreman da razume probleme i strahove kupca?

Iako ovo nije potpuna lista pitanja koja se koriste pri proceni mogućnosti dugoročne poslovne saradnje, ona ipak daje neki okvir vezano za razumevanje ove problematike koja je veoma važna.

4. REALIZOVANI PRIMERI PROCENE DOBAVLJAČA U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI

U automobilskoj industriji koriste se različiti modeli za procenu dobavljača. Praktično svaki proizvođač automobila stvorio je svoje modele koje primenjuje u proceni svojih direktnih dobavljača (Tier 1). Nije retka pojava da se čak u istoj grupaciji koristi nekoliko modela za procenu dobavljača, kao što je to slučaj u VW grupi.

Postojanje velikog broja modela za procenu i odabir dobavljača istovremeno predstavlja potvrdu da svaki proizvođač automobila razvija model koji najviše odgovara njegovim potrebama.

Takođe, pored glavnog modela za procenu, koriste se i neki opštedostupni modeli kako bi se pojedini segmenti potencijalnih dobavljača što bolje ispitali. Primer za to je *Scoring* model koji će biti opisan u nastavku ovog poglavlja, a zatim će biti detaljno prikazani specijalizovani modeli koji su razvijeni od strane poznatih kompanija za proizvodnju automobila.

4.1. Scoring model

Specijalizovane agencije za izračunavanje rejtinga kompanija razvile su svoje modele za određivanje pouzdanosti kompanija. Ove informacije su dostupne svima uz određenu materijalnu nadoknadu.

Rejting agencije u svetu poseduju sopstvene modele i metodologije koje primenjuju u procesu procene kompanije i rizika pri poslovanju sa njom. Ono što je svim ovim modelima zajedničko je da se zasnivaju na istorijskim podacima iz završnog računa. Postoje i napredni modeli koji pored pomenutih, istorijskih podataka, uzimaju u obzir i ostale raspoložive informacije.

U ovom radu obradićemo jednu ovakvu kompaniju koja funkcioniše na srpskom tržištu. U pitanju je kompanija Poslovni Plan, koja je razvila sopstveni rejting model koji je u potpunosti prilagođen potrebama srpskog tržišta uzimajući u obzir i pokazatelje iz završnih računa, ali i ostale dostupne informacije.

Suština ovog scoring modela je da sve kompanije razvrstava u 7 bonitetnih klasa, odnosno 19 kategorija (potklasa). Svaka klasa i kategorija imaju svoju oznaku i pokazuju verovatnoću bankrota u budućnosti (Tabela 5).

Kompanije se razvrstavaju u klase, odnosno kategorije rizika na osnovu ukupno 21 pokazatelja, pri čemu je za svaki pokazatelj definisano u kojoj meri utiče na procenu rizika. Dok pojedine metodologije podjednaku važnost pridaju različitim pokazateljima iz završnog računa, ova metodologija pravi razliku između pojedinih vrednosti pokazatelja u smislu njihovog uticaja na buduće događaje. Visina važnosti svakog od ovih pokazatelja određena je na osnovu statističko-matematičkih analiza raspoloživih podataka.

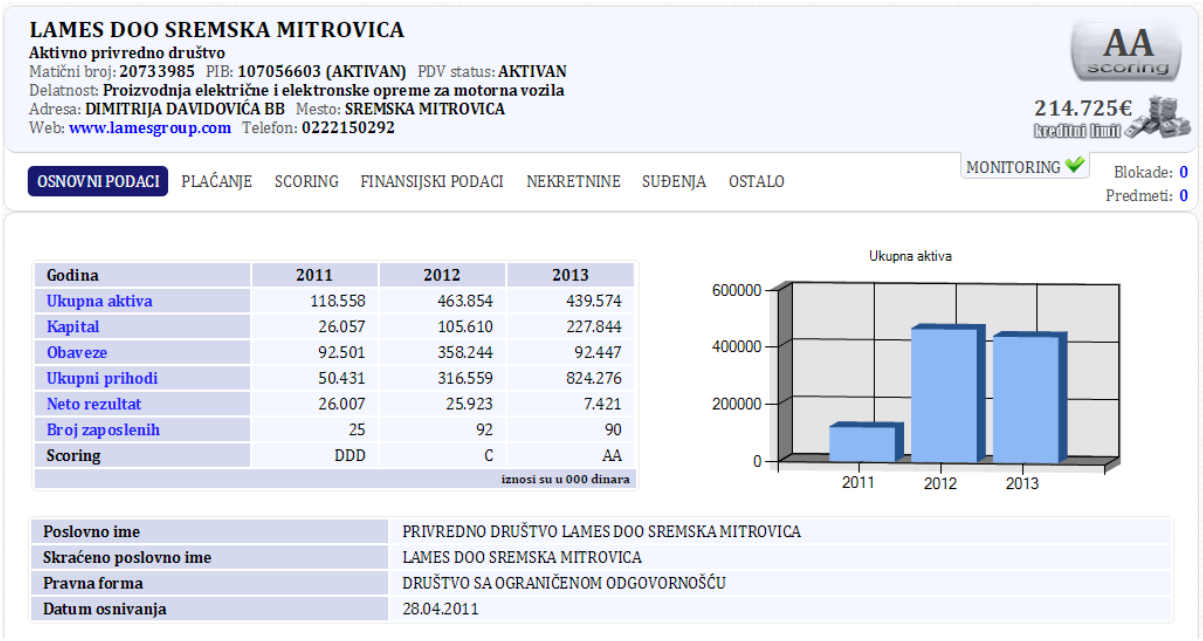
Tabela 5: Klase *scoring* modela.

Klasa rizika		Kategorija rizika	PD (verovatnoća bankrota)
A	Odličan bonitet	AAA	0,0% – 0,3%
		AA	
		A	
B	Vrlo dobar bonitet	BBB	0,3% – 0,7%
		BB	
		B	
C	Dobar bonitet	CCC	0,7% – 1,5%
		CC	
		C	
D	Prosečan bonitet	DDD	1,5% – 3,0%
		DD	
		D	
E	Ispodprosečan bonitet	EEE	3,0% – 5,0%
		EE	
		E	
F	Loš bonitet	FFF	5,0% – 8,0%
		FF	
		F	
G	Veoma loš bonitet	GGG	8,0 – 100,0%

Svi pokazatelji koji se uzimaju u obzir, mogu se podeliti u 6 osnovnih kategorija koje nose određen nivo važnosti na sveukupnu ocenu (Tabela 6):

Tabela 6: Pokazatelji scoring modela.

Grupa pokazatelja	Učešće Težinski faktor
Istorijat plaćanja (realni pokazatelji)	**25%**
Poslovanje (realni pokazatelji)	**20%**
Struktura sredstava (relativni pokazatelji)	**10%**
Struktura kapitala (relativni pokazatelji)	**20%**
Pokazatelji likvidnosti (relativni pokazatelji)	**15%**
Pokazatelji uspešnosti (relativni pokazatelji)	**10%**
Ukupno	**100%**



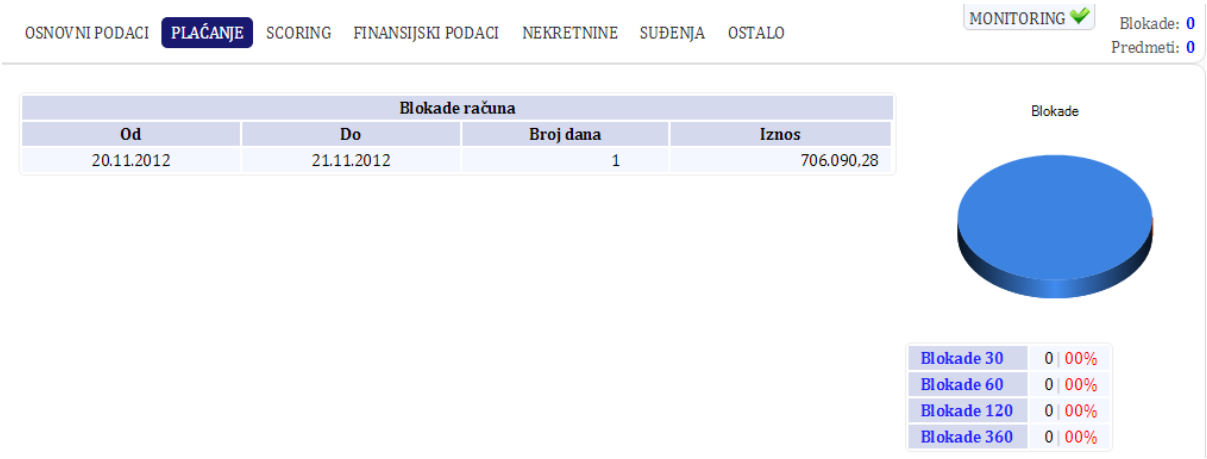
Godina	2011	2012	2013
Ukupna aktiva	118.558	463.854	439.574
Kapital	26.057	105.610	227.844
Obaveze	92.501	358.244	92.447
Ukupni prihodi	50.431	316.559	824.276
Neto rezultat	26.007	25.923	7.421
Broj zaposlenih	25	92	90
Scoring	DDD	C	AA

Slika 5: Primer prikaza rejtinga za jednu kompaniju.

Istorijat plaćanja pokazuje navike preduzeća iz prošlosti o dinamici i načinu izmirivanja obaveza. Za ovu grupu pokazatelja posebno se uzimaju u obzir informacije o broju dana blokada računa po osnovu prinudne naplate. Ovaj izuzetno važan pokazatelj govori o tome u kojoj je meri preduzeće preuzimalo obaveze koje nije bilo u mogućnosti da izmiri u dogovorenom roku i po dogovorenoj dinamici.

Kod ove grupe podataka prave se nijanse kada se govori o nivou važnosti pojedinih podataka, pa se tako podaci mogu grupisati u četiri potkategorije:

- podaci u poslednjih 30 dana,
- podaci u poslednjih 60 dana,
- podaci u poslednjih 120 dana i
- podaci u poslednjih 360 dana.



Slika 6: Primer prikaza analize plaćanja i likvidnosti kompanije.

Poslovanje svake kompanije je definisano sa više parametara, kako opštih, tako i bilansnih pokazatelja. Ova grupa pokazatelja pokazuje u kojoj meri kompanija pokazuje stabilnost u poslovanju i kakve rizike nosi sa sobom zavisno od toga čime se bavi. Poseban uticaj na rizik imaju:

- delatnost kojom se kompanija bavi, izabrana pravna forma i dužina poslovanja na tržištu i
- obim poslovanja definisan visinom sopstvenog kapitala, ostvarnim prometima i brojem zaposlenih.

Struktura sredstava pokazuje na koji način i u kakvom odnosu preduzeće investira u svoje poslovanje, odnosno u koja sredstva (dugoročna ili kratkoročna) ulaže svoj kapital, pri čemu se vodi računa i o tome čime se kompanija bavi i da li takva struktura odgovara delatnosti.

Kod ove grupe pokazatelja pored same strukture raspoloživih sredstava procenjuje se i kakve efekte ta sredstva proizvode na rezultat i obim poslovanja.

Struktura kapitala pokazuje na koji način preduzeće finansira sredstva kojima posluje. Kod ove strukture se posmatra se:

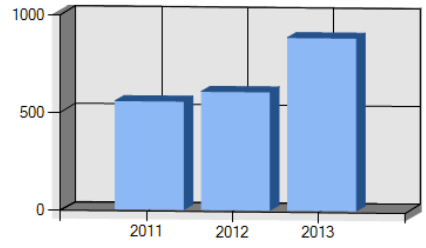
- Odnos sopstvenih i pozajmljenih sredstava
- Odnos dugoročnih izvora i dugoročnih sredstava

Ova grupa pokazatelja meri uglavnom dugoročni efekat na poslovanje i probleme u likvidnosti. Lošiji pokazatelji iz ove grupe svakako ukazuju na to da, dugoročno posmatrano, preduzeće može zapasti u veće probleme sa likvidnošću, što može dovesti i do likvidacije.

PREUZMI

iznosi su u 000 dinara

	2011	2012	2013
Scoring	DDD	C	AA
Opšti racio likvidnosti (Acid test)	0,14	0,67	2,41
Rigorozni racio likvidnosti	0,14	0,65	2,00
Koeficijent zaduženosti	78,02%	77,23%	21,03%
Koeficijent finansijske stabilnosti	0,25	0,51	1,29
Stopa prinosa na ukupna poslovna sredstva	21,94%	8,90%	1,64%
Stopa prinosa na sopstvena poslovna sredstva	99,81%	39,38%	4,45%
Prosecan br. dana naplate potraživanja	18,87	132,44	78,89
Prosecan br. dana trajanja jednog obrta zaliha	0,30	3,52	10,23
Prihodi po zaposlenom	2.017,24	3.440,86	9.158,62
Neto rezultat po zaposlenom	1.040,28	281,77	82,46
Kapital po zaposlenom	1.042,28	1.147,93	2.531,60
Aktiva po zaposlenom	4.742,32	5.041,89	4.884,16



Slika 7: Uporedni prikaz scoring rezultata po godinama.

Pokazatelji likvidnosti su grupa pokazatelja koji pokazuju koliko je preduzeće sposobno da izmiruje svoje kraktoročne obaveze. Kada se izvrši ukrštanje ove grupe pokazatelja sa pokazateljima koji su indikatori dugoročne likvidnosti i istorije plaćanja, dobija se jasna slika o tome šta se može očekivati od posmatrane kompanije u smislu izmirivanja preduzetih obaveza.

Pokazatelji uspešnosti su grupa pokazatelja koja definiše kakve je rezultate ostvarila kompanija, u finansijskom smislu, sa izvršenim investicijama u datim tržišnim uslovima. Ova grupa pokazatelja nije od presudnog značaja za procenu rizika poslovanja sa određenim kompanijama, a s obzirom na to negativni poslovni rezultat prikazan u završnom računu ne mora biti indikator neuspešnog poslovanja i samo donekle određuje verovatnoću bankrota u budućnosti.

4.2. Audi model procene dobavljača

Audi je proizvođač visokokvalitetnih automobila – atraktivnih, sofisticiranih i tehnički perfektnih. Rukovodi se željama i emocijama svojih kupaca kao osnovnim principom uspeha. U kompaniji su svesni da njihov uspeh i zadovoljenje kupaca zavise u velikoj meri od njihovih dobavljača.

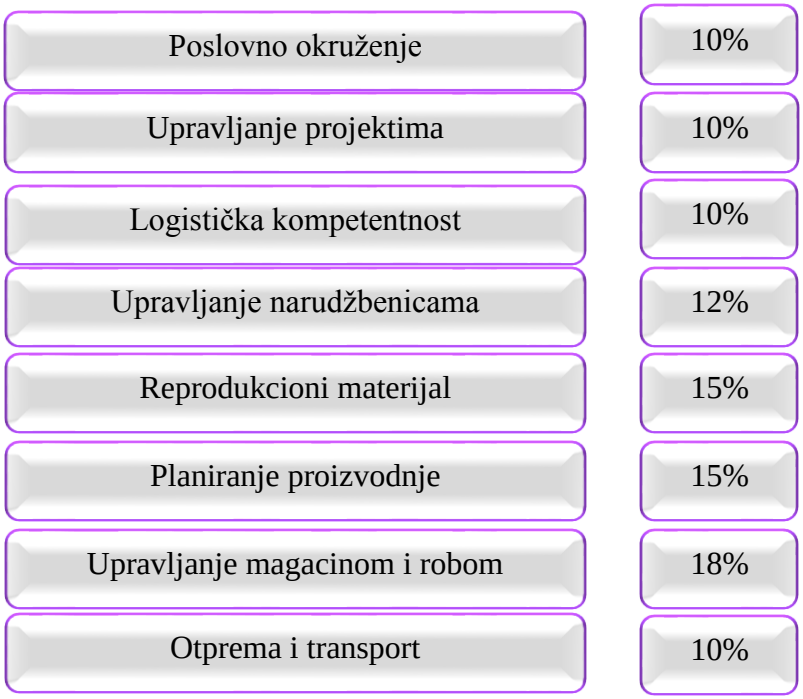
Pored veoma zahtevnih i restriktivnih provera dobavljača prilikom prvog odabira i njegovog odobravanja, Audi i tokom saradnje i poslovanja sa već odabranim dobavljačima sprovodi periodične kontrole i vrši merenja performansi svojih dobavljača. Sve ovo u cilju garantovanja sigurne i kvalitetne isporuke komponenata neophodnih za funkcionisanje proizvodnje automobila. Oni to obezbeđuju jer imaju za cilj vidljivost svakog dela u lancu snabdevanja, od poddobavljača njihovih dobavljača pa sve do proizvodnih pogona u Audi fabrikama.

4.2.1. Struktura Audi logističkog audita

Audi logistički audit podeljen je u 8 različitih modula, a svaki od njih se ocenjuje ponaosob. Svaki od 8 različitih modula ima različitu težinu ocene na finalni rezultat u zavisnosti od važnosti svakog ovog dela za nesmetano funkcionisanje lanca snabdevanja (Slika 8)

Poslovno okruženje kao prva tačka audita podrazumeva kontrolu sledećih tački kod dobavljača:

- Da li dobavljač poseduje sertifikat ISO TS 16949?
- Da li dobavljač poseduje sertifikat DIN EN 14001?
- Da li dobavljač ima pristup sistemu nabavke Volkswagen grupe uključujući i internet portale?
- Da li dobavljač ima definisae postupke u slučaju bilo kakvih nepredviđenih situacija?



Slika 8: Prikaz modula i njihovog vrednovanja.

Upravljanje projektima je deo kod kojeg se proverava sledeće:

- kooperativnost dobavljača,
- nivo organizovanosti upravljanja projektima,
- postojanje i organizovanost upravljanja u kriznim situacijama,
- upravljanje početkom i završetkom proizvodnje i
- postojanje procesa za kontinuirana poboljšanja.

Logistička kompetentnost podrazumeva:

- organizaciju i poznavanje logističkih procesa uključujući i upravljanje kvalitetom,
- kvalifikacioni nivo zaposlenih i
- praćenje bitnih parametara procesa (KPI).

Upravljanje narudžbenicama:

- procesuiranje narudžbenica,
- upravljanje narudžbenicama i zakasnelim isporukama,
- sistem elektronske razmene podataka (EDI),
- dostupnost informacionih sistema,
- postojanje EDI standarda,
- postojanje VDA 4905 standarda i
- prenos podataka po sistemu VDA 4913.

Repromaterijal:

- proces naručivanja materijala,

- proces planiranja potreba za materijalom,
- zavisnost od dobavljača,
- kapacitet dobavljača,
- sistem procene dobavljača,
- proces i mesto zaprimanja materijala i
- proces kontrole materijala prilikom zaprimanja.

Planiranje proizvodnje:

- proces planiranja proizvodnje,
- organizacija proizvodnje,
- identifikacija uskih grla u proizvodnji,
- proces opsluživanja proizvodnje materijalom,
- planiranje kapaciteta,
- fleksibilnost proizvodnje i
- urednost i održavanje proizvodnih pogona.

Upravljanje magacinom i robom:

- upravljanje magacinom,
- kontrola zaliha,
- FIFO proces,
- sledljivost,
- kapacitet skladišta,
- postupanje sa oštećenom robom,
- tokovi materijala, Kanban [18], [19],
- rukovanje materijalom i
- stručnost osoblja u magacinu.

Otprema i transport:

- proces otpremanja gotovih proizvoda,
- komunikacija sa transporterima i klijentima,
- označavanje robe koja se otprema i
- upravljanje ambalažom.

Ukupne logističke performanse dobavljača, po Audi sistemu vrednovanja, mogu da se kreću u intervalu od 0% do 100%. Konačan rejting se određuje po sledećoj klasifikaciji u zavisnosti od performansi dobavljača (**Tabela 7**):

Tabela 7: Performanse i rejting kompanije.

Performanse	Rejting
90% – 100%	A
80% – 89,9%	B
0% – 79,9%	C

Uska grla u snabdevanju proizvodnih linija u Audi fabrikama direktno pogađaju proizvodnju. Kako bi se smanjila mogućnost nedostatka materijala u proizvodnom procesu proizvodnje

automobila, postoje kriterijumi za procenu dobavljača kojima se posvećuje posebna pažnja prilikom procene dobavljača:

- Nedovoljna kompetentnost zaposlenih u logistici
- Nedovoljno pouzdan lanac snabdevanja kod dobavljača
- Nezadovoljavajuće upravljanje zalihama
- FIFO princip nije primenjen na adekvatan način

U slučaju da se utvrde problemi u bilo kojem od pomenuta četiri kriterijuma, dobavljač automatski dobija C rejting, bez obzira na ukupne performanse po prethodno opisanim modulima.

4.2.2. Konsekvence Audi logističkog audita

Rejting A: Kako bi izbegao nedostatak materijala koji mu isporučuje dobavljač i osigurao kontinuitet u proizvodnji, Audi u principu prihvata samo dobavljače koji su zaslužili A rejting prilikom logističkog audita.

Rejting B: Dobavljač ocenjen B rejtingom može biti nominovan kao snabdevač, ali mora da dosegne nivo A pre početka serijske proizvodnje u Audi fabrici. Od dobavljača se zahteva da izradi plan poboljšanja zasnovan na predlozima koje Audi daje prilikom audita. Ovaj plan sadrži konkretne zadatke i definisano vreme do kojeg isti treba da budu izvršeni. Plan treba da bude odobren od strane Audija pre početka implementacije. Pre nego što počne proces proizvodnje automobila u Audi fabrikama, tim iz Audija treba ponovo da izvrši audit kod dobavljača kako bi bio suguran da se dobavljačev rejting povećao sa B na A.

Rejting C: Dobavljač koji je ocenjen C rejtingom ne može biti nominovan kao Audijev dobavljač. Ovaj dobavljač mora da izradi plan poboljašanja zasnovan na primedbama i predlozima koje je dobio od auditora. Ovo poboljšanje sadrži spektar specifičnih zadataka koji moraju da se izvrše u određenom vremenskom roku. Plan mora da bude odobren od strane Audija pre implementacije. Nominacija je moguća tek nakon što dobavljač dosegne A ili B rejting u ponovljenom auditu.

4.3. Fiat model za procenu dobavljača

Fiat korporacija ima veoma sveobuhvatnu i interesantnu formu za procenu i odabir dobavljača. Ova forma se odlikuje obiljem različitih kriterijuma za procenu i koristi se ne samo za procenu potencijalnih dobavljača, već i za procenu i proveru postojećih dobavljača.

Kriterijumi su grupisani u više kategorija kao što sledi:

- dokumentacija,
- alati i oprema,
- proces,
- ljudski resursi i organizacija,
- kvalifikacija proizvoda / probna proizvodnja,
- sistem kvaliteta,

- logistika i
- kontinuirana poboljšanja.

4.3.1. Dokumentacija

Dokumentacija je bitna u svakom poslovnom okruženju, ali u automobilskoj industriji važnost dokumentacije dobija poseban značaj. Precizni i striktni dokumenti moraju da proprate sve faze u komunikaciji između proizvođača automobila i dobavljača komponenata u celokupnom životnom ciklusu modela nekog automobila. Posebno je bitna dokumentacija vezana za dizajn, kontrolu procesa proizvodnje i dokumentacija vezana za materijal.

❖ **Crteži**

Dobavljač mora da poseduje crteže koji pokazuju sve detalje i nivo promena na delovima koji će se proizvoditi i slati klijentu. Crtež treba da sadrži saglasnost klijenta, odnosno potpis odgovornog lica klijenta, što potvrđuje da je crtež odobren od strane *Original Design Manufacturer* (ODM) ili, drugim rečima, dobavljača koji je istovremeno i dizajnirao deo koji je predmet kupovine. Dobavljač mora biti u mogućnosti da proizvode koje isporučuje klijentu u potpunosti uskladi sa dizajnom koji je klijent odobrio.

Tehnička dokumentacija (dizajn, tehnička specifikacija, standardi i normativi) delova, proizvoda i komponenata, mora biti verifikovana i ažurirana, bez obzira da li su proizvedeni u fabrici dobavljača ili su kupljeni od poddobavljača. Mora se prikazati ispravan način pripreme i upravljanja dokumentacijom. Kada klijent procenjuje dobavljača, mora se uveriti da postoje spiskovi svih crteža koji se koriste, da se oni redovno ažuriraju i da je dobavljač onemogućio da se u procesima rada koriste crteži koji nisu validni.

Tehnička dokumentacija mora da sadrži sve promene koje je deo koji se proizvodi pretrpeo, kao i tolerancije, odnosno dozvoljena odstupanja koje je klijent odobrio. Dimenzionisanje i definisanje odstupanja: *Geometric Dimensioning & Tolerancing* (GD&T) mora biti jasno i nedvosmsleno tehnički definisano.

Key Product Characteristics (KPC), odnosno ključne karakteristike proizvoda, moraju biti identifikovane zbog svojstava koja su od ključnog značaja za izvodljivost jednostavne montaže, oblika ili funkcije kada se proizvod montira na vozilo. Nije obavezno za sve komponente da poseduju KPC, jer je tehnička služba dobavljača odgovorna za identifikaciju i usvajanje KPC.

Ako u dokumentaciji koju obezbeđuje klijent nisu prikazane ključne karakteristike proizvoda (bezbednost, homologacija), dobavljač treba da odabere karakteristike koje prouzrokuju mala odstupanja, koje se uklapaju, koje obezbeđuju funkcionalnost, pouzdanost, trajnost, koje zavise od parametara procesa i/ili koje obezbeđuju kvalitetan finalni proizvod.

❖ **Dijagram toka materijala**

Dijagram toka materijala mora biti dostupan u proizvodnom pogonu dobavljača. Ovaj dijagram počinje od zaprimanja materijala, nastavlja se ulaznom kontrolom, skladištenjem, internim tokovima materijala, označavanjem gotovog proizvoda i završava se njegovim skladištenjem u magacinu gotovih proizvoda.

Svaka prepravka i popravka proizvoda mora biti prikazana u dijagramu toka, gde se mora posebno obratiti pažnja na povratak materijala u proizvodnju. Kritična tačka podrazumeva ponovni protok popravljanog i prepravljaniog materijala kroz normalan proces proizvodnje. Proizvod se mora ponovo proveriti i delovi pratiti.

Oblasti merenja i ispitivanja proizvoda moraju biti prikazane u procesu proizvodnje, bez obzira da li su na proizvodnoj liniji ili ne. Ako se ispitivanjem ili proverom rezultata utvrdi da postoje neusaglašeni proizvodi, to se mora identifikovati u dijagramu.

- **Proces FMEA**

Klijentu je od izuzetne važnosti da dobavljač poseduje dokumentaciju vezanu za *Process Failure Mode and Effects Analysis* (PFMEA) i da se ona primenjuje u procesu rada. *Risk Priority Number* (RPN), odnosno stepen koji pokazuje verovatnoću procesne ili neke druge greške na proizvodu, treba da je realno definisan i prihvatljiv, te da je u skladu sa *Design Failure Mode and Effects Analysis* (DFMEA). RPN se usklađuje sa tokom procesa i mora redovno da se ažurira.

Korektivne aktivnosti proizvoda/procesa moraju da budu korišćene da se ažurira FMEA i planovi kontrole. S obzirom na to da mnogi nedostaci proizvoda mogu biti rezultat problema u proizvodnom procesu, dobavljač mora da koristi DFMEA projekat kao referentni dokument kada razvija PFMEA (npr. ozbiljnost PFMEA je u vezi sa ozbiljnošću DFMEA).

Dobavljač mora biti u stanju da opiše kako su kritične karakteristike dizajna koje utiču na funkcionalnost proizvoda sadržane u razvoju PFMEA. Sva dokumentacija vezana za FMEA treba da je uvek dostupna klijentu na njegov zahtev.

FMEA dokumentacija mora biti izrađena od strane multifunkcionalnog tima, odnosno tima koji se sastoji od stručnjaka iz više različitih odeljenja. FMEA prati elemente dijagrama toka procesa, sa rangiranjem ozbiljnosti, učestalosti događaja i mogućnosti detektovanja problema u skladu sa raspoloživim podacima iz službe kvaliteta. Aktivnosti na smanjivanju RPN treba da su vidljive i u toku i posle procesa.

Preliminarne analize proizvodnje delova kod dobavljača i kontrola proizvodnog procesa moraju da se sprovode koristeći FMEA, znanje o montaži u fabrici klijenta, znanje o uspešnim procesima i znanje o tome kako se proizvod koristi.

Dobavljač mora da analizira karakteristike koje utiču na poštovanje dozvoljene tolerancije proizvoda, podesnost, funkcionalnost, završnu obradu, pouzdanost, trajnost kao i ostalih parametara procesa koji doprinose da finalni proizvod bude zadovoljavajući.

Za PFMEA mora postojati periodično revidiran dokument koji dokazuje da se PFMEA koristi za konstantno poboljšanje proizvoda. Sve aktivnosti koje uzrokuju povećanje troškova za nekvalitetan proizvod, kao što su škart, prerade, popravke, dodatne kontrole, treba pratiti, evidentirati, kontrolisati i analizirati.

- **Plan kontrole procesa**

Plan kontrole procesa (PCP) je dokument koji detaljno opisuje postupke kontrole u celokupnom toku nastanka nekog proizvoda, od prijema materijala, proizvodnje, do isporuke

gotovog proizvoda. Dobavljač mora da poseduje ovaj dokument u skladu sa standardima auto-industrije u cilju obezbeđenja zadovoljavajućeg nivoa kvaliteta gotovog proizvoda.

U planu kontrole obično se uz pomoć dijagrama toka definišu tačke kontrole u svim procesima, definišu se frekvencije uzorkovanja i veličina uzorka. Plan mora da bude ažuriran u skladu sa poslednjim promenama ODM.

Prilikom započinjanja preserijske proizvodnje obaveza dobavljača je da pripremi plan kontrole procesa. Plan mora da bude usklađen sa FMEA, pri čemu se posebna pažnja daje kritičnim tačkama u procesu i značajnim karakteristikama proizvoda. Dobavljač dokazuje da poseduje odgovarajuće procedure i postupke koji osiguravaju da je plan kontrole procesa redovno ažuriran po pitanju metoda kontrole i uslova pod kojima se kontrola izvršava. Svako ažuriranje plana kontrole mora biti adekvatno dokumentovano.

Bilo koja značajna karakteristika proizvoda treba da je označena određenom karakteristikom kroz celu dokumentaciju plana kontrole procesa. Klasifikacija karakteristika proizvoda prikazuje se u svakom planu kontrole ili u radnoj instrukciji određene proizvodne operacije. Ovo će biti u skladu sa tehničkim specifikacijama i/ili preventivnim analizama na proizvodu kada je to zahtevano (FMEA).

U planu za kontrolu procesa (PCP) posebnu pažnju treba obratiti na parametre koji opisuju značajne karakteristike proizvoda (KPC) vezane za bezbednost i homologaciju, odnosno usklađenost proizvoda sa relevantnim standardima.

Planovi kontrole i uputstava za upotrebu, u skladu sa ažuriranim dizajnom, klasifikacijom bezbednosnih i značajnih karakteristika, treba da su dostupni kako za gotove proizvode dobavljača, tako i za sve materijale koje dobavljač nabavlja.

Dokumentacija koja se koristi za vršenje kontrole (ciklusi, crteži, instrukcije) treba da su dostupni na svakoj radnoj stanici u proizvodnom pogonu, a zaposleni moraju biti adekvatno obučeni i osposobljeni za njihovu primenu u praksi.

Mora se obezbediti adekvatnost sadržaja PCP ili pisanih instrukcija koje definišu karakteristike, učestalost kontrole, veličina uzorka, merenja, kalibrisanje opreme i alata, kao i postupke u slučaju neusaglašenosti.

U slučaju procesa PFMEA osnovni dokument mora se periodično revidirati kako bi se dokazalo da se sprovode periodične revalorizacije PCP u cilju kontinuiranih poboljšanja. Auditor takođe mora da se uveri da je proces FMEA korišćen za izradu PCP sa osvrtom na ključne karakteristike proizvoda i procesa KCC/KPC.

Parametri procesa koji se mogu menjati tokom vremena (npr. temperatura, vreme, brzina, pritisak) moraju biti sistematski praćeni, automatski ili manuelno, uz poštovanje zadatih tolerancija. Takođe, proverava se prisustvo kontrole koje su u vezi sa fazama procesa i koji generiše najviši index RPN.

- **IMDS (Upravljanje ograničenjem korišćenja opasnih ili zabranjenih supstanci)**

International Material Data System (IMDS) je međunarodni sistem podataka o materijalima koji je razvila auto industrija. Prvenstveno ovaj sistem je nastao kao rezultat saradnje značajnih kompanija proizvođača automobila, a to su: Audi, VW, BMW, Daimler, Ford, Opel, Porsche

i Volvo. Naknadno su drugi proizvođači prihvatili ovaj sistem, tako da je IMDS postao globalni standard koji koriste skoro svi globalni proizvođači automobila.

U ovom sistemu svi materijali koji se koriste za proizvodnju automobila se evidentiraju, ažuriraju, analiziraju i čuvaju. Upotrebom IMDS moguće je da se saznaju svi zahtevi vezani za materijal koje su postavili proizvođači automobila. Posebno su bitna ograničenja korišćenja nekih opasnih ili zabranjenih supstanci koje dobavljači moraju da poštuju prilikom proizvodnje delova za automobile.

Dobavljač mora saopštiti poddobavljačima koja ograničenja postoje. U slučaju da neki specifični materijali/komponente treba da budu unapređeni eliminacijom neke supstance, dobavljač mora da preduzme sve mere kako bi se poštovala ograničenja i mora da obezbedi sledljivost komponenti pre i posle modifikacije.

Dobavljač treba blagovremeno da obavesti Fiat o prilagođavanjima u procesu, slanjem ažuriranog *Material Data Sheet* (MDS) u pogledu potpune liste sadržanih materijala u svom gotovom proizvodu. Dodatno, dobavljač mora da ažurira IMDS, kao i da utiče na svoje poddobavljače da i oni unesu podatke za koje su odgovorni u IMDS. Dobavljač mora da ažurira IMDS svaki put kada dođe do značajne promene težine celog proizvoda, odnosno više od 10%, ili promene sastava proizvoda.

4.3.2. Alati i oprema

Alati i oprema za proizvodnju predstavljaju veoma bitnu stavku sigurnosti kontinuiranog snabdevanja klijenta od strane dobavljača. Zato ova stavka predstavlja važnu karakteristiku prilikom procene i odabira dobavljača u kojoj se kontroliše stanje, čuvanje i efikasnost održavanja alata i opreme.

- **Status alata (kvalitet, kapacitiet i životni vek)**

Auditor treba da ispita alat i status alata u smislu vremena njegove izrade, ažurnosti kalibrisanja i funkcionalnosti alata. Takođe, proverava se forma alata, kvalitet, kapacitiet kao i njegov životni vek.

Svaki alat mora biti uredno obeležen odnosno identifikovan, a lista kalibrisanja treba da je uredna i da sadrži informacije o učestalosti kalibrisanja, nazive organizacije ili osobe odgovorne za kalibrisanje, datum poslednje kalibracije i vreme njene važnosti.

- **Status opreme (kvalitet, kapacitiet i životni vek)**

Auditor će verifikovati stanje opreme u smislu njenog životnog veka i funkcionalnosti. Takođe treba utvrditi postojanje potrebne opreme za obavljanje procesa.

- **Uslovi čuvanja kalupa, mašina i opreme**

Auditor će ispitati okruženje u kojem su uskladišteni kalupi, sa posebnom pažnjom na vlažnost prostora u kome se čuvaju kalupi. Dodatno posebnu pažnju treba obratiti na zaštitu, podmazivanje i identifikaciju kalupa.

- **Tekuće i preventivno održavanje (mašine, kalupi, oprema)**

Treba proveriti da li postoji plan tekućeg i preventivnog održavanja celokupne opreme koja se koristi u proizvodnji direktno ili indirektno (uključujući i mašinske alate).

Ovaj plan treba da je u skladu sa izveštavanjem, i moraju postojati zapisi o svakoj izvršenoj aktivnosti održavanja (uključujući uobičajene i vanredne intervencije održavanja). Zapisi će se analizirati da bi se identifikovala bilo koja slaba tačka opreme i/ili plana održavanja.

Moraju se obezbediti odgovarajući rezervni delovi opreme jer njena disfunkcija može da uzrokuje zastoje u proizvodnji. Alati i merni instrumenti koji su vlasništvo klijenta moraju biti uredno identifikovani i uključeni u plan održavanja.

- **Održavanje u slučaju otkaza**

Treba da postoji obučen tim za održavanje, interni ili eksterni, dostupan za hitne intervencije u slučaju vanrednih situacija tokom celog radnog vremena. Intervencije održavanja po otkazu moraju se beležiti, odnosno na adekvatan način evidentirati.

4.3.3. Proces

Svi procesi dobavljača treba da se pomno analiziraju. Počevši od procesa nabavke materijala i odobravanja poddobavljača, preko instrukcija za operatere do merenja sposobnosti procesa i mašina.

- **Odobravanje poddobavljača (Tier 2)**

Dobavljač mora imati odobrenu listu poddobavljaca za sve potrebne komponente kao i za svaki proizvod ili tehnologiju. Treba da postoji sistematski ažurirana lista koja sadrži jednog ili više kvalifikovanih dobavljača za svaki specifičan crtež, tehnologiju, proizvod ili standardizovan deo.

Podrazumeva se i postojanje metode koja bi procenila da li su karakteristike dobavljača adekvatne. Za kritične dobavljače mora se osigurati mogućnost prebacivanja proizvodnje na alternativne dobavljače koji su prošli *Production Part Approval Process* (PPAP) (proces odobravanja proizvodnje proizvoda).

- **Odobrenje komponenti poddobavljača (Tier 2)**

Auditor kontroliše da li postoji jasan postupak kvalifikacije proizvoda/materijala pre nego sto nago što počne da se koristi u proizvodnji. Pre nego što započne proizvodnja, poddobavljač mora da dobije odobrenje za deo, na osnovu uzoraka koje mu dostavlja dobavljač. Odobrenje dela mora da osigura da su proizvedeni uzorci zadovoljili sve zahteve definisane u crtežu, zahteve iz tehničke specifikacije i da je deo kompatibilan sa procesom proizvodnje klijenta, te da se može koristiti za proizvodnju finalnog proizvoda. Kada je deo dobijen iz više kalupa, ili više šupljina, svaki kalup/šupljina biće identifikovan na delu koji se isporučuje. Zasebna uzorkovanja treba da su obezbeđena za svaki od njih, kako bi se sprovele zasebne kontrole dimenzija. Zasebna uzorkovanja su takođe potrebna za delove iste veličine, ali različitih karakteristika, kao što su boja, tvrdoća i tekstura.

Ako je utvrđen neki nedostatak treba navesti količinu i važeći vremenski period za njegovo otklanjanje. Odstupanja na karatketristikama koje mogu da utiču na strukturu i funkcionalnost komponente, moraju se odobriti u pisanoj formi od strane dobavljača.

Kada je primenjivo, auditor treba da verifikuje postojanje bilo kojeg master (glavnog) uzorka kao i usaglašenost delova sa tehničkom specifikacijom.

- **Instrukcije za operatere i njihova ažurnost za svaku operaciju**

Radne stanice moraju biti opremljene jasnim instrukcijama za operatere u skladu sa potrebama i metodom proizvodnje. U toku planiranja i razvoja ovih instrukcija, posebna pažnja se obraća na operacije kojima se vrši kontrola. Takvi dokumenti moraju se lako identifikovati za različite korake u postupku proizvodnje.

Auditor će ispitati znanje operatera i primenu procedura i instrukcije za rad. Radne instrukcije moraju biti ažurirane za svaku proizvodnu operaciju i poželjno je da postoje adekvatne vizuelne kontrole u slučaju kontrolnih instrukcija.

- **Sposobnosti procesa**

Za sve bitne merljive karakteristike definisani su sledeći indeksi sposobnosti i moraju biti izračunati: *capability machine* (Cm) i *capability machine index* (Cmk) za izučavanja sposobnosti mašina, kao i *capability process* (Cp) i *capability process index* (Cpk) za sposobnost procesa. Ako je neophodno, treba razmotriti specifične karakteristike procesa (prisustvo jednog ili više kalupa/šupljina) i karakteristike prilikom pregleda, kada se definišu i statistički modeli koji se pri tome koriste.

Ako se proces pokaže kao nezadovoljavajući, mora se prekontrolisati svaki gotov proizvod koji je proizveden. Pored toga, proces mora biti poboljšan i mora se razvijati kako bi dostigao zadate ciljeve. Sposobnost procesa mora biti određena pod normalnim uslovima proizvodnje (mašine i oprema su instalirani u okruženju gde će se vršiti serijska proizvodnja).

Mogućnost procesa mora biti praćena tokom definisanog vremenskog perioda da bi se osigurala stabilnost procesa. Ovo se mora raditi korišćenjem adekvatne *Statistical Process Control* (SPC) tehnike.

Mogućnost mašina mora se ponovo izračunavati kada postoji bilo kakva promena na proizvodu ili na procesu, kada je neka aktivnost održavanja izvršena na mašini ili kada je mašina dislocirana.

U slučaju da se utvrdi da sposobnost procesa ili mašina ne zadovoljava zahteve klijenta, moraju se definisati korektivne aktivnosti u cilju eliminacije problema koji su uzrokovali loše rezultate, a to se zapisuje na odgovarajućim formularima. U slučaju da su mogućnosti procesa manje od očekivanih, definiše se sledeće:

- ponovna preračunavanja i obrada podataka prikupljenih u procesu;
- preispitivanje učestalosti uzorkovanja;
- korektivne mere za postizanje boljih sposobnosti procesa i njihova implementacija;
- utvrđivanje efikasnosti delovanja korektivnih mera.

❖ **Ponovno pokretanje proizvodnje**

Takođe, treba da postoje, u skladu sa zahtevima klijenta, instrukcije koje se odnose na upravljanje opremom u slučaju promena u proizvodnji ili ponovnog početka proizvodnje. Vrednosti parametara će biti zabeležene na početku proizvodnje a prema potrebi biće analizirane a eventualna odstupanja evidentirana.

4.3.4. Ljudski resursi i organizacija

Najvažniji resurs bilo koje kompanije svakako su radnici zaposleni u njoj. Auditor treba da ispita obučenost radnika za rad, njihovo poštovanje postupaka zaštite na radu i zaštite od požara, te međusobnu komunikaciju. Proverava se učešće rukovodstva i efikasnost organizacije dobavljača.

❖ **Obučenost operatera za rad**

Radnici treba da budu osposobljeni za obavljanje radnih zadataka, a to podrazumeva sledeće:

- rukovanje opremom u skladu sa radnim uputstvima,
- poštovanje instrukcija zaštite na radu u cilju sprečavanje nezgoda,
- rukovanje proizvodima i identifikacija proizvoda,
- poznavanje posledica neusaglašenosti proizvoda.

Radnici treba da budu obučeni za kritične tačke proizvodnje generalno, a posebno za probleme koji se mogu desiti na određenim radnim stanicama. Kada se izradi zapis o obuci radnika, kao i grafikon matrica o veštinama radnika, biće omogućen uvid u obučenost radnika na adekvatan način. Ovo je predstavljanom odgovarajućom matricom koja je u skladu sa brojem radnih dana i brojem smena po danu, odnosno sadrži dovoljan broj obučenih radnika za kompletan proces proizvodnje kako prostorno, tako i vremenski.

Plan obuke se periodično ažurira i pri tome definisati odgovorne osobe. Auditor treba da utvrdi efikasnost izvršene obuke radnika.

❖ **Učešće rukovodstva**

Rukovodstvo dobavljača mora biti uključeno u pitanja kvaliteta, kao i da kontroliše vreme izrade akcionih planova kao i da li je klijent obavešten o njima. Definišu se radnici odgovorni za implementaciju planova kao i njihova uloga u relizaciji tih planova.

❖ **Da li su sredstva namenjena kontroli dovoljna**

Auditor treba da utvrdi da li su adekvatni broj i vrsta sredstava koja su uključena u proces kontrole. Takođe bitno je utvrditi da li je zagarantovana pokrivenost svih smena potrebnom kontrolom. Potrebno si pokazati da postoji efektivni, dobro definisani putevi komunikacije, posebno između smena i delova procesa, a sve informacije treba brzo da stignu do zaposlenih.

❖ **Ako postoji više od jedne smene, da li se podaci prenose kroz smene**

Proverivač će tražiti dokaze da postoje efektivni, dobro definisani putevi komunikacije, posebno između smena i delova procesa. Informacije treba brzo da stignu do zaposlenih.

❖ **Životna sredina, zdravlje, bezbednost**

Potrebno je definisati plan redovnog čišćenja radnih mesta, a da se pri tome ne ugrozi planirani obim proizvodnje. Mora se uzeti u obzir vreme koje je potrebno za čišćenje radne stanice i to vreme ne treba da se uzima u obzir prilikom računanja proizvodnih kapaciteta i efikasnosti proizvodnje.

Dobavljač će pokazati da poseduje odobrenje nadležnog organa za zaštitu od požara i da su zaposleni obučeni za zaštitu na radu i protivpožarnu zaštitu. Veoma je važno da dobavljač poseduje ili planira da uvede standard ISO 14001.

4.3.5. Kvalifikacija proizvoda / probna proizvodnja

Posebno osetljiva tačka prilikom odobravanja dobavljača je kvalifikacija proizvoda i probne proizvodnje. Ovo je obavezni postupak kod svih direktnih dobavljača u auto-industriji.

❖ **Status samokvalifikacije**

Treba proveriti da li je procedura samokvalifikacije dobavljača završena, te da li su rezultati pozitivni. Klijent mora biti obavešten o tim rezultatima, a ako postoje neusaglašenosti, moraju se definisati korektivne akcije.

❖ **Status svih testova**

Klijentu se moraju dostaviti rezultati svih testova u predserijskoj proizvodnji, te da li su testovi uzoraka pozitivni. Ako nisu, moraju se definisati korektivne akcije.

❖ **Proizvodni uzorci**

Klijentu se dostavljaju uzorci za proizvodni proces i uzorci za ispitivanje. Ako rezultati testiranja uzoraka nisu pozitivni, dobavljač dostavlja akcioni plan koji se odnosi na popravke anomalija proizvoda.

❖ **Jednodnevna proizvodnja**

Verifikuje se proces proizvodnog kapaciteta i da li je kapacitet dovoljan da zadovolji zahteve klijenta. Verifikovani proizvodni proces treba da obuhvati i količine proizvoda namenjenih za rezervne delove, kao i moguća povećanja zahteva klijenta u određenom vremenskom roku.

❖ **Pojačan plan kontrole pre lansiranja proizvodnje**

Auditor će kontrolisati da li postoji restriktivniji plan konrole pre lansiranja proizvodnje, koji karakteriše prisustvo kontrole u procesu. Ovakav plan definiše i uzorkovanje koje je veće ili učestalije nego obično. Obavezno je prisustvo finalne kontrole stanice za konačnu kontrolu proizvoda pre isporuke klijentu. Ova finalna kontrolna stanica treba da ima adekvatne uslovima za pravilan rad, kao što su osvetljenost i dostupnost potrebne opreme.

Auditor će ispitati adekvatnost pojačanog plana kontrole, prihvatajući da neki parametar kontrole koji proističe iz FMEA procesa podleže mnogo ozbiljnijim kontrolama od onih koje su ograničene samo na važne karakteristike proizvoda. Proveriće se da li je identifikovano lice koje je odgovorno za izvršenje plana i da li se pravilno sertifikuju sve isporuke proizvoda koje su spremne za transport ka klijentu.

4.3.6. Sistem kvaliteta

Kriterijum provere vezane za kvalitet jedan je od najvažnijih, ako ne i najvažniji kriterijum kod svake procene dobavljača bilo kog proizvođača automobila. Detaljno se ispituju svi aspekti vezani za kvalitet proizvoda kao što je u nastavku prikazano.

- **Ulazna kontrola materijala**

Ulazna kontrola se vrši za kupljen materijal, odnosno repromaterijal, pri čemu se posebna pažnja obraća na kontrolu značajnih karakteristika proizvoda, odnosno kritičnih i važnih osobina. Podrazumeva se da je kvalifikovani poddobavljač izvršio kontrolu materijala pre isporuke, a u skladu sa planom kontrole.

Kada je potrebno da se kupuje od nekvalifikovanih dobavljača, vrši se restriktivnija kontrola korišćenjem odgovarajućeg plana uzorkovanja, kako u delu ulazne kontrole, tako i tokom proizvodnog procesa, da bi se sprečilo korišćenje neusaglašenih delova, repromaterijala i sirovina u procesu proizvodnje.

Plan kontrole i njegovi rezultati biće dostupni za uvid na poseban zahtev klijenta. Takođe, definiše se metodologije za proces kontrole kvaliteta, a sve komponente moraju biti odobrene u skladu sa zahtevima klijenta.

Ako postoji kompjuterizovan sistem za upravljanje ulaznim komponentama, planom uzorkovanja i kriterijumima prihvatljivo/neprihvatljivo, treba definisati alternativnu metodu u slučaju da sistem nije u funkciji.

Planovi kontrole treba da se koriste i unapređuju, sa aspekta karakteristike, frekvencije, veličine uzorka, osiguravajući podesnost sadržaja u odnosu na bitne karakteristike, kako bi se omogućilo periodično preispitivanje, obrada podataka i kriterijuma parametara kontrole.

Poddobavljači mogu da rade u samosertifikacionom statusu ako imaju barem implementirane zahteve sistema kvaliteta, pozitivne rezultate procesa provere i kvalitet isporučenih proizvoda u skladu sa očekivanjima svog klijenta. Pri tome, treba da su definisane procedure za ukidanje / ponovno dobijanje statusa samosertifikacije, kada dođe do neusaglašenosti.

Rezultati inspekcije i testova treba da su uvek dostupni i da se brzo šalju klijentu ako on to zahteva. Specifičan simbol koji pokazuje status samosertifikacije treba da se nalazi na transportnim dokumentima materijala, na identifikaciji proizvoda i na ambalaži.

Kontrola primljenih lotova materijala treba da se radi nasumično i statistička procena rezultata treba da bude urađena da bi se uporedili sa rezultatima kontrole kod poddobavljača.

Treba da postoje adekvatne procedure za upravljanje bilo kojom promenom na proizvodu i/ili procesu. Ova aktivnost treba da je prikazana i dokumentovana kroz pravilno upravljanje promenama na proizvodu/komponenti. Bilo koji proizvod koji je proizveden pre promene, smatraće se neprihvatljivim, sve dok klijent ne postavi drugačije uslove.

- **Odobrenje proizvodnje**

Kontrole na prvom proizvedenom delu moraju biti definisane i uvedene u slučaju ponovnog početka proizvodnje, posle svake modifikacije, ili promene proizvodnog procesa.

Usklađenst sa specifikacijom garantovaće se kroz:

- odobrenje za deo, koje je dalo osoblje klijenta koje je imenovano za to, sa odobrenim specijalnim instrukcijama. Instrukcije treba da su dostupne, tačne i kompletirane;
- odobrenje za proizvodnju, date od strane ovlaštenih osoba, posle provere usaglašenosti sa specifikacijama prvih delova, koji su realizovani kroz stabilan proces proizvodnje.
- dostupnost pratećih dokumenata delova (grafikoni, uputstva)
- dostupnost alata za proizvodnju, kontrole i rukovanja opremom;
- kada je primenljivo, dostupnost odobrenih delova master uzorka na radnoj stanici.

❖ **Kontrola procesa i testiranje**

Dobavljač treba da ima proceduru za detekciju i neposrednu reakciju na procesu, u slučaju da proces zakaže ili da je evidentna degradacija. Procesni parametri i parametri mašina treba da su definisani kao što definisano u specifikaciji, normativima, crtežima klijenta i dobavljača, u kojima može biti definisana: temperatura, pritisak, napon, struja, opterećenja, kapacitet, obrtni momenat. Granice procesne kontrole moraju se kretati u okvirima definisanih tolerantnih vrednosti. Permanentna kontrola treba da pokaže kontinuirano poboljšanje procesa na kontrolisanom mestu.

Metoda zapisa podataka treba da je pogodna za obavljanje provere i da sve granice kontrole budu razumne. Dobavljač treba da koristi sistem za laku identifikaciju usaglašenih proizvoda koji su već proizvedeni.

Dobavljač treba da ima proceduru za ispitivanje delova na konkretnoj kontrolnoj tački gde je pronađena neusaglašenost. Pri tome, treba da su definisana i primenjena pravila za velike neusaglašenosti, uključujući:

- identifikaciju neusaglašenosti;
- analizu uzroka problema;
- privremene i dugoročne korektivne mere;
- verifikacije efektivnosti korektivnih mera;
- proširenje poboljšanja na slične procese.

Korektivne aktivnosti na procesu treba da se koriste za ažuriranje FMEA i planova kontrole.

❖ **Kvalitet gotovih proizvoda**

Postojaće i primenjivaće se adekvatan plan kontrole proizvoda:

- rezultati prethodne kontrole treba da budu dostupni;
- dostaviće se plan korektivnih mera ako su otkriveni delovi sa anomalijom.

❖ **Supplier Quality Engineer**

U nastavku će se opisati postupak kontrole od strane inženjera za kontrolu kvaliteta dobavljača (SQE). Provera počinje tako što SQE u delu za prijem robe izabere uzorak koji je prethodno prihvaćen/odobren i ponovo ga prekontroliše.

U proizvodnom delu, SQE će zahtevati da se izaberu delovi sa različitih mašina, različitih operatera i kontrolora koji su vršili inspekciju, proveravaće usklađenost rezultata sa prethodno

zabeleženom analizom i upoređivaće ih sa specifikacijom. U slučaju neusklađenosti, rezultati će biti ispitani da bi se utvrdio uzrok.

SQE će proveriti da li je repromaterijal, koji se koristi, isti kao onaj što je odobren od strane klijenta. Tokom ispitivanja celokupne sekvence operacija, SQE će sprovesti inspekciju na gotovom proizvodu ili na poluproizvodu, koji je izabran sa minimum tri mašine/procesa i proveriti da li su relevantni za odabrane karakteristike. Po izboru auditora, proverava se 15 delova sa svake od tri mašine/procesa da bi se demonstrirala kontrola procesa.

U delu za otpremanje proizvoda uzimaju se uzorci koji su prethodno odobreni/prihvaćeni, koji su spremni za transport i ispituju se u skladu sa svojim karakteristikama. Tokom provere proizvodnje kontroliše se da li je osoblje koje vrši kontrolu pokazalo da je adekvatno obučeno za taj posao.

- **Evidentiranje rezultata kontrole**

Uslovi i odgovornosti treba da su definisani za evidentiranje i dostavljanje rezultata kontrole i testiranja. Procedura za čuvanje dokumenata na pogodnim mestima treba da je definisana i kao takva da se primenjuje.

- **Zapisi kontrole vezane za važne karakteristike proizvoda**

Karakteristike proizvoda koje direktno imaju uticaj na pitanja bezbednosti i/ili su direktno vezane za homologaciju, odnosno usklađenost sa standardima, moraju se neodložno kontrolisati, a o rezultatima merenja i ispitivanju, moraju se izraditi zapisi. Veoma je važno da ove karakteristike proizvoda odgovaraju propisanim vrednostima.

Formalizacija ovih kontrola je sadržana u PCP. Ovaj dokument će dobiti i SQE. U ovoj formalizaciji će takođe biti obavljene jasne kontrole karakteristika koje su realizovane u fabrikama dobavljača Tier 2.

- **Upravljanje mernim instrumentima**

Dovoljan broj mernih instrumenata i opreme za testiranje treba da je dostupan kako bi se obavile neophodne kontrole kvaliteta, uključujući i adekvatan broj zaposlenih koji radi na ovim poslovima. Postoje uređaji za kontrolu graničnih vrednosti, a svi merni instrumenti sadrže uputstva za rukovanje koja su jasno vidljiva.

Referentni uzorci treba da su dostupni i adekvatni a da na osnovu njih proizvodna oprema može da detektuje grešku. Oprema i merni instrumenti imaju dovoljan nivo preciznosti merenja u skladu sa zahtevima crteža, važnošću karakteristika i zakonskim odredbama.

Dobavljač ima pisanu i pravilno primenjenu proceduru za reviziju ispravnosti mernih instrumenata za: tačnost, ponovljivost, reproduktivnost i stabilnost. Konzistentnost između ispravnosti mernih instrumenata i tolerantnih vrednosti treba da bude ispitana. Potrebno je da postoji sistem kalibracije, koji definiše učestalost kalibrisanja i zapisivanje bitnih rezultata.

Ukoliko je to svrsishodno, treba da postoje uzorci ili referentni primerci koji će se koristiti za kalibraciju mernih instrumenata, a u skladu sa nacionalnim standardom. Treba da je definisan nivo preciznosti mernih instrumenata i/ili uzoraka traženih za pravilnu kalibraciju.

Potrebno je da postoji pisano uputstvo u kojem se definišu pravila kako treba reagovati u slučaju da su neki merni instrumenti van granica tolerancije. U tim slučajevima mora se obezbediti identifikacija i razdvajanje neusaglašenih odnosno neispravnih proizvoda.

Za svaki merni instrument pratiti se datum poslednje kalibracije i datum isteka njene važnosti. Referentni uzorak će, kada je primenljivo, biti na svakoj stanici kontrole/inspekcije. Identifikacija i zapisivanje promena na referentnim uzorcima, biće vođeni na posebnom zapisu. Definiše se način skladištenja, rukovanja i čuvanja referetnih mernih instrumenata. Takođe treba da postoje, u skladu sa zahtevima, instrukcije koje sadrže način upravljanja mernim instrumentima u slučaju promena u proizvodnji.

Merne instrumente treba da prate jasna uputstva za upotrebu koja će koristiti operateri. Ova uputstva treba da sadrže instrukcije sa *set-up* parametrima u skladu sa metodama i potrebama proizvodnje. U toku planiranja i razvoja ovih instrukcija, posebna pažnja treba da se obrati na aktivnosti prilikom merenja mernim instrumentima. Svi dokumenti treba da su lako identifikovani za različite faze korišćenja (klasifikacija, boja, slike, skice, crteži) da bi se sprečile bilo koje moguće greške.

Auditor će proveriti efektivnost detekcije greške simulirajući jednu ili više neusaglašenosti. Referentni uzorci koji se koriste za proveru operativnog stanja instrumenta i testova opreme, moraju uvek da budu dostupni i na raspolaganju. Referentni uzorci će biti korišćeni u skladu sa frekvencijom datom u planu kontrole. Kontrola pronalaženja greške sa 100% tačnošću, podrazumeva detekciju i odbacivanje delova automatskim putem, a kada se uređaj pokvari ili je van okvira kalibracije, delovi će se tretirati kao neusaglašeni.

- **Prepravke**

Pisane instrukcije treba da su dostavljene za prepravke ili popravke neusaglašenih proizvoda. Instrukcije treba da definišu metodu prepravke, opremu, materijal koji se koristi, način identifikacije i kontrolu prepravljenih proizvoda.

Prepravljeni/popravljeni proizvodi će, ako je primenljivo, biti jasno identifikovani i praćeni.

Prepravljeni/popravljeni proizvodi će se vratiti u glavni tok proizvodnje, na mesto gde je otkrivena neusaglašenost proizvoda proizvoda, ili će biti ponovo provereni istim testovima ili opremom za testiranje kojom je otkrivena neusaglašenost.

- **Upravljanje neusaglašenim proizvodima**

Neusaglašeni proizvodi biće adekvatno identifikovani preko oznaka/dokumenata i pravilno odvojeni ili smešteni u odgovarajući kontejner. Definisana su pravila za upravljanje neusaglašenim proizvodima i relevantne odgovornosti:

- identifikacija;
- razvrstavanje;
- popravka/prepravka;
- ponovna provera;
- škart ili otpad;
- odstupanja.

Kada je otkriven neusaglašen proizvod, biće primenjena određena procedura za upravljanje (razvrstavanje i intervencije na proizvodu, analiza uzroka, korekcije na procesu, kontrola efektivnosti korektivnih aktivnosti na proizvodu).

4.3.7. Logistika

Najbitnije karakteristike u grupi za logistiku svakako su obezbeđenje sledljivosti proizvoda, pravilna identifikacija, primena FIFO sistema, pravilno rukovanje materijalima i gotovim proizvodima, te odgovarajući tok magacinskih procesa.

- **Sledljivost**

Sledljivost mora da se garantuje za bezbednosne komponente i/ili za komponente koje podležu posebnim propisima. Kada komponente imaju svojstva koja su okarakterisana kao izuzetno važna za bezbednost ili su predmet homologacije, treba da postoji mogućnost praćenja rezultata ispitivanja i testiranja u skladu sa onim što je dogovoreno sa klijentom i u skladu sa onim sto zahtevaju različiti nacionalni/međunarodni propisi.

Treba da postoji veza sledljivosti između etikete na proizvodu i proizvoda, lot-a (delovi sa istim karakteristikama), liste pakovanja, količine, varijante proizvoda, delova komponenti i procesne kontrole koja se koristi kako u unutrašnjim, tako i u spoljašnjim procesima. Sledljivost lota za repromaterijal i/ili komponente poddobavljača obezbediće se kada je to zahtevano u ugovoru. Treba da postoji jasna identifikacija serija (lotova) proizvoda definisana kroz inspekciju/proveru od strane odeljenja za kvalitet.

Materijali koji su smesteni u magacinu, treba da se brzo identifikuju pomoću kodova dokumentacije i broja lota. Treba da postoji adekvatna procedura za upravljanje bilo kojom promenom u vezi sa proizvodom, procesom i/ili zadatim odstupanjem. Ova aktivnost treba da je prikazana kroz ispravno upravljanje promenama na proizvodu ili nekoj njegovoj komponenti.

- **Identifikacija**

Oznaka identifikacije / etiketa mora biti vidljiva za sve materijale u magacinu.

Svi poluproizvodi i/ili gotovi proizvodi biće pravilno označeni (broj dela, kôd uzorka, količina) i progres treba da bude jasno prikazan u pogledu različitih faza proizvodnog ciklusa (kompletiranje operacija).

Klijent može da zahteva čak i vizualizaciju statusa kontrole proizvoda (boja oznake kodova) kao na primer za:

- proizvod na čekanju za ispitivanje;
- proizvod ispitan i prihvacen;
- proizvod na čekanju, za odluku;
- neusaglašen proizvod;
- uništen materijal (otpad) (razdvajanje/identifikacija kako bi se izbeglo bilo kakvo ponovno uvođenje ovih delova u proces proizvodnje).

Deo proizvodnje za škart, gde su uskladišteni neusaglašeni proizvodi i gde čekaju na svoju konačnu destinaciju, mora se identifikovati i biti zabranjen za upotrebu osoblju koje nije za to ovlašćeno.

Uslovi identifikacije će biti u skladu sa rizikom i tipom procesa. Identifikacija se može odnositi na svaki zaseban deo, kontejner ili paletu i treba da omogući vraćanje unazad, kao što je to i potrebno, informacija koje se tiču inspekcija, mernih instrumenata/opreme za testiranje, operatera, datuma, smene.

Identifikacija treba da je jasna, čak i u parcijalnom korišćenju lota. Konzistentnost između identifikacije i sledljivosti garantovaće se zasebno za proizvode sa važnim bezbednosnim karakteristikama.

Svaka kutija, kontejner ili pakovanje biće identifikovani. Periodične kontrole sprovode se kako bi se utvrdilo da li identifikacija odgovara vrsti i količini proizvoda koje označava. Neusaglašeni proizvodi biće izdvojeni i uskladišteni u za to namenjenom prostoru.

Identifikacija na proizvodu (etiketa) biće u skladu sa klijentovom specifikacijom i treba da je zapisana, u slučaju montaže, na svim delovima koji se koriste za sklapanje. Ovo se ne odnosi samo za proizvode za prvu ugradnju, već i za proizvode namenjene servisnim radionicama kao rezervni delovi. Auditor će utvrditi da li su sva pakovanja pravilno identifikovana.

- **First In First Out**

Treba da postoji sistem koji garantuje *First In First Out* (FIFO) tok materijala kroz proces. Komponente proizvoda treba da se šalju na sledeću proizvodnu operaciju po organizovanom FIFO sistemu. Ako postoji elektronski sistem za upravljanje informacijama i dođe do nestanka struje, mora se omogućiti i manuelno upravljanje FIFO sistemom.

- **Odgovarajuće rukovanje i pakovanje**

Oblasti za pakovanje proizvoda na svakoj radnoj stanici je srazmerne potrebama. Pakovanje treba da je isplanirano tako da se osigura, čak i u slučaju prepakivanja, celovitost svake zasebne komponente sve dok se ona koristi u proizvodnom ciklusu.

Pakovanje će biti identifikovano u skladu sa standardima dogovorenim sa klijentom (specifikacije – tehnički podaci i instrukcije pakovanja). Instrukcije za rukovanje se definišu za slučajeve oštećene ambalaže. Tokom istovara, transporta i operacija skladištenja, uslovi okruženja treba da su takvi da zaštite celovitost proizvoda i njegove ambalaže. Rukovanje, transport i transportna sredstva treba da su efikasni i da rade u bezbednosnim uslovima.

Skladištenje se vršiti na palete ili police koje su u pogodnim uslovima za: čišćenje, održavanje, bezbednost, te da u skladu sa optimalnim zalihama osigura bezbednost i celovitost proizvoda.

Oblasti za skladištenje/lagerovanje je dovoljne veličine da se uskladišti materijal, lociran logičnim redosledom sa poštovanjem toka materijala, adekvatan za skladištenje i zaštitu proizvoda, sa lakim pristupom i bezbednim rukovanjem. Dobavljač neće koristiti kontejnere/ambalažu klijenata za internu upotrebu.

❖ **Odgovarajući tok procesa**

Tehnička dokumentacija koja se koristi na radnim mestima je lako dostupna, bez ometanja radnih aktivnosti. Tok materijala je organizovan tako da se izbegne nedostatak materijala ili mešanje sličnih materijala. Najbolje rešenje za ove zahteve je uvođenje kanban sistema [19], [18].

Oprema za proizvodnju delova i radni nalozi koji nisu trenutno u proizvodnji biće pravilno identifikovani i izolovani, da bi se sprečila pometnja u upravljanju tekućom proizvodnjom.

Treba pregledati aktuelne oblasti procesa proizvodnje preko dijagrama toka, opšti izgled i plan procesne kontrole uzimajući u obzir sve procese od prijema repromaterijala do otpreme proizvoda. Radno mesto treba da je adekvatno uređeno, da raspolaže potrebnim prostorom i osvetljenjem.

Lokacije treba da su označene i, gde je neophodno, osigurane za skladištenje mernih instrumenata, otpada, prepravljenih delova. Na radnim mestima treba da se nalaze i da budu dostupna sva potrebna uputstva kao što su: planovi procesne kontrole, instrukcije za rad, uputstva za podešavanja procesa.

4.3.8. Kontinuirano poboljšanje

❖ **Naučene lekcije**

Treba osigurati da su problemi na tekućem proizvodu praćeni i analizirani i da su su uvedene korektivne aktivnosti koje su važne za poboljšanje proizvoda.

❖ **Unapređivanje aktivnosti dobavljača Tier 2**

Proveriti da li postoji plan unapređivanja za kategorije dobavljača Tier 2, da bi se poboljšao kvalitet njihovih proizvoda/procesa.

❖ **Garancija**

- Da li je razvijen sistem analize / prevencije koji omogućava da se spreči bilo kakva reklamacija?
- Da li se analiziraju podaci koji su u vezi sa detektovanim problemima?
- Da li su uzorci koji su vraceni analizirani?
- Da li su korektivne aktivnosti povezane sa analizama koje su uvedene?
- Da li postoji sistem za prikupljanje podataka?
- Da li su kvalifikovani dobavljači uključeni u pomenute aktivnosti pravljenja kopije procesa i FMEA kritika?
- Da li su reziltati ovih aktivnosti prenete na novi proizvod u razvoju?

❖ **Periodične provere sistema**

Učestalost periodične provere sistema isporuke, montaže ili komponente je planirana u dogovoru sa klijentom. Ako ne postoji specijalan zahtev klijenta, dobavljač sam organizuje plan sa učestalošću provere ne manjom od jednom u dve godine. Proces provere treba da sadrži sve neophodne testove za autokvalifikaciju sistema, montaže ili komponente, da bi se dobio

Certificate of Quality and Conformity (CCQ). To su testovi koji se nalaze u planu testa za autokvalifikaciju.

Proces provere treba da sadrži sve neophodne testove za autokvalifikaciju sistema, montaže ili komponente, da bi se dobio *Certificate of Quality and Conformity* (C.C.Q). To su testovi koji se nalaze u planu testa za autokvalifikaciju.

- **Sertifikati za kvalitet i ekološki sertifikati (zaštita životne sredine)**

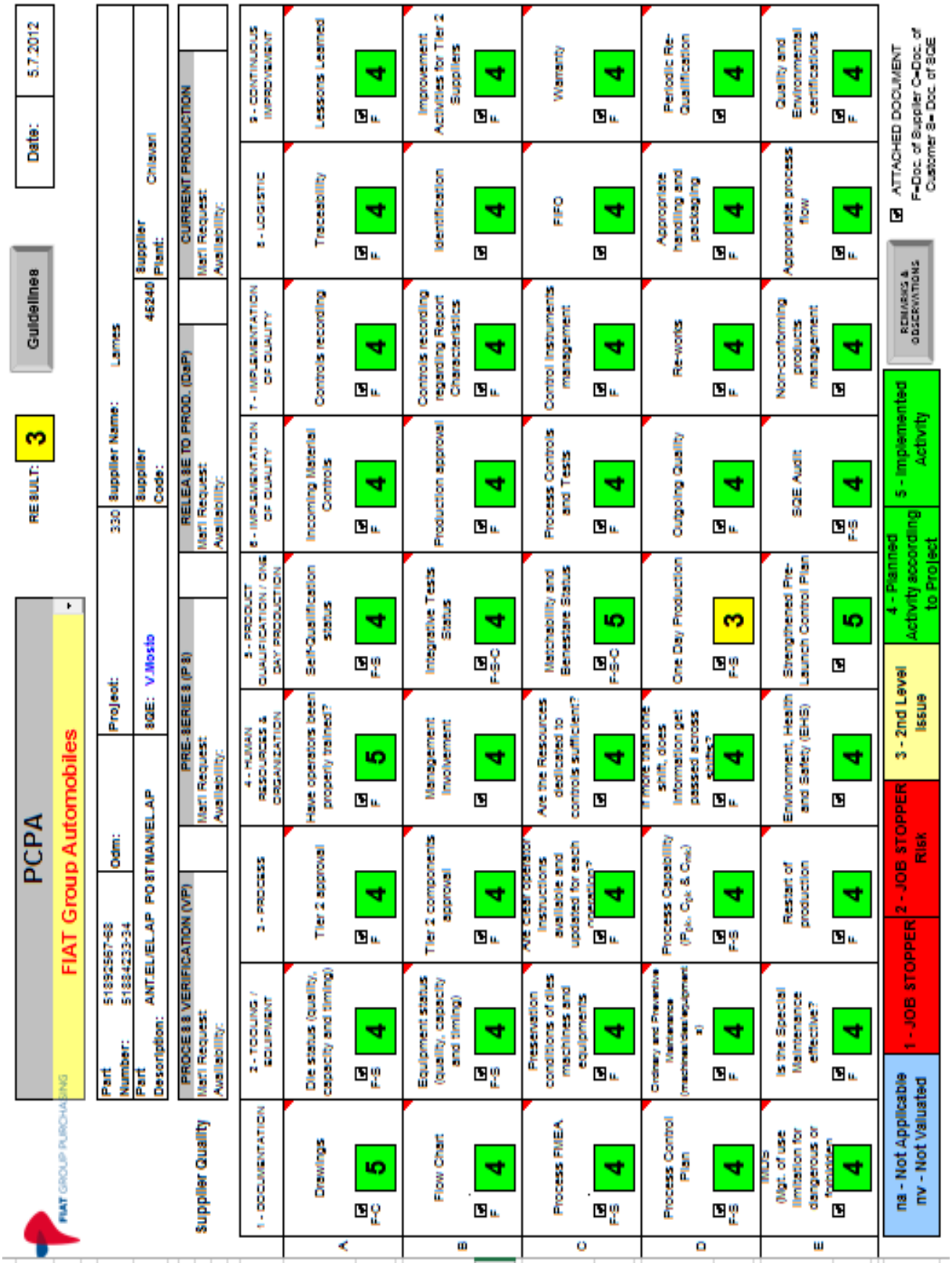
Auditor će zahtevati od dobavljača kopiju sertifikata za sistem kvaliteta i sertifikat za upravljanje životnom sredinom (ISO/TS 16949, ISO 14000 ili slično).

Nakon definisanja kriterijuma, koji su brojni u prikazanom slučaju za Fiat, pristupa se oceni svakog od njih ponaosob. Ocene se daju u intervalu od 1 do 5 po sledećoj skali:

(1) JOB STOPPER – najlošija ocena za kriterijum pri čemu je opasnost od njegovog neispunjavanja toliko velika da se isporuka dovodi u pitanje a samim tim i kontinuitet proizvodnje u fabrici automobila.
(2) JOB STOPPER RISK – takođe loša ocena, postoji rizik od prekidanja isporuke i ugrožavanja kontinuiteta proizvodnje.
(3) Second level issue – postoji problem, ali nije toliko rizičan sa aspekta kontinuiteta isporuke i proizvodnje.
(4) Planirane aktivnosti u skladu sa projektom.
(5) Implementiranje aktivnosti u skladu sa projektom.

Nakon ocenjivanja u formularu prikazanom na slici (**Slika 9**) generiše se konačna ocena procene dobavljača. Ovaj model ne koristi kompleksna izračunavanja konačne ocene već prost princip da se ocena najlošije ocenjenog kriterijuma ujedno proglašava i konačnom ocenom dobavljača.

To znači da ukoliko dobavljač makar po jednom kriterijumu ima određene slabosti, ukupna procena će mu takođe biti na tom, veoma lošem nivou, a drugi dobro ocenjeni kriterijumi neće moći nimalo da je poprave.



Slika 9: Fiat model za ocenu dobavljača.

Prednost ovog pristupa, a ujedno i njegov cilj jeste da se dobavljač stimuliše da ni u jednom segmentu nema propusta.

4.4. PSA model za procenu isporuka dobavljača

PSA PEUGEOT CITROEN, jedan od vodećih evropskih proizvođača automobila, kreirao je metod za procenu performansi dobavljača u oblasti logistike. U pitanju je merenje tačnosti isporuka po osnovu tri kriterijuma [20]:

- poštovanje narudžbenica i redosleda otpreme (JIS),
- poštovanje vremena isporuke i
- poštovanje isporučenih količina.

Isporuka koja je ispoštovala sva tri kriterijuma, tretira se kao ispravna isporuka. Svaka isporuka koja nije ispoštovala makar samo jedan od gorepomenutih kriterijuma smatra se pogrešnom. Odnos ispravnih i ukupno izvršenih jedinica isporuka naziva se *„service rate“* ili rejting isporuka dobavljača i može se izračunati po sledećoj formuli (1):

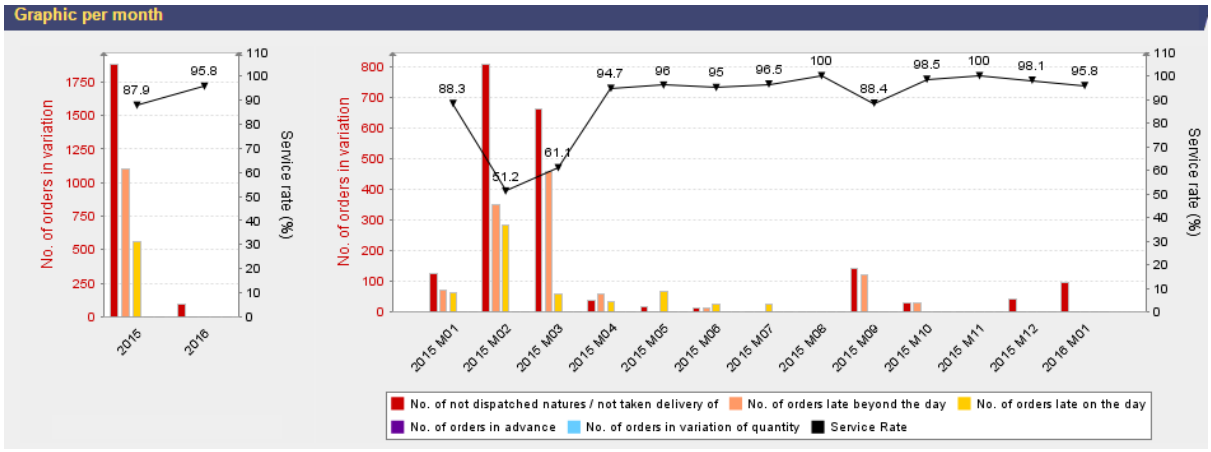
$$Service\ rate\ (\%) = \frac{\sum ispravnih\ jedinica\ isporuka}{\sum jedinica\ isporuka} \cdot 100 \qquad (1)$$

U praksi, jedinica isporuke predstavlja jednu paletu robe koja se isporučuje klijentu. Ovaj rejting isporuka dobavljača nalazi se na B2B portalu. Podaci o isporukama pohranjuju se u bazu podataka automatski preko AVIEXP poruke koja se šalje u trenutku generisanja otpremnice.

Sistem raspoznaje sledeće vrste grešaka koje isporuku klasifikuju kao pogrešnu:

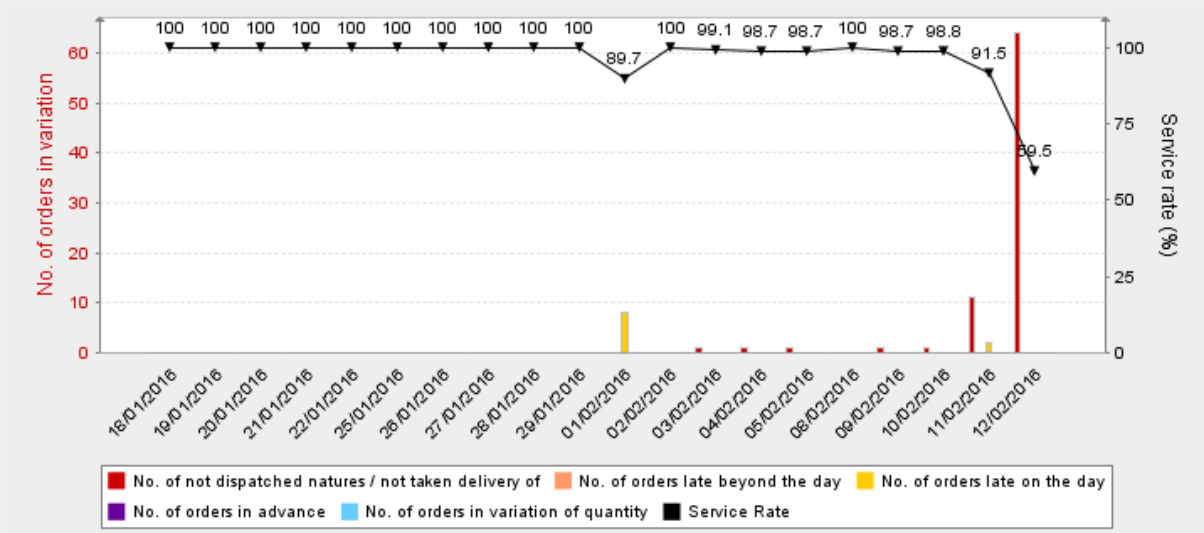
- Roba nije isporučena.
- Isporuka kasni, ali je izvršena u toku istog dana.
- Isporuka kasni, izvršena narednog dana.
- Preuranjena isporuka (isporučeno unapred).
- Isporučena pogrešna količina robe.

Primer merenja rejtinga isporuke dobavljača prikazuje **Slika 10**



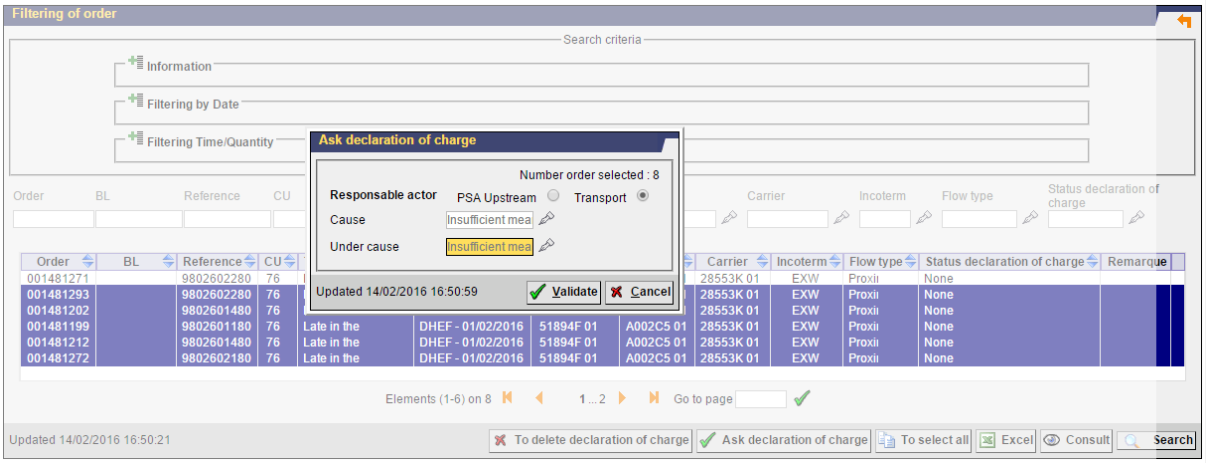
Slika 10: PSA rejting isporuka dobavljača.

Ukoliko pogrešna isporuka nije rezultat greške dobavljača, dobavljač preko B2B portala može da zahteva korekciju i njeno tretiranje kao ispravne isporuke. Pri tome mora da navede razlog, odnosno argument na osnovu kojeg klijent treba da prihvati njegov zahtev za korekciju.



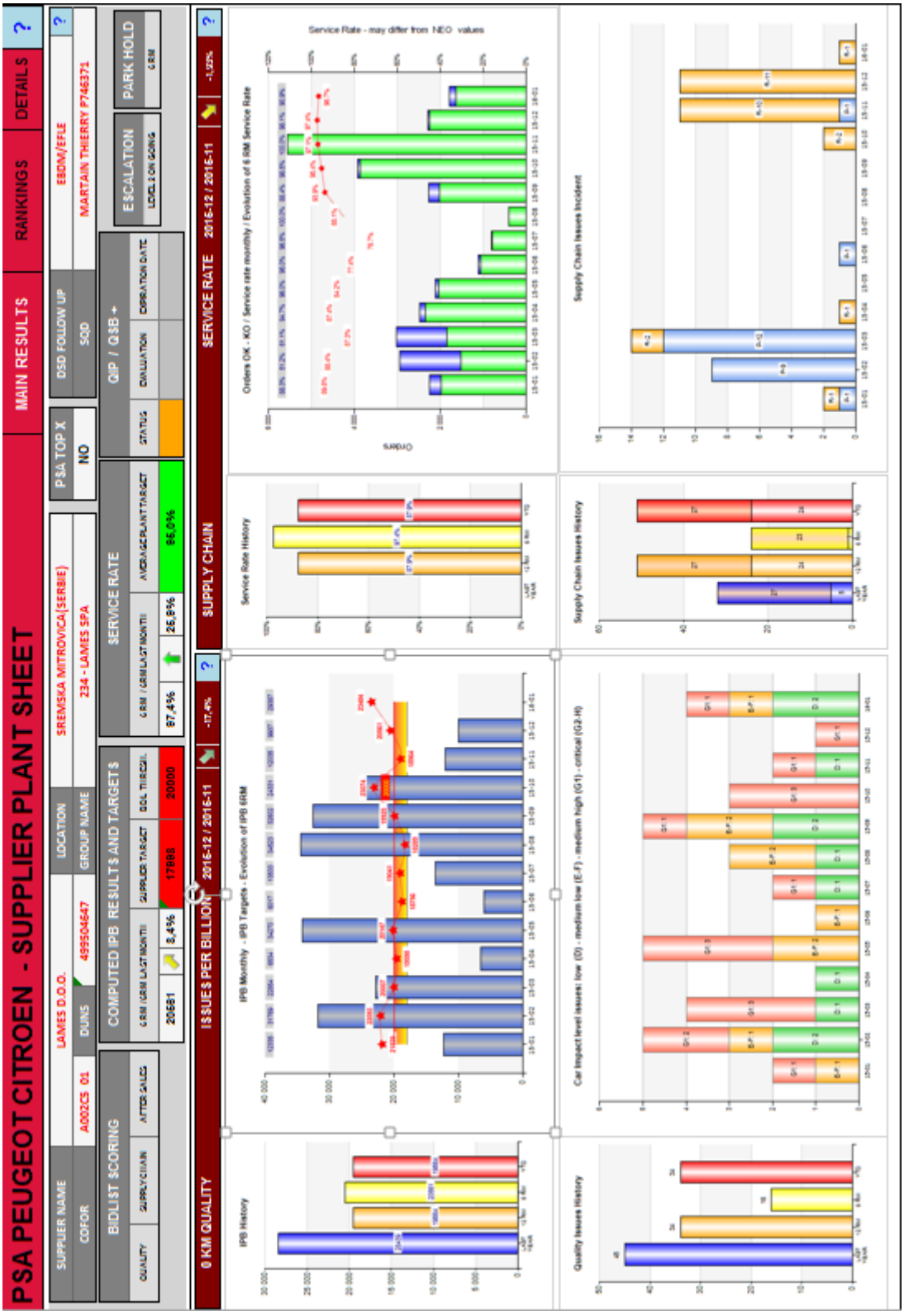
Slika 11: Prikaz pogrešnih isporuka za jednu PSA fabriku.

Prikaz pogrešnih isporuka po danima za jednu PSA fabriku prikazan je (**Slika 11**), a postupak korekcije konkretno za datum 01.02.2016. prikazan je na sledećoj slici (**Slika 12**).



Slika 12: Prikaz postupka zahtevanja korekcija pogrešno prikazanih isporuka.

PSA je postavio ciljni nivo ispravnih isporuka na 95%. Ovaj parametar, zajedno sa parametrima za broj reklamacija dobavljaču, prati se uvek unazad 6 meseci. Primer takvog izveštaja prikazuje **Slika 13.**



Slika 13: PSA prikaz performansi dobavljača u poslednjih 6 meseci.

Na slici se vidi da je „service rate“ označen zelenom bojom jer iznosi 97,4% i nalazi se iznad ciljne vrednosti od 95%. Što se tiče parametra kvaliteta – IPB (broj incidenata, odnosno reklamacija prema bilionu), on se nalazi u crvenoj boji jer iznosi 20561, a ciljni nivo je postavljen na 17998.

5. METODE ZA PROCENU DOBAVLJAČA

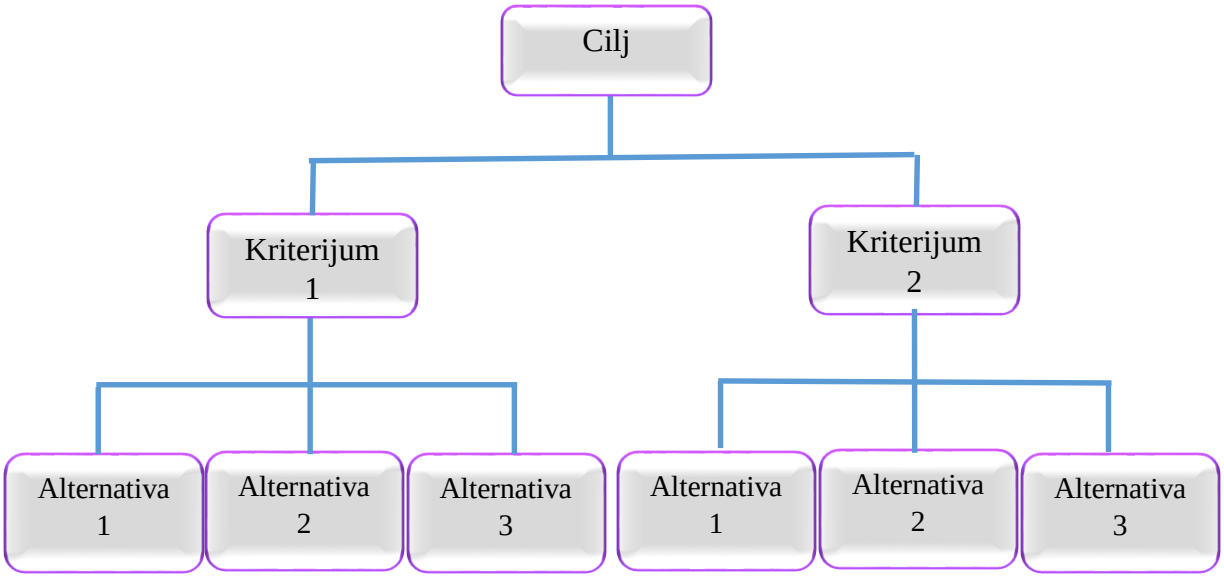
Ovo poglavlje prikazane su različite metode za procenu dobavljača koje su zasnovane na matematičkim, statističkim i modelima veštačke inteligencije. Cilj svake od prikazanih metoda je da se dobavljači procene i da se izvrši izbor najboljih. Prikazane su heurističke a isto tako i metaheurističke metode. Takođe, biće razmatrana individualna, kao i hibridna rešenja sistema za podršku procene i odabira najboljih dobavljača.

5.1. Analitički hijerarhijski proces

Analytic Hierarchy Process (AHP), analitički hijerarhisjki proces je višekriterijumska metoda za podršku odlučivanju sa konfliktnim kriterijumima i alternativama. Razvio ga je Thomas Saaty 1980. godine [21]. Ova metoda jedna je od najpoznatijih i poslednjih godina najviše primenjivana metoda za odlučivanje, odnosno kada se izbor neke od raspoloživih alternativa ili njihovo rangiranje, bazira na više atributa koji imaju različitu važnost i koji se izražavaju pomoću različitih skala. AHP metoda omogućava fleksibilnost procesa odlučivanja i pomaže donosiocima odluka da postave prioritete i donesu kvalitetnu odluku uzimajući u obzir i kvalitativne i kvantitativne aspekte odluke [22].

Široki spektar primene AHP metode sam po sebi je dokaz da je AHP metoda danas jedna od najpopularnijih i najčešće korišćenih metoda za višekriterijumsko odlučivanje u rešavanju realnih problema. Primenjuje se u odlučivanju, evaluaciji, alokaciji resursa, planiranju i razvoju, ali i u područjima kao što su industrija, inženjerstvo, politika, obrazovanje, kao i u mnogim drugim oblastima [23].

AHP omogućava donosiocu odluke da strukturira kompleksne probleme u hijerarhijskoj formi, odnosno da postavi integrisane hijerarhijske nivoe.



Slika 14: Primer AHP hijerarhije.

Uopšteno govoreći, hijerarhija ima najmanje tri nivoa: cilj, kriterijume i alternative kao što je prikazano (***Slika 14***). U složenijim slučajevima, pored kriterijuma, postoje i potkriterijumi. Kada se ova metoda primenjuje za odabir dobavljača, cilj je da se izabere najbolji dobavljač. To podrazumeva i postojanje više kriterijuma, kako kvantitativnih, tako i kvalitativnih, i stvara mogućnost da se oni integrišu u jedan sveobuhvatni konačni rezultat. Alternative u ovom slučaju predstavljaju različite dobavljače.

5.1.1. Metodologija

AHP nudi metodologiju koja omogućava da se poređaju alternativni putevi akcija zasnovani na proceni odluka uzimajući u obzir važnost kriterijuma i meru do koje su oni zadovoljeni od strane ponuđenih alternativa. Zbog tog razloga, AHP se idealno uklapa u problematiku procene i odabira dobavljača.

AHP metoda ima veliku važnost u strukturiranju problema i procesu donošenja odluka. Primenom ove metode moguće je interaktivno kreiranje hijerarhije problema koja služi kao priprema scenarija odlučivanja. Nakon toga vrši se upoređivanje po parovima elemenata hijerarhije (ciljeva, kriterijuma i alternativa) od gore na dole ili od dole na gore. Ove procene se ostvaruju kao komparacije od po dva elementa na datom hijerarhijskom nivou uzimajući u obzir njihov uticaj na viši hijerarhijski nivo. Poređenje elemenata u paru pokazuje relativni značaj jednog elementa u odnosu na drugi u smislu nivoa zadovoljenja cilja ili kriterijuma. Na kraju se vrši sinteza svih upoređivanja i određuju se težinski koeficijenti svih elemenata hijerarhije. Ukupan zbir težinskih koeficijenata elemenata na svakom nivou hijerarhije jednak je broju 1 i omogućava onome ko odlučuje da rangira sve elemente hijerarhije po važnosti.

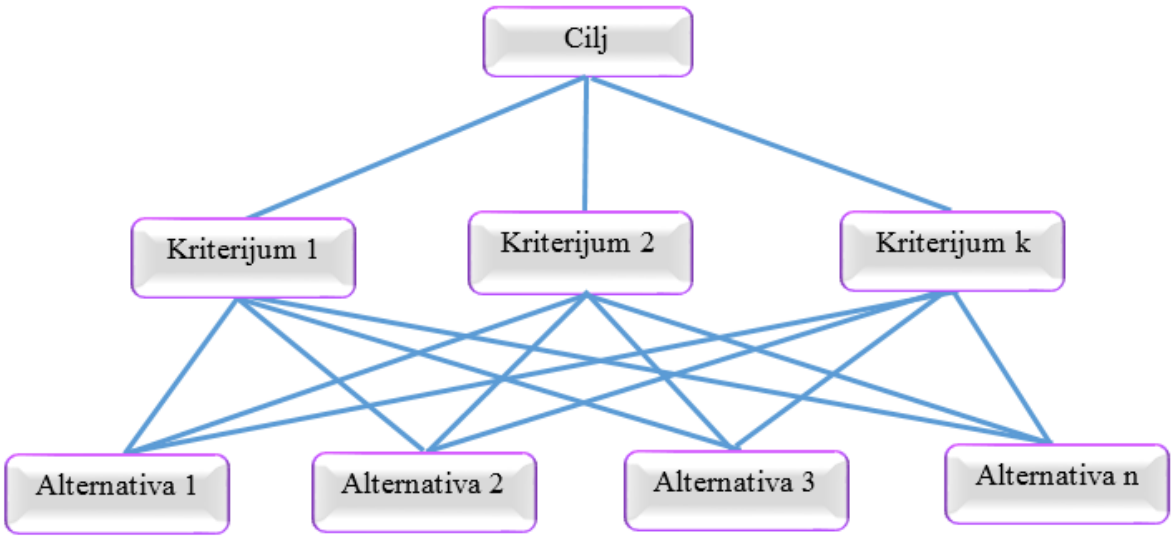
AHP omogućava i interaktivnu analizu osetljivosti. Preko analize osetljivosti može se uvideti kako promene ulaznih podataka utiču na izlazne rezultate. U analizi osetljivosti mogu se simulirati različite važnosti kriterijuma ili podkriterijuma i posmatrati kako se to manifestuje na promene u rangu alternativa. Analiza se može izvesti iz cilja ili bilo kojeg drugog elementa u hijerarhiji kako bi se utvrdilo da li je rang-lista alternativa dovoljno stabilna u odnosu na prihvatljive promene ulaznih podataka. Ukoliko se promenom ulaznih podataka za 5% u svim mogućim kombinacijama ne promeni rang alternativa, smatra se da je postignuta stabilnost rezultata [24].

Postoje mnoge skale koje se mogu koristiti za kvantifikovanje procene. Skala koja je data u tabeli koristi se za standardnu upotrebu prilikom izvođenja AHP analiza. Osoba koja odlučuje može izraziti svoje mišljenje o svakom paru elemenata verbalno kao: jednake važnosti, neznatno veća važnost jednog u odnosu na drugi, veća važnost, značajno veća važnost i apsolutno veća važnost jednog elementa u odnosu na drugi. Ove opisne ocene prebacuju se u numeričke vrednosti: 1, 3, 5, 7 i 9. Brojevi koji se nalaze između njih: 2, 4, 6 i 8 koriste se da bi se preciznije izrazile granične vrednosti u slučaju da se osoba dvoumi između dva nivoa. Na primer, ako kupac veruje da je kvalitet umereno značajniji od isporuke, onda je njegova procena predstavljena brojem 3. Poređenja su potrebna za sve kriterijume i potkriterijume, kao i za sve alternativne komparacije svakog kriterijuma. Uobičajeno je da ove informacije definiše kupac.

Tabela 8: Skale za merenje u **AHP** *[21]* .

Intenzitet važnosti	Definicija	Opis
9	Apsolutna važnost	Sve činjenice govore u prilog apsolutne važnosti jedne aktivnosti u odnosu na drugu.
7	Veoma jaka važnost	Jedna od aktivnosti ima veoma jaku važnost u odnosu na drugu. Znatna dominacija se dokazuje i u praksi.
5	Znatno važnije	Iskustvo i procena znatno favorizuju jednu aktivnost u odnosu na drugu.
3	Umereno važnije	Iskustvo i procena neznatno daju prednost jednoj aktivnosti u odnosu na drugu.
1	Jednaka važnost između dva elementa	Dve aktivnosti jednako doprinose cilju.
2, 4, 6 i 8	Međuvrednosti	Koristi se kada je potreban kompromis.

Komparacija svakog para za svaku komponentu problema predstavljena je matricom komparacije parova. Ako postoji n elemenata koji treba da budu upoređivani za datu matricu, onda ukupan broj od n(n-1)/2 procena je potrebno izvršiti. Ovo je zbog toga jer svaka alternativa u odnosu na samu sebe predstavlja se brojem 1, i te jedinice u matrici su postavljene u dijagonali, a vrednosti ispod dijagonale predstavljaju reciprocitete vrednostima iznad dijagonale, odnosno već donetim odlukama o međusobnim važnostima. Na primer, pretpostavimo da komparacija kvaliteta i isporuke ima vrednost 3, iz toga sledi da komparacija isporuke i kvaliteta ima vrednost 1/3.



Slika 15: Hijerarhijski model – AHP struktura [124].

AHP metoda spada u primenjive metode jer ima sposobnost identifikacije i analize nekonzistentnosti osobe koja donosi odluku u procesu upoređivanja elemenata hijerarhije. Nije tajna da je čovek veoma retko konzistentan pri procenjivanju vrednosti ili odnosa kvalitativnih elemenata u hijerarhiji, a uzroci nekonzistentnosti mogu biti različiti [25]:

- Pomanjkanje koncentracije usled umora ili nezainteresovanosti procenitelja.
- Administrativna greška – najčešći razlog nekonzistentnosti je unos pogrešne vrednosti pojedinog težinskog faktora; administrativne greške često prođu neprimećeno u mnogim računskim analizama.
- Nepostojanje konzistencije u stvarnom problemu koji treba modelovati, jer je stvarni svet često nekonzistentan (na primer, u sportu ne vredi tranzitivnost: ekipa A pobedi ekipu B, a ekipa B ekipu C, međutim, ekipa C pobedi ekipu A).
- Neadekvatna struktura modela – u idealnoj hijerarhijskoj strukturi faktori su na svakom nivou uporedivi u okvirima postojeće skale (1–9); previsoka nekonzistetnost može nastati jer su nužna ekstremna određivanja prioriteta u parovima (na primer, alternativa A je u odnosu na neki kriterijum 5 puta vrednija od alternative B, a alternativa B čak 9 puta vrednija od alternative C, što znači da je alternativa A 45 puta vrednija od alternative C, što je daleko iznad maksimalne vrednosti korišćene Saaty-eve skale).
- Nedostatak informacija – pomanjkanjem pravih informacija (zbog ličnog propusta ili namernog izbegavanja troškova za prikupljanje potrebnih podataka), moguća je zbog nedoslednosti u određivanju prioriteta prilikom poređenja parova.

Nekonzistentnost procene moguće je najjednostavnije objasniti pomoću sledećeg primera [26]: pretpostavimo da imamo tri kamena A, B i C za koje znamo da ukupno teže 22 kg, ali nam nisu poznate njihove pojedinačne težine. Mi znamo njihove odnose težina A:B = 2:1 (kamen A je dvostruko teži od kamena B) i A:C = 3:1 (kamen A je trostruko teži od kamena C). Iz ovoga proizilazi proporcionalni odnos težina 6:3:2 iz kojeg lako izračunamo da je težina kamenova redom 12, 6 i 4 kg.

Umesto kamenova možemo zamisliti da međusobno upoređujemo kriterijume pa izračunavamo težine kao meru njihove važnosti. Isto tako možemo upoređivati alternative po prioritetima kako bi odredili prioritet svake od njih. Problemi nastaju zbog toga što naše procene obično nisu konzistentne. U primeru sa kamenjem, na osnovu poznatih odnosa težina proizilazi da je odnos težina drugog i trećeg kamena B:C = 3:2. U tom slučaju kaže se da su odnosi A:B, A:C i B:C konzistentni. Međutim, kada bismo tražili od nekoga da uzme to kamenje u ruku i da proceni odnose njihovih težina, malo je verovatno da bi te procene bile konzistentne. U tom slučaju kod računanja težina kamenova ne bismo mogli primenjivati pravila proprocionalnog računa. Pretpostavimo, na primer, da smo dobili procenjenu vrednost odnosa B:C = 4:3. Taj odnos zajedno sa odnosom A:B = 2:1 daje proporciju 8:4:3. Ako bismo odnosu B:C = 4:3 pridružili procenjeni odnos A:C = 3:1, dobili bismo proporciju 9:4:3, dakle, razlikovala bi se od prethodne 8:4:3. Iz ovoga možemo da zaključimo da ukoliko se od donositelja odluke traže procene težina kriterijuma ili prioriteta alternativa u parovima, u relanoj problematici odlučivanja, te procene će najčešće biti nekonzistentne.

Svaka komparacija parova u matrici treba da prođe test konzistentnosti. Kako bi izmerio nivo konzistentnosti, Satty je predložio indeks konzistentnosti (CI) koji predstavlja seledeća jednačina [27]:

$$CI = \frac{(\lambda \max - n)}{(n-1)} \quad (2)$$

Za svaki *n x n* komparaciju parova u nekoj matrici A, može se kalkulisati vrednost λ_{max} i vrednost vektora w (w_1, w_2, ... w_n), koristeći vektorsku teoriju koja je prikazana sledećom jednačinom:

$$(A-\lambda_{max} \bullet I) \bullet w = 0 \quad (3)$$

Kako bi se primenio ovaj indeks, može se uporediti sa slučajno izabranim indeksima (RI), pogledati u tabeli, koristeći odnos konzistentnosti (CR) koji je predstavljen sledećom jednačinom (4):

$$CR = \frac{\mathrm{CI}}{\mathrm{RI}} \quad (4)$$

Vrednost CR koja je manja ili jednaka 0,1 smatra se značajno konzistentnom.

Tabela 9: Vrednosti prosečnog slučajnog indeksa (RI) za uobičajene veličine matrice *[21]*

Red	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R.I.	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Osnovna procedura za vršenje AHP analize sastoji se od sledećih koraka :

1. Strukturiranje problema za proces odlučivanja po hijerarhijskom principu kao što je prikazano (***Slika 14***) sa ciljem na vrhu, kriterijumima i potktriterijumima na nižim nivoima. Na dnu modela nalaze se alternative.

2. Postavljanje prioriteta među kriterijumima komparacijom po parovima (davanje određene težine svakom kriterijumu). Na svakom nivou hijerarhijske strukture u parovima se međusobno upoređuju elementi te strukture, pri čemu se preferencije donosioca odluke izražavaju uz pomoć Saaty-eve skale relativne važnosti koja ima 5 stepeni i 4 međustepena verbalno opisanih intenziteta i odgovarajuće numeričke vrednosti u rasponu od 1 do 9 (***Tabela 8***).

3. Komparacija alternativa po parovima za svaki od definisanih kriterijuma.

Koristeći ponovo skalu prikazanu u tabeli (**Tabela 8**), svaki rezultat govori kako alternativa „x“ zadovoljava kriterijum „y“. U svakom slučaju, rejting se zatim normalizuje i uprosečava.

4. Izračunavanje ukupnog relativnog rejtinga za svaku alternativu.

U krajnjem koraku, rejting svake alternative se kombinuje sa važnošću (težinom) svakog kriterijuma kako bi se dobio ukupan, krajnji rezultat za svaku alternativu. Ukupan rezultat se izračunava tako što se množi težina svakog kriterijuma sa težinom svake alternative vezanom za taj kriterijum, i dodavanje tako dobijenih vrednosti za sve kriterijume.

Odluka se donosi birajući alternativu koja ima najvišu vrednost.

Metodološki posmatrano, rešavanje složenih problema odlučivanja pomoću ove metode zasniva se na njihovoj dekompoziciji u hijerarhisku strukturu čiji elementi su cilj, kriterijumi, potktriterijumi i alternative. Cilj se nalazi na vrhu hijerarhije, dok su kriterijumi, potktriterijumi i alternative na nižim nivoima. Kompleksnost problema raste kada postoji veći broj kriterijuma i veći broj alternativa. Sposobnost ljudskog uma u međusobnom razlikovanju velikog broja alternativa i kriterijuma je ograničena, pa se u skladu sa tim, pri formiranju hijerarhije ne preporučuje više od 5+/-2 elementa na istom nivou. Raščlanjivanje složenih problema na jednostavnije, koji se grupišu po određenoj logici međusobne sličnosti, prirodan je način delovanja ljudskog uma. ***Slika 15*** prikazuje primer hijerarhije na dva nivoa koju čine cilj, kriterijumi i alternative.

Kako bi se bolje razumela AHP metoda, važno je navesti aksiome na kojima se ova metoda zasniva:

1) **Aksiom reciprociteta**: Ako je element A n puta značajniji od elementa B, tada je element B 1/n puta značajniji od elementa A.
2) **Aksiom homogenosti**. Upoređivanje ima smisla jedino ako su elementi uporedivi; na primer, ne može se upoređivati veličina muve i medveda.
3) **Aksiom zavisnosti.** Dozvoljava se upoređivanje među grupom elemenata jednog nivoa u odnosu na element višeg nivoa, tj. upoređivanja na nižem nivou zavise od elemenata višeg nivoa.
4) **Aksiom očekivanja.** Svaka promena u strukturi hijerarhije zahteva ponovljeno računanje prioriteta u novoj hijerarhiji.

5.1.2. Prednosti i nedostaci AHP analize

Na prednosti AHP procesa kao metode za podršku odlučivanju, ukazivali su mnogi autori: Saaty [21], [22], [28], [29], Schoemaker & Waid [30], Narasimhan [31], Harker & Vargas [32], Alphonce [33], Karlsson [34], Triantaphyllou [35] i Hamalainen [36]. U poređenju sa drugim metodama, AHP metoda je često pokazivala bolje rezultate što je od velike važnosti ukoliko se ima u vidu još uvek prisutna odbojnost prema sofisticiranim metodama odlučivanja od strane mnogih korisnika.

Osnovna prednost AHP metode je njena sposobnost da obradi kompleksnu problematiku kao što je procena dobavljača koja ne može da se izvrši koristeći rigidne matematičke modele. Kao prednost možemo navesti i jednostavnost ovog modela, lakoću upotrebe, fleksibilnost i intuitivnu dimenziju. AHP ima mogućnost da koristi kako kvantitativne, tako i kvalitativne kriterijume u okviru istog postupka odlučivanja [37]. Dalje, ova metoda obezbeđuje mehanizam za proveru konzistentnosti vrednosti za evaluaciju i alternativa. Postoji vema veliki broj pristupa AHP modelu, a to omogućava da se poveća korisnost prilikom donošenja odluka [38].

Na drugu stranu, ova metoda ima i neke nedostatke. AHP metoda razlaže problem na različite podsisteme i korisnik mora da izvrši komparaciju po parovima. Ovo ponekad predstavlja zadatak koji uzima mnogo vremena. Dalje, kada se doda novi kriterijum, ceo proces mora da se ponovi.

Drugo važno ograničenje ove metode je skala koja se koristi u proceni kriterijuma i alternativa. U nekim slučajevima, osoba koja donosi odluku može teško da napravi razliku između ovih

vrednosti na skali i sa sigurnošću kaže da li je jedna alternativa ili kriterijum 4 ili 5 puta važniji od drugog.

AHP metoda rešava samo probleme sa hijerarhijskom strukturom gde postoji element nižeg nivoa koji opet zavisi od elementa na višem nivou. Ako problem ne može da se prikaže hijerarhijski, ova metoda nije validna. Ovaj problem može da se reši sa Analitičkim mrežnim procesom koji je obrađen u nastavku.

5.1.3. Primena AHP za procenu i odabir dobavljača

Postoje mnogi naučno-istraživački radovi koji predlažu da se AHP koristi za problematiku odabira dobavljača. Autori kao što su Akarte [39], Muralidharan [37], Chan [40], Chan i Chan [41], Liu i Hai [42], Chan [43], Hou i Su [44] i Shin-Chan Ting [27] pisali su o ovoj temi i razvili novine u AHP pristupu kako bi poboljšali ovaj model.

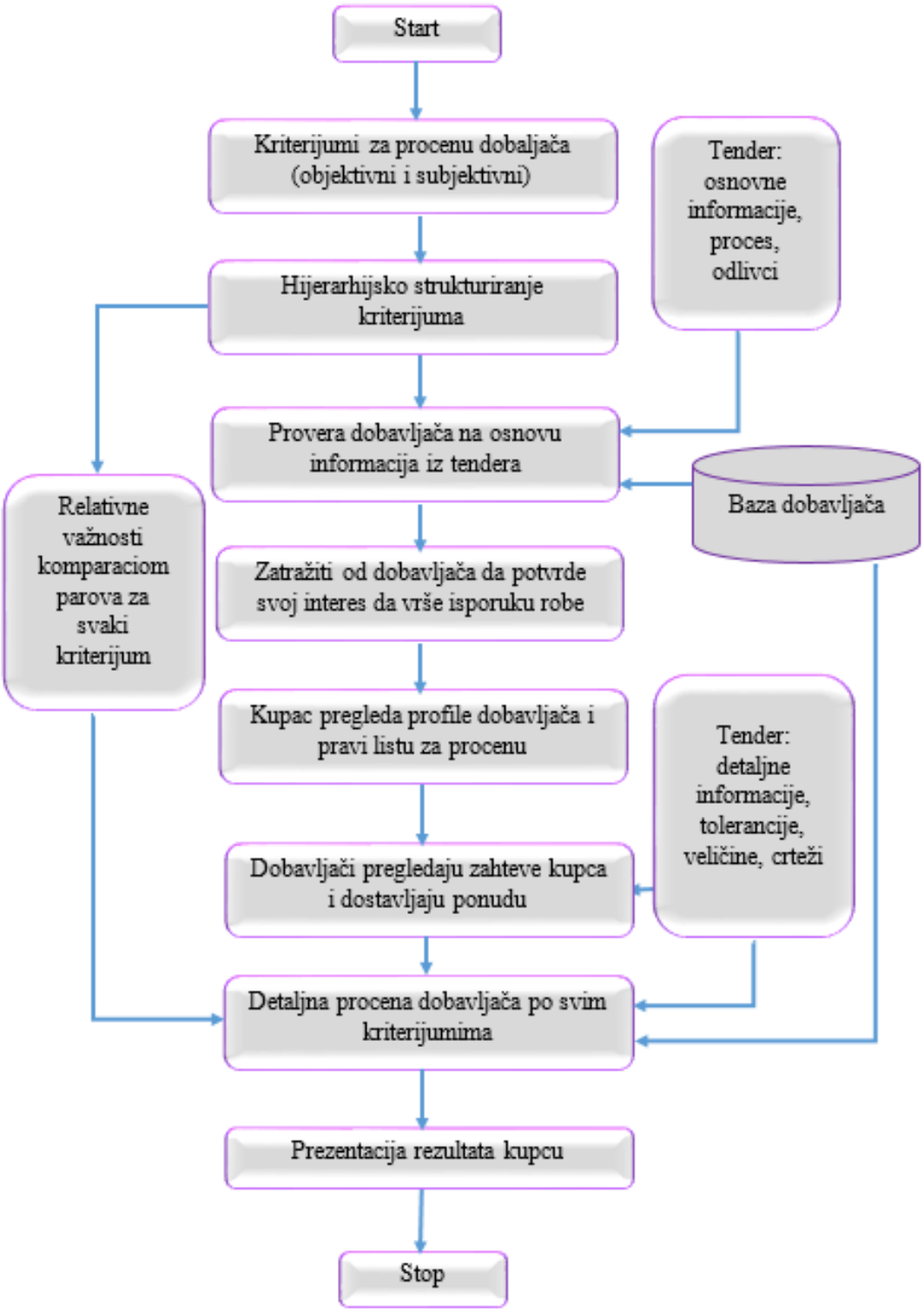
Akarte [39] razvio je AHP sistem kao web-aplikaciju u ciju procene dobavljača koji se bave odlivcima. U progam je uveo 18 kriterijuma, ali je program koji je razvio dozvoljavao i unos dodatnih kriterijuma. U ovom sistemu, dobavljači moraju da se registruju i da unesu svoje specifikacije vezane za odlivke. Kako bi procenili dobavljače, kupci su morali da odrede relativan značaj i važnosti kriterijuma koji su zasnovani na pomenutim specifikacijama za odlivke. Nakon toga treba da odrede nivo važnosti za svaki kriterijum koristeći njihovu komparaciju po parovima. Sveobuhvatni pristup za odabir dobavljača koristeći višekriterijumsko odlučivanje uz pomoć AHP metode je prikazana na slici (**Slika 16).**

Muralidharan [37] predlaže AHP model u pet koraka kako bi pomogao pri donošenju odluka vezanim za procenu i odabir dobavljača. Pri tome koristi devet kriterijuma za evaluaciju. Stručnjaci iz različitih odeljenja u kompaniji, kao što je nabavka, kvalitet, logistika, učestvuju u procesu odabira dobavljača. Pet koraka predloženi u ovom modelu su:

(1) Identifikovati osobe koje će učestvovati u donošenju odluke o izboru.
(2) Identifikovati najznačajnije faktore koji će se koristiti za donošenje odluke.
(3) Identifikovati alternative koje će biti procenjivane.
(4) Rangirati alternative.
(5) Obezbediti saglasnost za rangiranje.

Chan [40] razvija AHP modele interaktivne selekcije kako bi pospešio donošenje odluka za odabir najboljih dobavljača. Ovaj model u sebi sadrži metodu koja podrazumeva lančane interakcije i primenjuje se za određivanje relativnog značaja kriterijuma koji se koriste u proceni bez učešća subjektivnog ljudskog mišljenja. AHP se primenjuje samo da generiše ukupan rezultat za odabir dobavljača zasnovan na rejtinzima relativnog značaja.

Shin-Chan Ting [27] predlaže jedan pristup koji integriše dva važna tipa odluka o nabavci kao izbor više najboljih dobavljača. Ovaj model može da se koristi da se odredi broj i identitet više dobavljača, kao i da se alociraju optimalne količine za naručivanje od svakog od odabranih dobavljača. Menjajući značaj definisanih ciljeva, predloženi model omogućuje rukovodiocima da bolje razaznaju korporativne strategije u domenu nabavke i da naprave kompromis između više kriterijuma kao što su troškovi, kvalitet i performanse isporuka.



Slika 16: Dijagram toka za procenu dobavljača preko web-aplikacije.

Model je primenjen na problematiku odabira dobavljača u tehnološki razvijenoj kompaniji na Tajvanu koja proizvodi matične ploče za računare. Rezultati su pokazali da su modeli efikasni i mogu se primeniti kao pomoć za bolje razumevanje prilikom donošenja odluka vezanih za kupovinu. U cilju odabira dobavljača i pronalaska optimalne alokacije količina za kupovinu od izabranih dobavljača, u ovom pristupu koristi se AHP metoda i višekriterijumsko linearno programiranje.

5.2. Analitički mrežni proces

Analytic network process (ANP), analitički mrežni proces, je uopšteni analitički hijerarhijski proces i koristiti se za rešavanje problema sofisticiranijih odluka nego što je to slučaj sa AHP [45]. Ovaj metod takođe je razvio Saaty i predstavio u svojoj knjizi *Analitički mrežni proces* koju je objavio 1996. godine.

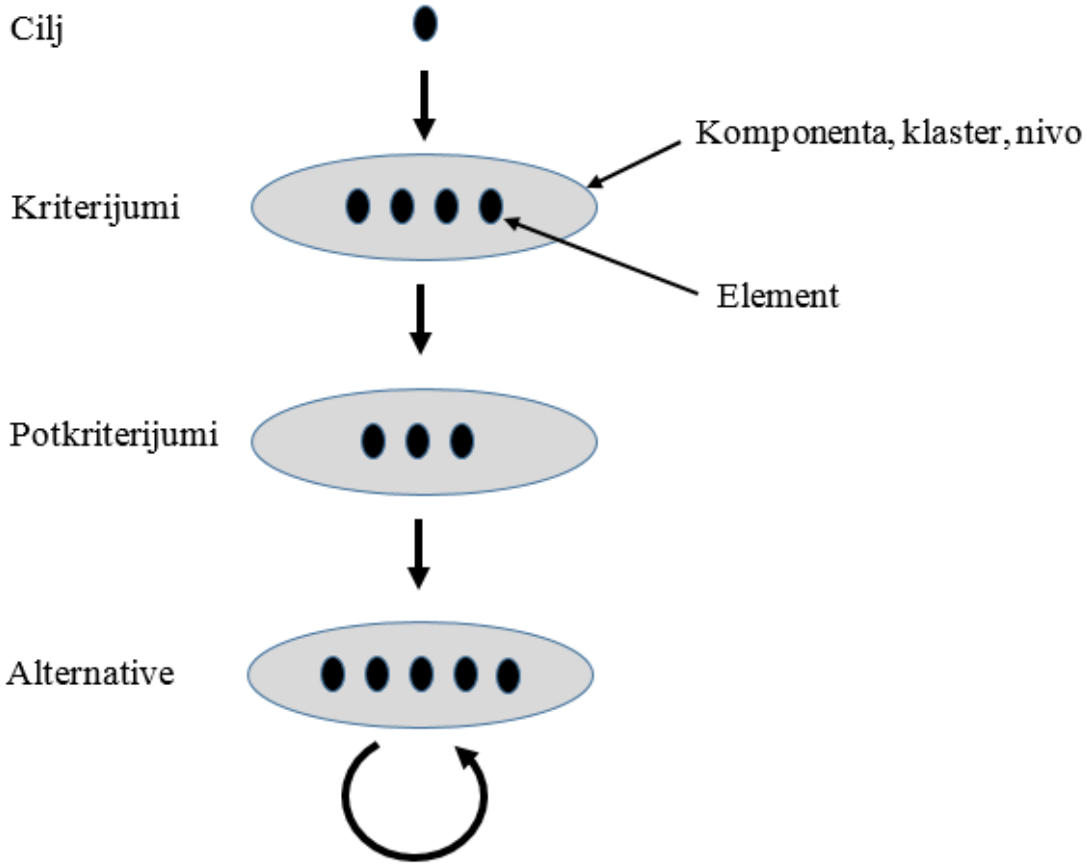
ANP je novija metoda za odlučivanje. Uključuje određenu nadogradnju u odnosu na AHP metodu. ANP metoda omogućuje modeliranje funkcionalne interakcije kriterijuma i alternativa u modelu, pa se time postiže veća stabilnost rezultata. Primena ANP metode ima relativno malo u poređenju sa primenama AHP metode i većina je napravljena u 2005. i 2006. godini.

5.2.1. Metodologija

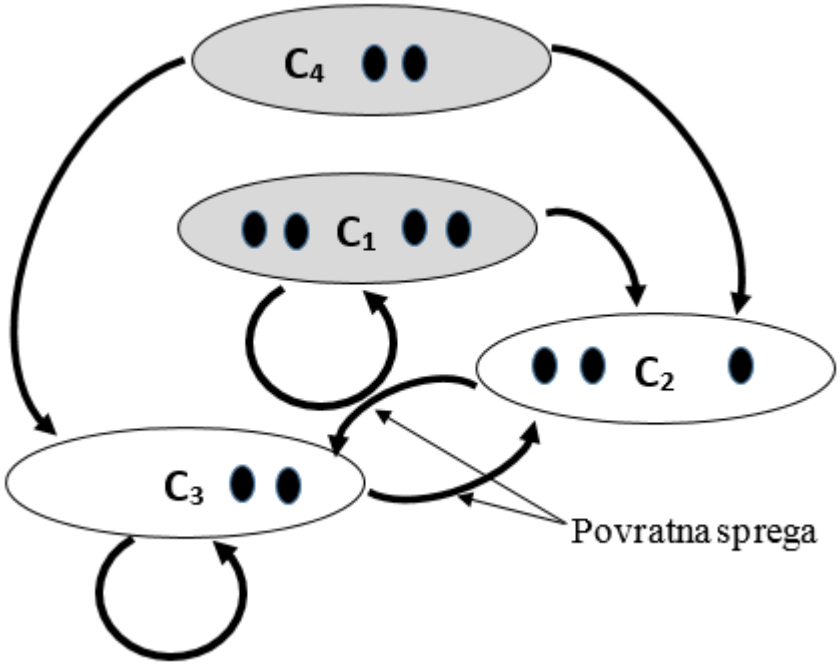
ANP metoda u sebi sadrži strukturu povratnih veza (engl. *feedback*) koja joj omogućuje mrežno definisanje problema. U tome se razlikuje od AHP metode jer ne predstavlja linearnu hijerarhiju već modelira uticaje između elemenata mreže. Mrežna zavisnost elemenata doprinosi boljem modeliranju realnih problema jer je većina problema iz realnog sveta nelinearna, a povratne veze omogućuju preciznije određivanje prioriteta elemenata i donošenje kvalitetnijeg rešenja problema.

U hijerarhiji, važnosti ili težine kriterijuma koriste se kako bi se vrednovale alternative i odredili njihovi prioriteti. Odluka se donosi na osnovu postojećeg znanja. Može se reći da je takav pristup tzv. idealistički pristup odlučivanju. U mreži, svaka komponenta može zavisiti od druge komponente. Postavlja se pitanje koja od dve alternative je dominantnija u odnosu na određeni kriterijum, ali i pitanje koji od dva kriterijuma je dominantniji u odnosu na određenu alternativu. Na primer, da li je određena osoba bolji nastavnik ili muzičar? Takav pristup je tzv. pragmatični pristup u donošenju odluka [46] .

Slika 17 i Slika 18 prikazuju razliku između hijerarhije i mreže. Hijerarhija je linearna struktura koja sadrži cilj na vrhu hijerarhije, kriterijume na prvom nivou, potkriterijume na drugom nivou, alternative na trećem nivou i petlju koja govori da svaki element zavisi sam od sebe. Mreža ima strukturu povratne sprege koja sadrži komponente i elemente unutar komponenata, preciznije, klastere i čvorove unutar klastera, te petlje i lukove kojima se komponente mreže povezuju. Osnovni element mreže je klaster, a klasteri se sastoje od čvorova koji se međusobno povezuju zavisno od njihove zavisnosti.



Slika 17: Linearna hijerarhija.



Slika 18: Mreža povratnih sprega u ANP.

Razlikujemo izvorne i odredišne čvorove. Zavisnosti se prikazuju vezom (strelicom) između dva čvora među kojima postoji uticaj. Strelica koja povezuje dva elementa označava uticaj jednog elementa na drugi. Izvorni čvor je onaj iz kojeg strelica izlazi i on utiče na odredišni čvor prema kojem je strelica usmerena, odnosno, odredišni čvor zavisi od izvornog čvora. Ukoliko čvorovi utiču međusobno jedan na drugi, takvu vezu nazivamo povratnom, odnosno ova dva elementa su u povratnoj sprezi. Mreža dopušta i modeliranje zavisnosti na način da jedan klaster utiče na drugi, a drugi utiče na prvi, ali ne direktno nego posredno preko trećeg, tzv. prelaznog klastera. Zavisnosti se modeliraju između čvorova, ali se zbog pojednostavljenja prikazuju zavisnosti između klastera. U kreiranju ANP modela potrebno je izbegavati tzv. izvorišne i odredišne komponente koje su isključivo ili izvorišne ili samo odredišne jer takva struktura nije prirodna i može dovesti do problema prilikom primene ANP algoritma u izračunavanju prioriteta elemenata. Ako se vrši upoređivanje sa AHP hijerarhijom, komponenta cilja je najbolji primer ishodišne komponente. Cilj utiče na komponente nižeg nivoa, ali nijedna komponenta ne utiče na njega.

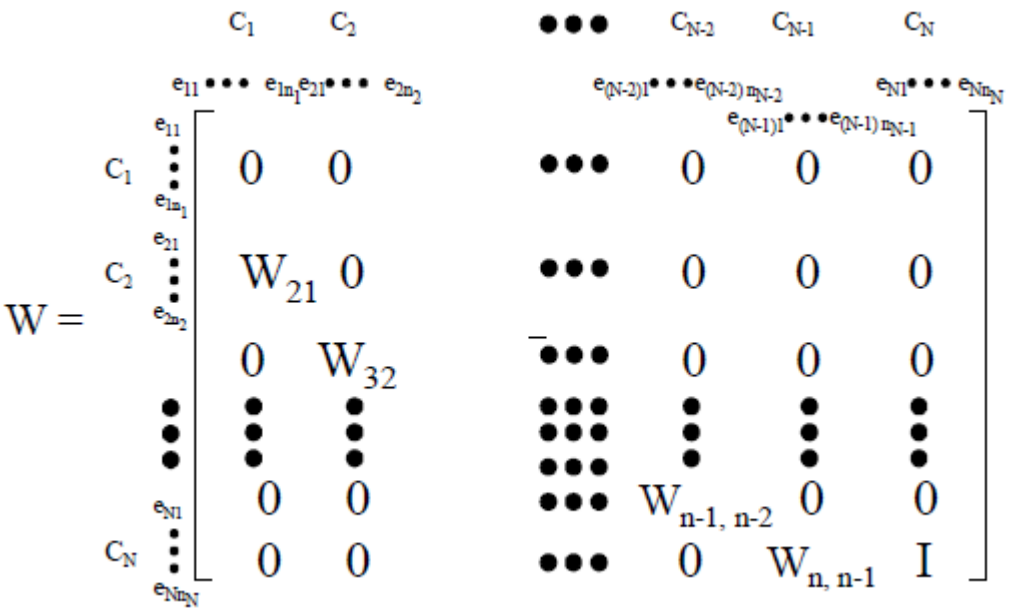
Postoje dve osnovne zavisnosti između komponenata mreže: unutrašnja i spoljna zavisnost (Slika 18). Ukoliko su čvorovi unutar samog klastera međusobno povezani (utiču jedan na drugi u odnosu na neko svojstvo) govorimo o unutrašnjoj zavisnosti unutar klastera i označavamo je kružnom petljom. Ukoliko su povezani čvorovi koji pripadaju različitim klasterima, govorimo o spoljnoj zavisnosti i označavamo je lukom između klastera. Nelinearna mreža je prikazana na slici (Slika 18). Ona sadrži klastere i čvorove, kao i unutrašnje i spoljne zavisnosti između elemenata [47] [28]. Mreža se posmatra i kao usmereni graf koji nije jednostavan jer sadrži petlje.

Sam postupak ANP analize počinje odlukom vezanom za kriterijume i potkriterijume koji konrolišu sve iteracije u sistemu koji se proučava, te kako oni utiču na elemente i klastere. Za svaki kontrolni krterijum izrađuje se matrica odnosa dva klastera koji se prikazuju sa 1 ili 0, u zavisnosti da li klaster na levoj strani utiče ili ne utiče na klaster prikazan na vrhu matrice. Na sličan način se izvršava proces za matrice odnosa dva kriterijuma. Ponovo sa 1 ili 0, u zavisnosti od toga da li kriterijum na levoj strani utiče ili ne utiče na kriterijum prikazan na vrhu matrice [48].

Prioriteti dobijeni iz komparacije po parovima u matrici su uneti u kolone supermatrice. Supermatrica predstavlja uticaj prioriteta nekog elementa leve strane matrice na element na vrhu matrice uzimajući u obzir specifični kontrolni kriterijum. Slika 19 prikazuje mrežnu supermatricu, a Slika 20 prikazuje detalj jedne njene komponente. [45]

Izvršavaju se sledeće komparacije parova kako bi se izveli vektori i formirala supermatrica:

- **Komparacija klasetera:** Izršava se komparacija parova klastera koji utiču na dati klaster uzimajući u obzir kontrolni kriterijum. Težine (važnosti) izvedene iz ovog procesa će se koristiti da se odredi važnost elemenata u odgovarajućoj koloni supermatrice i za odgovarajući kriterijum.
- **Komparacija elemenata:** Izvršava se komparacija parova elemenata u okviru jednog klastera. Upoređuju se uticaji elementa u klasteru na elemente u drugom klasteru sa kojima su u vezi. Mogu se i međusobno upoređivati uticaji elemenata unutar jednog klastera.
- **Komaracija alternativa:** Izvršava se komparacija alternativa i elemenata.

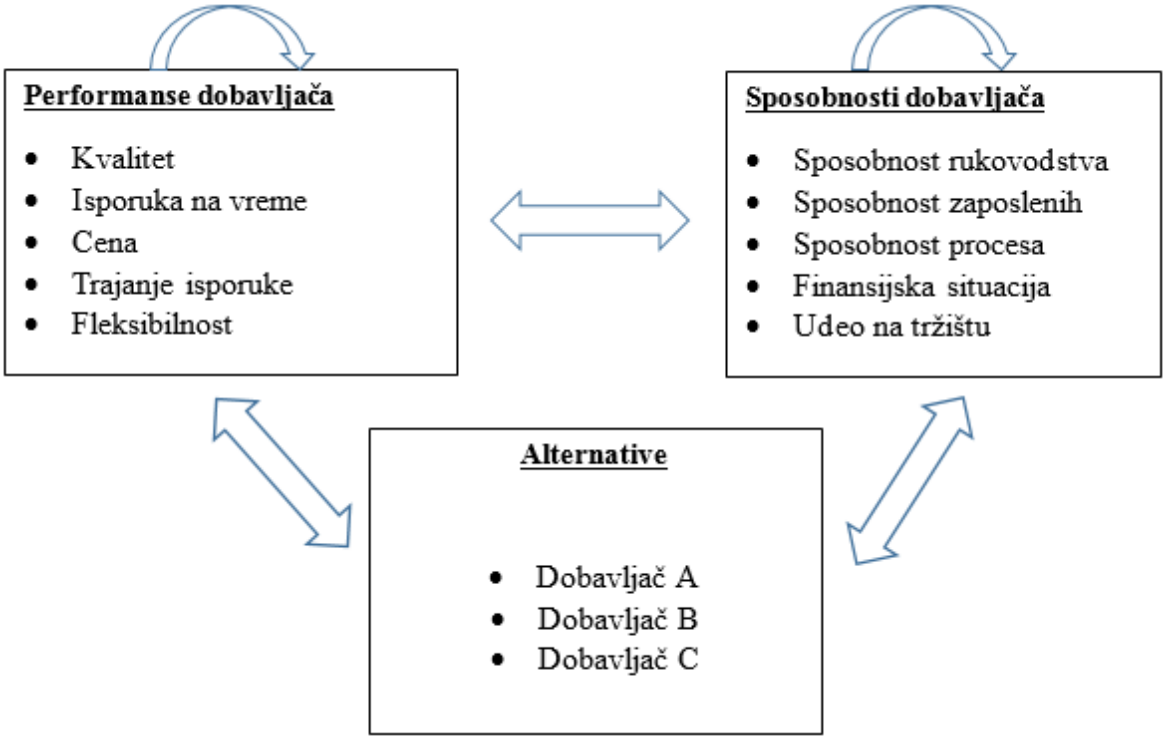


Slika 19: Mrežna supermatrica.

Prilikom odabira dobavljača, cilj ovog modela je da se odabere najbolji dobavljač. Na primer, ako imamo tri dobavljača i biramo atribute odlučivanja kako bismo procenili alternative. Relevanti faktori mogu da se definišu kao klaster o performansama dobavljača i klaster dobavljačevih mogućnosti. Zatim se tri dobavljča pozicioniraju u klaster alternativa. Dakle, imamo u ovom modelu tri klastera: performanse dobavljača, dobavljačeve mogućnosti i alternative. Ovo je prost mrežni model i on je prikazan na slici (Slika 21)

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} W_{i1}^{(j_1)} & W_{i1}^{(j_2)} & \bullet\bullet\bullet & W_{i1}^{(jn_j)} \\ W_{i2}^{(j_1)} & W_{i2}^{(j_2)} & \bullet\bullet\bullet & W_{i2}^{(jn_j)} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ W_{in_i}^{(j_1)} & W_{in_i}^{(j_2)} & \bullet\bullet\bullet & W_{in_i}^{(jn_j)} \end{bmatrix}$$

Slika 20: W_{ij} komponenta supermatrice.



Slika 21: Primer ANP modela za procenu dobavljača.

Komparacije po parovima se izvršavaju po istoj skali za upoređivanje kao što je to korišćeno i u AHP modelu. Ovim se određuje do koje mere jedan element dominira nad drugim vezano za određeni kriterijum. Dalje, svaka matrica upoređivanja parova mora da prođe test konzistentnosti, kao što je to objašnjeno za AHP metodu.

Rezultat ovog procesa je neponderisana supermatrica koja prikazuje komparaciju kriterijuma. U ovoj matrici kolone ne moraju da budu nasumično prikazane. Zatim se množe blokovi neponderisane supermatrice sa prioritetima odgovarajućeg uticajnog klastera i dobija se nasumična matrica koja se sastoji od svih kolona ubačenih u jednu. Matricu treba razvijati kako bi se obuhvatili uticaji prvog, drugog i trećeg stepena. Supermatricu treba urediti sve dok razlike između elemenata matrice ne budu minimalne. Kako bi se obezbedili konačni rezultati prioriteta elemenata u matrici, treba da se normalizuje svaki blok. Konačno treba izabrati alternativu sa najvišim prioritetom [45].

Za kalkulacije ANP modela mogu da se koriste različite računarske aplikacije kao što je Ecnet ili matematički programi kao što su Excel, Maple [1].

5.2.2. Prednosti i ograničenja ANP

ANP omogućuje dodatna saznanja koja ne mogu da se vide kod AHP metode ili kod drugih tradicionalnih metoda, te može da bude primenjen kod kompeksnih problema i na nepredvidive sitaucije. ANP sadrži povratnu vezu i veze međuzavisnosti atributa i alternativa. Ovaj model mogu da koriste organizacije za procenu dobavljača, što uključuje različite kriterijume i sadrži mnoge interakcije između njih. Model može da obrađuje kako kvantitativne, tako i kvalitativne kriterijume i da prikaže realnije rezultate dajući sve vrste povratnih veza i veza međuzavisnosti

u sistemu odlučivanja. AHP obezbeđuje precizniji pristup kod modelovanja u okruženju kompleksnih odluka.

Ovaj model ima i neka ograničenja. Glavno ograničenje je činjenica da ANP zahteva više komparacija nego AHP model i samim tim je potrebno više napora i vremena za analizu. Međutim, kompleksne odluke obično traže i kompleksnu metodologiju.

5.2.3. Primena ANP za procenu i odabir dobavljača

Tri autora su predložila ANP za rešavanje problema odabira dobavljača: Sarkis i Talluri [49], Bayazit [45] i Gencer i Gurpinar [1].

Sarkis i Talluri [49] su smatrali da faktori za procenu dobavljača utiču jedan na drugi, i da unutrašnja međuzavisnost treba da bude uzeta u obzir prilikom procesa evaluacije. Autori su primenili ANP metodu kako bi procenili i odabrali najboljeg dobavljača respektujući organizacione faktore i vrednosti strategijskih performansi. Uzet je u obzir i međusobni uticaj tih faktora.

Bayazit [45] je predložio ANP model takođe za ovu problematiku. Kriterijumi koji su se procenjivali bili su klasifikovani u dva klastera: performanse dobavljača i sposobnosti dobavljača. Za formulaciju međuzavisnosti svih kriterijuma, svaki od njih je smatran kao kontrolni faktor za matricu komparacije po parovima.

Gencer i Gurpinar [1] razvili su ANP model za procenu i odabir najboljeg dobavljača uzimajući u obzir različite kriterijume za evaluaciju koji su bili grupisani u tri klastera.

5.3. TOPSIS

Techniques for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution (TOPSIS) ili tehnike za željeni redosled po sličnosti za idealno rešenje, jeste višekriterijumska metoda predložena od strane autora Hwant i Yoon-a. Ovaj model za cilj ima identifikaciju sličnosti idealnog rešenja iz ograničenog skupa tačka. Osnovni princip je da izabrane tačke treba da budu „najmanje“ udaljene od pozitivnog idealnog rešenja i „najviše” udaljene od negativnog idealnog rešenja [50]. Ovaj model uvodi kriterijumske udaljenosti u kojima svaka alternativa A_j biva predstavljena tačkom u n-dimenzionalnom kriterijumskom prostoru. Zatim se definiše idealna i neidealna tačka i pronalazi se alternativa koja je najmanje udaljena od idealne tačke, ali u isto vreme, definiše se i alternativa koja je najviše udaljena od idealne tačke [51].

Najbolje rešenje može biti predstavljeno na sledeći način (5):

$$A^* = (X^*_1,..., X^*_j, ..., X^*_n) \tag{5}$$

X^*_j je najbolja vrednost svakog atributa j u odnosu na sve druge alternative.

Najlošije rešenje može se predstaviti na sledeći način:

$$A^- = (X^-_1,..., X^-_j, ..., X^-_n) \tag{6}$$

Ne mora nužno da znači da je najbliže rešenje najbolje, odnosno da je najdalje rešenje najgore.

Pretpostavlja se da su kriterijumi definisani i da je relativna važnost (težina) kriterijuma (w_j) određena [51].

5.3.1. Metodologija

Osnovni koraci ovog metoda su sledeći [51]:

Treba izračunati normalizovanu matricu koristeći vektor normalizacije. Elementi matrice za kriterijume maksimalnog tipa izračunavaju se sledećom jednačinom:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}} \qquad i=1 \dots m;\ j=1 \dots n \tag{7}$$

a kriterijumi minimalnog tipa izračunavaju se na sledeći način:

$$r_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}} \qquad i=1 \dots m;\ j=1 \dots n \tag{8}$$

Slika prikazuje normalizovanu matricu za donošenje odluka:

	f_1	f_2	$\cdots$	f_j	$\cdots$	f_n
a_1	r_{11}	r_{12}	$\cdots$	r_{1j}	$\cdots$	r_{1n}
a_2	r_{21}	r_{22}	$\cdots$	r_{2j}	$\cdots$	r_{2n}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
a_i	r_{i1}	r_{i2}	$\cdots$	r_{ij}	$\cdots$	r_{in}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
a_m	r_{m1}	r_{m2}	$\cdots$	r_{mj}	$\cdots$	r_{mn}
	$\begin{pmatrix}\max\\ \min\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}\max\\ \min\end{pmatrix}$		$\begin{pmatrix}\max\\ \min\end{pmatrix}$		$\begin{pmatrix}\max\\ \min\end{pmatrix}$

Slika 22: Normalizovana matrica za donošenje odluka *[51]*.

1. Množenje elemenata normalizovane matrice sa koeficijentima normalizovanih težina (važnosti) daje normalizovanu ponderisanu vrednost V_{ij}, a ona se izračunava na sledeći način:

$$V_{ij} = W_{ij} \cdot r_{ij} \qquad i=1 \dots m;\ j=1 \dots n \tag{9}$$

2. Da se identifikuje idelno i antiidealno rešenje među normalizovanim ponderisanim vrednostima (10),(11):

$$A^* = (V^*_1, \dots, V^*_j, \dots, V^*_n) = (\min. V_{ij} \; j \epsilon J_1, \max. V_{ij} \; j \epsilon J_2); \; i=(1 \dots m) \quad (10)$$

$$A^- = (V^-_1, \dots, V^-_j, \dots, V^-_n) = (\min. V_{ij} \; j \epsilon J_1, \max. V_{ij} \; j \epsilon J_2); \; i=(1 \dots m) \quad (11)$$

3. Da se izračuna udaljenost S^*_i svake alternative a_i od idealne tačke (12):

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_{ij}^*)^2} \quad i=1 \dots m \quad (12)$$

kao i da se izračuna S^-_i svake alternative a_i od antiidealne tačke (13):

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_{ij}^-)^2} \quad i=1 \dots m \quad (13)$$

4. Da se izračunaju sličnosti sa tačkama idealnog rešenja i antiidealnog rešenja (14),(15):

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \; ; \; i= 1 \dots m \quad (14)$$

$$0 < C_i^* < 1 \quad (15)$$

Ako je C_i bliže vrednosti 1, to znači da je a_i bliži idealnom rešenju A^*.

5. Da se postavi rang u skladu sa C_i. Najveći C_i je najbolja alternativa.

5.3.2. Prednosti i nedostaci TOPSIS metode

Osnovna prednost TOPSIS metode je da su najbolje i najgore alternative razmatrane istovremeno na skali vrednosti koja se izračunava prostom procedurom koja se lako može izvršiti. Dodatno, moguće je predstaviti pretragu najboljih performansi izvršenja usluge kompanije po svakom kriterijumu za procenu po prostoj matematičkoj formuli. TOPSIS omogućuje primenu objektivnih težina (vrednosti) u toku procesa komparacije [52].

Međutim, TOPSIS podrazumeva rešenje sa najmanjom udaljenosti od pozitivnog idealnog rešenja i najvećom udaljenosti od negativnog idealnog rešenja. Relativan značaj ovih udaljenosti se ne razmatra [52].

5.3.3. Primena TOPSIS metode za procenu i odabir dobavljača

U literaturi postoje radovi koji predlažu TOPSIS kao metodu koja se može primeniti u procesu procene i odabira dobavljača.

Hsseinzadeh [50] je razvio širu napredniju varijantu TOPSIS metoda za probleme podrške odlučivanja pomoću fuzzy modela. U svom radu on definiše algoritam kako bi odredio najbolji mogući izbor među svim mogućim izborima predstavljenim fuzzy modelom.

Marković [51] opisuje moguće modifikacije TOPSIS-a kako bi povećao njegove prednosti za rešavanje stvarnih poslovnih problema. Ova modifikacija pokazuje kako da se odrede kriterijumi i kvantitativna standardizacija.

Chen [53] proširio je TOPSIS u fuzzy okruženju. Rangiranje svake alternative i težine svakog kriterijuma opisani su lingvističkim terminima koji mogu biti izraženi fuzzy brojevima. Ova metoda predlaže izračunavanje razdaljine između dva trijangularna fuzzy broja.

Wang [54] modifikovao je Chen-ovu teoriju [55] i predložio hijerarhijski TOPSIS koji daje objektivnije i preciznije težine kriterijuma od Chen-ove teorije i izbegava probleme vezane za ova metodu.

5.4. Data Envelopment Analysis

Data envelopment analysis (DEA), analiza obavijenih podataka, je matematička metoda koja pruža evaluaciju relativne efikasnosti grupe jedinica koje se procenjuju radi donošenja odluke sa većim brojem numeričkih vrednosti ulaza i izlaza [56]. Metodu su predložili Charnes, Cooper i Rhodes još 1978. godine [57]. Kako bi omogućili širok spektar aktivnosti pri primeni ove metode, koristi se izraz DMU (Decision Making Units) da bi se označio bilo koji entitet koji treba da bude evaluiran u smislu svojih sposobnosti da konvertuje ulaze u izlaze. To podrazumeva da ima više DMU za evaluaciju [58].

DEA je takođe prihvaćen kao neparametarska metoda koja omogućuje da se izmeri efikasnost bez potrebe za određivanjem proizvodne funkcije ili težine pojedinih odabranih ulaza i izlaza. Kao referenca za merenje efikasnosti, metoda definiše neparametarske vrednosti najbolje prakse [59]. Iz toga sledi da je DMU efikasan u odnosu na posmatrane podatke, ako se DMU nalazi na granici proizvodnih mogućnosti [56].

DEA, pored procene dobavljača, koristi se i u mnogim drugim oblastima kao što je vazduhoplovstvo, bankarstvo, industrija, obrazovanje, energetika, zdravstvo, proizvodnja, neprofitne organizacije, transport, logistika [60].

5.4.1. Metodologija

Kao ciljna funkcija u DEA modelu smatra se potreba da se dosegnu optimalne težine pojedinačnih odnosa ponderisanih izlaza i ponderisanih ulaza za određeni DMU. U ovom modelu, zajedno sa evaluacijom efikasnosti, svi DMU se zasebno projektuju na granicu efikasnosti [61].

U cilju kreiranja sumarnog sintetičkog pokazatelja koji će uzeti u obzir sve zanačaje višestruke rezultate i sve resurse koji su korišćeni za njihovo ostvarivanje, definisana je sledeća mera efikasnosti (15):

$$Efikasnost = \frac{Ponderisana\ suma\ izlaza}{Ponderisana\ suma\ ulaza} \tag{16}$$

Svaki DMU ima težine koje maksimalizuju njegovu efikasnost, a pri tome se ispunjavaju sledeća pravila:

- Efikasnost je manja ili jednaka 1.
- Svaki težinski faktor veći od 0.

Svaki DMU konzumira različite količine *m* različitih ulaza da proizvede različite izlaze. Model koji je predložio Charnes et al. [57] daje rezultat relativne efikasnosti, rešavajući sledeće jednačine (17),(18):

$$\max \frac{\sum_{k=1}^{s} v_k \cdot y_{kp}}{\sum_{j=1}^{m} u_j \cdot x_{jp}} \tag{17}$$

$$s.t \ \frac{\sum_{k=1}^{s} v_k \cdot y_i}{\sum_{j=1}^{m} u_j \cdot x_{ji}} \leq 1 \quad \forall \ i \tag{18}$$

$$v_k, u_j \geq 0 \quad \forall \ k, j$$

Gde je:

k = 1 do s

j = 1 do m

i = 1 do n

s = broj izlaza

m = broj ulaza

n = broj DMU

y_{ki} = količina izlaza k koju je proizvela DMU i

x_{ji} = količina ulaza j koju je iskoristila DMU i,

v_k = težina koja je data izlazu k

u_j = težina koja je data ulazu j

Racionalne jednačine goreprikazane, mogu se konvertovati u linerne kao što sledi (19),(20),(21):

$$\max \sum_{k=1}^{s} v_k \cdot y_{kp} \tag{19}$$

$$s.t \ \sum_{j=1}^{m} u_j \cdot x_{jp} = 1 \tag{20}$$

$$\sum_{k=1}^{s} v_k \cdot y_{ki} - \sum_{k=1}^{s} u_j \cdot x_{ji} \leq 0 \quad \forall\, i \tag{21}$$

$$v_k, u_j \geq 0 \quad \forall k, j.$$

Po prikazanim formulama vrše se izračunavanja *n* puta kako bi se identifikovao rezultat relativne efikasnosti svih DMU. Svaki DMU izabere ulazne i izlazne težinske faktore koji maksimalizuju njegov rezultat efikasnosti. Ako je krajnji rezultat 1, DMU se smatra da je efikasan, a ako je rezultat manje nego 1, smatra se neefikasnim [58].

Za svaki neefikasni DMU, DEA metoda identifikuje skup pripadajućih efikasnih jedinica koji mogu biti primenjeni za upoređivanja i za poboljšanja. Upoređivanja mogu biti izvršena upotrebom sledećih izraza (22), (23):

$$\min \theta$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^{n} \lambda_i x_{ji} - \theta x_{jp} \leq 0 \qquad \forall\, j \tag{22}$$

$$\sum_{i=1}^{n} \lambda_i y_{ki} - y_{kp} \geq 0 \tag{23}$$

$$\lambda_i \geq 0 \quad \forall i$$

Gde je:

θ = rezultat efikasnosti

λ = dualne varijabile

Testna DMU je neefikasna ako se može identifikovati kompozitna DMU koja koristi manje ulaza nego testna DMU dok ostvaruje najmanje jednak nivo izlaza [58].

Kada se primenjuje ovaj model za odabir dobavljača, DMU bi predstavljao dobavljače koji bi mogli da budu izabrani. Kao i u svakoj aplikaciji DEA modela, i ovde bi bila potrebna specifikacija ulaza i izlaza; to znači da je potrebno da se donese odluka o kriterijumima koji će biti razmatrani. Na primer, troškovi imaju karakteristike ulaza i oni su bolji ako su niži.

5.4.2. Prednosti i ograničenja DEA modela

DEA daje skup modela koji omogućuju kompaniji da poboljša svoj rad. Zbog toga je DEA koristan alat za upoređivanja i *change management* programe za upravljanje promenama u upravljanju [62].

DEA metoda svakako ima neke nedostatke. Prvo, ovaj model pokazuje slabu moć razlikovanja ulaza i izlaza što je posledica različitih shvatanja donosioca odluka šta predstavlja ulazne, a šta izalzne veličine. Drugo, osnovni DEA model dozvoljava potpunu fleksibilnost težinskih

faktora i zbog toga može da se desi da jedna DMU bude prikazana sa potpuno nerealnim faktorom težine kao efikasna. Ovakvi DMU su lažno pozitivni i dostižu rezultat relativne efikasnosti na nivou 1, mereći pri tome nekoliko favorizovanih ulaza i izlaza i potpuno ignorišući druge parametre. Ova vrsta DMU može da funkcioniše sa nekoliko ulaznih/izlaznih merenja, ali nije dobar pokazatelj celokupne situacije. Iz toga razloga, prosta mera efikasnosti, sama za sebe, nije dovoljna za potpunu i kvalitetnu analizu [62].

5.4.3. Primena DEA metoda za procenu i odabir dobavljača

DEA model predlagali su neki autori u svojim radovima, kao na primer: Wu [62], Saen [63], Seydel [64], Liu [65], Forker i Mendez [60], Talluri i Baker [66], Talluri i Sarkis [67], Talluri i Narasimhan [68], Tarulli [58], Garfamy [69], Ross [70], Braglia i Petroni [59], Charnes i Cooper [57] i Malekmohammadi [61].

Wu [62] je predložio modifikovani DEA model za procenu dobavljača koji može da funkcioniše u situaciji kada informacije nisu dovoljno precizne. Model uključuje i sposobnost eliminacije slabe moći realizovanja i nesposobnosti tradicionalnog DEA modela da rangira dobavljače. Wu je razvio web-aplikaciju kako bi omogućio nabavljačima da lako izvrše procenu i odabir dobavljača.

Seen [63] je razvio DEA metodu za procenu performansi dobavljača koristeći kvantitatine i kvalitativne informacije. Njegov model je omogućio procenjivaču da izradi kompletnu prioritetnu listu najboljih dobavljača zasnovanu na njihovoj reputaciji.

Seydel [64] je koristio DEA da reši problem odabira dobavljača, ali nije koristio ulaze karakteristične za tradicionalnu DEA metodu. Autor je koristio skalu od 7 stepeni kako bi definisao rangiranje kvantitativnih kriterijuma.

Liu [65] je razvio pojednostavljeni DEA model kako bi ocenio ukupne performanse dobavljača. Ovaj model može da se koristi za odabir dobavljača u situacijama gde se oni međusobno u većoj meri razlikuju.

Forker i Mendez [60] primenili su DEA da identifikuju najefikasnije dobavljače i one dobavljače koji nisu prešli granicu efikasnosti ali su blizu nje i mogu je preći primenom dobre prakse najboljih dobavljača. Prakse najboljih dobavljača mogu se koprati od strane kompanija sa sličnom organizacionom strukturom sa manjim naporima. Za svakog dobavljača ovaj model izračunava maksimalne vrednosti izlaza na osnovu minimalnih ulaza. Ovi izlazi zasnivaju se na kritičnim faktorima upravljanja kvalitetom predloženim od strane drugih autora.

Talluri i Baker [66] procenjivali su dobavljače, proizvođače i distributere, koristeći DEA za kreiranje logističke distribucione mreže. Model je davao optimalan broj učesnika i optimalne rute materijala od izabranih dobavljača do proizvođača i mesta za skladištenje robe.

Talluri i Sarkis [67] koristili su DEA da izmere performanse dobavljača i da izvrše odabir koristeći modifikaciju ove metode.

Talluri i Narasimhan [68] primenili su DEA za efikasnu procenu dobavljača. Oni su podelili potencijalne izvore nabavke na različite klastere koji su koristili uzajamne efikasnosti i različite statističke metode.

Tarulli [58] je prikazao DEA pristup za evalualciju performansi dobavljača koristeći stohastička merenja performansi. Model je upoređivan sa deterministčkim DEA modelom kako bi bolje prikazao njegovu korisnost.

Garfamy [69] je primenio DEA da izmeri ukupne performanse dobavljača zasnovane na ukupnim troškovima kapitala. Dobavljač koji je imao najmanje troškove po jedinici izlaza smatrao se kao najefikasniji.

Ross [70] je koristio DEA model da proceni performanse dobavljača uzimajući atribute performansi kako od dobavljača tako i od kupca. Sprovedene su tri osetljive analize. Prva je bila da se izračunaju vrednosti dobavljačeve efikasnosti ne uzimajući u obzir težinske faktore definisane od strane tima za procenu. Druga analiza uzimala je u obzir želje tima za procenu u odnosu na atribute dobavljačevih performansi, a treća analiza je razmatrala kupčeve želje u odnosu na dobavljačeve performanse.

Braglia i Petroni [59] opisali su teoriju više atributa zasnovanu na upotrebi DEA metode i time doprineli da menadžeri nabavke lakše formulišu strategije snabdevanja na tržištima koja su dinamična i promenljiva.

Malekmohammadi [61] je rešavao problem u kome donosilac odluke biva suočen sa ograničenim ili konstantnim resursima ukupnih ulaza ili ukupnih izlaza. Model razmatra smanjenje ukupne ulazne potrošnje i povećanje ukupne izlazne proizvodnje. Uzimajući u obzir važnost nepreciznih podataka u organizacijama, autor je definisao model koji je koristio podatke koji su bili u definisanim intervalima.

5.5. Case-Based Reasoning

Case-Based Reasoning (CBR), zaključivanje na osnovu prethodnih slučajeva, je novija tehnika za rešavanje problema koja je privukla dosta pažnje. Početak ove metode vezuje se za 1977. godinu kada su Schank i Abelson razvili model dinamičke memorije koja je bila osnova za prvobitne CBR sisteme.

Možemo reći da je CBR proces rešavanja novih problema koji je baziran na rešenjima sličnih problema u prošlosti. Dokazano je da CBR nije samo metoda za matematičko zaključivanje, nego i ponašanje koje je prisutno u svakodnevnom čovekom rešavanju problema koje se zasniva na iskustvima iz prošlosti. CBR je metodologija za učenje iz iskustva.

CBR kombinuje kognitivni model koji opisuje kako ljudi rasuđuju na osnovu prethodnog iskustva. On rešava nove probleme koristeći specifična znanja iz prošlih iskustava, a osnovne kompetentnosti su definisane brojnim epizodama rešavanja problema iz prošlosti koje su uskladištene u bazi slučajeva „*case-base*". Znanje u CBR sistemima, prikupljeno iz prethodnih slučajeva, smešta se u baze podataka ili u baze slučajeva.

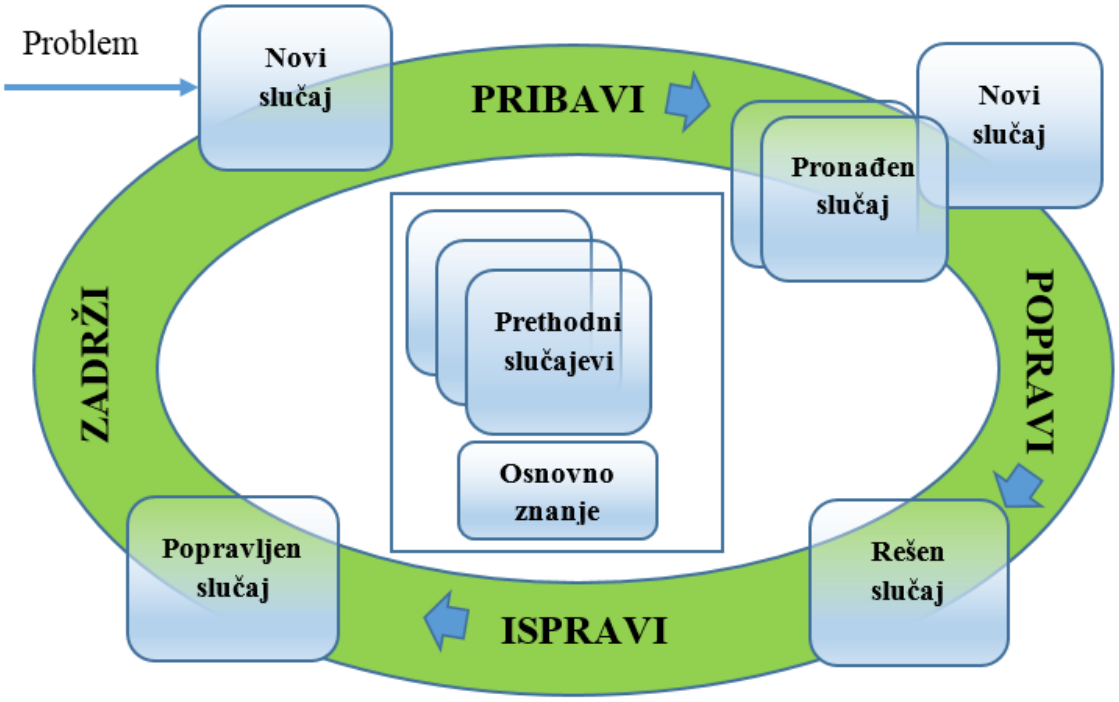
CBR ima takođe i svoj aspekt konstantnog novog učenja jer se nova iskustva kod svakog rešavanja novog problema skladište u bazu podataka kao novi slučajevi.

Prvi komercijalni alati za zaključivane na osnovu slučajeva pojavili su se 1990-ih godina i od tada se koriste za stvaranje brojnih aplikacija za vrlo širok spektar primena. CBR je najlakše primeniti kada postoji baza podataka o prošlim slučajevima.

5.5.1. Metodologija

CBR proces se primenjuje u četiri osnovna koraka [71]:

- **Pribavi** – pronalaženje je proces identifikacije slučajeva u bazi slučajeva koji su najsličniji trenutno poznatoj informaciji. Trenutna informacija je predstavljena kao novi slučaj sa mnogo informacija koje nedostaju. Ovaj korak je presudan u CBR metodologiji.
- **Popravi –** ponovna upotreba je korak gde se prikupljeni slučajevi upoređuju sa novim slučajem kako bi se predložilo rešenje.
- **Revizija** je ispitivanje predloženog rešenja kako bi bili sigurni da je ono prikladno i tačno. Rezultat je rešenje koje je potvrđeno testiranjem.
- **Zadržavanje** je skladištenje novih slučajeva za buduću ponovnu upotrebu. Velika prednost CBR u odnosu na ostale tehnologije zaključivanja je da se nova znanja stalno i jednostavno dodaju u bazu iskustava.



Slika 23: CBR ciklus.

Opisani i prikazani koraci (Slika 23) govore da se novi problem upoređuje sa slučajevima iz prošlosti metodom pronalaženja heurističnih indeksa sa jednim ili više sličnih slučajeva.

Pronađeni najsličniji slučajevi i njihova rešenja iz prošlosti testiraju se na stepen prikladnosti i poklapanja sa novim problemom. U tom koraku, ako se najbolji slučaj iz prošlosti perfektno poklapa, onda je CBR sistem postigao svoj uspeh. Međutim veća je verovatnoća da se slučaj iz prošlosti samo u određenom stepenu poklapa sa problemom koji se ispituje. U toj situaciji, samo slučaj najbliži problemu može da obezbedi optimalno rešenje ili najbliži slučaj može biti

revidiran koristeći neka unapred definisana pravila. Adaptacija CBR sistema znači da sistem ima sposobnost da uči, a ta sposobnost se može poboljšati ili može postati diskriminatorna kako se broj slučajeva povećava. U svakom slučaju, dok je funkcija adaptacije korisna u nekim situacijama, to nije slučaj kada je u pitanju odabir dobavljača. Mnogi uspešni komercijalni CBR sistemi ne vrše adaptacije. Oni jednostavno koriste rešenje koje je ponuđeno kao slučaj iz prošlosti koji se poklapa u najvećem stepenu, a adaptaciju prepuštaju ljudima [72].

U koraku pronalaženja odgovarajućeg slučaja, najteži posao je predstavljanje znanja prethodnih slučajeva, poznato kao merenje sličnosti. To određivanje sličnosti ima nekoliko algoritama za efikasno pronalaženje sličnog iskustva kao što je statističko ponderisanje [73]. Tehnika najbliže susedne vrednosti je merenje sličnosti ponderisanim prosekom, a možda je najviše korišćena tehnika u CBR. Pošto je definisan slučaj koji je najsličniji datom problemu, ovo merenje može da se množi sa težinskim faktorom. Zatim se zbir sličnosti svih atributa izračunava da se dobije mera sličnosti tog slučaja. Ovo se može predstaviti sledećim izrazom [71], (24):

$$\frac{\sum_{i=1}^{n} w_i \times \mathrm{sim}(f_i^I, f_i^R)}{\sum_{i=1}^{n} w_i} \tag{24}$$

Gde je:

w_i = težinski faktor osobine I;

sim = funkcija sličnosti

f_i^I, f_i^R = vrednosti osobine i u ulazu i odgovarajućeg pronađenog slučaja;

Algoritmi slični ovome su korišćeni u mnogim CBR alatima za pronalaženje najbližeg susednog slučaja. Sličnost se obično meri u opsegu od nula do jedan, gde nula predstavlja totalno neslaganje, a jedan predstavlja potpuno poklapanje, ili kao procenat sličnosti bi imao vrednosti od 0% do 100%. CBR tehnike kao što je indukciona tehnika uobičajeno se koriste jer mnogi moćni komercijalno dostupni CBR alati obezbeđuju ovu pogodnost.

CBR tehnike su široko korišćene u različitim industrijama današnjice pošto su korisne u traganju za znanjem, pomažu korisnicima da uporede različite zadatke i situacije, automatski obaveštavaju korisnika o novim izmenama relevantnih informacija [73].

Zasnovana na svojim koracima, CBR metoda je pogodna za razvoj alatki za procenu dobavljača koji može da predstavlja značajan doprinos za proces upravljanja dobavljačima.

Proces odabira dobavljača CBR metodom može se opisati sledećim koracima [73]:

1. Definisati ciljeve i uloge pronalaženja kako bi se odredili pojedinačni ili zajednički ciljevi za sve pronađene slučajeve za dobavljača.

2. Definisati težine (važnosti) kriterijuma. Prioritet kriterijuma je definisan unesenim vrednostima od strane prethodnog korisnika ili predefinisanim težinama (važnostima). Time su definisane preference svih atributa na različitim nivoima hijerarhije izbora dobavljača.

3. Generisati metodu podudarnosti za pronalaženje slučajeva

4. Pronaći sve slučajeve dobavljača u bazi. Profili tehničkih mogućnosti, sistema kvaliteta i profila organizacije svakog slučaja dobavljača, a zatim se preuzimaju kao deo liste odobrenih dobavljača.

5. Uporediti pronađene slučajeve i izdvojiti moguće sličnosti metodom merenja sličnosti ponderisanog proseka. Sepen sličnosti ovog merenja je predstavljen realnim brojem između 0 i 1, gde 0 znači da nema nikakve sličnosti, a 1 znači potpunu sličnost (identičnost).

6. Analizirati atribute dobavljača. Ovaj korak se sastoji od dva osnovna zadatka. Prvi je da se testira rešenje slučajeva dobavljača u odnosu na vrednosti u realnom okruženju. Drugi zadatak je da se rangira uža lista slučajeva dobavljača u rastućem poretku. Nasličniji slučajevi dobavljača će se rangirati u gornjem delu liste.

7. Izlistati najsličnije dobavljače kao rešenje ovog procesa.

8. Prihvat dobavljača. U ovom koraku, rešenje će se prihvatiti u skladu sa pravilima za prihvat i selekciju dobavljača, a zatim će se ažurirati u bazi slučajeva. Konačno, svi dobavljači koji su prihvatiljivi identifikovani su. Rešenje slučajeva dobavljača i njegovi atributi mogu se izvesti u druge aplikacije u autorizovanom formatu baze.

Korak 1. i korak 2. mogu se ponovo definisati od strane korisnika. Proces od koraka 3. do koraka 8. može biti izvršen bilo kojim komercijalnim alatom za CBR selekciju dobavljača.

5.5.2. Prednosti i ograničenja CBR

Upotreba CBR metode ima neke prednosti. Prvo, lako je da se prikupi znanje. Struktura slučajeva je sa mnogo manjim ograničenjima nego što su to pravila. Nema potrebe da se otkrivaju kompleksne međuzavisnosti između različitih slučajeva ili veze između atributa slučaja [74].

Takođe ima i nedostataka prilikom upotrebe CBR metode. Ako u bazi znanja ne postoji dovoljno sličan slučaj, pronađeni najbliži slučaj može biti neodgovarajući za rešenje problema. U takvim situacijama, CBR ne prepoznaje novi tip problema kada novi slučaj biva izdvojen iz pogrešnog prethodnog slučaja [74].

5.5.3. Primena CBR metode za procenu i odabir dobavljača

U literaturi mogu se naći autori koji su istraživali CBR metodu i njenu primenu za procenu i odabir dobavljača. Choy i Lee [71] predstavili su inteligentan generički alat za upravljanje dobavljačima uz pomoć CBR tehnike. Model je primenjen u kompaniji za proizvodnju robe široke potrošnje, koja je sačuvala u bazi podataka performanse dobavljača iz prošlosti. Njihov model može da izabere dobavljača koji zadovoljava definisane specifikacije od strane kompanije.

Posle ovog rada, Choy je sa različitim autorima [72], [73], [75], [76], [77], [78], [79], [80] napisao veliki broj radova o primeni CBR modela kako bi pomogao donosiocima odluka u procesu procene i odabira dobavljača.

Zhao [81] analizirao je CBR sistem za procenu i odabir dobavljača. Sistem je bio primenjen u kineskoj kompaniji u oblasti naftne industrije kako bi se saznale prednosti, primenljivost i vrednost njegovog projekta.

5.6. Metoda matrice odlučivanja

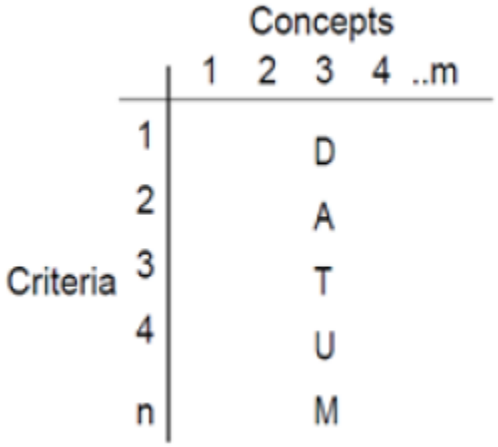
Metoda matrice odlučivanja, poznata i kao Pugh koncept selekcije, kvantitativna je tehnika koju je stvorio Pugh 1990. godine. Metoda se sastoji od definisanja skupa kriterijuma pod kojima potencijalne opcije mogu biti razrađene, ocenjene i sumirane kako bi se dobio ukupan rezultat koji tada može biti rangiran. Kriterijumima se ne određuje težinski faktor, odnosno njegova važnost, kako bi proces selekcije bio što brži [82].

Ova metoda se često koristi u inženjeringu za donošenje odluka, ali se može koristiti i da se rangiraju odluke o investicijama, procena i odabir dobavljača, odluke o proizvodima ili bilo koja druga primena skupa multidimenzionalnih entiteta.

5.6.1. Metodologija

Metoda je kvantitativna evaluacija u kojoj se koncepti dizajna upoređuju sa referentnim konceptom dizajna. Referentni koncept može biti standardni dizajn, dizajn koji se smatra prihvatljivim ili neki od predloženih koncepata koji su u prvom koraku ocenjeni kao dobri [82].

Matrica evaluacije je kreirana kao što je to prikazano na slici (**Slika 24**). Ona sadrži koncepte od 1 do *m* koji su postavljeni nasuprot kriterijuma za ocenu, od 1 do *n*.



Slika 24: Koncept matrice za evaluaciju.

Referentni koncept je izabran kao datum. Svaki koncept se zatim upoređuje sa referentnim konceptom respektujući svaki kriterijum procene zasebno [82].

Ako je koncept bolji nego datum respektujući određeni kriterijum, onda se znak „+” unosi u matricu za koncept u odnosu na kriterijum.

Ako je koncept lošiji nego datum, onda se znak „–” unosi u matricu.

Ako je koncept isti kao i datum ili nije moguće upoređivanje, onda se znak „S” unosi u matricu.

Tako se matrica sastoji od znakova „+”, „–” i „S” i izračunavaju se totali za svaki koncept po vrsti znakova. Slika 25 pokazuje izgled komletirane matrice.

		Concepts				
		1	2	3	4	..m
Criteria	1	-	+	D	+	S
	2	+	+	A	-	-
	3	+	S	T	-	S
	4	S	-	U	-	+
	n	-	S	M	S	S
Total	+	2	2		1	1
Total	S	1	2		1	3
Total	-	2	1		3	1

Slika 25: Kompletirani koncept matrice za evaluaciju.

Matrica pokazuje jake i slabe strane koncepta. Cilj evaluacije je da se eliminišu slabi koncepti i da se identifikuju oni jaki koncepti koji su pogodni za budući rad. „–" i „S" tačke koncepta ponovo se revidiraju kako bi se utvrdilo da li postoji neki napredak. Slika 25 pokazuje da su koncepti 1 i 2 jaki, a da je koncept 4 slab. Koncepti 1 i 2 će se ponovo revidirati po kriterijumima 1, 3 i 4, kako bi se videlo da li im se rejting može popraviti na „+" pre nego što se donese konačni izbor između ova dva koncepta. Na ovaj način, koncepti mogu biti revidirani sistematično kako bi se učinili pogodni za dalji rad.

5.6.2. Prednosti i ograničenja metode matrice odlučivanja

Prednost ove metode je da se subjektivno mišljenje o jednoj alternativi u odnosu na drugu može učiniti objektivnijim. Dalje studije i ispitivanja senzitivnosti su vršene. Primer za to, je mogućnost da se utvrdi koliko se nečije mišljenje može promeniti kako bi niže rangirana alternativa postala atraktivnija od bolje rangirane alternative [83].

Nedostatak ove strukture za evaluaciju je da je ova metoda manje deskriptivna u odnosu na druge metode kao što je AHP skala. Takođe, ova metoda ima manjkavost jer koristi arbitrarnu strukturu rejtinga [83].

5.7. Genetski algoritmi

Genetski algoritmi (GA) su heuristička metoda optimalizacije koja rešava određene računarske probleme simulirajući mehanizam prirodne evolucije. Heuristika a takođe i metaheuristika se često rutinski koristi da generiše korisna rešenja optimalizacije i problema pretrage. Genetski algoritmi pripadaju široj grupi evolutivnih algoritama (EA), koji generišu rešenja za optimalizaciju problema koristeći tehnike inspirisane prirodnom evoluciom, kao što su nasleđivanje, mutacije, selekcije i ukrštanja.

Holland [84] je prvi put 1970-ih godina predložio genetski algoritam kao model. Cilj je bio proučavanje adaptivnog ponašanja tako da je predložio genetski algoritam kao računarski

proces koji imitira evolutivni proces u prirodi. Algoritam koji je Holland predložio često se naziva prost genetski algoritam ili kanonski genetski algoritam. Nakon njega mnogi autori su nastavili da izučavaju i razvijaju genetske algoritme kao na primer Beasley [85], [86], Bäck [87], Goldberg [88], Michalewicz [89], Mitchell [90], Mühlenbein [91] i mnogi drugi.

5.7.1. Metodologija

Već je rečeno da genetski algoritam funkcioniše tako da simulira prirodni evolutivni proces. Kod genetskog algoritma, kao i u prirodi, postoji populacija jedinki. Neke jedinke su bolje prilagođene okolini, pa one imaju i veću šansu da prežive i da se reprodukuju. Osobine jedinki su zapisane pomoću genetskog koda, a potomci nasleđuju osobine roditelja. Pri tome jedinke mogu mutirati.

Kod genetskog algoritma jedinke predstavljaju trenutne aproksimacije rešenja problema koji se rešava. Svaka jedinka se kodira i njoj se pridružuje određena mera kvaliteta. Ova mera se određuje pomoću funkcije cilja. Prilikom inicijalizacije generiše se početna populacija slučajnim izborom rešenja iz domena. Dozvoljeno je da se populaciji doda početno rešenje dobijeno nekom drugom metodom optimalizacije.

Nakon ovoga sledi proces koji se ponavlja sve dotle dok se ne zadovolji uslov zaustavljanja. Proces se sastoji od izvršavanja genetskih operatora selekcije, ukrštanja i mutacija. Osim procene kvaliteta koja se mora obaviti nad jedinkama (opisana u prvom koraku), sve operacije genetskog algoritma sprovode se nad kodiranim jedinkama. Višestrukom primenom operatora selekcije uglavnom loše jedinke izumiru, a bolje ostaju i u sledećem koraku se ukrštaju. Ukrštanjem se prenose osobine roditelja na potomke. Mutacijom se menjaju osobine jedinki slučajnom promenom gena. Ovakvim postupkom stvara se mogućnost da iz generacije u generaciju raste prosečan kvalitet populacije.

5.7.2. Prednosti i ograničenja GA

Prednost genetskih algoritama je da oni uopšteno pronalaze globano optimalno rešenje u kompleksnim okruženjima. Pored toga, genetski algoritmi su brzi u pretraživanju [92], a evaluacija jedinki u populaciji može biti vršena simultano, kao što je to slučaj u prirodi. Jedna od glavnih prednosti genetskog programiranja preko genetskih algoritama jeste da se oni mogu koristiti za probleme simboličke regresije [93].

Nedostaci prilikom korišćenja genetskih algoritama ogledaju se u rastućem problemu obrade jedinica koje imaju kompleksne karakteristike. Prvo, sa porastom kompleksnosti osobina jedinki u populaciji raste i težina izrade funkcije za procenu usaglašenosti te jedinke sa ciljem istraživanja. Sa druge strane veća kompleksnost geometrijskom progresijom povećava i vreme potrebno za pretragu. Što se tiče dobijenih rešenja, ona predstavljaju samo bolje rešenje u odnosu na prethodno pronađena rešenja i ne znači da je to rešenje istovremeno i najbolje rešenje.

5.7.3. Primena GA za procenu i odabir dobavljača

Većina istraživača koristi konvencionalne tehnike za rešavanje problema procene i odabira dobavljača. Konvencionalne tehnike nisu dovoljno efikasne kada je područje pretrage ogromno. Brojna ograničenja čine da ova problematika postane još kompleksnija. Mada se

genetski algoritmi već duže vreme primenjuju u različitim oblastima, njihova primena za optimalni odabir dobavljača i alokaciju količina za nabavku je novijeg datuma.

Moguća kombinatorika procesa selekcije dobavljača koja uključuje troškove, kvalitet, kriterijume isporuke, kao i razne kvantitativne popuste, motivisala je neke autore da koriste GA kao tehniku za pretraživanje u ovoj oblasti. Koristeći pristup kombinatorike, različite kombinacije skupa dobavljača mogu biti generisane, koje zatim predstavljaju ulaz za GA optimizator koji daje finalno rešenje.

Arunkumar [94] je koristio tehniku genetskih algoritama za selekciju dobavljača sa kvantitativnim sniženjima, a Ding [95] prezentovao je genetski algoritam zasnovan na metodologiji optimalizacije za procenu dobavljača.

5.8. Teorija fuzzy skupova

Lotfali Askar Zadeh je predstavio fuzzy skupove i sisteme prvi put 1965. godine u poznatom časopisu [96] *Information and Control* i u knjizi [97] *System Theory*. Ali, pre njega, Max Black je predstavio veoma sličnu ideju 1937. godine u poglavlju pod naslovom *Vagueness. An Exercise in Logical Analysis*, u knjizi *Philosophy of Science* [98]. Skoro ista ideja pomenuta je i 1952. godine kada je Stephen Cole Kleene objavio knjigu *Introduction to Metamathematics* [99]. Pojavila se i 1963. godine identična ideja kod Abraham Robinson-a u knjizi *Introduction to Model Theory and to the Matamathematics of Algebra* [100]. Međutim, Zadeh je bio taj koji je kompletirao sva prethodna istraživanja 1965. godine i od tada teorija fuzzy skupa je postala popularna tema kod istraživača širom sveta.

Zadeh je uveo teoriju fuzzy skupova, *Fuzzy Set Theory* (FST), kako bi se rešio problem nepreciznosti i neizvesnosti, koje karakterišu ljudske procene prilikom donošenja odluka kroz upotrebu jezičkih termina i stepena pripadnosti. Ovi stepeni predstavljaju nivo stabilnosti do kojeg određeni element pripada određenom fuzzy skupu [96].

5.8.1. Metodologija

FST obezbeđuje formalnu metodologiju za predstavljanje, manipulaciju i implementaciju ljudskog heurističkog predznanja o tome kako kontrolisati i upravljati jedan sistem. Cilj *fuzzy* pristupa je da, se umesto primene egzaktnih matematikih metoda i tehnika, implementiraju inženjerska iskustva i na najbolji mogući način upravljanju sistemom.

Proces korišćenja *fuzzy* sistema obuhvata sledeće faze:

• **Fazifikacija:** modifikovanje ulaznih veličina tako da mogu biti pravilno protumačene i upoređene sa pravilima u bazi pravila. Ulazne vrednost pretvoriti u adekvatanu vrednost fuzzy oblika upotrebom odgovarajuće funkcije pripadnosti.

• **Zaključivanje na osnovu pravila:** predstavlja mehanizam za procenjivanje i aktiviranje relevantnih pravila i upravljačkih signala za upravljanje trenutnim stanjem sistema. .

• **Defazifikacija:** transformisanje fuzzy oblik signala u izlazne veličine koje su razumljive procesima i sistemu.

5.8.2. Prednosti i ograničenja

Mali je broj naučnih radova koji koriste samo individualni fuzzy pristup za procenu i odabir dobavljača, ali to je zbog same prirode FST. Postoje dva značajna ograničenja *fuzzy* pristupa koji se smatraju najznačajnijim nedostacima prilikom njegove primene u realnom okruženju. Prvo, pravila kombinovanja funkcija članova su poznata kao *min-max* pravilo za konjunktivno i disjunktivno rasuđivanje. Ova pravila vode ka zaključaka koja praktično nisu dovoljno robusna. Mnogi istraživači predložili su različita pravila kombinovanja konjuktivnih ili disjunktivnih klauzula: umesto uzimanja minimalnih ili maksimalnih funkcija članova, oni su uzimali aritmetičku ili geometrisku sredinu. To je moguće ako postoji dovoljna količina podataka, uslova i definisanih klasa od strane eksperata, da bi se sistem postavio tako da bira najbolje pravilo koje odgovara načinu rasuđivanja eksperta koji je izdradio klasifikaciju. Drugi nedostatak ovih pravila je da ona daju isti značaj svim faktorima koji se kombinuju.

5.8.3. Primena fuzzy metode za procenu i odabir dobavljača

Procena i odabir dobavljača su obično problemi višekriterijumskog odlučivanja koji u stvarnom poslovnom okruženju moraju da se rešavaju bez posedovanja veoma preciznih informacija. Kako bi se ovaj proces sproveo, model za podršku odlučivanja u nabavci mora da se strukturira na realističan način. Brojni autori predlažu korišćenje teorije fuzzy skupova (FST) kako bi se modelovala neizvesnost i nepreciznost situacija prilikom procene i odabira dobavljača [101]. Ukratko, FST nudi matematički precizan način modelovanja, na primer postavljajući parametre važnosti za svaki kriterijum. FST daje mogućnost da se matematički opišu izjave tipa: „Kriterijum X treba da ima važnost oko 0,8“. FST može da se kombinuje sa drugim tehnikama kako bi se poboljšao kvalitet finalnog alata za vršenje ovih analiza [6].

Florez-Lopez [102] odabrao je 14 najvažnijih faktora za procenu od ukupno 84 potencijalnih atributa, koji su se zasnivali na odgovorima iz upitnika koje su dali menadžeri nabavke u SAD. Kako bi se obezbedilo bolje predstavljanje mogućnosti dobavljača da stvore vrednost svojim kupcima, dvoredni fuzzy jezički model je prikazan da bi se kombinovale numeričke i jezičke informacije.

Sarkar i Mahapatra [103] sugerisali su u svom modelu da dve najvažnije mere budu performanse i sposobnosti dobavljača. Ovi autori su koristili pristup fuzzy skupova da izračunaju nepreciznost sadržanu u brojnim karakteristikama dobavljača. Hipotetički slučaj je prihvaćen kako bi se prikazao način izbora dva najbolja dobavljača uzimajući u obzir četiri performanse i deset faktora zasnovanih na sposobnostima.

5.9. Ostale manje primenjivane metode

Prethodno navedene metode su samo neke koje mogu da se koriste za procenu i odabir dobavljača, ali postoje još i mnoge druge metode koje se koriste u ove svrhe. U nastavku će biti spomenuti neki autori koji su radili na ovoj problematici.

Chen [104], Sarkar i Mohapatra [103] i Florez-Lopez [102] pisali su o fuzzy teoriji i njenoj primeni za proces selekcije dobavljača. Barla [105] ili Huang i Keska [106] koriste *Simple multi-atribute rating technique* (SMART) za rešavanje problema odabira dobavljača.

Na dalje, postoje različiti radovi koji su formulisali procenu dobavljača kao tip modela matematičkog programiranja. Ng [107] i Talluri i Narasimham [108] razvili su model linearnog programiranja kako bi procenili i odabrali potencijalne dobavljače. Tarulli [109] i Hong [110] koristili su integralno linearno programiranje. Ghodsypour i O'Brien [111] formulisali su mešoviti integralni nelinearni model da reše višekriterijumski problem izbora dobavljača. Karpak [112] kreirao je model ciljnog programiranja da proceni i izabere dobavljače. Narasimham [113] i Wadhwa i Ravindran [114] izradili su višeciljni program da izaberu optimalnog dobavljača.

5.10. Klasifikacija metode za procenu i odabir dobavljača

Nabavljači uvek uzimaju u obzir višekriterijumski pristup prilikom procene i odabira dobavljača [3]. Brojne tehnike višekriterijumskog odlučivanja (MCDM), počevši od prostih ponderisanih proseka do kompleksnih modela matematičkog programiranja, upotrebljavane su za rešenje problema procene i odabira dobavljača [115].

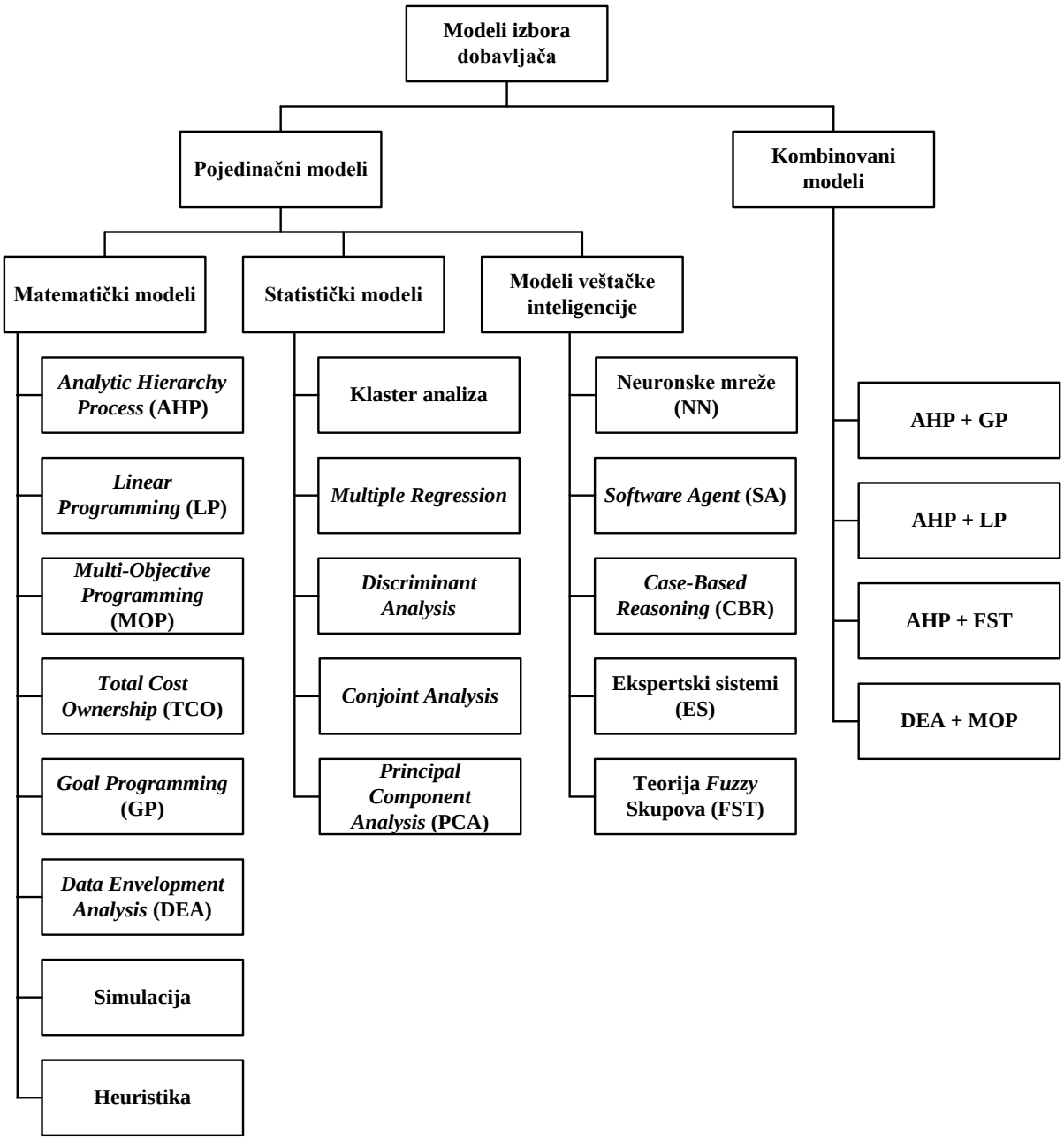
U skladu sa studijom slučajeva prikazanom u [116], DEA metoda najčešće je korišćena, MCDM pristup sa 30% posmatranih naučnih radova, dok je po učestalosti korišćenja zatim slede, matematičko programiranje sa 17%, AHP sa 15%, *case-based reasoning* sa 11%, teorija fuuzzy skupova sa 10% i analitički mrežni proces sa 5%, od ukupno posmatranih naučnih radova.

Može se zaključiti da postojeće analitičke metode za modele podrške odlučivanja o proceni i selekciji dobavljača jesu zasnovane na:

1. jednostavnim modelima zasnovanim na: matematičkim, statističkim metodama i kao i modelima veštačke inteligencije,
2. kombinovanim modelima (AHP, DEA)

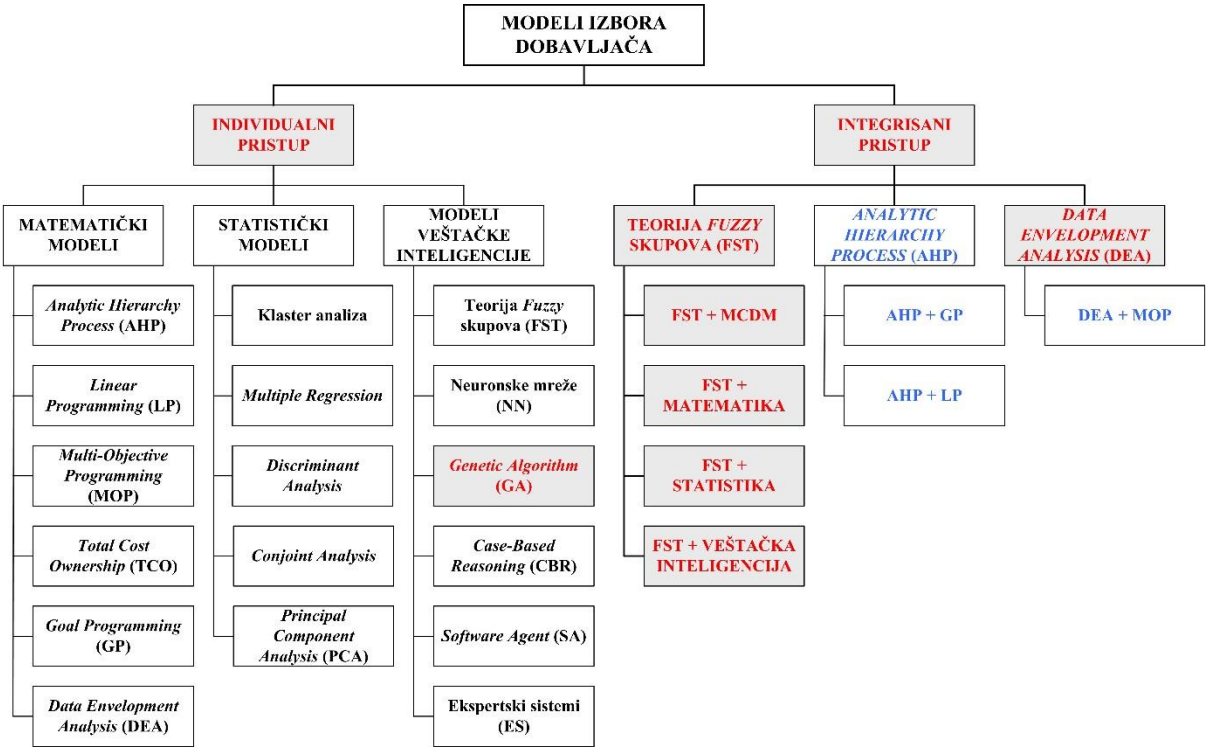
Istraživanje Chen [117] iz 2011. godine prikazano je na slici (Slika 26). Ovaj šematski prikaz ilustruje primenu, sa jedne strane, jednostavnih modela, a sa druge strane kombinovane modele. Jednostavni modeli veoma su dobro analizirani i klasifikovani u tri velike grupe: matematičke modele, statističke modele i modele veštačke inteligencije. Sa druge strane kombinovani modeli su predstavljeni sa: (1) tri *analytic hierarchy process* klase; (2) jednom *data envelopment analysis* klasom. Iako je prošlo tek nepunih pet godina od formiranje ove klasifikacije, intenzivan razvoj integrisanih metoda doveo je do potrebe proširivanje prethodno navedene klasifikacije. Naime, potrebno je celokupnu sekciju kombinovanih modela proširiti kako bi verno prikazivale sadašnje stanje razvoja modela i njihovu implementaciju u procesu procene i odabira dobavljača.

Ova klasifikacija je opšta podela i široko primenjiva na sve oblasti istraživanja u procesima donošenja odlika višekriterijumskog odlučivanja. Ona nije karakteristična samo za proces i kategorizaciju primenjnih tehnika, metoda i modela za procenu i odabir dobavljača u automobilskoj industriji.



Slika 26: Postojeće analitičke metode za procenu i odabir dobavljača *[117]*.

Razvijeni i predloženi model za metode procene i odabira dobavljača prikazan je na slici (Slika 27). On može biti podeljen u dve glavne grupe. Prva je grupa individualnih fuzzy pristupa, a duga je grupa integrisanih fuzzy pristupa, slično postojećim analitičkim metodama gde su predstavljeni prosti i kombinovani modeli (Slika 26).



Slika 27: Predloženi model - Metode za procenu i odabir dobavljača, individualni i integrisani pristupi (prošireno rešenje zasnovano na *[117]*).

Individualni fuzzy pristupi su modeli gde se primenjuju samo fuzzy logika i teorija fuzzy skupova za rešavanje problema iz realnog sveta. Sa druge strane, integrisani fuzzy pristupi kombinuju teoriju fuzzy skupova sa brojnim drugim modelima: višekriterijumsko odlučivanje (FST + MCDM); matematičko programiranje (FST + matematika); statistika (FST + statistika); veštačka inteligencija (FST + VI); modeli i tehnike. Svetlosivi pravougaonici (Slika 27) predstavljaju proširenja originalnog modela. O njima će se diskutovati u nastavku. Tamnosivi pravougaonici takođe predstavljaju proširenja, ali o njima neće biti reči u nastavku.

Ona nije karakteristična samo za proces i kategorizaciju primenjnih tehnika, metoda i modela za procenu i odabir dobavljača u automobilskoj industriji.

5.11. Pregled individualnih i integrisanih metoda fuzzy pristupa

U nastavku, prikazuju se različiti radovi koji se bave: procenom dobavljača, evaluacijom dobavljača i odabirom dobavljača. Za ovaj pregled u tabeli (Tabela 10) selektovano je 54 rada objavljena u renomiranim časopisima.

Tabela 10: Pregled individualnih i integrisanih fuzzy pristupa.

		Metode	Reference
Individualni		Fuzzy jezički kvantifikator	[118] [119]
		Numerical and linguistic information	[102] [120]
		Fuzzy strategic system	[121] [103]
Integrisani fuzzy pristupi	Integrisani Fuzzy MCDM pristupi	Fuzzy AHP	[122] [43] [123] [124] [125] [126]
		Fuzzy ANP	[127] [128] [129] [130]
		Fuzzy MADM	[131] [132] [133] [134]
		Fuzzy QFD	[135] [136] [137]
		Fuzzy TOPSIS	[138] [139] [104] [140] [141]
		Fuzzy PROMETHEE	[142]
		Fuzzy VIKOR	[143]
		Fuzzy SMART	[144] [145]
		Fuzzy SWOT	[146]
	Integrisani Fuzzy MP pristupi	Fuzzy DEA	[147]
		Fuzzy linear programming (LP)	[148] [149]
		Fuzzy goal programming (GP)	[150] [151]
		Fuzzy MOP	[152] [153] [154]
		Fuzzy MOM	[155] [156] [157] [151]
		Fuzzy Integral model	[158]
	Integrisani Fuzzy statistički pristupi	Fuzzy CA	[159] [160]
		Fuzzy probability assignments	[161]
	Integrisani Fuzzy VI pristupi	Fuzzy GA	[162] [163] [164]
		Fuzzy inference system	[94]
		Adaptive neuro-fuzzy IS	[165]
		Fuzzy neural network	[166]

Višekriterijumsko donošenje odluka (MADM); Primena funkcije kvaliteta (QFD); Tehnike za rangiranje performansi po sličnosti sa idealnim rešenjem (TOPSIS); Metoda organizacije rangiranja preferencija za složene evaluacije (PROMETHEE); Višekriterijumska optimalizacija i kompromisna rešenja (VIKOR); Prosta tehnika rangiranja više atributa

(SMART); Prednosti-nedostaci-mogućnosti-pretnje (SWOT); višeciljno programiranje (MOP); višeciljni model (MOM); Analize klastera (CA); Genetski algoritmi (GA); Interfejs sistem (IS).

Mora se naglasilti da od 54 izabrana rada, samo 6 radova obrađuju individualni fuzzy pristup, dok 48 radova, što predstavlja 88% od svih radova, obrađuju integrisani fuzzy pristup. To pokazuje da teorija fuzzy skupova ima znatno veći značaj kada se integriše sa durgim metodama i tehnikama od: višekriterijumskih donošenja odluka, matematičkih, statističkih i oblasti veštačke inteligencije. U nastavku detaljnije će se predstaviti neke od individualnih pristupa i neki integrisani fuzzy pristupi.

5.11.1. Integrisani fuzzy MCDM pristupi

Između 54 ranije pomenuta rada, dvadeset i šest radova (48,15%) je formulisalo problem odabira dobavljača kao model zasnovan na različitim tipovima fuzzy višekriterijumskog odlučivanja. Na osnovu principa koji se nalaze iza tih MCDM tehnika, modeli se mogu klasifikovati u četiri kategorije [167]:

(1) Višekriterijumske metode kao što su AHP i ANP
(2) Metode rangiranja kao što je PROMETHEE
(3) Metode kompromisa kao što je TOPSIS i VIKOR
(4) Druge MCDM tehnike kao što je SMART [167]

- **Integrisani fuzzy i višekriterijumske metode**

Kahraman [122] primenio je fuzzy AHP kako bi odabrao najbolje dobavljače u jednoj turskoj proizvodnoj kompaniji. Donosioci odluka mogli su da navedu svoje želje vezane za važnost svakog pojedinačnog kriterijuma koji se procenjuje koristeći jezičke varijabile. Chan i Kumar [43] su takođe koristili fuzzy AHP za odabir dobavljača na sličan način koji je prethodno pomenut.

- **Integrisani fuzzy i MCM metoda kompromisa**

Chen [104] predstavio je hijerarhijski model zasnovan na teoriji fuzzy skupova kako bi rešio problem odabira dobavljača. Jezičke vrednosti korišćene su da se procene vrednosti i važnosti faktora koji su upotrebljavani za evaluaciju dobavljača. Ove jezičke vrednosti mogu se predstaviti u trapezoidnim ili triangularnim fuzzy brojevima. Predloženi model bio je u mogućnosti da obradi kako kvantitativne, tako i kvalitativne kriterijume.

- **Integrisane fuzzy i druge MCDM tehnike**

Kwong [144] integrisao je teoriju fuzzy skupova u SMART kako bi izvršio procenu dobavljača. Forme za procenu dobavljača prvo su korišćene da odrede vrednosti individualnih stavki za procenu, a onda su ocene unete u fuzzy ekspertni sistem za određivanje indeksa rangiranja dobavljača. Chou i Chang [145] primenili su fuzzy SMART pristup da ocene alternativne dobavljače u jednoj kompaniji za proizvodnju računarske opreme. Senzitivne analize su izvršene da se proceni uticaj promena koeficijenata rizika u smislu redosleda rangiranja dobavljača.

❖ **Integrisani fuzzy i primenjena funkcija kvaliteta**

Bevilacqua [135] primenili su QFD pristup za odabir dobavljača. Sistem kvaliteta je definisan kako bi se identifikovale karakteristike koje kupljeni proizvod treba da ima da bi zadovoljio zahteve kupca, a zatim da se identifikuju relevantni kriterijumi za procenu dobavljača. Važnost karakteristika proizvoda i važnosti relacija između njih i kriterijuma za procenu su objedinjene u fuzzy varijabilama. Konačno, potencijalni dobavljači su procenjeni u odnosu na ove kriterijume.

5.11.2. Integracija fuzzy i pristupa matematičkog programiranja

Trinaest (24,07%) od 54 ukupno prikupljena rada, formulisalo je problem odabira dobavljača primenjujući različite tipove modela matematičkog programiranja.

❖ **Integrisani fuzzy i linearno programiranje**

Guneri, imao je za cilj da prikaže integrisani fuzzy i pristup linearnog programiranja. Prvo, jezičke vrednosti izražene u trapezoidnim fuzzy brojevima primenjeni su da se procene važnosti i rejting kriterijuma za odabir dobavljača. Zatim, hijerarhijski model zasnovan na teoriji fuzzy skupova prikazuje se i fuzzy pozitivna i negativna idealna rešenja koriste se da se za svakog dobavljača izračuna koeficijent. Konačno, model linearnog programiranja zasnovan na koeficijentima dobavljača, budžetiranje nabavljača, kvalitet dobavljača i ograničenja kapaciteta razvijaju se, a količine za naručivanje pripisuju se svakom dobavljaču u skladu sa linearnim modelom programiranja [148].

Lin [127] se bavi sa više kriterijuma i prirodnom neizvesnošću pri proceni dobavljača. Njegova studija predlaže prihvatanje pristupa fuzzy analitičkog mrežnog procesa (FANP), prvo da se izvrši identifikacija najboljih dobavljača uzimajući u obzir efekte međuzavisnosti između izabranih kriterijuma i da se sprovedu konzistentne i neizvesne procene. FANP se zatim integriše sa fuzzy višeciljnim linearnim programiranjem (FMOLP) za izbor najboljih dobavljača kako bi se postiglo optimalno rangiranje dobavljača u skladu sa fuzzy uslovima.

❖ **Integrisani fuzzy i višekriterijumsko programiranje**

Tri veoma slična rada koje je objavio Amid:

1) Konstruisani fuzzy višeciljni model linearnog programiranja [155]
2) Fuzzy višeciljni mešoviti model linearnog programiranja [156]
3) Ponderisani max-min fuzzy model [157].

Sva tri naučna razmatraju integrisani pristup fuzzy set teorije i različitih ali veoma bliskih metoda i varijacija linearnog programiranja.

5.11.3. Integrisani fuzzy i statistički pristupi

Statističke analize sadrže neizvesnosti i nema mnogo naučnih radova koji koriste teoriju fuzzy skupova kao pristup za procenu i odabir dobavljača.

❖ **Integrisane fuzzy, AHP i klaster analize**

Bottani i Rizzi [159] razvili su integrisani pristup za odabir dobavljača. Ovaj pristup je integrisao klaster analize i fuzzy AHP kako bi se grupisale i rangirale alternative, te progresivno smanjio broj mogućih alternativa i izvršio izbor najpogodnijeg klastera. Fuzzy logika je takođe dovedena u vezu sa kvalitativnom prirodom procesa selekcije.

5.11.4. Integrisani fuzzy i pristupi veštačke inteligencije

Modeli zasnovani na veštačkoj inteligenciji u osnovi su podržani kompjuterskim sistemima koji se na jedan ili drugi način mogu postaviti od strane eksperta nabavke ili podacima iz prošlosti. Međutim, kompleksnost samog sistema zahteva primenu moćnih računarskih aplikacija za efikasno rešavanje problema.

Mada je samo nekoliko primera metoda veštačke inteligencije bilo primenjeno za problem odabira dobavljača u literaturi, važno je da se istraživanja nastave u ovom smeru jer postoje veliki potencijali. Jedan od prednosti metoda kao što su veštačke neuronske mreže (ANN) je taj da on ne zahteva formalizaciju procesa odlučivanja. U skladu sa tim, ANN može bolje da obradi kompleksne i neizvesne situacije nego što su to u mogućnosti da učine tradicionalne metode, jer su pristupi koji su zasnovani na veštačkoj inteligenciji dizajnirani da funkcionišu i liče na sisteme ljudskog rasuđivanja.

❖ **Integrisani fuzzy i GA**

Jain [162] predložili su pristup zasnovan na fuzzy metodi za procenu dobavljača. Autori tvrde da može da bude komplikovano čak i za eksperte da definišu kompletne skupove pravila za evaluaciju performansi dobavljača. GA je iz tog razloga integrisan da generiše brojna pravila iz skupa različitih pravila u skladu sa prirodom i tipom prioriteta vezanim za proizvode i atribute dobavljača.

❖ **Integrisani fuzzy i veštačke neuronske mreže**

Kuo [166], prikazao je rad koji je imao za cilj da razvije inteligenti sistem za donošenje odluka o odabiru dobavljača. Sistem mora biti sposoban da podrži kvantitativne i kvalitativne faktore, a sastavljen je od:

1) Skupa kvantitativnih podataka kao što su profit i produktivnost.
2) Skupa tačaka optimizacije zasnovan na fuzzy neuronskoj mreži koji stvara pravila za kvalitativne podatke.
3) Integracionog modela za odlučivanje koji integriše kvantitativne podatke i fuzzy odlučivanje u cilju dobijanja optimalnog rešenja.

5.11.5. Ostala manje primenjivana integrisana rešenja

Takođe, neki autori su imali drugi pristup ovoj problematici. Integrisali su različite metode za procenu dobavljača. Thereby, Ramanathan [168], Saen [169] i Sevkli [170] predstavili su integrisani AHP-DEA pristup; Perçin [171], Kull i Talluri [172] i Mendoza [173] predstavili su integrisani AHP-GP (*goal programming*) pristup; Mendoza i Ventura [174] predložili su integrisani AHP i mešoviti integralni nelinearni pristup; Weber [175] [176] i Talluri [177] koristili su integrisano DEA i višeciljno programiranje kako bi razvili novi metod; Seydel [178] primenili su integrisani DEA

i SMART model; Liao i Rittscher [179] formulisali su integrisani GA model i model višeciljnog programiranja.

5.12. Prednosti, nedostaci i ograničenja pristupa

Prethodno navedeni pristupi moraju se kritički analizirati i pokušati da se izvuku adekvatni zaključci. Kao što je ranije rečeno, DEA tehnika je najpopularnija individualno korišćena tehnika sa 30% u višekriterijumskom odlučivanju. Sa druge strane, postoje različiti integrisani pristupi za odabir dobavljača, a primećeno je da su integrisani AHP pristupi preovlađujući, što prikazuje i Tabela 10. Svi ovi, veoma popularni pristupi, uključujući i integrisane FST pristupe, imaju svoje prednosti, nedostatke i ograničenja.

5.12.1. Prednosti i nedostaci DEA pristupa

DEA privlači pažnju uglavnom zbog svoje robusnosti, što predstavlja naveću prednost u odnosu na druge pristupe. Međutim, postoje dva ograničenja DEA pristupa i oni se ogledaju kao nedostatak prilikom primene u realnim situacijama. Prvo, korisnici ove metode mogu biti zbunjeni ulaznim i izlaznim kriterijumima. Na primer, neki autori smatraju cenu/trošak izlaznim kriterijumom, dok ga drugi koriste kao ulazni kriterijum. Drugi problem je subjektivno definisanje važnosti kvalitativnih kriterijuma. Generalno, DEA model se koristi da izmeri relativne efikasnosti zasnovane samo na numeričkim podacima. Uzimajući u obzir da problem odabira dobavljača uključuje kako kvalitativne, tako i kvantitativne kriterijume, DEA je modifikovan i proširen sofisticiranim računarskim tehnikama kako bi bio u mogućnosti da obrađuje i kvalitativne podatke [147]. Dodatno, sada se može upotrebljavati i za stohastično merenje performansi i obrađuje neprecizne podatke. Sa druge strane, neki autori primenjuju skale sa pet ili sedam nivoa da rangiraju prioritete kvalitativnih kriterijuma, tako da se mogu pojaviti neke nekonzistentnosti zbog subjektivnih procena.

5.12.2. Prednosti i nedostaci AHP pristupa

Postoje različiti integrisani AHP pristupi za procenu dobavljača i oni su prilično zastupljeni. Integrisani pristupi zasnovani na AHP napredniji su od klasičnih AHP procesa. AHP se integriše sa drugim sofisticiranim računarskim tehnikama uključujući: teoriju fuzzy skupa, ciljno programiranje (GP), DEA, ANN i višeciljno programiranje (MOP). Komparativno, integrisani AHP-GP pristup je najpopularniji. Osnovni razlog za to je da individualne tehnike poseduju jedinstvene prednosti. Operacija verifikacije konzistentnosti AHP doprinosi u velikoj meri da se spreči nekonzistentnost jer ona deluje kao povratni mehanizam za donosioce odluka da ponovo preispitaju svoje procene. Zahvaljujući tome, njihove procene postaju konzistentne, a to je osnovni uslov za donošenje dobrih odluka. U svakom slučaju, rezultati AHP pristupa je relativan značaj važnosti kriterijuma i potkriterijuma. Kod problematike procene dobavljača, pored definisanja važnosti alternativnih dobavljača, donosioci odluka takođe treba da uzmu u obzir i ograničenja resursa. Zbog toga, GP može da kompenzuje nedostatke AHP. On može da obezbedi korisniju informaciju za donosioce odluka. Uzimajući u obzir prethodne analize, veruje se da postoje brojne prednosti za donosioce odluka ako se AHP i GP integrišu i koriste zajedno.

5.12.3. Prednosti i nedostaci fuzzy pristupa

Mali je broj naučnih radova koji koriste samo individualni fuzzy pristup za procenu i odabir dobavljača, ali to je zbog same prirode *fuzzy set theory* (FST). Postoje dva značajna ograničenja FST pristupa i oni se smatraju nedostatkom prilikom njegove primene u realnom okruženju. Prvo, pravila kombinovanja funkcija članova su poznata kao min-max pravilo za konjunktivno i disjunktivno rasuđivanje. Ova pravila vode ka zaključku da uopšte nisu robusna. Mnogi istraživači su predložili različita pravila kombinovanja konjuktivnih ili disjunktivnih klauzula: umesto uzimanja minimalnih ili maksimalnih funkcija članova, oni su uzimali aritmetičku ili geometrisku sredinu. To je moguće ako postoji dovoljna količina podataka, uslova i definisanja klasa od strane eksperata, da bi se sistem postavio tako da bira najbolje pravilo koje odgovara načinu rasuđivanja eksperta koji je izdradio klasifikaciju. Drugi nedostatak ovih pravila je da ona daju isti značaj svim faktorima koji se kombinuju.

Da bi se otklonio prethodno opisani nedostatak, primenjuju se integrisani FST pristupi. Prvi je integrisani FST pristup proširen sa klasičnim AHP kao što je: fuzzy prošireni AHP proces (FEAHP). FEAHP je efikasna alatka da obradi nejasne podatke i donese optimalnu odluku. Jezički nivo komparacija stvorenih od strane klijenata i eksperata za svaku komparaciju je korišćen u formi triangularnih ili trapezoidnih fuzzy brojeva u cilju stvaranja fuzzy komparacionih matrica.

Naredni integrisani fuzzy pristup koji je povoljan jeste kombinovanje FST i QFD, a treba da bude korišćen za strateški odabir dobavljača. Najznačajnija informacija koju daje QFD je nivo važnosti kriterijuma koji se procenjuje, a koji nastaje iz očekivanih ocena zahteva, zajedno sa važnostima veza između različitih zahteva i kriterijuma koji se procenjuju. Uopšteno, kako važnosti zahteva, tako i važnosti veza su definisane od strane donosioca odluka. To može rezultirati određenim nivoom nekonzistentnosti, pa time i da degradira kvalitet donesene odluke. Da se prevaziđe ovaj problem, QFD se koristi da bi se evaluacija učinila konzistentnom.

6. PREDLOG HIBRIDNOG MODELA ZA PROCENU DOBAVLJAČA

Dinamične promene na tržištu zahtevaju odabir poslovnih partnera koji su sposobni da prate i zadovolje potrebe kompanije, naročito uzimajući u obzir fenomen globalizacije i brzog tehnološkog razvoja, kao i sve veću konkurentnost preduzeća u mnogim branšama. U takvim uslovima kvalitetan i adekvatan odabir dobavljača postaje veoma značajan za uspeh kompanije. Stabilna strategija za odabir dobavljača sastoji se od tri ključne odluke:

- kriterijumi za kreiranje baze dobavljača,
- kriterijumi za odabir dobavljača i
- definisanje kvantiteta robe za kupovinu od svakog dobavljača.

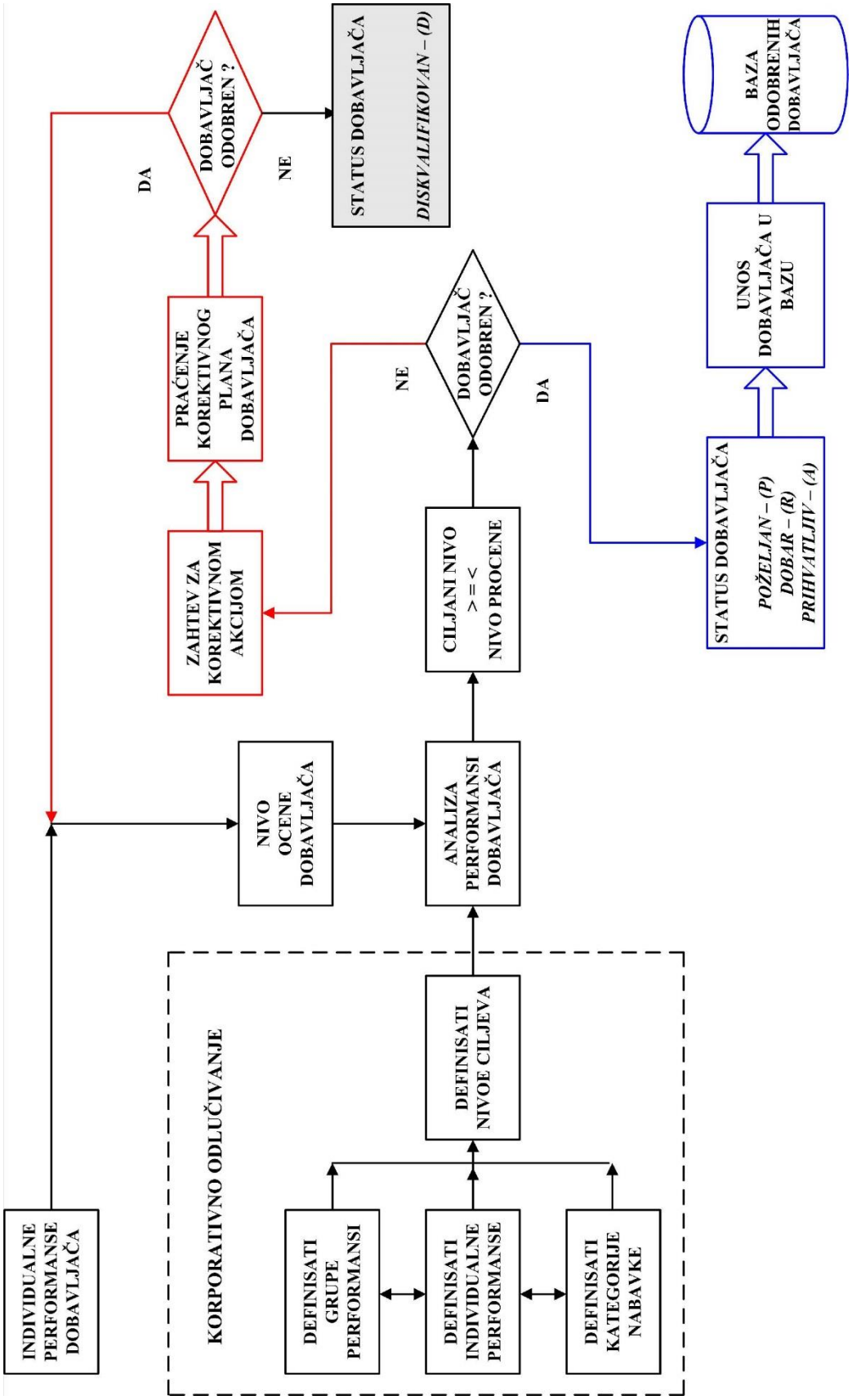
Dokazano je da aplikacije zasnovane na primeni tehnika veštačke inteligencije imaju dve osnovne prednosti. Prvo, njima se rešavaju nelinearni problemi za koje matematički modeli ne postoje ili nisu mogući. Drugo, u njima se koriste ljudska znanja kao što su opažanje, prepoznavanje, razumevanje, učenje i druge veštine u oblasti računarstva. Osnovna paradigma ovih rešenja su neuronsko računarstvo, fuzzy logika i evolutivno računarstvo poznato kao moćni alati za skoro sve teške i komplikovane probleme optimizacije.

Veoma popularni algoritmi za optimalizaciju, kao što su genetski algoritmi (GA) i *Particle Swarm* optimalizacija (PSO) uspesno se primenjuju za odabir dobavljača. Međutim, pored tih metoda neophodno je pomenuti *Harmony Search Algorithm* (HSA), koji predstavlja metaheuristički algoritam za optimizaciju, koji je inspirisan muzičkom improvizacijom i predstavlja sasvim novo polje za istraživanje u ovoj oblasti.

U nastavku će se predstaviti novi model procene i odabira dobavljača zasnovan na hibridnim evolutivnim algoritmima, koji se koristi u multinacionalnoj kompaniji Lames. Ova kompanija posluje u nekoliko zemalja, a između ostalog i u Srbiji. Lames je kompanija koja pripada automobilskoj industriji i koja proizvodi električne i manuelne podizače prozora. U lancu snabdevanja automobilske industrije pripada kategoriji direktnih dobavljača, odnosno Tear 1 dobavljača. Predloženi model za procenu i odabir direktnih dobavljača uključuje sofisticirane metode kao što su *Harmony search algorithm* (HSA) i genetski algoritam.

6.1. Procena i odabir dobavljača u Lames d.o.o.

Kao i u svakoj drugoj kompaniji u automobilskoj industriji, tako i u Lames d.o.o. proces procene i odabira dobavljača veoma je bitna procedura za opstanak i razvoj kompanije. Sam dijagram toka postupka za procenu i odabir dobavljača može se videti na sledećoj slici (**Slika 28**).



Slika 28: Dijagram toka za procenu i odabir dobavljača.

Prvi korak je definisanje kategorija nabavke, a sve je to naknadno raščlanjeno detaljnije u potkategorije. Drugi korak je definisanje grupa kriterijuma na osnovu kojih će se dobavljači ocenjivati. Svi kriterijumi su grupisani u zavisnosti od poslovnih aktivnosti na koje se odnose. Za svaku kategoriju nabavke definiše se poseban set kriterijuma, kao i ciljni nivo performansi koji treba da postigne dobavljač za svaki od tih kriterijuma.

Nakon ovih aktivnosti, proces procene i odabira dobavljača može da počne. Dobavljači se kontinuirano procenjuju, a svaki pojedinačni dobavljač procenjuje se najmanje jednom godišnje, što znači da je baza dobavljača promenljiva tokom vremena. Dobavljači su grupisani po kategorijama nabavke i svaki dobavljač se posebno ocenjuje u jednoj kategoriji. Zato je moguće da se jedan dobavljač oceni i više puta, ali u različitim kategorijama nabavke. Pri tome u jednom segmentu može biti odlično ocenjen, a u drugom lošije, ili čak da bude diskvalifikovan. Osoba zadužena za ocenu dobavljača, zasebno ocenjuje performanse za svaki pojedinačni kriterijum. Ove ocene dobavljača se upoređuju sa ciljnim nivoom za taj kriterijum. Nakon ocene svih pojedinačnih kriterijuma dobavljača dobija se ukupna performansa dobavljača u odnosu na ciljni nivo.

Ovaj poslovni model je dvodimenzionalan, odnosno ne upoređuje samo performanse dobavljača, već i okruženje u kome se posluje. U poslovnom svetu postoji niz ograničenja u stvarnosti koje ovaj model grupiše u četiri kategorije [180]:

Komericjalna ograničenja. Ova ograničenja uglavnom se odnose na tržišta sa veoma ograničenim brojem dobavljača. To je situacija kada imamo monopolski položaj dobavljača za određene proizvode ili usluge, ili ih ima sasvim mali broj, pa kompanija i nema baš mnogo izbora od kog dobavljača će da vrši nabavku.

Geografska ograničenja. Ovo je situacija kada na tržištu dobavljača ne postoji monopol, ali je geografska rasprostranjenost dobavljača takva da samo jedan ili dva dobavljača imaju sedište u bližoj okolini kompanije. Ukoliko je priroda robe koja se nabavlja takva da je u pitanju kabasta roba niže vrednosti koja ne trpi visoke troškove transporta, postoje realni uslovi za geografska ograničenja u snabdevanju. Ista situacija važi i za specifične vrste usluga, u kojima je faktor vreme veoma značajan, i kada se kompanije isključivo oslanjaju samo na dobavljače iz najužeg okruženja.

Pravna ograničenja. Postoje ukoliko kompanija ima određene obaveze prema dobavljaču, kao što je, na primer, dugoročni ugovor koji se mora poštovati.

Tehnička ograničenja. Tehnička ograničenja uglavnom se vezuju za opremu i nabavku rezervnih delova za nju od originalnih proizvođača te opreme. Ovo ograničenje je značajno i najčešće isključuje mogućnost nabavke potrebne robe od drugih dobavljača. Kako bi se izbegle zamke dobavljača za opremu, prilikom ugovaranja i kupovine iste, posebna pažnja treba da se obrati na uslove sa kojima će se kompanija sresti prilikom eksploatacije i održavanja te opreme.

Nakon definisanja performansi i ograničenja za svakog dobavljača dobija se konačna ocena dobavljača. Dobavljač može biti ocenjen u jednoj od četiri kategorije kao:

a) **poželjan** – (P),
b) **dobar** – (R),
c) **prihvatljiv** – (A) i
d) **diskvalifikovan** – (D).

Od dobavljača koji nije ostvario zadovoljavajuću ocenu, ocenjen je ocenom diskvalifikovan, može se zahtevati da pripremi plan i izvrši određene korektivne mere kako bi poboljšao svoje performanse. Takav dobavljač se posle izvesnog vremena ponovo ocenjuje, te je moguće da bude prihvaćen ukoliko su planirane korekcije dobavljačevih performansi urodile polodom, što je prikazano crvenog granom (Slika 28), koja predstavlja „Dijagram toka za procenu i odabir dobavljača" u kompaniji Lames d.o.o. Plavom bojom prikazana je grana aktivnosti dobavljača koji ispunjavaju uslove da se unesu u „Bazu odobrenih dobavljača".

6.2. Kategorije nabavke, grupe i individualne performanse

Grupacija Lames je poznata i tehnički napredna kompanija u svojoj branši, a to je proizvodnja električnih i manuelnih podizača prozora za automobile. Pored Italije, gde se nalazi centrala korporacije, Lames poseduje svoje fabrike u Brazilu, Kini i u Srbiji. Veoma uspešno posluje i ispunjava zahteve mnogim značajnim svetskim proizvođačima automobila.

Kompanija Lames d.o.o. definiše sledeće kategorije nabavke:

a) Repromaterijal
b) Industrijski proizvodi i potrošna roba
c) Industrijske usluge
d) Korisnosti
e) Transportne usluge
f) Opšta nabavka
g) Oprema
h) Ostalo

Kriterijumi za ocenu dobavljača su razvrstani u grupe koje su kreirane u zavisnosti od vrste poslovnih aktivnosti na koje se odnose, a to su:

1. Finansije
2. Logistika
3. Konkurentnost
4. Kvalitet
5. Usluga/Komercijala

Svaki parametar koji se ocenjuje rangiran je u tri novoa ocenama 1, 2 ili 3, a definiše se ciljni nivo performanse za svaki segment nabavke posebno. Ovo je potrebno jer značaj jedne performanse nije isti za dobavljače iz različitih segmenata nabavke. Drugim rečima, različita je važnost kriterijuma za dobavljače koji dobavljaju repromaterijal od onih koji dostavljaju kancelarijski materijal, ili vrše uslugu čišćenja poslovnog prostora. Ekranska forma u software aplikaciji za definisanje ovih parametara prikazana je na slici (**Slika 29**). Ciljni nivo performansi za svaku kategoriju nabavke je definisan zasebno. To je neophodno jer ciljni nivo jedne performanse ne mora da bude isti za dobavljače koji pripadaju različitim kategorijama. Drugim rečima, postoje razlike između ciljnih nivoa performansi za dobavljače od kojih nabavlja repromaterijal i za dobavljče od kojih se nabavlja kancelarijski materijal.

6.3. Empirijski model

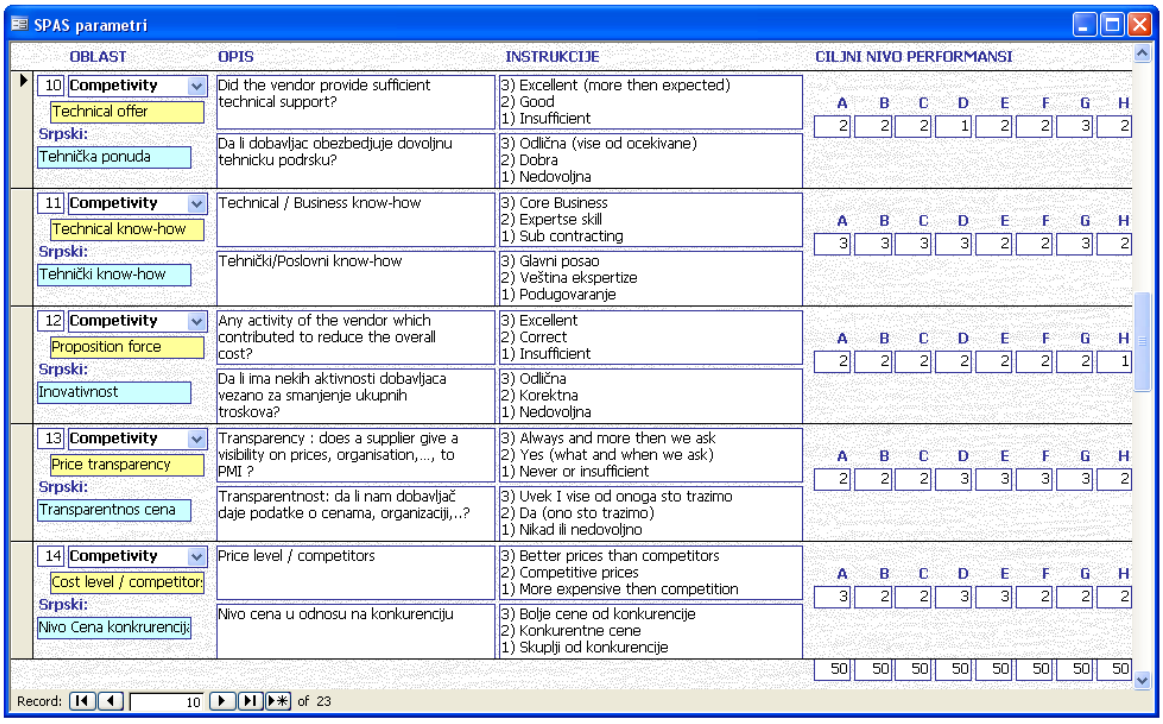
Stvarni model za ocenu dobavljača koji se primenjuje u Lames d.o.o. u ovom radu nazvaćemo „empirijski model". Ovaj model funkcioniše na sledeći način: za svako pitanje, odnosno kriterijum za ocenu dobavljača, odredi se ciljni nivo koji dobavljač treba da dosegne u svakoj kategoriji nabavke zasebno. Ovo se definiše za sva 24 kriterijuma, u pitanjima za ocenu dobavljača. Ciljni nivoi se definišu na skali od 1 do 3, tako da ukupan njihov zbir za 24 kriterijuma mora da bude 50 (25). Treba primetiti da je taj zbir manji od maksimalno moguće vrednosti 72 (24 kriterijuma x 3).

$$\sum_i \text{ciljni nivo } i = 50 \tag{25}$$

Prilikom ocene dobavljača definiše se za svakog dobavljača dosegnuti (trenutni, stvarni) nivo za svaki kriterijum i zatim se taj nivo upoređuje sa ciljnim nivoom. Za ova izračunavanja primenjuje se sledeća formula (26):

$$\%\ performansi = \sum_i (ciljni\ nivo_i * strvarni\ nivo_i) * \frac{2}{3} * 100 \tag{26}$$

Performanse koje se dobiju po ovom, empirijskom modelu, dobijaju se u opsegu vrednosti od 0% do 100%.



Slika 29: Parametri za ocenu dobavljača.

Slika 30 prikazuje ekransku formu na kojoj se vide svi prethodno navedeni elementi u oceni dobavljača, a Slika 31 prikazuje listu ocenjenih dobavljača..

97.207.DP/LOG-S SPOTId 197 Year: 2015 Comments ○ Engleski ◉ Srpski

Supplier HARCO d.o.o.

Segment Industrijski proizvodi i potrošna | Meeting list | New meeting

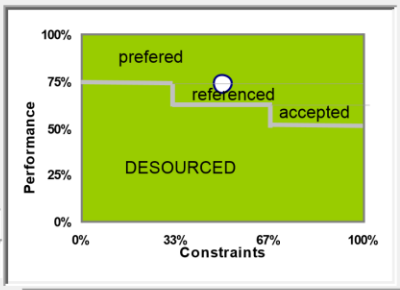
Family B08-Ulja i maziva | FamilyEPA 750.000

SupplierEPA 500.000 | SupplierFamilyEPA 500000

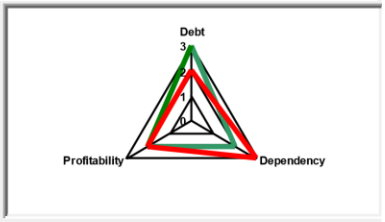
CONSTRAINTS: | AVG Constr 50,25%

Commercial: Medium | Geographical: Medium | Juridical: Low | Technical: High

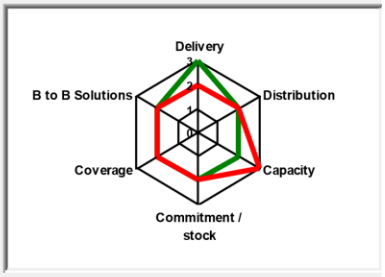
GeneralScore: Prefered | Performance Score 72,67%



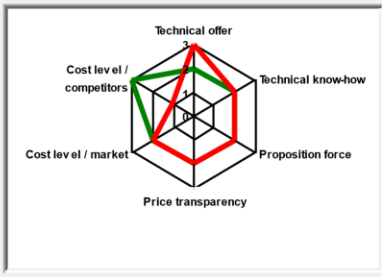
FINANCIAL		Target	Score
Dugovanja	Odnost dugovanja i imovine	3	2
Zavisnost	% obrta sa Lamesom prema ukupnom obrtu	2	3
Profitabilnost	Profit/Obrt	2	2



LOGISTIC		Target	Score
Isporuka	Poštovanje vremena isporuke	3	2
Distributivnost	Moguænost da se upravlja logistikom	2	2
Kapacitet	Kapacitet da ponudi traženu paletu proizvoda/usluga	2	3
Zalihe	Ponuda/raspoloživost na dobavljaèevim zalihama	2	2
Pokrivenost	Dobavljaèeva geografska pokrivenost	2	2
B-to-B rešenja	Sposobnost da primeni EDI ili B to B rešenja	2	2

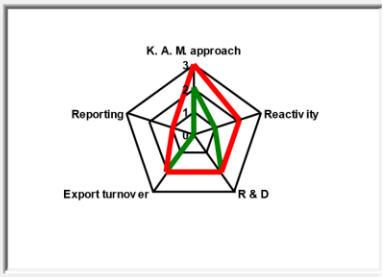


COMPETIVITY		Target	Score
Tehnièka ponuda	Upravljanje tehnièkim delom njegove ponude (trening, poseta fabrike, dokumentacija,...)	2	3
Tehnièki know-how	Tehnièki/Poslovni know-how	2	2
Inovativnost	Sposobnost davanja preporuka (u smislu poboljšanja procesa, inovativnost, novi proizvodi,	2	2
Transparentnos cena	Transparentnost: da li nam dobavljaè daje podatke o cenama, organizaciji,..?	2	2
Nivo cena/ tržište	Nivo troškova (globalni pristup troškovima) u predjenju sa tržištem	2	2
Nivo Cena konkrurencija	Nivo cena u odnosu na konkurenciju	3	1



QUALITY		Target	Score
Certifikat o kvalitetu	ISO certifikat, kontrola procesa ili drugi certifikati	3	2
Uskladjenost kvaliteta	Uskladjenost sa specifikacijama (sastav, velièina,...)	2	3
Korektivne akcije	Moguænost da primeni korektivne akcije (vezano za probleme sa kvalitetom)	2	3
Održivi razvoj	Postojanje dokumentacije o zaštiti na radu i ekologiji, poštovanje propisa, neimanje dece radnika,...	3	2

SERVICE/COMMERCIA		Target	Score
K.A.M pristup	Da li adekvatno funkcioniše K.A.M.?	2	3
Reaktivnost	Reaktivnost prema zahtevima (zahtev za predlogom, tehnièki problemi,...)	1	2
Istraživanje i razvoj	Postojanje odeljenja za istraživanje i razvoj i/ili odeljenje za planiranje dizajna	2	2
Izvoz	Procenat obrta od izvoza/Ukupan obrt	2	2
Izveštavanje	Izveštavanje	0	1

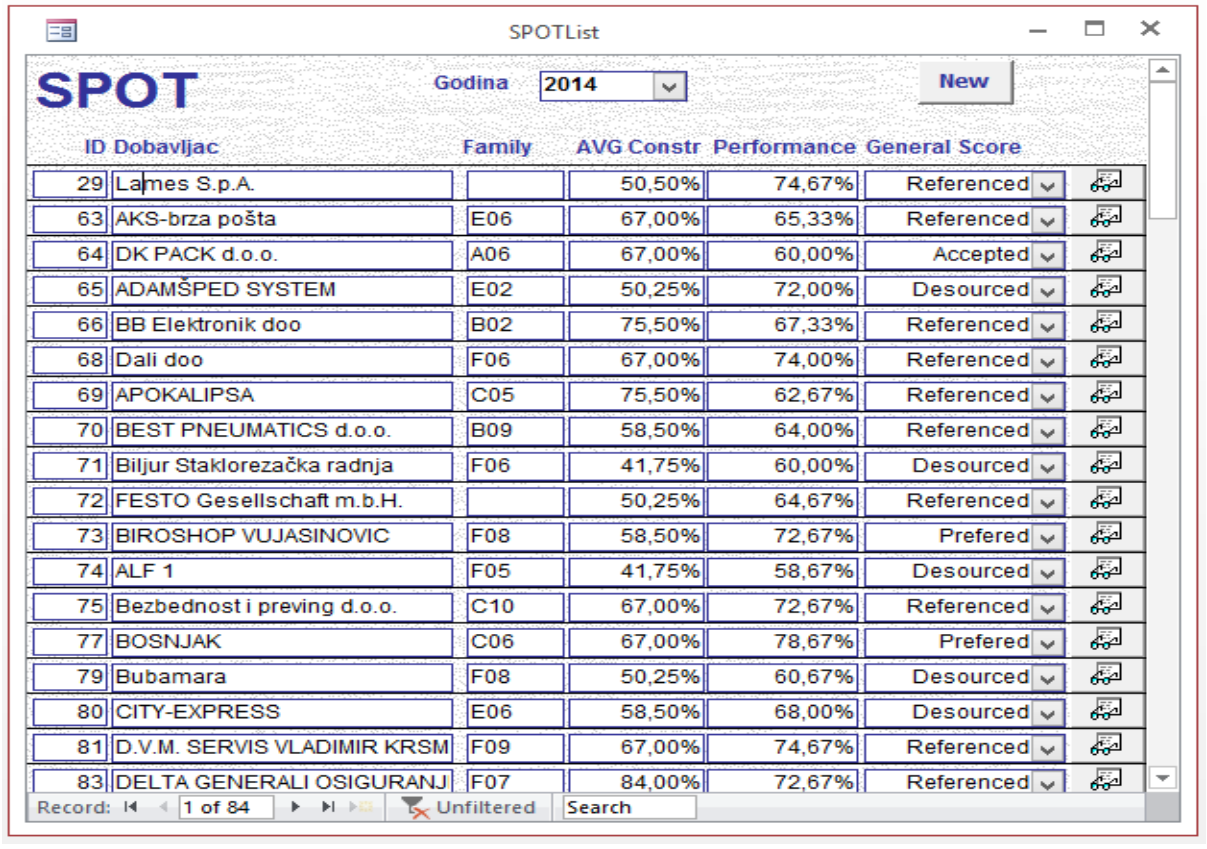


Slika 30: Ekranska forma za ocenu dobavljača.

Svaka grupa pitanja za ocenu performansi prikazana je mrežnim dijagramom na Slici 30, gde je zelenom bojom prikazan željeni nivo razvoja dobavljača, a crvenom bojom njegovo dosegnuto stvarno sadašnje stanje [180]. U grafičkom prikazu može lako da se vidi i analizira koje segmente dobavljač dalje treba da razvija i da poboljša. Pošto je poboljšanje performansi obostrana korist i interes, kako kompanije, tako i dobavljača, bar jednom godišnje organizuju se sastanci sa dobavljačem i analiziraju zapažanja iz međusobnog poslovanja iz prethodnog perioda. Dobra praksa je da se dobavljaču predoče dokumenti njegove ocene i da se za naredni period definišu ciljevi i akcije za njihovo poboljšanje.

U gornjem desnom uglu dokumenta za ocenu dobavljača nalazi se finalni grafikon njegove ocene. X-osa predstavlja performanse dobavljača u procentima, a Y-osa, takođe procentualno, predstavlja tržišna ograničenja. Bela tačka na grafikonu je krajnja ocena dobavljača, odnosno mesto gde se plasirao uzimajući u obzir obe ove dimenzije.

Iz grafikona je vidljivo da je veća tolerancija prihvatanja dobavljača ukoliko su ograničenja veća i obrnuto.



Slika 31: Lista ocenjenih dobavljača po segmentima nabavke i nabavljačima.

Naravno, zbog potrebe dvojezičnog pristupa u multinacionalnim kompanijama, dokument ocene moguće je izraditi kako na lokalnom, srpskom jeziku, tako i na engleskom kao jeziku kompanije.

6.4. Model merenja performansi koristeći genetski algoritam

U ovom delu predstavljeno je prethodno istraživanje koje je u detaljima prikazano u [181]. Kao što je moguće videti, ukupne performanse dobavljača mogu biti niže, jednake ili više nego prethodno definisane ciljne vrednosti. Ako je procenjeni stvarni nivo performansi dobavljača niži nego postavljeni ciljni nivo za neki kriterijum, to znači da dobavljač još nije zadovoljio zahteve kompanije. Ako je stvarni nivo dobavljača jednak ili viši od zahtevanog nivoa, onda je stvarni nivo dobavljača zadovoljavajući za kompaniju.

Predloženi genetski algoritam modela ograničenja zasnovan je na ograničenim vrednostima performansi ocene dobavljača u odnosu na ciljni nivo performansi. Ovo ograničava performanse dobavljača jer se ne zahteva da dobavljač premaši zahtevani (ciljni) nivo performansi određenog kriterijuma za ocenu. Predloženi model izračunava površinu vrednosti performansi koje su manje ili jednake ciljnim vrednostima sa jedne strane, a sa druge strane, za izračunavanje uzima u obzir ciljne vrednosti ako su stvarne vrednosti nivoa performansi ocenjivanog dobavljača jednake ili više od zahtevanih ciljnih. Prilikom ocene dobavljača ciljne vrednosti i stvarne vrednosti predstavljaju varijabile u algoritmu za optimalizaciju.

Na slici (Slika 30) jasno su prikazani različiti geometrijski oblici koji grade grupe kriterijuma, te se može primetiti:

a) **Trougao** – Finansije

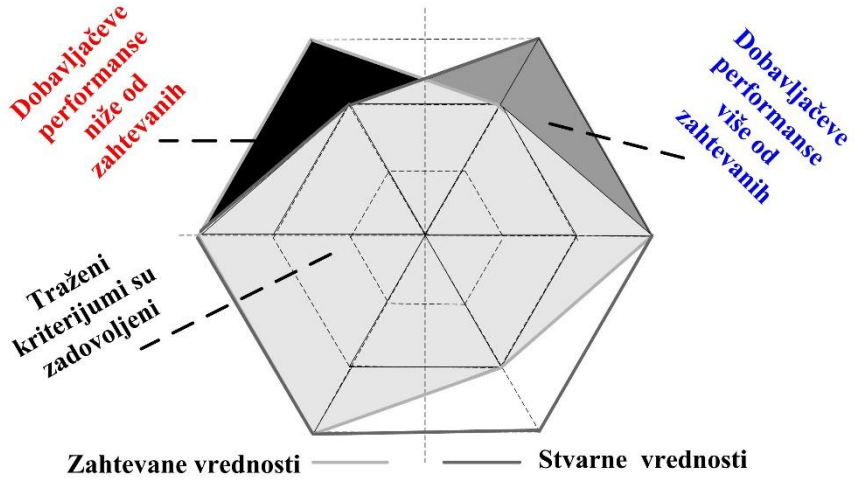
b) **Kvadrat** – Kvalitet

c) **Petougao** – Usluga/Komercijala

d) **Šestougao** – Logistika, Konkurentnost.

Jedan takav primer, šestougaonika kao najsloženije figure performanse dobavljača, ciljnih nivoa performansi i ograničene površine prikazane su na slici (Slika 32). U skladu sa prethodno rečenim, svetlosiva boja ograničene površine prikazuje da je traženi kriterijum zadovoljen, siva površina pokazuje mesta gde su dobavljačeve performanse više od zahtevanih, a crna površina pokazuje gde su ciljne performanse više nego dobavljačeve performanse. Ovakva grafička interpretacija rezultata ocene dobavljača inspirisala je budući razvoj sistema, i činjenice da, sa jedne strane, postoje ciljne vrednosti kriterijuma koji naručilac zahteva od dobavljača, a sa druge strane, ocene koji stepen kriterijuma zadovoljava dobavljač.

Uzimajući u obzir da je neophodno da se utvrde maksimalno i minimalno ograničene površine, korišćen je opšti genetski algoritam i operatori GA *crossover i mutation,* kako je prikazano u pseudokodu na slici (Slika 33). Predloženi GA model ograničenih vrednosti performansi maksimalizuje posmatrane ograničene površine. Predloženi GA model ograničenja vrednosti performansi maksimalizuje posmatrane površine. Takođe, ocena minimalnih vrednosti posmatrane površine može se izvršiti koristeći GA model ograničenja vrednosti performansi na isti način.



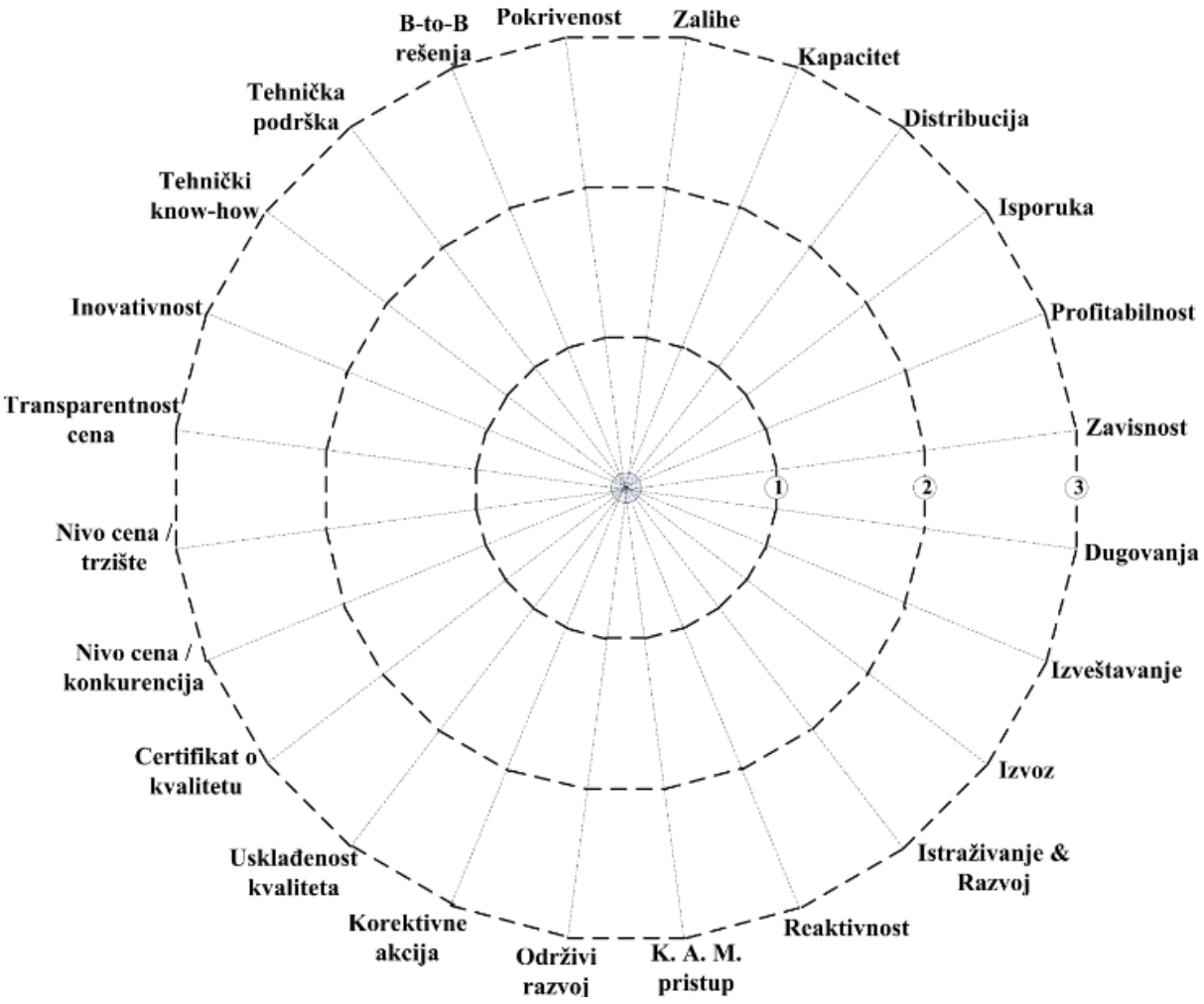
Slika 32: Individualne performanse dobavljača, ciljni nivoi performansi i ograničene površine.

Na ovaj način procena maksimalne i minimalne površine je time kompletirana, eliminišući mogućnost subjektivnosti pozicioniranja performansi ili grupa performansi.

	Algoritam 1: Genetski algoritam – pseudokod
1:	Izabrati inicijalnu slučajno odabranu populaciju
2:	Proceniti podobnost pojedinaca u populaciji
3:	**repeat**
4:	Izabrati najbolje pojedince koji će se koristiti sa genetskim operatorima
5:	Stvoriti nove pojedince pomoću *crossover* i *mutation*
6:	Proceniti podobnost novih pojedinaca
7:	Zamenite „*najlošije*" pojedince populacije sa najboljim iz nove populacije
8:	**until** dok neki *stop* kriterijum nije zadovoljen

Slika 33: Pseudokod genetskog algoritma.

Algoritam za optimalizaciju traga za najboljim rešenjem, za maksimalnom površinom ograničenom definisanim ciljnim vrednostima i stvarnim vrednostima performansi dobavljača. Dvadeset četiri vertikale prikazanog poligona sortirane su da maksimalizuju dobijenu površinu. Ovaj model zasnovan na genetskom algoritmu (GA) posmatra obuhvaćenu površinu dvadesetčetvorougaonika vrednosti ostvarenih ocena dobavljača po svakom kriterijumu. Na ovaj način, dobijena je procenjena maksimalna površina, a eleminisana je subjektivnost pozicioniranja individualnih performansi dobavljača. Osnovna geometrijska struktura u ovom istraživanju, prikazana je na slici (Slika 34).



Slika 34*:* Osnovna geometrijska struktura.

Ovakav način zaključivanja klasifikuje se kao empirijski model višekriterijumskog donošenja odluka, a tipično se koristi kao modifikovani *Scoring* model za ocenu i odabir dobavljača koji će biti uključeni u jedinstvenu bazu dobavljača.

6.5. Eksperimentalni rezultati GA

Eksperimentalni rezultati pokazuju minimalne i maksimalne vrednosti procene performansi dobavljača. Model zasnovan na genetskom algoritmu (GA) posmatra obuhvaćenu površinu dvadesetčetvorougaonika vrednosti ostvarenih ocena dobavljača po svakom kriterijumu. Svako teme dvadesetčetvorougaonika predstavlja jednu od ocena dobavljača. Pozicija nekog kriterijuma nije unapred određena tako da postoji veoma velik broj različitih 24-ugaonika koji mogu biti formirani. Cilj ovog modela je maksimiziranje površine posmatranog 24-ugaonik u saglasnosti sa ostvarenim ocenama dobavljača. Sada se mogu definisati dva odvojena modela: 1) GA model (a) ostvarenih vrednosti dozvoljava samo ostvarene ocene; 2) GA model (b) koji ograničava ostvarene ocene dobavljača na ocene koje su ograničene ciljanim vrednostima za kriterijume.

Tabela 11 prikazuje samo neke od eksperimentalnih rezultata, ali u svakom slučaju, neki veoma važni zaključci mogu da se uoče. Eksperimentalni rezultati dobijeni pomoću „GA modela ograničenih vrednosti" prikazani su i upoređivani uzimajući u obzir empirijsku metodu koja je korišćena u prethodnom istraživanju. Prikazano poređenje pokazuje da su vrednosti dobijene procenom dobavljača pomoću GA modela (b) u većem broju slučajeva više nego one dobijene empirijskim metodom.

Tabela 11: *Eksperimentalni rezultati: Empirijski model, površine bez ograničenja, GA model ograničenih vrednosti.*

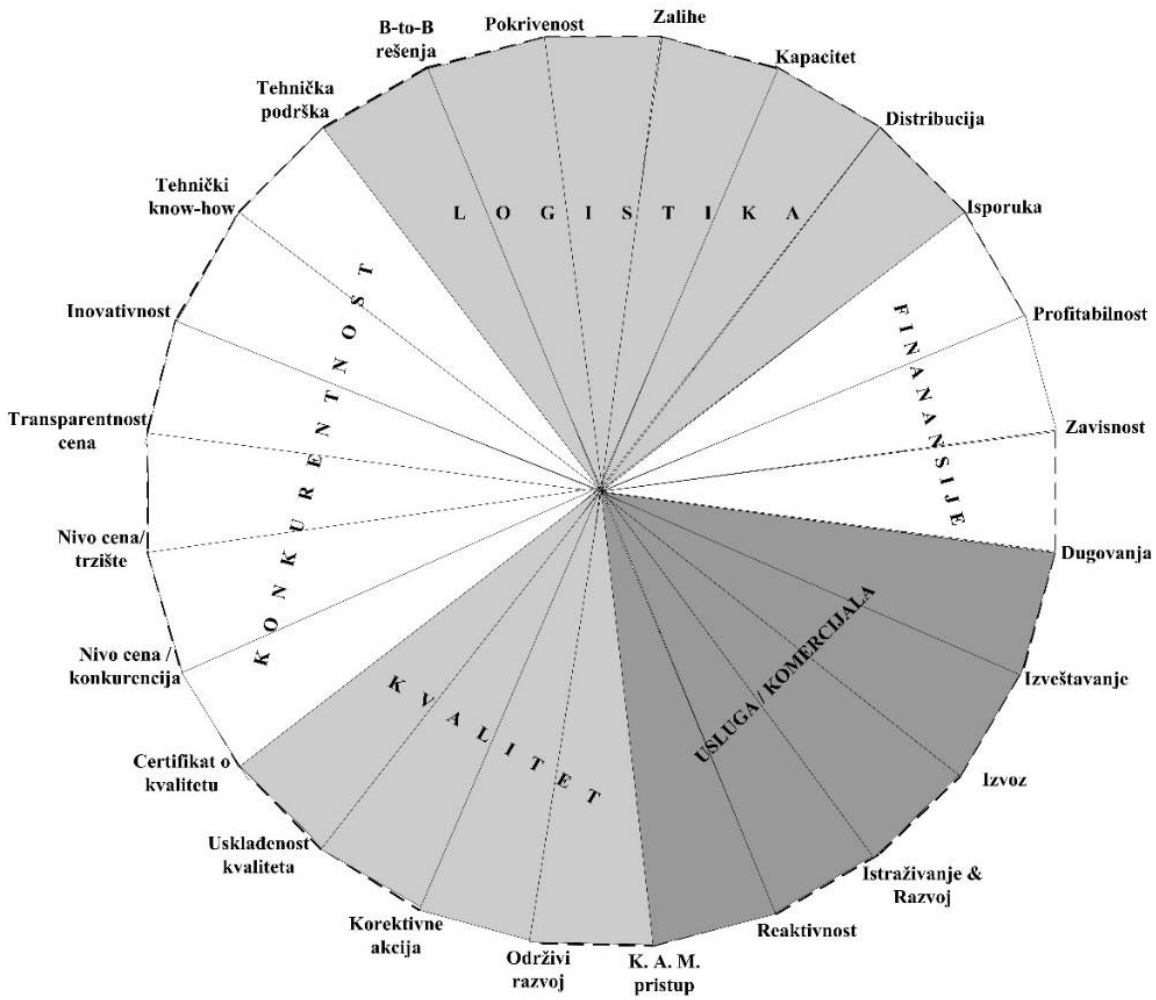
Kompanija	**Godina**	**Empirijski model**	**GA model (a)**	**GA model (b)**	**Razlika GA (b) -Empirijski**
AB SOFT Ltd.	2006	70,00 %	97,20 %	75,70 %	5,70 %
AdamŠped Sys.	2010	74,67 %	108,33 %	88,89 %	14,22 %
Lames Ltd.	2010	82,00 %	130,84 %	87,85 %	5,58 %
Staklo Enterijer	2011	82,00 %	130,84 %	75,70 %	- 6,3 %
Belem	2011	84,00 %	151,46 %	97,09 %	13,09 %
Elab	2012	78,67 %	121,36 %	72,82 %	- 5,85 %
Ninagro	2012	77,33 %	117,82 %	74,26 %	- 3,07 %
Prosečna greška					**3,34 %**

Ova činjenica govori u prilog tome da je GA model (b) nešto manje strog u odnosu na empirijski model, u proseku 3,34 %, što najverovatnije reflektuje stroge tržišne uslove u turbuletnom poslovnom okruženju na mnogo bolji način. Rezultati dobijeni ovom metodom stvaraju mogućnost prihvatanja većeg broja dobavljača i njihovog uvrštavanja u listu odobrenih dobavljača.

6.6. Model slaganja površina

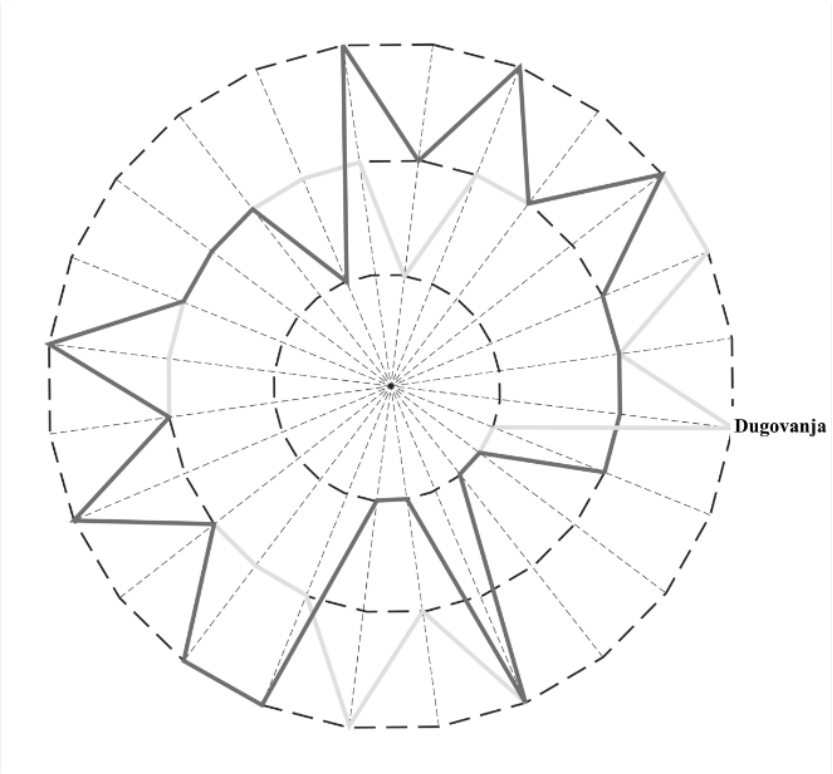
Kao što je već ranije rečeno, grafičkim prezentovanjem rezultata može se uočiti da se više pitanja, odnosno kriterijuma, nalazi u jednoj grupi: tri kriterijuma u finansijskoj grupi, četiri kriterijuma u grupi za kvalitet, pet kriterijuma u grupi usluga/komercijale i po šest kriterijuma u grupama logistika i konkurentnost. Na ovaj način grafički prikaz rezultata ima 5 različitih površina, kao što je prikazano na slici (Slika 35)

Maksimalna površina može se posmatrati u odnosu na različite površine i to se može nazvati modelom poređanih površina. Jedan ovakav primer, zajedno sa stvarnim i ciljnim performansama dobavljača i ograničenim površinama u predloženom modelu, prikazan je grafički (Slika 35).

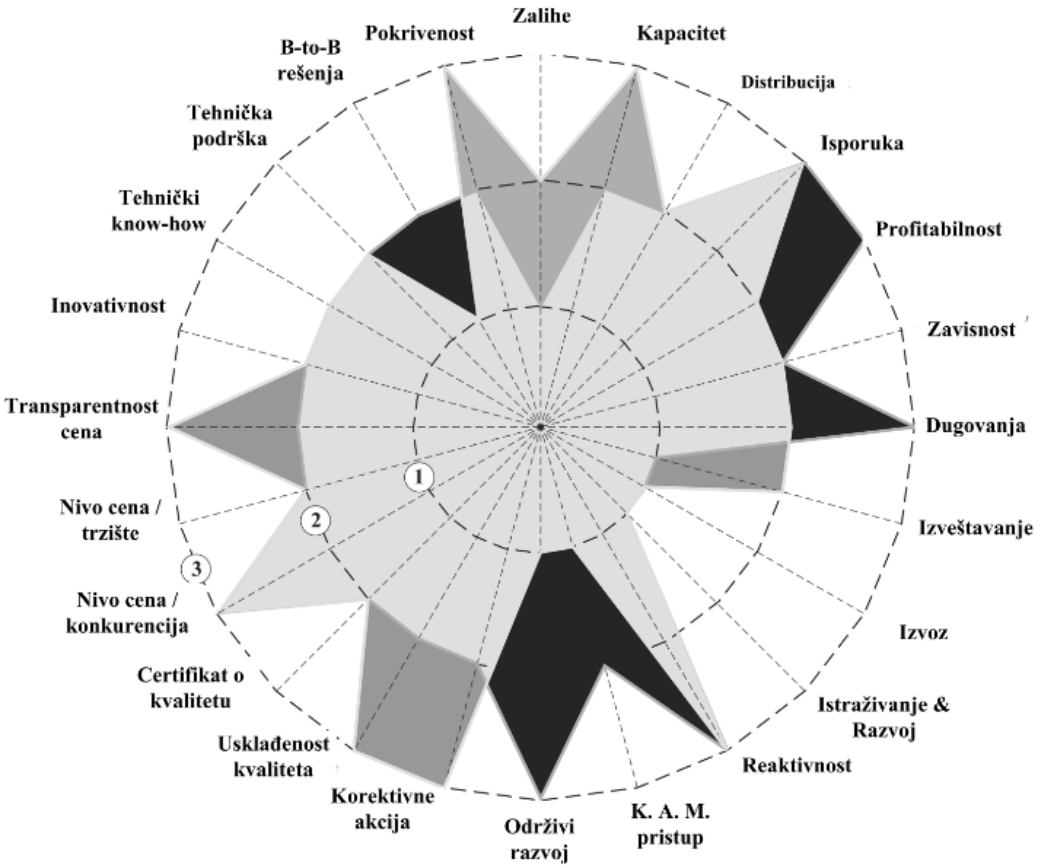


Slika 35: Grafički prikaz površina.

Povezujući, sa jedne strane, redosled posmatranih površina grupe kriterijuma, a sa druge strane, redosled pojavljivanja kriterijuma, koji formiraju posmatrani 24-ugaonik i maksimiziranje posmatrane površine, algoritam za optimalizaciju traga za najboljim rešenjem, za maksimalnom površinom ograničenom definisanim ciljnim vrednostima i stvarnim vrednostima performansi dobavljača i redosledom posmatranih površina grupe kriterijuma. Na ovaj način, dobijena je procenjena maksimalna površina, a u potpunosti eleminisana je subjektivnost pozicioniranja individualnih performansi dobavljača i subjektivnost pozicioniranja grupe kriterijuma performansi dobavljača.



Slika 36: Ciljni i stvarni nivoi ocene dobavljača.



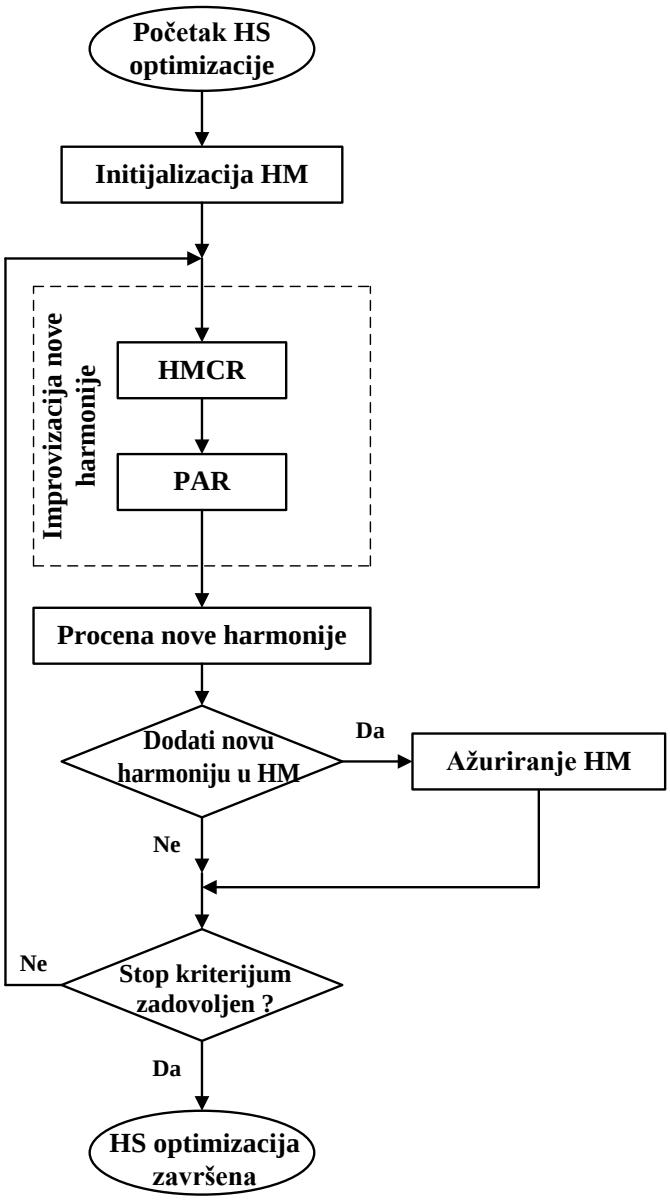
Slika 37: Stvarni i ciljni nivoi performansi dobavljača, ograničeni ciljni nivoi i definisana ograničena površina.

U skladu sa prethodno rečenim, svetlosiva boja ograničenih površina prikazuje da je ciljni nivo dosegnut, siva prikazuje slučajeve gde su stvarne performanse dobavljača više nego ciljne, a crna površina prikazuje gde je stvarna performansa dobavljača ispod očekivane (ciljne) vrednosti (**Slika 37**).

6.7. Harmonijski model ograničenih vrednosti performansi

Cilj ovog istraživanja je da se pronađe najbolje rešenje i maksimalizuje ograničena površina dobavljača uzimajući u obzir sledeće:

- prethodno definisane uslove između stvarnih i ciljnih vrednosti procene;
- redosled vertikala pojedinačnih kriterijuma može biti slučajan;
- redosled površina određenim grupama performansi može biti slučajan.



Slika 38: Dijagram toka harmonijskog algoritma za pretragu *[182]*.

Novi predloženi hibridni model uključuje dve različite tehnike veštačke inteligencije. Prvo, korišćeni su genetski algoritam i drugo, harmonijski algoritam za pretraživanje, koji pripada grupi metaheurističkih algoritama zasnovanih na generisanju populacije.

Ovaj problem je razložen i rešen u dva koraka. U prvoj fazi, grupna površina dobavljača će se, uzimajući u analizu svih 5 grupa, maksimalizovati: finansije, logistika, konkurentnost, kvalitet i usluga/komercijala. Koristiće se dobre strane genetskog algoritma za izračunavanje ograničenih vrednosti, u dugoj fazi, površine će se maksimalizovati uzimajući u obzir poziciju i redosled svake površine od 5 grupa performansi prikazanih na prethodnom poligonu. U toj fazi će se dodati i novi metaheuristički algoritam, imitirajući improvizaciju muzičara. On se naziva harmonijski algoritam za pretraživanje.

❖ Harmonijski algoritam za pretraživanje

Harmonijski algoritam za pretragu (HS) relativno je novi populaciono zasnovani metaheuristički algoritam koji je ostvario zapažene rezultate u polju kombinatorne optimalizacije [182]. On imitira ponašanje muzičog orkestra prilikom izvođenja kompozicije. HS sadrži skup rešenja u takozvanoj memoriji harmonije (HM). Procena optimalnog rešenja je arhivirana u svakoj iteraciji primenjujući skup parametara optimizacije u HM koji proizvodi novi vektor harmonije svaki put.

Dijagram toka HS algoritma prikazuje Slika 38, koji se može sumirati četiri koraka:

1. HM inicijalizacija.
2. Improvizacija nove harmonije.
3. Unos nove generisane harmonije u HM koja dovodi do toga da se poboljšava usklađenost u odnosu na prethodni nivo usklađenosti u HM.
4. Povratak na korak 2 sve dok se uslov za prekid algoritma ne zadovolji.

Kao što je prikazano (Slika 38 i Slika 39), ovaj algoritam je upravljan i kontrolisan od strane dva parametra, koji se sekvencijalno primenjuju kako bi se stvorio novi skup prihvatljivih rešenja. Parametri koji se koriste u procesu generisanja novih rešenja nazvani su HMCR (Harmony Memory Considering Rate) i PAR (Pitch Adjusting Rate).

1. HMCR ∈ [0, 1] predstavlja verovatnoću da nova vrednost nekog slučaja bude jednaka vrednosti istog slučaja u svim preostalim rešenjima.
2. PAR ∈ [0, 1] predstavlja verovatnoću da nova vrednost x_{new} za dati slučaj vrednosti x se dobija dodavanjem male slučajne vrednosti na postojeću staru vrednost x_{old}. Znači: $x_{new} = x_{old} + \omega_x \bullet \varepsilon$

ω_x predstavlja širinu opsega visine tona, dok je ε slučajan broj koji je nastao iz uniformne raspodele u granicama [–1, 1]. Mala vrednost PAR i mala vrednost ω_x može ograničiti unošenje raznolikosti u malom prostoru pretraživanja nove vrednosti visine tona, i samim tim smanjiti stepen konvergencije celog algoritma. S druge strane, velika vrednost PAR i mala vrednost ω_x može izazvati da algoritam nepotrebno izađe iz područja koje je potencijalno blizu optimalnog rešenja.

Pseudokod harmonijskog algoritma za pretragu prikazan je na slici (**Slika 39**).

Algoritam 2: Harmoni Search Algoritam – pseudokod

1: Definisati fukciju cilja $f(\boldsymbol{x}), \boldsymbol{x}=(x_1, x_2, \ldots, x_d)^T$

2: Definisati veličinu HM *accepting rate* (r_{accept})

3: Definisati promenljivu *PAR* i ostale parametre

4: Generisati HM sa slučajnim harmonijama

5: **while** ($t <$ *max broj iteracija*)

6: **while** ($i \leq$ *broj promenljive*)

7: **if** ($rand < r_{accept}$), Odabrati vrednost iz HM za promenljivu *i*

8: **if** (*rand* < *PAR*), podesiti vrednost dodavanjem male vrednosti ε

9: **end if**

10: **else** Odabrati slučajnu vrednost

11: **end if**

12: **end while**

13: Prihvatiti novu harmoniju-rešenje ako je ***bolje***

14: **end while**

15: Prihvatiti sadašnje rešenje kao ***najbolje***

Slika 39: Pseudokod harmonijskog algoritma za pretragu *[182]*.

Parametri HMCR, PAR i Harmony Memory Size (HMS) su oni od kojih zavisi brzina konvergencije i tačnost HSA. U različitim istraživanjima korišćene su različite vrednosti ovih parametara, ali u najvećem broju istraživanja vrednost parametra je HMCR = 0,1~0,5 a vrednost parametra PAR = 0,7 ~ 0,95.

6.8. Eksperimentalni rezultati hibridnog HSA & GA

Eksperimentalni rezultati pokazuju minimum i maksimum vrednosti performansi procene i odabira dobavljača i njihov status: poželjan, dobar, prihvatljiv i diskvalifikovan. Dalje, ovo istraživanje prikazuje da nove hibridne HSA & GA vrednosti ograničenog modela su malo više restriktivnije u poređenju sa GA vrednostima ograničenog modela.

Prikazani rezultati pokazuju da vrednosti procene HSA & GA modela su malo niže nego GA model (b) vrednosti kompanija koje su lošije pozicionirane. To se može videti na primeru sledećih kompanija: Manzan98 OC, DAJAS, SRBOEXPORT. Dalje, kada se upoređuje

hibridni HSA & GA model i GA model, može se primetiti da postoji neznatno smanjenje pri proceni firme Telegroup, kao i da postoji značajnije smanjenje pozicije od „poželjnog" ka „dobrom" dobavljaču.

Tabela 12: Eksperimentalni rezultati: Empirijski model, GA model (a) površina bez ograničenja, GA model (b) vrednosti sa ograničenjima, hibridni HSA & GA, Razlika HSA & GA – Empirijski model.

No	Godina	Kompanija	Empirijski model	GA model (a)	GA model (b)	Hibridni HSA & GA	Razlika HSA&GA - EM
			% performansi dobavljača				
1	2012	DK PACK d.o.o.	68.66% (P)	111,65 %	70,58 %	69,40% (R)	+0,74
2	2012	Manzan 98 OC	46,66% (D)	44,66 %	40,19 %	39,52% (D)	-7,14
3	2012	Elab	80,00% (P)	126,73 %	84,15 %	82,94% (P)	+2,94
4	2012	Ninagro	83,33% (P)	145,63 %	86,27 %	84,83% (P)	+1,50
5	2012	Staklo enterijeri	80,66% (P)	122,11 %	92,30 %	91,21% (P)	+10,55
6	2012	Belem	73,33% (P)	101,90 %	77,88 %	76,60% (P)	+3,27
7	2012	Adamšped system	70,00% (P)	89,32 %	74,50 %	72,91% (R)	+2,91
8	2012	Tele group	76,66% (P)	112,74 %	96,07 %	94,92% (P)	+18,26
9	2012	SIRMIUM PAPIR	81,33% (P)	131,73 %	79,80 %	78,86% (P)	-2,47
10	2012	Lames S.p.A.	81.33% (P)	150.46 %	75,47 %	74,59% (R)	-6,74
11	2013	INTER-HERMES	81,33% (P)	134,95 %	84,31 %	82,90% (P)	+1,57
12	2013	INSTITUT IMS	84,67% (P)	140,59 %	90,09 %	88,80% (P)	+4,13
13	2013	ALBO	82,00% (P)	129,80 %	92,30 %	91,21% (P)	+9,21
14	2013	StandardŠped	75,33% (P)	105,82 %	90,19 %	88,26% (P)	+12,93
15	2013	ALCO	75,33% (P)	116,50 %	79,41 %	78,08% (P)	+2,75
16	2013	FLEXIMA	72,66% (D)	109,70 %	75,49 %	74,22% (R)	+1,56
17	2013	AUTO LL Logist	74,00% (R)	106,79 %	80,39 %	78,67% (P)	+4,67
18	2013	PAPIR DOO	80,00% (P)	133,98 %	86,27 %	84,83% (P)	+4,83
19	2013	Elektro nedex	68,00% (R)	89,71 %	67,92 %	67,13% (R)	-0,87
20	2013	Merkator-S	88,66% (P)	158,25 %	98,03 %	96,39% (P)	+7,73
21	2013	TEHNOLIFT	79,33% (P)	110,57 %	81,73 %	80,02% (P)	+0,69
22	2013	DAJAS	57,33% (D)	66,99 %	56,86 %	55,91% (D)	-1,42
23	2013	SRBOEXPORT	50,66% (D)	49,51 %	44,11 %	43,17% (D)	-7,49
24	2013	YONEX d.o.o.	77,33% (P)	123,30 %	82,35 %	80,97% (P)	+3,64
25	2013	HARCO d.o.o.	84,66% (P)	146,60 %	88,23 %	86,75% (P)	+2,09
26	2013	DK PACK d.o.o.	76,66% (P)	126,21 %	84,31 %	82,90% (P)	+6,24
27	2013	Alatnica Vuletić	78,66% (P)	113,08 %	85,84 %	84,85% (P)	+6,19
28	2013	FESTO Gesellscha	68,66% (R)	84,11 %	76,41 %	75,52% (R)	+6,86
29	2013	Fromm pakovanje	80,66% (P)	127,18 %	93,13 %	91,57% (P)	+10,91
30	2013	Ninagro	56,00% (D)	59,22 %	54,90 %	53,98% (D)	-2,02

No	Godina	Kompanija	Empirijski model	GA model (a)	GA model (b)	Hibridni HSA & GA	Razlika HSA&GA - EM
			% performansi dobavljača				
31	2013	MIS COMERC	86,66% (P)	155,33 %	90,19 %	88,68% (P)	+2,02
32	2013	Mitroprevoz	84,66% (P)	130,09 %	95,09 %	93,06% (P)	+8,40
33	2013	Medigo M	74,66% (P)	113,46 %	77,88 %	76,96% (P)	+2,30
34	2013	Spektar MB	82,00% (P)	137,50 %	86,53 %	85,51% (P)	+3,51
35	2013	Transport Pro Tea	82,00% (P)	132,03 %	80,39 %	78,67% (P)	-3,33
36	2013	RECA	76,00% (P)	108,41 %	83,96 %	82,98% (P)	+6,98
37	2013	HAHN KOLB	78,00% (P)	119,41 %	83,33 %	81,93% (P)	+3,93
38	2013	Heli Viljuskari	83,33% (P)	125,00 %	85,57 %	83,79% (P)	+0,46
39	2013	Dali d.o.o.	84,00% (P)	130,76 %	94,23 %	93,11% (P)	+9,11
40	2013	Adamšped system	64,00% (P)	72,81 %	63,72 %	62,36% (R)	-1,64
41	2013	Elektromaterijal	76,66% (P)	107,47 %	83,01 %	82,05% (P)	+5,39
42	2013	Tele group	72,00% (R)	100,00 %	84,61 %	83,61% (P)	+11,61
43	2013	SIRMIUM PAPIR	52,00% (D)	55,76 %	55,76 %	55,11% (D)	+3,11
44	2013	Varmeđa	87,33% (P)	139,25 %	99,05 %	97,90% (P)	+10,57
45	2013	Metalobox YU	76,00% (P)	115,68 %	82,35 %	81,36% (P)	+5,36
46	2013	GARFILD doo	74,00% (P)	115,38 %	69,23 %	68,41% (R)	-5,59
47	2013	Biroshop Vujasin,	79,33% (P)	123,07 %	84,61 %	83,61% (P)	+4,28
48	2013	Agencija za zaštitu	77,33% (P)	122,11 %	86,53 %	85,51% (P)	+8,18
49	2013	PAKO	66,00% (R)	93,26 %	70,19 %	69,36% (R)	+3,36
50	2013	MD Golf	74,66% (P)	114,56 %	82,35 %	80,97% (P)	+6,31
51	2013	Metalija TR	79,33% (P)	119,62 %	91,50 %	90,44% (P)	+11,11
52	2013	Lames S.p.A.	78,66% (P)	128,03 %	78,30 %	77,39% (P)	-1,27
Poželjan – (P)		**Dobar – (R)**		**Prihvatljiv – (A)**		**Diskvalifikovan – (D)**	

Sa druge strane, upoređenjem HSA & GA modela i vrednosti GA ograničenog modela (b) bolje pozicioniranih kompanija, odnosno onih koji imaju status „poželjan dobavljač“, procenjena vrednost je viša u HSA & GA modelu. Ovo je slučaj sa sledećim kompanijama: Papir d.o.o., Merkator-S, Fromm pakovanje.

Iz ovoga se može doneti zaključak da novi hibridni HSA & GA model ograničenih vrednosti bolje pravi razliku između dobrih i loših kompanija, i to sa mnogo većom preciznošću.

Procena dobavljača je kontinuirani proces i njeni rezultati moraju se preneti dobavljačima kako bi bili u mogućnosti da izrade plan korektivnih akcija. Ovo će im pomoći da se razviju i da eliminišu svoje slabosti. Osnovni cilj procene dobavljača je da se obezbedi uspešna i dugoročna saradnja između svih učesnika u lancu snabdevanja.

Tabela 13: Komparativna analiza performansi kompanija u 2012. i 2013. godini.

No	Kompanija	Godina				Trend	
		2012		2013			
		Empirijski model	Status	Empirijski model	Status	Procena	Status
1	DK PACK	68,66 %	Poželjan	76,66 %	Poželjan	↗	↔
2	Ninagro	83,33 %	Poželjan	56,00 %	Diskval.	↓	↓
3	Adamšped	70,00 %	Poželjan	64,00 %	Poželjan	↘	↔
4	Tele group	76,66 %	Poželjan	72,00 %	Dobar	↘	↘
5	Sirmium papir	81,33 %	Poželjan	52,00 %	Diskval.	↓	↓
6	Lames S.p.A.	81,33 %	Poželjan	78,66 %	Poželjan	↘	↔

Kao što pokazuje ovo istraživanje, 11 kompanija su procenjene 2012. godine, a 6 od njih su procenjene i 2013. godine. Njihova komparativna analiza je prikazana u tabeli (Tabela 13). Rezultati pokazuju dramatično smanjenje performansi za dve kompanije – „Ninagro" i „Sirmium papir", jer su obe izgubile status „poželjnog" dobavljača i postale su diskvalifikovane. Takođe, postoji manji pad performansi za dobavljača „Tele group" i promenu statusa od „poželjnog" do statusa „dobrog" dobavljača. Tri ostale kompanije su zadržale svoj status „poželjnog" dobavljača, ali mora se naglasiti da su povećane performanse kompanije „DK pack". Kompanije „Adamšped system" i „Lames S.p.A" imali su neznatan pad u vrednostima procene.

7. ZAKLJUČAK

Savremene kompanije sve više zavise od svojih dobavljača, ne samo u smislu troškova poslovanja već i kvaliteta njihovog finalnog proizvoda. Pored ovoga dodatnu zavisnost stvara i već duže prisutan trend da se funkcije ili usluge koje je kompanija ranije izvršavala u okviru svog poslovnog sistema, sada iznajmljuju od eksternih kompanija. Sve ovo povećava važnost izbora dobrih dobavljača, a pri tome proces odabira postaje jedna od najznačajnijih funkcija u preduzeću. Ovaj značaj potvrđuje i postojanje velikog broja naučno-stručnih publikacija na ovu temu i veliki broj istraživača koji su se bavili ovom problematikom.

Opsežna istraživanja datiraju sa početka šezdesetih godina prošlog veka. Iako je to veoma dug vremenski period od preko 50 godina rešavanje ove problematike je i danas veoma aktuelno, jer je automobilska industrija najdinamičnija industrijska grana. Pojava sve većeg broja kompanija proizvođača automobila i kompanija koje uslužno rade na našem prostoru takođe aktuelizuju razmatranu problematiku. Samim tim broj dobavljača koje automobilske kompanije traže na našem prostoru sve više raste.

Vidljiva je promena važnosti i strukture kriterijuma kroz vreme. U početku, polovinom prošloga veka, cena je bila najbitniji kriterijum odlučivanja, dok se u kasnijem periodu i u današnje vreme najviše pažnje posvećuje kvalitetu, ukupnim troškovima, isporuci i uslugama.

U ovoj doktorskoj disertaciji razmatrani su kriterijumi i preporučen je sistem za procenu i odabir dobavljača u automobilskoj industriji, kao sveobuhvatnu i kompleksnu aktivnost koja zahteva učešće multidisciplinarnih timova.

Veoma je značajno naglasiti dva ključna elementa ove disertacije koji predstavljaju njen naučni doprinos:

1. Predloženi model - Metode za procenu i odabir dobavljača, individualni i integrisani pristupi, prikazan u odeljku 5.10, predstavlja proširenje istraživanja Chen iz 2011. godine i predstavlja značajno unapređenje u odnosu na do sada razmatrane teorijske klasifikacije i modele.

2. Tri nova modela za procenu i odabir direktnih dobavljača u automobilskoj industriji na potpuno novi način, u odnosu na poznate modele, razmatraju način nabavke i procene dobavljača. Razvijeni modeli razmatraju relativno mali broj dobro odabranih kriterijuma, samo njih dvadeset četiri, grupisanih u pet grupa. Najznačajniji model predstavlja hibridni sistem zasnovan na integraciji *Harmony Search Algorithm* i genetskog algoritma. Na taj način ovo predstavlja nadogradnju na postojeći način razmišljanja u automobilskoj industriji.

Kao uzorak za ovo istraživanje korišćeni su podaci iz realnih poslovnih procesa. Iskorišćeni su podaci iz baze za ocenu dobavljača u multinacionalnoj kompaniji Lames koja posluje u Srbiji i koja se bavi proizvodnjom manuelnih i električnih podizača prozora za automobile.

Razvijeno je četiri različita modela:

1) empirijski model
2) GA model (a), koji dozvoljava samo ostvarene vrednosti ocene performansi dobavljača
3) GA model (b), koji ograničava ostvarene ocene dobavljača na ocene koje su ograničene ciljnim vrednostima za zadate kriterijume
4) hibridni sistem HSA-GA, zasnovan na integraciji dve različite tehnika veštačke inteligencije *Harmony Search Algorithm* i genetskog algoritma.

Eksperimentalni rezultati su dobijeni iz realnih podataka 52 preduzeća potencijalnih dobavljača kompanije Lames d.o.o. Zatim, eksperimentalni rezultati za sva četiri modela su prikazani, analizirani i upoređivani. Podaci su prikupljani u vremenskom periodu od tri godine.

GA model (a) posmatra obuhvaćenu površinu dvadesetčetvorougaonika vrednosti ostvarenih ocena dobavljača po svakom kriterijumu. Svako teme dvadesetčetvorougaonika predstavlja jednu od ocena dobavljača. Pozicija nekog kriterijuma nije unapred određena tako da postoji veoma velik broj različitih dvadesetčetvorougaonika koji mogu da se formiraju. Cilj ovog modela je maksimiziranje površine posmatranog dvadesetčetvorougaonika u saglasnosti sa ostvarenim ocenama dobavljača.

GA model (a) ima ograničenje koje se veoma retko pojavljuje i tada se ovaj model ne može koristiti za pravilnu ocenu i odabir dobavljača. Naime, dobavljač može daleko više da zadovoljava neke postavljene kriterijume, tako da njegova ocena prevazilazi stepen zadovoljenja od 100%. Ovo se dešava u situaciji kada su ciljne vrednosti kriterijuma niske, a dobavljač za te kriterijume ima visoke ocene. Eksperimentalni rezultat GA modela (a) formira površinu koja je veća od one koja je postavljena za ciljne vrednosti posmatranih kriterijuma. Ovakav model nije dovoljno dobar za sigurno i pravilno vrednovanje ocene dobavljača i donošenje pravilne odluke. Kako bi se eliminisalo ograničenje koje može da nastane u GA modelu (a), formiran je GA model (b) koji ograničava ocene dobavljača na ciljne vrednosti za posmatrane kriterijume.

Najznačajnija diskusija vodi se između HSA-GA sistema i GA modela (b). Prikazani eksperimentalni rezultati pokazuju da su vrednosti procene HSA-GA sistema malo niže nego vrednosti GA modela (b) kada se posmatraju lošije pozicionirane kompanije. Ovo se odnosi na kompanije koje imaju ocenu „prihvatljiv“ i „diskvalifikovan“. Sa druge strane, poređenjem HSA-GA sistema i vrednosti GA modela (b) primećuje se bolje pozicioniranje dobavljača koji imaju status „poželjan“ i „dobar“ dobavljač jer je procenjena vrednost viša od HSA-GA sistema. Iz ovoga se može nedvosmisleno doneti zaključak da novi hibridni HSA-GA sistem bolje pravi razliku između kvalitetnih dobavljača („poželjan“ i „dobar“ dobavljač) i lošijih dobavljača („prihvatljiv“ i „diskvalifikovan“) i to sa mnogo većom preciznošću.

Na taj način je potvrđena osnovna hipoteza: da je moguće formirati sistem za procenu i odabir direktnih dobavljača i preciznije diferencirati kompanije sa graničnim vrednostima i formirati hibridni sistem za procenu i odabir direktnih dobavljača u automobilskoj industriji primerenu našim tržišnim uslovima.

Ova doktorska disertacija pokazuje da je moguće uspešno implementirati hibridni sistem za procenu i odabir direktnih dobavljača u automobilskoj industriji zasnovan na integraciji dve različite tehnika veštačke inteligencije *Harmony Search Algorithm* i genetskog algoritma. Predstavljeni sistem ne ograničava se samo na ovu studiju slučaja, već se može primeniti i na različite sisteme za procenu, odabir i selekciju dobavljača u drugim industrijskim granama. Ovo istraživanje može biti klasifikovano kao empirijski multikriterijumski model za donošenje odluka i korišćeni su za procenu, odabir dobavljača i njihovo uključivanje u bazu dobavljača. Zbog toga ova disertacija predstavlja iskorak u projektovanju složenih sistema i dalji razvoj u ovoj naučno-istraživačkoj misli.

Primena novih informacionih i komunikacionih tehnologija u svim aspektima ljudskog postojanja takođe predstavlja promene u načinu poslovanja. Zbog toga se i posmatrani kriterijumi menjaju, unapređuju, a nove naučne metode primeljuju u donošelju kvalitetnih poslovnih odluka. Pored toga, svaki region ima svoje specifičnosti tako da se velike automobilske kompanije susreću sa različitim i specifičnim dobavljačima, što je posledica zakonskih odredbi i načina poslovanja. Zbog toga ova doktorska disertacija ima veliki značaj i odgovara periodu razvoja naše industrije, ekonomije i društva u celini.

Literatura

[1] Gencer C., Gürpinar D.: Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm. Applied Mathematical Modelling. vol. 31(11), pp. 2475-2486 (2007)

[2] Tepić J, Tanackov I., Stojić G.: Ancient logistics - Historical timeline and etymology. Tehnicki Vjesnik - Technical Gazette, pp. 379-384 (2011)

[3] Weber C.A., Current J.R.: A multiobjective approach to vendor selection. European Journal of Operational Research vol. 68(2), pp. 183-184 (1993)

[4] Ciesla M.: Aluminium supplier selection for the automotive parts manufacturer. Metallurgy, vol 55(2), pp. 237-240 (2016)

[5] De Boer L.: Operations research in support of purchasing. Design of a toolbox for supplier selection. Ph.D. Thesis, University of Twente, Enschede, The Netherlands (1998)

[6] De Boer L., Labro E., Morlacchi P.: A review of methods supporting supplier selection.. European Journal of Purchasing & Sup-ply Management, vol. 7 (2), pp. 75-89 (2001)

[7] Ansari A., Modares B.: Just in Time purchasing: Problems and solutions. Journal of Purchasing and Materials Management, vol. 22(2), pp. 11-15 (1986)

[8] Quarly M.: Industrial procurement: factors affecting sourcing decision. European Journal of Purchasing and Supply Management, vol. 4(4), pp. 199-205 (1998)

[9] Sucky E.: A model for dynamic strategic vendor selection. Computers & Operations Research, vol. 34(12), pp. 3638-3651 (2007)

[10] Dickson G.W.: An analysis of vendor selection: systems and decisions. Journal of Purchasing, vol. 1(2), pp. 5-17 (1966)

[11] Weber C.A., Current J.R., Beneton W.C.: Vendor selection criteria and methods. European Journal of Operational Research, vol. 50(10), pp. 2-18 (1991)

[12] Ellram L.: The supplier selection decision in strategic partnership. Journal of Purchasing and Materials Management, vol. 26(4), pp. 8-14 (1990)

[13] Krause D., Pagell M., Curkovic S.: Towards a measure of competitive priorities for purchasing. Journal of Operations Management, vol. 19(4), pp. 497-512 (2001)

[14] Birch D.: Made for each other. Supply Management, pp. 42-43 (2001)

[15] Çebi F., Bayraktar D.: An integrated approach for supplier selection. Logistics Information Management, vol. 16(6), pp. 395 – 400 (2003)

[16] Monczka R., Handfield R., Giunipero L., Patterson J.: Purchasing and Supply Chain Management. South-Western (2009)

[17] Spekman R.: Strategic supplier selection: Understanding long-term buyer relationships. Business Horizons, vol. 31(4), pp. 75–81 (1988)

[18] Svirčević V., Simić D., Ilin V.: Advantages of e-kanban system compared to classic kanban serving production line. 1st Logistics International Conference, Belgrade (2013)

[19] Svirčević V., Simić D., Ilin V.: Kanban system between warehouse and production lines in automotive industry in Lames d.o.o. 2nd International Scientific Conference on Lean Technologies, Belgrade (2013)

[20] PSA Peugeot Citroen.: NEO Logistics – Mass Production Logistics Service Rate (2013)

[21] Saaty T.L.: The Analytic Hierarchy Process: planning, priority setting, resource allocation. McGraw-Hill (1980)

[22] Saaty T.L., Kearns P.K.: Analytical Planning; The Organization of Systems. Oxford: Pergamon Press (1985)

[23] Dyer F.R., Forman E.H.: An Analytic Approach to Marketing Decisions. Prentice-Hall International Inc (1991)

[24] Bayazit O.: Use of AHP in decision-making for flexible manufacturing systems. Journal of Manufacturing Technology Management, vol. 16(7), pp. 808-819 (2005)

[25] Forman E.H., Selly M.A.: Decision By Objectives: How to Convince Others That You are Right. World Scientific Publishing Expert (2001)

[26] Hunjak T.: Višekriterijsko odlučivanje. poglavlje u knjizi: Čerić, V., Varga, M., (eds): Informacijska tehnologija u poslovanju. Element, Zagreb (2004)

[27] Ting S-C., Cho D.I.: An integrated approach for supplier selection and purchasing decisions. Supplier Chain Management. vol. 13(2), pp. 116-127 (2008)

[28] Saaty T.L., Vargas L.G.: Decision Making with the Analytic Network Process. Springer US (2006)

[29] Saaty T.L.: A scaling method for priorities in hierarchical structures. Journal of Mathematical Psychology, vol 15(3), pp. 234–281 (1977)

[30] Schoemaker P.J.H., Waid C.C.: An experimental comparison of different approaches to determining weights in additive utility models. Management Science, vol. 28(2), pp. 182-196 (1982)

[31] Narasimhan R.: An analytical approach to supplier selection. Purchasing and Materials Management, vol. 19(1), pp. 27-32 (1983)

[32] Harker P. T., Vargas L.G.: The theory of ratio scale estimation: Saaty's analytic hierarchy process. Management Science, vol. 33(1), pp. 1383-1403 (1987)

[33] Alphonce C.B.: Application of the analytic hierarchy process in agriculture in developing countries. Agricultural Systems, vol. 53(1), pp. 97-112 (1997)

[34] Karlsson J., Wohlin C., Regnell B.: An evaluation of methods for prioritizing software requirements. Information and Software Technology, vol. 39(14-15), pp. 939-947 (1997-98)

[35] Triantaphyllou E.: Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study. Kluwer Academic Publishers (2000)

[36] Hamalainen R.P.: Reversing the perspective on the applications of decision analysis. Decision Analysis, vol. 1(1), pp. 26-31 (2004)

[37] Muralidharan C., Anantharaman N., Deshmukh S.G.: A multi-criteria group decision-making model for supplier rating. Journal of Supply Chain Management, vol. 38(4), pp. 22-33 (2002)

[38] Bhutta K.S., Huq F.: Supplier selection problem: a comparison of the total cost of ownership and analytic hierarchy process approaches. Supply Chain Management: An International Journal, vol. 7(3), pp. 129-135 (2002)

[39] Akarte M.M., Surendra N.V., Ravi B., Rangaraj N.: Web based casting supplier evaluation using analytical hierarchy process. Journal of the Operational Research Society, vol. 52(5), pp. 511-522 (2001)

[40] Chan F.T.S.: Interactive selection model for supplier selection process: An analytical hierarchy process approach. International Journal Production Research, 41 (15), pp. 3549-3579 (2003)

[41] Chan F.T.S., Chan H.K.: Development of the supplier selection model: A case study in the advanced technology industry. Journal of Engineering Manufacture, vol. 218(12), pp. 1807-1824 (2004)

[42] Liu F.H.F., Hai H.L.: The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier. International Journal of Production Economics, vol 97(3), pp. 308-317 (2005)

[43] Chan F.T.S., Kumar N.: Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach. OMEGA. International Journal of Management Science, vol. 35(4), pp. 417-431 (2007)

[44] Hou J., Su D.: EJB–MVC oriented supplier selection system for mass customization. Journal of Manufacturing Technology Management, vol. 18(1, pp. 54-71 (2007)

[45] Bayazit O.: Use of analytic network process in vendor selection decisions. Benchmarking: An International Journal, vol. 13(5), pp. 566-579 (2006)

[46] Saaty T.L.: Online Course Materials: Decision Making in Complex Environment, Katz Graduate School of Business Pittsburgh. University of Pittsburgh (2008)

[47] Saaty T.L.: Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks. RWS Publications (2005)

[48] Saaty T.L.: The analytic hierarchy and analytic network measurement processes: Applications to decisions under Risk. European Journal of Pure and Applied Mathematics, vol. 1(1), pp. 122-196 (2008)

[49] Sarkis J., Tarulli S.: A model for strategic supplier selection. Journal of Supply Chain Management, vol. 38(3), pp. 18-28 (2002)

[50] Hosseinzadeh F.L., Allahviranloo T., Alimardani M., Kiani N.A.: A new method for complex decision making based on TOPSIS for complex decision making problems with fuzzy data. Applied Mathematical Sciences, vol. 1(60), pp. 2981-2987 (2007)

[51] Markovic Z.: Modification of TOPSIS method for solving of multi criteria tasks. Yugoslav Journal of Operations Research, vol. 20(1), pp. 117-143 (2010)

[52] Mukherjee A., Nath P.: An empirical assessment of comparative approaches to service quality measurement. Journal of Services Marketing, vol. 19(3), pp. 174-184 (2005)

[53] Chen C.T.: Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. Fuzzy sets and systems, vol. 114(1), pp. 1-9 (2000)

[54] Wang J.W., Cheng C.H., Cheng H.K.: Fuzzy hierarchical TOPSIS for supplier selection. Applied Soft Computing, vol. 9(1), pp. 377-386 (2009)

[55] Benyoucef L., Ding H., Xie X.: Supplier selection problem: selection criteria and methods. Thème 4. Simulation et optimisation de systèmes complexes. Project MACST. Research Report RR- 4726, INRIA (2003)

[56] Quanling W.: Data envelopment analysis. Chinese Science Bulletin, vol. 46(16), pp. 1321-1332 (2001)

[57] Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E.: Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operation Research, vol. 2(6), pp. 249-444 (1978)

[58] Tarulli S.: Data envelopment analysis. Models and Extensions, vol. 31(3), pp. 8-11 (2000)

[59] Braglia M., Petroni A.: A quality assurance-oriented methodology for handling trade-offs in supplier selection. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, vol. 30(2), pp. 96-111 (2000)

[60] Forker L.B., Mendez D.: An analytical method for benchmarking best peer suppliers. International Journal of Operations and Production Management, vol. 21(1), pp. 95-209 (2001)

[61] Malekmohammadi N., Hosseinzadeh F., Jaafar A.: Data envelopment scenario analysis with imprecise data. Central European Journal of Operations Research, vol 19(1), pp. 65-79

[62] Wu T., Schunk D., Blachhurst J J., Appalla R.: AIDEA: A methodology for supplier evaluation and selection in a supplier-based manufacturing environment. International Journal of Manufacturing Technology and Management, vol 11(2), pp. 174-192 (2007)

[63] Saen R.F.: Suppliers selection in the presence of both cardinal and ordinal data. European Journal of Operational Research, vol. 183(2), pp. 741-747 (2007)

[64] Seydel J.: Data envelopment analysis for decision support. Industrial Management and Data Systems. vol. 106(1), pp. 81-95 (2006)

[65] Liu J., Ding F.Y., Lall V.: Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement. Supply Chain Management: An International Journal, vol. 5(3), pp. 143–150 (2000)

[66] Talluri S., Baker R.C.: A multi-phase mathematical programming approach for effective supply chain design. European Journal of Operational Research, vol. 141(3), pp. 544-558 (2002)

[67] Talluri, S S., Sarkis J.: A model for performance monitoring of suppliers. International Journal of Production Research, vol. 40(16), pp. 4257–4269 (2002)

[68] Talluri S., Narasimhan R.: A methodology for strategic sourcing. European Journal of Operational Research, vol. 154(1), pp. 236-250 (2004)

[69] Garfamy R.M.: A data envelopment analysis approach based on total cost of ownership for supplier selection. Journal of Enterprise Information Management, vol. 19(6), pp. 662-678 (2006)

[70] Ross A., Buffa F.P., Dröge C., Carrington D.: Supplier evaluation in a dyadic relationship: An action research approach. Journal of Business Logistics., vol. 27(2), pp. 75-102 (2006)

[71] Choy K.L., Lee W.B.: A generic tool for the selection and management of supplier relationships in an outsourced manufacturing environment: The application of case based reasoning. Logistics Information Management, vol. 15(4), pp. 235-253 (2002)

[72] Choy K.L., Lee W.B., Lo V.: An enterprise collaborative management system: A case study of supplier relationship management. Journal of Enterprise Information Management, vol. 17(3), pp. 191-207 (2004)

[73] Choy K.L., Lee W.B.: A generic supplier management tool for outsourcing manufacturing. Supply Chain Management: An International Journal, vol. 8(2), pp. 140-154 (2003)

[74] Tsoi S-K.: Knowledge-based Customization of Enterprise Systems for Business Process Improvement. Master Thesis. Department of Industrial and Systems Engineering. The Hong Kong Polytechnic University (2004)

[75] Choy K.L., Lee W.B., Lo V.: Development of a case based intelligent customer: Supplier relationship management system. Expert Systems with Applications, vol.23(3), pp. 281-297 (2002)

[76] Choy K.L., Fan K.K.H., Lo V.: Development of an intelligent customer-supplier relationship management system: The application of case-based reasoning. Industrial Management and Data Systems, vol. 103(4), pp. 263-274 (2003)

[77] Choy K.L., Lee W.B., Lo V.: Design of a case based intelligent supplier relationship management system: The integration of supplier rating system and product coding system. Expert Systems with Applications, vol. 25(1), pp. 87–100 (2003)

[78] Choy K.L., Lee W.B., Lo V.: Design of an intelligent supplier relationship management system: A hybrid case based neural network approach. Expert Systems with Applications, vol. 24(2), pp. 225-237 (2003)

[79] Choy K.L., Lee W.B., Lau H.C.W., Lu D., Lo V.: Design of an intelligent supplier relationship management system for new product development. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, vol. 17(8), pp. 692-715 (2004)

[80] Choy K.L., Lee W.B., Lo V.: A knowledge-based supplier intelligence retrieval system for outsource manufacturing. Knowledge-Based Systems, vol. 18(1), pp. 1-17 (2005)

[81] Zhao K., Yu X., Wang D.: Study on CBR Supplier Selection Based On Data Mining for Oil Enterprises. International Symposium on Information Engineering and Electronic Commerce (2009)

[82] Pugh S.: Total design: Integrated Methods for Successful Product Engineering. Addison Wesley Publishing Company (1990)

[83] Mullur A., Mattson C.A., Messac A.: New decision matrix based approach for concept selection using linear physical programming. Proceedings of 41st Aerospace Sciences Meeting (2003)

[84] Holland J.H.: Adaptation in Natural and Artificial Systems. The University of Michigan Press (1975)

[85] Beasley D., Bull D.R., Martin R.R.: An overview of genetic algorithms, part 1, fundamentals. University Computing, vol. 15(2), pp. 58-69 (1993)

[86] Beasley D., Bull D.R., Martin R.R.: An overview of genetic algorithms, part 2, research topics. University Computing, vol. 15(4), pp. 170-181 (1993)

[87] Bäck T., Fogel D.B., Michalewicz Z.: Basic algorithms and operators, in: Evolutionary Computation, vol. 1. Institute of Physics Publishing, Bristol-Philadelphia (2000)

[88] Goldberg D.E.: Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. Addison-Wesley Professional (1989)

[89] Michalewicz Z.: Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs. Springer Verlag, Berlin Heideleberg (1996)

[90] Mitchell M.: An Introduction to Genetic Algorithms. MIT Press, Cambridge, Massachusetts (1999)

[91] Mühlenbein H.: Genetic Algorithms In: Aarts E.H.L., Lenstra J.K. (eds.). Local Search in Combinatorial Optimization. John Wiley & Sons Ltd, pp. 137-172 (1997)

[92] Davis L.: Handbook of Genetic Algorithms. Van Nostrand Reinhold Company (1991)

[93] Koza J.R.: Genetic Programming: A Paradigm for Genetically Breeding Populations of Computer Programs to Solve Problems. Technical Report No. STAN-CS-90-314. Computer Sciences Department, Stanford University (1990)

[94] Arunkumar N., Karunamurthy L., Uma Makeshwaraa N.: An optimization technique for vendor selection with quantity discounts using genetic algorithm. Journal of Industrial Engineering International, vol. 3(1), pp. 1-13 (2007)

[95] Ding H., Benyoucef L., Xie X.: A simulation optimization methodology for supplier selection problem. International Journal Computer Integrated Manufacturing, vol. 18 (2), pp. 210-224 (2005)

[96] Zadeh L.A.: Fuzzy sets. Information and Control, vol. 8, pp. 338-353 (1965)

[97] Zadeh L.A.: Fuzzy sets and systems. In: Fox, J., editor. System Theory. Brooklyn, NY: Poltechnic Press, pp. 29-39 (1965)

[98] Black M.: Vagueness. An Exercise in Logical Analysis. Phylosophy of Science, vol 4(4), pp. 427-455

[99] Kleene S.C.: Introduction to Metamathematics. Bibliotheca Mathematica, North-Holland (1952)

[100] Robinson A.: Intorduction to Model Theory and to the Metamathematics of Algebra. Studies in Logic and the Foundations of Mathematics, vol. 32, North-Holland Publishing Company (1963)

[101] Simić D., Simić S.: Review: Approach of fuzzy models applications in Logistics.In: Burduk, R., Kurzynski, M., Wozniak, M., Zolnierek, A. (eds.): Advances in intelligent and soft computing, vol. 95 Heidelberg. Springer, pp. 717-726 (2011)

[102] Florez-Lopez R.: Strategic supplier selection in the added-value perspective: A CI approach. Information Sciences, vol. 177(5), pp. 1169-1179 (2007)

[103] Sarkar A., Mohapatra P.K.J.: Evaluation of supplier capability and performance: A method for supply base reduction. Journal of Purchasing and Supply Management, vol. 12(3), pp. 148-163 (2006)

[104] Chen C.T., Lin C.T., Huang S.F.: A fuzzy approach for supplier evaluation and in supply chain management. International Journal of Production Economics, vol. 102(2), pp. 289-301 (2006)

[105] Barla S.B.: A case study of supplier selection for lean supply by using a mathematical model. Logistics Information Management, vol. 16(6), pp. 451-459 (2003)

[106] Huang S.H., Keska H.: Comprehensive and configurable metrics for supplier selection. International Journal of Production Economics, vol. 105(2), pp. 510-523 (2007)

[107] Ng W.L.: An efficient and simple model for multiple criteria supplier selection problem. European Journal of Operational Research, 186 (3), pp. 1059-1067 (2008)

[108] Talluri S., Narasimhan R.: A note on "a methodology for supply base optimization". IEEE Transactions on Engineering Management, vol. 52(1), pp. 130-139 (2005)

[109] Talluri S.: A buyer–seller game model for selection and negotiation of purchasing bids. European Journal of Operational Research, vol 143(1), pp. 171-180 (2002)

[110] Hong G.H., Park S.C., Jang D.S., Rho H.M.: An effective supplier selection method for constructing a competitive supply-relationship. Expert Systems with Applications, vol. 28(4), pp. 629-639 (2005)

[111] Ghodsypour S.H., O'Brien C.: The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint. International Journal of Production Economics, vol. 73(1), pp. 15-27 (2001)

[112] Karpak B., Kumcu E., Kasuganti R.R.: Purchasing materials in the supply chain: Managing a multi-objective task. European Journal of Purchasing and Supply Management. vol. 7(3), pp. 209-216 (2001)

[113] Narasimhan R., Talluri S., Mendez D.: Supplier evaluation and rationalization via data envelopment analysis: An empirical examination. Journal of Supply Chain Management, vol. 37(3), pp. 28-37 (2001)

[114] Wadhwa V., Ravindran A.R.: Vendor selection in outsourcing. Computers and Operations Research, vol. 34(12), pp. 3725–3737 (2007)

[115] Ho W., Xu X., Dey P.K.: Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: a literature review. European Journal of Operational Research, vol. 202(1), pp. 16-24 (2010)

[116] Agarwal P., Sahai M., Mishara V., Bag M., Singh V.: A review of multi-criteria decision making techniques for supplier evaluation and selection. International Journal of Industrial Engineering Computations, vol. 2, pp. 801–810 (2012)

[117] Chen Y-J.: Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain. Infor-mation Sciences, vol. 181, pp. 1651–1670 (2011)

[118] Chang S.L., Wang R.C., Wang S.Y.: Applying fuzzy linguistic quantifier to select supply chain partners at different phases of product life cycle. International Journal of Production Economics, vol. 100 (2), pp. 348–359 (2006)

[119] Pattnaik M.: Fuzzy Supplier Selection Strategies in Supply Chain Management. International Journal of Supply Chain Management, vol. 2 (1), pp. 30-39 (2013)

[120] Pattnaik M.: Supplier selection strategies on fuzzy decision space. General Mathematics Notes, vol. 4(1), pp. 49-69 (2011)

[121] Lin C.W.R., Chen H.Y.S.: A fuzzy strategic alliance selection framework for supply chain partnering under limited evaluation resources. Computers in Industry, vol. 55 (2), pp. 159-179 (2004)

[122] Kahraman C., Cebeci U., Ulukan Z.: Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. Logistics Information Management, vol. 16 (6), pp. 382-394 (2003)

[123] Kilincci O., Onal S.A.: Fuzzy AHP approach for supplier selection in a washing machine company. Expert Systems with Applications, vol. 38 (8), pp. 9656-9664 (2011)

[124] Koul S., Verma R.: Dynamic vendor selection based on fuzzy AHP. Journal of Manufacturing Technology Management, vol. 22 (8), pp. 963-971 (2011)

[125] Özkan B., Basligil H., Sahin N.: Supplier Selection Using Analytic Hierarchy Process: An Application From Turkey. Proceedings of The World Congress on Engineering, pp. 1160–1165 (2011)

[126] Deng X., Hu Y., Mahadevan S.: Supplier selection using AHP methodology extended by D numbers. Expert Systems with Applications, vol. 41 (1), pp. 156–167 (2014)

[127] Lin R-H.: An integrated model for supplier selection under a fuzzy situation. International Journal Pro-duction Economics vol. 138 (1), pp. 55-61 (2012)

[128] Dargi A., Anjomshoae A., Galankashi M.R., Memari A., Tap M.B.M.: Supplier Selection: A Fuzzy-ANP Approach. Procedia Computer Science, vol. 31, pp. 691-700 (2014)

[129] Galankashi M.R., Chegeni A., Soleimanynanadegany A., Ashkan M., Anjomshoae A., Helmi S.A., et al.: Prioritizing Green Supplier Selection Criteria Using Fuzzy Analytical Network Process. Procedia CIRP, vol. 26, pp. 689–694 (2015)

[130] Buyukozkan G., Cifci G.: A novel fuzzy multi-criteria decision framework for sustainable supplier selection with in-complete information. Computers in Industry, vol. 62 (2), pp. 164-174 (2011)

[131] Chen S.J., Hwang C.L.: Fuzzy Multiple Attribute Decision Making. Methods and Applications, Springer-Verlag, Berlin (1992)

[132] Wu C-Y.: Robot selection decision support system: A fuzzy set approach. Mathematical and Computer Modelling, vol. 14, pp. 440-443 (1990)

[133] Bottani E., Rizzi A.: A fuzzy multi-attribute framework for supplier selection in an e-procurement environment. International Journal of Logistics: Research and Applications, vol. 8 (3), pp. 249–266 (2005)

[134] Dowlatshahil S., Karimi-Nasab M., Bahrololum H.: A group decision-making approach for supplier selection in configuration design: A case study. International Journal of Advance Manufacturing Technology, vol. 81, pp. 1139–1154 (2015)

[135] Bevilacqua M., Ciarapica F.E., Giacchetta G.: A fuzzy-QFD approach to supplier selection. Journal of Purchasing and Supply Manage-ment, vol. 12 (1), pp. 14-27 (2006)

[136] Karsak E.E., Dursun M.: An integrated fuzzy MCDM approach for supplier evaluation and selection. Computers & Industrial Engineering, vol. 82, pp. 82-93 (2015)

[137] Amindoust A., Ahmed S., Saghafinia A., Bahreini A.: Sustainable supplier selection: A ranking model based on fuzzy inference system. Applied Soft Computing, vol. 12(6), pp. 1668-1677 (2012)

[138] Igoulalene I., Benyoucef L., Tiwari M.K.: Novel fuzzy hybrid multi-criteria group decision making approaches for the strategic suppli-er selection problem. Expert Systems with Applications, vol. 42 (7), pp. 3342–3356 (2015)

[139] Amiri-Aref M., Javadian N., Kazemi M.: A New Fuzzy Positive and Negative Ideal Solution for Fuzzy TOPSIS. Wseas Transactions on Circuits and Systems, vol. 11(3), pp. 92-103 (2012)

[140] Orij I.J., Wei S.: A Decision Support Tool for Sustainable Supplier Selection in Manufacturing Firms. Jour-nal of Industrial Engineering and Management, vol. 7(5), pp. 1293-1315 (2014)

[141] Zouggari A., Benyoucef L.: Simulation based fuzzy TOPSIS approach for group multi-criteria supplier selection prob-lem. Engineering Applications of Artificial Intelligence vol. 25, pp. 507–519 (2012)

[142] Senvar O., Tuzkaya G., Kahraman C.: Multi Criteria Supplier Selection Using Fuzzy PROMETHEE Method. In: Kahraman, C., Öztaysi B. (eds.), Supply Chain Management Under Fuzziness. Studies in Fuzziness and Soft Computing 313, pp. 21-34 (2014)

[143] Sanayei A., Mousavi S.F., Yazdankhah A.: Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environ-ment. Expert Systems with Applications, vol. 37 (1), pp. 24-30 (2010)

[144] Kwong C.K., Ip W.H., Chan J.W.K.: Combining scoring method and fuzzy expert systems approach to supplier assessment: A case study. Integrated Manufacturing Systems, vol. 13 (7), pp. 512-519 (2002)

[145] Chou S.Y., Chang Y.H.: A decision support system for supplier selection based on a strategy-aligned fuzzy SMART approach. Expert Systems with Applications, vol. 34 (4), pp. 2241-2253 (2008)

[146] Amin S.H., Razmi J., Zhang G.: Supplier selection and order allocation based on fuzzy SWOT analysis and fuzzy linear pro-gramming.. Expert Systems with Applications, vol. 38 (1), pp. 334-342 (2011)

[147] Kontis A-P., Vrysagotis V.: Supplier selection problem: A literature review of Multi-criteria approaches based on DEA. Advances in Management & Applied Economics, vol. 1 (2), pp. 207-219 (2011)

[148] Guneri A.F., Yucel A., Ayyildiz G.: An integrated fuzzy-lp approach for a supplier selection problem in supply chain manage-ment. Expert Systems with Applications, vol. 36 (5), pp. 9223-9228 (2009)

[149] Kar A.K., Pani A.K., Mangaraj B.K., De S.K.: A Soft Classification Model for Vendor Selection. International Journal of Information and Education Technology, vol. 1 (4), pp. 268-272 (2011)

[150] Rouyendegh B.D., Saputro T.E.: Supplier selection using integrated fuzzy TOPSIS and MCGP: a case study. Procedia - So-cial and Behavioral Sciences, vol. 116, pp. 3957-3970 (2014)

[151] Kumar M., Vrat P., Shankar R.: A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain. Computers and Industrial Engineering, vol. 46(1), pp. 69-85 (2004)

[152] Maghool E., Razmi J.: A Fuzzy Based Mathematical Model for Vendor Selection and Procurement Planning with Multiple Discounts in the Presence of Supply Uncertainty. Journal of Industrial and Systems Engineering, vol. 4 (2), pp. 125-151 (2010)

[153] Pan W., Wang F., Guo Y., Liu S.: A Fuzzy Multiobjective Model for Supplier Selection under Considering Stochastic Demand in a Supply Chain. Mathematical Problems in Engineering, doi.org/10.1155/2015/174585

[154] Arikan F.: An interactive solution approach for multiple objective supplier selection problem with fuzzy parameters. Journal of Intelligent Manufacturing, vol. 26 (5), pp. 989-998 (2015)

[155] Amid A., Ghodsypour S.H., O'Brien C.: Fuzzy multiobjective linear model for supplier selection in a supply chain. International Journal of Production Economics, vol. 104 (2), pp. 394-407 (2006)

[156] Amid A., Ghodsypour S.H., O'Brien C.: A weighted additive fuzzy multiobjective model for the supplier selection problem under price breaks in a supply chain. International Journal Production Economics, vol. 121 (2), pp. 323-332 (2009)

[157] Amid A., Ghodszpour S.H., O'Brien C.: A weighted max–min model for fuzzy multi-objective supplier selection in a supply chain. International Journal Production Economics, vol. 131, pp. 139-145 (2011)

[158] Hwangl B-N., Shen Y-C.: Decision Making for Third Party Logistics Supplier. Selection in Semiconductor Manufac-turing Industry: A Nonadditive Fuzzy Integral Approach. Mathematical Problems in Engi-neering, doi.org/10.1155/2015/918602 (in press)

[159] Bottani E., Rizzi A.: An adapted multi-criteria approach to suppliers and products selection – An application ori-ented to lead-time reduction. International Journal Production Economics, vol. 111 (2), pp. 763-781 (2008)

[160] Oztaysi B., Isik M.: Supplier Evaluation Using Fuzzy Clustering. In: Kahraman, C., Öztaysi B. (eds.), Supply Chain Management Under Fuzziness. Studies in Fuzziness and Soft Computing 313, pp. 61-79 (2014)

[161] Deng Y., Chan F.T.S.: A new fuzzy dempster MCDM method and its application in supplier selection. Expert Sys-tems with Applications, vol. 38 (8), pp. 9854–9861 (2011)

[162] Jain V., Tiwari M.K., Chan F.T.S.: Evaluation of the supplier performance using an evolutionary fuzzy-based approach. Journal of Manufacturing Technology Management, vol. 15 (8), pp. 735-744 (2004)

[163] Chaudhry S.S., Lei Z., He S.: Vendor Selection Problem: New Formulation and Solution Approach. IADIS International Conference Applied Computing 2006, pp. 437-441 (2006)

[164] Simić D., Svirčević V., Simić S.: A hybrid evolutionary model for supplier assessment and selection in inbound logistics. Journal of Applied Logic, vol. 13 (2), pp. 138-147 (2015)

[165] Aksov A., Sucky E., Oytzurk N.: Dynamic Strategic Supplier Selection System With Fuzzy Logic. Procedia - Social and Be-havioral Sciences, vol. 109 (8), pp. 1059-1063 (2014)

[166] Kuo R.J., Hong S.Y., Huang Y.C.: Integration of particle swarm optimization-based fuzzy neural network and artificial neural network for supplier selection. Applied Mathematical Modelling, vol. 34 (12), pp. 3976–3990 (2010)

[167] Chai J., Liu J.N.K., Ngai E.W.T.: Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of lit-erature. Expert Systems with Applications, vol. 40 (10), pp. 3872–3885 (2013)

[168] Ramanathan R.: Supplier selection problem: integrating DEA with the approaches of total cost ownership and AHP. Supplier Chain Management: An International Journal, vol. 12(4), pp. 258-261 (2007)

[169] Saen R.F.: A new mathematical approach for supplier selection: Accounting for non-homogeneity is important. Applied Mathematics and Computation, vol. 185(1), pp. 84-95 (2007)

[170] Sevkli M., Koh S.C.L., Zaim S., Demirbag M.T.: An application of data envelopment analytic hierarchy process for supplier selection: A case study of BEKO in Turkey. International Journal of Production Research, vol. 45(9), pp. 1973–2003 (2007)

[171] Perçin S.: An application of the integrated AHP–PGP model in supplier selection. Measuring Business Excellence, vol. 10(4), pp. 34–49 (2006)

[172] Kull T.J., Talluri S.: A supply-risk reduction model using integrated multicriteria decision making. IEEE Transactions on Engineering Management, vol. 55(3), pp. 409–419 (2008)

[173] Mendoza A., Santiago E., Ravindran A.R.: A three-phase multicriteria method to the supplier selection problem. International Journal of Industrial Engineering, vol. 15(2), pp. 195–210 (2008)

[174] Mendoza A., Ventura J.A.: An effective method to supplier selection and order quantity allocation. International Journal of Business and Systems Research, vol. 2(1), pp. 1–15 (2008)

[175] Weber C.A., Current J.R., Desai A.: An optimization approach to determining the number of vendors to employ. Supply Chain Management: An International Journal, vol. 5(2), pp. 90–98 (2000)

[176] Wang T.Y., Yang Y.H.: A fuzzy model for supplier selection in quantity discount environments. Expert Systems with Applications, vol. 36(10), pp. 12179-12187 (2009)

[177] Talluri S., Vickery S.K., Narayanan S.: Optimization models for buyer supplier negotiations. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, vol. 38(7), pp. 551–561 (2008)

[178] Seydel J.: Supporting the paradigm shift in vendor selection: Multicriteria methods for sole-sourcing. Managerial Finance, vol. 31(3), pp. 49–66 (2005)

[179] Liao Z., Rittscher J.: A multi-objective supplier selection model under stochastic demand conditions. International Journal of Production Economics, vol. 105(1), pp. 150–159 (2007)

[180] Svirčević V.: Nabavka u multinacionalnim kompanijama. Magistarski rad. Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet, Subotica, pp. 74-81 (2010)

[181] Simić D., Svirčević V., Simić S.: An Approach of Genetic Algorithm to Model Supplier Assessment in Inbound Logistics. Soft Computing Models in Industrial and

Environmental Applications. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 188, pp. 83-92 (2012)

[182] Geem W.Z., Kim H.J., Loganathan V.G.: A new heuristic optimization algorithm: harmony search. Simulation, vol. 76(2), pp. 60-68 (2001)