



УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ ВО СКОПЈЕ
ЕКОНОМСКИ ФАКУЛТЕТ - СКОПЈЕ



КАНДИДАТ

М-Р ВИОЛЕТА ЦВЕТКОСКА

МЕТОДИ И МОДЕЛИ НА ПОВЕЌЕКРИТЕРИУМСКО ОДЛУЧУВАЊЕ
ВО МЕНАЏМЕНТОТ: ЕМПИРИСКА СТУДИЈА ЗА ЕВАЛУАЦИЈА НА ЕФИКАСНОСТА
НА ОДРЕДЕНИ ОРГАНИЗАЦИОНИ ЕДИНИЦИ ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

(ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА)

МЕНТОР:

ПРОФ. Д-Р БЛАГОРОДНА ТОДОСИОСКА

СКОПЈЕ, 2013



Ss CYRIL AND METHODIUS UNIVERSITY IN SKOPJE
FACULTY OF ECONOMICS - SKOPJE



CANDIDATE

VIOLETA CVETKOSKA, MA

**METHODS AND MODELS OF MULTICRITERIA DECISION MAKING IN MANAGEMENT:
EMPIRICAL STUDY ON EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF CERTAIN
ORGANIZATIONAL UNITS IN THE REPUBLIC OF MACEDONIA**

(Ph.D. DISSERTATION)

MENTOR:

Prof. BLAGORODNA TODOSIOSKA, Ph.D.

SKOPJE, 2013

Комисија за одбрана:

1. Проф. д-р Благородна Годосиоска

2. Проф. д-р Благоја Ѓорѓијовски

3. Проф. д-р Бобек Шуклев

4. Проф. д-р Љубомир Дракулевски

5. Проф. д-р Драге Јанев

Датум на одбрана:

МЕТОДИ И МОДЕЛИ НА ПОВЕЌЕКРИТЕРИУМСКО ОДЛУЧУВАЊЕ ВО МЕНАЏМЕНТОТ: ЕМПИРИСКА СТУДИЈА ЗА ЕВАЛУАЦИЈА НА ЕФИКАСНОСТА НА ОДРЕДЕНИ ОРГАНИЗАЦИОНИ ЕДИНИЦИ ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

Апстракт

Целта на оваа докторска дисертација е да се прикаже можноста за примена на водечката непараметарска методологија - анализа на обвие податоци (DEA) како и на најпознатата метода на повеќекритериумска анализа - аналитичкиот хиерархиски процес (АНР) во рамките на една банка во Република Македонија.

Дисертацијата се состои од два дела, така што во првиот дел се дадени теоретско-методолошките разгледувања на едно од најпознатите полиња на дисциплината наука за менаџмент - повеќекритериумското одлучување (MCDM) кои претставуваат научна подлога за емпириското истражување кое е во фокусот на вториот дел од трудот.

Истражувањето во рамките на докторската дисертација е спроведено во Комерцијална банка АД Скопје за да се евалуира релативната ефикасност на филијалите кои се лоцирани низ Република Македонија во временскиот период 2009-2011 година и за да се рангираат експозитурите на Банката кои се лоцирани во Скопје во временскиот период 2008-2011 година.

Во првиот дел од истражувањето кое ги опфаќа филијалите на Банката користена е COOPER-овата рамка во која се конструирани *Window DEA* модели за три пристапи и тоа: производствен (оперативен), посреднички и пристап на профитабилност. За нивно решавање се користи моќната софтверска алатка *Efficiency Measurement System* (EMS), а прикажаните резултати овозможуваат да се согледа кои филијали се релативно ефикасни во набљудуваниот период, а кои треба да ги намалат влезовите, односно да ги зголемат излезите за да станат релативно ефикасни. За валидација на добиените „необични“ резултати *Window DEA* анализата е интегрирана со повеќекритериумската метода аналитички хиерархиски процес. Исто така, за секој *Window DEA* модел е составена и адекватна мапа на обвивање.

Во вториот дел од истражувањето, за секоја група на експозитури е конструиран АНР модел за да се изврши рангирање на експозитурите во набљудуваниот временски период. За решавање на АНР моделите се користи програмската алатка *Super Decisions*, а за да се испита како промената на влезните податоци влијае на вкупните приоритети

на експозитурите се користи програмската алатка *Expert Choice*. Добиените резултати од софтверското решавање на АНР моделите се прикажани и интерпретирани.

Резултатите од спроведеното истражување на деловните единици (филијали и експозитури) на Банката се верифицирани од страна на менаџментот и потврдено е дека истите можат да бидат особено корисни за подготовка на рационални одлуки за натамошно успешно работење на Банката. Затоа, можеме да заклучиме дека моделите кои се развиени и аплицирани во дисертацијата треба да продолжат да се користат во Банката за да се следи релативната ефикасност на нејзините филијали со текот на времето и за да се идентификуваат најдобрите и најлошите филијали во примерокот за анализа во релативна смисла, а исто така и за да се овозможи следење на рангот на експозитурите.

Клучни зборови: единици за кои се одлучува, влез, излез, релативна ефикасност, анализа на обвие податоци, *Window* анализа, мапа на обвивање, повеќекритериумско одлучување, цел, критериуми, алтернативи, рангирање, аналитички хиерархиски процес, сензитивна анализа, филијали, експозитури.

**METHODS AND MODELS OF MULTICRITERIA DECISION MAKING IN
MANAGEMENT: EMPIRICAL STUDY ON EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF
CERTAIN ORGANIZATIONAL UNITS IN THE REPUBLIC OF MACEDONIA**

Abstract

The aim of this doctoral dissertation is to present the possibility of implementing the leading non-parametric methodology - data envelopment analysis (DEA) and the most famous method of multicriteria analysis - the analytic hierarchy process (AHP) within the framework of one bank in the Republic of Macedonia.

The dissertation consists of two parts, so that in the first part are given the theoretical and methodological considerations for one of the most famous areas of the discipline of management science – the multicriteria decision making (MCDM) which is a scientific basis for the empirical research which is in the focus of the second part of the work.

The research within the framework of the doctoral dissertation is implemented in Komercijalna Banka AD Skopje in order to evaluate the relative efficiency of the branches located throughout the Republic of Macedonia during the period 2009-2011, and to rank the Bank's city-branches located in Skopje during the period 2008-2011.

In the first part of the research, which includes the branches of the bank, is used the COOPER-framework where Window DEA models are constructed for three approaches: the production approach (the operating), the intermediation approach and the profitability approach. The powerful software tool Efficiency Measurement System (EMS) is used for their solution, and the presented results indicate which branches are relatively efficient in the observed period and which of them should reduce the inputs, that is, to increase the outputs in order to become relatively efficient. For validation of the obtained "unusual" results, the Window DEA analysis is integrated with a multicriteria decision making method the Analytic Hierarchy Process. Also, an adequate envelopment map is composed for every Window DEA model.

In the second part of the research, for each group of the city-branches, an AHP model is constructed in order to achieve ranking of the city-branches during the observed period. The Super Decisions software is used to solve the AHP models, and in order to investigate how the change of the input data affects the overall priorities of the city-branches the software tool Expert Choice is used. The obtained results of the software solutions for the AHP models are presented and interpreted.

The results of the conducted research of the business units (branches and city-branches) of the Bank are verified by the management and it is confirmed that they may be particularly useful for a preparation of rational decisions for further successful work of the Bank. Therefore, we can conclude that the models which have been developed and applied in the dissertation ought to proceed being used in the Bank in order to monitor the relative efficiency of its branches over the time and in relative terms to identify the best and the worst branches in the sample, and also to allow monitoring the rank of the city-branches.

Key words: Decision Making Units, Input, Output, Relative Efficiency, Data Envelopment Analysis, Window Analysis, Envelopment Map, Multicriteria Decision Making, Goal, Criteria, Alternatives, Ranking, Analytic Hierarchy Process, Sensitivity Analysis, Branches, City-Branches.

Оваа докторска дисертација е посветена на:

➤ *Моите родители*

Среќна сум што имам родители како вас и бескрајно ви се заблагодарувам за вашата љубов, посветеност, совети, разбирање и за целокупното школување кое ми го обезбедивте. Кога прв пат ви соопштив за мојот постигнат успех вашите лица зрачеа од среќа. Таа слика длабоко се врежа во мене и беше инспирација за движењето напред со „полна пара“.

➤ *Мојата сестра* со раскошен интелектуален капитал која ми е ѕвезда водилка на патот до успехот и која на првиот мој чекор на овој пат ми кажа дека треба да се вложува многу труд и да се истрае на секоја појавена препрека.

➤ *Моите извонредни внуци* кој секој ден ми го исполнуваат со радост и најдолго ја задржуваат насмевката на моето лице. Ви благодарам за разбирањето на секој момент посветен на пишувањето на дисертацијата.

СОДРЖИНА

ВОВЕД		1
1.	Подрачје и предмет на истражувањето	2
2.	Цели на истражувањето	4
3.	Преглед на литература на досегашни истражувања	6
4.	Методи на истражувањето	10
5.	Очекуван придонес од трудот	11
6.	Структура на трудот	12
ПРВ ДЕЛ:	ТЕОРЕТСКО-МЕТОДОЛОШКИ РАЗГЛЕДУВАЊА НА ПОВЕЌЕКРИТЕРИУМСКОТО ОДЛУЧУВАЊЕ	15
ГЛАВА	НАУКАТА ЗА МЕНАЏМЕНТ ВО РЕШАВАЊЕТО НА ПРОБЛЕМИ НА ПОВЕЌЕКРИТЕРИУМСКО ОДЛУЧУВАЊЕ	16
1	1.1. Синергија меѓу квантитативната анализа, менаџментот и одлучувањето	17
	1.2. MS/OR пристапот за решавање на проблеми и донесување на одлуки	19
	1.2.1. Методи на MS/OR пристапот	23
	1.3. Природата на проблемите на повеќекритериумско одлучување (MCDM)	25
	1.4. Повеќекритериумско одлучување (MADM)	27
	1.4.1. Преведување на квалитативните вредности на атрибутите во квантитативни	29
	1.4.2. Векторска нормализација	30
	1.4.3. Линеаризација на атрибути	30
	1.4.4. Процентна трансформација	31
	1.5. Методи за решавање на проблеми на повеќекритериумско одлучување	32
	1.5.1. Метода на доминација	33
	1.5.2. <i>Maximin</i> метода	34
	1.5.3. <i>Maximax</i> метода	34
	1.5.4. Конјуктивна метода	35
	1.5.5. Дисјунктивна метода	35
	1.5.6. Лексикографска метода	36
	1.5.7. <i>Outranking</i> методи на повеќекритериумска анализа	37
	1.5.7.1. Метода ELECTRE	38
	1.5.7.2. Метода PROMETHEE	38
	1.6. Апликации на повеќекритериумското одлучување	39
ГЛАВА	МЕТОДА АНАЛИТИЧКИ ХИЕРАРХИСКИ ПРОЦЕС (АНР)	42
2	2.1. Основи на методата аналитички хиерархиски процес	43
	2.1.1. Методолошки основи на методата аналитички хиерархиски процес	43
	2.1.2. Математички основи на методата аналитички хиерархиски процес	49
	2.2. Софтверски алатки за поддршка на аналитичкиот хиерархиски процес	51
	2.3. Интерактивна сензитивна анализа со методата аналитички хиерархиски процес	52
	2.4. Предности и ограничувања на методата аналитички хиерархиски процес	54
	2.5. Преглед на апликации на методата аналитички хиерархиски процес	56
	2.6. Мрежно дефинирање на проблемот и структура на повратни врски во моделот на одлучување со примена на методата аналитички мрежен процес (ANP)	59

ГЛАВА	МЕТОДА АНАЛИЗА НА ОБВИЕНИ ПОДАТОЦИ (DEA)	64
3	3.1. Методолошки основи на методата анализа на обвиеени податоци	65
	3.2. Модели на методата анализа на обвиеени податоци	69
	3.2.1. Основни модели на методата анализа на обвиеени податоци	70
	3.2.1.1. <i>Charnes-Cooper-Rhodes</i> (CCR) модел	70
	3.2.1.1.1. Влезно-ориентиран CCR модел	71
	3.2.1.1.2. Излезно-ориентиран CCR модел	79
	3.2.1.2. <i>Banker-Charnes-Cooper</i> (BCC) модел	81
	3.2.1.2.1. Влезно-ориентиран BCC модел	81
	3.2.1.2.2. Излезно-ориентиран BCC модел	83
	3.2.1.3. Разлики меѓу CCR и BCC моделите	84
	3.2.2. DEA модел за рангирање на ефикасните DMUs	85
	3.2.3. Ограничување на DEA тежините	87
	3.2.4. <i>Window</i> (прозорска) анализа	88
	3.3. Софтверски алатки за поддршка на методата анализа на обвиеени податоци	90
	3.4. Предности и ограничувања на методата анализа на обвиеени податоци	93
	3.5. Преглед на апликации на методата анализа на обвиеени податоци	94
	3.6. Изведба на непараметарски проекти со користење на COOPER-овата рамка	95
ВТОР ДЕЛ:	ЕМПИРИСКА СТУДИЈА ЗА ЕВАЛУАЦИЈА НА РЕЛАТИВНАТА ЕФИКАСНОСТ НА ФИЛИЈАЛИТЕ НА КОМЕРЦИЈАЛНА БАНКА АД СКОПЈЕ И ЗА РАНГИРАЊЕ НА НЕЈЗИНИТЕ ЕКСПОЗИТУРИ	99

ГЛАВА	COOPER-ОВАТА РАМКА И WINDOW DEA АНАЛИЗАТА ЗА ЕВАЛУАЦИЈА НА РЕЛАТИВНАТА ЕФИКАСНОСТ НА ФИЛИЈАЛИТЕ НА КОМЕРЦИЈАЛНА БАНКА АД СКОПЈЕ	100
4	4.1. Тек на емпириското истражување спроведено во Комерцијална банка АД Скопје	101
	4.2. Користење на COOPER-овата рамка за евалуација на релативната ефикасност на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје	104
	4.2.1. Прва фаза – Концепти и цели	104
	4.2.2. Втора фаза – Структурирање на податоци	107
	4.2.2.1. Анализа на мерките на централна тенденција за влезовите и излезите на производствениот пристап	110
	4.2.2.2. Анализа на мерките на централна тенденција за влезовите и излезите на посредничкиот пристап	113
	4.2.2.3. Анализа на мерките на централна тенденција за влезовите и излезите на пристапот на профитабилност	114
	4.2.2.4. Идентификување на променливите за DEA моделите на поодделните пристапи	115
	4.2.3. Трета фаза – Операциони модели	122
	4.2.4. Четврта фаза – Споредба на перформанси	122
	4.2.5. Петта фаза – Евалуација	124
	4.2.5.1. Анализа на резултатите од апликацијата на првиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап	127
	4.2.5.2. Валидација на резултатите од првиот <i>Window</i> DEA модел на производствениот пристап (VRS_RAD_OUT_WR)	129
	4.2.5.3. Анализа на резултатите од апликацијата на вториот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап	134

4.2.5.4.	Анализа на резултатите од апликацијата на третиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап	137
4.2.5.5.	Анализа на резултатите од апликацијата на првиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап	139
4.2.5.6.	Анализа на резултатите од апликацијата на вториот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап	141
4.2.5.7.	Анализа на резултатите од апликацијата на првиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност	144
4.2.5.8.	Анализа на резултатите од апликацијата на првиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност	146
4.2.5.9.	Анализа на резултатите од апликацијата на вториот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност	148
4.2.5.10.	Анализа на резултатите од апликацијата на вториот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност	150
4.2.5.11.	Рангирање на филијалите на Комерцијална Банка АД Скопје според моделот за мерење на суперефикасноста	152
4.2.6.	Шеста фаза – Компаративна анализа на резултатите од различните модели на поодделните пристапи	155
ГЛАВА	АНР МОДЕЛИ ЗА РАНГИРАЊЕ НА ЕКСПОЗИТУРИТЕ НА КОМЕРЦИЈАЛНА БАНКА АД СКОПЈЕ	164
5	5.1. Тек на вториот дел на емпириското истражување спроведено во Комерцијална банка АД Скопје	165
	5.2. Примена на методата АНР за рангирање на експозитурите на Комерцијална банка АД Скопје	168
	5.2.1. Развој на АНР модели за рангирање на експозитурите на Комерцијална банка АД Скопје	168
	5.2.2. Споредување на елементите на секое хиерархиско ниво во парови со користење на софтверот <i>Super Decisions</i>	173
	5.2.3. Компаративна анализа на добиените резултати	175
	5.2.4. Сензитивна анализа со користење на софтверската алатка <i>Expert Choice</i>	182
	5.2.4.1. Сензитивна анализа за првиот АНР модел	182
	5.2.4.2. Сензитивна анализа за вториот АНР модел	194
	5.2.4.3. Сензитивна анализа за третиот АНР модел	197
	Синтетизирана оценка на реализацијата на поставените цели на емпириското истражување спроведено во Комерцијална банка АД Скопје	201
	ЗАКЛУЧОК	209
	ЛИТЕРАТУРА	215
	ПРИЛОЗИ	228

ЛИСТА НА СЛИКИ

Слика 1-1	Односот меѓу процесот на решавање на проблеми и процесот на донесување на одлуки (прилагодено според Anderson et al., 2012)	21
Слика 1-2	Методи на науката за менаџмент/операционите истражувања (Williams, 2008, p. 101)	24
Слика 1-3	MADM методи (прилагодено според Triantaphyllou, 2000, p. 4)	32
Слика 2-1	Општ хиерархиски модел – ANP структура (прилагодено според Begičević, 2008)	46
Слика 2-2	Приоритети на градовите добиени со софтверската алатка <i>Super Decisions</i>	49
Слика 2-3	Дистрибуција на истражувачки трудови во кои методата аналитички хиерархиски процес е применета во операцискиот менаџмент (Вкупно: 291 труд) (прилагодено според Subramanian и Ramanathan, 2012)	57
Слика 2-4	Линеарна хиерархија (Saaty и Vargas, 2006, p. 8, Begičević, 2008, str. 166)	60
Слика 2-5	Нелинеарна мрежа (Saaty и Vargas, 2006, p. 8, Begičević, 2008, str. 166)	61
Слика 2-6	Едноставен ANP модел во софтверот <i>Super Decisions</i> (Saaty, 2003 p. 49, <i>Super Decisions</i>)	62
Слика 3-1	DMU трансформира влезови во излези (Thanassoulis, 2001. p. 22)	66
Слика 3-2	Мерки на ефикасност на влез и на излез (Thanassoulis, 2001, p. 25)	68
Слика 3-3	Класификација на модели според принос на обем и ориентација (Ali, 1994, p. 66)	70
Слика 3-4	Производна граница на <i>Charnes-Cooper-Rhodes</i> модел (Cooper et al., 2007, p. 88)	84
Слика 3-5	Производни граници на <i>Banker-Charnes-Cooper</i> модел (Cooper et al., 2007, p. 88)	85
Слика 3-6	Избор на DEA модел во софтверската алатка <i>Efficiency Measurement System</i>	92
Слика 3-7	Избор на DMUs и динамика на моделот во софтверската алатка <i>Efficiency Measurement System</i>	92
Слика 3-8	<i>Screenshot</i> за софтверската алатка PIM DEAssoft V3	93
Слика 3-9	COOPER-ова рамка: унифициран стандарден процес, (Emrouznejad и De Witte, 2010, p. 2)	97
Слика 3-10	Систематска презентација на COOPER-овата рамка (Emrouznejad и De Witte, 2010, p. 3)	97
Слика 4-1	Прв дел на истражувањето реализирано во Комерцијална банка АД Скопје	104
Слика 4-2	Систематска презентација на првата фаза на COOPER-овата рамка (прилагодено според Emrouznejad и Witte, 2010)	106
Слика 4-3	Структура на испитаници (11 директори на филијалите на Банката) според пол	110
Слика 4-4	Просечна оценка на важност за влезовите на производствениот пристап	112
Слика 4-5	Просечна оценка на важност за излезите на производствениот пристап	112
Слика 4-6	Просечна оценка на важност за влезовите на посредничкиот пристап	113
Слика 4-7	Просечна оценка на важност за излезите на посредничкиот пристап	114
Слика 4-8	Просечна оценка на важност за влезовите на пристапот на профитабилност	115

Слика 4-9	Просечна оценка на важност за излезите на пристапот на профитабилност	115
Слика 4-10	Систематска презентација на втората фаза на COOPER-овата рамка (прилагодено според Emrouznejad и Witte, 2010)	121
Слика 4-11	Систематска презентација на третата фаза на COOPER-овата рамка (прилагодено според Emrouznejad и Witte, 2010)	122
Слика 4-12	Систематска презентација на четвртата фаза на COOPER-овата рамка (прилагодено според Emrouznejad и Witte, 2010)	124
Слика 4-13	Просечна ефикасност на филијалите по години според првиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап	128
Слика 4-14	Просечна ефикасност на филијалите по квартали според првиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап	129
Слика 4-15	Резултати од групното одлучување со методата АНР – тежински коефициенти на критериумите: персонал (број на вработени) и материјални трошоци	131
Слика 4-16	Резултати од групното одлучување со методата АНР – тежински коефициенти на критериумите: кредитирање на стопанство и депозитна база	131
Слика 4-17	Просечна ефикасност на филијалите по години според првиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT_WR) на производствениот пристап	133
Слика 4-18	Просечна ефикасност на филијалите по квартали според првиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT_WR) на производствениот пристап	133
Слика 4-19	Просечна ефикасност на филијалите по години според вториот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап	135
Слика 4-20	Просечна ефикасност на филијалите по квартали според вториот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап	136
Слика 4-21	Просечна ефикасност на филијалите по години според третиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап	138
Слика 4-22	Просечна ефикасност на филијалите по квартали според третиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап	138
Слика 4-23	Просечна ефикасност на филијалите по години според првиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап	140
Слика 4-24	Просечна ефикасност на филијалите по квартали според првиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап	140
Слика 4-25	Просечна ефикасност на филијалите по години според вториот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап	142
Слика 4-26	Просечна ефикасност на филијалите по квартали според вториот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап	143
Слика 4-27	Просечна ефикасност на филијалите по години според првиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност	144
Слика 4-28	Просечна ефикасност на филијалите по квартали според првиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност	145
Слика 4-29	Просечна ефикасност на филијалите по години според првиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност	146
Слика 4-30	Просечна ефикасност на филијалите по квартали според првиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност	147
Слика 4-31	Просечна ефикасност на филијалите по години според вториот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност	148
Слика 4-32	Просечна ефикасност на филијалите по квартали според вториот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност	149

Слика 4-33	Просечна ефикасност на филијалите по години според вториот <i>Window DEA</i> модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност	150
Слика 4-34	Просечна ефикасност на филијалите по квартали според вториот <i>Window DEA</i> модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност	151
Слика 4-35	Систематска презентација на петтата фаза на COOPER-овата рамка (прилагодено според Emrouznejad и Witte, 2010)	154
Слика 4-36	Споредба на филијали за избрани <i>Window DEA</i> модели од секој пристап за 2011 година	161
Слика 5-1	Експозитури на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани во Скопје	165
Слика 5-2	Број на експозитури на Банката кои се лоцирани во Скопје по поодделни групи во набљудуваниот период (2008-2011г.)	167
Слика 5-3	Втор дел на истражувањето реализирано во Комерцијална банка АД Скопје	168
Слика 5-4	Хиерархиски модел за рангирање на експозитури кои припаѓаат на група А	171
Слика 5-5	Хиерархиски модел за рангирање на експозитури кои припаѓаат на група А креиран во софтверот <i>Super Decisions</i>	172
Слика 5-6	Начини на оценување на споредбата во пар во <i>Super Decisions</i> (а) графички, б) вербално, в) преку матрица и г) преку прашалник)	174
Слика 5-7	Тежински коефициенти на критериумите за трите АНР модели добиени со софтверската алатка <i>Super Decisions</i>	175
Слика 5-8	Вкупни приоритети на експозитурите кои припаѓаат на група А за набљудуваниот период	179
Слика 5-9	Вкупни приоритети на експозитурите кои припаѓаат на група Б за набљудуваниот период	180
Слика 5-10	Вкупни приоритети на експозитурите кои припаѓаат на група В за набљудуваниот период	181
Слика 5-11	Креиран модел во софтверот <i>Expert Choice</i> за рангирање на три експозитури кои припаѓаат на група А	183
Слика 5-12	Резултати од решавањето на првиот АНР модел со три критериуми и три експозитури во софтверот <i>Expert Choice</i>	183
Слика 5-13	Сензитивна анализа преку опцијата <i>Performance</i> со истите тежини на трите критериуми добиени со решавање на првиот АНР модел во софтверот <i>Expert Choice</i>	184
Слика 5-14	Сензитивна анализа преку опцијата <i>Dynamic</i> (со избрана опција <i>Components</i>) со истите тежини на трите критериуми добиени со решавање на првиот АНР модел во софтверот <i>Expert Choice</i>	185
Слика 5-15	Сензитивна анализа преку опцијата <i>Gradient</i> за критериумот девизно штедење за првиот АНР модел	186
Слика 5-16	Сензитивна анализа преку опцијата <i>Gradient</i> за критериумот менувачко работење за првиот АНР модел	186
Слика 5-17	Сензитивна анализа преку опцијата <i>Gradient</i> за критериумот платен промет за првиот АНР модел	187
Слика 5-18	Сензитивна анализа преку опцијата <i>Head-to-head</i> за експозитурите: 000008 и 000003	188
Слика 5-19	Сензитивна анализа преку опцијата <i>Head-to-head</i> за експозитурите: 000017 и 000008	188
Слика 5-20	Сензитивна анализа преку опцијата <i>Head-to-head</i> за експозитурите: 000017 и 000003	189

Слика 5-21	Сензитивна анализа преку опцијата <i>2D</i> за критериумите: девизно штедење и менувачко работење за првиот АНР модел	190
Слика 5-22	Сензитивна анализа преку опцијата <i>2D</i> за критериумите: девизно штедење и платен промет за првиот АНР модел	190
Слика 5-23	Сензитивна анализа преку опцијата <i>2D</i> за критериумите: менувачко работење и платен промет за првиот АНР модел	191
Слика 5-24	Сензитивна анализа преку опцијата <i>Dynamic</i> со зголемена важност на критериумот девизно штедење за 5% за првиот АНР модел	192
Слика 5-25	Сензитивна анализа преку опцијата <i>Dynamic</i> со зголемена важност на критериумот менувачко работење за 5% за првиот АНР модел	193
Слика 5-26	Сензитивна анализа преку опцијата <i>Dynamic</i> со зголемена важност на критериумот платен промет за 5% за првиот АНР модел	193
Слика 5-27	Резултати од решавањето на вториот АНР модел со три критериуми и три експозитури во софтверот <i>Expert Choice</i>	194
Слика 5-28	Сензитивна анализа преку опцијата <i>Dynamic</i> (со избрана опција <i>Components</i>) со истите тежини на трите критериуми добиени со решавање на вториот АНР модел во софтверот <i>Expert Choice</i>	195
Слика 5-29	Сензитивна анализа преку опцијата <i>Dynamic</i> со зголемена важност на критериумот денарско штедење за 5% за вториот АНР модел	196
Слика 5-30	Сензитивна анализа преку опцијата <i>Dynamic</i> со зголемена важност на критериумот мастер картички за 5% за вториот АНР модел	196
Слика 5-31	Сензитивна анализа преку опцијата <i>Dynamic</i> со зголемена важност на критериумот провизија за 5% за вториот АНР модел	197
Слика 5-32	Резултати од решавањето на третиот АНР модел со три критериуми и три експозитури во софтверот <i>Expert Choice</i>	197
Слика 5-33	Сензитивна анализа преку опцијата <i>Dynamic</i> (со избрана опција <i>Components</i>) со истите тежини на трите критериуми добиени со решавање на третиот АНР модел во софтверот <i>Expert Choice</i>	198
Слика 5-34	Сензитивна анализа преку опцијата <i>Dynamic</i> со зголемена важност на критериумот денарско штедење за 5% за третиот АНР модел	199
Слика 5-35	Сензитивна анализа преку опцијата <i>Dynamic</i> со зголемена важност на критериумот девизно штедење за 5% за третиот АНР модел	199
Слика 5-36	Сензитивна анализа преку опцијата <i>Dynamic</i> со зголемена важност на критериумот тековни сметки за 5% за третиот АНР модел	200

ЛИСТА НА ТАБЕЛИ

Табела 1-1	Разлики меѓу MADM и MODM (Чупић и Сукновић, 2008, стр. 241)	27
Табела 1-2	Можни вредности на интервалната скала (Чупић и Сукновић, 2008, стр. 245)	29
Табела 1-3	Евалуациона табела (Чупић и Сукновић, 2008, стр. 320)	39
Табела 1-4	Примери за повеќекритериумски проблеми (Ballestero и Romero, 1998, p. 3)	40
Табела 2-1	Фундаментална скала (Saaty, 2006, p. 215)	45
Табела 2-2	Како се формира однос со споредба на елементите во парови (прилагодено според Begičević, 2008)	48
Табела 2-3	Добиени односи од споредба на трите града во парови	48
Табела 2-4	Нормализирана матрица	48
Табела 2-5	Приоритети на трите града во однос на амбиентот	49
Табела 2-6	Вредности на случаен индекс (<i>RI</i>) (Saaty, 2006, p. 229)	50
Табела 2-7	Споредување на софтверските алатки: <i>Expert Choice</i> , <i>Super Decisions</i> и <i>Decision Lens</i> (прилагодено од Begičević, предавања на FOI, 2010)	52
Табела 2-8	Предности и ограничувања на методата аналитички хиерархиски процес	55
Табела 2-9	Број на трудови за секоја од операциските области на поодделните операциски теми (прилагодено според Subramanian и Ramanathan, 2012)	58
Табела 3-1	Примарни и дуални кореспонденции (Cooper et al., 2007, p. 44)	75
Табела 3-2	Примарни и дуални кореспонденции во ВСС моделот (Cooper et al., 2007, p. 92)	82
Табела 4-1	Датум на почнување со работа на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје	102
Табела 4-2	Идентификувани влезови и излези за производствен (оперативен) пристап	108
Табела 4-3	Идентификувани влезови и излези за посреднички пристап	108
Табела 4-4	Идентификувани влезови и излези за пристап на профитабилност	109
Табела 4-5	Структура на променливи (влезови и излези)	119
Табела 4-6	Ориентација на DEA моделите	123
Табела 4-7	Број/процент на релативно ефикасни филијали за секој <i>Window</i> DEA модел при CRS и VRS за трите пристапи за целиот набљудуван период (2009-2011)	126
Табела 4-8	Мапа на обвивање врз основа на резултатите од првиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT_WR) на производствениот пристап	134
Табела 4-9	Мапа на обвивање врз основа на резултатите од вториот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап	137
Табела 4-10	Мапа на обвивање врз основа на резултатите од третиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап	139
Табела 4-11	Мапа на обвивање врз основа на резултатите од првиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап	141
Табела 4-12	Мапа на обвивање врз основа на резултатите од вториот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап	143
Табела 4-13	Мапа на обвивање врз основа на резултатите од првиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност	145
Табела 4-14	Мапа на обвивање врз основа на резултатите од првиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност	147
Табела 4-15	Мапа на обвивање врз основа на резултатите од вториот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност	149

Табела 4-16	Мапа на обвивање врз основа на резултатите од вториот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност	151
Табела 4-17	Резултати од мерењето на суперефикасноста на филијалите F1 и F3	152
Табела 4-18	Ранг на филијалите на Банката по години	153
Табела 4-19	Споредба на резултати од <i>Window</i> DEA моделите на производствениот пристап	156
Табела 4-20	Споредба на резултати од <i>Window</i> DEA моделите на посредничкиот пристап	158
Табела 4-21	Споредба на резултати од <i>Window</i> DEA моделите на пристапот на профитабилност	160
Табела 4-22	Филијали на Комерцијална банка АД Скопје со најдобар и најлош просечен DEA резултат за секој модел на поодделните пристапи за набљудуваниот период	163
Табела 5-1	Видови на активности по групи на експозитури	166
Табела 5-2	Објаснување на критериумите во истражувањето кое се однесува на експозитурите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани во Скопје	169
Табела 5-3	Вкупни приоритети на трите највисоко рангирани експозитури од секоја група по поодделни години од набљудуваниот период	177

ЛИСТА НА КРАТЕНКИ

AHP - Analytic Hierarchy Process
ANP - Analytic Network Process
BCC модел - Banker-Charnes-Cooper модел
CCR модел - Charnes-Cooper-Rhodes модел
COOPER - ова рамка - акронимот COOPER е добиен од: (1) **C**oncepts and objectives; (2) **O**n structuring data; (3) **O**perational models; (4) **P**erformance comparison model; (5) **E**valuation и (6) **R**esults and deployment
CRM - Customer Relationship Management
CRS - Constant Returns to Scale
CRS_RAD_IN - Constant Returns to Scale_Radial_Input
CRS_RAD_OUT - Constant Returns to Scale_Radial_Output
DEA - Data Envelopment Analysis
DESG - Process and Product Design
DMU - Decision Making Unit
DRS - Decreasing Returns to Scale
DS - Decision Science
ELECTRE - ELimination Et Choix Traduisant la REalité (ELimination and Choice Expressing the REality)
EMS - Efficiency Measurement System
FDH - Free Disposal Hull
GP - Goal Programming
INFORMS - Institute for Operations Research and the Management Sciences
IRS - Increasing Returns to Scale
IT - Information Technology
LP - Linear Programming
MADM - Multiattribute Decision Making
MCDA - Multicriteria Decision Analysis
MCDM - Multicriteria Decision Making
MODM - Multiobjective Decision Making
MS - Management Science
OM - Operations management
OR - Operational Research/Operations Research
OS - Operations Strategy
PIM-DEAsoft V3 - Performance Improvement Management DEA Software Version 3
PM - Project Management
PPS - Production Possibility Set
PROMETHEE - Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation
PSR - Planning and scheduling resources
PTE - Pure Technical Efficiency
QFD - Quality Function Deployment
SBM - Slacks-Based-Measure
SC - Scale Efficiency
SCM - Managing the supply chain
VRS - Variable Returns to Scale
VRS_RAD_IN - Variable Returns to Scale_Radial_Input
VRS_RAD_OUT - Variable Returns to Scale_Radial_Output
VRS_RAD_OUT_WR - Variable Returns to Scale_Radial_Output_Weight Restrictions

В О В Е Д

1. Подрачје и предмет на истражувањето
2. Цели на истражувањето
3. Преглед на литература на досегашни истражувања
4. Методи на истражувањето
5. Очекуван придонес од трудот
6. Структура на трудот



1. Подрачје и предмет на истражувањето

Зборот ефикасност има латинско потекло „*efficax*“ кој означува успешност, па како индикатор на успех, односно мерка на перформанси, од особено значење е да се евалуира ефикасноста на ентитетите за да се добијат информации за тоа кои од нив во своето работење се ефикасни, а на кои им се потребни одредени подобрувања¹.

Непараметарската метода анализа на обвиеени податоци (*Data Envelopment Analysis* - DEA) се истакнува како водечка за мерење на ефикасноста на единиците за кои се одлучува (*Decision Making Units* - DMUs), а во литературата на операционите истражувања (*Operational Research* - OR), односно Науката за менаџмент (*Management Science* - MS) е воведена од Charnes, Cooper и Rhodes во 1978 година². За единиците за кои се одлучува важно е да бидат хомогени ентитети, односно тие треба да користат исти ресурси (кои во DEA се нарекуваат влезови) за да произведат исти резултати (кои во DEA се нарекуваат излези) иако тие може да се во различни износи (Thanassoulis, 2001). Методата DEA овозможува да се пресмета максималната мерка на перформанси за секоја единица за која се одлучува релативно во однос на другите единици за кои се одлучува, а кои се дел од популацијата која се набљудува, со тоа што постои само едно барање, а тоа е секоја единица за која се одлучува да лежи на екстремната граница или истата да се наоѓа под неа (Charnes et al., 1994).

Во бази на податоци кои се карактеризираат како големи и сложени, оценувањето на перформансите може да биде олеснето преку еден стандарден процес кој може да помогне во насока да се (Emrouznejad et al., 2010, p. 2): (1) преведе целта за мерење на перформансите на серија на мали задачи, (2) изберат хомогени DMUs и да се предложи избор на соодветен влез/излез, (3) развие соодветен модел, (4) обезбедат начини за евалуација на ефективноста на резултатите и (5) предложи соодветно решение за подобрување на ефикасноста и продуктивноста на ентитетите. Тие ја предложиле COOPER-овата рамка како еден унифициран стандарден процес за непараметарски проекти (објаснета во поглавјето 3.6).

¹ Значаен дел од менаџментот претставува ефикасноста која упатува на односот помеѓу влезот и излезот, а менаџерите се заинтересирани за ефикасно да се користат ресурсите и да се минимизираат трошоците за истите (Шуклев, 2011, стр. 5-6).

² Во рамките на докторската дисертација како синоними се користат термините: ентитети, организациски единици, единици за кои се одлучува и кратенката DMUs, додека пак за методата анализа на обвиеени податоци се користи и кратенката DEA.

Во рамките на оваа докторска дисертација, предмет на истражување се методите и моделите на повеќекритериумското одлучување применети за евалуација на релативната ефикасност на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје и за рангирање на експозитурите на Банката кои се лоцирани во Скопје.

За да се евалуира ефикасноста на филијалите на Банката користена е COOPER–овата рамка во која се развиени *Window DEA* модели за следење и анализа на нивната ефикасност во периодот кој се набљудува, односно од 2009 до 2011 година; за валидација на добиените „необични“ резултати *Window DEA* анализата е интегрирана со аналитичкиот хиерархиски процес (*Analytic Hierarchy Process* – АНР, обработена во глава 2) кој претставува најпозната метода на повеќекритериумското одлучување (*Multicriteria Decision Making* – MCDM, обработено во глава 1) и аплициран е *Andersen-Petersen*–овиот модел за мерење на суперефикасноста на филијалите.

Во докторската дисертација методата АНР е применета и за рангирање на експозитурите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани во Скопје и кои се класифицирани во три групи, при што е опфатен временски период од четири години (од 2008 до 2011 година). Овде е важно да се нагласи дека се развиени три АНР модели за рангирање на експозитурите на Банката, направена е проверка за тоа колку доносителот на одлуката (испитаникот) бил козистентен во своите проценки и за последната година од набљудуваниот период е спроведена сензитивна анализа.

За решавање на моделите кои се развиени во докторската дисертација се користат квалитетни софтверски алатки, а врз основа на добиените резултати дадени се препораки за подобрување на работењето на деловните единици на Банката (филијали и експозитури).

Преку спроведеното истражување во Банката може да се добие одговор на следните прашања:

- Зошто е важно за евалуација на релативната ефикасност на филијалите да се користи COOPER–овата рамка?
- Дали во набљудуваниот период ефикасноста на филијалите на Банката бележи зголемување?
- Како може да се подобри ефикасноста на филијалите на Банката?
- Дали има значителни промени во рангот на експозитурите на Банката во периодот кој се набљудува? и
- Дали ранг-листата на експозитурите е стабилна?

2. Цели на истражувањето

Цели на истражувањето кое ги опфаќа филијалите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани низ Р. Македонија се:

- Да се идентификуваат влезови и излези за секој од трите пристапи: производствен (оперативен), посреднички и пристап на профитабилност за евалуација на релативната ефикасност на филијалите на Банката;
- Да се оцени важноста на влезовите и излезите за секој од горенаведените пристапи;
- Да се развијат *Window* DEA модели за секој од пристапите;
- Да се дадат препораки на релативно неефикасните филијали на Банката според добиените резултати од решавањето на *Window* DEA моделите на поодделните пристапи во периодот кој се набљудува;
- Да се направи валидација на резултатите во случај истите да се “необични“ и
- Да се дадат препораки на ефикасните филијали на Банката врз основа на добиените резултати од решавањето на моделот за мерење на суперефикасноста.

За да се реализираат дефинираните цели на истражувањето неопходно беше да ги поставиме и спроведеме следните подцели во насока:

- Да се спроведе интервју со директорката на Самостојната дирекција за управување со мрежата на филијали за да се идентификуваат влезови и излези за секој од поодделните пристапи за евалуација на релативната ефикасност на филијалите на Банката;
- Да се анкетираат испитаниците за да ја оценат важноста на влезовите и излезите за секој од пристапите;
- Да се спроведе интервју со директорката на Самостојната дирекција за управување со мрежата на филијали за да се изберат влезови и излези (врз основа на просечните оценки на важност) за DEA моделите на поодделните пристапи;
- Да се примени софтверската алатка EMS (*Efficiency Measurement System*) за решавање на *Window* DEA моделите на поодделните пристапи во периодот кој

се набљудува со што ќе можат да се утврдат изворите и износите на неефикасност.

- Да се интегрира методата DEA, поточно *Window* анализата со методата АНР за валидација на резултатите (во случај истите да се “необични”);
- Да се измери суперефикасноста на филијалите на Банката со примена на *Andersen-Petersen* – овиот модел и да се укаже за колку може релативно ефикасните филијали да ги зголемат влезовите, односно да ги намалат излезите, а при тоа пак да останат релативно ефикасни.

Во оваа докторска дисертација во истражувањето кое ги опфаќа филијалите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани низ Р. Македонија, настојувам да ги потврдам следните претпоставки:

- Методологијата DEA може да се користи за евалуација на релативната ефикасност на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани низ Р. Македонија, како и за идентификување на изворите на неефикасност и одредување на износите на неефикасност;
- Преку *Window* DEA моделите може да се утврди промената на релативната ефикасност на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани низ Р. Македонија во текот на набљудуваниот период.

Цели на истражувањето кое ги опфаќа експозитурите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани во Скопје се:

- Да се изберат критериуми за рангирање на експозитурите на Банката;
- За секоја група на експозитури на Банката да се развие АНР модел за нивно рангирање;
- Да се изврши рангирање на експозитурите на Банката во групите во кои припаѓаат во набљудуваниот временски период;
- Да се спроведе сензитивна анализа за да се испита осетливоста, односно стабилноста на добиените резултати за последната година од набљудуваниот период.

Во таа насока како подцели на истражувањето потребно беше:

- Да се спроведе интервју со директорката на Самостојната дирекција за платен промет во земјата за да се изберат критериуми за рангирање на експозитурите на Банката;

- Да се анкетира испитаникот за да се оцени важноста на критериумите во однос на целта и приоритетноста на експозитурите во однос на секој критериум за сите АНР модели во периодот кој се набљудува;
- Да се примени софтверската алатка *Super Decisions* за да се добијат вкупните приоритети на експозитурите во набљудуваниот период врз чија основа истите ќе се рангираат;
- Да се примени софтверската алатка *Expert Choice* за да се спроведе сензитивна анализа (да се испита осетливоста, односно стабилноста на ранг-листата на експозитурите на промената на важноста на критериумите) за сите АНР модели во последната година од набљудуваниот период.

Во истражувањето во докторската дисертација кое ги опфаќа експозитурите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани во Скопје, сакам да ја потврдам следната претпоставка:

- Методата АНР може да се користи за рангирање на експозитурите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани во Скопје.

3. Преглед на литература на досегашни истражувања

Водечката метода за мерење на релативната ефикасност на организациските единици - DEA за прв пат е применета во банкарството од страна на Sherman и Gold (1985).

Апликациите на методата DEA во банкарството се од неколку различни агли и тоа (Paradi et al., 2004, p. 353):

- Анализа на банки кои функционираат во државата
- Анализа на банкарски филијали во една банка
- Анализа на банки во две или повеќе држави
- Ефикасност од спојување на банки
- Стратегии за развој на филијали

За примена на методата DEA во банкарството, Neralić (1996) ги обработува трудовите на: Sherman и Gold (1985), Giokas (1991), Oral и Yolalan (1990) и Norman и Stoker (1991). Исто така, значајно е да се укаже и на трудот на Jemrić и Vujčić (2002) кои ја примениле методата DEA за да ја анализираат ефикасноста на банките во Р. Хрватска во периодот од 1995 до 2000 година.

Во Р. Србија, Martić (1999) ја применува методата DEA на филијалите на Инвест банка која е ликвидирана по либерализацијата на пазарот, Porović (2006) ја аплицира методата DEA за оценка на ефикасноста на кредитните програми, а Mihailović et al. (2009) ги користат методите: DEA и *I-distance* (мултиваријациона статистичка метода) за рангирање на 41 банка во Р. Србија во 2005 година.

За мерење на ефикасноста на банките во Р. Македонија во 2009 и 2010 година Цветкоска (2012) ја има аплицирано методата DEA, поточно ги има избрано BCC (*Banker-Charnes-Cooper*) моделите и со влезна и со излезна ориентација³ на примерокот кој го сочинуваат 17 банки.

Во рамките на оваа докторска дисертација, методата DEA се користи за да се евалуира релативната ефикасност на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани низ Р. Македонија, што значи дека станува збор за анализа на банкарски филијали во рамките на една банкарска организација, па затоа во продолжение посебен акцент е ставен на примената на методата DEA во банкарски филијали.

Paradi et al. (2004) според Yang и Paradi (2003) даваат преглед на литературата за примена на методата DEA во банкарски филијали при што е опфатен временскиот период од 1985 до 2002 година⁴. Во прегледот се содржани информации за: авторот (авторите) на студијата и годината во која е објавена истата, променливите (влезови и излези), примерокот (број на анализирани филијали и држава), приносот на обем и ориентацијата.

Студиите во прегледот ги испитуваат перформансите на банкарските филијали претпоставувајќи различни цели во однесувањето (Paradi et al., 2004, p. 355):

- Во производствениот, односно во оперативниот пристап банкарските филијали користат работна сила и капитал за да собираат депозити и да одобруваат кредити.
- Посредничкиот пристап се однесува на процесот во кој од прибраните депозити се даваат кредити, додека пак
- Пристапот на профитабилност се однесува на генерирање на профит од страна на банкарските филијали преку користење на работна сила, средства и капитал.

³ Кога целта на моделот е да се минимизираат влезовите за да се произведат дадените нивоа на излез истиот е познат како влезно-ориентиран, а доколку целта на моделот е да се максимизираат излезите со користење на дадените нивоа на влез, тогаш станува збор за излезно-ориентиран модел (Cooper et al., 2007).

⁴ Прегледот е прикажан во: (Paradi et al., 2004, pp. 395-400).

Од прегледот кој го даваат Paradi et al., може да се забележи дека најмал примерок на филијали (14 филијали во САД) е опфатен во трудовите на: Sherman и Gold (1985) и Haag и Jaska (1995), додека пак, Tulkens (1993) користи најголем примерок на филијали (773 филијали во Белгија).

Во истражувањето обработено во оваа докторска дисертација е опфатен примерок од 8 филијали на Комерцијална банка АД Скопје, па затоа во продолжение фокусот е ставен на студиите од прегледот на Paradi et al., во кои методата DEA е аплицирана на мал примерок на филијали. Прегледот во кој се содржани 10 трудови (Al Faraj et al., 1993; Athanassopoulos и Giokas, 2000; Cook et al., 2000; Giokas, 1991; Haag и Jaska, 1995; Oral и Yolalan, 1990; Parkan, 1987; Sherman и Gold, 1985; Sherman и Ladino, 1995 и Vassiloglou и Giokas, 1990) и повеќе од 10 студии/пристапи со мал број на филијали е даден во Прилог 1. Од него можат да се видат влезните и излезните променливи за секој труд поодделно, потоа, може да се согледа дека методата DEA најмногу е аплицирана во Грција и САД (по три труда респективно), потоа во Канада (два труда), па во Саудиска Арабија и во Турција (по еден труд респективно). Според приносот на обем, во најголем број од трудовите е избран CCR (*Charnes-Cooper-Rhodes*) моделот, ВСС моделот е избран во еден труд, а исто така, во еден труд се избрани и CCR и ВСС моделите. Во однос на ориентацијата на моделот, од Прилог 1 може да се согледа дека во најголем број од трудовите е избран влезно-ориентиран модел.

За примената на методата DEA во банкарските филијали, преглед на литературата имаат направено и Eken и Kale (2011). Тие анализирале 39 трудови кои се објавени по 2000 година и во кои се содржани повеќе од 49 студии/пристапи.

Според податоците од прегледот на Eken и Kale, најмал број на филијали (14 филијали) е опфатен во трудот на Yang et al. (2005), а истражувањето е спроведено во Велика Британија, додека пак најголем број на филијали (1087 филијали) е опфатен во трудот на Yang (2006), а истражувањето е спроведено во Канада. Во најголем број студии (33) е користен производствениот/оперативниот пристап, посредничкиот пристап и пристапот на профитабилност се користени во 7 студии респективно, а друг пристап е користен во 6 студии. Во 29 студии е применет ВСС моделот, во 27 CCR моделот, во 11 студии е применет друг DEA модел, а други модели (FDH - *Free Disposal Hull*) или модифицирани) се применети во 8 студии. Во однос на ориентацијата, во 36 студии е земен предвид влезно-ориентиран пристап, во 12 студии

излезно-ориентиран и во 5 студии неориентиран пристап. Просечниот број на влезови е 3,9, а на излези 4,7. Најчесто користените влезови се однесуваат на персоналот, потоа, оперативните трошоци (со исклучок на трошоци за персонал), локацијата (област, кирија, итн.), опремата итн., а, кога станува збор за излезите како најчесто користени се издвојуваат следните: салдо на депозити, салдо на кредити, некаматен приход и провизија и броеви на сметка/трансакција (Eken и Kale, 2011). Исто така, од нивниот преглед може да се согледа дека методата DEA е аплицирана на примерок кој опфаќа максимум 50 банкарски филијали во следните трудови: (Sevcovic et al., 2001; Cook и Nababou, 2001; Hartman et al., 2001; Portela et al., 2003; Barth и Staat, 2005; Yang et al., 2005; Samanho и Dyson, 2008 и Giokas, 2008).

За евалуација на релативната ефикасност на осумте филијали на Комерцијална банка АД Скопје, како најсоодветна техника е избрана *Window* DEA анализата (објаснета во поглавјето 3.2.4, а спроведеното истражување е прикажано во глава 4).

Една од целите во истражувањето кое се однесува на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје е да се направи валидација на резултатите доколку истите се „необични“, при што како адекватна подцел е поставена интеграција на методата DEA, поточно на *Window* анализата со повеќекритериумската метода АНР.

Tone (1989) истакнува некои структурни сличности помеѓу методите АНР и DEA, а според прегледот на Ho (2008) овие две методи се интегрирани во 4 студии.

За да се добие информација дали има објавено трудови во кои *Window* анализата е аплицирана во банкарството, како и информација дали постои референца/и во која/и *Window* анализата и методата АНР се интегрирани и аплицирани во оваа област, беше направена консултација со еден од најголемите авторитети за методата DEA - проф. д-р Emmanuel Thanassoulis⁵. За апликација на *Window* анализата во банкарството беа посочени референците: Asmild et al. (2004) кои ја комбинираат *Window* DEA анализата со Малмквистовите индекси во студија на Канадската банкарска индустрија, Bergendahl (1998) ги аплицира DEA и *Benchmarks* во 48 големи нордиски банки (14 од Данска, 13 од Финска, 12 од Норвешка и 9 од Шведска) земајќи предвид две години (1992 и 1993), а Hartman и Storbeck (1996) ја применуваат *Window* анализата со цел да

⁵ Професор по Наука за менаџмент на Астон бизнис школата во Бирмингем, Велика Британија. Неговата кратка биографија е достапна на: <http://www1.aston.ac.uk/aston-business-school/staff/academic/oim/prof-emmanuel-thanassoulis/> (пристапено 25.06.2012г.).

го истражат развојот на ефикасноста во кредитирањето на 12 шведски банки во временски период од 9 години.

Според горенаведеното, може да се констатира дека не е пронајдена референца за примена на *Window DEA* анализата во банкарски филијали, така што реализираното истражување во оваа дисертација е оригинално, а иновација претставува и интеграцијата на *Window DEA* анализата со методата АНР (детално во поглавјето 4.2.5.2).

4. Методи на истражувањето

„Методот во науката значи начин на истражување и изложување на предметите (работи и појави) кои ги истражува научникот. Научниот метод е збир на различни процедури кои ги користи научникот во научно-истражувачката работа за да ги истражи и изложи резултатите на научното истражување во одредено научно подрачје, научна област, гранка, подгранка или научна дисциплина. Истовремено, научниот метод е и пат на истражување со кој се обликува и гради науката. Научен метод се нарекува и секој начин на научно истражување кој овозможува сигурно, средено, систематско, прецизно и точно знаење.“ (Žugaj et al., 2006, str. 31).

Во рамките на докторската дисертација користени се научните методи: **анализа и синтеза, генерализација и специјализација, метода на дескрипција, компаративна метода, метода на компилација, метод на класификација, индуктивна и дедуктивна метода.**

Во апликативниот дел, односно во истражувањето кое е спроведено во Комерцијална банка АД Скопје, за да се евалуира релативната ефикасност на филијалите на Банката кои се лоцирани низ Р. Македонија, фокусот е ставен на следните методи: **метода на интервју** (со главниот оперативен директор на Комерцијална банка АД Скопје и со директорката на Самостојната дирекција за управување со мрежата на филијали), **метода на анкета** (анкетата е спроведена на примерок кој го сочинуваат експерти од областа, односно 11 директори на филијалите на Банката кои се лоцирани низ Р. Македонија), користени се **статистички методи**, применета е ***Window DEA* анализата** и аплицирана е **повеќекритериумската метода АНР**.

Кога станува збор за рангирање на експозитурите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани во Скопје посебен акцент е ставен на методите: **метода на интервју** (со директорката на Самостојната дирекција за платен промет во земјата), **метода на анкета** (анкетата е спроведена на еден референт од Службата за анализи, информирање и поддршка) и применета е најпопуларната метода на повеќекритериумското одлучување **АНР**.

5. Очекуван придонес од трудот

Во рамките на докторската дисертација е обработено повеќекритериумското одлучување со посебен фокус на повеќекритериумското одлучување (*Multiattribute Decision Making* - MADM) кое претставува нов и доста значаен дел на науката за менаџмент.

Исто така, во дисертацијата детално се обработени најпознатата повеќекритериумска метода АНР и водечката непараметарска метода DEA, а посебен акцент е ставен на COOPER-овата рамка предложена од Emrouznejad и De Witte (2010) која е користена во истражувањето реализирано во Комерцијална банка АД Скопје за да се евалуира релативната ефикасност на нејзините филијали.

Со изработката на оваа докторска дисертација и истражувањето спроведено во неа сметаме дека се постигнати следните научни придонеси:

- За прв пат во Р. Македонија се применува техниката *Window* DEA анализа за да се евалуира релативната ефикасност на филијалите на една банка;
- Развиени се *Window* DEA модели за евалуација на релативната ефикасност на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани низ Р. Македонија за трите користени пристапи: производствен, посреднички и пристап на профитабилност;
- Прикажани се и дискутирани резултатите за релативната ефикасност на филијалите на Банката добиени со софтверско решавање на моделите на трите пристапи;
- Оригинална е и интеграцијата на техниката *Window* DEA анализа со методата АНР која е реализирана за валидација на добиените „необични“ резултати;
- За прв пат е реализирана примена на методата АНР за рангирање на експозитурите на една банка;

- Развиени се АНР модели за рангирање на експозитурите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани во Скопје;
- Прикажани се и дискутирани резултатите добиени со софтверско решавање на АНР моделите за рангирање на експозитурите на Банката.

6. Структура на трудот

Докторската дисертација со наслов: „*Методи и модели на повеќекритериумско одлучување во менаџментот: емпирска студија за евалуација на ефикасноста на одредени организациони единици во Република Македонија*“, се состои од: вовед, два дела (во првиот дел се обработени три глави, а во вториот дел две глави), заклучок, литература и прилози.

Во **Воведот** од дисертацијата се претставени подрачјето и предметот на истражување, а потоа се дефинирани целите и подцелите на истражувањето како и претпоставките кои авторот сака да ги потврди во дисертацијата. Во продолжение на главата е даден преглед на литературата на досегашните истражувања, прецизирани се методите на истражување кои се користат во дисертацијата и на крај е даден очекуваниот научен придонес.

Во првиот дел од докторската дисертација **Теоретско-методолошки разгледувања на повеќекритериумското одлучување** се обработени три глави (главите: 1, 2 и 3).

Првата глава е со наслов **Науката за менаџмент во решавањето на проблеми на повеќекритериумско одлучување**. Во неа прво е претставена синергијата меѓу квантитативната анализа, менаџментот и одлучувањето. Потоа се објаснува решавањето на проблеми и донесувањето на одлуки со MS/OR пристапот, а исто така, се прикажани и неговите методи. Во продолжение на главата е обработено едно од најзначајните полиња на науката за менаџмент, повеќекритериумското одлучување (MCDM) со посебен фокус на повеќекритериумското одлучување (MADM), така што се објаснети: трансформацијата на квалитативните вредности на атрибутите во квантитативни, векторската нормализација, линеаризацијата на атрибутите како и процентната трансформација. Потоа се прикажани и накратко се објаснети најчесто користените MADM методи и тоа: методата на доминација, *maximin*, *maximax*, конјуктивната, дисјунктивната и лексикографската метода како и најпознатите

outranking методи на повеќекритериумската анализа. На крајот на оваа глава се претставени апликациите на MCDM.

Во втората глава со наслов **Метода аналитички хиерархиски процес (AHP)** се обработени методолошките основи на оваа најпопуларна метода на повеќекритериумската анализа, а посебно внимание е посветено и на нејзините математички основи. Опишани се најпознатите софтверски алатки кои служат како поддршка на аналитичкиот хиерархиски процес и тоа: *Expert Choice*, *Super Decisions* и *Decision Lens*. Исто така, укажано е и на важноста на сензитивната анализа и објаснети се опциите на сензитивна анализа во рамките на програмската алатка *Expert Choice*. Во продолжение на главата наведени се предностите и ограничувањата на методата AHP, даден е преглед на нејзината примена и на крај посебен акцент е ставен на методата аналитички мрежен процес (ANP), која се смета за надоградување на методата AHP.

Третата глава е со наслов **Метода анализа на обвинени податоци (DEA)**. Во неа прво се дадени методолошките основи на методата DEA, а потоа се обработени: CCR и BCC моделите со влезна и со излезна ориентација, моделот за рангирање на ефикасните единици за кои се одлучува, објаснето е ограничувањето на DEA тежините и е обработена *Window* (прозорската) DEA анализа. Исто така, укажано е на комерцијалните и некомерцијалните софтверски пакети кои служат како поддршка на оваа метода, со посебен фокус на софтверската алатка *Efficiency Measurement System* (EMS) која е користена за решавање на конструирани модели во емпириското истражување кое е објаснето во глава 4. Во продолжение на главата се истакнати предностите на методата DEA и укажано е на нејзините ограничувања, потоа е даден преглед на апликациите на оваа непараметарска метода и на крај е обработена COOPER-овата рамка како еден унифициран процес за изведба на непараметарски проекти.

Вториот дел од докторската дисертација **Емпирска студија за евалуација на релативната ефикасност на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје и за рангирање на нејзините експозитури** се состои од две глави (глава 4 и глава 5).

Четвртата глава е со наслов **COOPER-овата рамка и Window DEA анализата за евалуација на релативната ефикасност на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје**. Во неа најпрво е даден текот на истражувањето кое е реализирано во Банката. Развиени се *Window* DEA модели за секој од користените пристапи (производствен, посреднички и пристап на профитабилност), а за нивно решавање е

користена софтверската алатка *Efficiency Measurement System*. Резултатите кои се добиени се прикажани и интерпретирани со тоа што за филијалите кои се идентификувани како релативно неефикасни е укажано каква промена треба да се направи на влезовите, односно на излезите за истите да станат релативно ефикасни. Исто така, филијалите на Банката се рангирани според моделот на Andersen и Petersen за мерење на суперефикасноста, а на крајот на главата е направена компарација на резултатите од *Window DEA* моделите на поодделните пристапи и идентификувани се најдобрите и најлошите филијали во релативна смисла.

Во петтата глава со наслов ***АНР модели за рангирање на експозитурите на Комерцијална банка АД Скопје*** најпрво е објаснет текот на спроведеното истражување во Банката. За секоја група на експозитури (А, Б и В) е развиен АНР модел за нивно рангирање, а за решавање на моделите се користи софтверската алатка *Super Decisions*. Добиените резултати се презентирани и толкувани, а исто така, е спроведена сензитивна анализа со користење на најпознатиот софтвер за методата АНР – *Expert Choice*.

Интегрален дел на докторската дисертација е и заклучокот во кој се систематизирани клучните констатации кои произлегуваат од секоја обработена глава.

Во делот на литературата се наведени над 200 библиографски единици од кои најголем број се објавени по 2000 година, а делот на прилози содржи 10 прилози (првите 8 прилози се однесуваат на глава 4, а останатите 2 на глава 5).

ПРВ ДЕЛ

ТЕОРЕТСКО-МЕТОДОЛОШКИ РАЗГЛЕДУВАЊА НА ПОВЕЌЕКРИТЕРИУМСКОТО ОДЛУЧУВАЊЕ

ГЛАВА 1

НАУКАТА ЗА МЕНАџМЕНТ
ВО РЕШАВАЊЕТО НА ПРОБЛЕМИ НА
ПОВЕЌЕКРИТЕРИУМСКО
ОДЛУЧУВАЊЕ

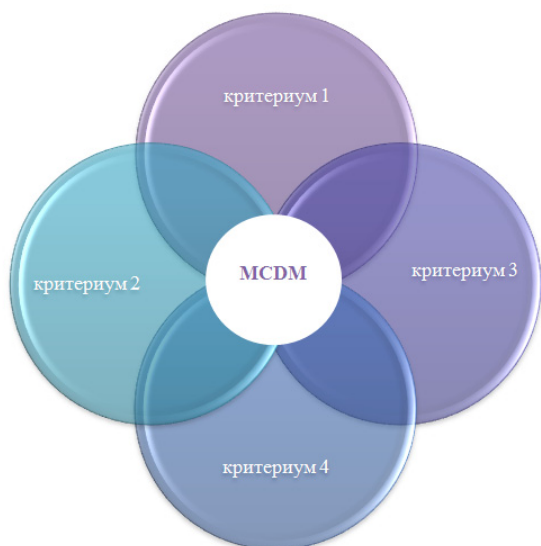
ГЛАВА 2

МЕТОДА АНАЛИТИЧКИ
ХИЕРАРХИСКИ ПРОЦЕС (АНР)

ГЛАВА 3

МЕТОДА АНАЛИЗА НА ОБВИЕНИ
ПОДАТОЦИ (DEA)

ГЛАВА 1



НАУКАТА ЗА МЕНАЏМЕНТ ВО РЕШАВАЊЕТО НА ПРОБЛЕМИ НА ПОВЕЌЕКРИТЕРИУМСКО ОДЛУЧУВАЊЕ

- 1.1. Синергија меѓу квантитативната анализа, менаџментот и одлучувањето
- 1.2. MS/OR пристапот за решавање на проблеми и донесување на одлуки
 - 1.2.1. Методи на MS/OR пристапот
- 1.3. Природата на проблемите на повеќекритериумско одлучување (MCDM)
- 1.4. Повеќекритериумско одлучување (MADM)
 - 1.4.1. Преведување на квалитативните вредности на атрибутите во квантитативни
 - 1.4.2. Векторска нормализација
 - 1.4.3. Линеаризација на атрибути
 - 1.4.4. Процентна трансформација
- 1.5. Методи за решавање на проблеми на повеќекритериумско одлучување
 - 1.5.1. Метода на доминација
 - 1.5.2. *Maximin* метода
 - 1.5.3. *Maximax* метода
 - 1.5.4. Конјуктивна метода
 - 1.5.5. Дисјунктивна метода
 - 1.5.6. Лексикографска метода
 - 1.5.7. *Outranking* методи на повеќекритериумска анализа
 - 1.5.7.1. Метода ELECTRE
 - 1.5.7.2. Метода PROMETHEE
- 1.6. Апликации на повеќекритериумското одлучување

1.1. Синергија меѓу квантитативната анализа, менаџментот и одлучувањето

Од почетокот на запишаната историја постои квантитативната анализа, но во раните 1900-ти, принципите на научниот пристап кон менаџментот ги поставил Frederick W. Taylor (Render et al., 2012). Дисциплината која го помага менаџерското одлучување со користење на научен пристап кон менаџерските проблеми што ги зема предвид и квантитативните фактори се нарекува наука за менаџмент⁶, а традиционалното име на оваа дисциплина е операциони истражувања затоа што за време на Втората светска војна тимови на научници правеле истражување за тоа како треба да се управуваат воените операции (Hiller et al., 2008). Во текот на војната се развиле голем број на нови научни и квантитативни техники кои успешно ѝ помогнале на војската, така што по нејзиното завршување компаниите во менаџерското одлучување почнале да користат слични техники, а со цел да се применат принципите на научниот пристап кон менаџирање на проблемите и можностите, денес многу организации вработуваат операциони истражувачи (Render et al., 2012).

Термините: *наука за менаџмент (Management Science - MS)*, *операциони истражувања (Operational Research/Operations Research - OR)* и *наука за одлучување (Decision Science - DS)* се користат како синоними.

Williams (2008, p. 12) укажува дека “традиционалните операциони истражувања” се занимаваат со:

- Одреден проблем, кој при тоа се формулира со една цел.
- Личност која на конкретната ситуација треба да ѝ даде важност како и да донесе одлука во врска со поставениот проблем (станува збор за доносител на одлука).
- Проблем кој се карактеризира како јасен и недискутабилен и може да се постигне консензус за тоа што претставува истиот.
- Врз основа на апстрактни цели треба да се донесат одлуки кои потоа ќе стапат на сила, а луѓето во анализата се пасивни.
- Целта на анализата е да ја намали, односно да се отстрани неизвесноста за иднината.

⁶ На веб страницата на Институтот за операциони истражувања и наука за менаџмент (*eng. Institute for Operations Research and the Management Sciences - INFORMS*) кој е со седиште во САД, науката за менаџмент се дефинира како интердисциплинарна гранка на применета математика, инженерство и аналитички методи, а при тоа вклучува и математичко моделирање, статистика како и алгоритми за да може организацијата да донесува рационални и оптимални одлуки.

<http://www.informs.org/About-INFORMS/About-Operations-Research> (пристапено на 08.12.2012г.).

Додека пак, модерната “алтернативна парадигма”, со која треба да им пристапиме на проблемите со кои се соочуваме, препознава (Williams, 2008, p. 12):

- дека се бараат алтернативни решенија кои ќе бидат прифатливи за голем број на учесници;
- дека анализата и моделите се карактеризираат како едноставни и транспарентни со цел да се разберат и затоа истите се користат од страна на разни учесници;
- дека луѓето во анализата претставуваат активни субјекти;
- дека анализата треба да го олесни планирањето како од долу нагоре, така и од горе надолу и
- дека треба да се прифати неизвесноста, опциите треба да се одржат отворени.

Квантитативната анализа користи научен пристап кон менаџерското одлучување и во срцето на оваа анализа е процесирањето и манипулирањето на необработените податоци во информации кои се од големо значење за луѓето кои донесуваат одлуки (Render et al., 2012). Пристапот на оваа анализа опфаќа: дефинирање на конкретната проблемска ситуација, конструирање на модел кој ќе ја прикаже ситуацијата симплифицирано, вклучувајќи ги само нејзините суштински аспекти, потоа прибавување на влезни податоци од реалниот свет, примена на адекватни методи и техники кои ќе овозможат да се најде оптимално решение кое потоа ќе се тестира, по што следи анализирање и толкување на добиените резултати и нивно имплементирање.

Од горенаведеното произлегува дека науката за менаџмент, односно операционите истражувања можат да им помогнат на менаџерите во повеќето од предизвиците со кои тие се соочуваат денес во овој комплексен свет, односно во решавањето на проблеми како што се⁷:

- Донесување на одлука каде да го инвестираат капиталот со цел истиот да се зголеми.
- Пронаоѓање на начин кој е најдобар за да се стартува центар за повици.
- Лоцирање на складиште за материјалите да се испорачаат преку пократки растојанија со намалени трошоци.
- Предвидување на продажба на производ кој е нов на пазарот.
- Решавање на комплексни проблеми кои се однесуваат на распоредување.
- Донесување одлука кога да има попуст и колкав да биде истиот.

⁷ http://www.scienceofbetter.org/can_do/value_prop.htm (пристапено на 10.02.2013г.).

- Оптимизирање на портфолио на инвестиции.
- Донесување на одлука колкав да биде буџетот за продажба преку интернет во однос на традиционалната продажба.
- Садење на култури во однос на неизвесноста поврзана со временските услови и побарувачката од страна на потрошувачите, итн.

За да може квантитативната анализа успешно да се примени во одлучувањето, неопходно е научникот за менаџмент (*Management Scientist*) да соработува со менаџерот или пак со корисникот на резултатите (Anderson et al., 2012).

Од фундаментално значење е проблемот да се структурира на адекватен начин и потоа да се развие модел кој ќе го прикаже проблемот математички (преку симболи и врски, односно релации), а со користење на соодветни квантитативни методи ќе може да се најде најдоброто/оптимално решение кое за менаџерот ќе претставува препорака за донесување на одлука.

1.2. MS/OR пристапот за решавање на проблеми и донесување на одлуки

“Сите ние сме доносители на одлуки, прво, решавачи на проблеми, второ и креативни мислителци, трето. Ние сме родени со талент за автоматско донесување на одлуки, врз основа на нашите инстинкти, со цел да преживееме. Потоа, ние треба да решаваме проблеми со кои се соочуваме во текот на опстанокот. Креативното размислување е талент чиј степен на пракса ги разликува човечките суштества од сите други форми на живот. ... Одлучувањето, заедно со креативното размислување и решавањето на проблеми се три области со кои несвесниот ум е делумно активен.” (Saaty, 2005, p. 207).

Како може да се дефинира решавањето на проблеми?⁸ Како процес во кој треба да се идентификува разликата меѓу реалната состојба и посакуваната состојба, а потоа треба да се преземе акција за таа разлика да се реши. Процесот на решавање на проблемите ги опфаќа следните чекори:

1. Да се идентификува проблемот и истиот да се дефинира.
2. Да се одреди сет на алтернативни решенија.
3. Да се утврди критериум/критериуми кои ќе се користат во евалуирањето на алтернативите.
4. Да се евалуират алтернативите.

⁸ Материјалот кој е презентираан во поглавјето 1.2 е заснован на: (Anderson et al., 2012, pp. 3-6).

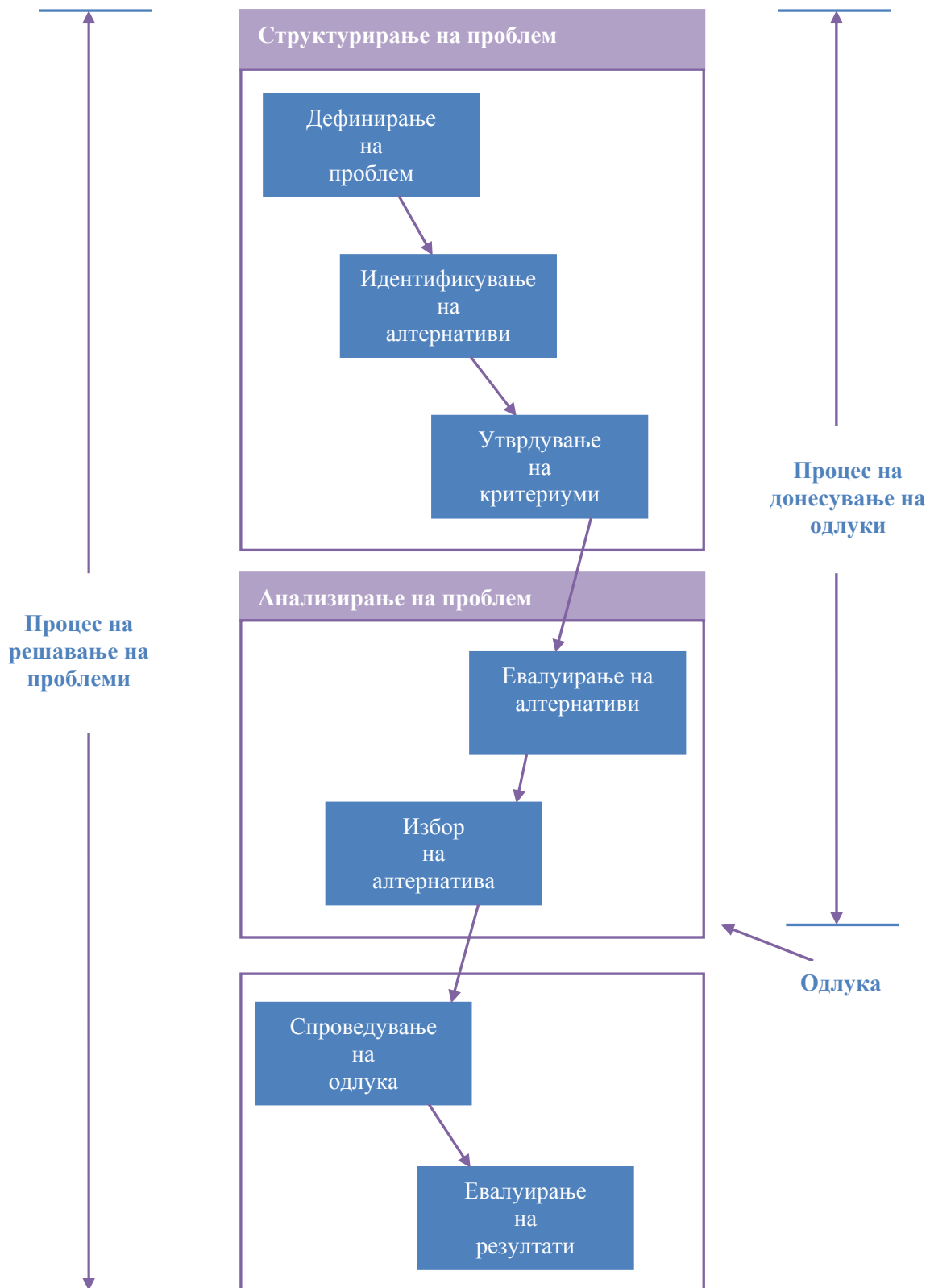
5. Да се избере алтернатива.
6. Да се имплементира алтернативата која е избрана.
7. Да се евалуираат резултатите за да може да се утврди дали решението кое е добиено е задоволувачко.

Процесот на одлучување ги опфаќа првите пет чекори на процесот на решавање на проблеми. Овој процес започнува со дефинирање на проблемот, а завршува со избор на алтернатива. Оттука може да се истакне дека терминот одлучување има поограничен опсег кога истиот се споредува со терминот решавање на проблеми. Односот меѓу процесот на решавање на проблеми и процесот на донесување на одлуки е прикажан на слика 1-1. Исто така, од оваа слика може да се согледа дека структурирањето на проблемот ги опфаќа првите три чекори на процесот на одлучување, а анализирањето на проблемот ги опфаќа последните два чекора на процесот на одлучување. Фазата на анализа на процесот на одлучување може да има квалитативна и квантитативна форма. За квалитативната анализа карактеристично е дека првенствено се базира на проценката и искуството на менаџерот, дека таа го зема предвид интуитивното чувство на менаџерот за проблемот и истата претставува повеќе уметност отколку наука.

Доколку менаџерот имал искуство со проблем кој бил сличен со актуелниот или ако станува збор за релативно едноставен проблем, тогаш поголем акцент може да се стави на квалитативната анализа, но доколку неговото искуство со слични проблеми е мало или пак станува збор за доста комплексен проблем, тогаш посебна улога има квантитативната анализа.

Некои од причините за користење на квантитативниот пристап во процесот на одлучување се:

1. Кога проблемот е комплексен и менаџерот не е во можност да развие решение што ќе биде добро без да се потпре на квантитативна анализа.
2. Кога проблемот е од особена важност и менаџерот пред да ја донесе одлуката сака темелна анализа.
3. Кога станува збор за нов проблем и менаџерот нема претходно искуство од кое би можел да извлече корисни информации.
4. Кога проблемот е повторувачки и менаџерот за да заштеди време и напор се потпира на процедури кои по својата природа се квантитативни за истиот да донесе рутинска одлука за препораки.



Слика 1-1 Односот меѓу процесот на решавање на проблеми и процесот на донесување на одлуки (прилагодено според Anderson et al., 2012)

Во случајот кога се користи квантитативниот пристап, аналитичарот е тој кој се концентрира на квантитативните факти или пак на податоците кои се поврзани со конкретниот проблем и развива математички релации преку кои се опишуваат: целите, ограничувањата или пак некои други односи кои постојат во рамките на проблемот, а потоа користи една или пак неколку квантитативни методи за да може да донесе препорака врз основа на опфатените квантитативни аспекти на проблемот со кој се соочил. Со познавањето на квантитативните методологии и со подобро разбирање на придонесот кој тие го имаат во процесот на донесување на одлуки менаџерот може да ја зголеми ефективноста во тој процес, да ги евалуира како квалитативните така и квантитативните извори на претпоставките и да ги комбинира овие два извора за да донесе рационална одлука.

Независно од тоа дали станува збор за мала или за голема организација, приватна или пак државна, профитна или непрофитна, менаџерите за да ја „отклучат“ вредноста на нивните податоци, за да ги моделираат системите кои се комплексни и да донесуваат подобри одлуки со што е можно помал ризик, ја користат науката за менаџмент/операционите истражувања. Во продолжение се наведени некои од резултатите од нивното користење⁹:

- Увид во проблеми кои се тешки
- Подобрени: процеси, продуктивност како и перформанси
- Намалување на трошоци и зголемување на приходи во милионски износи
- Повеќе, но и подобри опции
- Точни предвидувања и планови
- Одредување цени кои се попрофитабилни
- Поголем пазарен удел
- Повисок квалитет
- Подобро користење на средства
- Супериорен ROI
- Побрзо враќање заем
- Ефикасност на успех

⁹ http://www.scienceofbetter.org/start_here.htm (пристапено на 10.02.2013г.).

1.2.1. Методи на MS/OR пристапот

Во „Енциклопедијата на операционите истражувања и науката за менаџмент“ (Gass и Harris, 1996) се наведени повеќе од 200 методи.

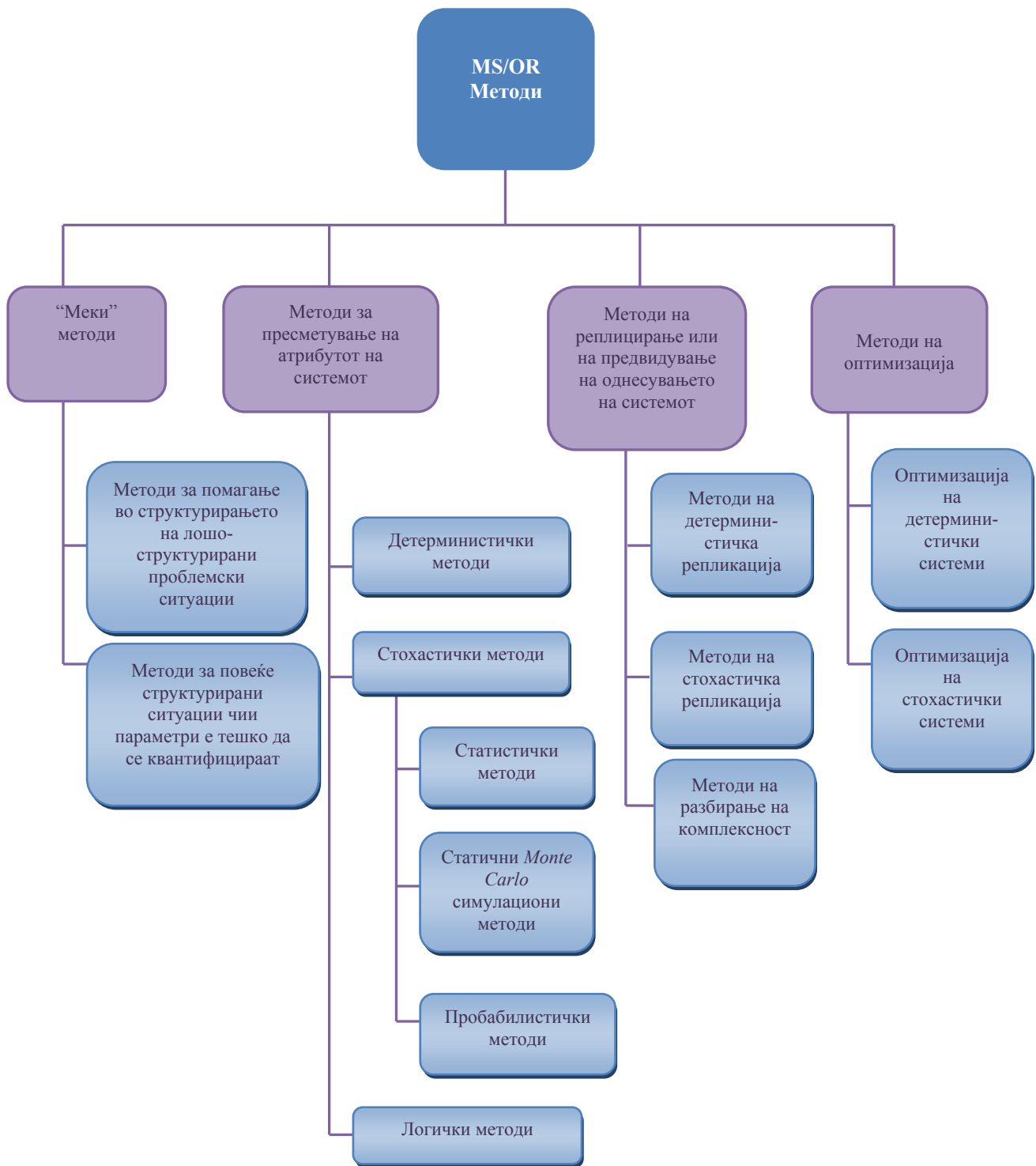
Williams (2008) ги класифицира методите на MS/OR на следните два типа:

- “Меки” методи, кои имаат за цел да се постави структурата на проблемите кои се лошо структурирани или чии параметри е тешко да се измерат (квантифицираат);
- “Тешки” методи, кои претпоставуваат дека универзумот е добро структуриран, позитивистички и мерлив и тоа го искористуваат за подобро да се разбере ситуацијата.

Во таканаречените „меки“ методи, односно во методите за повеќе структурирани ситуации чии параметри е тешко да се квантифицираат припаѓа методата аналитички хиерархиски процес (*Analytic Hierarchy Process* - АНП) која е обработена во глава 2 и аплицирана во главите 4 и 5, додека пак во методите за пресметување на атрибутот на системот, односно во детерминистичките методи припаѓа методата анализа на обвие податоци (*Data Envelopment Analysis* - DEA) која е обработена во глава 3 и аплицирана во глава 4.

На Слика 1-2 е прикажана структурата на MS/OR методите, со тоа што во случај кога повеќето математички техники не се применливи, предвид се земаат „меки методи“, додека пак, методите за пресметување на атрибутот на системот, методите на реплицирање или на предвидување на однесувањето на системот и методите на оптимизација претпоставуваат дека ситуацијата е структурирана и се обидуваат да ги искористат предностите од тоа, за истата да ја разберат подобро.

Исто така, релевантно е да се истакне дека за методите на науката за менаџмент се развиени соодветни софтверски алатки кои овозможуваат нивно имплементирање и истите придонесуваат за поголема примена на MS пристапот во менаџерското одлучување.



Слика 1-2 Методи на науката за менаџмент/операционите истражувања (Williams, 2008, p. 101)

Поголемиот дел од методите на науката за менаџмент овозможуваат решавање на еднокритериумски проблеми на одлучување (станува збор за проблеми кои имаат за цел да се најде најдоброто решение во однос на еден критериум (Anderson et al., 2012)).

Но, повеќето од проблемите во секојдневието вклучуваат повеќе критериуми. На пример, при избор на автомобил предвид можат да се земат следните критериуми: цена, потрошувачка, безбедност, итн. Ваквите и слични проблеми припаѓаат во рамките на релативно новото поле на науката за менаџмент познато како повеќекритериумско одлучување (*Multicriteria Decision Making* - MCDM).

Најраната референца за MCDM, иако не бил користен овој назив, се поврзува со името на Benjamin Franklin (1706-1790) кој кога требало да заземе став за некое важно прашање користел едноставен метод со хартија (Köksalan et al., 2011). Тие ја презентираат неговата постапка која била објаснета во писмото што го испратил до пријателот Joseph Priestly, а истата се состоела во следното: потребно било да се земе лист хартија и од едната негова страна да се напишат сите аргументи што се во корист на одлуката, а на другата страна на листот да се напишат аргументите против; потоа, на секоја страна на листот следело прецртување на аргументите кои биле со релативно еднаква важност (од каде што може да се забележи дека Franklin укажувал на тежините) и онаа страна на листот со аргументи кои не се прецртани воедно претставувала страна на аргументи кои требало да се поддржат.

Во 1955 година е објавен трудот на Charnes, Cooper и Ferguson под наслов „*Optimal Estimation of Executive Compensation by Linear Programming*“ во кој е објаснето целното програмирање (*Goal programming* - GP) иако под овој назив за прв пат се сретнува кај Charnes и Cooper (1961)¹⁰. Од објавувањето на овој труд до денес, повеќекритериумското одлучување како пристап на науката за менаџмент се развива и применува забележително што се потврдува во библиометриската студија на Bragge et al. (2010).

Повеќекритериумското одлучување е од исклучително значење за решавање на комплексни проблеми кои вклучуваат повеќе од еден критериум, а со кои се соочуваат организациите во реалниот свет и затоа пошироко ќе биде елаборирано во наредното поглавје.

1.3 Природата на проблемите на повеќекритериумско одлучување (MCDM)

Повеќекритериумското одлучување, т.е. MCDM се однесува на донесување на одлука кога постои голем број на критериуми кои најчесто се конфликтни (Triantaphyllou, 2000; Masud и Ravindran, 2008; Чупић и Сукновић, 2008 и Vabić, 2011).

¹⁰ <http://www.mcdmsociety.org/facts.html> (пристапено на 12.02.2013г.).

Ballestero и Romero (1998, p. 2) ја истакнуваат изјавата на една од водечките фигури во повеќекритериумските движења, поточно на Zeleny (1982), а таа е: “повеќе цели (критериуми) се насекаде околу нас”.

Лепезата на MCDM проблемите е навистина широка, а како заеднички карактеристики на овие проблеми се јавуваат (Чупић и Сукновић, 2008 според Hwang и Yoon, 1981):

- Доносителот на одлуката мора да креира поголем број на критериуми, односно атрибути.
- Најчест случај кај реалните проблеми претставува конфликтот меѓу критериумите.
- Секој критериум, односно атрибут се карактеризира со различни мерни единици.
- Решенијата на MCDM проблемите се: да се проектира најдобрата акција односно алтернатива или истата да се избере од множеството на претходно дефинирани конечни акции.

Врз основа на последната наведена карактеристика, Чупић и Сукновић укажуваат дека MCDM проблемите можат да се класифицираат во следните две групи и тоа: повеќекритериумско одлучување (*Multiattribute Decision Making* - MADM), кое во последно време е познато и како повеќекритериумска анализа (*Multi-Criteria Decision Analysis* - MCDA) и повеќецелно одлучување (*Multiobjective Decision Making* - MODM). Исто така, Masud и Ravindran (2008), даваат една широка класификација на MCDM проблемите и тоа на: проблеми на избор и проблеми на математичко програмирање¹¹, со тоа што во литературата првите се познати како проблеми на MADM, додека пак вторите се познати како MODM проблеми¹².

Разликите кои постојат меѓу MADM и MODM се прикажани во табела 1-1.

¹¹ Станува збор за проблеми на математичкото програмирање во кои се вклучени повеќе функции на цел, а првата референца за ваков проблем се поврзува со Kuhn и Tucker (1951), (Triantaphyllou, 2000).

¹² За повеќецелното одлучување кое не е предмет на нашето истражување може да се види: (Brauers, 2003; Branke et al., 2008; Чупић и Сукновић, 2008; Varichard et al., 2009; Jones et al., 2010 и Greco et al., 2012).

Табела 1-1 Разлики меѓу MADM и MODM (Чупић и Сукновић, 2008, стр. 241)

	MADM	MODM
КРИТЕРИУМ (дефиниран) ЦЕЛ	АТРИБУТИ	ЦЕЛИ
	ИМПЛИЦИТНА (лошо дефинирана)	ЕКСПЛИЦИТНА
АТРИБУТ ОГРАНИЧУВАЊА	ЕКСПЛИЦИТЕН	ИМПЛИЦИТЕН
	НЕАКТИВНИ (вклучени во атрибутите)	АКТИВНИ
АКЦИИ (алтернативи) ИНТЕРАКЦИЈА СО ДОНОСИ. НА ОДЛУКИ ПРИМЕНА	КОНЕЧЕН БРОЈ дискретни	БЕСКОНЕЧЕН БРОЈ континуирани
	НЕ Е ИЗРАЗЕНА	ИЗРАЗЕНА
	ИЗБОР/ЕВАЛУАЦИЈА	ПРОЕКТИРАЊЕ

Во повеќекритериумското одлучување особено е значајна улогата на носителот на одлуката затоа што неговите преференции истражувачот, односно аналитичарот треба да ги моделира за да може за конкретниот повеќекритериумски проблем на одлучување да се избере најдоброто компромисно решение (Babić, 2011).

Masud и Ravindran (2008) објаснуваат дека кога станува збор за еднокритериумски проблем на одлучување, најдоброто решение е дефинирано во смисла на оптимално решение за кое вредноста на функцијата на цел е или минимизирана или максимизирана, а кога предвид се земаат повеќе критериуми кои најчесто се конфликтни, обично не постои поимот оптимално решение, па одлучувањето во повеќекритериумскиот проблем обично се сведува на избор на најдобро компромисно решение¹³.

1.4. Повеќекритериумско одлучување (MADM)

Во овој дел поголемо внимание ќе посветиме на повеќекритериумското одлучување со посебен фокус на методите кои овозможуваат решавање на MADM проблемите.

За MADM проблемите карактеристично е дека обично постои конечен број на алтернативи кои се утврдени однапред¹⁴. Од овие алтернативи треба да се избере најдобрата, т.е. најприфатливата алтернатива a^* и тоа врз основа на оценките на сите

¹³ Пошироко во: (Masud и Ravindran, 2008, pp. 5-4).

¹⁴ Материјалот во поглавјето 1.4. се заснова на: (Babić, 2011, str. 29-30), а за општиот математички модел и неговото објаснување користен е материјалот презентирани во: (Чупић и Сукновић, 2008, стр. 243-244).

алтернативи за секој од критериумите. За да се донесе конечна одлука се прави споредба на утврдените алтернативи по сите атрибути истовремено.

Поими кои најчесто се среќаваат во проблемите и методите на MADM се: критериуми (*criteria, objectives*) кои претставуваат нумерички функции кои треба или да се максимизираат или да се минимизираат, потоа атрибути (*attributes*) кои се особини т.е. својства на алтернативите и цели (*goals, targets*) кои претставуваат вредности кои претходно се дадени или пак ниво кое сакаме да го постигнеме¹⁵.

Општиот математички модел на MADM е даден во продолжение:

$$\max [f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)], n \geq 2,$$

$$X \in A = [a_1, a_2, \dots, a_m]$$

со тоа што:

n – е број на критериуми

m – е број на алтернативи, односно акции за избор

A – претставува познато конечно множество на алтернативи.

Во продолжение е дадена и релацијата на атрибутот (x_{ij}) :

$$x_{ij} = f_j(a_i), i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$$

и од неа може да се согледа дека вредноста на x_{ij} зависи од j -тиот критериум и од i -тата алтернатива.

Исто така, како еден од основните поими на MADM е и табелата (матрицата) на одлучување (D). Табелата на одлучување претставува матрица од типот (m, n) (каде што m се однесува на редовите, а n на колоните) и истата го има следниот облик:

$$D = \begin{matrix} & f_1 & f_2 & \dots & f_n \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

¹⁵ Masud и Ravindran (2008, p. 5-3) истакнуваат дека во срцето на одлучувањето се алтернативите кои претставуваат можни правци на акција во проблемот на одлучување, а за атрибутите велат дека се дескриптори на алтернативите, односно нивни својства, карактеристики, квалитети или параметри на перформанси.

Трансформацијата на атрибутите, односно преведувањето на нивните квалитативни вредности во квантитативни, векторската нормализација, линеаризацијата на атрибутите и процентната трансформација се објаснети во поглавјата 1.4.1 – 1.4.4.

1.4.1. Преведување на квалитативните вредности на атрибутите во квантитативни

Кога се формира матрицата на одлучување често се случува вредностите на атрибутите за секоја алтернатива по одреден критериум да бидат квалитативни со што се јавува проблем како да се споредат квалитативните со квантитативните вредности на атрибутите, а за негово надминување е потребно да се изврши квантификација на квалитативните атрибути¹⁶.

За да се преведат квалитативните вредности на атрибутите во квантитативни можат да се користат следните скали: редна (ординална) скала, интервална скала и скала на односи.

Скалата која ги става акциите кои се мерат во одреден редослед (рангови) и при тоа не укажува ништо за релативните растојанија меѓу ранговите е позната како редна, односно ординална скала. За разлика од оваа скала, интервалната скала поставува еднакви интервали меѓу вредностите на атрибутите и истата означува разлики или пак растојанија од некој репер (оригинал) кој е дефиниран однапред. Додека пак, скалата на односи, која уште е позната како рационална скала, поставува еднакви интервали меѓу вредностите на атрибутите, и означува разлики или пак растојанија од оригиналот кој во овој случај не е дефиниран однапред. Интервалната и рационалната скала претставуваат квантитативни скали за мерење.

Во табела 1-2 се дадени можните вредности на интервалната скала.

Табела 1-2 Можни вредности на интервалната скала (Чупић и Сукновић, 2008, стр. 245)

Квалитативна оценка	Лош	Добар	Просечен	Мн. добар	Одличен	Тип на критериум
Квантитативна оценка	1	3	5	7	9	max
	9	7	5	3	1	min

Откако квалитативните вредности на атрибутите се преведени во квантитативни, податоците повторно се прикажуваат во матрична форма која е позната како квантифицирана матрица на одлучување, но чест е случајот елементите на оваа

¹⁶ Материјалот презентираан во поглавјето 1.4.1 се заснова на (Чупић и Сукновић, 2008, стр. 245-247).

матрица да се со голем распон на нумеричките вредности, па е потребно да се сведат на интервал (0,1) за што се применува векторската нормализација. Откако истата е спроведена, елементите се прикажуваат во нормализирана матрица на одлучување. Исто така, се врши и линеаризација на атрибутите за да може нивните вредности да се сведат на интервал (0,1) а и за да се преведат во неименуван број различни мерни единици, со што се овозможува споредба на вредностите.

1.4.2. Векторска нормализација

Потребно е секој елемент на матрицата D кој е означен со x_{ij} да се подели со нормата на j -тата колона (вектор) која се пресметува преку следната формула¹⁷:

$$\|X\| = \sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2} = \sqrt{x_{1j}^2 + x_{2j}^2 + \dots + x_{mj}^2} \quad (1.1)$$

со тоа што m претставува број на алтернативи (односно редови) во матрицата на одлучување.

Елементите на нормализираната матрица на одлучување R се пресметуваат преку релацијата (1.2) која е дадена во продолжение:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (1.2)$$

1.4.3. Линеаризација на атрибути

Кога станува збор за “*benefit*“ критериуми (“колку повеќе толку подобро“) линеаризираните елементи на матрицата на одлучување се пресметуваат преку следната формула:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^*} \quad (1.3)$$

¹⁷ Материјалот во поглавјата: 1.4.2. – 1.4.4., се заснова на: (Babić, 2011, str. 38-40, 42, 44).

со тоа што

$$x_j^* = \max_i x_{ij}, \quad j \in \{1, 2, \dots, n\} \quad (1.4)$$

Кога станува збор за трошковни критериуми (“колку помалку толку подобро”) тогаш r_{ij} се пресметува на следниот начин:

$$r_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{x_j^*} \quad (1.5)$$

Кога во матрицата на одлучување има и *benefit* и трошковни атрибути, трошковните атрибути се третираат како *benefit* со тоа што се земаат реципрочните вредности на податоците $1/x_{ij}$, а во продолжение е дадена релацијата за трансформација на трошковните критериуми:

$$r_{ij} = \frac{\frac{1}{x_{ij}}}{\max_i \left(\frac{1}{x_{ij}} \right)} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} = \frac{x_j^{\min}}{x_{ij}} \quad (1.6)$$

1.4.4. Процентна трансформација

Процентната трансформација се користи доста често поради едноставноста која е нејзина одлика со тоа што елементите на таблицата (матрицата) на одлучување се делат со збирот на колоната во која истите се наоѓаат (релација 1.7).

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (1.7)$$

Кога се користат процентната и векторската нормализација атрибутите остануваат *benefit* или трошковни како што се дадени во оригиналната табела, значи не се менува нивниот карактер, додека пак со линеарната трансформација се менува карактерот на трошковните атрибути, односно истите се менуваат во *benefit* атрибути.

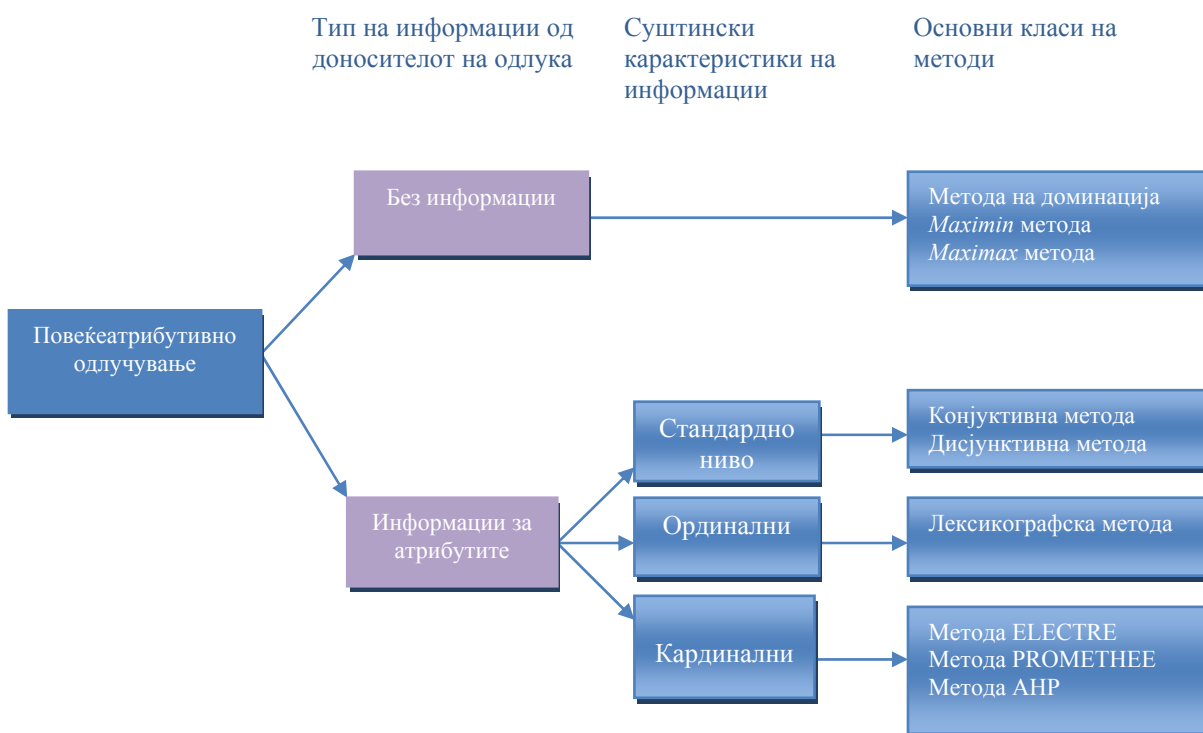
1.5. Методи за решавање на проблеми на повеќекритериумско одлучување

За решавање на проблемите на повеќекритериумското одлучување развиени се голем број на методи кои имаат свои карактеристики.

MADM методите можат да се класифицираат во следните три групи (Babić, 2011, str. 96, 105, 128):

1. Методи кои овозможуваат да се избере најдобрата алтернатива во случај кога не се дадени никакви информации за преференциите на доносителот на одлуката
2. Методи за кои постојат информации за атрибутите (критериумите) и
3. Методи со познати кардинални преференции

На Слика 1-3 се прикажани методите за повеќекритериумско одлучување кои денес најчесто се користат и истите накратко се обработени во продолжение¹⁸.



Слика 1-3 MADM методи (прилагодено според Triantaphyllou, 2000, p.4)

¹⁸ Објаснувањето на методите во поглавјата: 1.5.1-1.5.6 се заснова на: (Masud и Ravindran, 2008, p. 5-8), (Чупић и Сукновић, 2008, стр. 252-257) и (Babić, 2011, str. 96-117).

1.5.1.Метода на доминација

Методата на доминација претставува наједноставна метода за повеќе-атрибутивно одлучување и истата не бара трансформација на вредностите на атрибутите, но секако дека е потребна матрицата на одлучување.

Според методата на доминација некоја алтернатива е доминантна доколку надминува некоја друга алтернатива, т.е. е подобра од неа во еден или пак во повеќе атрибути (критериуми), а во другите е еднаква. Оваа метода е корисно да се примени во почетната фаза на донесувањето на одлуката затоа што можат да се елиминираат алтернативите над кои е утврдена доминација.

За една алтернатива (r) да се карактеризира како доминантна треба да биде задоволен условот кој е даден во продолжение:

$$x_{rj} \geq x_{pj}, j = \overline{1, n}, r \neq p; r, p = \overline{1, m} \quad (1.8)$$

Од утврдените алтернативи најпрво се споредуваат првите две по сите критериуми и ако едната е доминантна тогаш другата алтернатива се отфрла. Потоа, онаа алтернатива која останала во игра се споредува со третата и повторно се отфрла алтернативата над која е утврдена доминација, па споредбата продолжува со четвртата алтернатива, итн. Откако ќе се спроведат $m - 1$ чекори, каде што m означува број на алтернативи, одреден е сет на алтернативи кои се ефикасни, односно недоминирани. Често пати се случува кога се применува методата на доминација да не може да се дојде до решение затоа што не постои алтернатива која е доминантна.

Бројот на недоминирани алтернативи може да се апроксимира преку следната формула:

$$a(m, n) = 1 + \ln m + \frac{(\ln m)^2}{2!} + \dots + \frac{(\ln m)^{n-1}}{(n-1)!} \quad (1.9)$$

каде што n е број на атрибути (критериуми)

Доколку на пример, предвид се земат 6 алтернативи ($m = 6$) и 6 критериуми ($n = 6$), очекуваниот број на недоминирани алтернативи $a(6,6)$ е 5,94 што значи дека сите алтернативи се недоминирани, односно истите претставуваат ефикасни решенија.

1.5.2. *Maximin* метода

И *maximin* методата претставува едноставна метода за избор на најприфатливата алтернатива и за истата да се примени потребно е да се изврши линеарна трансформација на вредностите на атрибутите, односно да се состави линеаризирана матрица на одлучување (R).

Основата на оваа метода ја илустрира Babić (2011, str. 100) преку примерот со синџир: „Имено, синџирот е толку силен колку што е силна неговата најслаба алка.“

Методата *maximin* се заснова на претпоставката дека доносителот на одлуката се однесува многу песимистички во процесот на одлучување. Поточно, доносителот на одлуката за секоја алтернатива ги разгледува вредностите на атрибутите за сите критериуми и ја означува минималната вредност за секоја од алтернативите, а потоа од овие минимални вредности ја бара максималната која води кон избор на најдобрата алтернатива. Значи предвид се зема максималната од утврдените минимални вредности за секоја алтернатива, т.е. *maximin*.

За избор на најприфатливата алтернатива a^* се користи следната релација:

$$a^* = \left\{ a_j \mid \max_i \min_j x_{ij} \right\}, \quad j = 1, \dots, n; i = 1, \dots, m \quad (1.10)$$

каде што x_{ij} претставуваат линеаризирани вредности на матрицата на одлучување.

Доколку на пример се јави ситуација неколку од алтернативите да имаат максимална вредност, тогаш се добива сет на најприфатливи алтернативи.

При изборот на најдобрата алтернатива предвид се зема само еден од атрибутите за секоја алтернатива, а останатите атрибути се игнорираат, што воедно значи дека доста мал дел од информациите кои се на располагање се искористени и ова претставува недостаток на *maximin* методата.

1.5.3. *Maximax* метода

Како што беше случај за претходната метода и за оваа метода да може да се примени неопходно е да се изврши линеарна трансформација на вредностите на атрибутите. Потоа, доносителот на одлуката за секоја алтернатива ја означува максималната линеаризирана вредност по критериумите и тогаш онаа алтернатива која

во однос на останатите ја има највисоката ваква вредност претставува најдобра алтернатива.

Во продолжение е дадена релацијата со која се врши избор на најприфатливата алтернатива a^* :

$$a^* = \left\{ a_i \mid \max_i \max_j x_{ij} \right\}, \quad j = 1, \dots, n; i = 1, \dots, m \quad (1.11)$$

1.5.4. Конјуктивна метода

За да може да се примени конјуктивната метода од доносителот на одлуката се бара да прецизира минимални вредности на атрибутите (долни граници (*cutoff values*)), односно стандардно ниво кое може да го прифати за секој од критериумите, при што онаа алтернатива која има вредност на некој од атрибутите која е под специфицираната граница не може да биде прифатлива, т.е. истата се отфрла.

Алтернативата a^* претставува најприфатлива алтернатива доколку за секој критериум обезбедува:

$$x_{ij} \geq x_j^0; \quad j = n; i = \overline{1, m} \quad (1.12)$$

каде што:

x_{ij} – претставува вредност на j -тиот атрибут по i -тата алтернатива, додека пак

x_j^0 – претставува стандардно ниво на задоволување за секој од критериумите кое го има поставено доносителот на одлуката

Доколку доносителот на одлуката постави прилично ниски долни граници за сите атрибути, во тој случај голем број од алтернативите ќе останат во игра, па затоа е потребно истите да се зголемуваат на еден интерактивен начин за да се дојде до најприфатливата алтернатива.

Оваа метода најчесто се користи за одвојување на алтернативите како прифатливи и неприфатливи, пошироко во (Babić, 2011, str. 108-109).

1.5.5. Дисјунктивна метода

За да може да се избере најприфатливата алтернатива според дисјунктивната метода најпрво е потребно доносителот на одлуката да прецизира посакувани

вредности на атрибутите за секој од критериумите. Секоја алтернатива која е добра во еден атрибут се смета за прифатлива, но како најприфатлива алтернатива ќе се избере алтернативата која во најголем дел го задоволува условот кој е даден во продолжение:

$$x_{ij} \geq x_j^*; \quad j = \overline{1, n}; \quad i = \overline{1, m} \quad (1.13)$$

каде што

x_{ij} – претставува вредност на j -тиот атрибут по i -тата алтернатива, а

x_j^* - претставува посакувано ниво на вредности за секој од критериумите во моделот, кое е поставено од страна на доносителот на одлуката.

И за претходната, т.е. конјуктивната метода, и за оваа метода карактеристично е дека информациите за атрибутите не мора да бидат изразени нумерички ниту пак да се изврши линеарна трансформација на вредностите на атрибутите.

1.5.6. Лексикографска метода

Кога се применува лексикографската метода, потребно е доносителот на одлуката да одреди кој критериум е најважен, потоа кој следи по него според важноста, итн. за секој од критериумите во моделот.

Редоследот на важноста на критериумите може да биде даден на следниот начин:

Приоритет: I; II; III; IV.

Критериум: f_2 ; f_4 ; f_3 и f_1 .

Потоа алтернативите се споредуваат според критериумот кој има најголема важност и доколку само една од алтернативите се карактеризира со највисока вредност, тогаш истата се избира како најприфатлива. Но, што ако неколку од алтернативите се најдобри според критериумот со најголема важност? Во ваков случај, тие се споредуваат според критериумот кој се наоѓа на второто место и доколку една од алтернативите е најдобра според овој критериум тогаш завршува процесот на одлучување. Во спротивно процедурата продолжува со тоа што предвид се зема критериумот кој е трет по важност и ако повторно се јави ситуација неколку од алтернативите да имаат иста важност по овој критериум, а да претпоставиме дека се одредени четири критериуми, тогаш во последниот чекор ќе се разгледаат овие алтернативи по критериумот кој е последен по важност и ако една од нив е најдобра

таа ќе се избере, а ако се јават на пр. две или повеќе алтернативи кои имаат иста, а воедно и највисока вредност по овој критериум, тогаш истите ќе се сметаат како еквивалентни. За математичката нотација за оваа метода видете (Чупић и Сукновиќ, стр. 255-256) и (Babić, 2011, str. 117).

1.5.7. *Outranking* методи на повеќекритериумска анализа

Покрај методите на повеќекритериумското одлучување за кои досега стануваше збор, како најдобри *outranking* методи се издвојуваат следните три:

1. Методата ELECTRE (*ELimination Et Choix Traduisant la REalité (ELimination and Choice Expressing the REality)*)
2. Методата PROMETHEE (*Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation*) и
3. Методата AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

Според традиционалното гледање на специјалистите на *outranking* пристапот, *outranking* методите ги опфаќаат чекорите кои се наведени во продолжение (Vincke, 1999, p. 11-4):

- (i) да се изгради *outranking* модел; Bernard Roy (1973) за прв пат го дефинира *outranking* концептот кој може да се објасни на следниот начин: една алтернатива (a) има повисок ранг од друга алтернатива (b), ако, со оглед на информациите за преференциите на носителот на одлуката, има навистина доволно аргументи врз основа на кои може да се потврди дека алтернативата a е барем толку добра како алтернативата b и при тоа не постои некоја важна причина за ваквото тврдење да се одбие. Во литературата постојат различни *outranking* методи и истите се разликуваат во однос на тоа како ја формализираат наведената дефиниција.
- (ii) експлоатација на моделот изграден во првиот чекор во функција на проблемот кој треба да се реши; Roy (1985) ги дефинира следните три проблеми и тоа: избор на алтернатива/алтернативи, сортирање на алтернативите во категории, или пак рангирање на алтернативите од најдобра кон најлоша, со тоа што Vana e Costa (1996) укажува дека во практичните апликации можат да се случат голем број на варијанти и комбинации.

1.5.7.1. Метода ELECTRE

Како една од најзначајните методи на повеќекритериумската анализа се смета методата ELECTRE. Оваа метода е развиена од страна на Roy (1990) и кога истата се применува се врши споредба на две алтернативи истовремено што воедно укажува дека се работи за споредба во парови и преку користење на *outranking* релација се елиминираат алтернативите кои се доминирани (Masud и Ravindran, 2008). Исто така, тие укажуваат дека се развиени шест модели на методата ELECTRE и тоа: ELECTRE I, II, III IV, Tri и IS, со тоа што преку ELECTRE I се овозможува од сетот на алтернативи да се избере најдобрата, а за рангирање на алтернативите од најдобрата кон најлошата се користи ELECTRE II, пошироко за секоја од нив видете (Vincke, 1999, p. 11-5-11-10).

Во оваа метода преференциите на доносителот на одлуката се моделираат со користење на бинарна *outranking* релација која се означува со S и е со значење „барем толку добра како“, со тоа што ако предвид се земат алтернативите a и b, можно би било (Ređer и Hunjak, 2011, str. 7):

- ако aSb и не е $bSa \Rightarrow aPb$ (a строго се преферира во однос на b)
- ако bSa и не е $aSb \Rightarrow bPa$ (b строго се преферира во однос на a)
- ако aSb и $bSa \Rightarrow aIb$ (a е индиферентна во однос на b)
- ако не е aSb и не е $bSa \Rightarrow aRb$ (a е неспоредлива со b)

Постапката на примена на методата ELECTRE за решавање на одреден MADM проблем е итеративна, а за чекорите кои се користат во оригиналната верзија на оваа *outranking* метода видете (Чупић и Сукновић, 2008, стр. 313-318).

1.5.7.2. Метода PROMETHEE

Исто така, за решавање на MADM проблемите може да се користи и методата PROMETHEE која е развиена од страна на Brans et al. (1984). Оваа *outranking* метода овозможува да се изврши споредба и рангирање на алтернативите истовремено вреднувани врз основа на повеќе критериуми (атрибути) кои можат да бидат од квантитативна или квалитативна природа (Babić, 2011).

Како предности на оваа метода посебно се истакнуваат следните¹⁹: дека истата е доста едноставна и дека параметрите кои се користат во методата PROMETHEE имаат свое економско објаснување и важност.

¹⁹ Материјалот кој е презентираан во продолжение на ова поглавје се заснова на: (Чупић и Сукновић, 2008, стр. 320).

Ако конечното множество на акциите, односно на алтернативите кои се на располагање и кои треба да се рангираат се означат со A , а со k_1, k_2, \dots, k_p , p критериуми кои се избрани претходно, тогаш за општиот MCDM проблем ќе биде потребно да се најде:

$$\text{Max} \{k_1(a), k_2(a), \dots, k_p(a) | a \in A\}$$

При тоа, вообичаен начин на прикажување на податоците кои се потребни за ова дефиниранiot MCDM проблем е евалуационата табела (Табела 1-3).

Табела 1-3 Евалуациона табела (Чупић и Сукновић, 2008, стр. 320)

	$k_1(\cdot)$	$k_2(\cdot)$	...	$k_j(\cdot)$	...	$k_p(\cdot)$
a_1	$k_1(a_1)$	$k_2(a_1)$	...	$k_j(a_1)$	...	$k_p(a_1)$
a_2	$k_1(a_2)$	$k_2(a_2)$	...	$k_j(a_2)$	...	$k_p(a_2)$
...
a_i	$k_1(a_i)$	$k_2(a_i)$	...	$k_j(a_i)$	...	$k_p(a_i)$
...
a_n	$k_1(a_n)$	$k_2(a_n)$	...	$k_j(a_n)$	...	$k_p(a_n)$

За решавање на проблем кој е дефиниран на ваков начин може да се користи *outranking* методата PROMETHEE. Постојат неколку верзии на оваа метода и тоа: PROMETHEE I, II, III и IV²⁰.

Покрај методите ELECTRE и PROMETHEE кои овозможуваат решавање на проблеми на повеќекритериумското одлучување, методата АНР се карактеризира како најпозната и најчесто применувана метода на повеќекритериумската анализа. Истата припаѓа во т.н. „меки“ методи, односно во методите за повеќе структурирани ситуации чии параметри е тешко да се квантифицираат.

Оваа најпопуларна повеќекритериумска метода детално е обработена во глава 2, а применета во вториот-апликативен дел на докторската дисертација.

1.6. Апликации на повеќекритериумското одлучување

Gal et al. (1999, p. ix) истакнуваат дека научници од широк спектар на дисциплини како што се: математика, економија, психологија, дале свој придонес за да

²⁰ Пошироко за овие верзии видете (Vincke, 1999, p. 11-11-11-12; Чупић и Сукновић, 2008, стр. 320-333; Masud и Ravindran, 2008, p. 5-13-5-15 и Babić, 2011, str. 152-173).

се развие полето на MCDM, помагајќи повеќекритериумското одлучување да се воведи како особено важен дел на MS, да има свои специјални списанија, специјални изданија на списанија, конференции, здруженија и истото да се изучува на голем број универзитети во светот²¹.

Ballestero и Romero (1998, p. 3) даваат некои примери за повеќекритериумски проблеми кои можат да се решаваат со методите на MCDM и тоа: определување на оброк по глава на добиток, финансиско планирање, дизајн на продолжен октоagonalен прстен, управување со риболов, дизајнирање на резервоар за вода, планирање на речен слив, стопанисување со шуми, управување со фарми, однесување на големи компании, избор на портфолио, функција на понуда на работна сила и капитално буџетирање (табела 1-4).

Табела 1-4 Примери за повеќекритериумски проблеми (Ballestero и Romero, 1998, p. 3)

<p><i>Определување на оброк по глава на добиток</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Трошоци за оброк - Нерамнотежа на хранливи материи - Најголем дел од оброк 	<p><i>Финансиско планирање</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Експанзија на фирмата - Дивиденди - Солвентност 	<p><i>Дизајн на продолжен октоagonalен прстен</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Сензитивност - Ригидност
<p><i>Управување со риболов</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Трошок за риболов - Вработување - Одржлив приход 	<p><i>Дизајнирање на резервоар за вода</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ризик од поплави - Производство на енергија - Водоснабдување 	<p><i>Планирање на речен слив</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Користи од национален доход - Капитал
<p><i>Стопанисување со шуми</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Производство на граѓа - Рекреација - Лов - Диви животни 	<p><i>Управување со фарми</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Бруто маржа - Ризик - Сезонска работна сила - Влијанија врз животната средина (нитрати, пестициди итн.) 	<p><i>Однесување на големи компании</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Добивка - Приходи од продажба - Цени на акции
<p><i>Избор на портфолио</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Принос - Ризик 	<p><i>Функција на понуда на работна сила</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Доход - Без работа 	<p><i>Капитално буџетирање</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Нето сегашна вредност - Годишни оперативни трошоци

²¹ Дваесет и втората меѓународна конференција за MCDM ќе се одржи во Малага, Шпанија во периодот 17-21 јуни 2013 година, а истата почнала да се одвива од 1975 година.
<http://www.mcdmsociety.org/conf.html#Conferences> (пристапено на 10.12.2012г.).

Исто така, Masud и Ravindran (2008, p. 5-34) истакнуваат дека апликациите на повеќекритериумското одлучување во практиката се однесуваат и на: академско планирање, сметководство, животна средина, стопанисување со шуми, здравствено планирање, инвестициско планирање, планирање на работна сила, сечење на метал, производствено планирање и распоредување, контрола на квалитет, сигурност, управување со синџирот на снабдување, транспорт, отстранување на отпад, водни ресурси, итн.

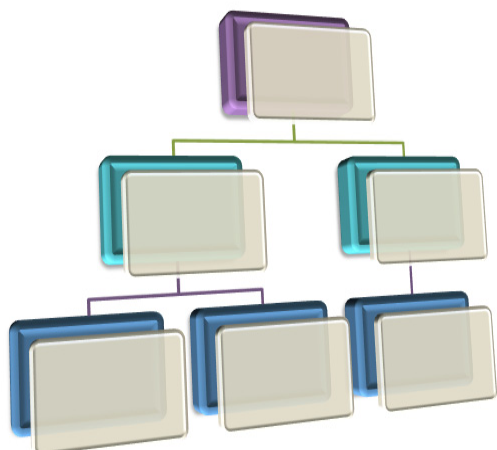
Врз основа на горенаведеното може да се констатира дека методите на повеќекритериумското одлучување можат да се применуваат за решавање на проблеми од најразлични области, а благодарение на развиените софтверски алатки²² кои овозможуваат нивно имплементирање, примената на MCDM методите во практиката бележи перманентен раст.

На крајот, вредно е да се укаже дека за решавање на комплексните проблемски ситуации, менаџерите најчесто ги користат MCDM методите како и непараметарската метода анализа на обвие податоци - DEA. Карактеристично за повеќекритериумското одлучување е дека треба да се утврдат критериуми врз чија основа ќе се евалуираат алтернативите, а целта може да биде рангирање на алтернативите или пак избор на најприфатливата алтернатива. Кога се применува непараметарската метода DEA предвид се земаат остварените резултати на единиците за кои се одлучува врз чија основа се евалуира колку истите се ефикасни во своето работење, а за секоја единица која е идентификувана како релативно неефикасна се укажува за колку треба истата да ги намали влезовите и/или да ги зголеми излезите за да биде релативно ефикасна.

Исто така, сакаме да истакнеме дека за поставување на граници на тежините во основните DEA модели, можат да се користат итерации/чекори на методите на повеќекритериумската анализа. Во таа насока во рамките на вториот дел од докторската дисертација е направена интеграција на *Window DEA* анализата и методата АНР за да се направи валидација на добиените „необични“ резултати.

²² За линкови за софтвери за повеќекритериумско одлучување видете:
<http://www.mcdmsociety.org/soft.html> (пристапено на 15.12.2012г.)

ГЛАВА 2



МЕТОДА АНАЛИТИЧКИ ХИЕРАРХИСКИ ПРОЦЕС (АНР)

- 2.1. Основи на методата аналитички хиерархиски процес
 - 2.1.1. Методолошки основи на методата аналитички хиерархиски процес
 - 2.1.2. Математички основи на методата аналитички хиерархиски процес
- 2.2. Софтверски алатки за поддршка на аналитичкиот хиерархиски процес
- 2.3. Интерактивна сензитивна анализа со методата аналитички хиерархиски процес
- 2.4. Предности и ограничувања на методата аналитички хиерархиски процес
- 2.5. Преглед на апликации на методата аналитички хиерархиски процес
- 2.6. Мрежно дефинирање на проблемот и структура на повратни врски во моделот на одлучување со примена на методата аналитички мрежен процес (ANP)

2.1. Основи на методата аналитички хиерархиски процес

Методата аналитички хиерархиски процес ја има развиено Thomas L. Saaty на почетокот на седумдесеттите години на минатиот век (Saaty, 1977, Saaty 1980, Begićević, 2008). Оваа метода овозможува решавање на реални проблеми на повеќекритериумското одлучување кои по својата природа се комплексни со тоа што истите се декомпонираат на нивните составни компоненти и тоа: цел, критериуми (подкритериуми) и алтернативи кои се претставуваат хиерархиски, а потоа доносителот на одлуката треба да ги спореди елементите на секое хиерархиско ниво во парови и да ги изрази своите преференции со користење на фундаменталната скала на Saaty (поглавје 2.1.1), а за да се пресметаат приоритетите (тежините) на елементите се користи адекватен математички модел. При тоа, се укажува дека збирот на тежинските коефициенти на елементите на секое ниво на хиерархискиот модел треба да изнесува 1.

2.1.1. Методолошки основи на методата аналитички хиерархиски процес

Процесот на донесување на одлуки може да се претстави преку следните шест чекори (Saaty, 2006, p. 209):

1. Структурирање на конкретниот проблем со модел кој ќе ги прикаже неговите клучни елементи како и нивните односи.
2. Потоа треба да се извлечат процесни кои рефлектираат: знаење, чувства или пак емоции.
3. Проценките треба да се претстават со броеви кои имаат објаснување.
4. Овие броеви треба да се користат во пресметување на приоритетите на елементите на хиерархискиот модел.
5. Резултатите треба да се синтетизираат за да се одреди вкупен резултат.
6. Да се спроведе сензитивна анализа.

Најпознатата и најчесто користената повеќекритериумска метода АНР ги исполнува наведените шест чекори. Кога истата се применува, проблемот на повеќекритериумското одлучување се структурира како хиерархија. За детален дизајн на хиерархијата добро е да се земат предвид следните предлози (Saaty и Vargas, 1994, p. 9-10, Saaty, 2006, p. 210):

1. Да се идентификува главната цел што се сака да се постигне.
2. Да се идентификуваат подцели на главната цел.

3. Да се идентификуваат критериуми кои треба да се задоволат за да се постигнат поставените подцели на главната цел.
4. Да се идентификуваат подкритериуми за секој од критериумите.
5. Да се идентификуваат вклучени актери, нивните цели и политики.
6. Да се идентификуваат луѓе кои се засегнати од одлуката како и нивните цели.
7. Да се идентификуваат можности или резултати.
8. За ограничени да-не одлуки, предвид треба да се земе резултатот кој се преферира најмногу, така што потребно е да се споредат користите и трошоците за одлуката што треба да се донесе со оние за истата да не се донесе.
9. Да се направи *benefit/cost* анализа со тоа што ќе се користат маргинални вредности и вредности на вкупен приоритет.
10. Да се спроведе сензитивна анализа на резултатот.

Откако хиерархискиот модел ќе се развие, неговите составни елементи се споредуваат во парови. Според когнитивните психолози луѓето прават два вида на споредби, а тоа се: апсолутни и релативни споредби, со тоа што во првиот вид на споредби, алтернативите се споредуваат со стандард, додека пак за релативни споредби станува збор кога во парови се споредуваат алтернативите според атрибутот кој им е заеднички, а методата АНР може да биде аплицирана и за апсолутни и за релативни споредби (Saaty и Vargas, 1994, Saaty, 2006). За споредување на елементите на хиерархијата во парови се користи фундаменталната скала на Saaty која се состои од 9 степени и истата е прикажана во табела 2-1.

Оваа метода овозможува да се провери дали доносителот на одлуката при споредба на елементите на хиерархијата во парови направил конзистентни проценки, а повеќе за ова ќе стане збор во поглавјето 2.1.2. Исто така, може да се спроведе и сензитивна анализа преку која ќе се согледа осетливоста, односно стабилноста на излезните (конечните) резултати од промената на влезните податоци (критериуми, (подкритериуми ако се вклучени)), (детално за сензитивната анализа ќе стане збор во поглавјата: 2.3 и 5.2.5).

Табела 2-1 Фундаментална скала (Saaty, 2006, p. 215)

Интензитет на важност	Дефиниција	Објаснување
1	Еднакво важно	Двете активности подеднакво придонесуваат за целта
3	Умерено поважно	Искуството и проценката незначајно ја фаворизираат едната активност во однос на другата
5	Строго поважно	Искуството и проценката строго ја фаворизираат едната активност во однос на другата
7	Доста строга или докажана важност	Едната активност строго се фаворизира во однос на другата; нејзината доминација се докажува во пракса
9	Екстремна важност	Доказите врз основа на кои се фаворизира едната активност во однос на другата, се потврдени со најголема уверливост
2, 4, 6, 8	За компромис помеѓу горните вредности	Понекогаш треба да се интерполира проценка на компромис нумерички затоа што не постои добар збор за да се опише.
Реципрочности на горенаведеното	Ако активноста i има една од горните вредности кои не се нула која ѝ е доделена кога се споредува со активноста j , тогаш j има реципрочна вредност кога се споредува со i	Споредбата се прави со избор на помал елемент како единица за да се пресмета поголемиот како повеќе од таа единица
Рационални броеви	Односи кои произлегуваат од скалата	Ако конзистентноста треба да биде принудена со добивање на n нумерички вредности за проширување на матрицата
1.1-1.9	За поврзани активности	Кога елементите се блиску и речиси не се разликуваат ; умерено е 1.3 и екстремно е 1.9

Во продолжение даваме објаснување на примената на методата аналитички хиерархиски процес која се одвива низ следните чекори (Saaty, 1980, Begičević, 2008 и Babić, 2011):

1. За проблемот на одлучување треба да се развие хиерархиски модел со тоа што целта се поставува на врвот, критериумите и подкритериумите (ако се вклучени) на пониските нивоа, а на дното на тој модел се поставуваат алтернативите. Општ хиерархиски модел кој се состои од цел, критериуми на првото и алтернативи на второто ниво е прикажан на слика 2-1.
2. Во вториот чекор треба во парови меѓусебно да се споредат елементите на секое ниво на хиерархиската структура, а доносителот на одлуката своите преференции ги изразува со користење на фундаменталната скала на Saaty.

3. Во овој чекор се врши пресметување на локалните приоритети (тежини) на критериумите (подкритериумите) и алтернативите, а потоа за секоја од алтернативите се конструира вкупен приоритет со тоа што нејзините локални приоритети се пондерираат со тежините на елементите на повисоките нивоа на хиерархиската структура кои потоа се собираат.
4. Овој чекор се однесува на спроведување сензитивна анализа, односно се испитува како промената на влезните податоци влијае на конечните резултати (вкупните приоритети на алтернативите).

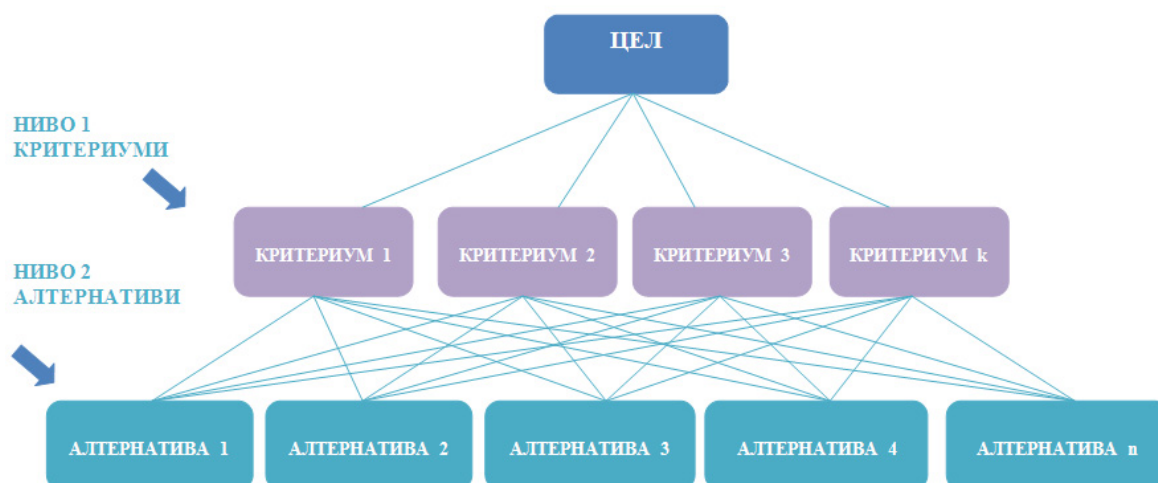
Subramanian и Ramanathan (2012) сублимирано ги наведуваат следните четири чекори за апликација на методата АНР²³:

ЧЕКОР 1: Да се структурира проблемот на одлучување

ЧЕКОР 2: Да се направат споредби во парови и да се состави матрица на оценки

ЧЕКОР 3: Да се пресметаат локалните тежини и конзистентноста на споредбите

ЧЕКОР 4: Да се агрегираат локалните тежини



Слика 2-1 Општ хиерархиски модел – АНР структура (прилагодено според Begičević, 2008)

Методата аналитички хиерархиски процес се заснова на четири аксиоми и тоа: (1) аксиома на реципроцитет, (2) аксиома на хомогеност (3) аксиома на зависност и (4) аксиома на очекувања (Saaty, 2006, p. 228, Begičević, 2008, str. 102)²⁴.

²³Subramanian, N. and Ramanathan, R. (2012), “A review of applications of Analytic Hierarchy Process in operations management”, *International Journal of Production Economics*, достапен на: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.03.036> (пристапено на 17.05.2012г.).

Saaty (1980) ја развил методата на својствен вектор според која е неопходно сите можни парови на критериуми да се споредат по важност од страна на доносителот на одлуката, со тоа што тој треба да направи вкупно $n \times (n-1)/2$ споредби (каде што n означува број на критериуми) (Babić, 2011).

Како може да се дојде до тежините на критериумите? Одговорот на ова прашање е објаснет во продолжение. Прво, за секој пар на критериуми означен со (X_i, X_j) треба да се процени нивната релативна важност со тоа што доносителот на одлуката ќе избере едно од наведените тврдења (Babić, 2011, str. 73):

- а) двата критериума се еднакво важни;
- б) критериумот X_i е поважен од критериумот X_j ;
- в) критериумот X_j е поважен од критериумот X_i .

Согласно со избраното тврдење ќе се квантифицира и односот на тежините на тие критериуми w_i и w_j како што е дадено во продолжение (Babić, 2011, str. 73):

- а) $a_{ij} = w_i/w_j = 1$, двата критериума се еднакво важни;
- б) $a_{ij} = w_i/w_j > 1$, критериумот X_i е поважен од критериумот X_j ;
- в) $a_{ij} = w_i/w_j < 1$, критериумот X_j е поважен од критериумот X_i .

За да се пресметаат тежините на критериумите (подкритериумите) и приоритетите на алтернативите, треба да се следи соодветна постапка која се состои од следните три чекори (Begičević, 2008, str. 103): формирање на матрица на однос на приоритети (тежини), формирање на нормализирана матрица; пресметување на тежините на критериумите и приоритетите на алтернативите.

Наведените три чекори се илустрирани во продолжение преку еден едноставен пример²⁵. Во примерот се споредуваат три града и тоа: Париз, Лондон и Њујорк во однос на тоа кој има поубав амбиент.

Прв чекор - со споредба на елементите во парови се формираат односи (табела 2-2), а добиените односи од споредба на градовите во парови се прикажани во табела 2-3. Исто така, од табела 2-3 може да се види дека во последниот ред се пресметани сумите на секоја колона, а тоа е неопходно за реализација на **вториот чекор**, односно секој елемент од табела 2-3 се дели со соодветната сума на колоната во која истиот се

²⁴ Masud и Ravindran (2008, pp. 5-12) исто така, укажуваат дека методата аналитички хиерархиски процес се заснова на четири аксиоми и истите ги објаснуваат според Harker (1987).

²⁵ Во овој пример се користат податоци од материјалот во презентацијата од Saaty, T., The Analytic Hierarchy Process (AHP) for Decision Making, p. 13, достапен на: <http://cashflow88.com/decisiones/saaty1.pdf> (пристапено на 14.05.2012), а објаснувањето на примерот се заснова на презентираниот материјал во (Begičević, 2008, str. 103-104), со тоа што Begičević користи пример во кој се споредуваат три јаболка според големината.

наоѓа, а добиените вредности претставуваат елементи на нормализираната матрица (табела 2-4).

Во последниот - **трет чекор** треба да се пресметаат: тежината на секој критериум како и приоритетот на секоја вклучена алтернатива со тоа што тежините на критериумите се добиваат како просечни вредности на елементите кои ги сочинуваат редовите на матрицата формирана во вториот чекор, а во овој пример добиените вредности се еднакви и за приоритетите на градовите: Париз, Лондон и Њујорк (табела 2-5). Исто така, примерот е решен и во софтверската алатка *Super Decisions*²⁶ (за софтверските алатки кои служат како поддршка на методата АНР станува збор во поглавјето 2.2), а добиените приоритети на градовите се прикажани на слика 2-2.

Табела 2-2 Како се формира однос со споредба на елементите во парови (прилагодено според Begičević, 2008)

Споредба на амбиент	Париз	Лондон	Њујорк
Париз	S_1 / S_1	S_1 / S_2	S_1 / S_3
Лондон	S_2 / S_1	S_2 / S_2	S_2 / S_3
Њујорк	S_3 / S_1	S_3 / S_2	S_3 / S_3

Табела 2-3 Добиеени односи од споредба на трите града во парови²⁷

Споредба на амбиент	Париз	Лондон	Њујорк
Париз	1	2	5
Лондон	1/2	1	3
Њујорк	1/5	1/3	1
Σ	17/10	10/3	9

Табела 2-4 Нормализирана матрица

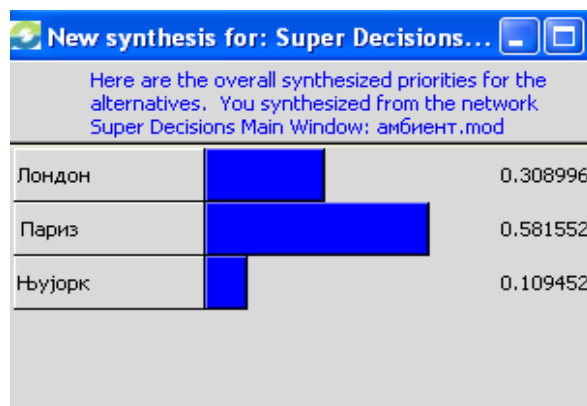
Споредба на амбиент	Париз	Лондон	Њујорк
Париз	10/17	3/5	5/9
Лондон	5/17	3/10	1/3
Њујорк	2/17	1/10	1/9

²⁶ <http://www.superdecisions.com/>.

²⁷ Табелите 2-3 и 2-5 се прилагодени од Saaty, T., *The Analytic Hierarchy Process (AHP) for Decision Making*, p. 13, достапен на: <http://cashflow88.com/decisiones/saaty1.pdf> (пристапено на 14.05.2012).

Табела 2-5 Приоритети на трите града во однос на амбиентот

Градови	Приоритет
Париз	0,5815
Лондон	0,3090
Њујорк	0,1095



Слика 2-2 Приоритети на градовите добиени со софтверската алатка *Super Decisions*

2.1.2. Математички основи на методата аналитички хиерархиски процес

Матрицата на релативна важност (A) која се формира во првиот чекор се изразува во следната форма²⁸:

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

каде што со n се означува бројот на критериуми, односно алтернативи, а a_{ij} претставува однос на релативна важност (објаснето во поглавјето 2.1.1).

Матрицата на релативна важност A за која важи релацијата $a_{ij} = a_{ik} a_{kj}$ (што значи дека станува збор за конзистентни проценки) ја задоволува следната релација:

$$Aw = nw$$

во која w претставува вектор на приоритети²⁹.

²⁸ Материјалот кој е изложен во ова поглавје се заснова на презентираниот материјал во: (Begičević (2008, str. 104-106, 108-109) и (Babić, 2011, str. 74-76).

Во продолжение се наведени својствата кои се карактеристични за матрицата на релативна важност A . Сите елементи на оваа матрица се позитивни, станува збор за матрица која е реципрочна ($a_{ij} = 1/a_{ji}$), која има ранг 1 и затоа само една својствена вредност³⁰ на оваа матрицата е еднаква на n .

Во случај кога проценките се перфектно конзистентни, тогаш важи: $\lambda_{max} = n$ (каде што λ_{max} претставува најголема својствена вредност), а во спротивно следи дека $\lambda_{max} > n$ (Masud и Ravindran, 2008, p. 5-12) со што за мерење на конзистентноста на проценките на доносителот на одлуката се користи разликата $\lambda_{max} - n$.

Во таа насока се пресметува индекс на конзистентност (*Consistency Index - CI*) преку следната релација:

$$CI = \frac{|\lambda_2 + \dots + \lambda_n|}{n-1} = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}$$

А, исто така, се пресметува и показател на конзистентност (*Consistency Ratio - CR*) преку релацијата:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{\lambda_{max} - n}{RI(n-1)}$$

каде што RI (*Random Index*) претставува случаен индекс кој се изразува со релацијата

$$RI = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N CI(i)$$

и истиот се применува само кога $n \geq 3$. Вредностите на овој индекс се

прикажани во табела 2-6. При тоа, може да се толерира неконзистентност која не е поголема од 10%³¹.

Табела 2-6 Вредности на случаен индекс (RI) (Saaty, 2006, p. 229)

n	Случаен индекс (R.I.)
1	0
2	0
3	.52
4	.89
5	1.11
6	1.25
7	1.35
8	1.40
9	1.45
10	1.49

²⁹ Натомошната постапка детално е прикажана во (Saaty, 1991, pp. 18-21) како и во списанието *Mathematical and Computing Modeling* Vol. 46, Iss. 7-8, October 2007.

³⁰ Својствената вредност на матрицата претставува реален број кој се означува со λ и истиот е решение на равенката $AX = \lambda X$ (Babić, 2011).

³¹ Според Saaty, T., *The Analytic Hierarchy Process (AHP) for Decision Making*, p. 17, достапен на: <http://cashflow88.com/decisiones/saaty1.pdf> (пристапено на 14.05.2012)

Преку софтверските алатки кои служат како поддршка на методата АНР (објаснети во поглавјето 2.2) може да се согледа дали проценките на доносителот на одлуката се конзистентни за ($CR \leq 0.10$), а ако не се треба да се пристапи кон адекватна корекција на истите.

2.2. Софтверски алатки за поддршка на аналитичкиот хиерархиски процес

Една од причините поради кои методата аналитички хиерархиски процес е доста популарна во повеќекритериумското одлучување се развиените програмски алатки кои служат како нејзина поддршка. Во ова поглавје фокусот е на три од нив и тоа:

1. *Expert Choice*³²;
2. *Super Decisions* и
3. *Decision Lens*³³.

Овие софтверски алатки најдобро можат да се споредат преку прикажаните податоци во табела 2-7.

Програмската алатка *Expert Choice* најчесто е користена за решавање на проблеми на повеќекритериумското одлучување во праксата, а од останатите алатки се издвојува во однос на бројните можности за сензитивна анализа. За разлика од неа, програмската алатка *Super Decisions* е развиена за академски цели и истата е бесплатна, а особено е значајна за изградба и решавање на модели на аналитичкиот мрежен процес (поглавје 2.6), додека пак, *Decision Lens* најчесто се применува во бизнис оргнизациите и тоа за: алокација на ресурси, деловно планирање, капитално планирање, стратешко планирање, евалуација на проекти, избор на добавувач, избор на играч, итн³⁴.

Во рамките на оваа докторска дисертација во истражувањето кое е спроведено во Комерцијална банка АД Скопје (објаснето во вториот дел) како поддршка на методата АНР, користени се софтверските алатки: *Super Decisions* и *Expert Choice*.

Алатката *Super Decisions* е користена за решавање на АНР моделите за рангирање на експозитурите на Банката кои се лоцирани во Скопје (поглавја: 5.2.2-5.2.4 и прилог 10), додека пак, алатката *Expert Choice* е користена за да се спроведе сензитивна анализа (поглавје 5.2.5).

³² <http://www.expertchoice.com/>

³³ <http://www.decisionlens.com/>

³⁴ <http://www.decisionlens.com/customers/> (пристапено на 28.05.2012г.).

Табела 2-7 Споредување на софтверските алатки: *Expert Choice*, *Super Decisions* и *Decision Lens* (прилагодено од Begičević, предавања на FOI, 2010)³⁵

КАРАКТЕРИСТИКИ	СОФТВЕРСКИ АЛАТКИ		
	<i>Expert Choice</i>	<i>Super Decisions</i>	<i>Decision Lens</i>
Интерфејс кој е прилагоден на комерцијалните корисници	✓	/	✓
Моделите можат да се изградат едноставно	✓	/	✓
Интеграција на податоци	<i>Microsoft Excel Microsoft Project Oracle Databases</i>	<i>Microsoft Excel</i>	<i>Microsoft Excel Microsoft Project Oracle Databases</i>
Опции за сензитивна анализа	<i>Performance Dynamic Gradient Head to Head 2D</i>	<i>Gradient</i>	<i>Dynamic</i>
Алокација на ресурси	/	/	✓
Генерирање на извештај	✓	✓	✓
Можност за спроведување на групно одлучување	✓	/	✓
Аналитички мрежен процес (ANP)	/	✓	/
✓ = да; / = не			

2.3. Интерактивна сензитивна анализа со методата аналитички хиерархиски процес

Во поглавјето 2.1.1 беше објаснето дека во примената на методата аналитички хиерархиски процес треба да се спроведат четири чекори, а последниот чекор се однесува на сензитивната анализа преку која може да се види:

1. како промената на влезните податоци (критериуми/подкритериуми ако се вклучени) влијае на конечните резултати, односно на вкупните приоритети на алтернативите и
2. дали со промена на влезните податоци, ранг-листата на алтернативите ќе остане иста или и таа ќе се промени³⁶.

³⁵ Табела 2-7 е прилагодена од предавањата на д-р Нина Бегичевиќ, предмет: *Квантитативен менаџмент* на Специјалистичките последипломски студии: Менаџмент на деловни системи на Факултетот за организација и информатика во Вараждин при Универзитетот во Загреб, Р. Хрватска кои авторот на оваа дисертација ги слушаше во март, 2010г., <http://elf.foi.hr> (достапен за студентите на студиумот).

Од софтверските алатки кои служат како поддршка на методата АНР (поглавје 2.2) *Expert Choice* има најмногу (пет) опции за да се согледа осетливоста, односно стабилноста на добиените резултати и тоа: 1. *Performance*; 2. *Dynamic*; 3. *Gradient*; 4. *Head to Head* и 5. *2 D*.

Во продолжение се објаснети горенаведените опции на сензитивна анализа од менито *Sensitivity-Graphs* на програмската алатка *Expert Choice*³⁷.

Преку опцијата *Performance* може да се менува важноста, односно тежината на критериумите и да се согледа како тоа влијае на рангот на алтернативите, а преку линиите кои се прикажани со различни бои со кои се поврзуваат критериумите со поодделните алтернативи може да се види и рангот на секоја алтернатива за секој поодделен критериум.

Со опцијата *Dynamic* од менито *Sensitivity-Graphs* можат да се менуваат тежините на поодделните критериуми (кои се прикажуваат како хоризонтални бар-линии на левата страна на екранот на оваа опција) со повлекување на курсорот на лево или на десно, зависно од тоа дали сакаме да ја намалиме или да ја зголемиме тежината на критериумот и може да се согледа како динамички се менуваат приоритетите на алтернативите (кои, исто така, се претставени како хоризонтални бар линии, но се наоѓаат на десната страна на екранот на опцијата *Dynamic*).

Тоа што е карактеристично за опцијата *Gradient* е дека треба да се избере еден критериум (но анализата може да се изврши за секој критериум поодделно) и преку промена во неговата тежина може да се анализира колку приоритетите на поодделните алтернативи се осетливи на направената промена.

Значајни информации можат да се добијат и со опцијата *Head to head* преку која две алтернативи се споредуваат во однос на сите критериуми со што ќе може да се согледа за кои критериуми едната алтернатива има предност во однос на другата.

Во опцијата *2 D* е потребно да се изберат два критериума (или подкритериума ако се вклучени во моделот) и истите се ставаат во однос со елементите кои се поставени на дното на хиерархискиот модел, односно со алтернативите. Со овој тип на сензитивна анализа се добива график кој е поделен на квадранти, а како најдобра во

³⁶ Begičević (2008) според Bayazit (2005) укажува дека ако влезните податоци во сите можни комбинации се променат за 5%, а при тоа ранг-листата на алтернативите остане иста, тогаш се смета дека добиените резултати се стабилни.

³⁷ Објаснувањето на опциите за сензитивна анализа во софтверската алатка *Expert Choice* се заснова на: (Babić, 2011, str. 182-185) и (Begičević, предавања на FOI, 2010).

однос на избраните критериуми (подкритериуми) се смета алтернативата во горниот десен квадрант.

За испитување на стабилноста на резултатите (ранг-листата на алтернативите) од менито *Sensitivity-Graphs*, треба да се одбере опцијата *Dynamic*.

Овие пет опции на сензитивна анализа се прикажани и детално објаснети во вториот дел на дисертацијата, поточно во поглавјата: 5.2.4.1-5.2.4.3.

2.4. Предности и ограничувања на методата аналитички хиерархиски процес

Најзначајните предности на методата аналитички хиерархиски процес како софистицирана метода за MADM како и ограничувањата кои можат да се јават при нејзината примена на повеќекритериумски проблеми на одлучување се дадени во табела 2-8³⁸.













Исто така, методата аналитички хиерархиски процес е моќна алатка и во корпоративното планирање затоа што³⁹:

1. Овозможува критериумите да се разложат на компоненти кои се лесни за управување.
2. Ја води групата кога треба да се донесе одлука за консензус или пак за замена.
3. Овозможува испитување на несогласувањата како и стимулирање на дискусија и мислење.
4. Постојат можности да се направи промена на критериумите и да се модифицираат оценките.
5. Во една рационална рамка ја организира, приоритизира и синтетизира комплексноста.
6. Ако се појават конфликти во перцепцијата и во оценките, тогаш овозможува справување со истите.

³⁸ Материјалот за предностите и ограничувањата на методата АHP се заснова на: (Begičević, 2008).

³⁹ Според Saaty, T., *The Analytic Hierarchy Process (AHP) for Decision Making*, достапен на: <http://cashflow88.com/decisiones/saaty1.pdf> (пристапено на 14.05.2012).

Табела 2-8 Предности и ограничувања на методата аналитички хиерархиски процес

Предности на методата АНР	
	Методата аналитички хиерархиски процес овозможува структурирање на проблемот на донесување на одлуки и истата го симулира процесот на одлучување почнувајќи од дефинирање на цел, критериуми (подкритериуми, ако има) и алтернативи, потоа споредување на критериумите (подкритериумите) и алтернативите во парови и добивање на вкупен приоритет за секоја поодделна алтернатива;
	Во донесувањето на одлуки ги интегрира и квантитативните и факторите од квалитативна природа;
	Ако доносителот на одлуката во своите проценки при споредување на елементите на хиерархијата во парови бил неконзистентен, АНР ќе ја идентификува неконзистентноста и ќе укаже на истата;
	Тоа што ѝ дава посебно значење на оваа метода е дека во групното донесување на одлуки помага дискусијата да се структурира како и да се постигне консензус.
	АНР овозможува знаењето за конкретниот проблем да се зголеми, а исто така, доносителот на одлуката го мотивира силно и брзо.
	Добиените резултати содржат ранг на алтернативите, но значајно е што можат да се добијат и информации за тежинските коефициенти на критериумите во однос на највисокото ниво на хиерархијата - целта (ако се вклучени и подкритериуми, ќе се добијат и информации за нивните тежински коефициенти во однос на критериумите);
	Овозможува спроведување на сензитивна анализа со која се испитува осетливоста, односно стабилноста на добиените резултати;
	За поддршка на оваа метода се развиени доста квалитетни програмски алатки.
Ограничувања на методата АНР	
	кај некои проблеми на одлучување Saaty-евата скала на релативна важност не е доволно голема за споредување на елементите во парови;
	кај поголем дел од проблемите потребен е голем број на споредби во парови;
	често се случува да биде доста тешко да се постигне прифатлив CR;
	не можат да се земат предвид неспоредливи алтернативи ⁴⁰ .

⁴⁰ За тоа, како може да се надмине ова ограничување, видете (Saaty, 2006, p. 225).

2.5. Преглед на апликации на методата аналитички хиерархиски процес

Кога станува збор за проблем на повеќекритериумско одлучување во кој треба да се избере најдобрата алтернатива од неколку алтернативи или да се направи нивно рангирање при што истите се евалуираат во однос на неколку избрани критериуми, како најчесто користена метода се јавува АНР.

Оваа метода може да се примени за решавање на поголем број на проблеми како на пример (Saaty, 1991, p. 16):

1. Поставување на приоритети;
2. Генерирање на сет на алтернативи;
3. Избор на најдобрата алтернатива за политиката;
4. Утврдување на барања;
5. Алокација на ресурси;
6. Предвидување на резултати (временска зависност) – проценка на ризик;
7. Мерење на перформанси;
8. Дизајнирање на систем;
9. Обезбедување на стабилност на систем;
10. Оптимизирање;
11. Планирање и
12. Решавање на конфликти и др.

За примена на методата аналитички хиерархиски процес преглед на литература имаат направено Vaidya и Kumar (2006). Исто така, методата АНР може да се интегрира и со други алатки, а истата може да служи и како нивна поддршка. Преглед на заедничка примена на методата АНР со други методи има направено Но (2008).

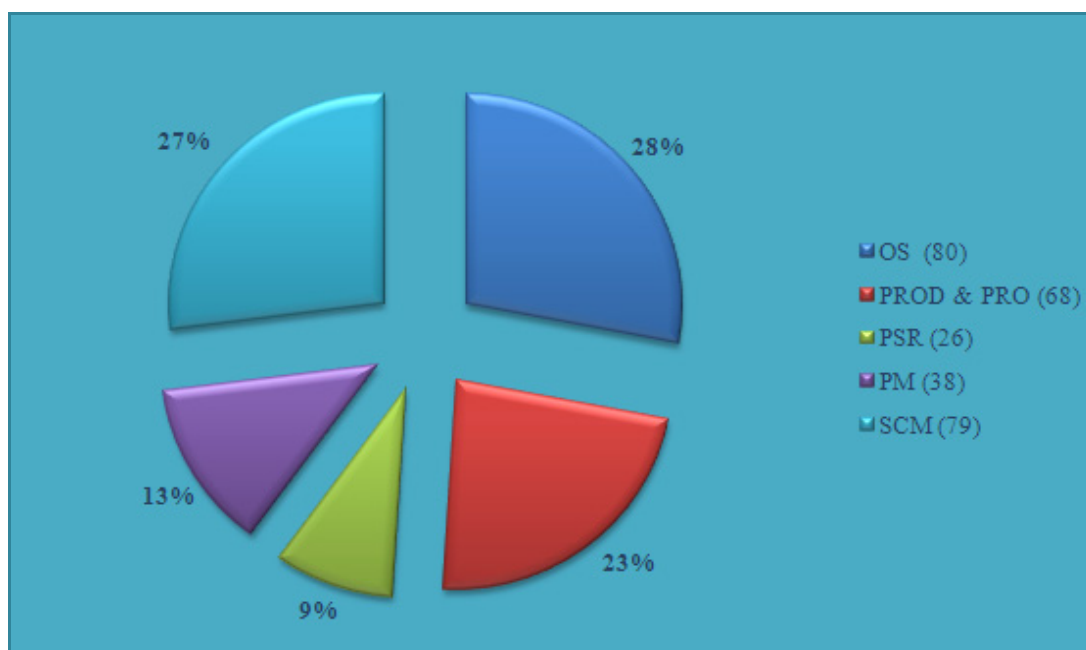
За примената на оваа повеќекритериумска метода во операцискиот менаџмент (*Operations management* - ОМ) особено е значаен прегледот на литература кој го имаат направено Subramanian и Ramanathan (2012)⁴¹. Во овој преглед се опфатени трудови (291 труд) кои се објавени во 84 рецензирани списанија во последните две декади (1990г.-2009г.).

⁴¹ Материјалот кој е прикажан за прегледот на Subramanian и Ramanathan се заснова на: Subramanian, N. and Ramanathan, R. (2012), "A review of applications of Analytic Hierarchy Process in operations management", *International Journal of Production Economics*, достапен на: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.03.036> (пристапено на 17.05.2012г.).

Subramanian и Ramanathan направиле категоризација на апликациите на методата аналитички хиерархиски процес во операцискиот менаџмент и тоа во пет операциски теми⁴²:

1. Операциски стратегии (*Operations Strategy* - OS)
2. Дизајн на процес и производ (*Process and Product Design* - DESG)
3. Планирање и распоредување на ресурси (*Planning and scheduling resources* - PSR)
4. Проектен менаџмент (*Project Management* - PM) и
5. Менаџирање со синџирот на снабдување (*Managing the supply chain* - SCM).

Од слика 2-3 може да се види дека најмногу трудови се објавени во операциската тема: операциски стратегии (80 труда, односно 28% од трудовите), потоа во менаџирање со синџирот на снабдување (79 труда, односно 27% од трудовите), следна е темата дизајн на процес и производ (68 труда, односно 23% од трудовите), па проектен менаџмент (38 труда, односно 13% од трудовите), а најмалку објавени трудови има во операциската тема планирање и распоредување на ресурси (26 труда, односно 9% од трудовите).



Слика 2-3 Дистрибуција на истражувачки трудови во кои методата аналитички хиерархиски процес е применета во операцискиот менаџмент (Вкупно: 291 труд) (прилагодено според Subramanian и Ramanathan, 2012)

⁴² Преземено од: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.03.036> (пристапено на 17.05.2012г.).

Секоја од горенаведените операциски теми Subramanian и Ramanathan ја поделиле на операциски области, а бројот на трудови кои се објавени во поодделните операциски области е прикажан во табела 2-9.

Од табела 2-9 може да се согледа дека во операциската област логистика и синцир на снабдување се објавени најмногу трудови во однос на сите операциски области по поодделните операциски теми, а со мал број на објавени трудови се карактеризираат операциските области: распоред на објекти, управување со залихи, управување со капацитет, предвидување и управување со квалитет.

Според прикажаните податоци во прегледот на Subramanian и Ramanathan може да се констатира дека најмногу трудови се објавени во 2008 година, а 80% од нив се апликации/студии на случај, од кои 51% се однесуваат на секторот производство, а 49% на секторот услуги и во 51% од апликациите методата аналитички хиерархиски процес е применета во комбинација со други алатки.

Табела 2-9 Број на трудови за секоја од операциските области на поодделните операциски теми (прилагодено според Subramanian и Ramanathan, 2012)

Операциска тема	Операциска област	Број на трудови
Операциски стратегии	Стратешки производствени одлуки	13
	Стратешки технолошки одлуки	17
	Стратешки социо-економски одлуки	31
	Стратешки одлуки за животната средина	19
Дизајн на процес и производ	Планирање на производ	21
	Предвидување	8
	Управување со квалитет	8
	Мерење и подобрување на перформанси	21
	Распоред на објекти	4
Планирање и распоредување на ресурси	Управување со капацитет	6
	Алокација на ресурси	16
	Дизајн на работно место и работа	10
Проектен менаџмент	Избор на проекти / евалуација	16
	Планирање на проект	12
	Контрола на проект	10
Менаџирање со синцирот на снабдување	Логистика и синцир на снабдување	55
	Аутсорсинг	19
	Управување со залихи	5

2.6. Мрежно дефинирање на проблемот и структура на повратни врски во моделот на одлучување со примена на методата аналитички мрежен процес (ANP)

Првата математичка теорија која овозможува систематско справување со сите видови на зависност и повратни врски е аналитичкиот мрежен процес (*Analytic Network Process* - ANP) (Saaty, 2003).

За одлучувањето со зависност и повратна врска Saaty укажува дека⁴³: со повратна врска алтернативите зависат од критериумите како што е случај во хиерархијата, но можат да зависат и едни од други; критериумите можат да зависат од алтернативите, но и едни од други и повратната врска овозможува предвидувањето да биде поточно. Разликите кои постојат во структурата на хиерархијата и мрежата најдобро ќе може да се согледаат преку сликите 2-4 и 2-5⁴⁴.

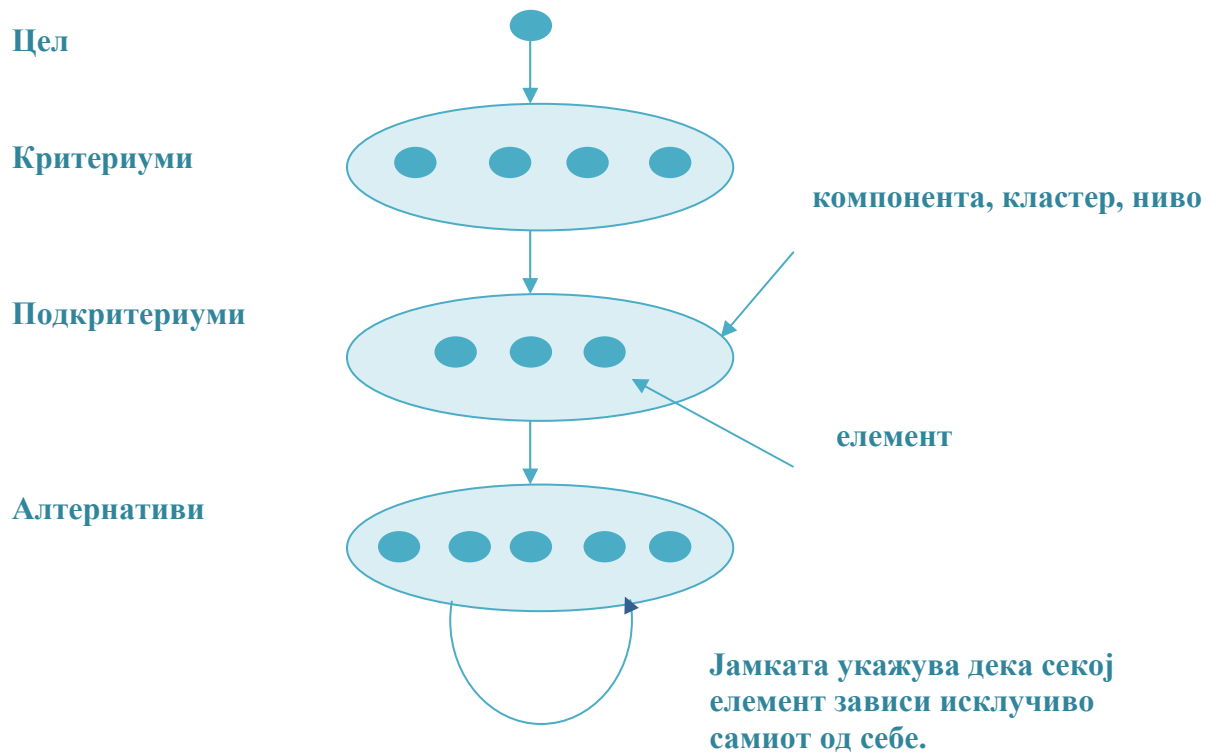
За хиерархијата може да се каже дека претставува линеарна *top-down* структура, а од слика 2-4 може да се види дека истата се состои од: цел која е поставена на врвот, потоа критериуми кои го сочинуваат првото ниво, на второто ниво се поставени подкритериумите, на третото ниво се наоѓаат алтернативите, а исто така, има и јамка (*loop*) која укажува дека секој елемент зависи исклучиво самиот од себе. Ориентацијата на стрелките е само во еден правец и тоа од повисокото кон пониското ниво на хиерархијата.

За разлика од хиерархијата која претставува линеарна *top-down* структура мрежата е нелинеарна *feedback* структура, односно таа е структура на повратни врски, а од слика 2-5 може да се согледа дека во нејзината конструкција се вклучени: кластери, јазли, јамки, лакови и повратна врска. Кластерите претставуваат основни елементи на оваа структура, а во секој кластер се вклучуваат неговите составни елементи, односно јазли. Некои кластери имаат јамка која укажува на внатрешна зависност (елементите во таков кластер меѓусебно се поврзани во однос на заедничка карактеристика), а лакот укажува на надворешна зависност (елементите од различни кластери се поврзани во однос на заедничка карактеристика), додека пак за повратна врска станува збор кога компонентите влијаат меѓусебе една на друга (ваква врска може да се забележи помеѓу компонентите C_2 и C_3).

⁴³ Преземено од: Saaty, T., *The Analytic Hierarchy Process (ANP) for Decision Making*, p. 50, достапен на: <http://cashflow88.com/decisiones/saaty1.pdf> (пристапено на 14.05.2012).

⁴⁴ Објаснувањето на сликите 2-4 и 2-5 се заснова на: (Begičević, 2008) и (Saaty и Vargas, 2006).

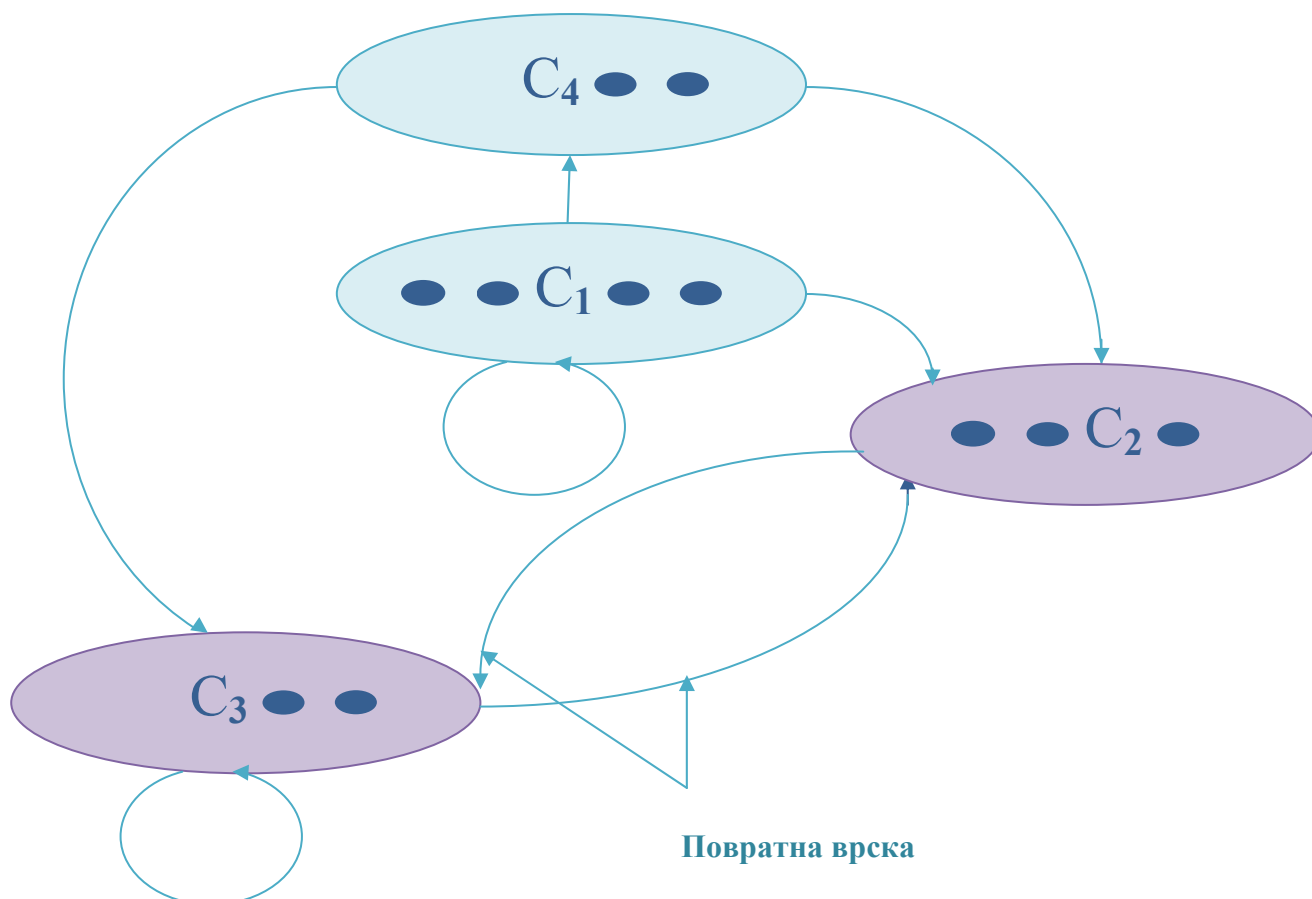
Линеарна хиерархија



Слика 2-4 Линеарна хиерархија (Saaty и Vargas, 2006, p. 8, Begičević, 2008, str. 166)

Feedback мрежа со компоненти кои имаат внатрешна и надворешна зависност помеѓу нивните елементи

Лакот од компонентата C_4 кон компонентата C_2 претставува надворешна зависност на елементите во компонентата C_2 од елементите во компонентата C_4 во однос на заедничката карактеристика.

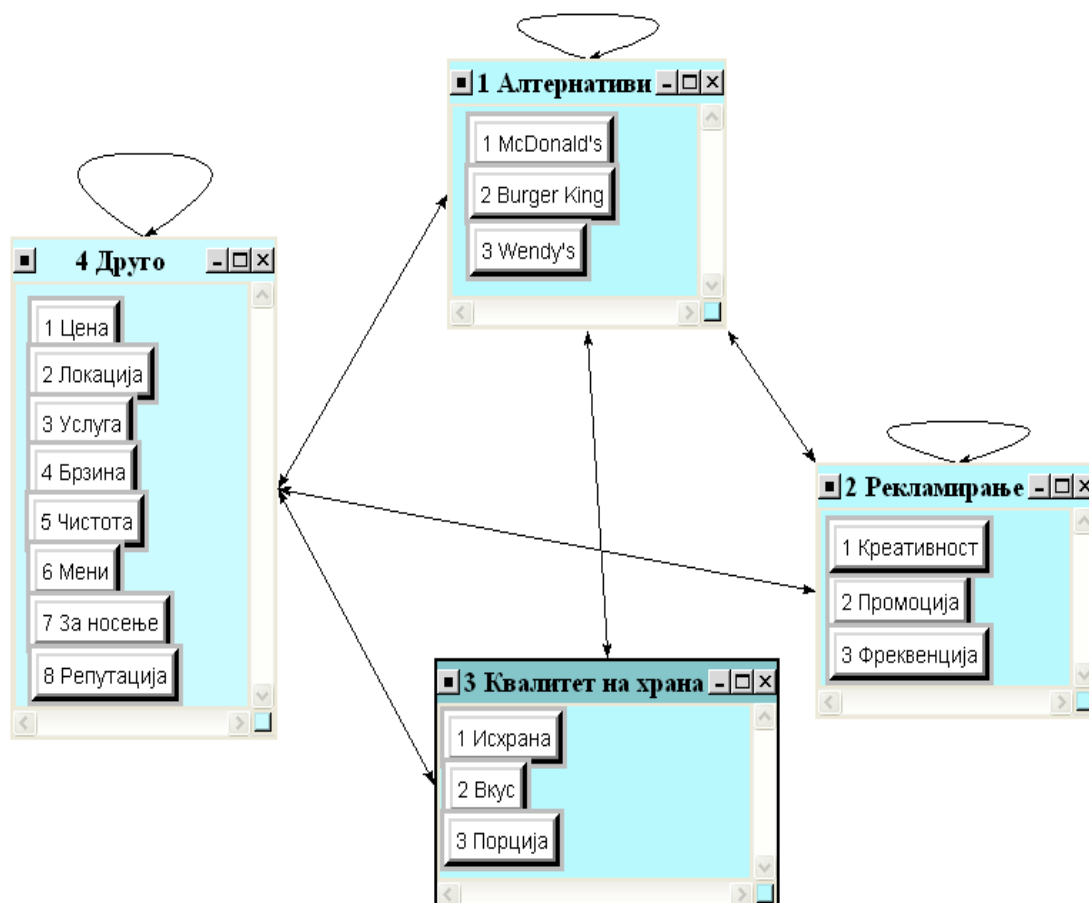


Јамката во компонентата укажува внатрешна зависност на елементите во таа компонента во однос на заедничката карактеристика.

Слика 2-5 Нелинеарна мрежа (Saaty и Vargas, 2006, p. 8, Begičević, 2008, str. 166)

Математичките основи на методата аналитички мрежен процес детално ги објаснуваат Saaty и Vargas (2006), а во продолжение на ова поглавје се посветува внимание на софтверската алатка која служи како поддршка на оваа метода и на некои од досегашните апликации на ANP.

Од табела 2-7 (поглавје 2-2) може да се согледа дека софтверската алатка *Super Decisions* служи како поддршка и за методата аналитички мрежен процес, а на слика 2-6 е илустриран пример на едноставен модел на методата ANP за кој Saaty (2003) укажува дека целта е да се процени пазарниот удел на: *McDonald's*, *Burger King* и *Wendy's*⁴⁵.



Слика 2-6 Едноставен ANP модел во софтверот *Super Decisions* (Saaty, 2003 p. 49, *Super Decisions*⁴⁶)

Во трудовите кои се објавуваат во меѓународни списанија можат да се забележат различни апликации на методата аналитички мрежен процес, а некои од нив се наведени во продолжение: избор на добавувач (Gencer и Gürpınar, 2007), избор на стратегии за управување со знаење (Wu и Lee, 2007), оценување на стратегии за одржливо стопанисување со шуми (Wolfslehner и Vacik, 2008), идентификување на концепти за стратески менаџмент (Asan и Soyer, 2009), проценка на ризик и анализа

⁴⁵ Детално за овој модел видете (Saaty, 2003, pp. 49-58).

⁴⁶ Screenshot–от на слика 2-7 е преземен од софтверската алатка *Super Decisions*, <http://www.superdecisions.com/>, (*File-Open-Samples-Hamburger*), (пристапено на 23.05.2012г.).

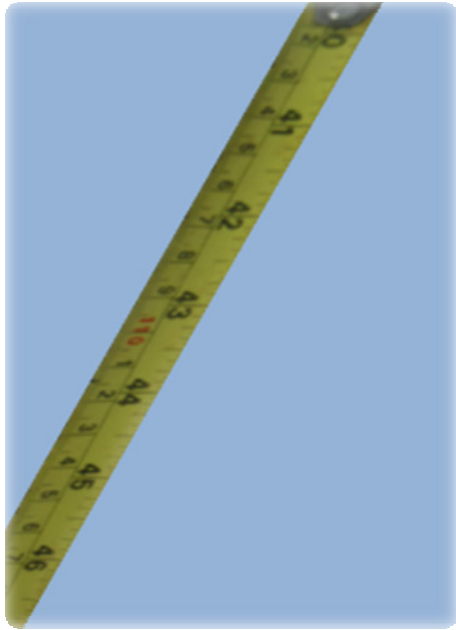
на одлучување (Ergu et al., 2011), споредба на перформанси врз основа на CRM (*Customer Relationship Management*) (Öztayşi et al., 2011), истражување на цени на обновливи извори на енергија (Iskin et al., 2012), итн. Исто така, методата ANP се применува во интеграција со други методи, на пример: за планирање на производ во QFD (*Quality Function Deployment*) со користење на ANP и GP (*Goal Programming*) (Karsak et al., 2003), за оценување на различни системи за третман на отпадни води при што се користат ANP и ANP (Bottero et al., 2011), итн.

Може да се согледа дека методата ANP наоѓа широка примена и е мошне значајна за проучување и анализа на сложени проблеми на одлучување кои се карактеризираат со нелинеарна зависност и со повратни врски. Со оглед на обемот на нејзината содржина, а и заради фактот што истата не е вклучена во нашето истражување, во ова поглавје накусо укажавме на нејзините карактеристики и можности за примена, а за поопстојни проучувања на методата ANP упатуваме на: (Saaty, 2001, Saaty и Vargas, 2006 и Saaty, 2008).

Затоа што во нашето емпириско истражување е применета методата ANP, сакаме уште еднаш на крајот на оваа глава накратко да резимираме дека оваа метода успешно се применува за решавање на комплексни реални проблеми кај кои се јавуваат повеќе критериуми, кои најчесто меѓусебе се конфликтни. Оваа метода на повеќекритериумската анализа овозможува: повеќекритериумскиот проблем на одлучување да се структурира како хиерархија со тоа што целта се поставува на највисокото ниво, критериумите на првото ниво, а алтернативите од кои треба да се избере најдобрата, или пак да се изврши рангирање на истите се поставуваат на второто ниво; да се интегрираат квантитативни и квалитативни фактори во моделот; решавање на конструираниот модел со адекватна софтверска поддршка, така што се добиваат вкупните приоритети на алтернативите врз чија основа може да се направи нивно рангирање; да се следи дали доносителот на одлуката е конзистентен во своите проценки; да се постигне консензус доколку станува збор за групно одлучување и да се испита стабилноста на ранг-листата на алтернативите на промената на влезните податоци, т.е., да се спроведе сензитивна анализа. Но, исто така, треба да се има предвид дека кај одредени MCDM проблеми на одлучување кои се карактеризираат како мошне комплексни ќе бидат неопходни голем број на споредби во парови и чест е случајот да биде доста тешко да се постигне прифатлив CR.

Од прегледот на апликации на методата ANP можеме да констатираме дека истата може да се примени за решавање на широка лепеза на MCDM проблеми.

ГЛАВА 3



МЕТОДА АНАЛИЗА НА ОБВИЕНИ ПОДАТОЦИ (DEA)

- 3.1. Методолошки основи на методата анализа на обвиеени податоци
- 3.2. Модели на методата анализа на обвиеени податоци
 - 3.2.1. Основни модели на методата анализа на обвиеени податоци
 - 3.2.1.1. *Charnes-Cooper-Rhodes* (CCR) модел
 - 3.2.1.1.1. Влезно-ориентиран CCR модел
 - 3.2.1.1.2. Излезно-ориентиран CCR модел
 - 3.2.1.2. *Banker-Charnes-Cooper* (BCC) модел
 - 3.2.1.2.1. Влезно-ориентиран BCC модел
 - 3.2.1.2.2. Излезно-ориентиран BCC модел
 - 3.2.1.3. Разлики меѓу CCR и BCC моделите
 - 3.2.2. DEA модел за рангирање на ефикасните DMUs
 - 3.2.3. Ограничување на DEA тежините
 - 3.2.4. *Window* (прозорска) анализа
- 3.3. Софтверски алатки за поддршка на методата анализа на обвиеени податоци
- 3.4. Предности и ограничувања на методата анализа на обвиеени податоци
- 3.5. Преглед на апликации на методата анализа на обвиеени податоци
- 3.6. Изведба на непараметарски проекти со користење на COOPER-овата рамка

3.1. Методолошки основи на методата анализа на обвиеени податоци

“Се може да се измери. Ако нешто може да се набљудува на кој било начин, тоа е подложно на каков било вид на метод за мерење.” (Hubbard, 2010, p. 3).

Според Ray (2004), производството е трансформација на влезовите во излези и затоа што неговата цел е да создаде вредност токму преку трансформацијата, излезите претставуваат посакувани резултати, со тоа што поголем излез значи подобро, додека пак влезовите претставуваат вредни ресурси кои имаат алтернативни намени, односно, ако не се потроши одредена количина од некој влез, истата може да биде искористена за да се произведе повеќе од истиот излез, или пак за да се произведе некој друг излез.

Како близнак цели за ефикасно да се искористат ресурсите од страна на компанијата се јавуваат следните (Ray, 2004, p. 14): (1) да се произведе што е можно поголем излез од одредена количина на влез, и во исто време, (2) да се произведе одредена количина на излез со користење на што е можно помал влез. Исто така, Ray укажува дека концептите на продуктивност и ефикасност во најголем дел се сметаат за еднакви, односно ако една компанија А е попродуктивна од друга компанија В, тогаш генерално постои верување дека компанијата која е попродуктивна мора да биде и поефикасна, но ова не секогаш е точно. Концептите на продуктивност и ефикасност се тесно поврзани, но, исто така, и фундаментално различни.

Lovell (1993) укажува дека продуктивноста на производната единица е однос на нејзиниот излез и нејзиниот влез кој лесно може да се пресмета доколку производната единица користи еден влез за истата да произведе еден излез, меѓутоа, тој, исто така, истакнува дека поголема е веројатноста производната единица да користи неколку влезови за истата да произведе неколку излези со што е потребно излезите во броителот да се соберат на начин кој е економски изводлив, а истото е неопходно и за влезовите во именителот од каде следи дека продуктивноста претставува однос на два скалара. Кога станува, пак, збор за ефикасноста на производната единица, Lovell укажува на споредбата меѓу набљудуваните вредности на нејзиниот излез и влез и оптималните вредности на излезот и влезот на производната единица.

За анализа на ефикасноста на ентитетите се развиени два пристапа и тоа: економетриски пристап и пристап на математичко програмирање. Во рамките на оваа докторска дисертација фокусот е на пристапот на математичкото програмирање, поточно на анализа на обвиеени податоци (*Data Envelopment Analysis - DEA*) која е

обработена во продолжение на оваа глава, а за економетрискиот пристап може да се види кај Greene (1993, pp. 68-119).

DEA претставува непараметарска метода која се користи за мерење на релативната ефикасност на хомогени единици за кои се одлучува (*Decision Making Units* - DMUs), со тоа што се конструира емпириска граница на ефикасност врз основа на емпириските податоци за користените влезови и остварените излези на DMUs кои го сочинуваат примерокот за анализа.

Станува збор за компаративна или релативна ефикасност затоа што се проценува колку ефикасно секоја единица за која се одлучува се справува со процесот на трансформација на ресурсите (влезовите) во резултати (излези) кога се споредува со останатите единици за кои се одлучува кои се вклучени во истиот процес (Thanassoulis, 2001).

На слика 3-1 е прикажан процесот на трансформирање на влезовите во излези од страна на DMU.



Слика 3-1 DMU трансформира влезови во излези (Thanassoulis, 2001. p. 22)

Анализата на обвие податоци е техника на математичкото програмирање која за секоја DMU решава по еден проблем на линеарно програмирање⁴⁷ и ја пресметува максималната ефикасност на секоја DMU во однос на останатите DMUs во рамките на анализата.

Charnes, Cooper и Rhodes (1978) ја имаат проширено Farrell-овата идеја (Farrell, 1957) со тоа што тие ја поврзале пресметката на техничката ефикасност и производната граница, така што релативната техничка ефикасност на секоја единица за која се одлучува се пресметува како однос помеѓу тежинската сума на излези и тежинската сума на влезови, а тежините, односно мултипликаторите и за излези и за влезите променливи треба да се изберат на начин кој ја пресметува *Pareto* мерката на

⁴⁷ „Од аспект на математичкото моделирање линеарното програмирање се состои во одредување екстрем (максимум или минимум) на линеарна функција $f(x)$, при одредено множество ограничувања изразени со линеарни врски.“ (Годосиоска, 2001, стр. 272). Подетално за линеарното програмирање (eng. *Linear Programming* - LP) видете: (Hiller и Lieberman, 2010, pp. 23-194), (Murty, 2008, pp. 1-1-1-31) и (Neralić, 2012, str. 81-188), а за врската помеѓу DEA и LP видете (Thanassoulis, 2001, p. 63).

ефикасност на секоја единица за која се одлучува во набљудуваниот примерок, така што треба да се има предвид дека резултатот на релативната ефикасност на секоја од овие единици не може да биде поголем од 1 (Charnes et al., 1994, p. 6).

Значајно е да се укаже дека оваа метода не бара никаква претпоставка за функционалната форма. За единицата за која се одлучува, а која е неефикасна (која не лежи на границата на ефикасност), методата DEA овозможува да се идентификуваат изворите на неефикасност како и нивото на неефикасност за секој влез и излез. Charnes et al. (1994) укажуваат дека нивото на неефикасност може да се утврди преку споредување со една референтна единица за која се одлучува или пак со конвексна комбинација на други референтни единици за кои се одлучува кои се наоѓаат на границата на ефикасност и кои при тоа користат исто ниво на влезови и произведуваат исто или пак повисоко ниво на излези.

Според Lovell (1993) пристапот на програмирање може да се категоризира врз основа на видот на податоци кои се на располагање како и врз основа на видот на променливи со кои се располага (може да се располага само со количини или со количини и цени), со тоа што ако се располага само со количини, тогаш може да се пресмета техничката ефикасност, а ако на располагање се и количини и цени тогаш може да се пресмета економската ефикасност и истата да се декомпонира на техничка и алокативна компонента како во економетрискиот пристап.

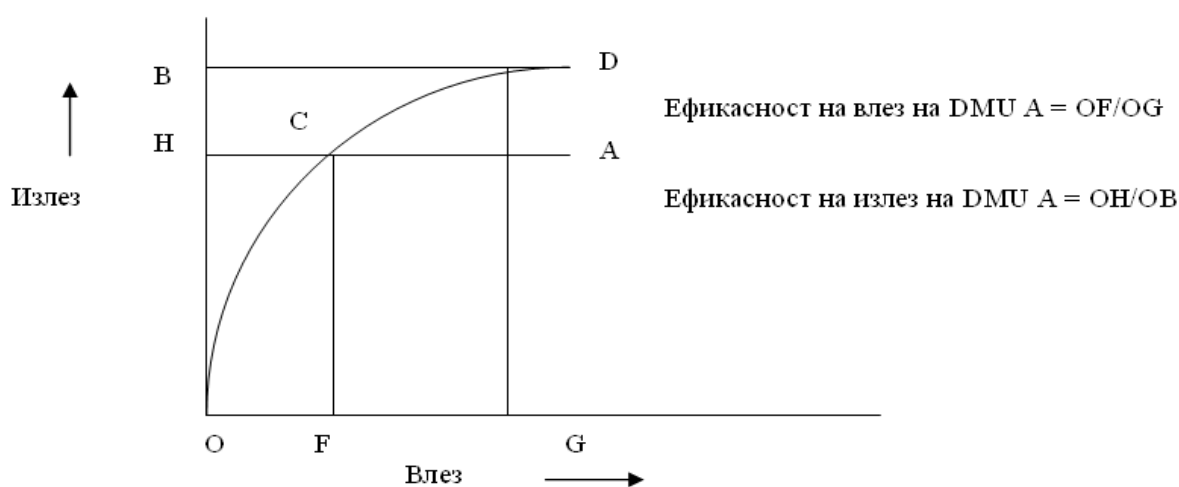
Thanassoulis (2001, p. 23) дава две дефиниции за *Pareto* ефикасноста, со тоа што едната се однесува на излезната ориентација која е соодветна за случај кога излезите можат да се контролираат, додека, пак, другата се однесува на влезната ориентација која е соодветна за случај кога влезовите можат да се контролираат:

Излезна ориентација: DMU е *Pareto-ефикасна* ако не е можно да се зголеми кое било од нејзините нивоа на излез без намалување најмалку на уште едно од нејзините нивоа на излез и/или без зголемување најмалку на едно од нејзините нивоа на влез.

Влезна ориентација: DMU е *Pareto-ефикасна* ако не е можно да се намали кое било од нејзините нивоа на влез без зголемување најмалку на уште едно од нејзините нивоа на влез и/или без намалување најмалку на едно од нејзините нивоа на излез.

Двете најчесто користени мерки на ефикасност кои се однесуваат на погоренаведената излезна и влезна ориентација се: техничката ефикасност на излез и техничката ефикасност на влез, пошироко во (Thanassoulis, 2001, p. 24, p. 32).

Преку слика 3-2 може да се согледа разликата меѓу мерките на ефикасност на влез и излез⁴⁸. Станува збор за случај во кој единиците за кои се одлучува произведуваат еден излез со користење на еден влез. Кривата OD претставува граница на ефикасност на множеството на производствени можности кое се наоѓа меѓу оската на влез и оваа крива. Доколку предвид ја земеме DMU A, за истата да постигне максимален излез за своето ниво на влез треба да дејствува во точката D. За да користи минимален влез за своето ниво на излез, DMU A треба да дејствува во точката C. Врз основа на горенаведеното може да се констатира дека DMU A не е *Pareto*-ефикасна. Техничката ефикасност на влезот на DMU A е OF/OG ⁴⁹, додека пак техничката ефикасност на излезот на оваа единица за која се одлучува е OH/OB .



Слика 3-2 Мерки на ефикасност на влез и на излез (Thanassoulis, 2001, p. 25)

Charnes et al. (1994, p. 8) наведуваат дека DEA пресметките:

1. се фокусираат на индивидуални набљудувања наспроти просеците на популацијата;
2. одредуваат поединечна сумарна мерка за секоја DMU во однос на нејзиното користење на влезни фактори (независни променливи) за да се произведат посакуваните излези (зависни променливи);
3. можат истовремено да се вклучат повеќе излези и повеќе влезови така што секој може да биде изразен во различни мерни единици;
4. можат да се вклучат егзогени променливи⁵⁰;
5. можат да се вклучат категориски (*dummy*) променливи⁵¹;

⁴⁸ Примерот објаснет во продолжение се заснова на: (Thanassoulis, 2001, pp. 24-25).

⁴⁹ OF претставува минималното ниво на влез со кое единицата A може да го обезбеди својот излез, а OG е набљудуваното ниво на влез на горенаведената единица (Thanassoulis, 2001).

⁵⁰ За егзогени променливи видете (Thanassoulis, 2001, pp. 227-235).

6. не бараат спецификација или знаење за *a priori* тежини или цени за влезовите или излезите;
7. може да се вклучи вредносна оценка кога се сака;
8. укажуваат какви промени се потребни на влезовите и/или излезите за да може DMUs кои се под границата на ефикасност да се проектираат на оваа граница;
9. се *Pareto* оптимални;
10. се фокусираат на откривање на најдобрите практични граници, наместо на својствата на централната тенденција на границите и
11. задоволуваат строго еднакви критериуми во релативната евалуација на секоја DMU.

Во следното поглавје посебно внимание е посветено на моделите на оваа специјално дизајнирана метода за мерење на ефикасноста на организациските единици.

3.2. Модели на методата анализа на обвиени податоци

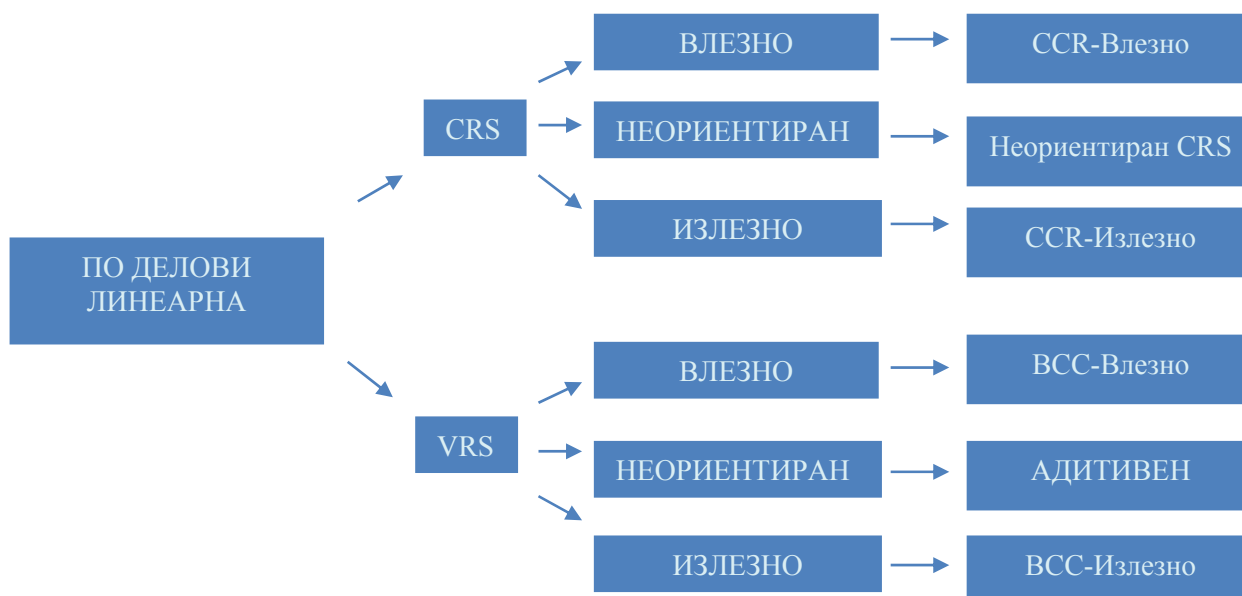
Во рамките на ова поглавје е даден преглед на математичките модели на непараметарската метода анализа на обвиени податоци. Ali (1994) истакнува дека моделите кои претпоставуваат по делови линеарна површина на обвивање можат да се класифицираат според приносот на обем и ориентацијата (слика 3-3). Приносот на обем може да биде константен (*Constant Returns to Scale* - CRS) или варијабилен (*Variable Returns to Scale* - VRS). Thanassoulis (2001) укажува дека смислата на CRS претпоставката е дека обемот на работа на единицата за која се одлучува не влијае врз продуктивноста на истата. За варијабилен принос на обем станува збор кога зголемувањето на влезовите не води до пропорционална промена во излезите (Popović, 2006).

Во однос на ориентацијата моделот може да биде: влезно-ориентиран, излезно-ориентиран или неориентиран⁵².

Во анализата на обвиени податоци постојат два вида на мерки, односно пристапи и тоа радијален и нерадијален, со тоа што првиот е претставен со *Charnes-Cooper-Rhodes* и *Banker-Charnes-Cooper* моделите, а другиот со *Slacks Based Measure* (Cooper et al., 2007).

⁵¹ За категориски променливи видете (Charnes et al., 1994, pp. 52-54).

⁵² Првите два модела се дефинирани во воведот, а за неориентиран модел станува збор кога симултано се намалуваат влезовите и се зголемуваат излезите за DMU да биде ефикасна. Тоа се адитивен модел (видете (Cooper et al., 2007, pp. 94-99)) и SBM (*Slacks-Based-Measure*) моделот (видете (Cooper et al., 2007, pp. 99-106)).



Слика 3-3 Класификација на модели според принос на обем и ориентација (Ali, 1994, p. 66)

Најпрво се обработени основните DEA модели: *Charnes-Cooper-Rhodes* (CCR) и *Banker-Charnes-Cooper* (BCC) со влезна и со излезна ориентација, потоа е обработен модифициран модел на оваа метода, односно моделот за рангирање на ефикасните единици за кои се одлучува, по кој е укажано на ограничувањето на DEA тежините и на крај е обработена *Window* (прозорската) анализа која овозможува следење на промената на ефикасноста на единиците за кои се одлучува во временскиот период кој се набљудува.

3.2.1. Основни модели на методата анализа на обвиеени податоци

3.2.1.1. *Charnes-Cooper-Rhodes* (CCR) модел⁵³

Еден од основните модели на непараметарската метода DEA е CCR моделот кој е воведен во 1978 година од страна на Charnes, Cooper и Rhodes. Во CCR моделот за секоја единица за која се одлучува се формира виртуелен влез и виртуелен излез со тежини (v_i) и (u_r) и тоа:

$$\text{Виртуелен влез} = v_1x_{10} + \dots + v_mx_{m0}$$

$$\text{Виртуелен излез} = u_1y_{10} + \dots + u_sy_{s0}$$

⁵³ Материјалот изложен во поглавјето 3.2.1 се заснова на (Cooper et al., 2007, pp. 21-25; 42-47; 58-59; 90-94).

При тоа, потребно е да се одреди тежината со користење на линеарното програмирање така што се максимизира следниот однос:

$$\frac{\text{виртуелен излез}}{\text{виртуелен влез}}$$

На секоја единица за која се одлучува и е доделено најдоброто множество на тежински вредности кои можат да варираат од една ваква единица до друга.

Доколку претпоставиме дека постојат n единици за кои се одлучува, односно: $DMU_1, DMU_2, \dots,$ и DMU_n некои заеднички влезови и излези за секоја од овие n единици за кои се одлучува се избрани како што следи (Cooper et al., 2007, p. 22):

1. За секој влез и излез се расположиви нумерички податоци и истите имаат позитивни вредности за секоја единица за која се одлучува.
2. Во евалуацијата на релативната ефикасност на единиците за кои се одлучува треба да бидат вклучени сите податоци кои го одразуваат интересот на аналитичарот или пак на менаџерот.
3. Во принцип се преферираат помали износи на влез и поголеми износи на излез, така што резултатите за ефикасност треба да го одразуваат овој принцип.
4. Мерните единици на различни влезни и излезни променливи не мора да бидат истородни.

3.2.1.1.1. Влезно-ориентиран CCR модел

Врз основа на податоците се мери ефикасноста на секоја единица за која се одлучува што значи дека се потребни n оптимизации, односно по една оптимизација за секоја DMU_j која се оценува. DMU_j која се оценува во секој обид се означува како DMU_o така што $o = 1, 2, \dots, n$. За да се добијат вредности за тежините на влезовите (v_i) ($i = 1, \dots, m$) и тежините на излезите (u_r) ($r = 1, \dots, s$), потребно е да се реши следниот проблем на фракционо програмирање.

$$(FP_o) \quad \max_{v, u} \quad \theta = \frac{u_1 Y_{1o} + u_2 Y_{2o} + \dots + u_s Y_{so}}{v_1 X_{1o} + v_2 X_{2o} + \dots + v_m X_{mo}} \quad (3.1)$$

$$\text{со ограничувања} \quad \frac{u_1 Y_{1j} + \dots + u_s Y_{sj}}{v_1 X_{1j} + \dots + v_m X_{mj}} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n) \quad (3.2)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \quad (3.3)$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0. \quad (3.4)$$

x_{ij} претставува емпириска вредност на i -тиот влез за j -тата DMU ($x_{ij} \geq 0, i = 1, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$), додека пак Y_{rj} претставува емпириска вредност на r -тиот излез за j -тата DMU ($Y_{rj} \geq 0, r = 1, \dots, s, j = 1, 2, \dots, n$).

Ограничувањата во моделот покажуваат дека односот на „виртуелен излез“ vs. „виртуелен влез“ не може да биде поголем од 1 за секоја единица чија ефикасност се оценува, а целта е да се добијат тежините (v_i) и (u_r) кои го максимизираат односот на DMU_o чија ефикасност се оценува. Според ограничувањата, оптималната вредност на функцијата на цел θ^* изнесува најмногу 1.

Горенаведената фракциона програма (FP_o) може да се преведе во следната линеарна програма (LP_o):

$$(LP_o) \quad \max_{\mu, v} \quad \theta = \mu_1 Y_{1o} + \dots + \mu_s Y_{so} \quad (3.5)$$

$$\text{со ограничувања} \quad v_1 X_{1o} + \dots + v_m X_{mo} = 1 \quad (3.6)$$

$$\mu_1 Y_{1j} + \dots + \mu_s Y_{sj} \leq v_1 X_{1j} + \dots + v_m X_{mj} \quad (3.7)$$

$$(j = 1, \dots, n)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \quad (3.8)$$

$$\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_s \geq 0. \quad (3.9)$$

Ознаките v_1, v_2, \dots, v_m и $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_s$ во линеарната програма (LP_o) одговараат на ознаките v_1, v_2, \dots, v_m и u_1, u_2, \dots, u_s во фракционата програма (FP_o).

Теорема 3.1⁵⁴ Фракционата програма (FP_o) е еквивалентна на линеарната програма (LP_o)⁵⁵.

Теорема 3.2 (Теорема на единична инваријантност) Оптималните вредности на $\max \theta = \theta^*$ во релациите (3.1) и (3.5) се независни од единиците во кои се мерат влезовите и излезите под услов овие единици да се исти за секоја DMU⁵⁶.

⁵⁴ Теоремите и дефинициите се цитирани од Cooper et al., (2007) и тоа: теореме: 3.1 и 3.2-р. 24, 3.3-р. 46, 3.4-р. 59, 3.5-р. 93 и дефиниции: 3.1-р. 24, 3.2- 3.4-р. 45, 3.5-р. 47, 3.6 и 3.7-р. 92.

⁵⁵ За доказ видете (Cooper et al., 2007, р. 24).

⁵⁶ За доказ видете (Cooper et al., 2007, р. 39).

Дефиниција 3.1 (CCR-Ефикасност)

1. DMU_o е CCR-ефикасна ако $\theta^* = 1$ и ако постои најмалку една оптимална вредност

$$(v^*, u^*), \text{ со } v^* > 0 \text{ и } u^* > 0.$$

2. Во друг случај, DMU_o е CCR-неефикасна.

CCR-неефикасноста означува дека:

(i) $\theta^* < 1$ или

(ii) $\theta^* = 1$ и најмалку еден елемент од (v^*, u^*) има вредност нула за секое оптимално решение од линеарната програма (LP_o) .

Во случајот (i), односно кога $\theta^* < 1$ мора да постои најмалку едно ограничување (или единица за која се одлучува) во (3.7) за кое тежината (v^*, u^*) дава равенство меѓу левата и десната страна, затоа што во друг случај θ^* може да се зголеми. Множеството на такви $j \in \{1, \dots, n\}$ се дефинира како:

$$E'_o = \left\{ j : \sum_{r=1}^s u_r^* y_{rj} = \sum_{i=1}^m v_i^* x_{ij} \right\}. \quad (3.10)$$

Подмножеството E_o од E'_o кое се состои од CCR-ефикасни единици за кои се одлучува е познато како референтно множество (*reference set*), додека пак, оптималното решение на (LP_o) претставува множеството на оптимални тежини (v^*, u^*) за DMU_o .

Преку следната релација се пресметува мерката на ефикасност:

$$\theta^* = \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i^* x_{io}}. \quad (3.11)$$

Од (3.6) именителот е 1, а оттаму пак следи:

$$\theta^* = \sum_{r=1}^s u_r^* y_{ro}. \quad (3.12)$$

(v^*, u^*) претставува множество на најдобри тежини за DMU_o за да се максимизира θ^* , со тоа што v_i^* е оптимална тежина за единица влез i , додека пак u_r^* е оптимална тежина за единица излез r .

За да можат да се користат податоци за оние DMUs кај кои што некои влезови и излези имаат вредност нула, се воведува претпоставката семипозитивност според која

ако има парови на вектори на влезови и излези (x_j, y_j) ($j = 1, \dots, n$) од n DMUs, тогаш секоја DMU треба да има најмалку една позитивна вредност и во влезот и во излезот. Парот на таков семипозитивен влез $x \in R^m$ и излез $y \in R^s$ се нарекува активност и се означува со (x, y) . Множеството на производни можности (*Production Possibility Set* - PPS) го формираат можните активности и истото се означува со P .

Својства на множеството на производни можности се (Cooper et al., 2007, p. 42):

- (A1) Набљудуваните активности (x_j, y_j) ($j = 1, \dots, n$) припаѓаат на множеството P .
- (A2) Ако активност (x, y) припаѓа на множеството P , тогаш и активност (tx, ty) припаѓа на множеството P за кој било позитивен скалар t , така што ова својство е познато како претпоставка на константен принос на обем.
- (A3) За активност (x, y) од множеството P , секоја семипозитивна активност (\bar{x}, \bar{y}) со $\bar{x} \geq x$ и $\bar{y} \leq y$ е вклучена во множеството P . Секоја активност со влез кој не помал од x во која било компонента и со излез кој не поголем од y во која било компонента е можна активност.
- (A4) Секоја семипозитивна линеарна комбинација на активности во множеството P припаѓа на множеството P .

Доколку множеството на податоци се прикаже со матриците $X = (x_j)$ и $Y = (y_j)$, тогаш множеството на производствени можности, кое ги задоволува својствата (A1)-(A4), може да се дефинира како:

$$P = \{(x, y) \mid x \geq X \lambda, y \leq Y \lambda, \lambda \geq 0\}, \quad (3.13)$$

каде што λ претставува семипозитивен вектор во R^n .

Врз основа на матрицата (X, Y) , *Charnes-Cooper-Rhodes* моделот беше формулиран како проблем на линеарно програмирање со вектор редица v за мултипликаторите на влез и вектор редица u за мултипликаторите на излез со тоа што

толку сега овие мултипликатори претставуваат променливи во следниот проблем на линеарно програмирање (форма на мултипликатори):

$$(LP_0) \quad \max_{v, u} \quad u y_0 \quad (3.14)$$

$$\text{со ограничувања} \quad v x_0 = 1 \quad (3.15)$$

$$- v X + u Y \leq 0 \quad (3.16)$$

$$v \geq 0, u \geq 0. \quad (3.17)$$

Дуалниот проблем (DLP_o) на LP проблемот (LP_o) се изразува со θ (реална променлива) и $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_n)^T$ (не-негативен вектор на променливи), како што е дадено подолу (форма на обвивање):

$$(DLP_o) \quad \min_{\theta, \lambda} \quad \theta \quad (3.18)$$

$$\text{со ограничувања} \quad \theta X_o - X \lambda \geq 0 \quad (3.19)$$

$$Y \lambda \geq y_o \quad (3.20)$$

$$\lambda \geq 0. \quad (3.21)$$

Во табела 3-1 се прикажани кореспонденциите меѓу примарните (LP_o) и дуалните (DLP_o) ограничувања и променливи.

Дуалниот проблем (DLP_o) има можно решение $\theta = 1$, $\lambda_o = 1$, $\lambda_j = 0$ ($j \neq o$). Оптимумот θ означен со θ^* не е поголем од 1. Од друга страна пак, со оглед на претпоставката на семипозитивност за податоците, ограничувањето (3.20) бара λ да не биде 0 затоа што $y_o \geq 0$ и $y_o \neq 0$. Од (3.19) θ мора да биде поголем од 0. Врз основа на горенаведено следува дека $0 < \theta^* \leq 1$.

Табела 3 -1 Примарни и дуални кореспонденции (Cooper et al., 2007, p. 44)

Ограничување (LP _o)	Дуална променлива (DLP _o)	||	Ограничување (DLP _o)	Примарна променлива (LP _o)
$v X_o = 1$	θ$	||	\theta X_o - X \lambda \geq 0$	$v \geq 0$
$-vX + uY \leq 0$	$\lambda \geq 0$	||	$Y \lambda \geq y_o$	$u \geq 0$

Во продолжение, се посветува внимание на врската меѓу P и (DLP_o). Ограничувањата во дуалниот проблем (DLP_o) бараат активноста ($\theta x_o, y_o$) да припаѓа на множеството на производни можности, додека, пак, функцијата на цел бара минимален θ кој го намалува векторот на влез x_o радијално на θx_o , со тоа што останува во множеството на производни можности.

Во дуалниот проблем (DLP_o) бараме активност во множеството на производни можности (P) која осигурува ниво на излез на DMU_o во сите компоненти, барем еднакво на y_o , додека векторот на влез X_o го намалува пропорционално, односно

радијално на што е можно помала вредност. $(X\lambda, Y\lambda)$ покажува подобри резултати од (θ_{x_0}, y_0) кога $\theta^* < 1$.

Во согласност со ова својство се дефинираат вишоци на влез $s^- \in \mathbb{R}^m$ и недостатоци на излез $s^+ \in \mathbb{R}^s$, познати како дополнителни променливи, а се одредуваат преку:

$$s^- = \theta x_0 - X\lambda, \quad s^+ = Y\lambda - y_0, \quad (3.22)$$

така што $s^- \geq 0, s^+ \geq 0$ за секое можно решение (θ, λ) на дуалниот проблем (DLP_0) .

Преку решавање на следниот двофазен LP проблем можат да се откријат можните вишоци на влез и недостатоци на излез.

Фаза I

Во оваа фаза се решава (DLP_0) со тоа што е добиена оптимална вредност на функцијата на цел θ^* . Според теоремата за дуалност на LP⁵⁷, θ^* е еднаква на оптималната вредност на функцијата на цел на (LP_0) и претставува вредност на CCR-ефикасност, а по Farrell (1957) позната е и како „Farrell-ова ефикасност“.

Фаза II

Земајќи ја предвид вредноста на θ^* , се решава следниот LP проблем во кој како променливи се користат (λ, s^-, s^+) :

$$\max_{\lambda, s^-, s^+} \omega = e s^- + e s^+ \quad (3.23)$$

$$\text{со ограничувања} \quad s^- = \theta^* x_0 - X\lambda \quad (3.24)$$

$$s^+ = Y\lambda - y_0 \quad (3.25)$$

$$\lambda \geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0,$$

каде што сите елементи на e се 1, така што $e s^- = \sum_{i=1}^m s_i^-$ и $e s^+ = \sum_{r=1}^s s_r^+$.

Целта на оваа фаза е да се најде решение што ја максимизира сумата на вишоци на влез и недостатоци на излез со тоа што се задржува $\theta = \theta^*$.

Дефиниција 3.2

Оптималното решение $(\lambda^*, s^{*-}, s^{*+})$ на фаза II е решение со максимални дополнителни променливи. Ако решението со максимални дополнителни променливи задоволува

⁵⁷ Видете (Cooper et al., 2007, pp. 445-446).

$s^{-*} = 0$ и $s^{+*} = 0$, тогаш тоа се нарекува решение со дополнителни променливи еднакви на нула.

Дефиниција 3.3

Ако оптималното решение $(\theta^*, \lambda^*, s^{-*}, s^{+*})$ на двете погоре дадени LP задоволува $\theta^* = 1$ и дополнителните променливи се еднакви на нула ($s^{-*} = 0, s^{+*} = 0$) тогаш DMU_o се нарекува CCR-ефикасна. Инаку, DMU_o се нарекува CCR-неефикасна, затоа што за да се постигне целосна ефикасност мора да биде задоволено:

(i) $\theta^* = 1$

(ii) Сите дополнителни променливи да се еднакви на нула

Првиот услов (i) е поврзан со радијална, односно со техничка ефикасност, затоа што вредноста $\theta^* < 1$ означува дека сите влезови може да бидат симултано намалени без да се променат пропорциите во кои истите се користени. $(1 - \theta^*)$ претставува максимално пропорционално намалување кое е дозволено од P и секои понатамошни намалувања поврзани со дополнителните променливи кои не се 0 би ги промениле пропорциите на влезот. Двата услова ((i) и (ii)), односно $\theta^* = 1$ и сите дополнителни променливи да бидат еднакви на нула опишуваат “Pareto-Коопmans” ефикасност која се дефинира како:

Дефиниција 3.4

DMU_o е целосно ефикасна ако и само ако не е можно да се подобри кој било влез или излез без влошување на некој друг влез или излез.

Теорема 3.3

CCR-ефикасноста што е дадена во Дефиниција 3.3 е еквивалентна на онаа што е дадена во Дефиниција 3.1⁵⁸

Дефиниција 3.5

За неефикасната DMU_o , се дефинира нејзиното референтно множество E_o , кое се базира на решението со максимални дополнителни променливи добиени во фазите I и II, со:

$$E_o = \left\{ j \mid \lambda_j^* > 0 \right\} \quad (j \in \{1, \dots, n\}) \quad (3.26)$$

⁵⁸ За доказ видете: (Cooper et al., 2007, p. 46).

Оптималното решение се изразува на следниот начин:

$$\theta^* x_o = \sum_{j \in E_o} x_j \lambda_j^* + s^{-*} \quad (3.27)$$

$$y_o = \sum_{j \in E_o} y_j \lambda_j^* - s^{+*}$$

Тоа може да се толкува како

$$x_o \geq \theta^* x_o - s^{-*} = \sum_{j \in E_o} x_j \lambda_j^*$$

што значи дека

$$x_o \geq \text{техничка – мешовита неефикасност} \\ = \text{позитивна комбинација на набљудувани вредности на влез.} \quad (3.28)$$

Исто така,

$$y_o \leq y_o + s^{+*} = \sum_{j \in E_o} y_j \lambda_j^*$$

означува

$$y_o \leq \text{набљудувани излези + недостатоци} \\ = \text{позитивна комбинација на набљудувани вредности на излез} \quad (3.29)$$

Дадените релации укажуваат дека ефикасноста на (x_o, y_o) за DMU_o може да се подобри доколку вредностите на влезот се намалат радијално со односот θ^* , се елиминираат вишоците на влез за износот s^{-*} , а се зголемат вредностите на излезот за износот s^{+*} .

Преку следните релации може да се пресмета вкупното подобрување на влезот Δx_o и на излезот Δy_o :

$$\Delta x_o = x_o - (\theta^* x_o - s^{-*}) = (1 - \theta^*)x_o + s^{-*} \quad (3.30)$$

$$\Delta y_o = s^{+*} \quad (3.31)$$

Формулата за подобрување која е позната како *CCR проекција* е дадена со следните релации:

$$\hat{x}_o = x_o - \Delta x_o = \theta^* x_o - s^{-*} \leq x_o \quad (3.32)$$

$$\hat{y}_o = y_o + \Delta y_o = y_o + s^{+*} \geq y_o \quad (3.33)$$

3.2.1.1.2. Излезно-ориентиран CCR модел

Досега стануваше збор за влезно-ориентиран CCR модел, а во продолжение е обработен и излезно-ориентиран CCR модел кој се формулира на следниот начин:

$$(DLPO_o) \max_{\eta, \mu} \eta \quad (3.34)$$

$$\text{со ограничувања} \quad X_o - X \mu \geq 0 \quad (3.35)$$

$$\eta Y_o - Y \mu \leq 0 \quad (3.36)$$

$$\mu \geq 0. \quad (3.37)$$

Оптимальното решение на овој модел може да се добие директно од оптимальното решение на влезно-ориентираниот *Charnes-Cooper-Rhodes* модел (DLP_o), како што следи:

$$\lambda = \mu / \eta, \quad \theta = 1 / \eta \quad (3.38)$$

Во тој случај (DLPO_o) станува

$$(DLP_o) \min_{\theta, \lambda} \theta$$

$$\text{со ограничувања} \quad \theta X_o - X \lambda \geq 0$$

$$Y_o - Y \lambda \leq 0$$

$$\lambda \geq 0,$$

што воедно претставува влезно-ориентиран *Charnes-Cooper-Rhodes* модел. Врската која се јавува меѓу оптимальното решение на излезно-ориентираниот модел и оптимальното решение на влезно-ориентираниот модел се изразува како:

$$\eta^* = 1 / \theta^*, \quad \mu^* = \lambda^* / \theta^* \quad (3.39)$$

Дополнителните променливи (t^-, t^+) на излезно-ориентираниот модел се дефинирани на следниот начин:

$$X \mu + t^- = X_o$$

$$Y \mu - t^+ = \eta Y_o.$$

Вредностите, исто така, се поврзани со влезно-ориентираниот модел како што следи:

$$t^{-*} = s^{-*} / \theta^*, \quad t^{+*} = s^{+*} / \theta^*. \quad (3.40)$$

$\theta^* \leq 1$, па од релацијата (3.38) η^* задоволува:

$$\eta^* \geq 1. \quad (3.41)$$

Повисока вредноста на η^* покажува помала ефикасност на единицата за која се одлучува. θ^* изразува стапка на намалување на влезот, а за разлика од неа η^* изразува стапка на зголемување на излезот. Единицата за која се одлучува е ефикасна според влезно-ориентиранитот *Charnes-Cooper-Rhodes* модел, ако и само ако истата е ефикасна и според излезно-ориентиранитот *Charnes-Cooper-Rhodes* модел.

Преку следниот модел се изразува дуалниот проблем на (DLPO_o) со компоненти на векторите p и q кои се во улога на променливи:

$$(LPO_o) \min_{p, q} p x_o \quad (3.42)$$

$$\text{со ограничувања } q y_o = 1 \quad (3.43)$$

$$- pX + qY \leq 0 \quad (3.44)$$

$$p \geq 0, q \geq 0. \quad (3.45)$$

Теорема 3.4⁵⁹

Ако оптималното решение на влезно-ориентиранитот модел (LP_o) е (v^*, u^*) , тогаш оптималното решение на излезно-ориентиранитот модел (LPO_o) се добива од релациите

$$p^* = v^* / \theta^*, q^* = u^* / \theta^*. \quad (3.46)$$

Подобрувањето на ефикасноста според решението на овој модел (DLPO_o) се изразува како:

$$\hat{x}_o \Leftarrow x_o - t^{-*} \quad (3.47)$$

$$\hat{y}_o \Leftarrow \eta^* y_o + t^{+*}. \quad (3.48)$$

За проширување на двофазниот процес во *Charnes-Cooper-Rhodes* моделот видете Cooper et al., (2007, pp. 60-63).

⁵⁹ За доказ видете (Cooper et al., 2007, p. 59).

3.2.1.2. Banker-Charnes-Cooper (BCC) модел⁶⁰

Banker, Charnes и Cooper во трудот „Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis“, објавен во 1984 година, го вовеле моделот BCC чие множество на производни можности P_B е дефинирано како:

$$P_B = \{(x, y) | x \geq X \lambda, y \leq Y \lambda, e \lambda = 1, \lambda \geq 0\} \quad (3.49)$$

каде што $X = (x_j) \in R^{mn}$ и $Y = (y_j) \in R^{sn}$ се дадени множества на податоци, $\lambda \in R^n$, додека пак е претставува вектор редица со тоа што сите негови елементи се еднакви на 1.

3.2.1.2.1. Влезно-ориентиран BCC модел

BCC моделот кој е влезно-ориентиран ја евалуира ефикасноста на DMU_o ($o = 1, \dots, n$) преку решавање на линеарниот модел кој е во облик на обвивање и кој е даден во продолжение:

$$(BCC_o) \quad \min_{\theta_B, \lambda} \quad \theta_B \quad (3.50)$$

$$\text{со ограничувања} \quad \theta_B x_o - X \lambda \geq 0 \quad (3.51)$$

$$Y \lambda \geq y_o \quad (3.52)$$

$$e \lambda = 1 \quad (3.53)$$

$$\lambda \geq 0 \quad (3.54)$$

каде што θ_B , претставува скалар.

Дуалниот проблем кој е во облик на мултипликатори се изразува со моделот:

$$\max_{v, u, u_o} \quad z = u y_o - u_o \quad (3.55)$$

$$\text{со ограничувања} \quad v x_o = 1 \quad (3.56)$$

$$-vX + uY - u_o e \leq 0 \quad (3.57)$$

$$v \geq 0, u \geq 0, u_o \text{ слободна по знак,} \quad (3.58)$$

каде што v и u претставуваат вектори, а z и u_o се скалари кои можат да бидат позитивни или негативни (или еднакви на нула).

⁶⁰ И влезно и излезно-ориентираните BCC модел се обработени во (Цветкоска, 2012, стр. 406-409)

Преку табела 3-2 можат да се согледаат кореспонденциите меѓу примарно-дуалните ограничувања и променливи.

Слободната променлива u_0 претставува дуална променлива која се појавува само во *Banker-Charnes-Cooper* моделот и истата е поврзана со ограничувањето $e\lambda = 1$ кое, исто така, не се појавува во *Charnes-Cooper-Rhodes* моделот.

За решавање на примарниот проблем (BCC_0) се користи двофазна постапка со тоа што во првата фаза се минимизира θ_B , а во наредната, односно втората фаза се максимизира сумата на вишоци на влез и недостатоци на излез со задржување $\theta_B = \theta_B^*$.

Табела 3-2 Примарни и дуални кореспонденции во BCC моделот (Cooper et al., 2007, p. 92)

Облик на линеарно програмирање

Ограничувања на обликот на обвивање	Променливи на обликот на мултипликатори	Ограничувања на обликот на мултипликатори	Променливи на обликот на обвивање
$\theta_B x_0 - x\lambda \geq 0$	$v \geq 0$	$v x_0 = 1$	θ
$y\lambda \geq y_0$	$u \geq 0$	$-vX + uY - u_0 e \leq 0$	$\lambda \geq 0$
$e\lambda = 1$	u_0		

$(\theta_B^*, \lambda^*, s^{-*}, s^{+*})$ претставува оптимално решение на (BCC_0) моделот, каде што s^{-*} и s^{+*} се максимални вишоци на влез и недостатоци на излез, респективно.

Дефиниција 3.6 (BCC-Ефикасност)

Ако оптималното решение $(\theta_B^*, \lambda^*, s^{-*}, s^{+*})$ добиено во овој двофазен процес за (BCC_0) задоволува $\theta_B^* = 1$ и нема дополнителни променливи ($s^{-*} = 0, s^{+*} = 0$), тогаш DMU_0 се нарекува BCC – ефикасна, во спротивно таа е BCC неефикасна.

Дефиниција 3.7 (Референтно множество)

За BCC -неефикасна DMU_0 се дефинира нејзиното референтно множество E_0 , врз основа на оптималното решение λ^* преку

$$E_0 = \{ j | \lambda_j^* > 0 \} \quad (j \in \{1, \dots, n\}) \tag{3.59}$$

Доколку има повеќе оптимални решенија, може да се избере кое било за да се добие

$$\theta_B^* x_o = \sum_{j \in E_o} \lambda_j^* x_j + s^{-*} \quad (3.60)$$

$$y_o = \sum_{j \in E_o} \lambda_j^* y_j - s^{+*} \quad (3.61)$$

Во продолжение е дадена формулата за подобрување на ефикасноста *via* ВСС-проекција,

$$\hat{x}_o \leftarrow \theta_B^* x_o - s^{-*} \quad (3.62)$$

$$\hat{y}_o \leftarrow y_o + s^{+*} \quad (3.63)$$

Теорема 3.5

DMU која има минимална вредност на влезот за кој било влез или максимална вредност на излезот за кој било излез е ВСС-ефикасна.

3.2.1.2.2. Излезно-ориентиран ВСС модел

Излезно-ориентирианиот ВСС модел во облик на обвивање се изразува како:

$$(ВСС - O_o) \max_{\eta_B, \lambda} \eta_B \quad (3.64)$$

$$\text{со ограничувања } X \lambda \leq x_o \quad (3.65)$$

$$\eta_B y_o - Y \lambda \leq 0 \quad (3.66)$$

$$e \lambda = 1 \quad (3.67)$$

$$\lambda \geq 0 \quad (3.68)$$

Дуалниот модел во облик на мултипликатори кој е поврзан со горенаведениот линеарен модел (ВСС - O_o), е даден во продолжение:

$$\min_{v, u, v_o} z = v x_o - v_o \quad (3.69)$$

$$\text{со ограничувања } u y_o = 1 \quad (3.70)$$

$$vX - uY - v_o e \geq 0 \quad (3.71)$$

$$v \geq 0, u \geq 0, v_o \text{ слободна по знак,} \quad (3.72)$$

со тоа што v_o претставува скалар кој е поврзан со следното ограничување: $e \lambda = 1$ во моделот на обвивање.

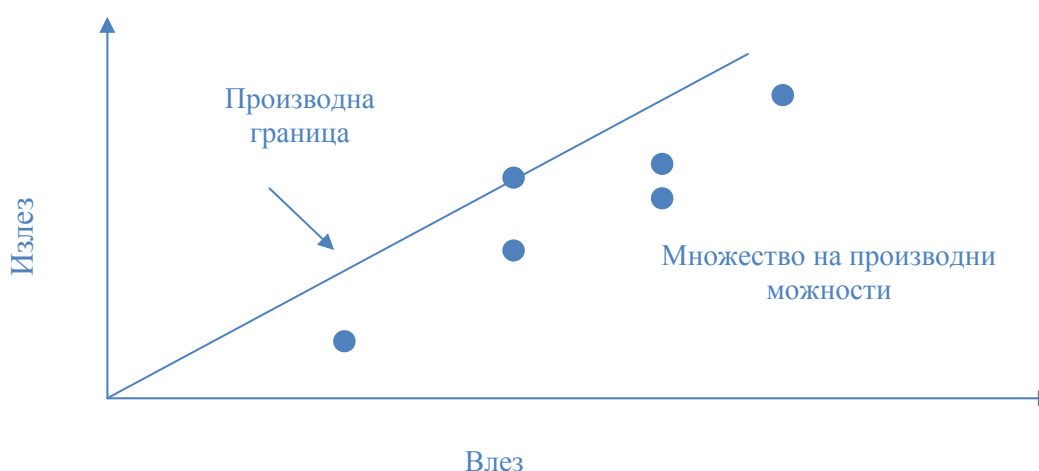
3.2.1.3. Разлики меѓу CCR и BCC моделите

Моделите BCC и CCR се разликуваат во тоа што BCC моделот во своите ограничувања вклучува услов на конвексност $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, \forall j$.

Charnes et al. (1994, p. 23) за CCR и BCC моделите наведуваат:

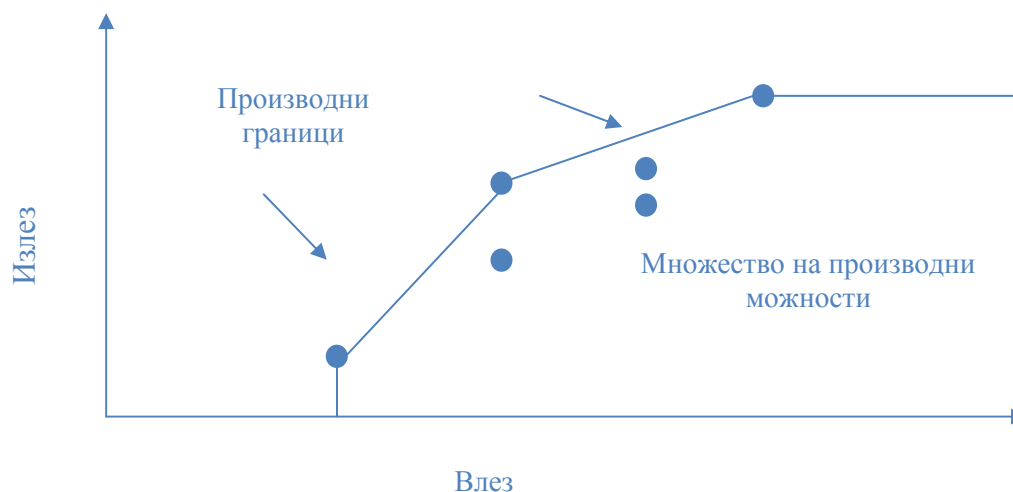
1. CCR *ratio* моделот (1978):
 - (i) дава објективна евалуација на вкупната ефикасност и
 - (ii) овозможува идентификување на изворите на неефикасност како и пресметување на износите на идентификуваните неефикасности;
2. BCC моделот (1984) прави разлика меѓу техничката неефикасност и неефикасноста по обем преку:
 - (i) пресметување на чистата техничка ефикасност за даден обем на работа и
 - (ii) идентификување дали можностите на растечки, опаѓачки или константен принос на обем се присутни за понатамошна експлоатација⁶¹.

Производната граница која ја дава CCR моделот за случај еден влез еден излез е прикажана на слика 3-4, додека пак производните граници кои ги дава BCC моделот се прикажани на слика 3-5 со тоа што IRS се јавува во првиот дел на полната линија, по кој следи DRS во вториот дел, а во точката каде што е направен премин од првиот кон вториот дел се јавува CRS (Cooper et al., 2007).



Слика 3-4 Производна граница на *Charnes-Cooper-Rhodes* модел (Cooper et al., 2007, p. 88)

⁶¹ За растечки принос на обем (*Increasing Returns to Scale* - IRS) станува збор кога радијалното зголемување на нивоата на влез води до повеќе од пропорционално радијално зголемување на нивоата на излез; опаѓачки принос на обем (*Decreasing Returns to Scale* - DRS) постои кога радијалното зголемување на нивоата на излез е помало од пропорционалното, а во друг случај се работи за CRS (Thanassoulis, 2001).



Слика 3-5 Производни граници на *Banker-Charnes-Cooper* модел (Cooper et al., 2007, p. 88)

Cooper et al. (2007) истакнуваат дека резултатот кој се добива со решавање на *Charnes-Cooper-Rhodes* моделот е познат како глобална техничка ефикасност (*global technical efficiency* - TE), додека, пак, резултатот кој се добива со решавање *Banker-Charnes-Cooper* моделот е познат како локална чиста техничка ефикасност (*local pure technical efficiency* - PTE). Исто така, тие укажуваат дека доколку единицата за која се одлучува е 100% ефикасна и според CCR и според BCC моделот, тогаш нејзината продуктивност по обем на делување е најголема, но доколку единицата е 100% BCC-ефикасна, а има низок CCR резултат тогаш истата работи локално ефикасно, но не и глобално, што воедно се должи на големината на обемот на единицата. Тие ја опишуваат ефикасноста по обем (*Scale efficiency* - SE) како однос меѓу двата резултата (CCR и BCC) (пошироко во Cooper et al. (2007, pp. 152-154)), а преку декомпозирање на техничката ефикасност на нејзините составни делови, $TE = PTE \times SE$, се прикажуваат изворите на неефикасност, односно неефикасното работење се прикажува преку PTE, а неповолните услови преку SE, со што неефикасноста може да се јави заради неефикасното работење или заради неповолните услови или заради двете.

3.2.2. DEA модел за рангирање на ефикасните DMUs

Основните модели (CCR и BCC моделот) на непараметарската метода DEA овозможуваат да се пресмета максималната ефикасност на DMU во однос на другите DMUs во рамките на примерокот. Оние DMUs кои се неефикасни може да се рангираат врз основа на нивните нивоа на ефикасност, што не е случај за ефикасните DMUs чиј индекс на ефикасност е 1. Како еден од недостатоците на овие стандардни DEA модели

е дека со нив не може да се изврши рангирање на ефикасните DMUs кое е од особено значење во време на брз развој и сè поголема конкуренција.

Andersen и Petersen (1993) предложиле модифициран модел на методата DEA за рангирање на ефикасните DMUs кој води до концептот познат како суперефикасност. Резултатите за ефикасност од овој модел се добиваат на тој начин што од множеството на решенија се отстрануваат податоците за DMU_o која треба да се евалуира (Cooper et al., 2007).

Моделот на Andersen и Petersen кој е во форма на CCR модел се изразува преку следната векторска форма⁶²:

$$[\text{Super Radial} - I - C] \theta^* = \min_{\theta, \lambda, s^-, s^+} \theta - \epsilon \epsilon s^+ \quad (3.73)$$

$$\text{со ограничувања} \quad \theta x_o = \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x_j + s^-$$

$$y_o = \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j y_j - s^+$$

каде што сите компоненти на λ , s^- и s^+ се ограничени да бидат не-негативни, $\epsilon > 0$ е вообичаен архимедовски елемент и е претставува вектор редица со единица за сите елементи.

Моделот изразен со релацијата (3.73) е познат како „Радијален супер-ефикасен“ модел, а моделот кој е излезно-ориентиран (*Radial Super-O-C*) има оптимум $\phi^* = 1/\theta^*$ и λ^* , s^{*-} , s^{*+} прилагодени со делење со θ^* .

Rau (2004) објаснува пример за една компанија со влез-излез (x_o, y_o) која во излезно-ориентиран DEA проблем е технички ефикасна и ако нејзиниот излез е поголем од y_o , компанијата и натаму би била ефикасна, но ако малку се намали нејзиниот излез не мора да значи дека ќе се намали нејзината техничка ефикасност од 100%, од каде може да се констатира дека компанијата може да дозволи некое влошување на своите перформанси без истата да стане неефикасна, и во ваков случај компанијата е суперефикасна. Исто така, Rau истакнува дека ако се направи споредба меѓу две компании кои се технички ефикасни, компанијата која може повеќе да го намали излезот без да стане неефикасна е посуперефикасна од другата компанија.

Доколку се направи споредба на резултатите кои се добиени со примена на CCR моделот кој се карактеризира со влезна ориентација и моделот на Andersen и Petersen

⁶² Векторската форма на овој модел и неговото објаснување се заснова на (Cooper et al., 2007, p. 310).

за рангирање на ефикасните DMUs, односно за мерење на суперефикасноста, може да се констатира дека DMUs кои се неефикасни според влезно-ориентирианиот CCR модел се неефикасни и според моделот на Andersen и Petersen и дека индексот на ефикасност ја има истата вредност според двата модела. Единиците кои се ефикасни според влезно-ориентирианиот CCR модел (чиј индекс на ефикасност е 1) се ефикасни и според моделот на Andersen и Petersen, со тоа што индексот на ефикасност во овој случај (според моделот на Andersen и Petersen) покажува за колку пропорционално секоја релативно ефикасна DMU може да ги зголеми нивоата на влез, а при тоа да остане на страната на ефикасните DMUs. Вредностите на индексот на ефикасност добиени со примена на моделот на Andersen и Petersen се користат за DMUs да се рангираат, со тоа што DMU која има најголема вредност на индексот на ефикасност ќе биде најдобро рангирана. Во случај да станува збор за модел кој е излезно-ориентиран, тогаш DMUs кои се ефикасни ќе имаат индекс на ефикасност кој е помал или еднаков на 1, па DMU со најмала вредност на индексот на ефикасност ќе се карактеризира и со највисок ранг.

3.2.3. Ограничување на DEA тежините

Основните модели на непараметарската метода DEA дозволуваат потполна флексибилност при изборот на тежините на DMU чија ефикасност се оценува така што истата да постигне највисок резултат на ефикасност во согласност со нивоата на влезовите и излезите што ги користи (Martić, 1999), (Porović, 2006). При изборот на тежините постои само ограничувањето дека истите треба да се позитивни.

Од особено значење е што може да се идентификуваат DMUs кои се неефикасни и покрај својот сет на тежини на хетерогените влезови и излези, но исто така, може да се случи некоја DMU која е неефикасна во своето работење да се покаже како ефикасна поради тоа што повисока вредност на тежинскиот коефициент е доделена на поодделен влез, односно излез, а доста мала вредност на друг влез, односно излез (Petrov, 2002). Со цел во моделот да се вклучи што поголема реалност, во DEA оценувањето предвид можат да се земат вредносни проценки (менаџерски преференции, мислења на експерти, итн.). Во таа насока Thanassoulis (2001, p. 201) ги наведува следните два вида на методи:

- Тежините во решениот модел на DEA можат да бидат ограничени;
- Компаративен сет на единици може да биде променет на некој начин⁶³.

⁶³ Пошироко за овие два пристапа видете (Thanassoulis, 2001, pp. 201-218).

Во рамките на оваа докторска дисертација, во спроведеното истражување за евалуација на релативната ефикасност на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани низ Р. Македонија, за да се добијат валидни резултати за првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап, интегрирани се *Window* DEA анализата и повеќекритериумската метода АНР (подетално во поглавјето 4.2.5.2).

3.2.4. *Window* (прозорска) анализа

Со цел во анализата да се вклучи временската димензија развиена е *Window* (прозорската) анализа чие име и основен концепт се поврзува со Klopp (1985) и истата се фокусира на промената на ефикасноста на единицата за која се одлучува со текот на времето. Самото име на оваа техника покажува дека анализата се заснова на прозорци во кои се опфатени неколку временски периоди, а за секоја DMU во различен временски период се смета дека е различна DMU. Врз основа на тоа, перформансите на набљудуваната единица за која се одлучува се споредуваат со нејзините перформанси во останатите временски периоди, како и со перформансите на другите единици за кои се одлучува кои се вклучени во рамките на еден прозорец (Porović, 2006).

Идејата на оваа техника е иста DMU во периодот i , односно периодот j (за $i \neq j$) да се набљудува како да се две различни DMUs, со тоа што ако со p се означат должината на прозорецот (т.е. одреден број на набљудувани периоди), тогаш прво се набљудуваат податоците за првиот p период, потоа податокот за периодот 1 се испушта и се додава податокот за периодот $p + 1$ со што се добива следниот прозорец, па податоците за првите два периода се испуштаат и се додаваат податоци за периодите $p + 1$ и $p + 2$, со што се добива следниот прозорец и на овој начин прозорецот се „преместува“ додека не се поминат сите временски периоди во рамките на анализата (Neralić, 1995).

Симболите и формулите кои се користат во прозорската анализа се дадени во продолжение⁶⁴.

$$n = \text{број на DMUs} \tag{3.74}$$

$$k = \text{број на периоди}$$

$$p = \text{должина на прозорец } (p \leq k)$$

$$w = \text{број на прозорци.}$$

⁶⁴ Истите се преземени и објаснети од материјалот во (Cooper et al., 2007, pp. 326-328).

	<u>Формула</u>
број на прозорци:	$w = k - p + 1$
број на DMUs во секој прозорец:	np
број на „различни“ DMUs	npw
Δ на бр. на DMUs:	$n(p - 1)(k - p)$

Charnes и Соорег (1991) даваат алтернативна формула за да се добие вкупниот број на DMUs, која следи во продолжение:

$$\text{Вкупен број на „различни“ DMUs: } n(k-p+1)p \quad (3.75)$$

Диференцирањето на оваа последна функција во однос на p и изедначувањето со нула ја дава релацијата (3.76):

$$p = \frac{k + 1}{2} \quad (3.76)$$

како услов за максимален број на единици за кои се одлучува. Добиениот резултат не мора да биде цел број, и токму затоа се користи симетријата на (3.75) и (3.76) и вториот се модифицира на:

$$p = \begin{cases} \frac{k+1}{2} & \text{кога } k \text{ е непарен} \\ \frac{k+1}{2} \pm \frac{1}{2} & \text{кога } k \text{ е парен} \end{cases} \quad (3.77)$$

За да се види како да се примени оваа формула за случај кога k е парен број, прво се напоменува дека:

$$n(k - p + 1)p = n[(k + 1)p - p^2].$$

Оттука, преку директна замена се добива

$$\begin{aligned} & n \left[(k + 1) \left(\frac{k + 1}{2} - \frac{1}{2} \right) - \left(\frac{k + 1}{2} - \frac{1}{2} \right)^2 \right] \\ = & n \left[(k + 1) \left(\frac{k + 1}{2} + \frac{1}{2} \right) - \left(\frac{k + 1}{2} + \frac{1}{2} \right)^2 \right] = \frac{n}{4} [(k + 1)^2 - 1] \end{aligned}$$

Соорег et al., (2007) укажуваат дека ако бројот на периоди е 8 ($k = 8$) од (3.76) се добива:

$$p = \frac{8 + 1}{2} = 4.5$$

што не претставува цел број, па се користи $[p]$ што подразбира цел број што е блиску до p и се применува следниот израз:

$$[p] = \begin{cases} 4 = 4.5 - 0.5 \\ 5 = 4.5 + 0.5 \end{cases}$$

Со оваа техника се добиваат поголем број на DMUs што е од особено значење во случаите кога бројот на DMUs не е барем три пати повеќе од вкупниот број на влезите и излезите⁶⁵. Како недостаток може да се спомене дека во првиот и во последниот период единиците за кои се одлучува не се тестираат толку често како другите (Cooper et al., 2007).

Според резултатите кои се добиваат со *Window* анализата може да се состави и т.н. мапа на обвивање (*envelopment map*) со тоа што во секоја колона е прикажан бројот на појавувања на ефикасните DMUs во референтните множества на DMUs кои се карактеризираат како неефикасни, а во последниот ред се прикажува вкупниот број на тие појавувања (Neralić, 1995). За интерпретирање на резултатите од мапата на обвивање Neralić укажува дека за DMUs кои поголем број пати се појавуваат при вреднување на другите DMUs се потврдува ефикасноста, а за оние DMUs чиј број на појавувања е 0 се потврдува нивната релативна неефикасност.

Cooper et al. (2007) истакнуваат дека доколку преку прелиминарните истражувања не може да се идентификуваат карактеристиките на производните граници може да е ризично да се примени само еден модел, па, разумно е да се применат различни модели и методи, да се споредат добиените резултати како и да се користи експертско знаење за конкретниот проблем пред да се донесе заклучокот.

3.3. Софтверски алатки за поддршка на методата анализа на обвие податоци

DEA решенијата можат да бидат добиени со користење на конвенционален софтвер за линеарно програмирање, но во овој случај се одзема доста време затоа што овие решенија бараат пресметка на толку линерани програми колку што во анализата има вклучено единици за кои се одлучува (Charnes et al., 1994). Токму затоа, во продолжение фокусот е на специјализирани DEA софтверски пакети.

Софтверот за методата DEA го разложува процесот на нејзина примена на четири чекори (Ali, 1994, p. 81): 1. Управување со податоци; 2. Избор на модел; 3. Решение и 4. Генерирање на извештај. Ali истакнува дека во првиот чекор е потребно

⁶⁵ Cooper et al. (2007) укажуваат дека во моделот на обвивање треба да се избере бројот на DMUs (n) да биде еднаков или поголем од $\max \{m \times s, 3 \times (m + s)\}$.

да се подготват датотеките со податоци и, исто така, е вклучена и можноста податоците да се уредат, а откако истите ќе бидат внесени во софтверот, наредните три чекори (избор на модел, решение и генерирање на извештај) можат да бидат извршени.

Варг (2004) истражувал околу 20 софтверски опции од кои како најдобри издвојува 8 софтверски алатки за DEA. Четири од нив се комерцијални пакети и тоа: *DEA-Solver-Pro* 4.0⁶⁶, *Frontier Analyst*® 3.1.5⁶⁷, *OnFront* 2.02 и *Warwick* DEA, а останатите четири се некомерцијални (се дистрибуираат бесплатно (некои со ограничувања)) и тоа: *DEA Excel Software*⁶⁸, *DEAP* 2.1⁶⁹, *EMS* 1.3⁷⁰ и *PIONEER* 2⁷¹.

За да се овозможи споредба на различните софтверски пакети, биле идентификувани повеќе од 70 критериуми организирани во следните осум категории (А-Н): 1. категорија А – достапни модели; 2. категорија В – клучни DEA карактеристики и можности; 3. категорија С – платформа и интероперабилност; 4. категорија D – кориснички интерфејс; 5. категорија Е – известување; 6. категорија F – документација и поддршка; 7. Категорија G – Спроведување на тест и 8. Категорија Н – Достапност⁷².

Во апликативниот дел на оваа докторска дисертација кој се однесува на евалуацијата на ефикасноста на филијалите на Комерцијална банка А.Д. Скопје, кои се лоцирани низ Р. Македонија, развиени се *Window* DEA модели, а за да се овозможи нивно софтверско решавање од четирите некомерцијални софтверски пакети, само софтверот *EMS* 1.3., ја вклучува *Window* DEA анализата и затоа истиот е избран и обработен во продолжение на ова поглавје.

Некомерцијалната софтверска алатка *Efficiency Measurement System* (*EMS*) е развиена од страна на *Holger Scheel* во Дортмунд, Германија во 2000 година (*Scheel*, 2000). Тој истакнува дека во *EMS* се вклучени голем број модели и карактеристики кои го прават доста моќна софтверска алатка за методата DEA и дека во праксата успешно се решени проблеми во кои се вклучени повеќе од 5000 единици за кои се одлучува и отприлика по 40 влезни и излезни променливи.

⁶⁶ www.saitech-inc.com

⁶⁷ www.banxia.com

⁶⁸ www.deafrontier.com

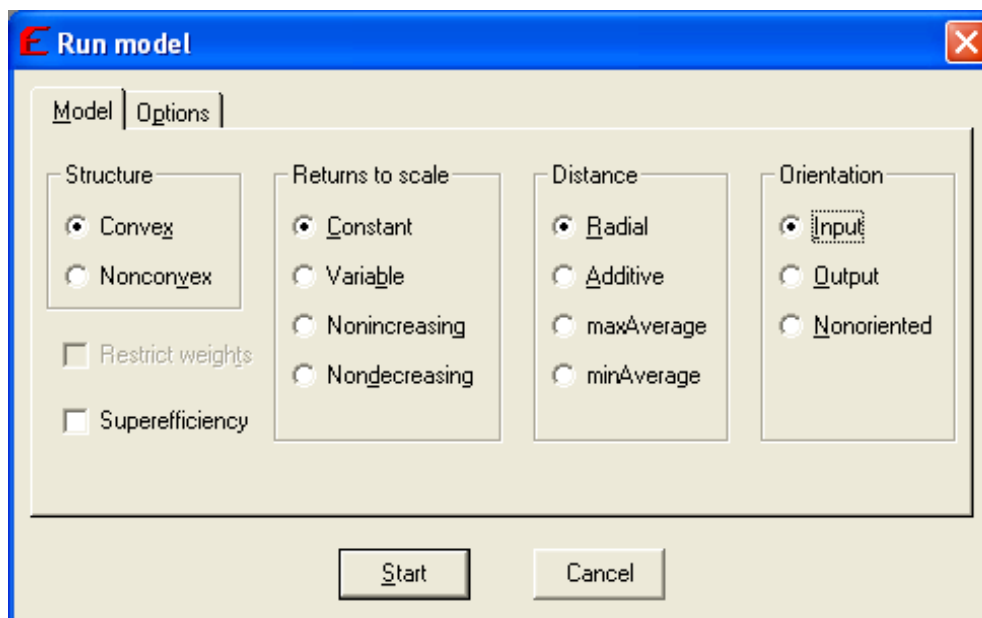
⁶⁹ www.uq.edu.au/economics/cepa/software.htm

⁷⁰ www.wiso.uni-dortmund.de/lsg/or/scheel/ems

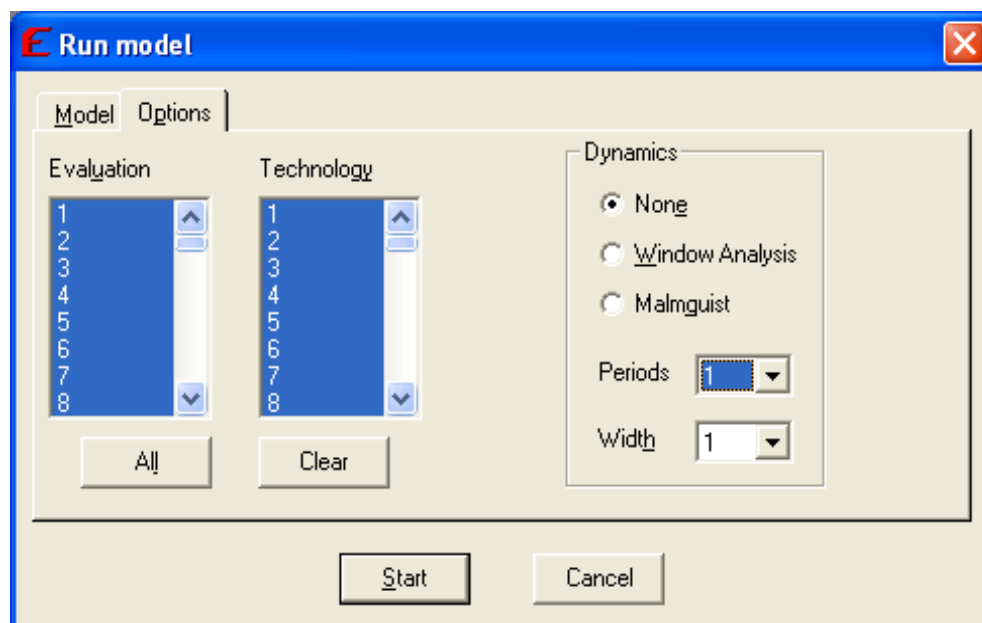
⁷¹ faculty.smu.edu/barr/pioneer

⁷² Критериумите, категориите А и В и вредностите за секој DEA пакет можат да се согледаат на слика 18-1 прикажана во Варг (2004, р. 541), додека пак, критериумите, категориите С-Н и вредностите за секој DEA пакет можат да се согледаат на слика 18-2 прикажана во Варг (2004, р. 543).

Дијалог прозорецот за избор на адекватен модел на непараметарската метода DEA е прикажан на слика 3-6, а дијалог прозорецот за избор на единиците за кои се одлучува и динамиката на моделот е прикажан на слика 3-7.

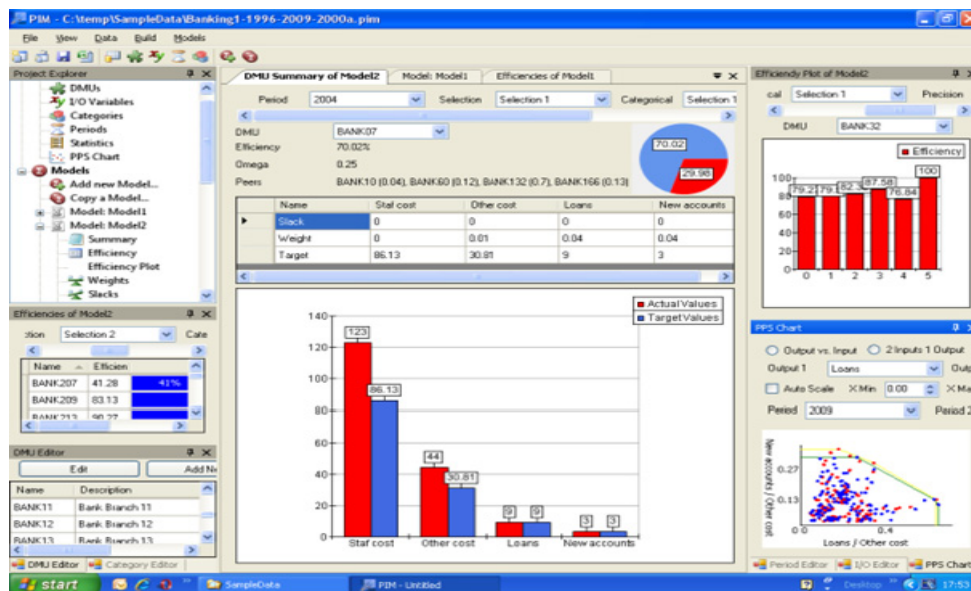


Слика 3-6 Избор на DEA модел во софтверската алатка *Efficiency Measurement System*



Слика 3-7 Избор на DMUs и динамика на моделот во софтверската алатка *Efficiency Measurement System*

Светскиот водечки софтвер за методата анализа на обвие податоци е *Performance Improvement Management (PIM DEAsoft-V3)*⁷³ кој е развиен од д-р Ali Emrouznejad и проф. д-р Emmanuel Thanassoulis⁷⁴. *Screenshot* за софтверот *PIM DEAsoft V3* е прикажан на Слика 3-8.



Слика 3-8 *Screenshot* за софтверската алатка PIM DEAsoft V3⁷⁵

3.4. Предности и ограничувања на методата анализа на обвие податоци

Анализата на обвие податоци претставува софистицирана метода за мерење на ефикасноста на комплексни и хомогени организациски единици, а нејзините предности кои се дадени во ова поглавје овозможуваат истата да се карактеризира како водечка непараметарска метода. Но, покрај предностите, постојат и одредени ограничувања и можни проблеми кои треба да се земат предвид при изборот на оваа метода за решавање на одредена проблемска ситуација и на истите се укажува во рамките на ова поглавје.

За DEA да претставува моќна алатка за непараметарска анализа придонесуваат следните карактеристики⁷⁶:

- Може да се справи со модели во кои се вклучени повеќе влезови и излези.

⁷³ <http://deasoftware.co.uk/>

⁷⁴ Со можностите на овој најсовремен софтвер за анализа на ефикасност и продуктивност, авторот на дисертацијата се запозна на DEA сесијата која се одржа на Деветтата интернационална конференција за методата DEA (DEA'11) во Солун, Грција во август 2011 година.

⁷⁵ <http://deasoftware.co.uk/Screenshots.asp> (пристапено на 06.08.2012г.).

⁷⁶ Trick, M.A. (1998), "Strengths and Limitations of DEA", достапен на: <http://mat.gsia.cmu.edu/classes/QUANT/NOTES/chap12/node7.html> (пристапено на 17.07.2012г.).

- Не бара претпоставка за функционалниот облик на врската меѓу влезовите и излезите.
- Единиците за кои се одлучува директно се споредуваат со истородни единици или пак со комбинација од вакви единици.
- Во различни единици можат да бидат изразени влезовите и излезите.

Ограничувања и можни проблеми со кои можеме да се соочиме кога работиме на DEA студија се (Petrov, 2002):

- (1) На обликот и на позицијата на границата можат да влијаат грешки во мерењето како и некои други нарушувања.
- (2) Можат да се добијат пристрасни резултати ако се исклучи некој важен влез или пак излез.
- (3) Износот на ефикасност кој се добива е релативен со оглед на DMUs во примерокот кои се карактеризираат како најуспешни, а доколку во примерокот се вклучат дополнителни DMUs, износот на ефикасност не може да биде зголемен, но може (а не мора) да биде намален.
- (4) Доколку во DEA моделот се додаде нов влез или пак нов излез, износот на техничката ефикасност не може да биде намален.
- (5) Ако се набљудува мал примерок на DMUs, а бројот на променливи е голем, тогаш на границата на ефикасност ќе се појават повеќе DMUs.
- (6) Класичната анализа на обвие податоци не води сметка за оптимизација низ повеќе временски периоди како и за ризиците при одлучувањето.

3.5. Преглед на апликации на методата анализа на обвие податоци

Развојот на непараметарската методологија на операционите истражувања, DEA, бил предизвикан од проблемите кои се јавувале при нејзина примена со што дошло до разни проширувања на оваа метода како на пример: принос на обем, категориски (*dummy*) променливи, дискрециони и недискрециони (егзогени) променливи, лонгитудинална анализа, вклучување на менаџерски преференции, мислења на експерти, најпродуктивен принос, алокативна ефикасност и сл. (Charnes et al., 1994). DEA се применува во многу ситуации како што се⁷⁷: здравствена заштита (болници, доктори); образование (училишта, универзитети); банки; производство;

⁷⁷ Anderson, T. (1996), "A Data Envelopment Analysis (DEA)", достапен на: <http://www.emp.pdx.edu/dea/homedea.html#Applications> (пристапено на 18.07.2012г.).

benchmarking; евалуација на менаџмент; ресторани за брза храна, продавници на мало и др.

Дека DEA претставува водечка непараметарска метода за мерење на ефикасноста може да се заклучи од фактот дека во библиографијата на Emrouznejad et al. (2008) се опфатени преку 4000 трудови со истражувачки карактер кои се објавени во списанија или како поглавја во книги, а исто така, вклучени се и книги и трудови кои се објавени во/како зборници од конференции. Во библиографијата на Emrouznejad et al., се вклучени публикации за методата анализа на обвиени податоци од нејзиното воведување до 2007 година. При тоа, биле идентификувани 2500 различни автори со тоа што е интересен податокот дека 22% од сите трудови биле напишани од следните 12 автори: William, W. Cooper, Rolf Färe, Shawna Grosskopf, Jati, K. Sengupta, Abraham Charnes, Knox. C.A. Lovell, Emmanuel Thanassoulis, Rajiv, D. Banker, Toshiyuki Sueyoshi, Joe Zhu, Wade, D. Cook, Lawrence M. Seiford, а најголем број на статии во рецензирани списанија се објавени во 2004 година.

Исто така, значајно е да се укаже дека во периодот 24-27.08.2011 година во Солун, Грција се одржа Деветтата интернационална конференција за методата анализа на обвиени податоци (DEA'2011) на тема: Анализа на обвиени податоци и управување со перформанси, а истата беше организирана од страна на Универзитетот Македонија во Солун, Грција, Астон бизнис школата на Астон Универзитетот во Бирмингем, Велика Британија и Фокс школата за бизнис на Универзитетот Темпл во Филадельфија, САД. На оваа Конференција огромно задоволство беше да се слушнат излагањата на: Rajiv D. Banker, Emmanuel Thanassoulis, Ali Emrouznejad, Rolf Färe, Shawna Grosskopf, Subhash C. Ray, Victor Podinovski, Maria Conceicao Portela, итн. Во трудовите кои беа презентирани на Конференцијата методата DEA беше аплицирана во најразлични области (банкарство, финансии, здравство, образование, енергетика, земјоделство, спорт, итн.).

3.6. Изведба на непараметарски проекти со користење на COOPER-овата рамка

За случаите кога различни заинтересирани страни, односно стеикхолдери имаат различни цели, кога во однос на квалитетот можат да се разликуваат различни извори на податоци и кога со различни резултати можат да резултираат техниките на моделот,

за оценување на перформансите на ентитетите се препорачува унифициран пристап⁷⁸.

Emrouznejad и De Witte (2010, p. 2) предлагаат рамка која треба да ја олесни соработката помеѓу заинтересираните страни, односно стеикхолдерите и истражувачите, а истата се состои од шест фази кои меѓусебно се поврзани и тоа: (1) Концепти и цели, (2) Структурирање на податоци, (3) Операциони модели, (4) Модел за споредба на перформанси, (5) Евалуација и (6) Резултати и користење. Со земање на првата буква од секоја фаза⁷⁹, се добива акронимот COOPER, од каде произлегува и називот на оваа рамка која е во чест на и во согласност со W.W. Cooper кој претставува еден од творците на непараметарската метода DEA. Фазите на COOPER-овата рамка се прикажани на Слика 3-9.

Исто така, се истакнува дека фазите на COOPER-овата рамка меѓусебно се поврзани и влијаат една на друга. За таа цел Emrouznejad и De Witte имаат поставено повратни врски. На слика 3-10 е прикажана систематска презентација на рамката.

Доколку во одредена фаза се појави проблем, тогаш е неопходно истражувачот да се врати на фазите кои и претходат и тоа по хронолошки редослед, а откако проблемот ќе се анализира и истиот ќе биде решен, потребно е истражувачот да продолжи да го следи редоследот на COOPER-овата рамка.

Секоја фаза на COOPER-овата рамка се состои од подфази, а во секоја подфаза се вклучени некои неопходни чекори кои треба да ги следи истражувачот при оценување на перформансите на ентитетите. Шесте фази на оваа рамка детално се објаснети и прикажани во Emrouznejad и De Witte (2010, pp. 3-12) каде што е дадена и систематска презентација на референци за рамката.

За истражувачот кој е почетник, овој унифициран стандарден процес обезбедува план кој се состои од одредени чекори, а за истражувачот кој е поiskusен, листа за проверка за да не се забораваат прашања кои се сметаат за значајни.

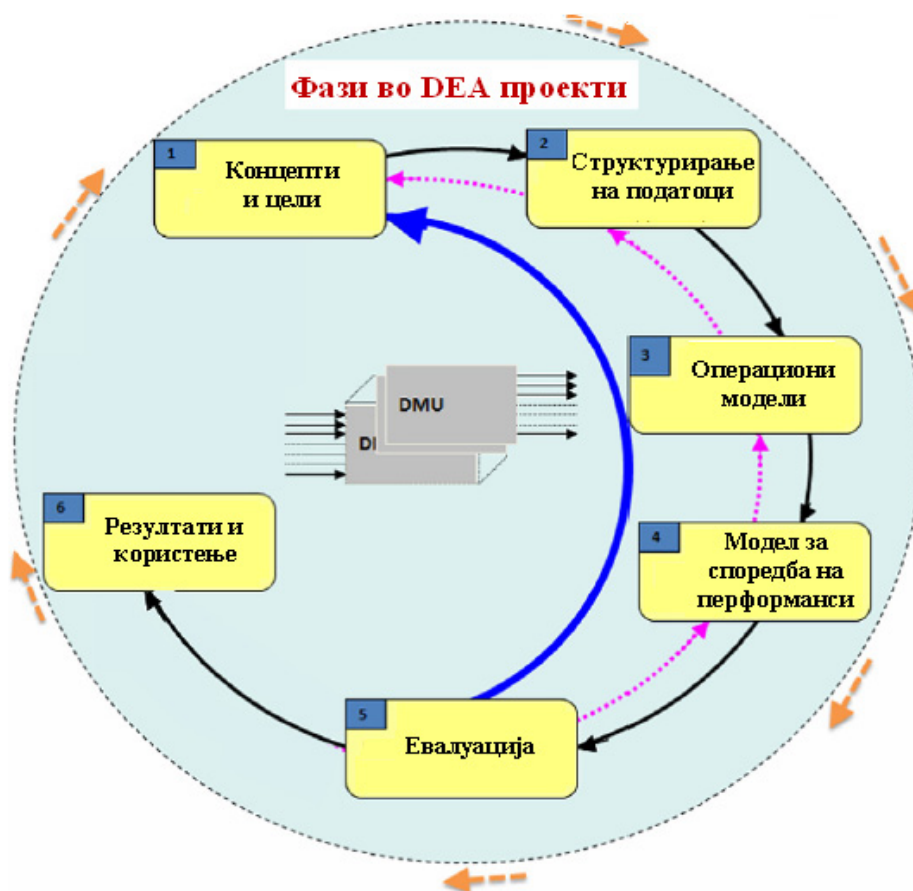
Emrouznejad и De Witte за оценување на перформансите на ентитетите се фокусираат на непараметарски модели, поточно на DEA моделот, но укажуваат дека со одредени модификации COOPER-овата рамка може да се користи и за параметарска апликација.

⁷⁸ Материјалот презентираан во ова поглавје се заснова на: Emrouznejad, A., De Witte, K. COOPER-framework: A unified process for non-parametric projects. *European Journal of Operational Research* (2010), doi:10.1016/j.ejor.2010.07.025.

⁷⁹ (1) *C*oncepts and objectives; (2) *O*n structuring data; (3) *O*perational models; (4) *P*erformance comparison model; (5) *E*valuation и (6) *R*esults and deployment.



Слика 3-9 COOPER-ова рамка: унифициран стандарден процес, (Emrouznejad и De Witte, 2010, p. 2)



Слика 3-10 Систематска презентација на COOPER-овата рамка (Emrouznejad и De Witte, 2010, p. 3)

Со оглед на фактот дека во нашето емпириско истражување за евалуација на релативната ефикасност на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани низ Р. Македонија е применета непараметарската метода анализа на обвие податоци - DEA, на крајот на оваа глава сакаме сублимирано да ги изнесеме следните констатации: оваа метода овозможува да се направи квалитетна анализа на ефикасноста на хомогени ентитети, т.н. единици за кои се одлучува - DMUs, така што предвид се земаат нивните емпириски податоци за користените ресурси (влезови) и остварените резултати (излези) за да се конструира границата на ефикасност; DMUs кои ја формираат оваа граница се карактеризираат како релативно ефикасни, а за останатите DMUs се овозможува идентификување на изворите на неефикасност како и на нивото на неефикасност на секој поодделен влез, односно излез; развиени се голем број на модели на оваа непараметарска, детерминистичка методологија кои овозможуваат квантитативно оценување/евалуација на ефикасноста на DMUs, а истите се разликуваат според приносот на обем и ориентацијата; методата DEA овозможува вклучување на повеќе влезови и излези кои можат да бидат изразени во различни мерни единици; не бара никаква претпоставка за функционалниот облик на врската меѓу влезовите и излезите; можат да се вклучат егзогени, категориски (*dummy*) променливи, менаџерски преференции, мислења на експерти; се применува за мерење на релативната ефикасност како на непрофитни, така и на профитни организации со цел надзор и контрола на истите; но, исто така, треба да се има предвид дека со примена на оваа метода можат да се добијат пристрасни резултати доколку дојде до исклучување на важен влез, односно излез; ако предмет на анализа е мал примерок на DMUs, а утврден е голем број на влезни и излезни променливи, тогаш границата на ефикасност ќе ја формираат повеќе DMUs, а за надминување на овој проблем може да се користи техниката *Window* (прозорска) DEA анализа која овозможува да се зголеми бројот на DMUs, а и да се вклучи временска димензија во анализата на ефикасност.

Исто така, од особено значење е да се истакне дека како еден унифициран стандарден процес за изведување на непараметарски проекти може да се користи COOPER-овата рамка која опфаќа шест фази кои се поврзани меѓусебе и кои влијаат една на друга, а преку неа се олеснува соработката меѓу истражувачите и стеикхолдерите.

Во Р. Македонија за прв пат се користи COOPER-овата рамка во истражувањето спроведено во оваа докторска дисертација за да се евалуира релативната ефикасност на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје (глава 4).

ВТОР ДЕЛ

ЕМПИРИСКА СТУДИЈА ЗА ЕВАЛУАЦИЈА НА РЕЛАТИВНАТА ЕФИКАСНОСТ НА ФИЛИЈАЛИТЕ НА КОМЕРЦИЈАЛНА БАНКА АД СКОПЈЕ И ЗА РАНГИРАЊЕ НА НЕЈЗИНИТЕ ЕКСПОЗИТУРИ

ГЛАВА 4

СООПЕР-ОВАТА РАМКА И WINDOW DEA
АНАЛИЗАТА ЗА ЕВАЛУАЦИЈА НА
РЕЛАТИВНАТА ЕФИКАСНОСТ НА
ФИЛИЈАЛИТЕ НА КОМЕРЦИЈАЛНА
БАНКА АД СКОПЈЕ

ГЛАВА 5

АНР МОДЕЛИ ЗА РАНГИРАЊЕ НА
ЕКСПОЗИТУРИТЕ НА КОМЕРЦИЈАЛНА
БАНКА АД СКОПЈЕ

ГЛАВА 4

СООПЕР-ОВАТА РАМКА И WINDOW DEA АНАЛИЗАТА ЗА ЕВАЛУАЦИЈА НА РЕЛАТИВНАТА ЕФИКАСНОСТ НА ФИЛИЈАЛИТЕ НА КОМЕРЦИЈАЛНА БАНКА АД СКОПЈЕ



4.1. Тек на емпириското истражување спроведено во Комерцијална банка АД Скопје

Истражувањето во рамките на оваа докторска дисертација е спроведено во Комерцијална банка АД Скопје.

Банката е основана во 1955 година под името Комунална банка и од мала и локална банка има стекнато лидерска позиција во банкарскиот сектор на Р. Македонија.

Станува збор за универзална банка која ги врши следните финансиски активности⁸⁰: прибирање на депозити и на други повратни извори на средства; кредитирање во земјата и во странство; менувачки работи; платен промет во земјата и во странство; тргување со инструменти на пазарот на пари, тргување со девизни средства, тргување со хартии од вредност; економско-финансиски консалтинг, итн.

Деловната мрежа на оваа модерна и динамична финансиска институција ја покрива целата територија на нашата Република, а исто така, значајно е да се истакне дека достигнувањата на Комерцијална банка АД Скопје се потврдени со голем број на награди и на признанија⁸¹.

За емпириската студија да биде успешна како од оперативна така и од имплементациона гледна точка, неопходно е од самиот почеток да се вклучи менаџментот (Paradi et al., 2004).

Во таа насока беше спроведено интервју⁸² со главниот оперативен директор на Комерцијална банка АД Скопје и беше објаснета идејата за истражувањето во кое ќе бидат опфатени деловните единици на Банката, поточно филијалите и експозитурите за чија евалуација на ефикасност и рангирање ќе се користат современи софистицирани методи кои досега не се применети во поодделните банки во Р. Македонија.

Предложената идеја за спроведување на истражувањето во Комерцијална банка АД Скопје беше позитивно прифатена од страна на главниот оперативен директор, а за да се добијат детални информации за профилот на филијалите и експозитурите на

⁸⁰ <http://www.kb.com.mk/Default.aspx?sel=1140&lang=1&uc=23&par=0,7> (Извештај и податоци со состојба 30.06.2012 година, објавен на 31.07.2012 година, стр. 2) (пристапено на 14.03.2013г.).

⁸¹ Пошироко за наградите и признанијата на Банката видете:

<http://www.kb.com.mk/Default.aspx?sel=1150&lang=1&uc=1&par=0> (пристапено на 03.07.2012г.).

⁸² „Тоа е посебен вид на разговор. Поточно, секое интервју е разговор, но секој разговор не е интервју.“ (Žugaj et al., 2006, str. 121). Исто така, Žugaj et al., (2006, str. 122), според V. Milić (1965) напишале: „научен разговор или интервју. Под научен разговор или интервју се смета секое собирање на податоци преку разговор, со цел добиените информации да се користат за научни цели.“

Банката, од негова страна беа овозможени контакти со директорката на Самостојната дирекција за управување со мрежата на филијали како и со директорката на Самостојната дирекција за платен промет во земјата.

Од спроведеното интервју со директорката на Самостојната дирекција за управување со мрежата на филијали и со вработените во оваа дирекција беа добиени информации дека од 11-те филијали на Комерцијална банка АД Скопје, 8 филијали (Велес, Кавадарци, Кочани, Куманово, Охрид, Прилеп, Струмица и Штип) вршат исти финансиски активности, додека, пак, 3 филијали (Битола, Гостивар и Тетово) во анализираниот период не работат кредитирање на население и на стопанство, а во делот за односи со странство работат делумно (само платен промет со странство за правни лица).

Датумот на кој секоја од филијалите започнала со работа е прикажан во табела 4-1.

Табела 4-1 Датум на почнување со работа на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје

Филијала	Датум
Тетово	16.08.2010
Битола	12.07.2010
Гостивар	14.06.2010
Кавадарци	01.09.2008
Куманово	01.06.2004
Штип	12.05.2003
Велес	15.12.2002
Кочани	22.07.2002
Струмица	14.06.2002
Прилеп	01.08.2001
Охрид	01.06.2001

Исто така, беше истакнато дека 15 експозитури на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани низ Р. Македонија се под дирекција на поодделните филијали, поточно, под дирекција на Филијала Охрид се три експозитури: Кичево, Ресен и Струга, под дирекција на Филијала Прилеп е експозитурата Македонски Брод, под дирекција на Филијала Струмица се две експозитури: Богданци и Гевгелија, под дирекција на Филијала Кавадарци е Експозитурата Неготино, под дирекција на Филијала Кочани се четири експозитури и тоа: Веница, Делчево, Македонска Каменица и Пехчево, под дирекција на Филијала Штип се две експозитури и тоа:

Радовиш и Туш – Штип, под дирекција на Филијалата Куманово е Експозитурата Туш – Куманово, а под дирекција на Филијала Гостивар е само една експозитура, односно Експозитурата Дебар.

За во анализата да се вклучи динамичка компонента, се одлучи да се опфати временскиот период од 2009 до 2011 година, а примерокот за анализа го сочинуваат 8-те филијали кои вршат исти финансиски активности.

Врз основа на добиените информации за профилот на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани низ Р. Македонија и за профилот на експозитурите на Банката кои се лоцирани во Скопје, истражувањето е спроведено во два дела.

Во првиот дел (глава 4) се евалуира релативната ефикасност на филијалите на Банката кои се лоцирани низ Р. Македонија при што се користи COOPER–овата рамка во која е применета непараметарската метода DEA, поточно *Window* DEA анализата, а во случајот кога се појавени “необични“ резултати, за нивна валидација *Window* DEA анализата е интегрирана со методата АНР (Слика 4-1), а вториот дел од емпириското истражување е обработен во глава 5⁸³.

⁸³ Податоците кои се користат во развиените модели за филијалите и за експозитурите на Банката поединечно не се јавно објавени и истите се сметаат за деловна тајна, затоа не се дадени во докторската дисертација, а исто така, реалните имиња на филијалите и експозитурите се заменети со броеви.



Слика 4-1 Прв дел на истражувањето реализирано во Комерцијална банка АД Скопје

4.2. Користење на COOPER-овата рамка за евалуација на релативната ефикасност на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје

Овој дел на истражувањето се заснова на теоретските разработки дадени во глава 3.

4.2.1. Прва фаза – Концепти и цели

Во првата подфаза на фазата Концепти и цели беа добиени информации за профилот на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје (преку спроведеното интервју со главниот оперативен директор на Банката и директорката на Самостојната дирекција за управување со мрежата на филијали), а потоа беа дефинирани целите на емпириската студија (презентирани во воведниот дел на дисертацијата) како и целта на

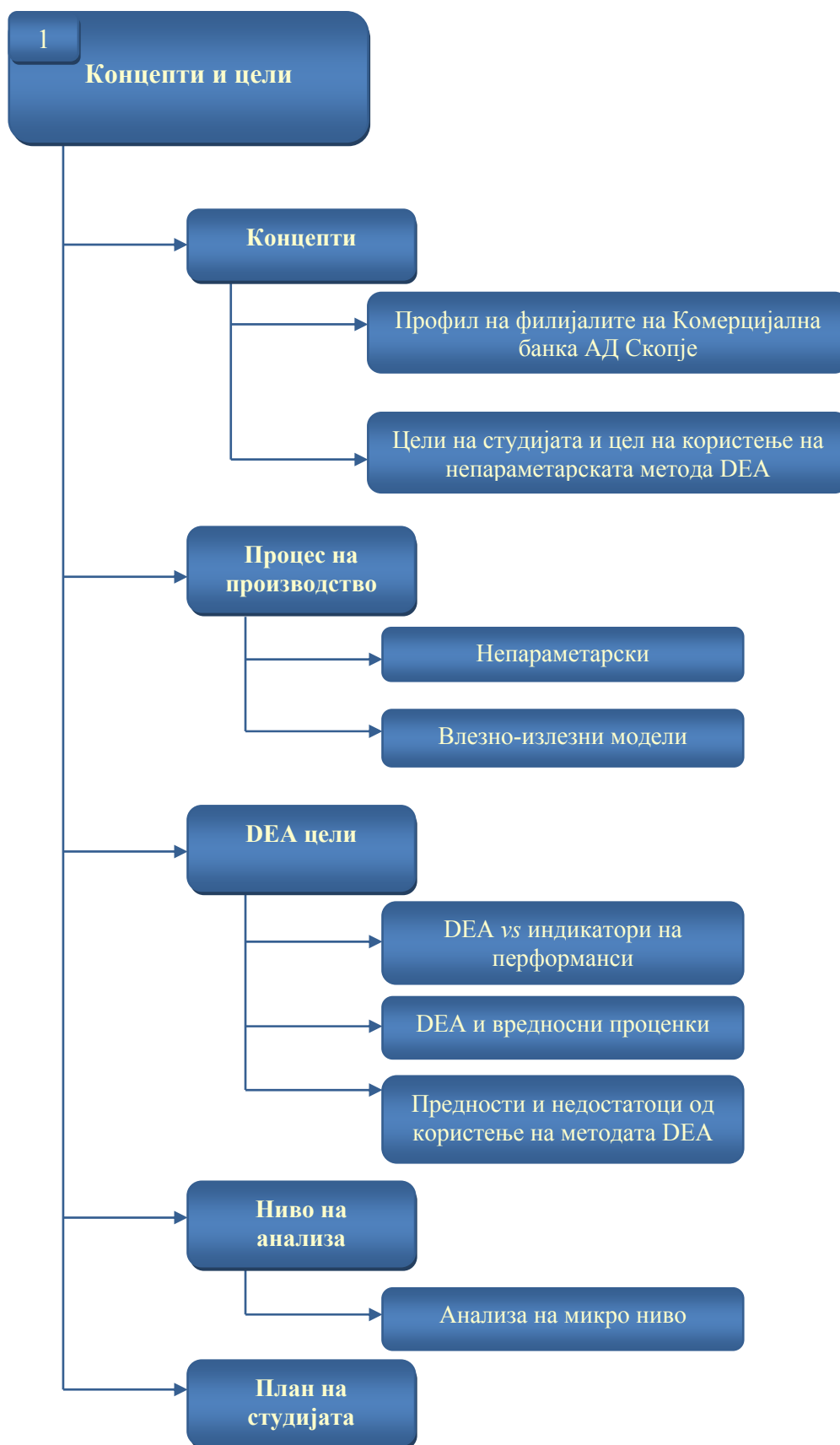
користење на непараметарската метода DEA, односно на техниката *Window* DEA анализа (за да се вклучи динамичка компонента во анализата и за да се зголеми бројот на филијалите).

Во втората подфаза, Процес на производство, прво е специфициран непараметарски процес на производство и е одлучено да се користат три пристапи за евалуација на релативната ефикасност на филијалите и тоа: производствен (оперативен), посреднички и пристап на профитабилност и за секој од нив да се развијат соодветни модели.

Во третата подфаза, DEA цели, на состанокот со директорката на Самостојната дирекција за управување со мрежата на филијали и со вработените во оваа дирекција беа објаснети предностите на методата DEA во однос на индикаторите на перформанси, беше укажано дека за случај да се појават „необични“ резултати ќе се земат предвид вредносни проценки (објаснето во поглавјето 4.2.5.2) и беа наведени предностите и недостатоците на оваа метода.

Во однос на четвртата подфаза, Ниво на анализа, значајно е да се укаже дека станува збор за анализа на микро ниво, додека пак во петтата подфаза, План на студијата, беше направен план на емпириската студија со цел на неа да се работи ефикасно и ефективно.

На слика 4-2 е прикажана систематска презентација на првата фаза на COOPER-овата рамка.



Слика 4-2 Систематска презентација на првата фаза на COOPER-овата рамка (прилагодено според Emrouznejad и Witte, 2010)

4.2.2. Втора фаза – Структурирање на податоци

За да можат да се евалуираат единиците за кои се одлучува потребно е да се идентификуваат влезови и излези. Според Emrouznejad и De Witte (2010, p. 7), влезовите и излезите можат да се оправдаат со: постоечката литература; менаџерска анализа (да се изберат влезови и излези кои според ентитетите се сметаат за најдобри); со мултиваријациона анализа или пак со анализа на коефициенти.

За да се утврди каков пристап за избор на влезови и излези ќе се користи, беше спроведено интервју со директорката при што се одлучи да се користи менаџерска анализа. Поточно, откако беа анализирани трите пристапи за евалуација на релативната ефикасност на филијалите на Банката беше составена листа на влезови и излези за секој пристап (Табели: 4-2–4-4).

Врз основа на идентификуваните влезови и излези за секој од трите пристапи се изготви анкетен прашалник кој се дистрибуира до испитаниците за да ја оценат важноста на секој влез и излез на скала од 1-5, каде 1 означува најмала, а 5 најголема важност, при што иста оценка испитаниците можат да доделат за различни влезови, односно излези. Исто така, доколку тие сметаат дека некој значаен влез и/или излез не е опфатен во анкетниот прашалник, истиот може да го допишат и да ја оценат неговата важност.

Како испитаници до кои прашалникот се дистрибуираше беа избрани 11-те директори на филијалите на Банката кои се лоцирани низ Р. Македонија, а критериумот за нивниот избор беше експертиза во банкарството.

Žugaj et al., (2006, str. 115) ја толкуваат анкетата во поширока смисла како: „... секое собирање на податоци со помош на поставени прашања. Но, треба да се нагласи дека анкетата во научното истражување не е само поставување прашања и барање одговори на нив. Таа е поставување на одредени прашања на одреден вид и број на луѓе, на точно одреден начин за да се добијат вистински одговори.“ Исто така, тие укажуваат дека прашањата според својот облик можат да бидат отворени и затворени со тоа што за прашањата од отворен вид е карактеристично дека покрај прашањето е оставен празен простор во кој испитаникот треба да го напише одговорот, додека, пак, кај затворените прашања, покрај прашањето понудени се и одговори, а испитаникот треба да избере еден или повеќе од нив.

За конструкција на анкетниот прашалник за нашето истражување се користеше искуството на Begičević (2008, str. XI - XIV). Изготвениот анкетен прашалник е даден во прилог 2 од каде може да се согледа дека преовладуваат прашања од затворен тип.

Табела 4-2 Идентификувани влезови и излези за производствен (оперативен) пристап

Идентификувани влезови и излези за производствен (оперативен) пристап
Влезови
Персонал
Опрема
Деловен простор
Материјални трошоци
Излези
Кредитирање на население
Кредитирање на стопанство
Платен промет – вкупно трансакции
Платен промет – шалтерски работници
Платен промет – просек по работник
Банкарски картички
Трансакции по банкомат
Трансакции по пос-терминал и импринтери
Денарски книшки
Девизни книшки и сметки
Депозитна база
Остварени приливи за правни лица
Остварени одливи за правни лица
Вкупно заклучници
Приливи за физички лица
Плаќања од физички лица

Табела 4-3 Идентификувани влезови и излези за посреднички пристап

Идентификувани влезови и излези за посреднички пристап
Влезови
Денарски книшки
Девизни книшки и сметки
Депозитна база
Излези
Кредитирање на население
Кредитирање на стопанство
Банкарски картички

Табела 4-4 Идентификувани влезови и излези за пристап на профитабилност

Идентификувани влезови и излези за пристап на профитабилност
Влезови
Расходи за камата
Расходи за провизии и надомести
Исправка на вредност на побарувања
Излези
Приходи од камата
Приходи од провизии и надомести
Ослободување на исправка на вредност

Првиот дел на анкетниот прашалник се однесува на општи социодемографски податоци, а следните три дела се однесуваат на оценка на важноста на влезовите и излезите според производствениот (оперативниот), посредничкиот и пристапот на профитабилност. За производствениот пристап се дадени 4 влеза и 16 излеза, а за посредничкиот пристап и пристапот на профитабилност по 3 влеза и 3 излеза респективно. За секој од овие пристапи на испитаниците се даде можност да допишат влезови, односно излези кои не се опфатени, а според нивно мислење се значајни и да ја оценат нивната важност. Последното прашање во анкетниот прашалник е од отворен тип и се однесува на предлози и коментари од страна на испитаниците.

Изготвениот анкетен прашалник до испитаниците, односно до директорите на 11-те филијали на Банката беше доставен по електронска пошта, а исто така, им беше испратено и соодветно објаснување на трите пристапи за евалуација на релативната ефикасност на филијалите на Банката. Секој од испитаниците пополнетиот анкетен прашалник го достави по електронска пошта.

На слика 4-3 е прикажана структурата на испитаниците според полот. Од оваа слика може да се согледа дека од 11 испитаници (N=11), 8 испитаници, односно 73% од испитаниците се од машки пол, а 3 испитаници (27% од испитаниците) се од женски пол.

Според возраста 45% од испитаниците се на возраст до 50 години, а 55% се на возраст над 50 години, а во однос на нивото на образование, сите испитаници се со високо образование.

Важно е да се нагласи дека сите испитаници за секој даден влез и излез на трите пристапи ја имаа оценето важноста, никој од нив немаше допишано дополнителен влез, односно излез што воедно укажува дека дадените влезови и излези се

најсоодветно избрани, а исто така, никој од испитаниците го немаше пополнето последното прашање, односно не беа добиени предлози и коментари од нивна страна. Врз основа на податоците кои се прибрани од анкетните прашалници за влезовите и излезите на секој од пристапите, пресметани се следните мерки на централна тенденција: аритметичка средина (просек), медијана и модус⁸⁴ кои се прикажани во прилог 3, а исто така, во овој прилог се дадени и статистичките показатели (фреквенција, процент и кумулативен процент) за секој поодделен влез, односно излез на секој од пристапите⁸⁵.



Слика 4-3 Структура на испитаници (11 директори на филијалите на Банката) според пол

4.2.2.1. Анализа на мерките на централна тенденција за влезовите и излезите на производствениот пристап

Карактеристично за влезовите на производствениот пристап: персонал, опрема, деловен простор и материјални трошоци е тоа што вредноста на модусот (M_o) за првите два влеза е 5, а за наредните два влеза е 4, што покажува дека за нивната важност се доделени високи оценки од страна на испитаниците. Медијаната (M_e) за влезовите: персонал и опрема е 5, а за влезовите: деловен простор и опрема е 4.

⁸⁴ Пошироко за мерките на централна тенденција видете во: (Благоева, 2003, стр. 20-23), (Ристески и Тевдовски, 2010, стр. 46-62) и (Witte и Witte, 2010).

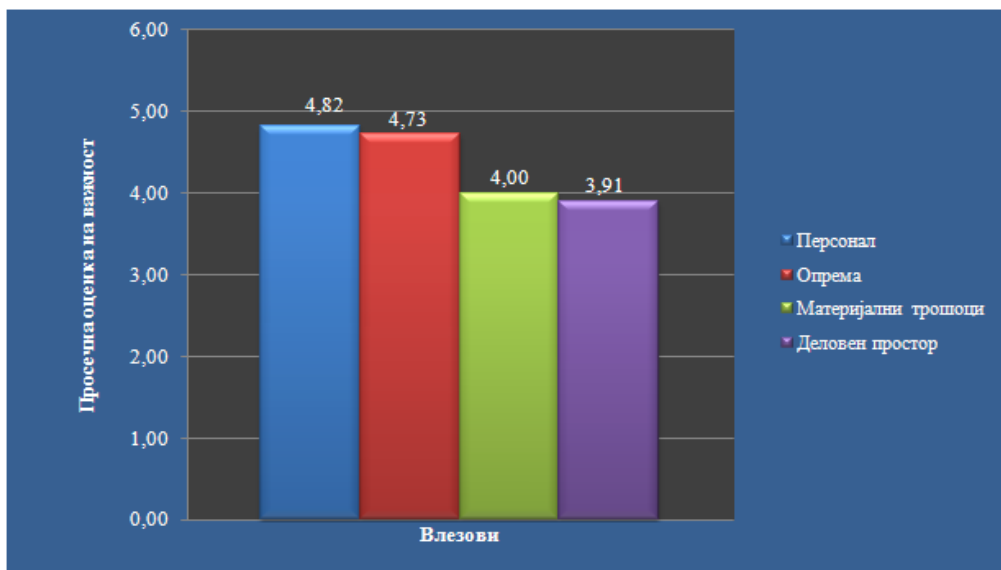
⁸⁵ Конструкцијата на табелите дадени во прилог 3 се заснова на прилог 4 од Begićević (2008).

Просечната оценка на важност за секој влез на производствениот пристап е прикажана на слика 4-4. Од неа може да се согледа дека овие четири влеза (чија важност ја оценуваа испитаниците во анкетниот прашалник) се карактеризираат со високи оценки на важност со што воедно се потврдува правилноста во нивниот избор. Од слика 4-4 може да се види дека влезот персонал има највисока просечна оценка 4,82 ($\bar{x} = 4,82$), што укажува дека истиот е најважен, потоа следи влезот опрема со просечна оценка 4,73 ($\bar{x} = 4,73$), па влезовите: материјални трошоци и деловен простор со просечни оценки на важност 4,00 и 3,91 респективно.

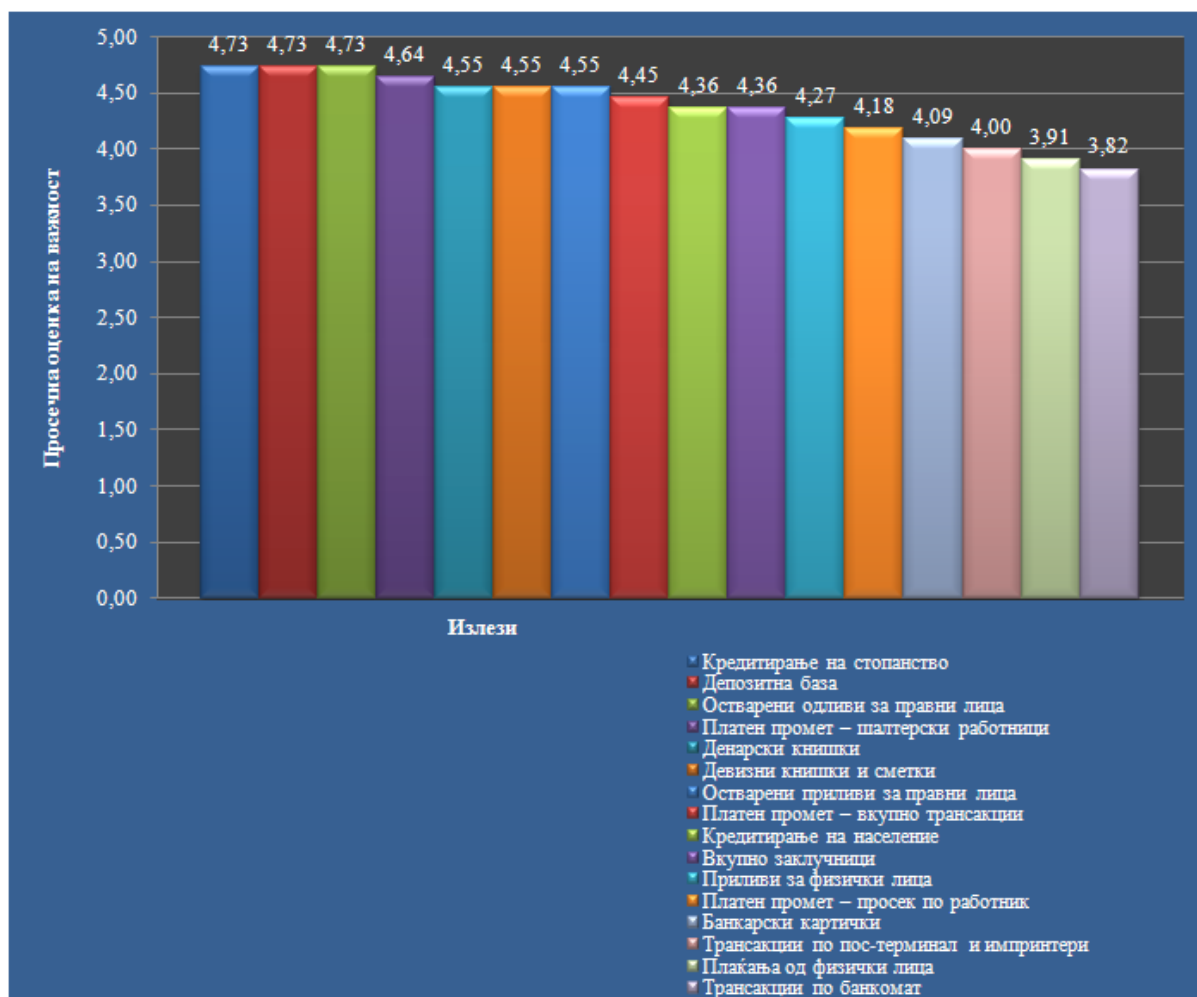
Кога станува збор за излезите на производствениот пристап, важно е да се истакне дека вредноста на модусот за следните излези: кредитирање на население, кредитирање на стопанство, платен промет – вкупно трансакции, платен промет – шалтерски работници, денарски книшки, девизни книшки и сметки, депозитна база, остварени приливи за правни лица и остварени одливи за правни лица е 5 ($M_o = 5$), а за излезите: платен промет – просек по работник, банкарски картички, трансакции по банкомат, трансакции по пос-терминал и импринтери, вкупно заклучници, приливи за физички лица и плаќања од физички лица е 4 ($M_o = 4$). За следните осум излези: кредитирање на стопанство, платен промет – вкупно трансакции, платен промет – шалтерски работници, денарски книшки, девизни книшки и сметки, депозитна база, остварени приливи за правни лица и остварени одливи за правни лица, медијаната (M_e) е 5, а за останатите осум излези е 4.

Просечната оценка на важност за секој излез на производствениот пристап е дадена на слика 4-5, од каде може да се согледа дека 16-те излези чија важност беше оценувана од страна на 11-те директори на филијалите на Банката имаат добиено високи оценки на важност, со што како и кај влезовите се потврдува правилноста во изборот. Три излези и тоа: кредитирање на стопанство, депозитна база и остварени одливи за правни лица имаат највисока просечна оценка 4,73 ($\bar{x} = 4,73$), потоа следи излезот платен промет - шалтерски работници со просечна оценка 4,64 ($\bar{x} = 4,64$), па следни се излезите: денарски книшки, девизни книшки и сметки и остварени приливи за правни лица кои воедно имаат иста просечна оценка ($\bar{x} = 4,55$), а излезот трансакции по банкомат има најниска просечна оценка 3,82 ($\bar{x} = 3,82$).

Според горенаведеното може да се констатира дека влезовите и излезите на производствениот пристап се избрани правилно.



Слика 4-4 Просечна оценка на важност за влезовите на производствениот пристап



Слика 4-5 Просечна оценка на важност за излезите на производствениот пристап

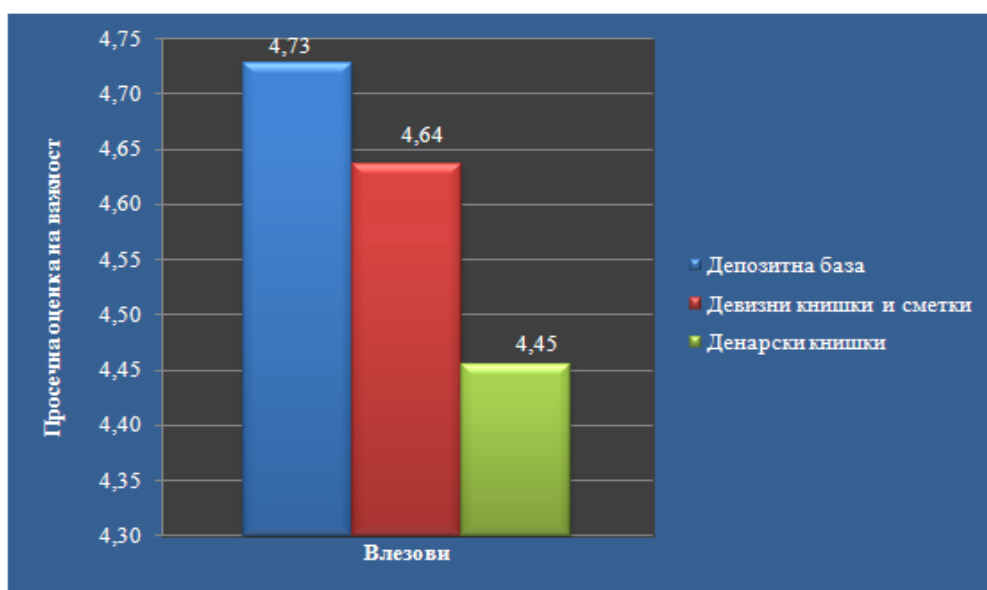
4.2.2.2. Анализа на мерките на централна тенденција за влезовите и излезите на посредничкиот пристап

Кај посредничкиот пристап вредноста на модусот и на медијаната за влезот денарски книшки е 4 ($M_o = 4$, $M_e = 4$), а за влезовите: девизни книшки и сметки и депозитна база е 5 ($M_o = 5$, $M_e = 5$).

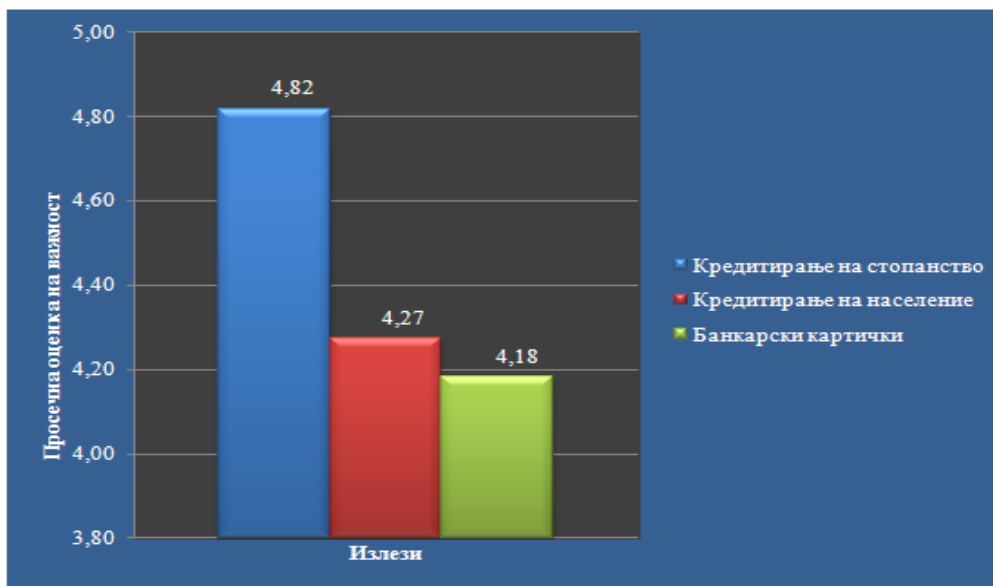
Според посредничкиот пристап најважен влез е депозитната база со просечна оценка 4,73 ($\bar{x} = 4,73$), потоа следи влезот девизни книшки и сметки со просечна оценка 4,64 ($\bar{x} = 4,64$), а најниска просечна оценка има влезот денарски книшки ($\bar{x} = 4,45$) (слика 4-6), со што се докажува дека истите се избрани правилно.

Врз основа на вредностите на мерките на централна тенденција за излезите на посредничкиот пристап (прилог 3) може да се констатира дека модусот за излезот банкарски картички е 4 ($M_o = 4$), а за излезите: кредитирање на население и кредитирање на стопанство е 5 ($M_o = 5$). Медијаната за два излеза: кредитирање на население и банкарски картички е 4 ($M_e = 4$), а за излезот кредитирање на стопанство е 5 ($M_e = 5$).

Просечната оценка на важност за секој излез на посредничкиот пристап може да се види од слика 4-7. Со највисока просечна оценка се карактеризира излезот кредитирање на стопанство ($\bar{x} = 4,82$), следен е излезот кредитирање на население ($\bar{x} = 4,27$), а потоа излезот банкарски картички ($\bar{x} = 4,18$). Високите оценки на важност ја потврдуваат правилноста во изборот на излезите на посредничкиот пристап.



Слика 4-6 Просечна оценка на важност за влезовите на посредничкиот пристап



Слика 4-7 Просечна оценка на важност за излезите на посредничкиот пристап

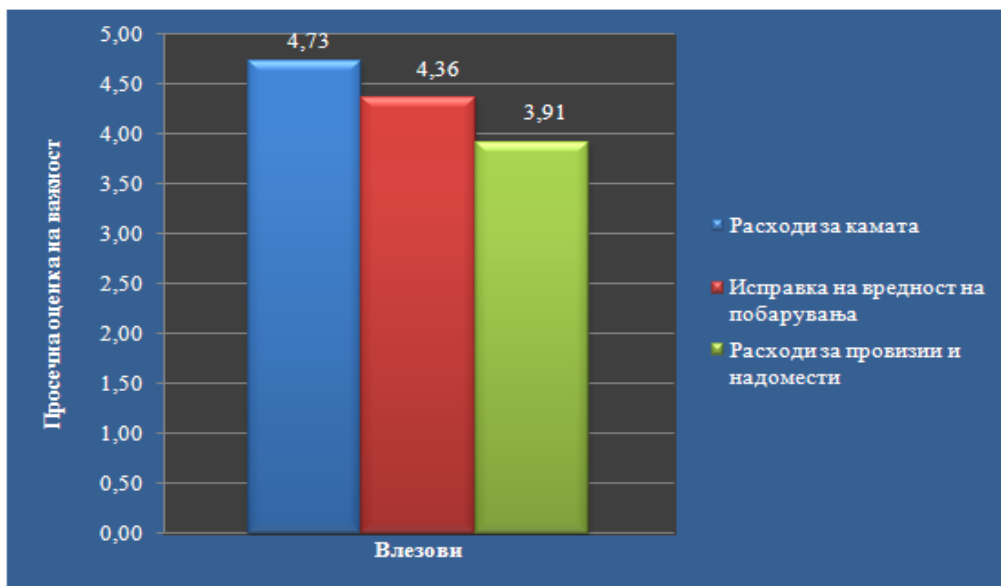
4.2.2.3. Анализа на мерките на централна тенденција за влезовите и излезите на пристапот на профитабилност

Вредноста за модусот на трите влеза на пристапот на профитабилност: расходи за камата, расходи за провизии и надомести и исправка на вредноста на побарувањата е 5 ($M_o = 5$). Медијаната за влезот расходи за провизии и надомести е 4 ($M_e = 4$), а за влезовите: расходи за камата и исправка на вредноста на побарувањата е 5 ($M_e = 5$).

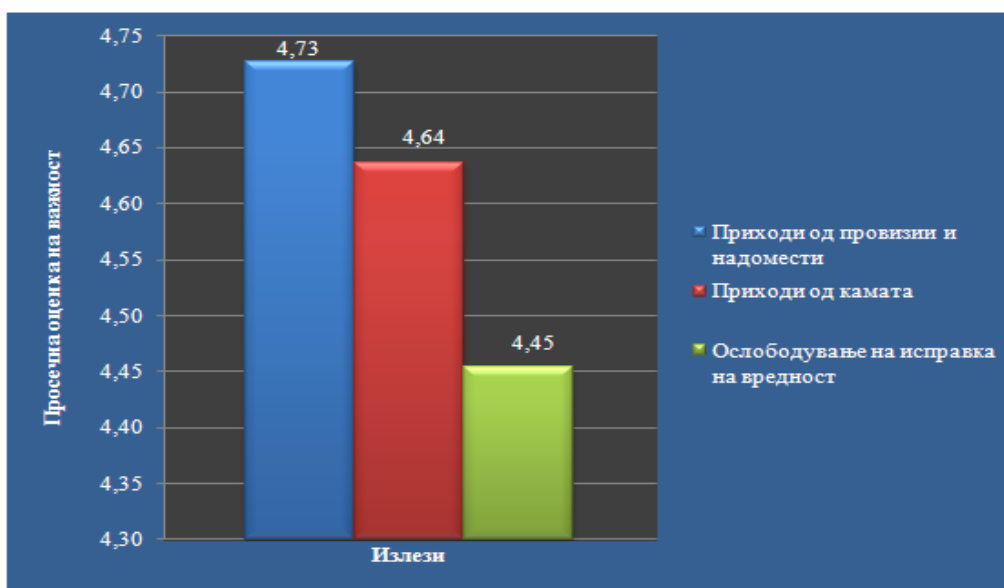
Просечната оценка на важност за влезовите на пристапот на профитабилност е прикажана на слика 4-8. Од неа може да се согледа дека највисока просечна оценка ($\bar{x} = 4,73$) има влезот расходи за камата, потоа следи влезот исправка на вредноста на побарувањата со просечна оценка 4,36 ($\bar{x} = 4,36$), а со најниска просечна оценка се карактеризира влезот расходи за провизии и надомести ($\bar{x} = 3,91$).

За излезите на пристапот на профитабилност: приходи од камата, приходи од провизии и надомести и ослободување на исправка на вредност, вредноста на модусот и на медијаната е 5. Според овој пристап најважен излез е приходи од провизии и надомести со просечна оценка 4,73 ($\bar{x} = 4,73$), следен е излезот приходи од камата со просечна оценка 4,64 ($\bar{x} = 4,64$), а излезот ослободување на исправка на вредност има просечна оценка ($\bar{x} = 4,45$) (слика 4-9).

Високите оценки на важност кои се доделени на влезовите и излезите на пристапот на профитабилност покажуваат дека истите се избрани правилно.



Слика 4-8 Просечна оценка на важност за влезовите на пристапот на профитабилност



Слика 4-9 Просечна оценка на важност за излезите на пристапот на профитабилност

4.2.2.4. Идентификување на променливите за DEA моделите на поодделните пристапи

Врз основа на анализата на добиените вредности на мерките на централна тенденција за влезовите и излезите на поодделните пристапи се одлучи при изборот на променливите за DEA моделите за секој од пристапите да се земат предвид нивните просечни оценки на важност.

За **производствениот (оперативниот) пристап** за кој беа идентификувани и оценети 4 влеза и 16 излеза, се одлучи да се избераат променливи за три DEA модели.

За првиот DEA модел избрани се следните променливи:

Влезови:

- Персонал (Број на вработени) (x_1)
- Материјални трошоци (x_2)

Излези:

- Кредитирање на стопанство (y_1)
- Депозитна база (y_2)

Кога станува збор за изборот на влезовите, од слика 4-4 може да се согледа дека е избран влезот персонал кој има највисока просечна оценка на важност и влезот материјални трошоци кој се наоѓа на третото место според вредноста на просечната оценка на важност. Иако променливата опрема се наоѓа на второто место според вредноста на просечната оценка на важност, овој влез кој е од исклучителна важност во работењето на деловните единици на Банката не е земен предвид од причина што сите деловни единици на Банката се обезбедени со најсовремена опрема и апликативните решенија кои се носат на ниво на Централата се дистрибуираат до деловните единици на Банката. Исто така, важно е да се нагласи дека големината на деловниот простор изразена во квадратни метри е различна во сите филијали, но ги задоволува во целост потребите на клиентите и на вработените, и затоа беше одлучено и оваа променлива да не се вклучува во моделите.

Во однос на излезите, избрани се првите два со највисока просечна оценка на важност, која во овој случај е иста (слика 4-5).

За вториот DEA модел избрани се променливите:

Влезови:

- Персонал (Плати на вработени) (x_1)
- Материјални трошоци (x_2)

Излези:

- Остварени одливи за правни лица (y_1)
- Платен промет во земјата (y_2)

Како што може да се забележи, влезовите се исти како и во првиот DEA модел, со таа разлика што за влезот персонал се земени предвид платите на вработените, а во однос на излезите, првиот избран излез е со иста вредност на просечната оценка на важност како и излезите на првиот DEA модел (слика 4-5), а другиот излез е со просечна оценка на важност 4,45 (слика 4-5).

Избраните влезови и излези за третиот DEA модел се:

Влезови:

- Персонал (Број на вработени) (x_1)
- Исправка на вредност на побарувања (x_2)

Излези:

- Кредитирање на стопанство (y_1)
- Кредитирање на население (y_2)

Вториот влез не беше даден во анкетниот прашалник за да се оцени неговата важност според овој пристап, меѓутоа според директорката, неговото влијание на излезите кои се избрани е доста големо и затоа истиот е вклучен дополнително.

За *посредничкиот пристап* беа идентификувани и оценети 3 влеза и 3 излеза и се одлучи да се изберат променливи за два DEA модели.

Избраните влезови и излези за првиот DEA модел се:

Влезови:

- Депозитна база (x_1)

Излези:

- Кредитирање на стопанство (y_1)
- Кредитирање на население (y_2)
- Банкарски картички (y_3)

Избраниот влез се карактеризира со највисока вредност на просечната оценка на важност (слика 4-6), а како излези земени се сите идентификувани и оценети излези за овој пристап (слика 4-7).

За вториот DEA модел на посредничкиот пристап избрани се следните влезови и излези:

Влезови:

- Депозитна база (x_1)
- Трошоци на работење (трошоци за плати и материјални трошоци) (x_2)

Излези:

- Кредитирање на стопанство (y_1)
- Кредитирање на население (y_2)

За пристапот на профитабилност избрани се променливи за два DEA модели.

За првиот DEA модел избрани се следните влезови и излези:

Влезови:

- Расходи за камата (x_1)
- Исправка на вредност на побарувања (x_2)

Излези:

- Приходи од камата (y_1)
- Ослободување на исправка на вредност (y_2)

Како што може да се согледа од слика 4-8 за влезови се избрани оние кои имаат највисоки просечни оценки на важност, а од слика 4-9 може да се види дека како излези се избрани оние кои соодветствуваат на избраните влезови.

За вториот DEA модел на пристапот на профитабилност избрани се следните променливи:

Влезови:

- Расходи за камата (x_1)
- Расходи за провизии и надомести (x_2)

Излези:

- Приходи од камата (y_1)
- Приходи од провизии и надомести (y_2)

Структурата на избраните влезови и излези на DEA моделите на трите пристапи е прикажана во табела 4-5, а за собирање на податоците за нив користени се: билансите на состојба, билансите на успех и базата на податоци на Комерцијална банка АД Скопје.

Табела 4-5 Структура на променливи (влезови и излези)

	Структура на променливи
Персонал (Број на вработени)	- Број на вработени по поодделни филијали
Персонал (Плати за вработени)	- Трошоци за бруто плата - Трошоци за надоместоци за нето плати за време на годишен одмор - Регрес за годишни одмори
Материјални трошоци	- Потрошен канцелариски материјал - Потрошен канцелариски материјал – интерни обрасци - Потрошена електрична енергија - Потрошено гориво и мазиво - Отпис на ситен инвентар и амбалажа - Греење и ладење на простории - Материјал за одржување на хигиена - Весници, списанија и стручна литература - Потрошена вода - Компјутерска опрема - Трошоци за услуги за тековно и инвестиционо одржување на средствата за работа - Премии за осигурување на средствата за работа - Трошоци за услуги-премии за осигурување на странски средства за плаќање - Трошоци за услуги – премии за осигурување на штедење - Трошоци за услуги – премии за осигурување на парични средства од пожар - Трошоци за услуги – поштенски трошоци - Телефонски трошоци - Трошоци за непроизводни услуги – комунални услуги и губретарина - Трошоци за непроизводни услуги – интелектуални услуги - Трошоци за непроизводни услуги – интелектуални услуги (персонален данок) - Трошоци за непроизводни услуги – одржување на хигиена во деловни простории - Трошоци за службени патувања во земјата – дневници - Трошоци за службени патувања во земјата – патни трошоци - Трошоци за репрезентација - Трошоци за спонзорство во земјата - Трошоци за донации во земјата - Трошоци за донации – персонален данок - Трошоци за спонзорство од јавен интерес во земјата - Трошоци за донации од јавен интерес во земјата - Други административни трошоци – обезбедување на имот - Други административни трошоци – работна и заштитна облека - Амортизација на мебел и канцелариска опрема - Амортизација на опрема, инструменти, алати и уреди за мерење и контрола - Амортизација на информациски системи и компјутерска опрема
Депозитна база	- Депозити по видување (краткорочни и долгорочни) за правни и физички лица
Кредитирање на стопанство	- Искористени кредити за правни лица
Кредитирање на население	- Одобрени кредити за население
Банкарски картички	- Новоотворени банкарски картички
Остварени одливи за правни лица	- Остварени одливи за правни лица
Платен промет во земјата	- Трансакции
Исправка на вредност на побарувања	- Исправка на вредност на побарувања
Ослободување на исправка на вредност	- Ослободување на исправка на вредност
Трошоци на работење	- Трошоци за плати и материјални трошоци
Расходи за камата	- Камата која банката ја плаќа на клиентите
Расходи за провизии и надомести	- Провизии и надомести кои банката ги плаќа
Приходи од камата	- Наплатена камата од клиенти
Приходи од провизии и надомести	- Наплатени провизии и надомести од клиенти

Откако се собрани податоците за влезовите и излезите на поодделните модели, од особена важност е да се испита дали кај некоја филијала недостасуваат податоци за некој влез, односно излез, дали има негативни вредности и вредности кои се нула⁸⁶.

Врз основа на собраните податоци за влезовите и излезите за секој од моделите на трите пристапи, само кај една филијала (F8) променливата – кредитирање на стопанство (во производствениот пристап во првиот и третиот модел претставува излез и во посредничкиот пристап во двата модели е излез) има вредност 0 за 2009 г., а за сите останати променливи на моделите на поодделните пристапи се добиени вредности поголеми од 0. Исто така, значајно е да се укаже дека за ниеден влез, односно излез нема вредности кои недостасуваат.

Според Paradi et al. (2004), треба да се направи корелациона анализа на сите влезови и излези што се избрани за моделот за да може да се согледа дали еден или повеќе од нив се високо корелирани, а потоа треба да се донесе одлука кој од нив да се исклучи.

Во таа насока се изврши корелациона анализа со користење на опцијата *Data Analysis* од програмот *MS Excel*, а добиените резултати се дадени во прилог 4. При тоа, предвид се земени собраните податоци за секој влез, односно излез за секој од моделите на трите пристапи за целиот набљудуван период, односно за кварталите на 2009, 2010 и 2011 година.

Врз основа на вредностите на коефициентите на корелација (прилог 4), единствено кај вториот модел на производствениот пристап може да се забележи дека една променлива, односно излезот остварени одливи за правни лица е во негативна корелација со останатите променливи во набљудуваниот период и затоа овој излез се исклучи од моделот и се замени со вкупниот број на трансакции од платен промет со странство (кој содржи број на приливи, одливи и заклучници). За оваа нова излезна променлива за моделот, после собраните податоци се изврши корелациона анализа со тоа што вредностите на коефициентите на корелација, исто така, се прикажани во прилог 4. Од него може да се согледа дека вредностите на коефициентите на корелација за целиот набљудуван период се позитивни и променливата вкупен број на

⁸⁶ Emrouznejad и De Witte (2010, p. 5) укажуваат дека за справување со податоци кои недостасуваат може да се види во (Kao и Liu, 2000); ако стане збор за негативни податоци посочуваат на: (Emrouznejad et al., 2010a,b и Portela et al., 2004), за нула вредности може да се види кај (Thompson et al., 1993), а за *ratio* податоци во (Emrouznejad и Amin, 2009).”

трансакции од платен промет со странство го задржува местото на излез во моделот. За останатите променливи на моделите на трите пристапи нема промени.

За променливата кредитирање на стопанство која во 2009 година се карактеризира со вредност нула се одлучи да се користи вредноста 0,00001.

Следниот чекор е да се подготви конечната база на податоци за да може да се стартуваат моделите (Emrouznejad и De Witte, 2010). Систематската презентација на фазата Структурирање на податоци е прикажана на слика 4-10.



Слика 4-10 Систематска презентација на втората фаза на COOPER-овата рамка (прилагодено според Emrouznejad и Witte, 2010)

4.2.3. Трета фаза – Операциони модели

Во рамките на оваа фаза на COOPER-овата рамка специфицирана е категоријата непараметарски модели, од неа е избрана варијантата детерминистички модели, а од нив, пак, е специфицирана DEA. На слика 4-11 е прикажана систематска презентација на оваа фаза.



Слика 4-11 Систематска презентација на третата фаза на COOPER-овата рамка (прилагодено според Emrouznejad и Witte, 2010)

4.2.4. Четврта фаза – Споредба на перформанси

Во првата подфаза, Дефинирање на множество на производни можности (*Production Possibility Set* - PPS), потребно е повторно да се разгледаат избраните влезови и излези за секој од моделите за да се утврди дали тие се најсоодветни, но поаѓајќи од начинот на кој истите беа избрани се одлучи да не се прават промени во веќе направениот избор. Исто така, во оваа подфаза се специфицираше приносот на обем, поточно се одлучи моделите да се решат и при константен (CRS) и при варијабилан принос на обем (VRS) и да се споредат добиените резултати. Во втората подфаза, Избор на мерка, специфицирана е ориентацијата на моделите на поодделните пристапи и истата е прикажана во табела 4-6.

Табела 4-6 Ориентација на DEA моделите

Производствен пристап	
Прв DEA модел	излезна ориентација
Втор DEA модел	
Трет DEA модел	
Посреднички пристап	
Прв DEA модел	излезна ориентација
Втор DEA модел	
Пристап на профитабилност	
Прв DEA модел	и влезна и излезна ориентација
Втор DEA модел	

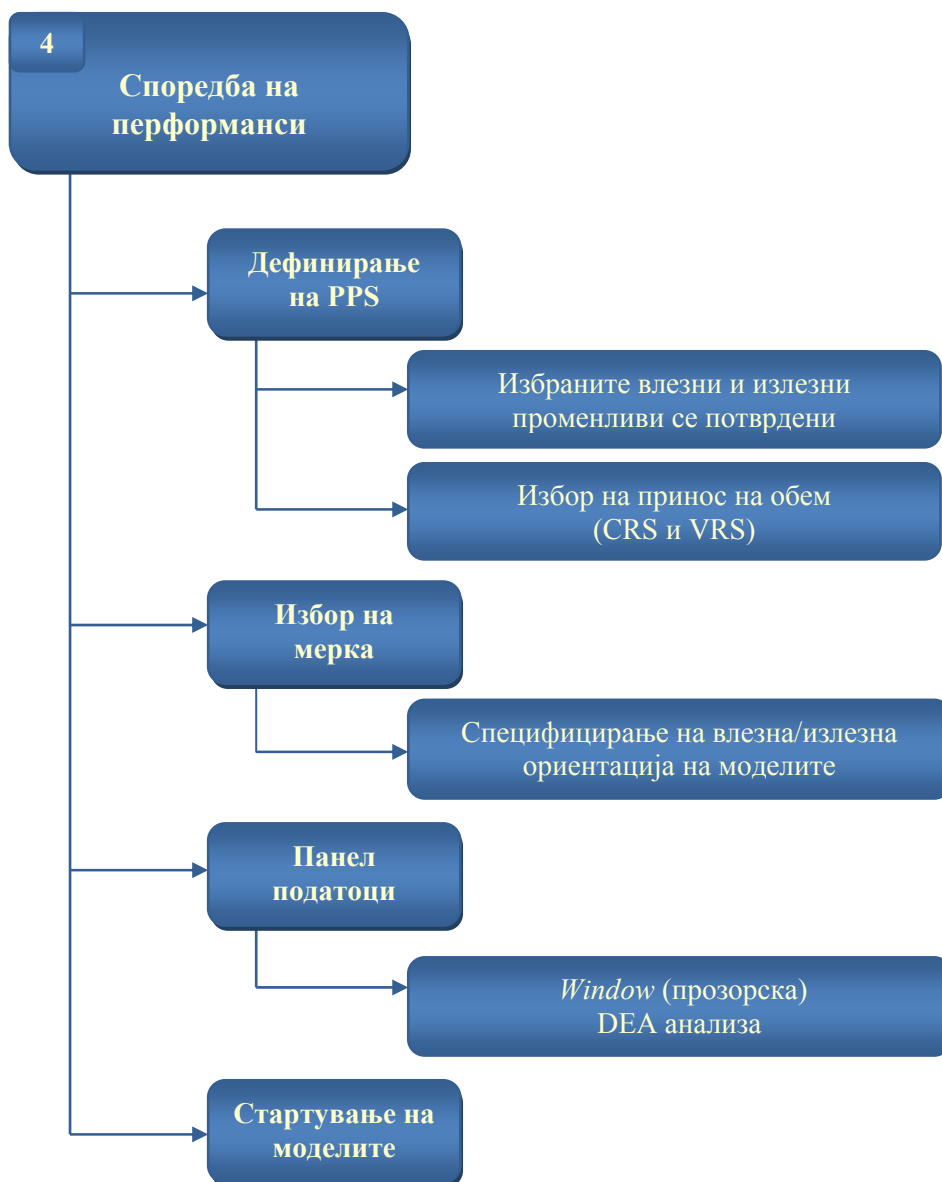
Во рамките на третата подфаза - Панел податоци, важно е да се нагласи дека се собрани податоци за променливите на моделите на трите пристапи за кварталите на 2009, 2010 и 2011 година, а за евалуација на релативната ефикасност на филијалите на Банката е избрана техниката *Window* (прозорска) DEA анализа.

Во оваа емпириска студија бројот на единици за кои се одлучува (филијали) е 8 ($n=8$), бројот на периоди е 3 години (2009, 2010 и 2011г.) ($k=3$), а должината на прозорецот е две години ($p=2$). Со примена на техниката *Window* DEA анализа се набљудуваат филијалите во 2009 и 2010 година како да се различни филијали со што се добива еден прозорец, потоа се испушта податокот за 2009г. и се додава за 2011г. со што се добива нов прозорец (2010-2011). Бројот на прозорци е 2 ($w=k-p+1=3-2+1=2$), бројот на филијали во секој прозорец е 16 ($n*p=8*2=16$), додека, пак, бројот на „различни“ филијали е 32 ($n*p*w=8*2*2=32$).

Во случајот кога бројот на периоди е 12 квартали ($k=12$), бројот на филијали останува ист, односно $n=8$ филијали, $p=4$ квартали, бројот на прозорци е 9 ($w=12-4+1=9$), бројот на филијали во секој прозорец е 32 ($n*p=8*4=32$), а бројот на „различни“ филијали е 288 ($n*p*w=8*4*9=288$).

Во четвртата подфаза се стартуваат моделите со тоа што за нивно решавање се користи софтверската алатка EMS (објаснета во поглавјето 3.3).

На слика 4-12 е прикажана систематска презентација на четвртата фаза на COOPER-овата рамка.



Слика 4-12 Систематска презентација на четвртата фаза на COOPER-овата рамка (прилагодено според Emrouznejad и Witte, 2010)

4.2.5. Петта фаза – Евалуација

Петтата фаза на COOPER-овата рамка (Евалуација) започнува со подфазата Евалуација на резултати во која се спроведени следните чекори (прилагодени според Emrouznejad и De Witte, 2010): оценување на податоци и интерпретација на добиените резултати, сумирање и визуелизација на добиените резултати и почетна презентација на резултатите на директорката на Самостојната дирекција за управување со мрежата на филијали и на вработените во оваа дирекција.

Резултатите од софтверското решавање на *Window* DEA моделите при константен принос на обем (CRS), за секој пристап поодделно за целиот набљудуван период (2009-2011г.) се прикажани во прилог 5, а во прилог 6 се дадени резултатите од софтверското решавање на *Window* DEA моделите при варијабилен принос на обем (VRS) за секој пристап поодделно за истиот временски период.

Врз основа на прикажаните резултати во прилозите 5 и 6, утврден е бројот односно процентот на релативно ефикасни филијали по поодделните модели на трите пристапи за целиот набљудуван период (табела 4-7)⁸⁷.

Ако се земе предвид производствениот пристап и од него се избере првиот модел при CRS, за целиот набљудуван период (3 години), може да се согледа дека бројот на релативно ефикасни филијали е 5, односно 21% од филијалите се релативно ефикасни, а кога за овој модел е специфициран VRS, бројот на релативно ефикасни филијали е 11, односно 46% од филијалите се релативно ефикасни.

Според прикажаните податоци во табела 4-7 може да се констатира дека постојат значителни разлики во бројот, односно во процентот на филијали кои се ефикасни според моделите за кои е специфициран CRS и според моделите за кои е специфициран VRS за сите пристапи за целиот набљудуван период.

Во ваков случај подобро е да се земат предвид резултатите добиени со софтверско решавање на моделите при варијабилен принос на обем, затоа што преку него подобро се опишува работењето на филијалите на Банката.

⁸⁷ За моделите на пристапот на профитабилност специфицирана е и влезна и излезна ориентација, при што се укажува дека филијалите кои се релативно ефикасни според моделот кој е влезно-ориентиран се релативно ефикасни и кога истиот се карактеризира со излезна ориентација.

Табела 4-7 Број/процент на релативно ефикасни филијали за секој *Window* DEA модел при CRS и VRS за трите пристапи за целиот набљудуван период (2009-2011)

	Производствен пристап				Посреднички пристап				Пристап на профитабилност			
	Прв <i>Window</i> DEA модел				Прв <i>Window</i> DEA модел				Прв <i>Window</i> DEA модел			
Број/процент на релативно ефикасни филијали	излезно ориентиран				излезно ориентиран				влезно (излезно) ориентиран			
	за 3г. (2009-2011)		за 12 квартали (2009-2011)		за 3г. (2009-2011)		за 12 квартали (2009-2011)		за 3г. (2009-2011)		за 12 квартали (2009-2011)	
	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS
		5 (21%)	11 (46%)	16 (17%)	40 (42%)	6 (25%)	16 (67%)	20 (21%)	50 (52%)	11 (46%)	19 (79%)	27 (28%)	45 (47%)
Број/процент на релативно ефикасни филијали	Втор <i>Window</i> DEA модел				Втор <i>Window</i> DEA модел				Втор <i>Window</i> DEA модел			
	излезно ориентиран				излезно ориентиран				влезно (излезно) ориентиран			
	за 3г. (2009-2011)		за 12 квартали (2009-2011)		за 3г. (2009-2011)		за 12 квартали (2009-2011)		за 3г. (2009-2011)		за 12 квартали (2009-2011)	
	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS
	8 (33%)	14 (58%)	18 (19%)	36 (38%)	6 (25%)	12 (50%)	21 (22%)	42 (44%)	9 (38%)	18 (75%)	22 (23%)	52 (54%)
Број/процент на релативно ефикасни филијали	Трет <i>Window</i> DEA модел				Трет <i>Window</i> DEA модел				Трет <i>Window</i> DEA модел			
	излезно ориентиран				излезно ориентиран				излезно ориентиран			
	за 3г. (2009-2011)		за 12 квартали (2009-2011)		за 3г. (2009-2011)		за 12 квартали (2009-2011)		за 3г. (2009-2011)		за 12 квартали (2009-2011)	
	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS
	6 (25%)	11 (46%)	26 (27%)	45 (47%)								

За првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап за една филијала, поточно за филијалата F6, се утврди дека се добиени необични резултати за 2009 година, односно добиениот резултат покажува висока неефикасност, а според нив филијалата е ефикасна. Во таа насока, беше предложен пристап за валидација на резултатите (објаснет во поглавјето 4.2.5.1), а исто така, беа предложени и можни акции и сугестии за да се подобри работењето на филијалите на Банката во иднина.

Во делот кој следи се анализирани и толкувани резултатите добиени со софтверско решавање на *Window* DEA моделите при VRS за трите пристапи за набљудуваниот период (прилог 6).

4.2.5.1. Анализа на резултатите од апликацијата на првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап

Врз основа на прикажаните податоци во табела 4-7 може да се согледа дека 11 филијали (46% од филијалите) се релативно ефикасни според првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап⁸⁸.

Според резултатите од овој модел кои се прикажани во прилог 6, може да се согледа дека филијалите: F1, F4 и F6 во целиот набљудуван период не се јавуваат како релативно ефикасни.

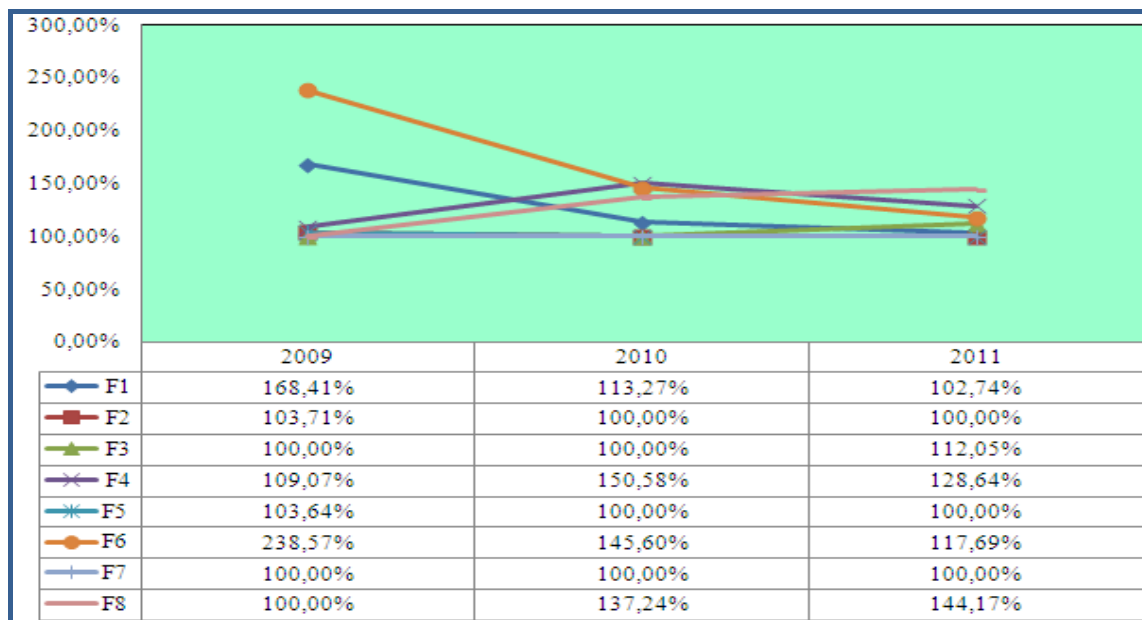
Просечната ефикасност на секоја филијала на Банката, по години и по квартали е прикажана на сликите: 4-13 и 4-14 респективно. Сликата 4-14 и резултатите од прилог 6 кога се опфатени кварталите на периодот кој се набљудува можат да служат за детални анализи за потребите на Банката со цел да се подобрува ефикасноста на филијалите.

Од слика 4-13 може да се согледа дека:

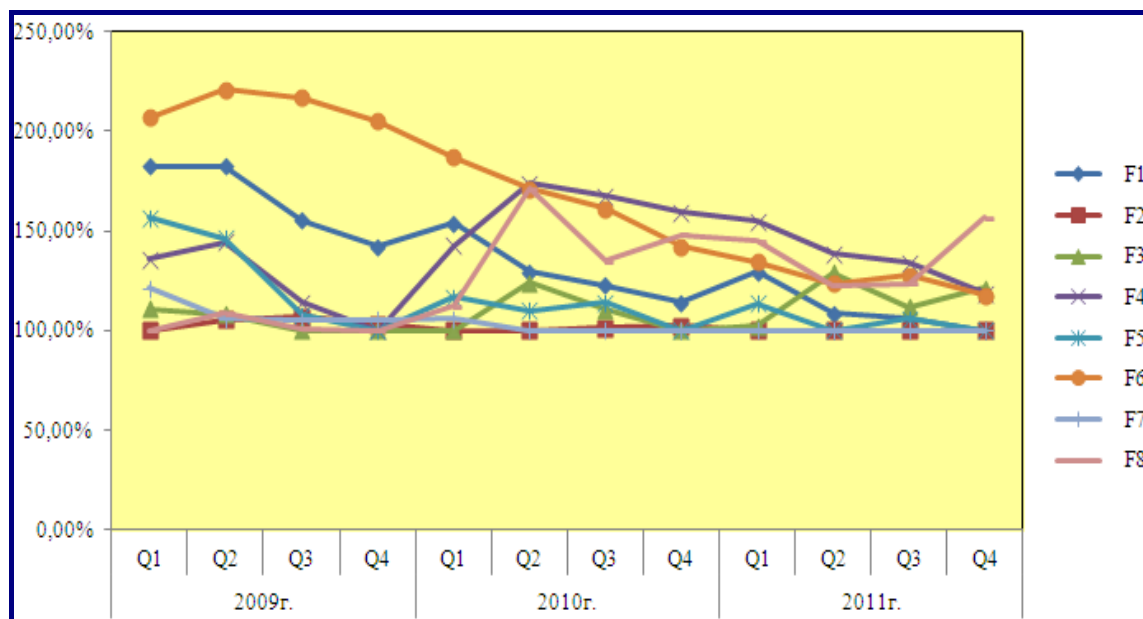
- Филијалите: F1, F4 и F6 се релативно неефикасни во целиот набљудуван период;
- Филијалата F2 е релативно ефикасна во 2010 и 2011 година и истата ја има зголемено ефикасноста во однос на 2009г;

⁸⁸ Бројот, односно процентот на релативно ефикасни филијали се однесува на набљудуваниот период во кој се опфатени три години (2009, 2010 и 2011) и според овој период е наведен бројот, односно процентот на релативно ефикасни филијали и за останатите *Window* DEA модели.

- Филијалата F3 е релативно ефикасна во 2009 и 2010г., а според просечната ефикасност за 2011 година потребно е да ги зголеми излезите за 12,05% пропорционално, за да биде релативно ефикасна;
- Филијалата F5 е релативно ефикасна во 2010 и 2011 година.
- Филијалата F7 е релативно ефикасна во целиот набљудуван период и
- Филијалата F8 во 2009 година е неспоредлива со останатите затоа што вредноста на излезната променлива кредитирање на стопанство е 0, а според просечната ефикасност за 2011 година истата треба да ги зголеми двата излеза (кредитирање на стопанство и депозитна база) за 44,17% пропорционално, за да премине на страната на филијалите кои се релативно ефикасни.



Слика 4-13 Просечна ефикасност на филијалите по години според првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап



Слика 4-14 Просечна ефикасност на филијалите по квартали според првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап

Овие резултати беа презентирани на состанокот со директорката на Самостојната дирекција за управување со мрежата на филијали и со вработените во оваа дирекција, при што од нивна страна само за една филијала (F6) беа забележани „необични“ резултати. Според податоците кои се прикажани на слика 4-13, оваа филијала е најнеефикасна во 2009 година, релативно неефикасна е и во 2010г., а во 2011г. значително ја зголемила ефикасноста, но според нив истата во целиот набљудуван период работи ефикасно. Причината за нејзината неефикасност во овој модел е високата вредност на материјалните трошоци (втората влезна променлива), особено во 2009 година. Исто така, направена е споредба со филијалата F4 која остварува сличен износ на излезите, но материјалните трошоци на филијалата F6 се 2 до 3 пати поголеми од тие на филијалата F4 (споредбата е во 2009г.).

4.2.5.2. Валидација на резултатите од првиот *Window* DEA модел на производствениот пристап (VRS_RAD_OUT_WR)

За валидација на резултатите добиени со софтверско решавање на првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап се направи интеграција на *Window* DEA анализата со методата АНР. Идејата за интеграција е објаснета во продолжение.

Да се изградат два АНР модела кои ќе се состојат од цел и едно ниво (критериуми), со тоа што едниот АНР модел како критериуми ќе ги опфати влезните, а другиот излезните променливи на првиот *Window DEA* модел на производствениот пристап и да се оцени нивната важност со користење на фундаменталната скала на Saaty (поглавје 2.1.1). Примерокот на испитаници останува ист, односно тоа се директорите на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје. До секој од нив по електронски пат се дистрибуираше прашалник со елементи на хиерархијата (критериуми) во парови, кои треба да ги споредат и да доделат соодветната оценка на важност од Saaty – евата скала. Тоа значи дека секој од нив треба да го пополни прашалникот индивидуално, а по доставување на пополнетите прашалници, преку пресметување на геометриска средина се комбинираат индивидуалните проценки на испитаниците⁸⁹. Прашалникот е прикажан во прилог 7⁹⁰. Покрај прашалникот до нив беше испратена и фундаменталната скала на Saaty.

На тој начин преку групно одлучување⁹¹ со методата аналитички хиерахиски процес се добиваат тежински коефициенти на критериумите на АНР моделите кои служат за поставување на ограничувања на тежините на променливите на првиот *Window DEA* модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап.

Важно е да се нагласи дека сите испитаници го имаа пополнето прашалникот за важноста на критериумите, со тоа што:

- шест испитаници, односно 55% од испитаниците имаа доделено оценка 1 за критериумите: персонал (број на вработени) и материјални трошоци;
- пет испитаници, односно 45% од испитаниците имаа доделено повисоки оценки на важност (2, 3, 3, 5 и 8) за критериумот: персонал (број на вработени);
- девет испитаници, односно 82% од испитаниците имаа доделено оценка 1 за критериумите: кредитирање на стопанство и депозитна база;
- еден испитаник доделил поголема оценка на важност (7) за критериумот кредитирање на стопанство и еден испитаник доделил повисока оценка на важност (5) за критериумот депозитна база.

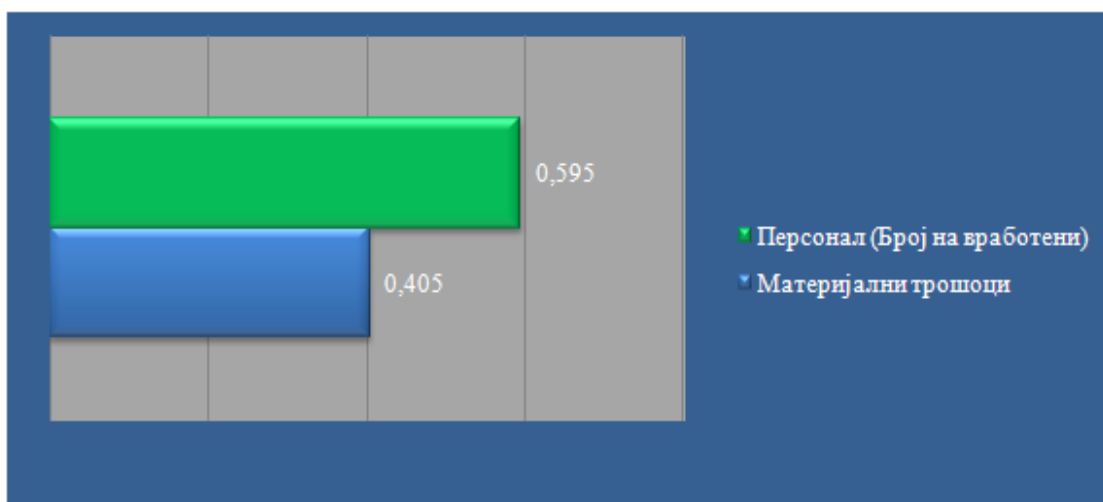
⁸⁹ Begičević et al., (2011) истакнуваат дека Aczel и Saaty (1983) докажале дека кога се користат реципрочни проценки, единствен начин да се комбинираат оценките е користењето на геометриската средина.

⁹⁰ За изготвување на прашалникот кој се заснова на методата аналитички хиерархиски процес, голема благодарност изразувам до доц. д-р Нина Бегичевиќ од Факултетот за организација и информатика во Вараждин, при Универзитетот во Загреб, за знаењето кое го стекнав од неа на студискиот престој на Факултетот во март, 2010 година.

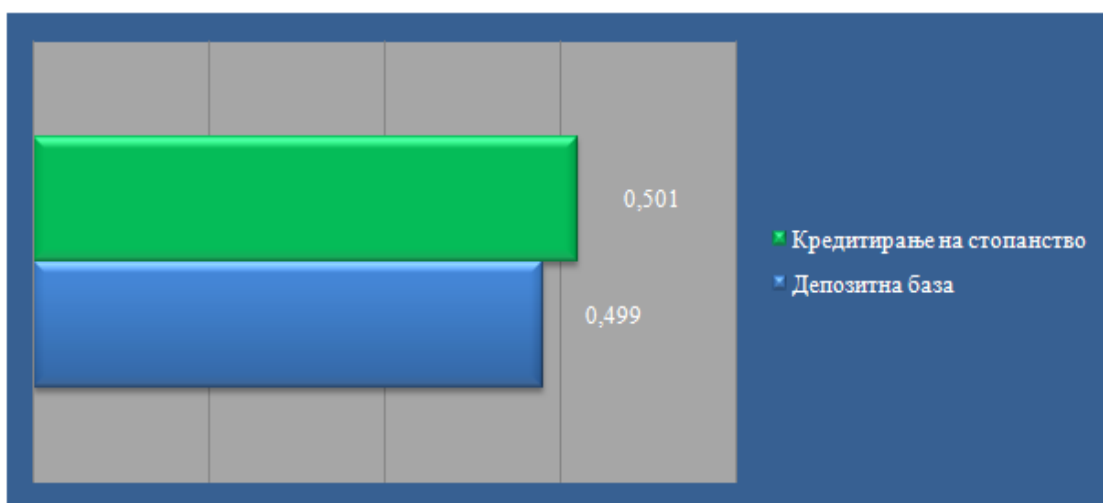
⁹¹ За групно одлучување видете (Saaty и Peniwati, 2007) и (Ѓорѓијовски, 2002, стр. 200-228).

Резултатите од групното одлучување со повеќекритериумската метода АНР, односно добиените тежински коефициенти на критериумите: персонал (број на вработени) и материјални трошоци се прикажани на слика 4-15, а од слика 4-16 можат да се видат добиените тежински коефициенти на критериумите: кредитирање на стопанство и депозитна база.

Преку слика 4-15 може да се согледа дека поголема важност има добиено критериумот: персонал (број на вработени), а од слика 4-16 може да се согледа дека разликата во добиените тежински коефициенти на двата критериума е незначителна.



Слика 4-15 Резултати од групното одлучување со методата АНР - тежински коефициенти на критериумите: персонал (број на вработени) и материјални трошоци



Слика 4-16 Резултати од групното одлучување со методата АНР - тежински коефициенти на критериумите: кредитирање на стопанство и депозитна база

Добиените тежински коефициенти овозможува да се постават ограничувања на тежините на променливите на првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап, кој повторно беше решен софтверски со користење на програмската алатка *Efficiency Measurement System*.

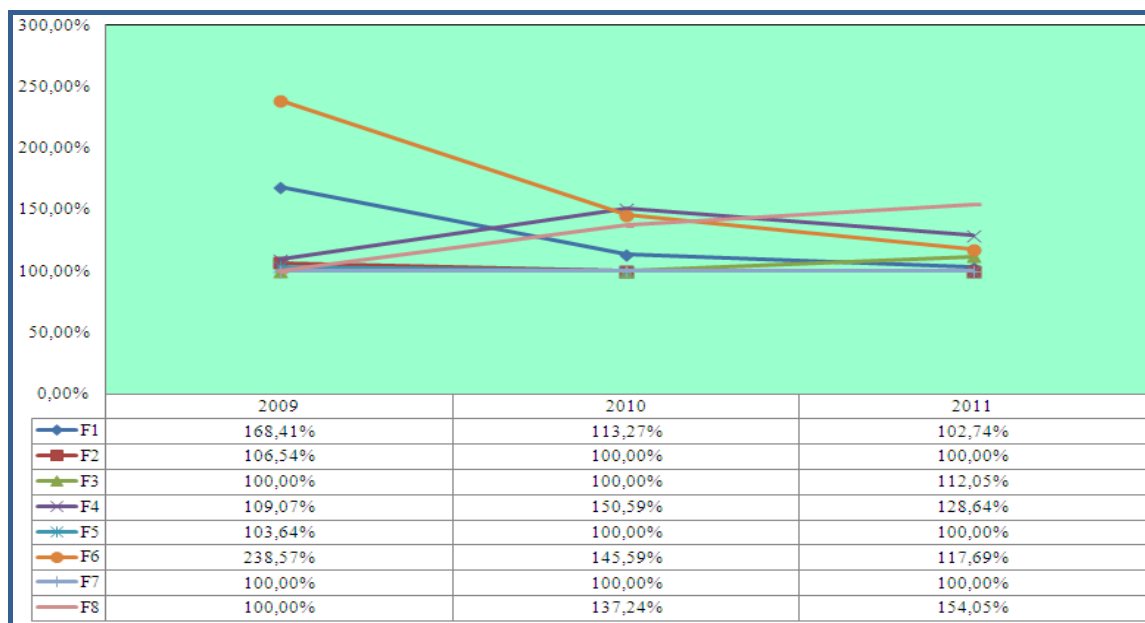
Резултатите кои се добиени со решавање на овој модел се дадени во прилог 8. Од него може да се согледа дека бројот на релативно ефикасни филијали во набљудуваниот период (3 години) не е променет, односно 11 филијали се релативно ефикасни, а промена се забележува кога набљудуваниот период го сочинуваат 12 квартали со тоа што бројот на релативно ефикасни филијали е 36, односно 38% од филијалите се релативно ефикасни, а (според податокот од табела 4-7 без вградени ограничувања на тежините на променливите во моделот, бројот на релативно ефикасни филијали е 40, односно 42%).

Врз основа на направената споредба на резултатите од моделот без поставени ограничувања на тежините на променливите (прилог 6) и со поставени ограничувања (прилог 8) може да се забележи дека нема промени во просечната ефикасност која е пресметана по колона (на годишно ниво) кај филијалите: F1, F3, F4, F5, F6 и F7.

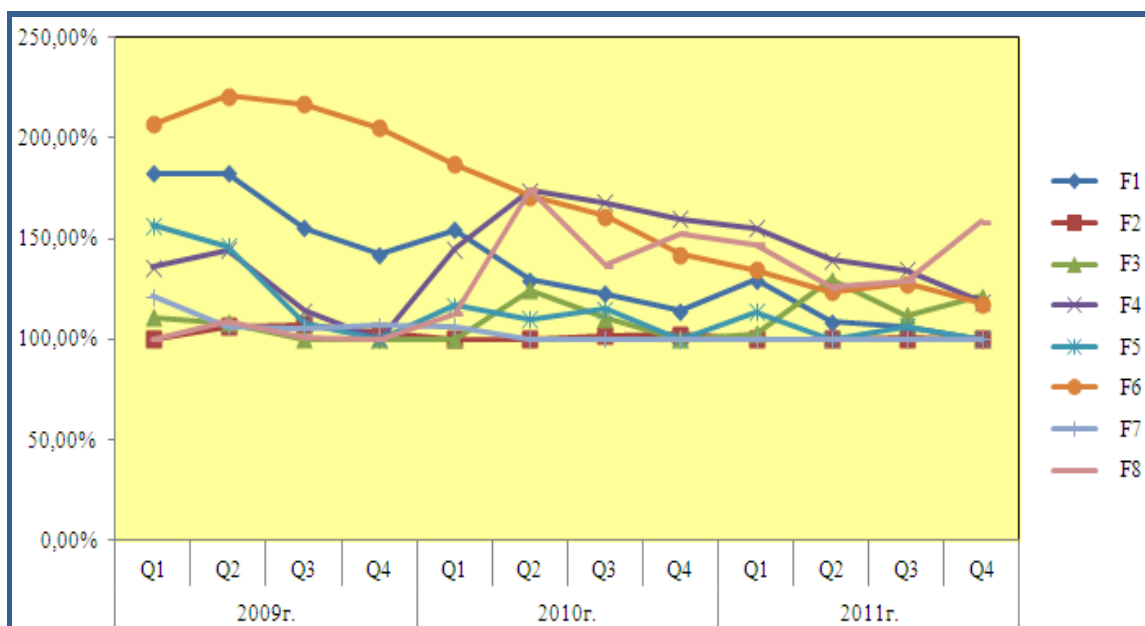
Според резултатите од *Window* DEA моделот (VRS_RAD_OUT_WR) (прилог 8), на слика 4-17 е прикажана просечната ефикасност на филијалите на Банката по години, додека пак, нивната просечна ефикасност по квартали може да се согледа преку слика 4-18.

Од слика 4-17 може да се види дека:

- Филијалата F2 е релативно ефикасна во 2010 и 2011 година и истата ја има зголемено ефикасноста во однос на 2009г.;
- Филијалата F8 во 2009г., е неспоредлива со останатите, а според просечната ефикасност за последната година од набљудуваниот период оваа филијала треба да ги зголеми двата излеза за 54,05% пропорционално за да стане релативно ефикасна.



Слика 4-17 Просечна ефикасност на филијалите по години според првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT_WR) на производствениот пристап



Слика 4-18 Просечна ефикасност на филијалите по квартали според првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT_WR) на производствениот пристап

Врз основа на резултатите добиени со решавање на моделот со вградени ограничувања на тежините, неефикасноста на филијалата F6 во 2009 година се потврдува.

Добиените резултати со овој модел треба да се користат како повалидни, па според нив во табела 4-8 е прикажана соодветната мапа на обвивање⁹². Од неа може да се согледа дека филијалата F7 се појавува најмногу пати (18) при вреднување на останатите филијали, потоа следи филијалата F3 (15 пати, од кои еднаш се појавува при вреднување на самата себе), па филијалата F2 (13 пати, од кои еднаш се појавува при вреднување на самата себе), со што овие филијали ја потврдуваат релативната ефикасност, а филијалите F1, F4 и F6 ја потврдуваат релативната неефикасност.

Табела 4-8 Мапа на обвивање врз основа на резултатите од првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT_WR) на производствениот пристап

DMUs	1	2	3	4	5	6	7	8
Филијала 1	0	4	4	0	0	0	4	0
Филијала 2	0	1	0	0	0	0	1	0
Филијала 3	0	1	1	0	0	0	1	0
Филијала 4	0	3	4	0	0	0	5	1
Филијала 5	0	0	1	0	1	0	0	1
Филијала 6	0	4	4	0	0	0	4	0
Филијала 7	0	0	0	0	0	0	0	0
Филијала 8	0	0	1	0	1	0	3	1
Вкупно	0	13	15	0	2	0	18	3

4.2.5.3. Анализа на резултатите од апликацијата на вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап

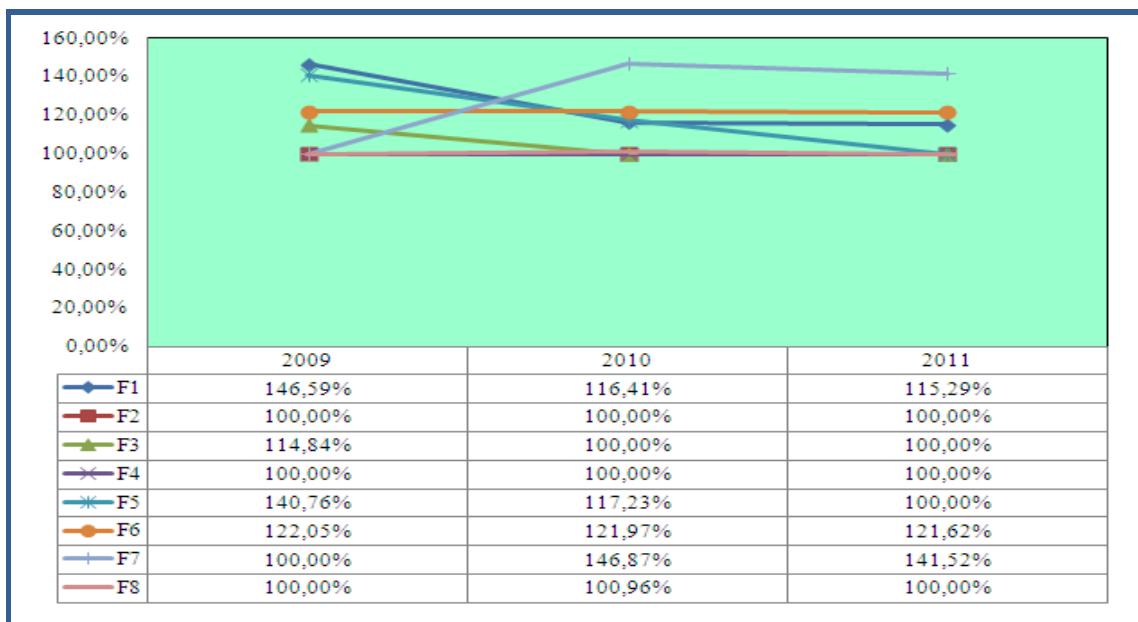
Според прикажаните резултати во табела 4-7 може да се забележи дека бројот на релативно ефикасни филијали за вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап е 14, односно 58% од филијалите се релативно ефикасни. Од прилог 6 за овој модел може да се согледа дека две филијали: F1 и F6 во целиот набљудуван период не се релативно ефикасни.

Исто така, врз основа на резултатите добиени со решавање на горенаведениот модел (прилог 6), на сликите: 4-19 и 4-20 е прикажана просечната ефикасност на филијалите по години и по квартали респективно.

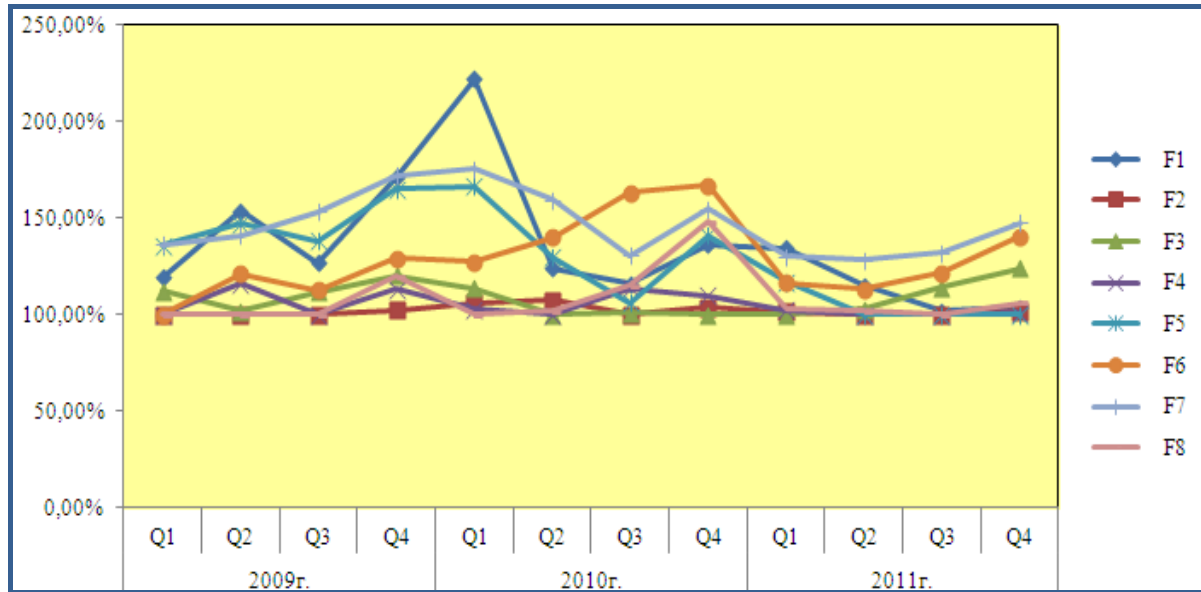
⁹² За овој *Window* DEA модел, како и за сите останати *Window* DEA модели чии резултати се анализирани и толкувани, мапата на обвивање е составена врз основа на добиените резултати од нивното софтверско решавање при што е опфатен временскиот период од три години (2009, 2010 и 2011).

Од слика 4-19 може да се види дека:

- Филијалата F1 од година во година ја зголемува ефикасноста, а врз основа на просечната ефикасност за 2011 година треба да ги зголеми двата излеза (платен промет во земјата и платен промет со странство) за 15,29% пропорционално, за истата да биде релативно ефикасна;
- Филијалите: F2 и F4 се релативно ефикасни за секоја од набљудуваните години;
- Филијалата F3 е релативно ефикасна во 2010 и 2011 година;
- Филијалата F5 од година во година ја зголемува ефикасноста и во 2011г. е 100% релативно ефикасна;
- Исто така, филијалата F6 од година во година ја зголемува ефикасноста, меѓутоа со многу низок процент и според просечната ефикасност за 2011г., оваа филијала треба да ги зголеми двата излеза за 21,62% пропорционално за да стане релативно ефикасна;
- Филијалата F7 е релативно ефикасна во 2009г., а во 2011 во однос на 2010 година ја зголемила ефикасноста, но е релативно неефикасна и
- Филијалата F8 е релативно ефикасна во 2009г., потоа, во 2010г., за многу мал процент ја има намалено ефикасноста, но повторно во 2011г., е релативно ефикасна.



Слика 4-19 Просечна ефикасност на филијалите по години според вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап



Слика 4-20 Просечна ефикасност на филијалите по квартали според вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап

Резултатите од овој модел како и од останатите модели кои се дадени во продолжение беа презентирани на состанокот со директорката на Самостојната дирекција за управување со мрежата на филијали и со вработените во оваа дирекција при што истите се потврдени и затоа за нив не е користен пристапот на интеграција со методата аналитички хиерархиски процес.

И за овој модел е составена мапа на обвивање која е прикажана во табела 4-9. Од оваа табела може да се види дека филијалата F4 се појавува најмногу пати (21) при вреднување на останатите филијали, потоа следи филијалата F2 (10 пати), па филијалите F3 и F8 по 9 пати (со тоа што филијалата F3 се појавува еднаш при вреднување на самата себе, а филијалата F8 двапати). За наведените филијали се потврдува релативната ефикасност, а за филијалата F5 е карактеристично дека се појавува само еднаш и тоа при вреднување на самата себе.

Табела 4-9 Мапа на обвивање врз основа на резултатите од вториот Window DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап

DMUs	1	2	3	4	5	6	7	8
Филијала 1	0	5	1	5	0	0	0	0
Филијала 2	0	0	0	0	0	0	0	0
Филијала 3	0	0	1	1	0	0	0	0
Филијала 4	0	0	0	0	0	0	0	0
Филијала 5	0	0	2	2	1	0	0	1
Филијала 6	0	5	1	7	0	0	0	0
Филијала 7	0	0	4	4	0	0	0	6
Филијала 8	0	0	0	2	0	0	0	2
Вкупно	0	10	9	21	1	0	0	9

4.2.5.4. Анализа на резултатите од апликацијата на третиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап

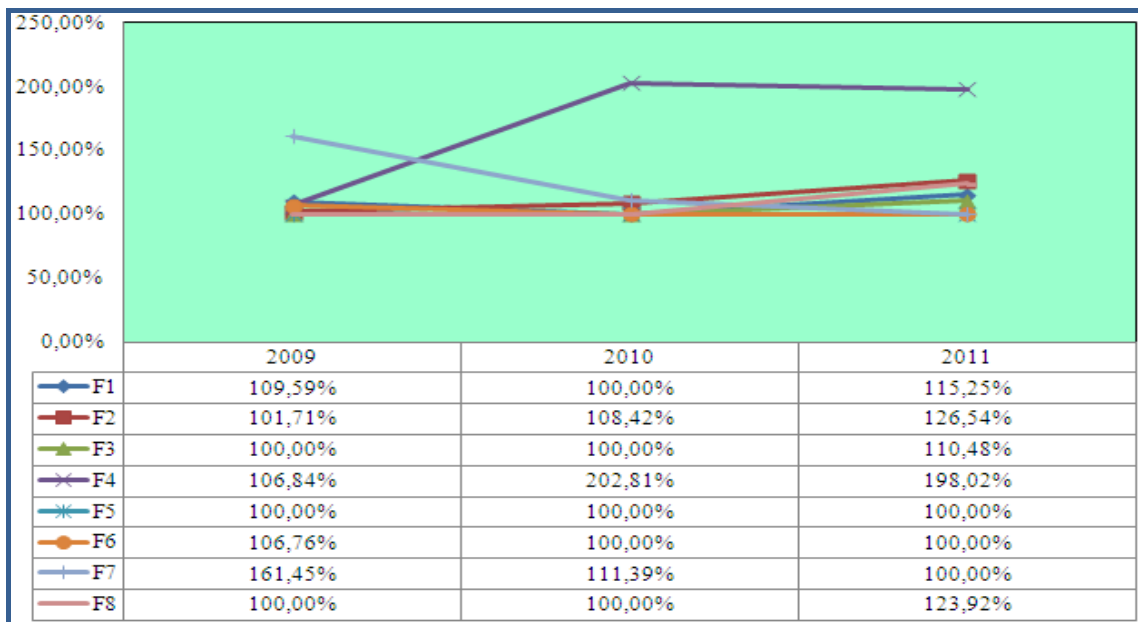
Од табела 4-7 може да се согледа дека 11 филијали (46% од филијалите) се релативно ефикасни според третиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап. Според добиените резултати за овој модел (прилог 6) може да се види дека само две филијали (F2 и F4) не се јавуваат како релативно ефикасни во периодот кој се набљудува.

На сликите 4-21-4-22 е прикажана просечната ефикасност на деловните единици на Банката – филијали по години и по квартали респективно.

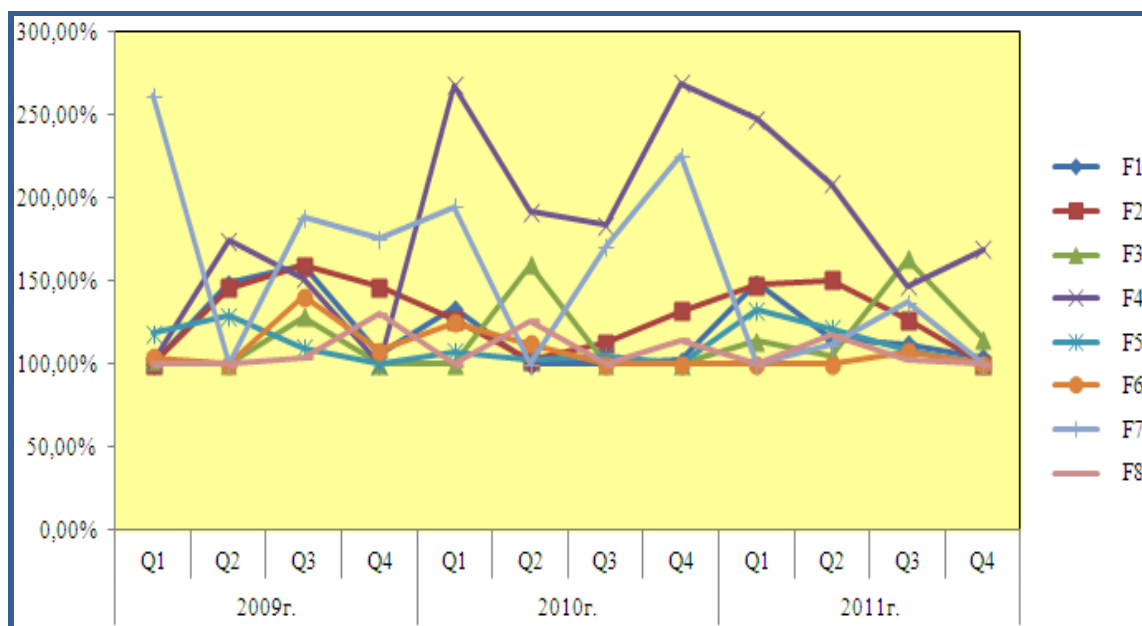
Од слика 4-21 може да се забележи дека:

- Филијалата F1 е релативно ефикасна само во 2010г.;
- Филијалата F2 е релативно неефикасна во целиот набљудуван период;
- Филијалата F3 е релативно ефикасна во 2009г. и 2010г., а според просечната ефикасност за 2011 година потребно е да ги зголеми излезите (кредитирање на стопанство и кредитирање на население) за 10,48% пропорционално за да биде релативно ефикасна;
- Филијалата F4 во целиот период е релативно неефикасна;
- Филијалата F5 е релативно ефикасна во целиот набљудуван период;
- Филијалата F6 е релативно ефикасна во 2010г. и 2011г.;
- Филијалата F7 е релативно ефикасна во 2011 година и

- Филијалата F8 во 2009г., е неспоредлива со останатите филијали, во 2010г., истата е релативно ефикасна, а според просечната ефикасност за 2011 година потребно е да ги зголеми излезите за 23,92% пропорционално за да се карактеризира како релативно ефикасна.



Слика 4-21 Просечна ефикасност на филијалите по години според третиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап



Слика 4-22 Просечна ефикасност на филијалите по квартали според третиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап

Според резултатите добиени со решавање на овој модел, составена е мапа на обвивање (табела 4-10). Од оваа табела може да се согледа дека филијалата F6 се појавува 12 пати при вреднување на останатите филијали и еднаш при вреднување на самата себе (вкупно 13 пати), потоа следи филијалата F8 (9 пати, од кои еднаш се појавува при вреднување на самата себе), па филијалите F1 и F3 по 7 и 6 пати респективно, додека пак, за филијалите: F2 и F4 се потврдува неефикасноста.

Табела 4-10 Мапа на обвивање врз основа на резултатите од третиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап

DMUs	1	2	3	4	5	6	7	8
Филијала 1	2	0	1	0	0	2	0	0
Филијала 2	4	0	2	0	0	5	0	0
Филијала 3	1	0	1	0	0	1	0	0
Филијала 4	0	0	0	0	1	3	0	4
Филијала 5	0	0	0	0	0	0	0	0
Филијала 6	0	0	0	0	0	1	0	1
Филијала 7	0	0	2	0	1	0	1	3
Филијала 8	0	0	0	0	0	1	1	1
Вкупно	7	0	6	0	2	13	2	9

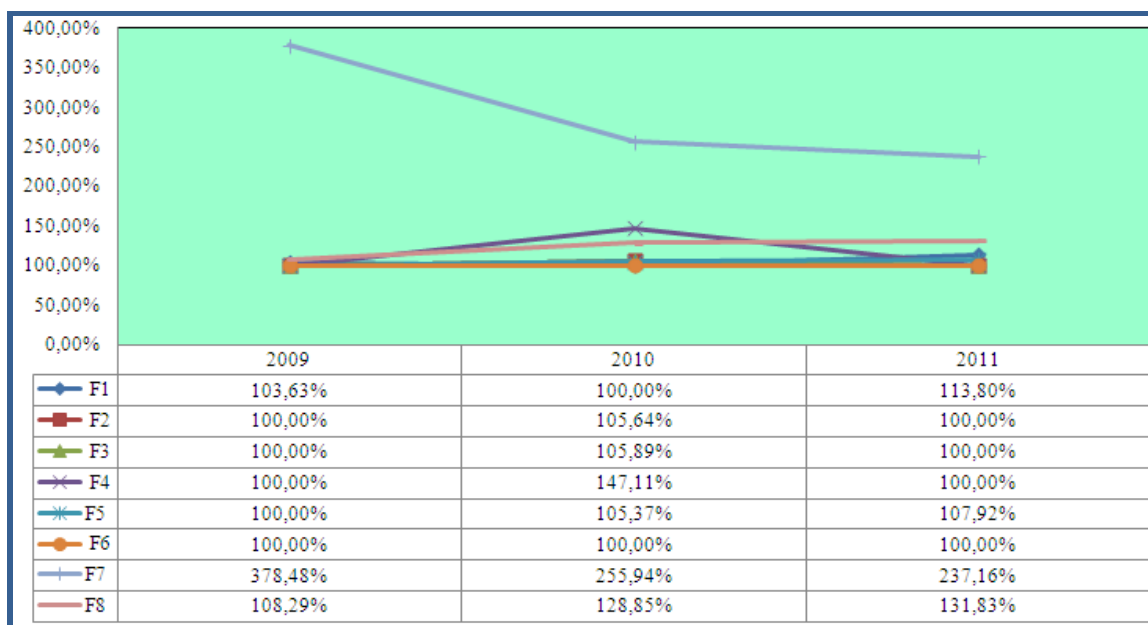
4.2.5.5. Анализа на резултатите од апликацијата на првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап

Од табела 4-7 за овој модел на посредничкиот пристап може да се согледа дека 16 филијали (67% од филијалите) се релативно ефикасни, а според резултатите прикажани во прилог 6 може да се забележи дека само една филијала (F7) не се јавува како релативно ефикасна за периодот кој се набљудува. Просечната ефикасност на филијалите по години и по квартали е прикажана на сликите: 4-23-4-24 респективно.

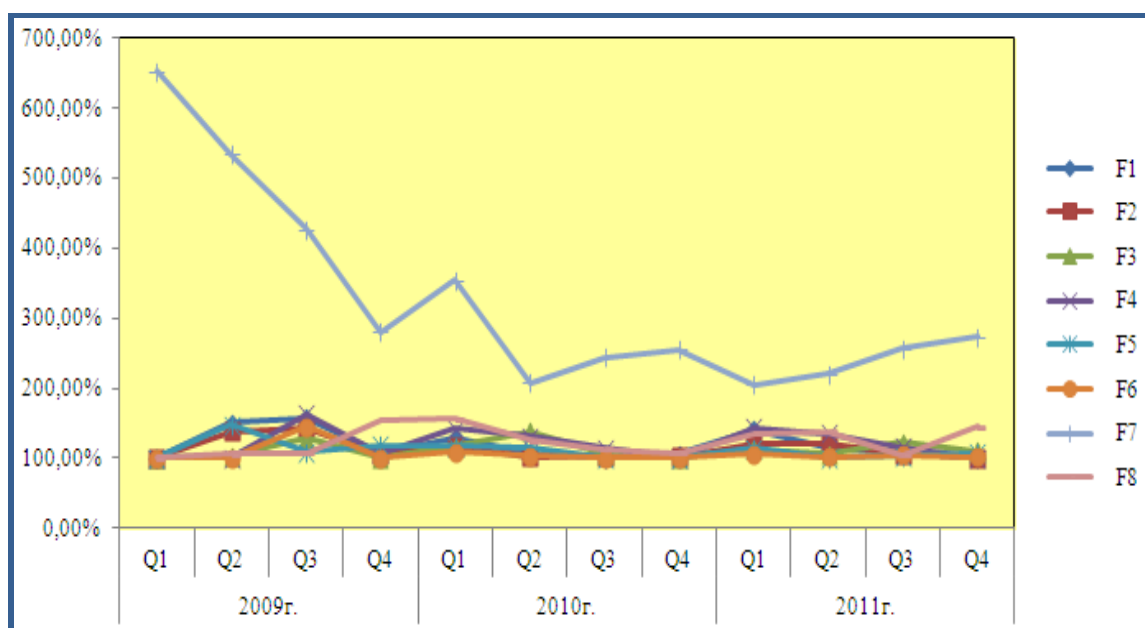
Од слика 4-23 може да се согледа дека:

- Филијалата F1 е релативно ефикасна во 2010 година,
- Филијалите: F2, F3 и F4 се релативно ефикасни во 2009г. и 2011г.;
- Филијалата F5 е релативно ефикасна само во 2009 година;
- Филијалата F6 е релативно ефикасна во целиот набљудуван период;
- Филијалата F7 е релативно неефикасна во набљудуваниот период, но од година во година ја зголемува ефикасноста и

Во 2009 година филијалата F8 е неспоредлива со другите филијали во примерокот, а врз основа на просечната ефикасност за 2011г., истата треба да ги зголеми двата излеза за 31,83% пропорционално за да стане релативно ефикасна.



Слика 4-23 Просечна ефикасност на филијалите по години според првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап



Слика 4-24 Просечна ефикасност на филијалите по квартали според првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап

Мапата на обвивање која е составена врз основа на резултатите добиени со решавање на првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап е прикажана во табела 4-11. Од неа може да се согледа дека филијалата F6 се појавува најмногу пати (14) при вреднување на останатите филијали, потоа следи филијалата F3 (10 пати, од кои еднаш се појавува при вреднување на самата себе), па филијалата F2 (8 пати, од кои еднаш се појавува при вреднување на самата себе), следна е филијалата F1 која 4 пати се појавува при вреднување на останатите филијали и еднаш при вреднување на самата себе, а филијалата F4 се појавува три пати при вреднување на другите филијали. Филијалите: F5 и F8 се појавуваат само при вреднување на самите себе. Важно е да се нагласи дека филијалата F7 ја потврдува неефикасноста затоа што истата не се јавува ниту еднаш при вреднување на останатите филијали.

Табела 4-11 Мапа на обвивање врз основа на резултатите од првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап

DMUs	1	2	3	4	5	6	7	8
Филијала 1	1	1	1	0	0	2	0	0
Филијала 2	1	1	1	0	0	0	0	0
Филијала 3	1	1	1	0	0	0	0	0
Филијала 4	0	1	1	0	0	2	0	0
Филијала 5	0	0	2	0	2	1	0	0
Филијала 6	0	0	0	0	0	0	0	0
Филијала 7	2	4	3	1	0	5	0	0
Филијала 8	0	0	1	2	0	4	0	1
Вкупно	5	8	10	3	2	14	0	1

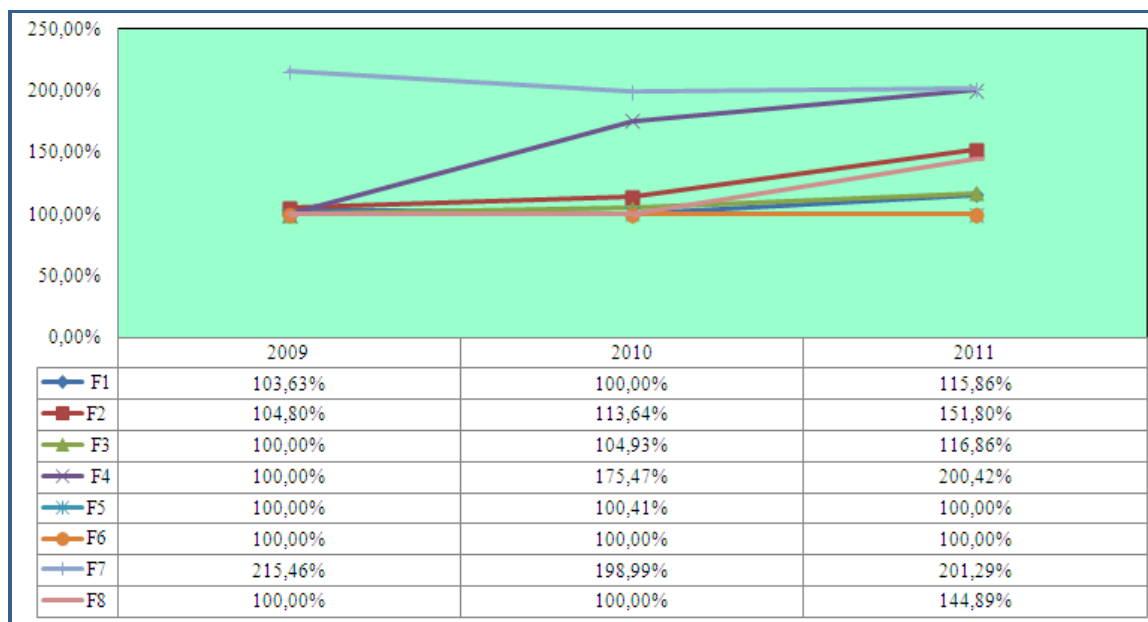
4.2.5.6. Анализа на резултатите од апликацијата на вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап

Од табела 4-7 може да се согледа дека 12 филијали (50% од филијалите) се релативно ефикасни според овој модел на посредничкиот пристап, а од прилог 6 може да се види дека филијалите: F2 и F7 во целиот набљудуван период се релативно неефикасни.

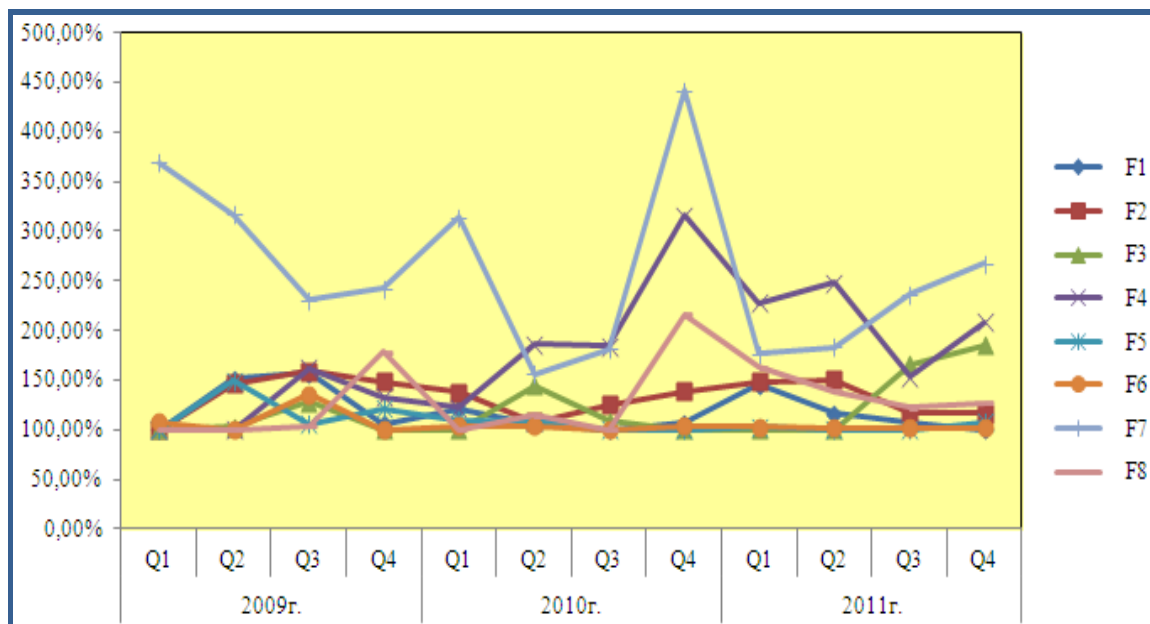
На сликите: 4-25-4-26 е прикажана просечната ефикасност на филијалите на Банката по години и по квартали респективно.

Од слика 4-25 може да се види дека:

- Филијалата F1 е релативно ефикасна само во втората година од набљудуваниот период;
- Филијалата F2 е неефикасна за секоја од набљудуваните години и според просечната ефикасност за 2011 година истата треба да ги зголеми двата излеза за 51,80% пропорционално за да стане релативно ефикасна;
- Филијалите F3 и F4 се релативно ефикасни во 2009 година;
- Филијалата F5 е релативно ефикасна во 2009г. и 2011г.;
- Филијалата F6 е релативно ефикасна во целиот период кој се набљудува;
- Филијалата F7 е релативно неефикасна за секоја од набљудуваните години и
- Филијалата F8 во 2009г., е неспоредлива со другите филијали, во 2010г. е релативно ефикасна, а според просечната ефикасност за 2011г., потребно е да ги зголеми двата излеза за 44,89% пропорционално за да се карактеризира како релативно ефикасна.



Слика 4-25 Просечна ефикасност на филијалите по години според вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап



Слика 4-26 Просечна ефикасност на филијалите по квартали според вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап

Мапата на обвивање која е составена за овој модел е прикажана во табела 4-12. Од оваа табела може да се согледа дека филијалата F6 се појавува најмногу пати (12) при вреднување на останатите филијали, следна е филијалата F3 (10 пати се појавува при вреднување на другите филијали и 2 пати при вреднување на самата себе), па филијалата F8 (8 пати, од кои еднаш се појавува при вреднување на самата себе) итн. За филијалите: F2, F4 и F7 кои не се појавуваат ниту еднаш во вреднување на останатите филијали се потврдува неефикасноста (филијалата F4 е релативно ефикасна во 2009 година).

Табела 4-12 Мапа на обвивање врз основа на резултатите од вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап

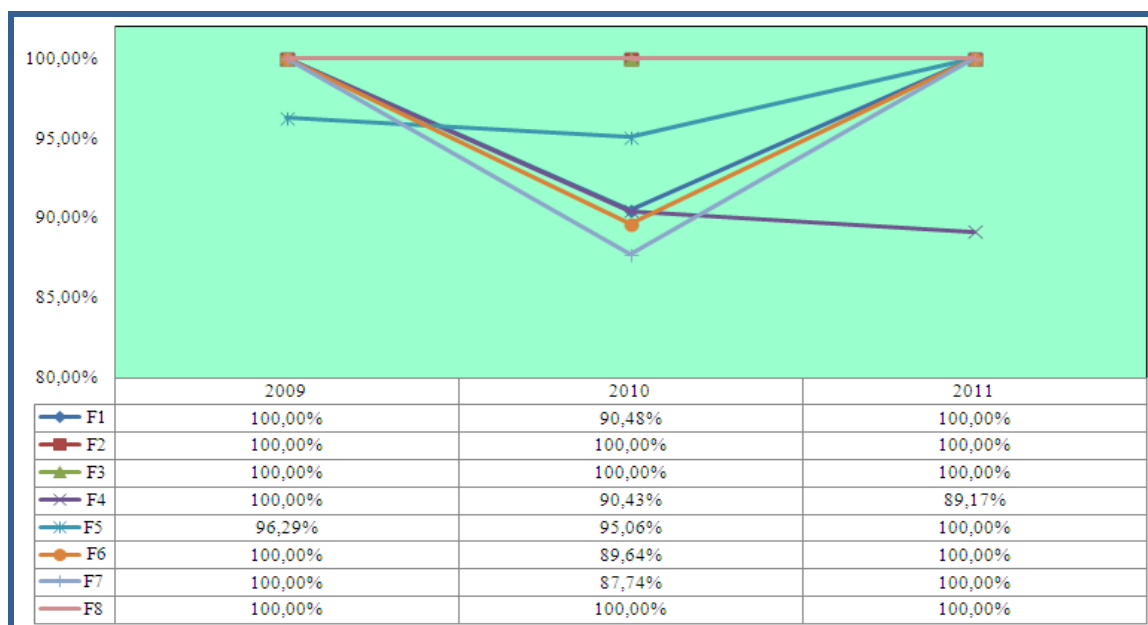
DMUs	1	2	3	4	5	6	7	8
Филијала 1	1	0	1	0	0	2	0	0
Филијала 2	4	0	4	0	0	0	0	0
Филијала 3	1	0	2	0	0	1	0	0
Филијала 4	0	0	1	0	2	3	0	3
Филијала 5	0	0	1	0	1	1	0	1
Филијала 6	0	0	0	0	0	0	0	0
Филијала 7	0	0	3	0	2	4	0	3
Филијала 8	0	0	0	0	1	1	0	1
Вкупно	6	0	12	0	6	12	0	8

4.2.5.7. Анализа на резултатите од апликацијата на првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност

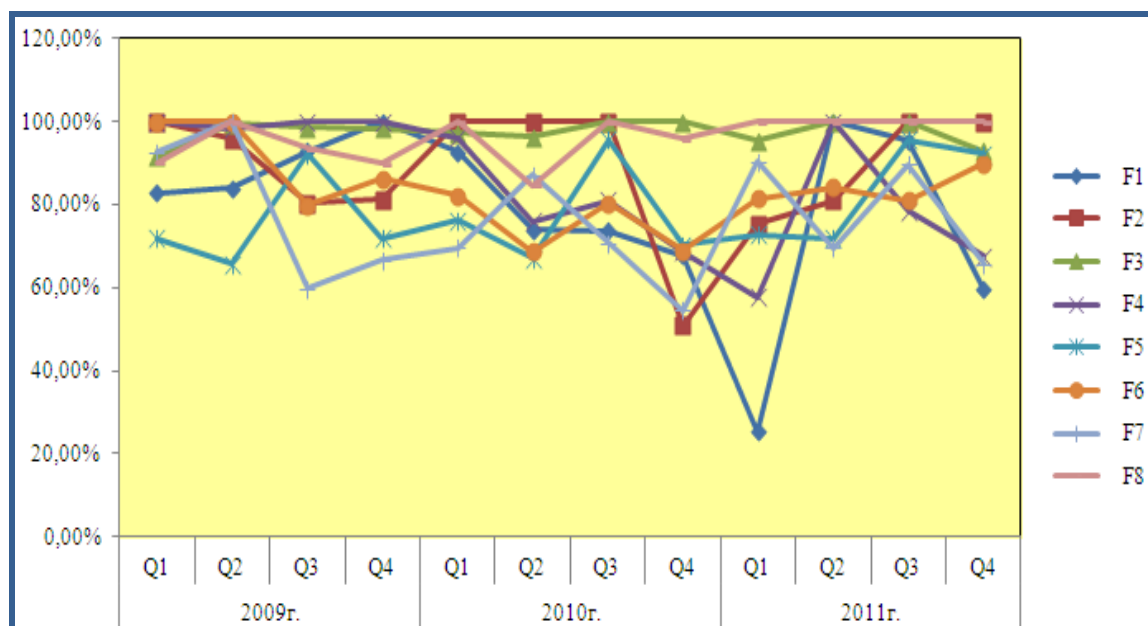
Од табела 4-7 може да се согледа дека 19 филијали (79% од филијалите) се релативно ефикасни според првиот *Window* DEA модел на пристапот на профитабилност. Исто така, врз основа на резултатите за овој модел прикажани во прилог 6, направени се соодветни слики за просечната ефикасност на филијалите на Комерцијална Банка АД Скопје по години и по квартали респективно (слики: 4-27–4-28).

Од слика 4-27 може да се согледа дека:

- Филијалите: F1, F6 и F7 се релативно ефикасни во 2009г. и 2011г.;
- Филијалите: F2, F3 и F8 се релативно ефикасни во целиот набљудуван период;
- Филијалата F4 е релативно ефикасна во 2009г., а според просечната ефикасност за 2011г., истата треба да ги намали двата влеза (расходи за камата и исправка на вредност на побарувања) за 10,83% пропорционално за да биде релативно ефикасна и
- Филијалата F5 е релативно ефикасна во 2011 година.



Слика 4-27 Просечна ефикасност на филијалите по години според првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност



Слика 4-28 Просечна ефикасност на филијалите по квартали според првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност

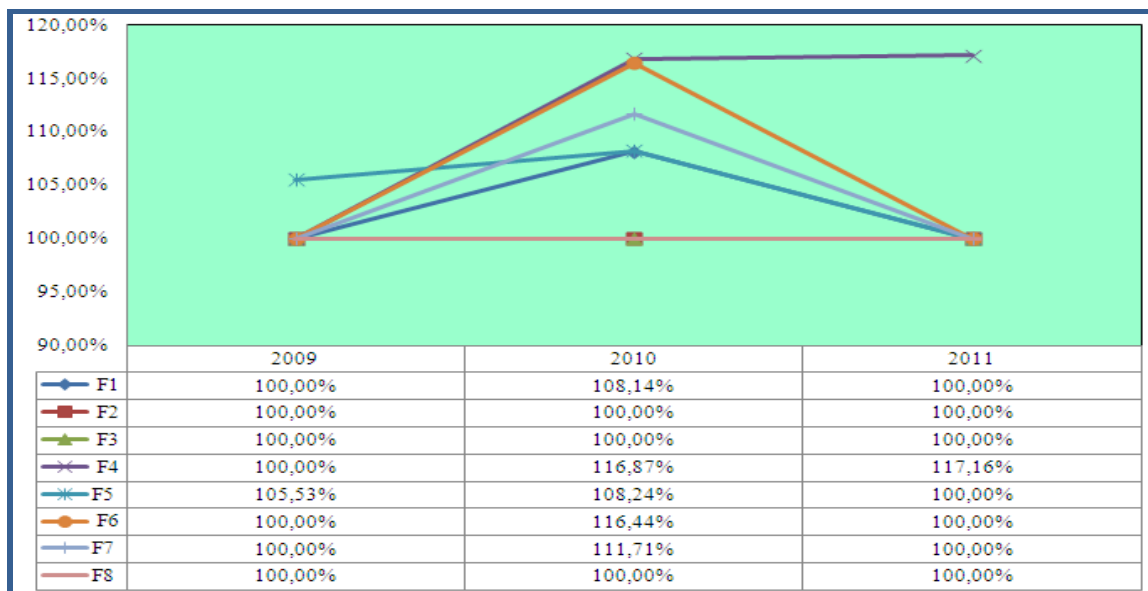
И за овој модел е составена соодветна мапа на обвивање која е прикажана во табела 4-13. Од неа може да се види дека филијалата F3 се појавува најмногу пати (9) при вреднување на останатите филијали, потоа следи филијалата F8 (7 пати), па филијалата F5 (6 пати), додека пак, филијалата F1 се појавува само еднаш и тоа само при вреднување на самата себе.

Табела 4-13 Мапа на обвивање врз основа на резултатите од првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност

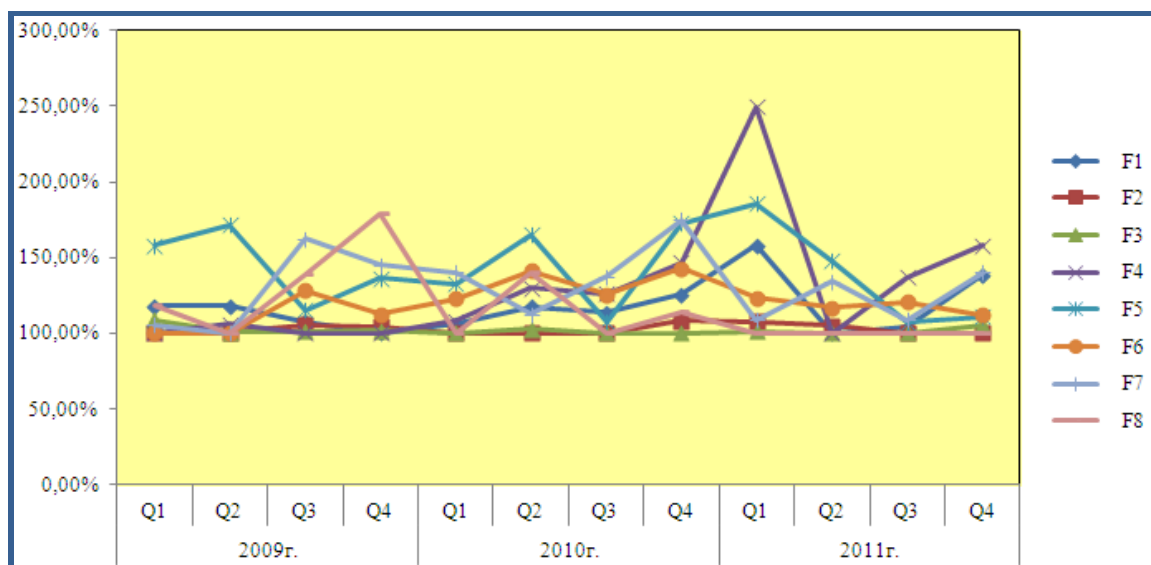
DMUs	1	2	3	4	5	6	7	8
Филијала 1	1	0	1	0	1	0	0	0
Филијала 2	0	0	0	0	0	0	0	0
Филијала 3	0	0	0	0	0	0	0	0
Филијала 4	0	1	3	1	3	1	0	2
Филијала 5	0	1	2	2	0	0	0	2
Филијала 6	0	0	2	1	2	1	0	1
Филијала 7	0	1	1	0	0	0	2	2
Филијала 8	0	0	0	0	0	0	0	0
Вкупно	1	3	9	4	6	2	2	7

4.2.5.8. Анализа на резултатите од апликацијата на првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност

Во овој случај се користат истите влезни и излезни променливи како и во претходниот модел, но разликата е во ориентацијата, односно сега станува збор за излезна ориентација. Бројот на релативно ефикасни филијали е како и во претходниот модел (19 филијали се релативно ефикасни) и тоа се истите филијали, а разлика може да се забележи само во индексот на ефикасност за филијалите кои се неефикасни. Врз основа на резултатите добиени со решавање на овој модел (прилог 6), на слика 4-29 е прикажана просечната ефикасност на филијалите по години, додека пак, на слика 4-30 е прикажана нивната просечна ефикасност по квартали.



Слика 4-29 Просечна ефикасност на филијалите по години според првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност



Слика 4-30 Просечна ефикасност на филијалите по квартали според првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност

Мапата на обвивање која е составена за овој модел е прикажана во табела 4-14. Од неа може да се види дека филијалата F3 се појавува најмногу пати (9) при вреднување на останатите филијали, потоа следи филијалата F8 (6 пати), па филијалата F2 (4 пати) итн.

Табела 4-14 Мапа на обвивање врз основа на резултатите од првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност

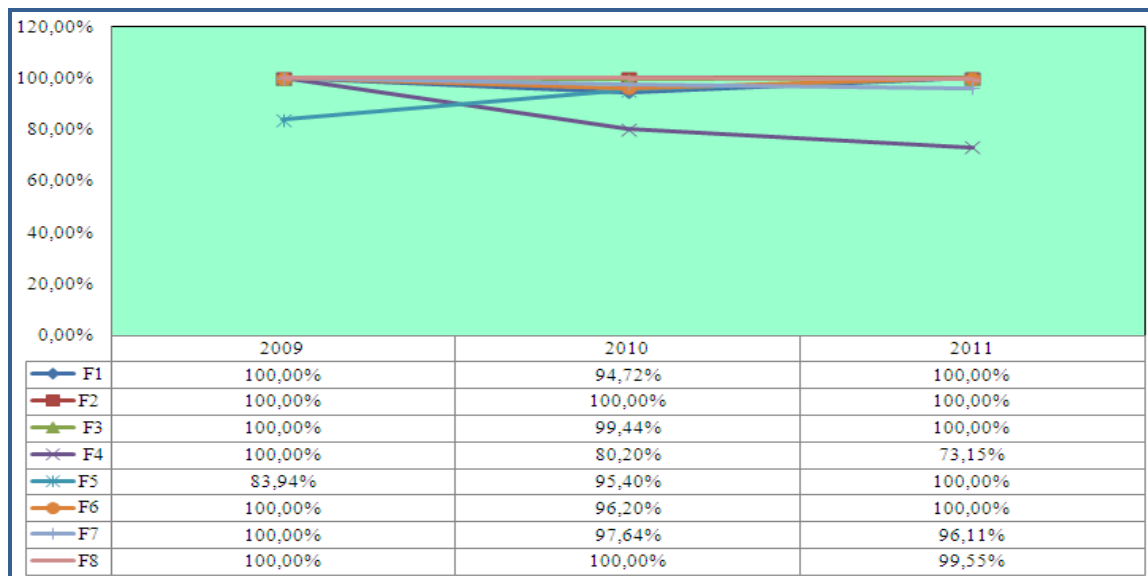
DMUs	1	2	3	4	5	6	7	8
Филијала 1	1	1	1	0	0	0	0	0
Филијала 2	0	0	0	0	0	0	0	0
Филијала 3	0	0	0	0	0	0	0	0
Филијала 4	0	1	3	1	2	1	1	2
Филијала 5	0	1	2	2	0	0	0	2
Филијала 6	0	0	2	1	1	2	0	0
Филијала 7	0	1	1	0	0	0	2	2
Филијала 8	0	0	0	0	0	0	0	0
Вкупно	1	4	9	4	3	3	3	6

4.2.5.9. Анализа на резултатите од апликацијата на вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност

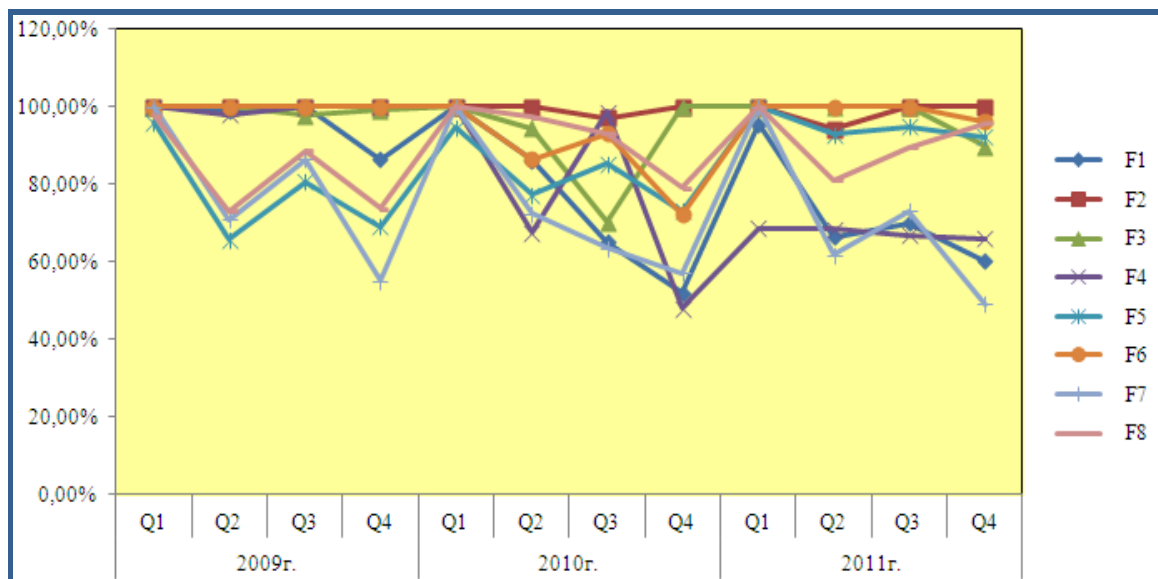
Според прикажаните податоци во табела 4-7 може да се согледа дека 18 филијали (75% од филијалите) се релативно ефикасни според вториот *Window* DEA модел на пристапот на профитабилност. На слика 4-31 е прикажана просечната ефикасност на секоја филијала на Комерцијална банка АД Скопје по години, а нивната просечна ефикасност по квартали е прикажана на слика 4-32.

Од слика 4-31 може да се забележи дека:

- Филијалите: F1, F3 и F6 се релативно ефикасни во 2009г. и 2011г.;
- Филијалата F2 е релативно ефикасна во целиот набљудуван период;
- Филијалите: F4 и F7 се релативно ефикасни само во 2009г.;
- Филијалата F5 е релативно ефикасна во 2011г.;
- Филијалата F8 е релативно ефикасна во 2009г. и 2010г., а многу мало намалување на ефикасноста се забележува во 2011г.



Слика 4-31 Просечна ефикасност на филијалите по години според вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност



Слика 4-32 Просечна ефикасност на филијалите по квартали според вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност

Според резултатите добиени со решавање на овој модел на пристапот на профитабилност е составена мапа на обвивање (табела 4-15). Од оваа табела може да се види дека филијалата F8 се појавува 7 пати при вреднување на останатите филијали и еднаш при вреднување на самата себе, потоа следат филијалите: F1 и F5 (7 пати, од кои 6 при вреднување на останатите филијали и еднаш при вреднување на самите себе), итн. Единствено филијалата F2 не се појавува ниту при вреднување на останатите филијали ниту при вреднување на самата себе.

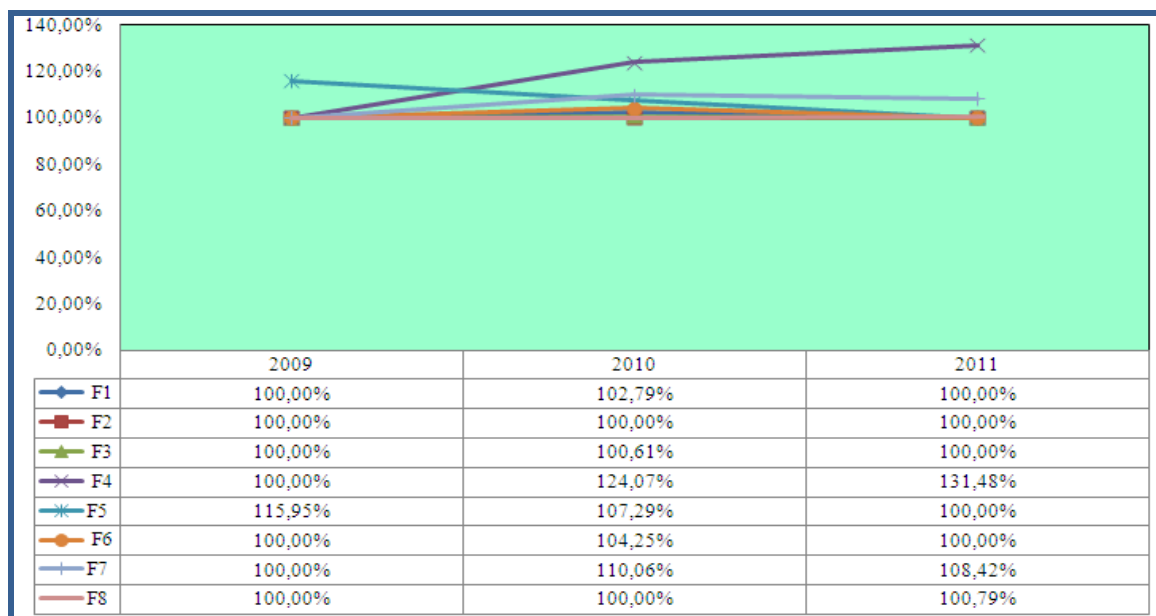
Табела 4-15 Мапа на обвивање врз основа на резултатите од вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност

DMUs	1	2	3	4	5	6	7	8
Филијала 1	1	0	1	0	0	0	0	1
Филијала 2	0	0	0	0	0	0	0	0
Филијала 3	1	0	1	0	1	0	0	0
Филијала 4	1	0	1	1	2	3	0	2
Филијала 5	2	0	0	2	1	1	1	4
Филијала 6	0	0	1	0	1	1	0	0
Филијала 7	2	0	0	0	1	0	2	0
Филијала 8	0	0	0	0	1	1	0	1
Вкупно	7	0	4	3	7	6	3	8

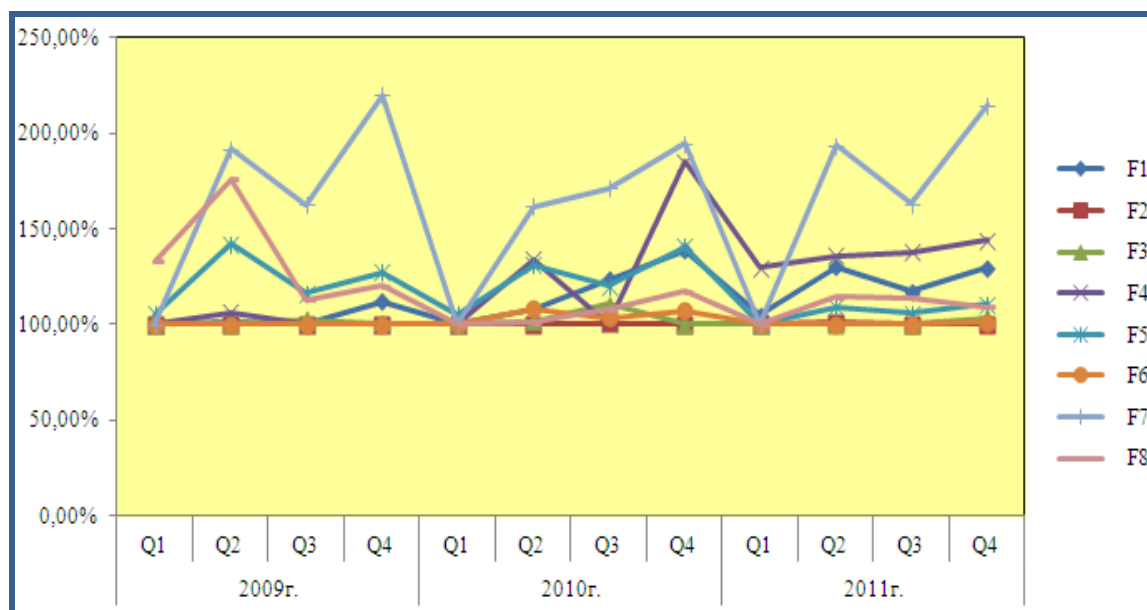
4.2.5.10. Анализа на резултатите од апликацијата на вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност

Бројот на релативно ефикасни филијали е ист како и во претходниот модел (18 филијали се релативно ефикасни) и тоа станува збор за исти филијали, а разлика може да се забележи само во индексот на ефикасност за оние филијали кои се неефикасни.

Според резултатите за овој *Window* DEA модел на пристапот на профитабилност (прилог 6), на слика 4-33 е прикажана просечната ефикасност на филијалите на Банката по години, а на слика 4-34 нивната просечна ефикасност по квартали.



Слика 4-33 Просечна ефикасност на филијалите по години според вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност



Слика 4-34 Просечна ефикасност на филијалите по квартали според вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност

Врз основа на резултатите добиени со решавање на овој модел (прилог 6), составена е мапа на обвивање која е прикажана во табела 4-16. Преку оваа табела може да се согледа дека филијалата F8 се појавува најмногу пати при вреднување на останатите филијали, потоа следи филијалата F6 (7 пати при вреднување на другите филијали и еднаш при вреднување на самата себе), итн.

Табела 4-16 Мапа на обвивање врз основа на резултатите од вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност

DMUs	1	2	3	4	5	6	7	8
Филијала 1	1	0	1	0	0	0	0	1
Филијала 2	0	0	0	0	0	0	0	0
Филијала 3	1	0	1	0	1	0	0	0
Филијала 4	0	0	3	0	1	4	0	3
Филијала 5	2	0	0	2	1	2	1	3
Филијала 6	0	0	1	0	0	1	0	1
Филијала 7	2	0	0	0	2	0	1	1
Филијала 8	0	0	0	0	1	1	0	1
Вкупно	6	0	6	2	6	8	2	10

4.2.5.11. Рангирање на филијалите на Комерцијална Банка АД Скопје според моделот за мерење на суперефикасноста

Вториот *Window* DEA модел на пристапот на профитабилност со специфицирана влезна ориентација повторно е стартуван во софтверот EMS, со тоа што овојпат е избрана и опцијата *superefficiency* за да може да се оцени суперефикасноста на филијалите (суперефикасноста е објаснета во поглавјето 3.2.2).

Во табела 4-17 се прикажани резултатите за две филијали: F1 и F3, кои се добиени со решавање на овој модел.

Доколку се споредат резултатите кои се добиени со решавање на моделот за мерење на суперефикасноста со резултатите од вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност дадени во прилог 6, може да се забележи дека разлики има само во индексот на ефикасност кога овие две филијали се ефикасни, кој според вториот *Window* DEA модел на пристапот на профитабилност (VRS_RAD_IN) (Прилог 6, Табела 8) изнесува 100%, а според овој модел е повисок.

Според просечната ефикасност на филијалите F1 и F3 за последната година од набљудуваниот период, како подобро рангирана се издвојува филијалата F3. Оваа филијала може да ги намали излезите за 62,61% пропорционално, а и понатаму да се карактеризира како релативно ефикасна.

Табела 4-17 Резултати од мерењето на суперефикасноста на филијалите F1 и F3

	2009	2010	2011	Аритметичка средина
F1	174,86%	89,44%		
		113,39%	100,41%	
	174,86%	101,42%	100,41%	125,56%
F3	112,22%	158,74%		
		98,88%	162,61%	
	112,22%	128,81%	162,61%	134,55%

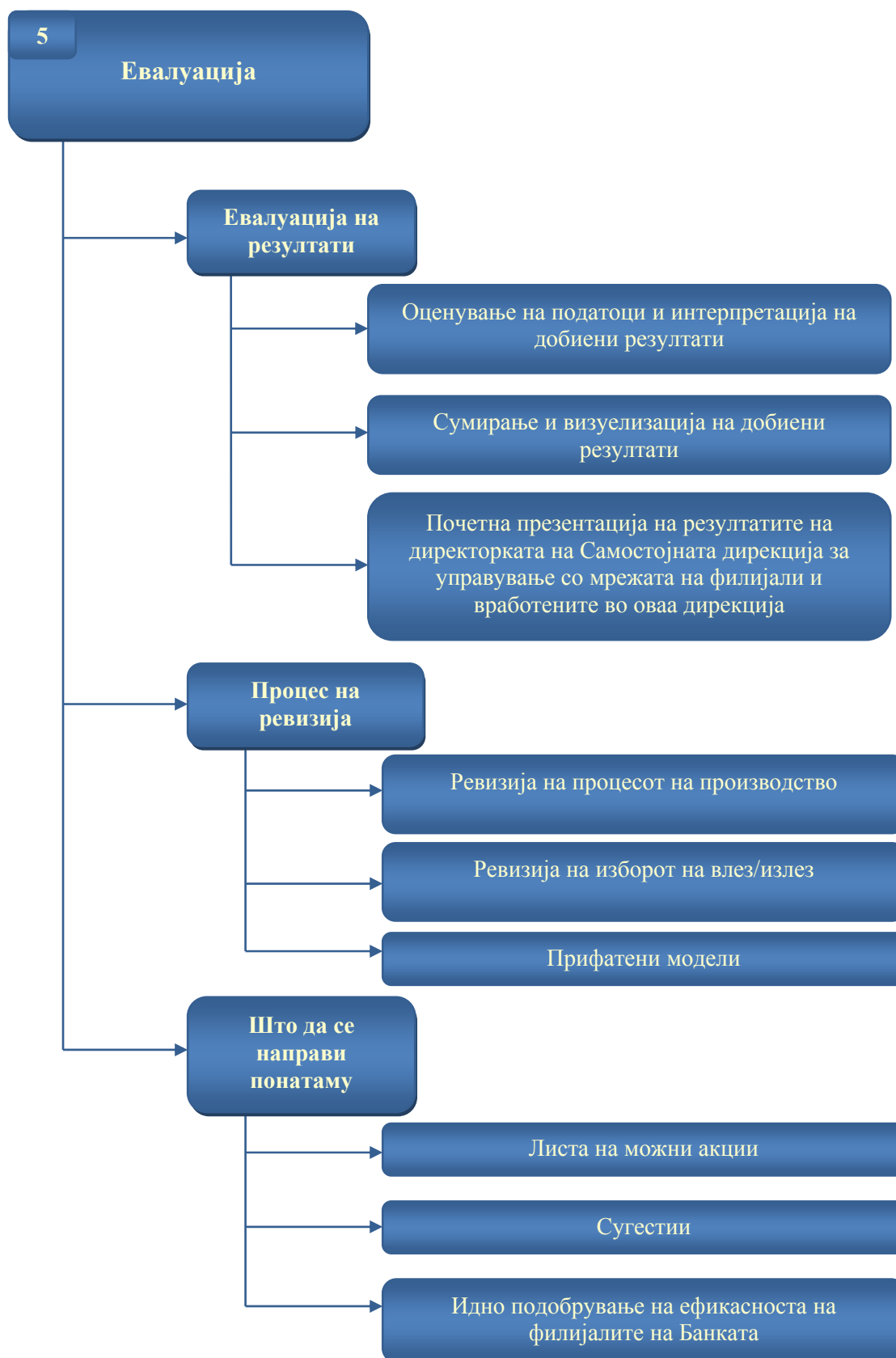
Врз основа на просечната ефикасност на секоја филијала по години, во табела 4-18 е прикажан рангот на филијалите. Од оваа табела може да се согледа дека за секоја од набљудуваните години филијалата F2 е прворангирана, филијалата F1 е на второто место во 2009г., во 2010г. на ова место е филијалата F8, а во 2011г., филијалата F6, итн.

На слика 4-35 е прикажана систематска презентација на петтата фаза на COOPER-овата рамка.

Табела 4-18 Ранг на филијалите на Банката по години⁹³

Филијали	Ранг по години		
	2009	2010	2011
F1	2	6	5
F2	1	1	1
F3	4	4	3
F4	3	8	8
F5	8	7	4
F6	5	3	2
F7	6	5	7
F8	7	2	6

⁹³ Според вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност во кој е избрана и опцијата *superefficiency*.



Слика 4-35 Систематска презентација на петтата фаза на COOPER-овата рамка (прилагодено според Emrouznejad и Witte, 2010)

4.2.6. Шеста фаза – Компаративна анализа на резултатите од различните модели на поодделните пристапи

Во рамките на оваа фаза на COOPER-овата рамка најпрво е направена споредба на резултатите кои се добиени со решавање на *Window* DEA моделите за секој од пристапите во временскиот период 2009г.-2011г. При тоа, предвид е земена просечната ефикасност на секоја филијала според поодделните *Window* DEA модели на трите пристапи (за првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT_WR) на производствениот пристап се користени резултатите од прилог 8, а за останатите модели на пристапите се користени резултатите од прилог 6. Овие резултати се прикажани и интерпретирани во продолжение (табели: 4-19–4-21).

Од табела 4-19 – производствен пристап, може да се согледа дека за 2009 година најдобри резултати се добиени според третиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT), во кој како влезови се користат: персонал (број на вработени) и исправка на вредност на побарувања, а излези се: кредитирање на стопанство и кредитирање на население со што со даденото ниво на влезови треба да се максимизираат излезите.

За наредните две години со вакви резултати се истакнува вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT), во кој како влезови се користат: персонал (плати за вработени) и материјални трошоци, а излези се: платен промет во земјата и платен промет со странство, а специфицирана е излезна ориентација на моделот.

Исто така, од оваа табела може да се согледа дека за 2010 година за секој од моделите на производствениот пристап филијалата F3 е релативно ефикасна, а во 2011 година тоа е филијалата F5. Во однос на првата година од набљудуваниот период, ваква констатација не може да се даде за филијалата F8 затоа што истата е неспоредлива со останатите филијали за првиот и третот модел на производствениот пристап (објаснето во поглавјето 4.2.2.4).

Табела 4-19 Споредба на резултати од *Window* DEA моделите на производствениот пристап

ПРОИЗВОДСТВЕН ПРИСТАП	Просечна ефикасност на филијалите по години (просек на резултати за секоја филијала кој е добиен по колона)		
	2009 година		
Филијали	Прв <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT_WR)	Втор <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT)	Трет <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT)
F1	168,41%	146,59%	109,59%
F2	106,54%	100,00%	101,71%
F3	100,00%	114,84%	100,00%
F4	109,07%	100,00%	106,84%
F5	103,64%	140,76%	100,00%
F6	238,57%	122,05%	106,76%
F7	100,00%	100,00%	161,45%
F8	100,00%	100,00%	100,00%
Просек	128,28%	115,53%	110,79%
2010 година			
Филијали	Прв <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT_WR)	Втор <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT)	Трет <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT)
F1	113,27%	116,41%	100,00%
F2	100,00%	100,00%	108,42%
F3	100,00%	100,00%	100,00%
F4	150,59%	100,00%	202,81%
F5	100,00%	117,23%	100,00%
F6	145,59%	121,97%	100,00%
F7	100,00%	146,87%	111,39%
F8	137,24%	100,96%	100,00%
Просек	118,34%	112,93%	115,33%
2011 година			
Филијали	Прв <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT_WR)	Втор <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT)	Трет <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT)
F1	102,74%	115,29%	115,25%
F2	100,00%	100,00%	126,54%
F3	112,05%	100,00%	110,48%
F4	128,64%	100,00%	198,02%
F5	100,00%	100,00%	100,00%
F6	117,69%	121,62%	100,00%
F7	100,00%	141,52%	100,00%
F8	154,05%	100,00%	123,92%
Просек	114,40%	109,80%	121,78%

Споредбата на резултатите од *Window* DEA моделите на **посредничкиот пристап** за поодделните години од периодот кој се набљудува е прикажана во табела 4-20. Од оваа табела може да се види дека за 2009 година и 2010 година подобри резултати се добиени со вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) во кој како влезни променливи се користат: депозитна база и трошоци на работење (трошоци за плати и материјални трошоци), а како излезни променливи: кредитирање на население и кредитирање на стопанство, а ориентацијата на моделот е излезна. Во 2011 година со вакви резултати се карактеризира првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап, во кој како влез се користи: депозитната база, а излези се: кредитирање на стопанство, кредитирање на население и банкарски картички, а исто така и за овој модел ориентацијата е излезна.

Во 2009 година според двата *Window* DEA модели на посредничкиот пристап, филијалите: F3, F4, F5 и F6 се релативно ефикасни, во 2010г., таков е случајот со филијалите: F1 и F6, а во 2011г., со филијалата F6. Исто така, според прикажаните резултати во табела 4-20 може да се согледа дека една филијала, односно филијалата F7 значително отскокнува од останатите филијали по својата релативна неефикасност.

Табела 4-20 Споредба на резултати од *Window* DEA моделите на посредничкиот пристап

ПОСРЕДНИЧКИ ПРИСТАП	Прочесна ефикасност на филијалите по година (просек на резултати за секоја филијала кој е добиен по колона)	
	2009 година	
Филијали	Прв <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT)	Втор <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT)
F1	103,63%	103,63%
F2	100,00%	104,80%
F3	100,00%	100,00%
F4	100,00%	100,00%
F5	100,00%	100,00%
F6	100,00%	100,00%
F7	378,48%	215,46%
F8	108,29%	100,00%
Просек	136,30%	115,49%
	2010 година	
Филијали	Прв <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT)	Втор <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT)
F1	100,00%	100,00%
F2	105,64%	113,64%
F3	105,89%	104,93%
F4	147,11%	175,47%
F5	105,37%	100,41%
F6	100,00%	100,00%
F7	255,94%	198,99%
F8	128,85%	100,00%
Просек	131,10%	124,18%
	2011 година	
Филијали	Прв <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT)	Втор <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT)
F1	113,80%	115,86%
F2	100,00%	151,80%
F3	100,00%	116,86%
F4	100,00%	200,42%
F5	107,92%	100,00%
F6	100,00%	100,00%
F7	237,16%	201,29%
F8	131,83%	144,89%
Просек	123,84%	141,39%

Во табела 4-21 е прикажана споредбата на резултати од *Window* DEA моделите на пристапот на профитабилност по поодделните години од временскиот период кој се набљудува.

Овде е важно да се нагласи дека се користат два модела за кои е специфицирана и влезна и излезна ориентација. Филијалите кои се релативно ефикасни според моделот за кој е специфицирана влезна ориентација се релативно ефикасни за тој модел и при специфицирана излезна ориентација.

Ако се направи споредба на прикажаните резултати од првиот и вториот *Window* DEA модел со специфицирана влезна ориентација, може да се согледа дека истите се подобри според првиот модел за 2009 година и 2011 година, а според вториот модел за 2010 година, а истите констатации важат и за случајот кога е специфицирана излезна ориентација.

Според двата модела при влезна, односно при излезна ориентација филијалите: F1, F2, F3, F4, F6, F7 и F8 се релативно ефикасни во 2009 година, во 2010г. тоа се филијалите: F2 и F8, а во 2011г. филијалите: F1, F2, F3, F5 и F6.

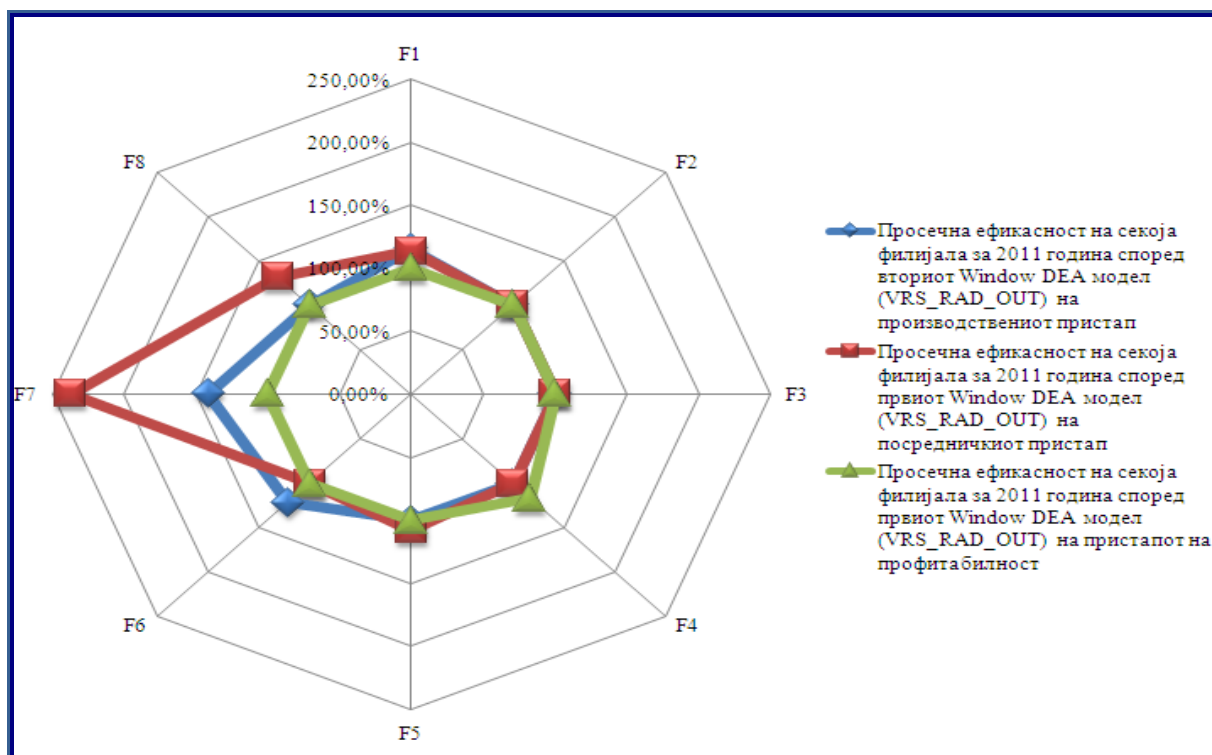
Исто така, важно е да се нагласи дека најдобри резултати се постигнати со решавање на *Window* DEA моделите на пристапот на профитабилност, со што се потврдува успешноста на работењето на филијалите, а со тоа и на Банката како целина.

Табела 4-21 Споредба на резултати од *Window* DEA моделите на пристапот на профитабилност

ПРИСТАП НА ПРОФИТАБИЛНОСТ	Просечна ефикасност на филијалите по години (просек на резултати за секоја филијала кој е добиен по колона)			
	2009 година			
Филијали	Прв <i>Window</i> DEA модел		Втор <i>Window</i> DEA модел	
	(VRS_RAD_IN)	(VRS_RAD_OUT)	(VRS_RAD_IN)	(VRS_RAD_OUT)
F1	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
F2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
F3	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
F4	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
F5	96,29%	105,53%	83,94%	115,95%
F6	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
F7	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
F8	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Просек	99,54%	100,69%	97,99%	101,99%
	2010 година			
	Прв <i>Window</i> DEA модел		Втор <i>Window</i> DEA модел	
	(VRS_RAD_IN)	(VRS_RAD_OUT)	(VRS_RAD_IN)	(VRS_RAD_OUT)
F1	90,48%	108,14%	94,72%	102,79%
F2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
F3	100,00%	100,00%	99,44%	100,61%
F4	90,43%	116,87%	80,20%	124,07%
F5	95,06%	108,24%	95,40%	107,29%
F6	89,64%	116,44%	96,20%	104,25%
F7	87,74%	111,71%	97,64%	110,06%
F8	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Просек	94,17%	107,67%	95,45%	106,13%
	2011 година			
	Прв <i>Window</i> DEA модел		Втор <i>Window</i> DEA модел	
	(VRS_RAD_IN)	(VRS_RAD_OUT)	(VRS_RAD_IN)	(VRS_RAD_OUT)
F1	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
F2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
F3	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
F4	89,17%	117,16%	73,15%	131,48%
F5	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
F6	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
F7	100,00%	100,00%	96,11%	108,42%
F8	100,00%	100,00%	99,55%	100,79%
Просек	98,65%	102,15%	96,10%	105,09%

Во продолжение, за секој од трите пристапи е издвоен моделот кој во 2011г., се карактеризира со најдобри резултати. Според производствениот пристап тоа е вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT), според посредничкиот пристап е одбран првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT), а за пристапот на профитабилност е одбран првиот *Window* DEA модел кој е влезно-ориентиран, но заради соодветна компаративна анализа во однос на ориентацијата предвид е земен првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) со излезна ориентација.

Од избраните модели на поодделните пристапи предвид е земена просечната ефикасност на филијалите за 2011 година и на слика 4-36 е даден соодветен графички приказ. Од оваа слика може да се согледа дека филијалата F7 во однос на останатите филијали се издвојува како релативно неефикасна според вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап и посебно според првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап. Филијалата F6 е релативно неефикасна според избраниот модел на производствениот пристап, а според другите два избрани модела истата е релативно ефикасна. Филијалата F8 е неефикасна според првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап, а според останатите два избрани модела истата е релативно ефикасна итн.



Слика 4-36 Споредба на филијали за избрани *Window* DEA модели од секој пристап за 2011 година

Исто така, техниката *Window DEA* анализа овозможува да се идентификуваат кои се најдобрите, а кои се најлошите единици за кои се одлучува во примерокот кој е предмет на анализа и тоа во релативна смисла. Во таа насока, врз основа на просекот на четирите DEA резултати на ефикасност за секоја од филијалите во набљудуваниот примерок, во продолжение се издвоени филијалите на Комерцијална банка АД Скопје кои се карактеризираат со најдобар, односно најлош просечен DEA резултат за секој од моделите на трите користени пристапи (Табела 4-22).

Според првиот модел на производствениот пристап во кој се вклучени ограничувања на тежините на променливите, како релативно ефикасна се издвојува филијалата F7, додека пак, филијалата F6 според просечниот DEA резултат (161,86%) е најнеефикасна. Кога станува пак збор за вториот модел на овој пристап, просечниот DEA резултат за две филијали и тоа: F2 и F4 е 100,00% и истите се најдобри во набљудуваниот примерок, додека пак, филијалата F7 е најнеефикасна (133,81%). Кога предвид е земен третиот модел на производствениот пристап, според просечниот DEA резултат најдобра е филијалата F5 (100,00%), а најнеефикасна е филијалата F4 (177,62%).

Од наведеното може да се согледа дека според просечниот DEA резултат за првиот модел на производствениот пристап најдобра е филијалата F7, но според просечниот DEA резултат за вториот модел на овој пристап, истата е најнеефикасна. Исто така, филијалата F4 има најдобар просечен DEA резултат за вториот модел, а според ваквиот резултат за третиот модел е најнеефикасна. Тоа се случува затоа што за различни DEA модели се избрани и различни влезни и излезни променливи што воедно влијае на конечните резултати.

Според просечниот DEA резултат и за првиот и за вториот модел на посредничкиот пристап како најдобра се издвојува филијалата F6 (100,00%), а филијалата F7 според ваквиот резултат е најнеефикасна (просечниот DEA резултат за првиот модел е 281,88%, а за вториот модел е 203,68%).

Кога предвид е земен пристапот на профитабилност, според просечниот DEA резултат за првиот влезно/излезно-ориентируваниот модел, како најдобри се јавуваат следните три филијали: F2, F3 и F8, додека пак филијалата F4 според ваквиот резултат се карактеризира како најнеефикасна (просечниот DEA резултат за влезно-ориентируваниот модел е 92,51%, а за излезно-ориентируваниот модел е 112,72%). Според вториот влезно, односно излезно-ориентиран модел на овој пристап, филијалата F2

која беше идентификувана како една од најдобрите според просечниот DEA резултат за првиот модел и за овој модел за неа важи истата констатација, а исто така, како и за првиот модел, така и за овој модел на пристапот на профитабилност, филијалата F4 е најнеефикасна во примерокот за анализа (просечниот DEA резултат за влезно-ориентираниот модел е 83,39%, а за излезно-ориентираниот модел е 119,91%).

Табела 4-22 Филијали на Комерцијална банка АД Скопје со најдобар и со најлош просечен DEA резултат за секој модел на поодделните пристапи за набљудуваниот период

Пристапи	Модел	Филијали со најдобар просечен DEA резултат (100%)	Филијали со најлош просечен DEA резултат
Производствен пристап	Прв модел (VRS RAD OUT WR)	F7	F6 (161,86%)
	Втор модел (VRS RAD OUT)	F2 и F4	F7 (133,81%)
	Трет модел (VRS RAD OUT)	F5	F4 (177,62%)
Посреднички пристап	Прв модел (VRS RAD OUT)	F6	F7 (281,88%)
	Втор модел (VRS RAD OUT)		F7 (203,68%)
Пристап на профитабилност	Прв модел (VRS RAD IN)	F2, F3 и F8	F4 (92,51%)
	Прв модел (VRS RAD OUT)		F4 (112,72%)
	Втор модел (VRS RAD IN)	F2	F4 (83,39%)
	Втор модел (VRS RAD OUT)		F4 (119,91%)

Резултатите за ефикасноста (производствена (оперативна), добиена врз основа на посредничкиот пристап и финансиска) прикажани во рамките на ова поглавје беа презентирани и интерпретирани во Банката и со истите се потврди работењето на нејзините филијали во однос на ефикасноста. Според тоа, може да се констатира дека моделите кои се развиени и аплицирани во истражувањето спроведено во Комерцијална банка АД Скопје кое ги опфати филијалите кои се лоцирани низ Р. Македонија можат да се користат во Банката со што би се имплементирал еден повторлив DEA процес кој ќе овозможи континуирано подобрување на ефикасноста на филијалите.

ГЛАВА 5

АНР МОДЕЛИ ЗА РАНГИРАЊЕ НА ЕКСПОЗИТУРИТЕ НА КОМЕРЦИЈАЛНА БАНКА АД СКОПЈЕ



5.1. Тек на вториот дел на емпириското истражување спроведено во Комерцијална банка АД Скопје

5.2. Примена на методата АНР за рангирање на експозитурите на Комерцијална банка АД Скопје

5.2.1. Развој на АНР модели за рангирање на експозитурите на Комерцијална банка АД Скопје

5.2.2. Споредување на елементите на секое хиерархиско ниво во парови со користење на софтверот *Super Decisions*

5.2.3. Компаративна анализа на добиените резултати

5.2.4. Сензитивна анализа со користење на софтверската алатка *Expert Choice*

5.2.4.1. Сензитивна анализа за првиот АНР модел

5.2.4.2. Сензитивна анализа за вториот АНР модел

5.2.4.3. Сензитивна анализа за третиот АНР модел

5.1. Тек на вториот дел на емпириското истражување спроведено во Комерцијална банка АД Скопје

Во овој дел од истражувањето се опфатени експозитурите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани во Скопје за да се изврши нивно рангирање со примена на најпознатата метода за повеќекритериумска анализа – аналитички хиерархиски процес - АНР.

За да се добијат информации за профилот на експозитурите на Банката (прикажани на слика 5-1) беше спроведено интервју со директорката на Самостојната дирекција за платен промет во земјата.



• Експозитура 11 Октомври
• Експозитура Автокоманда
• Експозитура Бисер
• Експозитура Букет
• Експозитура Буњаковец
• Експозитура Бутел
• Експозитура Влае
• Експозитура Водњанска
• Експозитура ГТЦ I
• Експозитура Драчево
• Експозитура Горче Петров
• Експозитура Економски факултет
• Експозитура Јане Сандански
• Експозитура ЈАТ
• Експозитура Капиштец
• Експозитура Кјуби
• Експозитура Лептокарија
• Експозитура Лисиче
• Експозитура Макпетрол
• Експозитура Маџари
• Експозитура МВР
• Експозитура Нова Македонија
• Експозитура Ново Лисиче
• Експозитура Партизанска
• Експозитура Расадник
• Експозитура Рузвелтова
• Експозитура Скопјанка
• Експозитура Стопанска комора на Македонија
• Експозитура Судска Палата
• Експозитура Топанско поле
• Експозитура Цветан Димов
• Експозитура Централа
• Експозитура Чаир
• Експозитура Ченто
• Експозитура Чешма
• Експозитура Шуто Оризари

Слика 5-1 Експозитури на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани во Скопје

Според бројот на активни шалтери беа утврдени три групи на експозитури и тоа:

- Група А со 1-3 активни шалтери;
- Група Б со 2-5 активни шалтери и
- Група В со 4-9 активни шалтери.

Првата и втората група на експозитури (групите: А и Б) се разликуваат само по бројот на вработени, а третата група на експозитури (група В), освен по бројот на вработени, отстапува од првите две по тоа што има шалтери за тековни сметки на кои можат да се вршат следните услуги: трајни налози за комунални услуги, издавање листи на кодови, документи за банкарски картички, договори за електронско банкарство и внес на пензии. Видовите на активности по групите на експозитури се прикажани во табела 5-1.

Табела 5-1 Видови на активности по групи на експозитури

Групи на експозитури	Вид на активности																	
	денарско штедење	жиро сметки	девизно штедење	кредитирање	тековни сметки	менувачко работење	разни основи	јавни услуги	мастер картички	службен пат	провизија	платен промет	изводи платен промет	трајни налози за комунални услуги	издавање листи на кодови	документи за банкарски картички	договори за електронско банкарство	внес на пензии
Група А	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	×	×	×
Група Б	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	×	×	×
Група В	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ - да, × – не

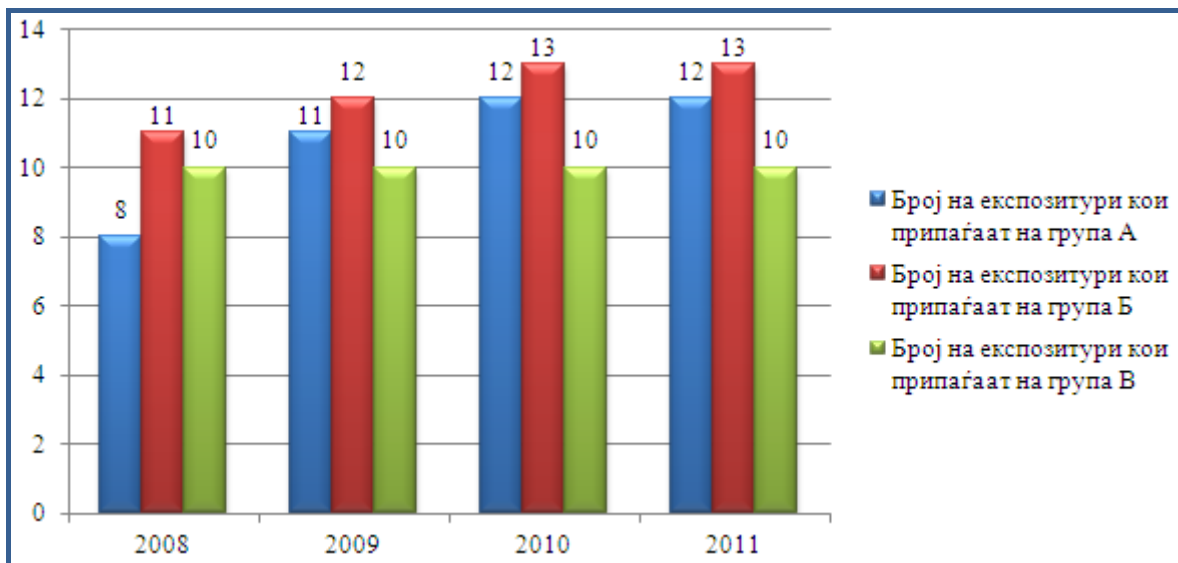
За рангирање на експозитурите во групите во кои припаѓаат се одлучи да се опфати период од 4 години, поточно од 2008 до 2011 година.

Бројот на експозитури кои припаѓаат на поодделните групи за наведениот период е прикажан на слика 5-2 од каде може да се согледа дека во групата А во 2008 година припаѓаат 8 експозитури, во 2009 година 11 експозитури, а во 2010 и 2011 година по 12 експозитури. Во групата Б во 2008 година припаѓаат 11 експозитури, во 2009 година 12 експозитури, додека, пак, во 2010 и 2011 година по 13 експозитури. Во групата В во секоја година од набљудуваниот период бројот на експозитури е 10.

Во прилог 9 е прикажано кои експозитури припаѓаат на поодделните групи во набљудуваниот период.

Од слика 5-1 може да се види дека Комерцијална банка АД Скопје има 36 експозитури во Скопје, но Централата е изземена од анализата затоа што трансакциите што се остваруваат во истата се значително обемни и покомплексни и не можат да бидат споредливи и ставени во корелации кои беа направени меѓу трите групи на експозитури.

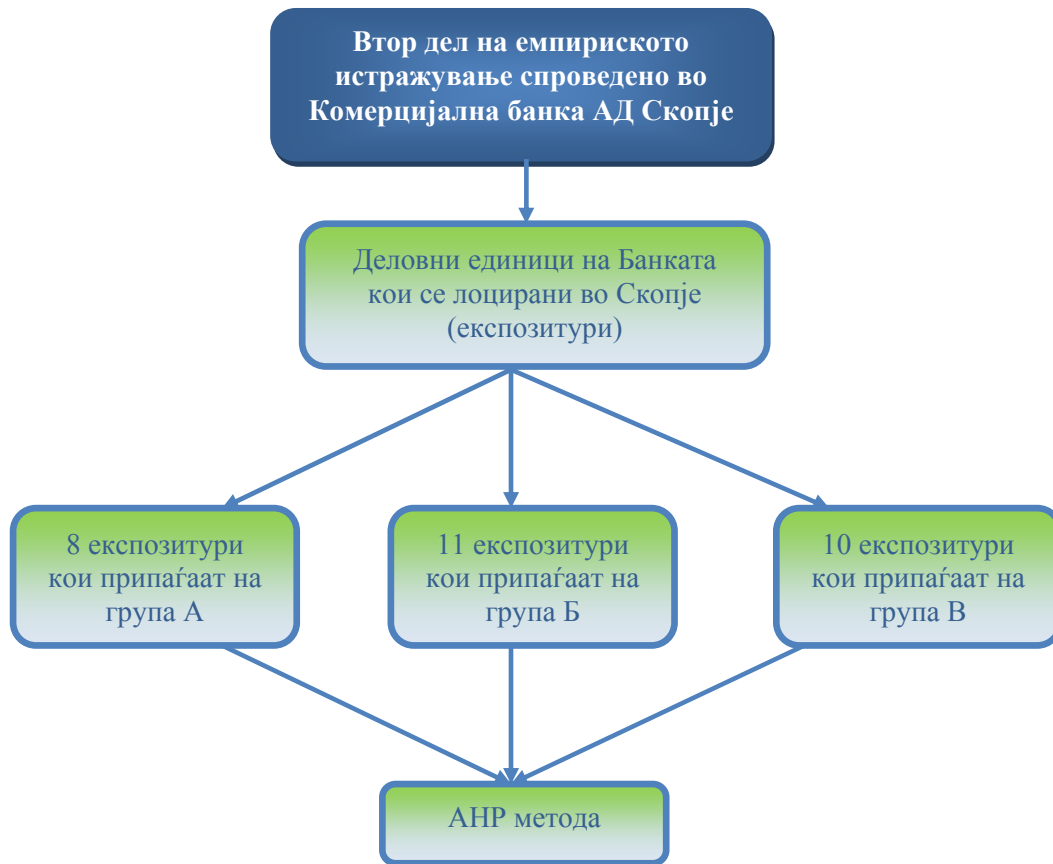
Во третата група на експозитури (група В) само експозитурата 10 нема шалтер за тековни сметки, а експозитурите 13 и 14, освен услугите на шалтерите за тековни сметки, вршат и платен промет со странство за правни лица.



Слика 5-2 Број на експозитури на Банката кои се лоцирани во Скопје по поодделни групи во набљудуваниот период (2008-2011г.)

Врз основа на добиените информации за начинот на кој работат експозитурите (во нив нема фиксен број на вработени, не работат кредитирање), утврдено е дека нема да можат да се користат пристапите како кај филијалите (производствен, посреднички и пристап на профитабилност) и за трите групи на експозитури се конструирани АНР модели за нивно рангирање во временскиот период од 2008 до 2011 година (слика 5-3). Заради адекватна компаративна анализа, примерокот на експозитури за секоја од групите за 2008 година, се користи за целиот набљудуван период.

Во продолжение е даден шематски приказ на вториот дел од емпириското истражување, како и примената на повеќекритериумската метода АНР за рангирање на експозитурите на Комерцијална банка АД Скопје.



Слика 5-3 Втор дел на истражувањето реализирано во Комерцијална банка АД Скопје

5.2. Примена на методата АНР за рангирање на експозитурите на Комерцијална банка АД Скопје

Чекорите низ кои се применува повеќекритериумската метода АНР (поглавје 2.1.1) се реализирани со соодветна софтверска поддршка, поточно за првите три чекори се користи софтверската алатка *Super Decisions* (поглавја: 5.2.1 - 5.2.4), а за четвртиот чекор, односно за сензитивната анализа се користи софтверската алатка *Expert Choice* (поглавје 5.2.5).

5.2.1. Развој на АНР модели за рангирање на експозитурите на Комерцијална банка АД Скопје

Во поглавјето 5.1. беше објаснето дека според бројот на активни шалтери се дефинирани три групи на експозитури: А, Б и В, а временскиот период кој се разгледува е четири години (од 2008 до 2011 година).

Една од поставените цели во истражувањето е да се изврши рангирање на експозитурите на Банката во рамките на групите во кои припаѓаат во набљудуваниот

период. Според тоа, треба да се развијат три АНР модели (по еден за секоја група). Во секој модел алтернативи претставуваат експозитурите од соодветната група, а за да се утврдат критериуми беше спроведено интервју со директорката на Самостојната дирекција за платен промет во земјата. При тоа, предвид беа земени активностите кои се одвиваат во групите на експозитури (табела 5-1), па, според вредноста на секоја од нив (според податоци од Банката)⁹⁴ беа избрани осум активности кои се карактеризираат со највисоки вредности во набљудуваниот период и истите се во улога на критериуми (за сите модели критериумите се исти), а тие се:

1. Денарско штедење
2. Девизно штедење
3. Тековни сметки
4. Менувачко работење
5. Јавни услуги
6. Мастер картички
7. Провизија и
8. Платен промет

Кратко објаснување на наведените критериуми е дадено во табела 5-2.

Табела 5-2 Објаснување на критериумите во истражувањето кое се однесува на експозитурите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани во Скопје

Критериуми	Објаснување
Денарско штедење	уплати и исплати од книшка, камата, полномоштва, застапништва, отворање, замена на книшки и сл.
Девизно штедење	уплати и исплати од книшка, девизен залог, конверзија, камата, полномоштва, застапништва, отворање, замена на книшки и сл.
Тековни сметки	готовински уплати и исплати и безготовински преноси на средства, камати, изводи, отворање на трансакциска сметка, полномоштва застапништва и сл.
Менувачко работење	откуп/продажба на ефектива, курсни разлики-менувачко работење, инкасо чекови
Јавни услуги	уплата на сметки за јавни услуги, за амбасади, <i>Western Union</i>
Мастер картички	уплати и исплати
Провизија	ставки кои ги обработува шалтерскиот работник паралелно со налозите за кои се пресметува провизија
Платен промет	безготовински налози и готовински трансакции (уплати и исплати) што се спроведуваат преку платните инструменти во денарскиот платен промет

⁹⁴ Користени се податоци од интерни извештаи од службите на Банката.

На слика 5-4 е прикажан хиерархискиот модел за рангирање на експозитурите кои припаѓаат на група А, а на аналоген начин можат да се прикажат и другите два АНР модела.

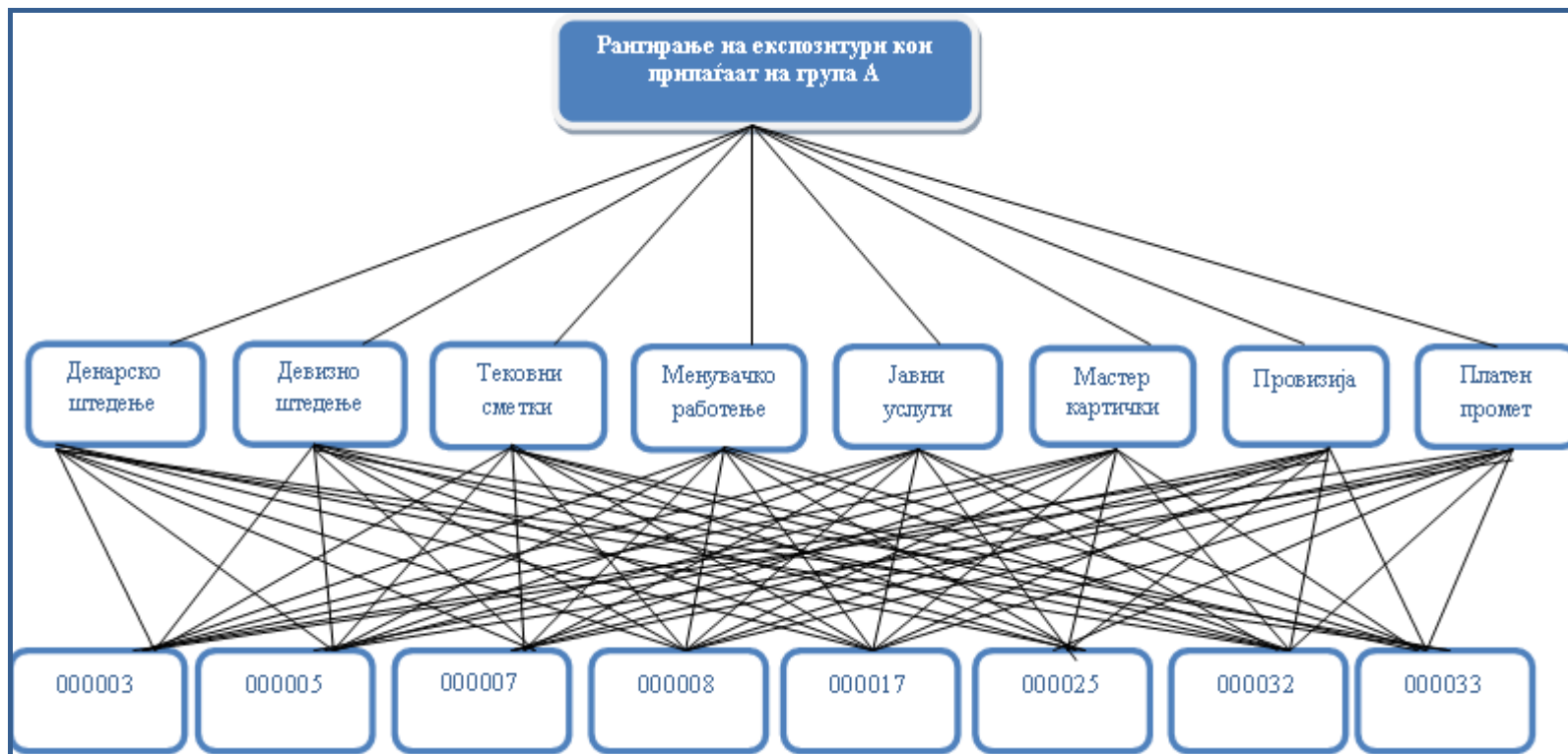
Исто така, во текот на интервјуто беше укажано дека за да се добијат потребните податоци за моделите, ќе биде изготвен анкетен прашалник во кој испитаникот треба да ги спореди критериумите кои се дадени во парови со тоа што ќе ја користи опцијата важност (т.е. кој од двата критериума кои се споредуваат во пар е поважен за целта - рангирање на експозитурите во групите во кои припаѓаат во набљудуваниот временски период) и своите преференции ќе треба да ги изрази со помош на фундаменталната скала на Saaty (поглавје 2.1.1). Потоа, во истиот прашалник испитаникот треба да ги спореди алтернативите, односно експозитурите кои се дадени во парови во однос на секој критериум и врз основа на податоците за набљудуваниот период да ја користи опцијата приоритетност (на која од двете експозитури кои се споредуваат во пар и се дава предност во однос на критериумот) и да ги изрази преференциите со помош на Saaty – евата скала. Изготвениот прашалник беше доста обемен (вк. 320 страници) и воедно претставува мошне комплексна задача за испитаникот. Овој прашалник не е даден во прилог заради неговата обемност.

Од страна на директорката како испитаник беше избран референт од Службата за анализи, информирање и поддршка, до кого прашалникот беше доставен по електронска пошта, а исто така, беше испратена и фундаменталната скала на Saaty. Откако прашалникот беше пополнет од страна на испитаникот, истиот беше добиен повторно по електронска пошта, а потоа беше направена проверка во однос на тоа дали тој е пополнет во целост по што се овозможи спроведување на четирите чекори на примена на аналитичкиот хиерархиски процес со соодветна софтверска поддршка.

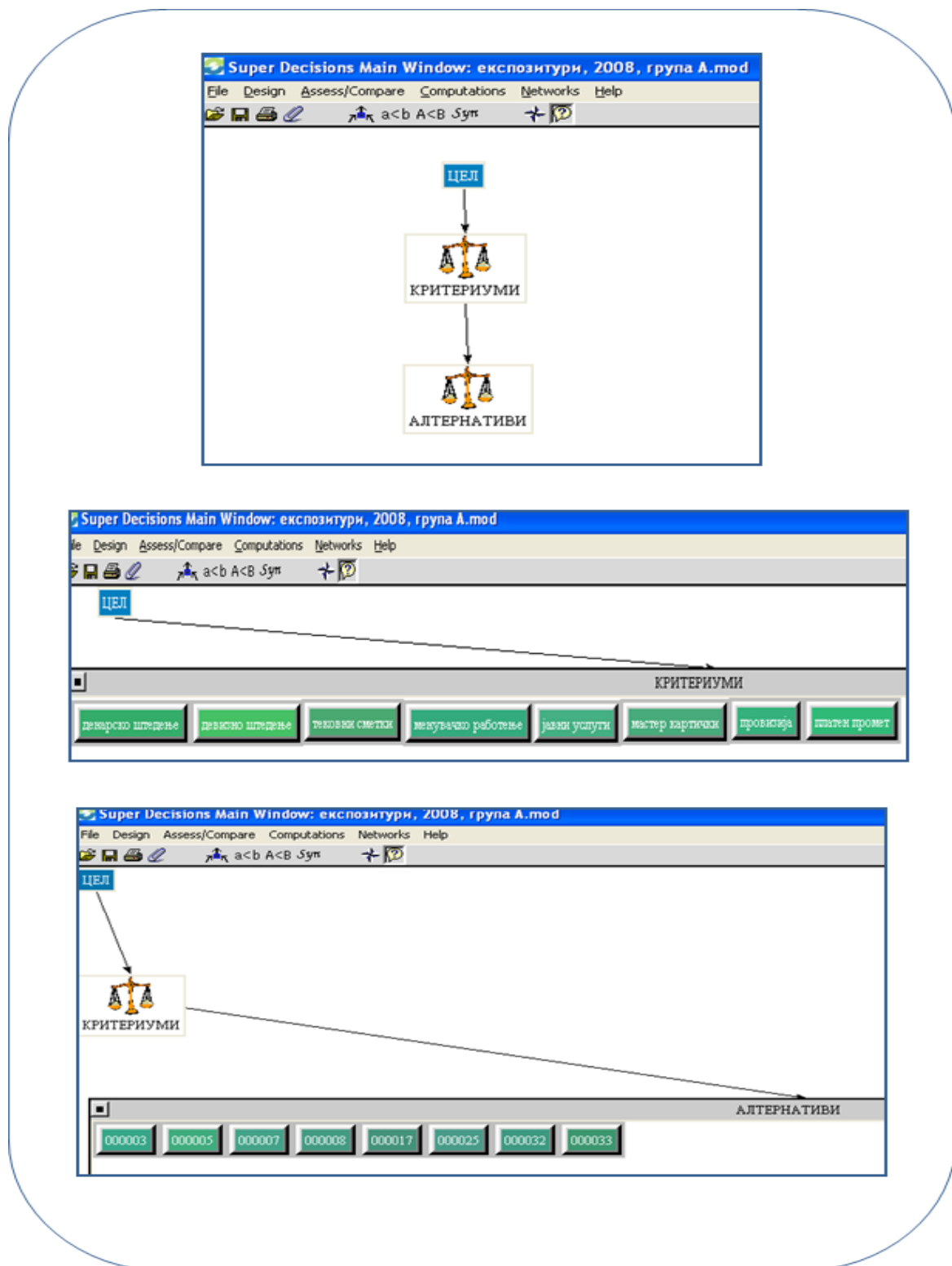
Во првиот чекор за креирање на хиерархиски модели се користи софтверската алатка *Super Decisions*.

На слика 5-5 е прикажан креираниот хиерархиски модел за рангирање на осумте експозитури кои припаѓаат на група А, а на аналоген начин се креирани и останатите два модела во оваа софтверска алатка⁹⁵.

⁹⁵ Овде нема да се објаснува постапката за креирање на хиерархиски модел, а детално за истата видете (Saaty, 2003).



Слика 5-4 Хиерархиски модел за рангирање на експозитури кои припаѓаат на група А



Слика 5-5 Хиерархиски модел за рангирање на експозитури кои припаѓаат на група А креиран во софтверот *Super Decisions*

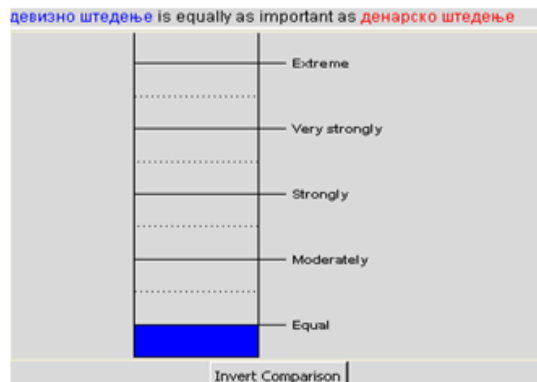
5.2.2. Споредување на елементите на секое хиерархиско ниво во парови со користење на софтверот *Super Decisions*

Во вториот чекор треба да се споредат во парови критериумите во однос на целта и алтернативите во однос на секој критериум и да се изразат преференциите на доносителот на одлука со помош на Saaty-евата скала на релативна важност. Ова беше реализирано од страна на испитаникот и податоците од пополнетиот прашалник за секој модел се внесени во софтверската алатка *Super Decisions*.

Според Saaty (2003, p. 13), за оценување на споредбите во парови во оваа софтверска алатка постојат четири начини и тоа: графички, вербално, преку матрица и преку прашалник (слика 5-6). Во нашето истражување, податоците од прашалникот кој го пополни испитаникот за секој од АНР моделите во софтверот *Super Decisions* се внесени преку начинот прашалник.



а) Графички



б) Вербално

Inconsistency	ден. штед.	мастер кар.	мен. раб.	пла. про.	провизија
дев. штед.	← 1.0	← 1.0	← 1.0	← 1.0	← 1.0
ден. штед.		← 1.0	← 1.0	← 1.0	← 1.0
мастер кар.			← 1.0	← 1.0	← 1.0
мен. раб.				← 1.0	← 1.0
пла. про.					← 1.0

в) Преку матрица

девизно штедење is equally as important as денарско штедење																					
1. девизно штедење	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	денарско штедење
2. девизно штедење	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	мастер картички
3. девизно штедење	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	менувачко работење
4. девизно штедење	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	платен промет
5. девизно штедење	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	провизија
6. девизно штедење	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	тековни сметки
7. девизно штедење	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	јавни услуги
8. денарско штедење	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	мастер картички
9. денарско штедење	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	менувачко работење
10. денарско штедење	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	платен промет

г) Преку прашалник

Слика 5-6 Начини на оценување на споредбата во пар во *Super Decisions* (а) графички, б) вербално, в) преку матрица и г) преку прашалник)

5.2.3. Компаративна анализа на добиените резултати

Преку менито *Computations* од софтверот *Super Decisions* можат да се видат добиените резултати, поточно тежинските коефициенти на критериумите и вкупните приоритети на алтернативите (чекор три, а начинот на кој тие се пресметуваат е објаснет во поглавјето 2.1.1).

На слика 5-7 се прикажани добиените тежински коефициенти на осумте критериуми кои за сите АНР модели во периодот од 2008 до 2011 година ја имаат истата вредност. Исто така, од слика 5-7 може да се согледа дека седум критериуми имаат добиено ист тежински коефициент (0,13636), а само критериумот јавни услуги има тежински коефициент 0,04545.

девизно штедење	0.13636
денарско штедење	0.13636
мастер картички	0.13636
менувачко работење	0.13636
платен промет	0.13636
провизија	0.13636
тековни сметки	0.13636
јавни услуги	0.04545

Слика 5-7 Тежински коефициенти на критериумите за трите АНР модели добиени со софтверската алатка *Super Decisions*

Во прилог 10 за трите АНР модели во набљудуваниот период од 2008 до 2011 година се дадени:

- вкупните приоритети на експозитурите (добиени со софтверската алатка *Super Decisions*),
- показателот на конзистентност (CR)⁹⁶ и
- рангот на експозитурите.

Од секоја група на експозитури од прилог 10 издвоени се три експозитури кои се јавуваат како највисоко рангирани во секоја година во временскиот период кој се набљудува и нивните вкупни приоритети се прикажани во табела 5-3.

⁹⁶ Неговото пресметување е прикажано во поглавјето 2.1.2., стр. 51.

Од оваа табела може да се согледа дека во групата А исти експозитури (000008, 000003 и 000017) ги задржуваат своите места, односно рангови во временскиот период од 2008 година до 2011 година. Исто така, можат да се забележат промени во вредностите на вкупните приоритети, на пример, кај двете највисоко рангирани експозитури (000008 и 000003) во 2009 година во споредба со 2008 година вкупните приоритети се зголемени, во 2010 година во однос на 2009 година се намалени и во 2011 година во споредба со 2010 година се забележува нивно зголемување. За треторангираната експозитура од група А (000017) може да се констатира дека од година во година се зголемува вкупниот приоритет.

Во групата Б, двете експозитури кои се највисоко рангирани во набљудуваниот период остануваат на истото место (тоа се експозитурите: 000006 и 000035), третото место во 2008 година ѝ припаѓа на експозитурата 000028 со вкупен приоритет 0,141, а во останатите три години на ова место е експозитурата 000016.

Прворангираната експозитура од група В (експозитурата 000031) во четирите набљудувани години останува на ова место, промена има на второто место, односно во 2008 година и 2009 година тоа ѝ припаѓа на експозитурата 000034, во 2010 година второрангирана е експозитурата 000019, а во 2011 година на ова место повторно се наоѓа експозитурата 000034. Треторангирана експозитура во 2008 година е експозитурата 000018 која го има овој ранг и во 2010 и во 2011 година, а во 2009 година на третото место во групата В е експозитурата 000023.

Исто така, според вредноста на показателот на конзистентност (*CR*) за сите модели во периодот кој се набљудува (прилог 10), може да се констатира дека и покрај доста обемниот прашалник, испитаникот бил конзистентен.

Табела 5-3 Вкупни приоритети на трите највисоко рангирани експозитури од секоја група по поодделни години од набљудуваниот период

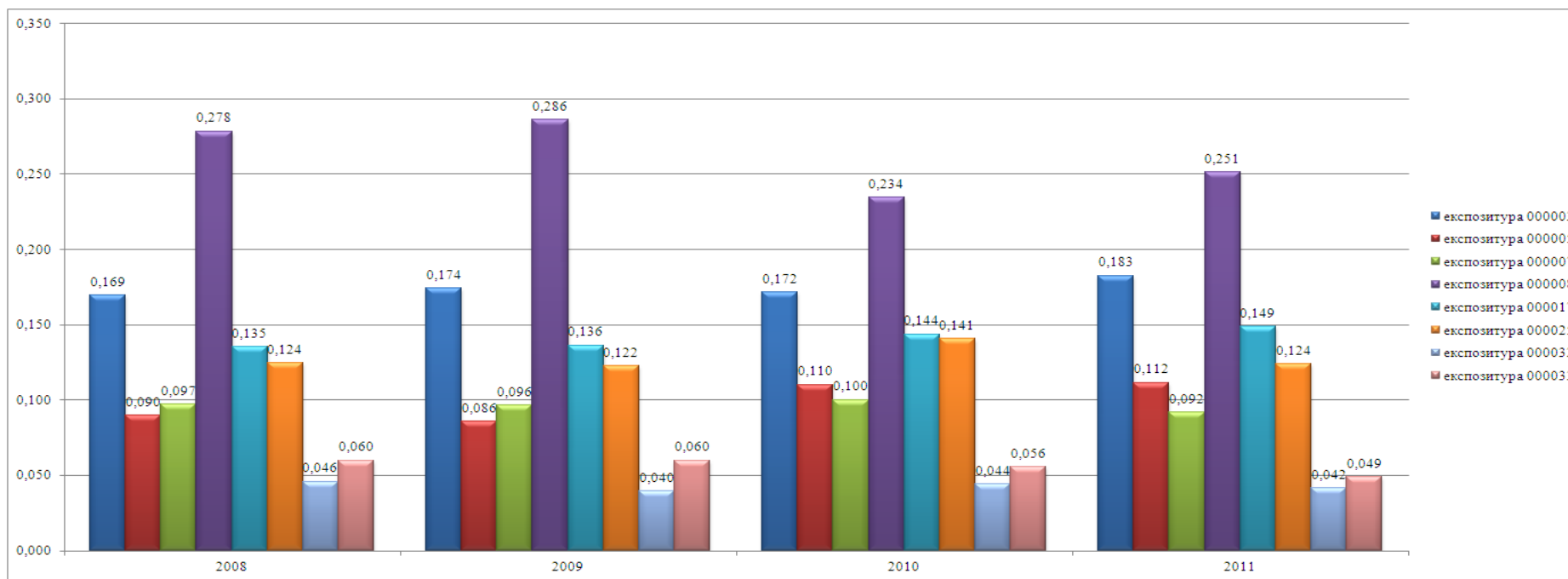
		Вкупни приоритети на трите највисоко рангирани експозитури од секоја група во набљудуваниот временски период							
		2008		2009		2010		2011	
Групи на експозитури		експозитура	вк. приоритет	експозитура	вк. приоритет	експозитура	вк. приоритет	експозитура	вк. приоритет
	Група А		000008	0,278	000008	0,286	000008	0,234	000008
		000003	0,169	000003	0,175	000003	0,172	000003	0,183
Група Б		000017	0,135	000017	0,136	000017	0,144	000017	0,149
		000006	0,190	000006	0,182	000006	0,162	000006	0,168
		000035	0,158	000035	0,149	000035	0,154	000035	0,133
Група В		000028	0,141	000016	0,117	000016	0,113	000016	0,118
		000031	0,176	000031	0,181	000031	0,187	000031	0,174
		000034	0,109	000034	0,109	000019	0,111	000034	0,118
		000018	0,106	000023	0,108	000018	0,110	000018	0,112

Вкупниот приоритет на секоја експозитура добиен со решавање на секој модел за целиот набљудуван период може да се види на сликите: 5-8–5-10.

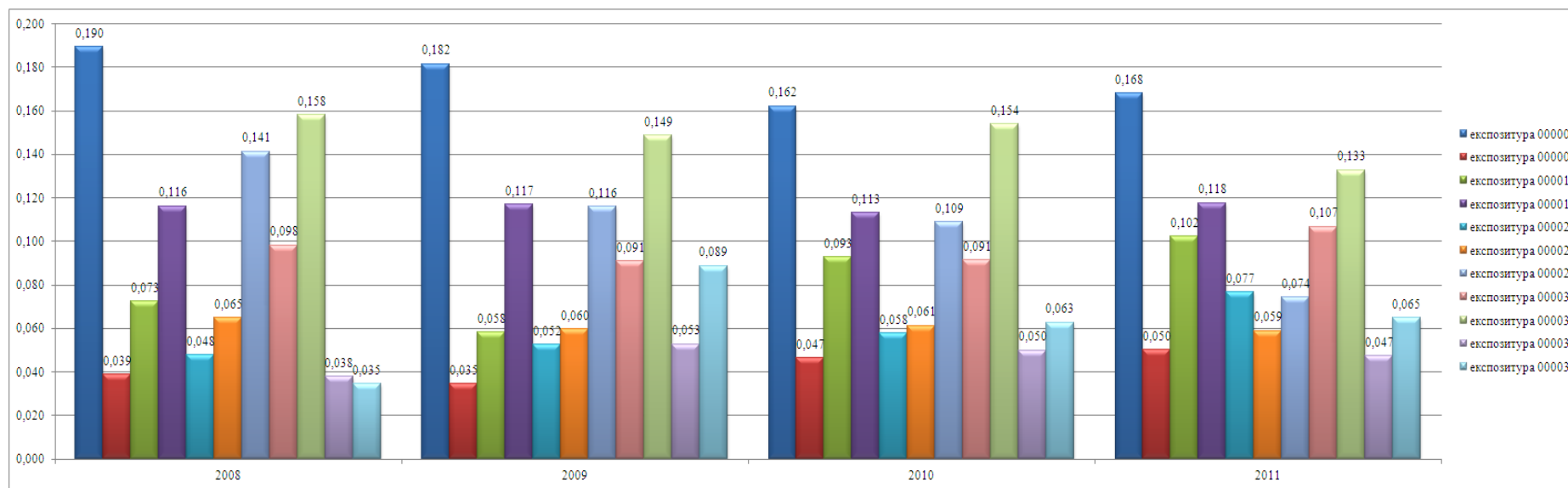
Од слика 5-8 можат да се согледаат вкупните приоритети на осумте експозитури од група А, за сите четири години. На пример, експозитурата 000003 највисок вкупен приоритет има во 2011 година (0,183), а најнизок во 2008 година (0,169), кај експозитурата 000017 може да се согледа дека од година во година вкупниот приоритет се зголемува, при што, највисок е во 2011 година (0,149), додека пак, кај експозитурата 000033 може да се забележи дека во 2008г. и во 2009 г., вкупниот приоритет е ист (0,060), а во наредните години се намалува. На аналоген начин можат да се толкуваат прикажаните вкупни приоритети за останатите експозитури. Кај три експозитури (000003, 000005 и 000017), односно кај 38% од експозитурите може да се согледа дека вкупниот приоритет е највисок во последната година од набљудуваниот период.

Преку слика 5-9 може да се види со каков вкупен приоритет се карактеризира секоја од единаесетте експозитури од групата Б во периодот кој се набљудува. Кај експозитурата 000020 вкупниот приоритет во секоја наредна година се зголемува, а за разлика од неа кај експозитурата 000028 се забележува намалување на вкупниот приоритет од година во година. Кај пет експозитури (000009, 000012, 000016, 000020 и 000030) или кај 45% од експозитурите од оваа група може да се забележи дека вкупниот приоритет е највисок во 2011 година.

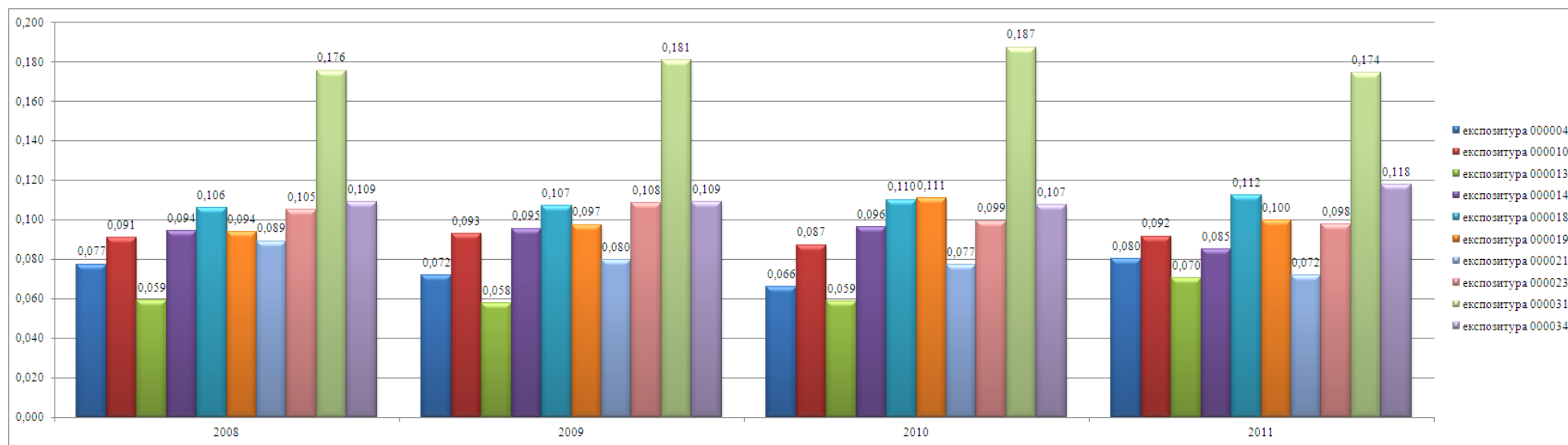
Вкупните приоритети на десетте експозитури од група В за временскиот период од 2008г. до 2011г., можат да се видат на слика 5-10. Од оваа слика може да се согледа дека зголемување на вкупниот приоритет во секоја наредна година од набљудуваниот период има кај експозитурата 000018, а континуирано се намалува вкупниот приоритет на експозитурата 000021. Кај четири експозитури од оваа група (000004, 000013, 000018 и 000034) односно кај 40% од експозитурите вкупниот приоритет е највисок во 2011 година.



Слика 5-8 Вкупни приоритети на експозитурите кои припаѓаат на група А за набљудуваниот период



Слика 5-9 Вкупни приоритети на експозитурите кои припаѓаат на група Б за набљудуваниот период



Слика 5-10 Вкупни приоритети на експозитурите кои припаѓаат на група В за набљудуваниот период

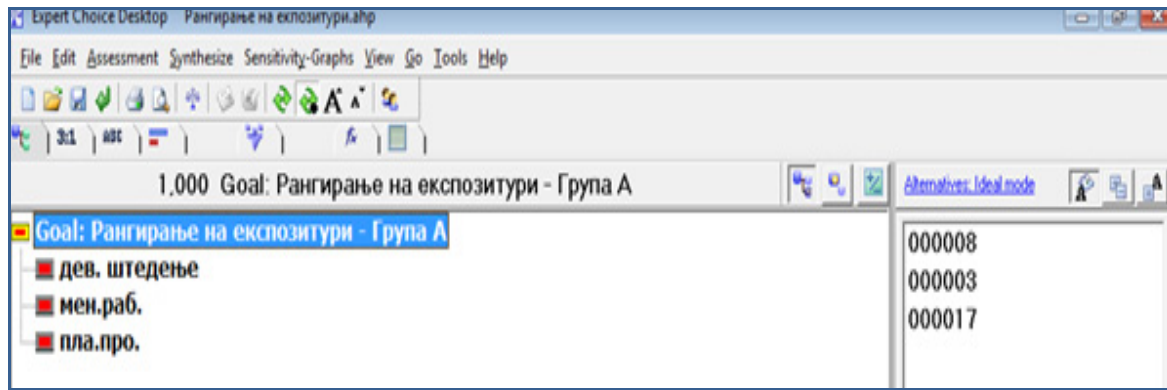
5.2.4. Сензитивна анализа со користење на софтверската алатка *Expert Choice*

За да се спроведе сензитивна анализа користен е софтверот *Expert Choice* кој има пет опции (објаснето во поглавјето 2.3). Како најинтересни за разгледување се земени трите највисоко рангирани експозитури од секоја група за 2011 година и избрани се по три критериуми. Затоа што од осумте критериуми, седум имаат еднаква важност за секој од моделите, направена е комбинација од три критериуми (доколку критериумите имаат различна важност тогаш најадекватно ќе беше да се избераат трите критериуми кои имаат највисоки тежински коефициенти). Ваквиот пристап со три критериуми и три алтернативи можеше да се реализира во *trial* верзијата на софтверот *Expert Choice* до која беше овозможен пристап, а во моделите кои се креираат во *Expert Choice* се користеа податоците од пополнетиот прашалник од испитаникот (поглавје 5.2.1).

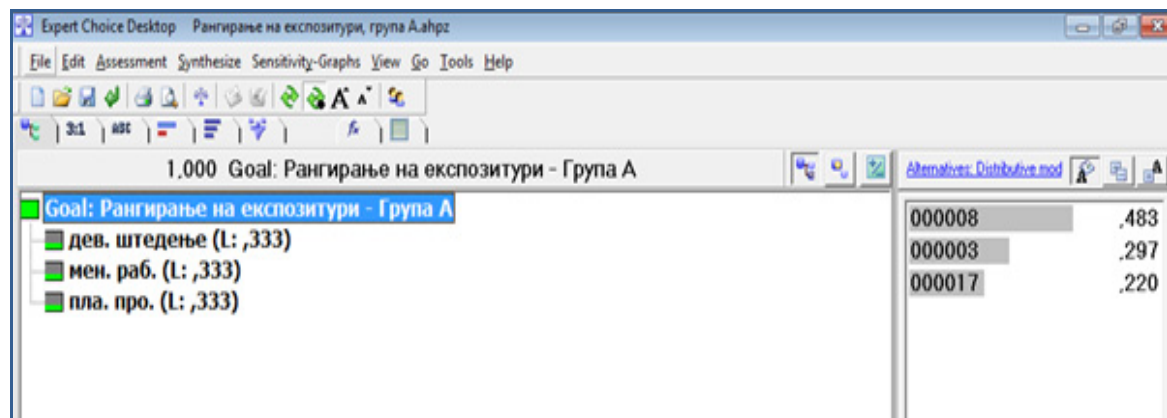
За првиот АНР модел со три критериуми и три алтернативи се прикажани и објаснети сите опции на сензитивна анализа кои се вклучени во софтверската алатка *Expert Choice* (поглавје 5.2.4.1), а за другите два модела е спроведена опцијата *Dynamic* за да се види дали ранг-листата на експозитурите е стабилна (поглавја: 5.2.4.2-5.2.4.3).

5.2.4.1. Сензитивна анализа за првиот АНР модел

За првиот АНР модел во кој се рангираат експозитурите кои припаѓаат на група А, како највисоко рангирани се избрани експозитурите: 000008, 000003 и 000017 (прилог 10, табела 5-3), а како критериуми се избрани: девизно штедење, менувачко работење и платен промет. Креираниот модел во софтверот *Expert Choice* е прикажан на слика 5-11. Откако моделот е креиран елементите на хиерархијата се споредуваат во парови, поточно се споредуваат критериумите во парови во однос на целта - рангирање на експозитурите кои припаѓаат на група А, а потоа се споредуваат и експозитурите во однос на секој од избраните критериуми и преференциите на доносителот на одлуката се изразуваат со Saaty-евата скала на релативна важност. При тоа, предвид се земени податоците од пополнетиот прашалник од страна на испитаникот. Добиените резултати (тежините на критериумите и вкупните приоритети на експозитурите) се прикажани на слика 5-12.



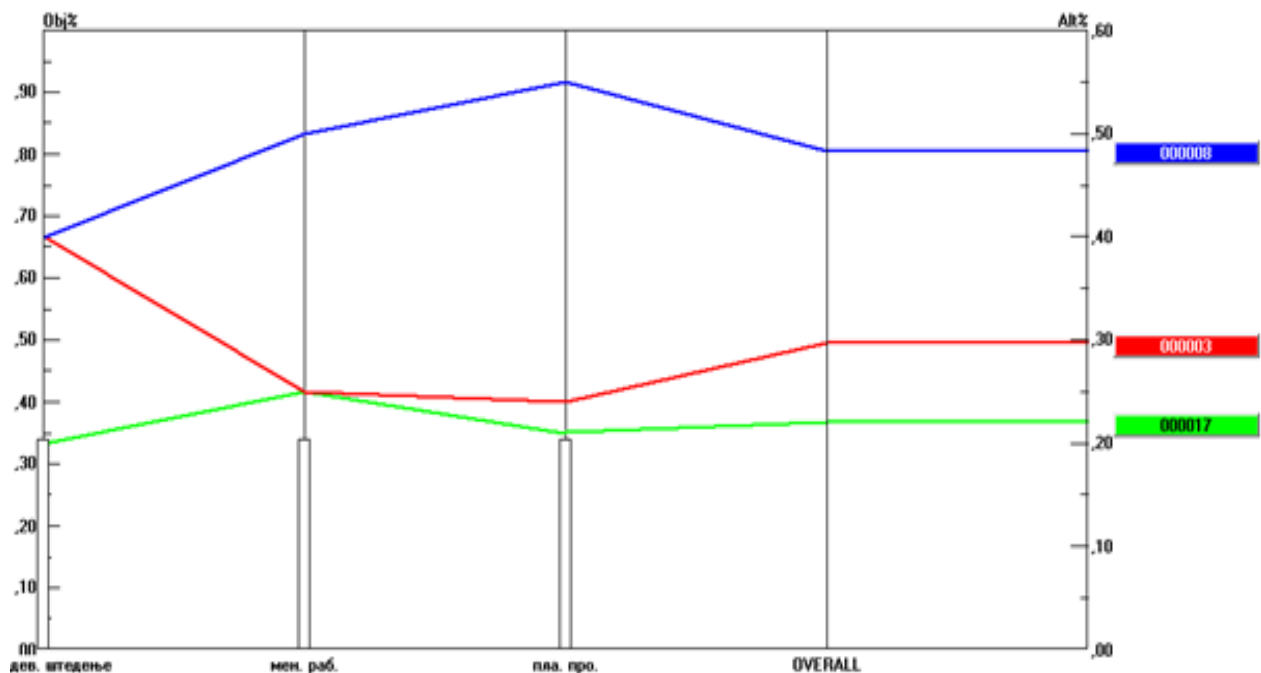
Слика 5-11 Креиран модел во софтверот *Expert Choice* за рангирање на три експозитури кои припаѓаат на група А



Слика 5-12 Резултати од решавањето на првиот АНР модел со три критериуми и три експозитури во софтверот *Expert Choice*

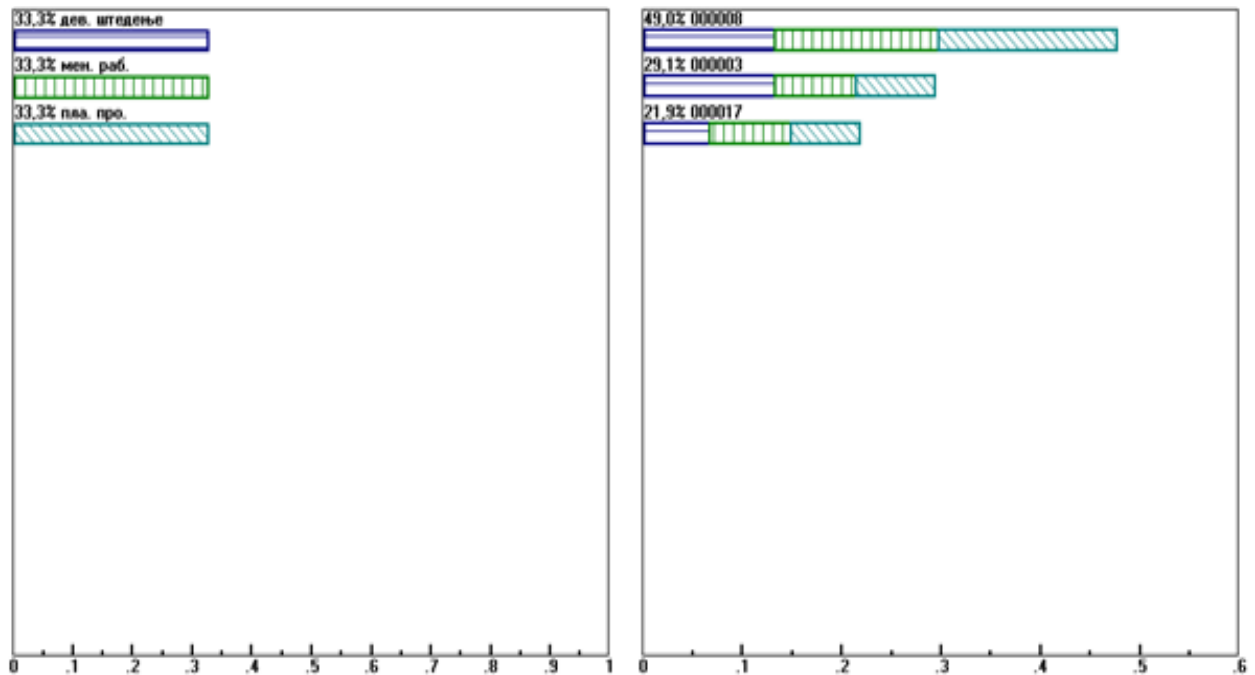
Со бирање на опцијата **Performance** од менито *Sensitivity-Graphs* на софтверот *Expert Choice* е добиена слика 5-13. Преку неа можат да се согледаат почетните тежини на секој критериум (за секој критериум тежинскиот коефициент е 0,333, односно 33,3%) и рангот на експозитурите (прворангирана е експозитурата 000008, на второ место е експозитурата 000003 и на трето место е експозитурата 000017). Исто така, преку оваа опција може да се види редоследот на трите експозитури за секој критериум. За критериумот девизно штедење експозитурите: 000008 и 000003 се еднакво преферирани, а во однос на другите два критериума најпреферирана е експозитурата 000008. Со цел да се согледа како промената на влезните податоци (критериумите) ќе се одрази на конечните резултати, направена е промена на важноста на критериумот девизно штедење (поради горенаведената констатација за двете алтернативи кои се највисоко рангирани) така што, неговата важност е зголемена за

20%, со што се забележа мало опаѓање на вкупниот приоритет на експозитурата 000008, мал пораст на вкупниот приоритет на експозитурата 000003, кај експозитурата 000017 нема промени, а рангот на експозитурите останува ист. Исто така, се промени важноста на критериумот девизно штедење (од 33,3% се зголеми на 60%), но не се појавија промени во рангот. Од слика 5-13 може да се види дека и алтернативите 000003 и 000017 се еднакво преферирани во однос на критериумот менувачко работење, па е променета и неговата важност на: 40%, 50% и 60%, но, повторно рангот на експозитурите не се менува.



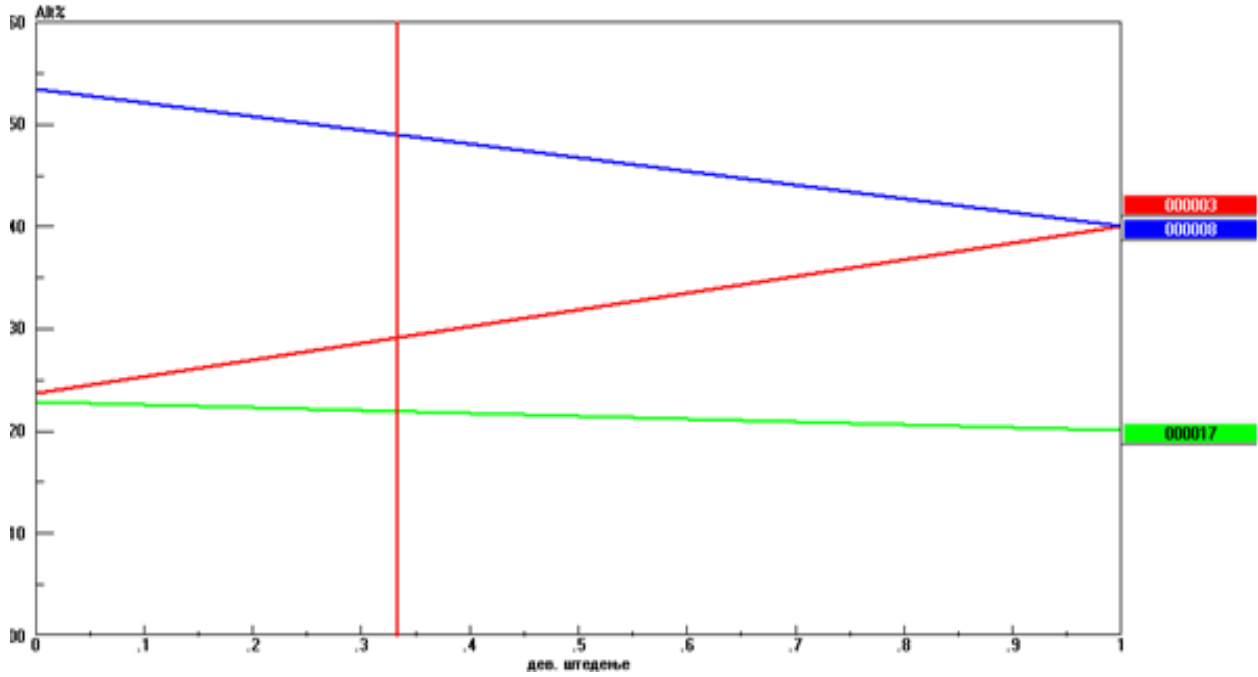
Слика 5-13 Сензитивна анализа преку опцијата *Performance* со истите тежини на трите критериуми добиени со решавање на првиот АНР модел во софтверот *Expert Choice*

Во рамките на типот на сензитивна анализа *Dynamic* ако се избере опцијата *Components* ќе може да се согледа колкав е уделот на тежината на секој од критериумите (девизно штедење, менувачко работење и платен промет) во вкупните приоритети на трите експозитури (слика 5-14).

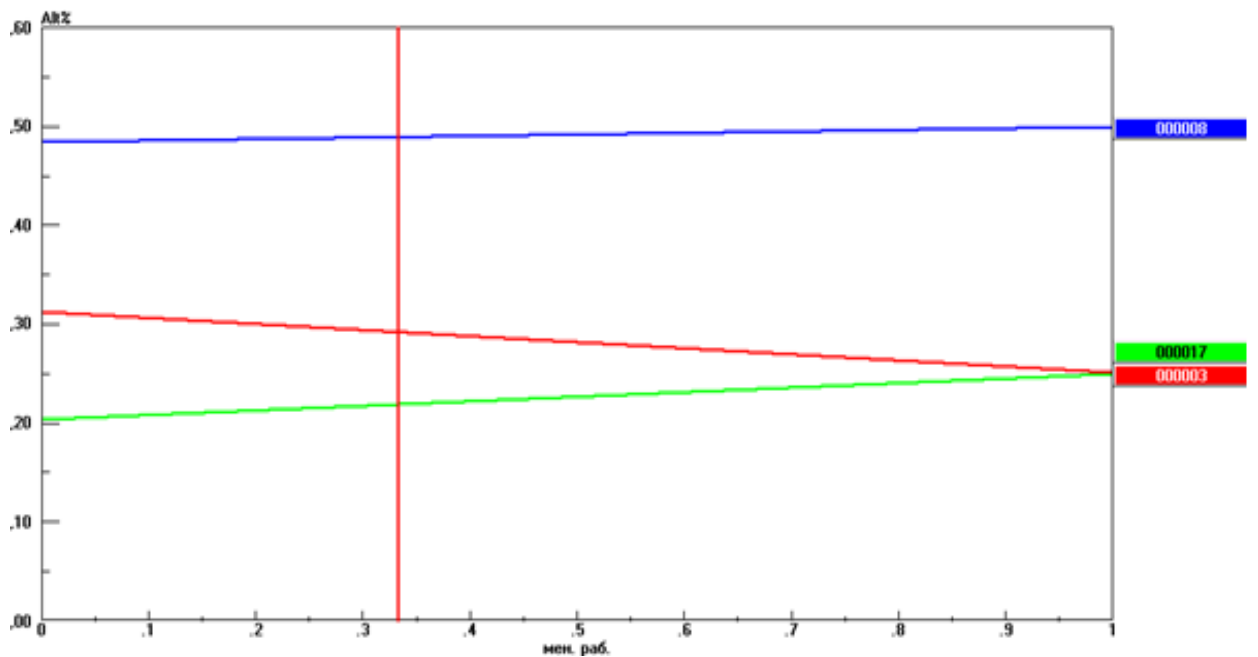


Слика 5-14 Сензитивна анализа преку опцијата *Dynamic* (со избрана опција *Components*) со истите тежини на трите критериуми добиени со решавање на првиот АНР модел во софтверот *Expert Choice*

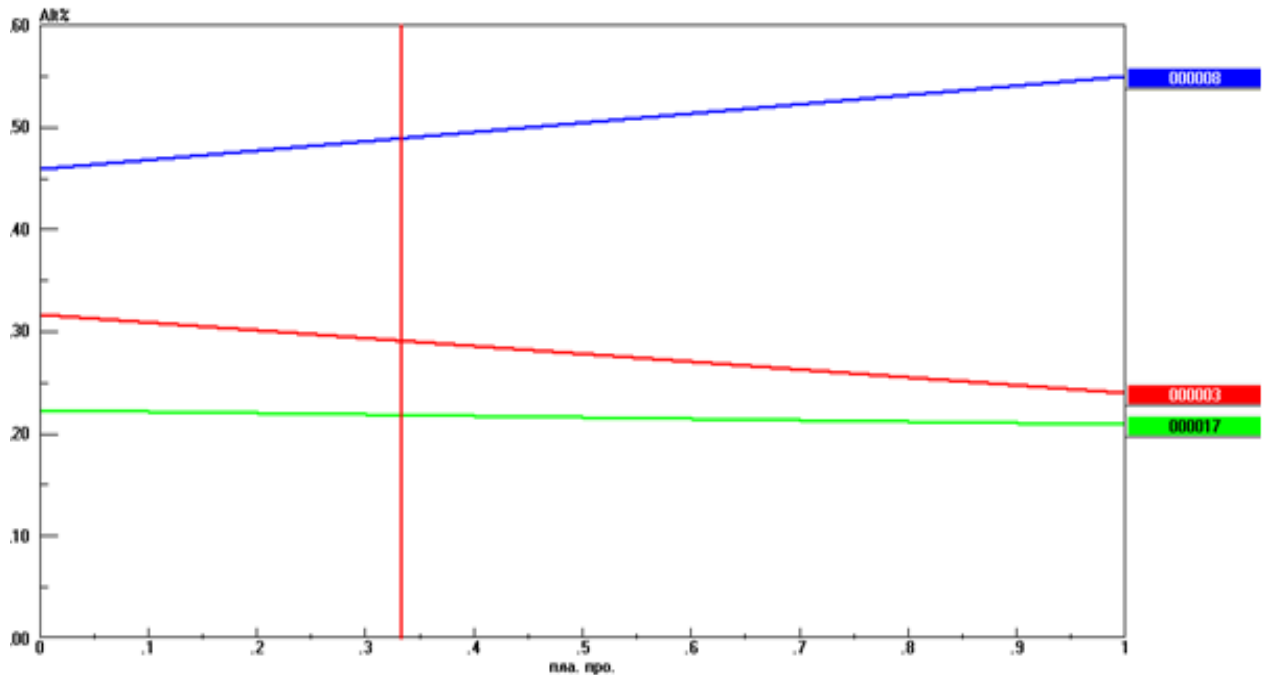
Преку опцијата **Gradient** може да се согледа осетливоста на вкупните приоритети на експозитурите: 000008, 000003 и 000017 на промената на важноста на секој критериум поодделно (прикажано на сликите 5-15–5-17). Овде е важно да се укаже дека црвената вертикална линија покажува колкав е тежинскиот коефициент за избраниот критериум. Од слика 5-15 може да се согледа дека ако се зголеми тежината на критериумот девизно штедење доаѓа до опаѓање на приоритетот на експозитурата 000008, приоритетот на експозитурата 000003 расте, а приоритетот на експозитурата 000017 нема значителни промени. Од слика 5-16 може да се види дека ако се зголеми тежината на критериумот менувачко работење, приоритетот на експозитурата 000008 нема значителни промени, приоритетот на експозитурата 000017 расте, а приоритетот на експозитурата 000003 опаѓа. Преку сликата 5-17 може да се согледа дека со зголемување на тежинскиот коефициент на критериумот платен промет, приоритетот на експозитурата 000008 расте, приоритетот на експозитурата 000003 опаѓа, а кај експозитурата 000017 нема некои значителни промени.



Слика 5-15 Сензитивна анализа преку опцијата *Gradient* за критериумот девизно штедење за првиот АНР модел

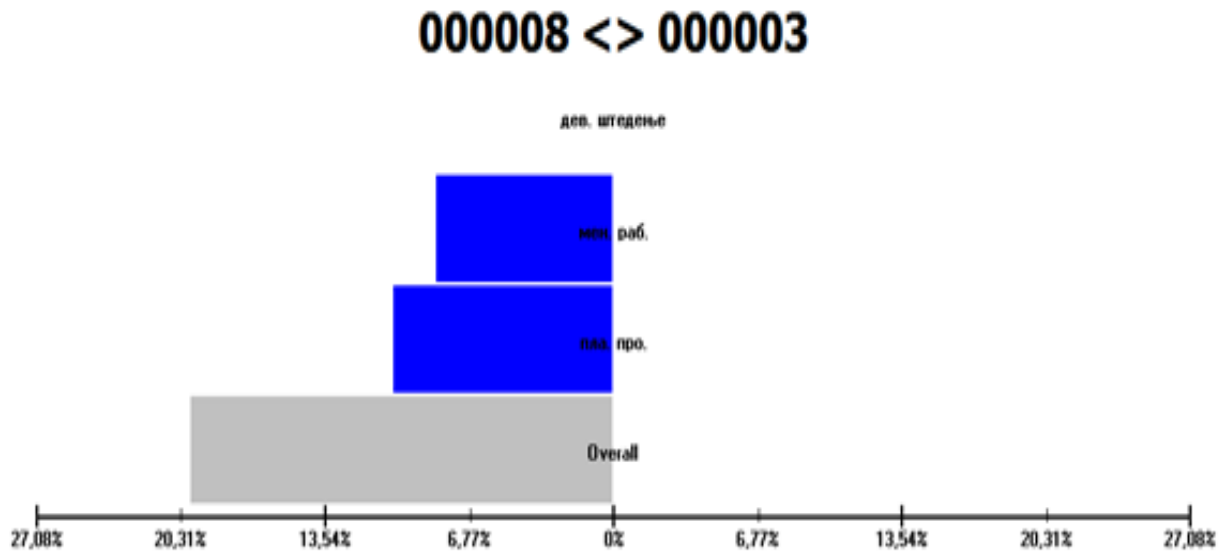


Слика 5-16 Сензитивна анализа преку опцијата *Gradient* за критериумот менувачко работење за првиот АНР модел

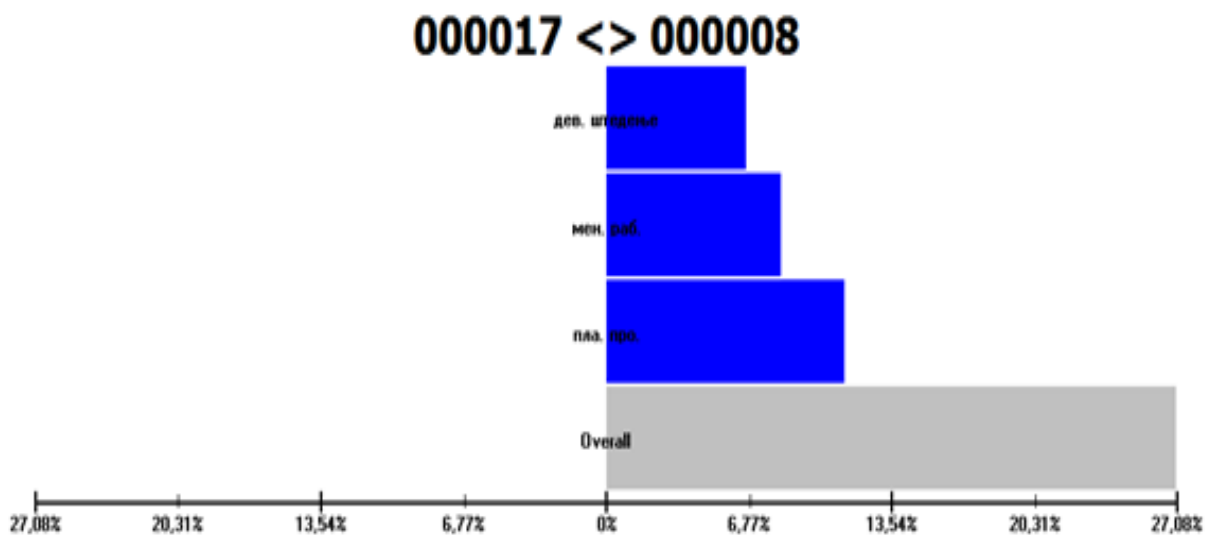


Слика 5-17 Сензитивна анализа преку опцијата *Gradient* за критериумот платен промет за првиот АНР модел

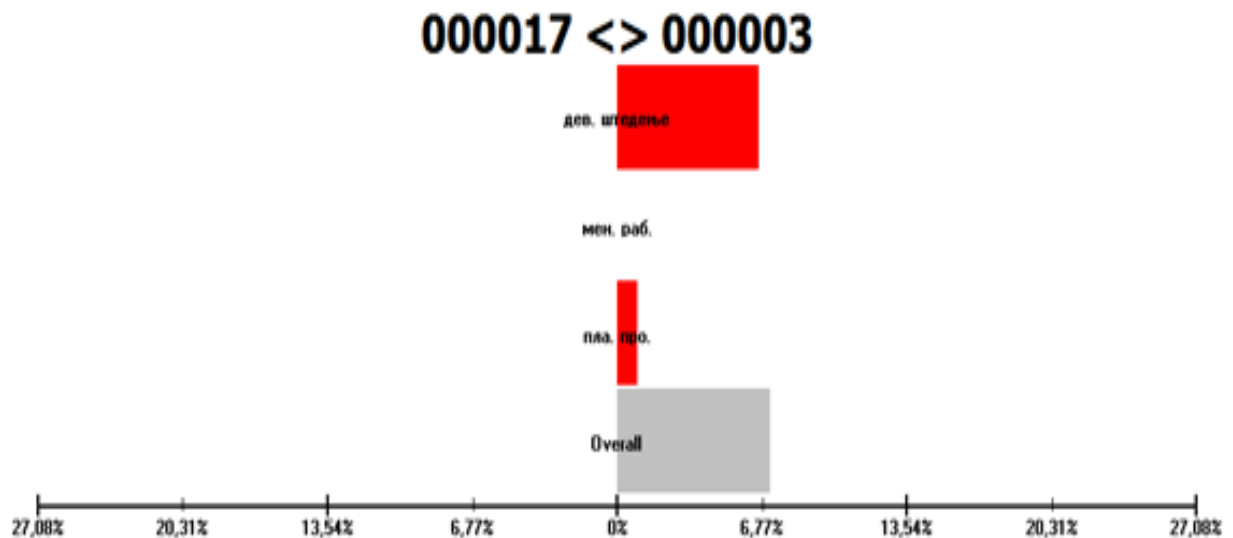
Опцијата *Head-to-head* е спроведена за сите парови на експозитури (прикажано на сликите: 5-18–5-20). Од слика 5-18 може да се согледа дека експозитурата 000008 има предност пред експозитурата 000003 за критериумите: менувачко работење и платен промет (двата сини правоаголника кои се ориентирани на лево), а прикажана е и вкупната пондерирана предност на експозитурата 000008 над експозитурата 000003 (сивиот правоаголник кој е ориентиран на лево). Од слика 5-19 може да се види дека за трите критериуми (девизно штедење, менувачко работење и платен промет) експозитурата 000008 има предност пред експозитурата 000017, со што најголемата предност на експозитурата 000008 се забележува за критериумот платен промет, а најмалата предност на оваа експозитура е за критериумот девизно штедење. Преку слика 5-20 може да се согледа дека експозитурата 000003 има предност пред експозитурата 000017 за критериумите: девизно штедење и платен промет, а исто така, може да се види дека вкупната пондерирана предност на експозитурата 000003 (сивиот правоаголник ориентиран на десно) над експозитурата 000017 не е значително висока.



Слика 5-18 Сензитивна анализа преку опцијата *Head-to-head* за експозитурите: 000008 и 000003

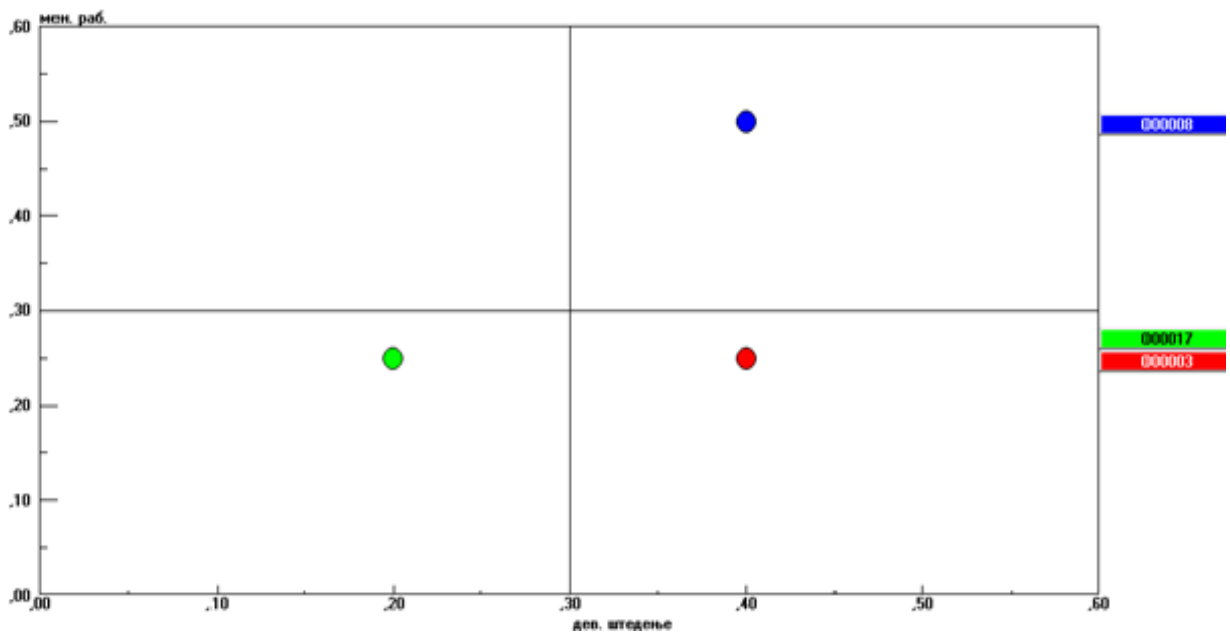


Слика 5-19 Сензитивна анализа преку опцијата *Head-to-head* за експозитурите: 000017 и 000008

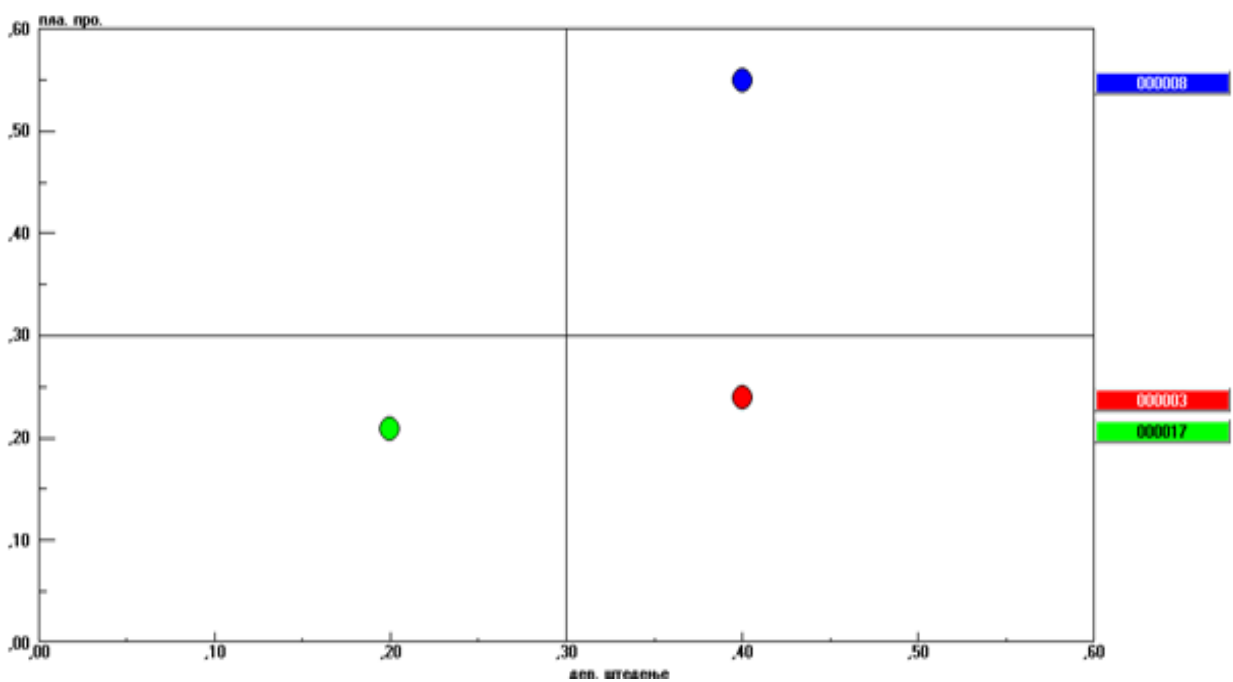


Слика 5-20 Сензитивна анализа преку опцијата *Head-to-head* за експозитурите: 000017 и 000003

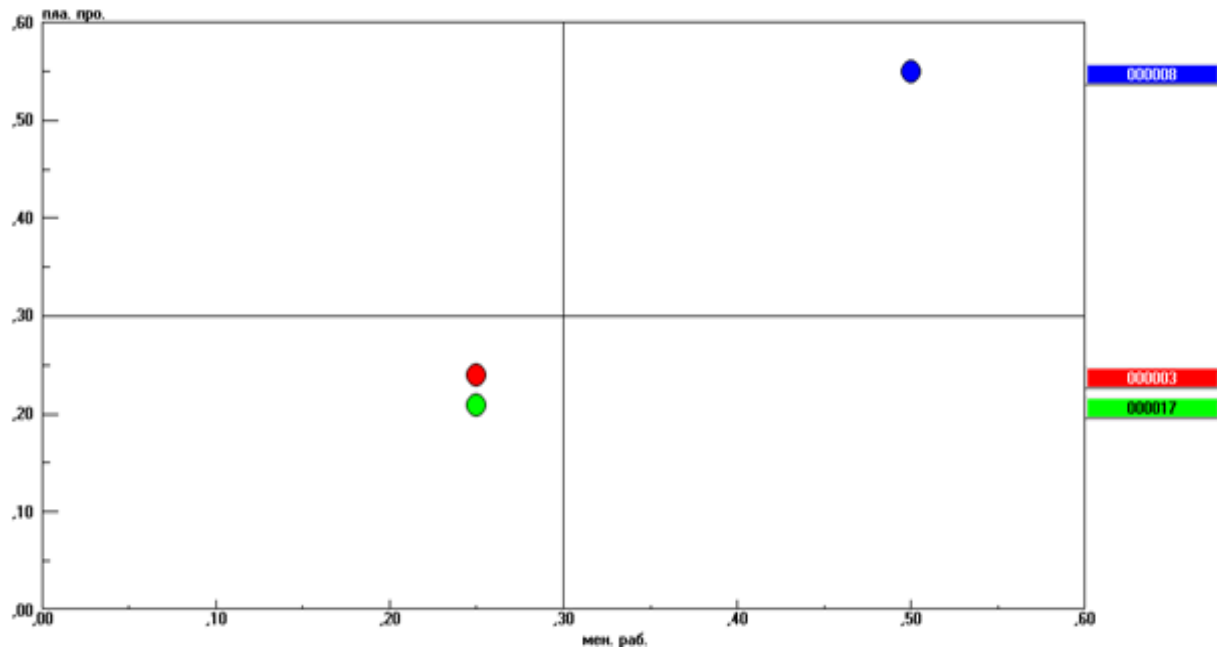
Во продолжение е објаснета сензитивната анализа преку опцијата **2D**. Во однос на избраните критериуми: девизно штедење и менувачко работење, најдобра е експозитурата 000008 (слика 5-21), а за нејзината предност пред експозитурата 000003 придонесува критериумот менувачко работење. Експозитурите: 000003 и 000017 имаат ист приоритет во однос на критериумот менувачко работење, но кога ќе го земеме предвид и критериумот девизно штедење, предност добива експозитурата 000003. Од слика 5-22 може да се види дека и во однос на критериумите: девизно штедење и платен промет највисок приоритет има експозитурата 000008, следна е експозитурата 000003, а со најнизок приоритет се карактеризира експозитурата 000017. Во однос на критериумите: менувачко работење и платен промет со својот приоритет значајно се истакнува експозитурата 000008, а експозитурите: 000003 и 000017 имаат ист приоритет во однос на критериумот менувачко работење, но експозитурата 000003 има приоритет пред експозитурата 000017 поради влијанието на критериумот платен промет (слика 5-23).



Слика 5-21 Сензитивна анализа преку опцијата 2D за критериумите: девизно штедење и менувачко работење за првиот АНР модел



Слика 5-22 Сензитивна анализа преку опцијата 2D за критериумите: девизно штедење и платен промет за првиот АНР модел



Слика 5-23 Сензитивна анализа преку опцијата 2D за критериумите: менувачко работење и платен промет за првиот АНР модел

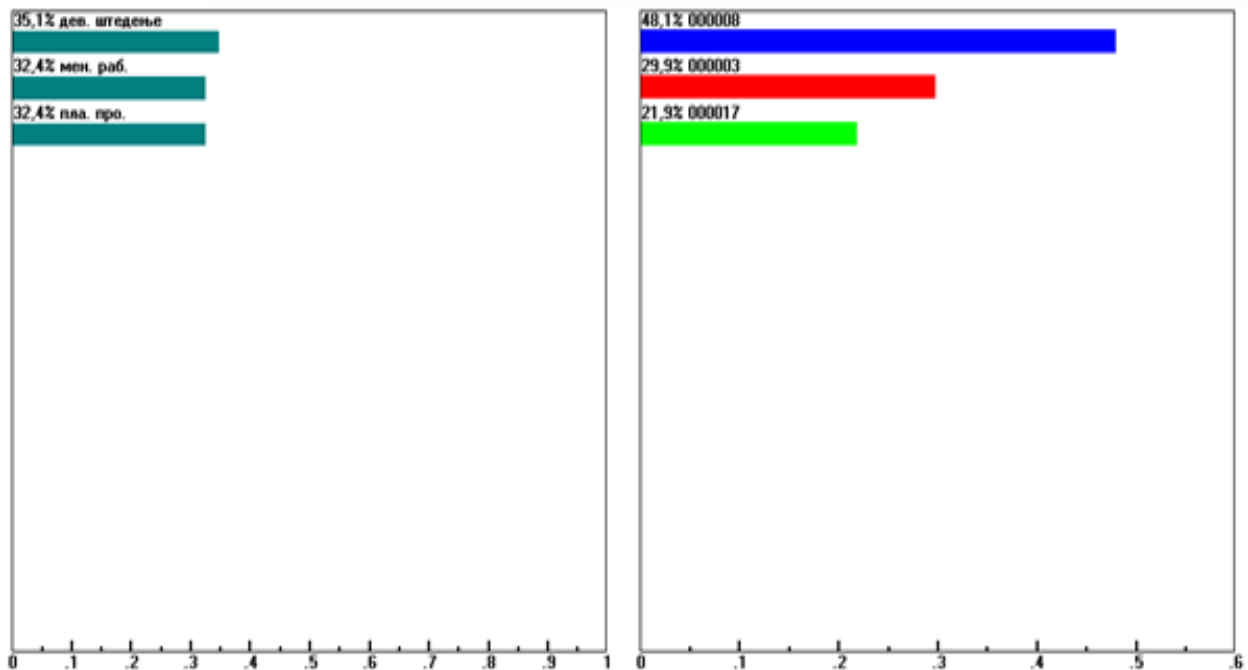
За да се испита дали е стабилен рангот на трите експозитури од група А спроведена е сензитивна анализа преку опцијата *Dynamic* со тоа што важноста на секој критериум поодделно е зголемена за 5% (слики 5-24–5-26). Од слика 5-24 може да се види дека со зголемување на важноста на критериумот девизно штедење за 5% рангот на експозитурите не е променет, а ако се споредат вкупните приоритети на експозитурите со оние кои се прикажани на слика 5-14, може да се констатира дека вкупниот приоритет на експозитурата 000008 е намален (од 49,0% на 48,1%), на експозитурата 000003 е зголемен (од 29,1% на 29,9%), а кај експозитурата 000017 нема промени.

Кога е зголемена важноста на критериумот менувачко работење за 5% не се забележуваат промени во рангот на експозитурите (слика 5-25), но ако се направи споредба на вкупните приоритети со тие кои се прикажани на слика 5-14 може да се констатира дека вкупниот приоритет на експозитурата 000008 е намален (од 49,0% на 48,4%), на експозитурата 000003 е зголемен (од 29,1% на 29,5%), а исто така, зголемување на вкупниот приоритет се забележува и кај експозитурата 000017 (од 21,9% на 22,1%).

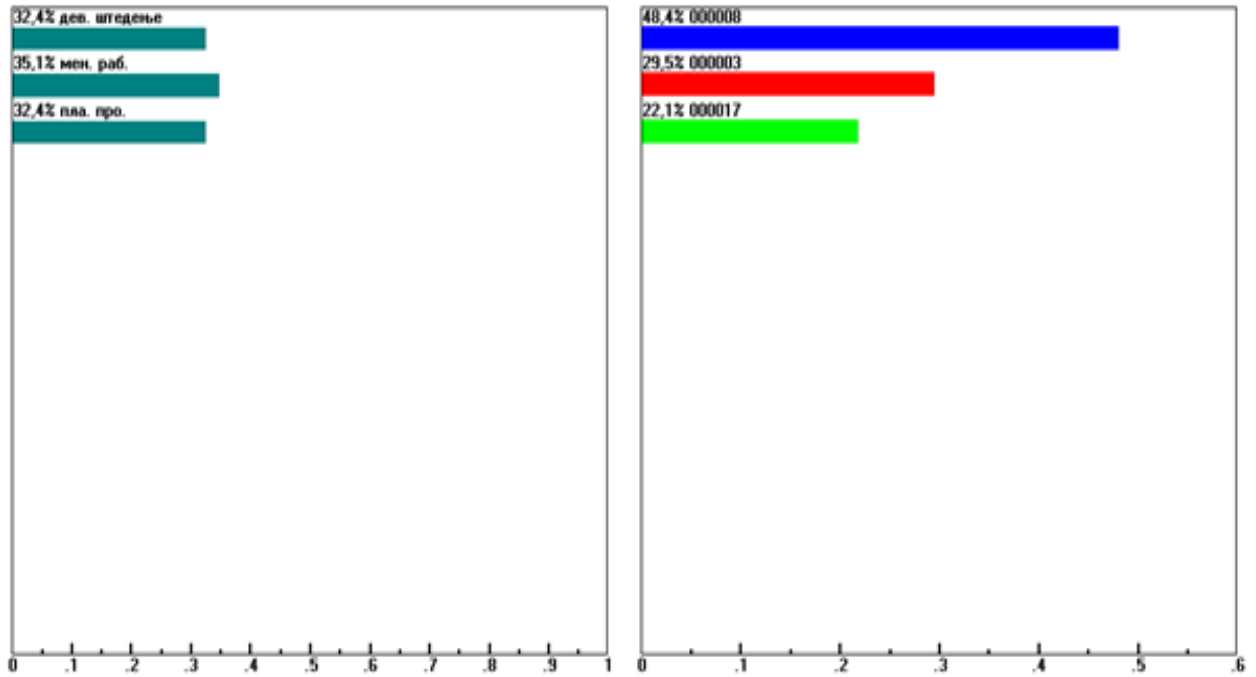
И во случајот кога е зголемена важноста на критериумот платен промет за 5%, рангот на трите експозитури не е променет (слика 5-26), а со споредба на вкупните

приоритети со тие кои се прикажани на слика 5-14, може да се констатира дека вкупниот приоритет на експозитурата 000008 е намален (од 49,0% на 48,5%), вкупниот приоритет на експозитурата 000003 е зголемен (од 29,1% на 29,5%), а кај експозитурата 000017 има незначително зголемување на вкупниот приоритет (од 21,9% на 22,0%).

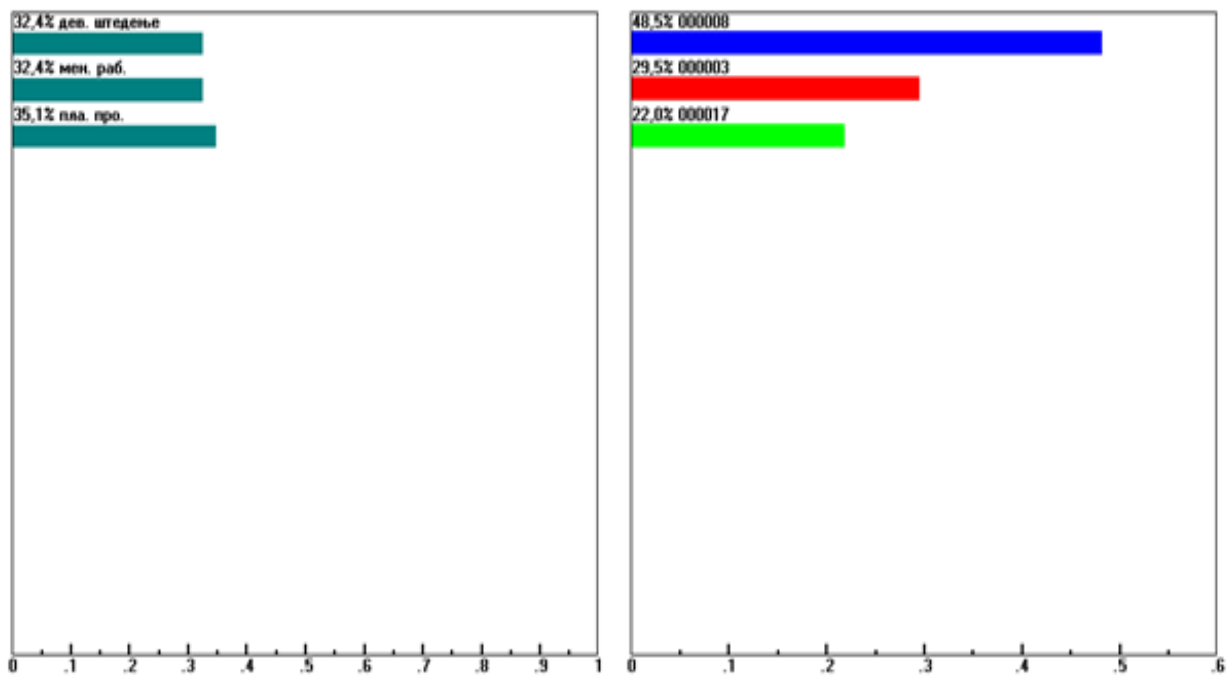
Врз основа на анализираните резултати прикажани на сликите 5-24–5-26 може да се констатира дека со зголемување на важноста на критериумите за 5%, рангот на трите експозитури од група А е стабилен.



Слика 5-24 Сензитивна анализа преку опцијата *Dynamic* со зголемена важност на критериумот девизно штедење за 5% за првиот АНР модел



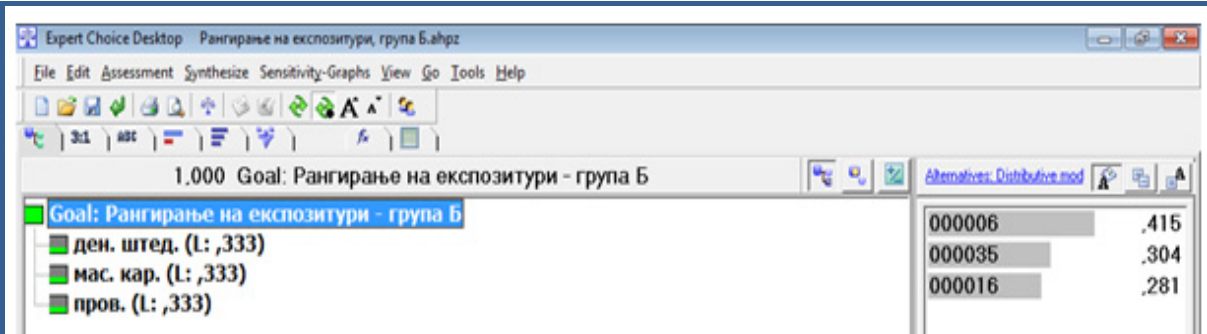
Слика 5-25 Сензитивна анализа преку опцијата *Dynamic* со зголемена важност на критериумот менувачко работење за 5% за првиот АНР модел



Слика 5-26 Сензитивна анализа преку опцијата *Dynamic* со зголемена важност на критериумот платен промет за 5% за првиот АНР модел

5.2.4.2. Сензитивна анализа за вториот АНР модел

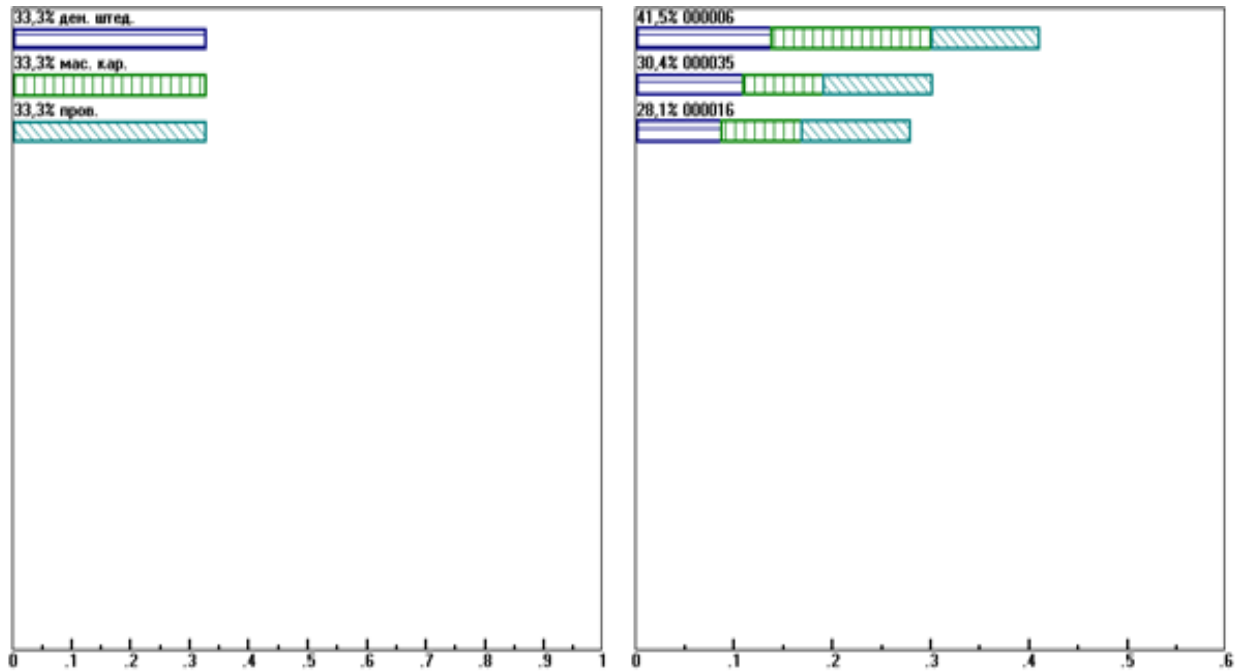
Во вториот АНР модел во кој се рангираат експозитурите кои се дел од групата Б, исто така се издвоени трите највисоко рангирани експозитури за 2011г., а тоа се: 000006, 000035 и 000016 (прилог 10, табела 5-3, стр. 177) и избрани се следните три критериуми: денарско штедење, мастер картички и провизија. Добиените резултати (тежините на критериумите и вкупните приоритети на експозитурите) од софтверското решавање на овој модел се прикажани на слика 5-27.



Goal: Рангирање на експозитури - група Б	Weight
ден. штед. (L: ,333)	.415
мас. кар. (L: ,333)	.304
пров. (L: ,333)	.281

Слика 5-27 Резултати од решавањето на вториот АНР модел со три критериуми и три експозитури во софтверот *Expert Choice*

За овој модел е спроведена сензитивна анализа преку опцијата *Dynamic* со вклучена опција *Components* која овозможува да се согледа колкав е уделот на тежината на секој од критериумите (денарско штедење, мастер картички и провизија) во вкупните приоритети на експозитурите (слика 5-28).



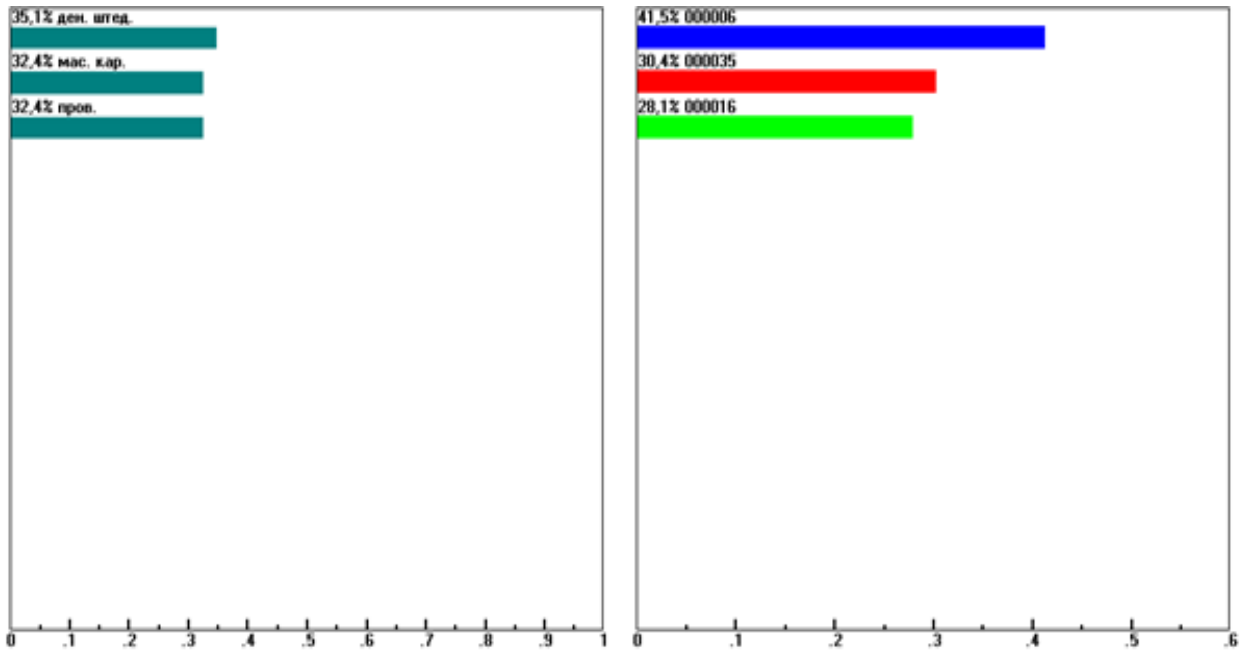
Слика 5-28 Сензитивна анализа преку опцијата *Dynamic* (со избрана опција *Components*) со истите тежини на трите критериуми добиени со решавање на вториот АНР модел во софтверот *Expert Choice*

За да се испита дали е стабилен рангот на трите експозитури кои припаѓаат на група Б, зголемена е важноста на секој критериум поодделно за 5 % (слики: 5-29–5-31). Од слика 5-29 може да се согледа дека кога е зголемена важноста на критериумот денарско штедење за 5%, рангот на експозитурите не се менува, а нема промени ни во вкупните приоритети на експозитурите во споредба со оние кои се прикажани на слика 5-28.

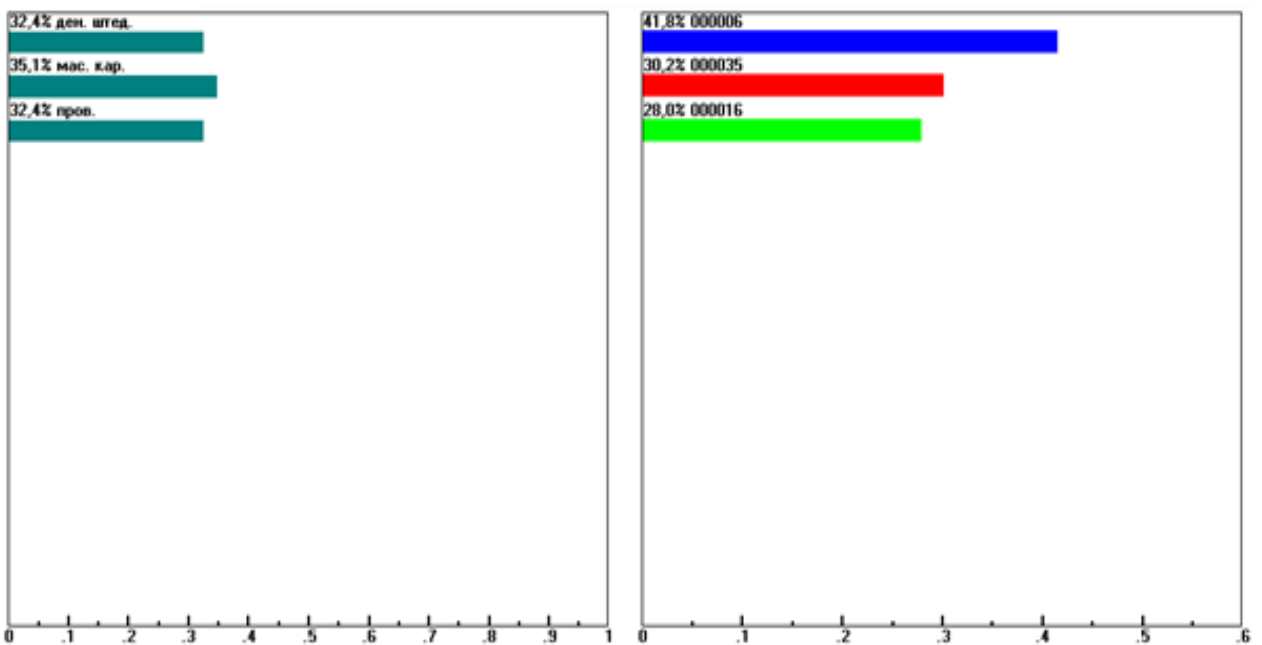
Кога е зголемена важноста на критериумот мастер картички за 5% (слика 5-30), рангот на експозитурите останува ист, но се забележува зголемување на вкупниот приоритет на експозитурата 000006 во однос на вредноста прикажана на слика 5-28 (од 41,5% на 41,8%), а вкупните приоритети на останатите две експозитури бележат намалување во однос на оние прикажани на слика 5-28.

И со зголемување на важноста на критериумот провизија за 5% (слика 5-31) рангот на експозитурите не се менува, а мали промени се забележуваат во вредностите на првата и третата експозитура во споредба со прикажаните вредности на слика 5-28, поточно вкупниот приоритет на првата експозитура (000006) е намален (од 41,5% на 41,3%), а на третата експозитура (000016) е зголемен (од 28,1% на 28,2%).

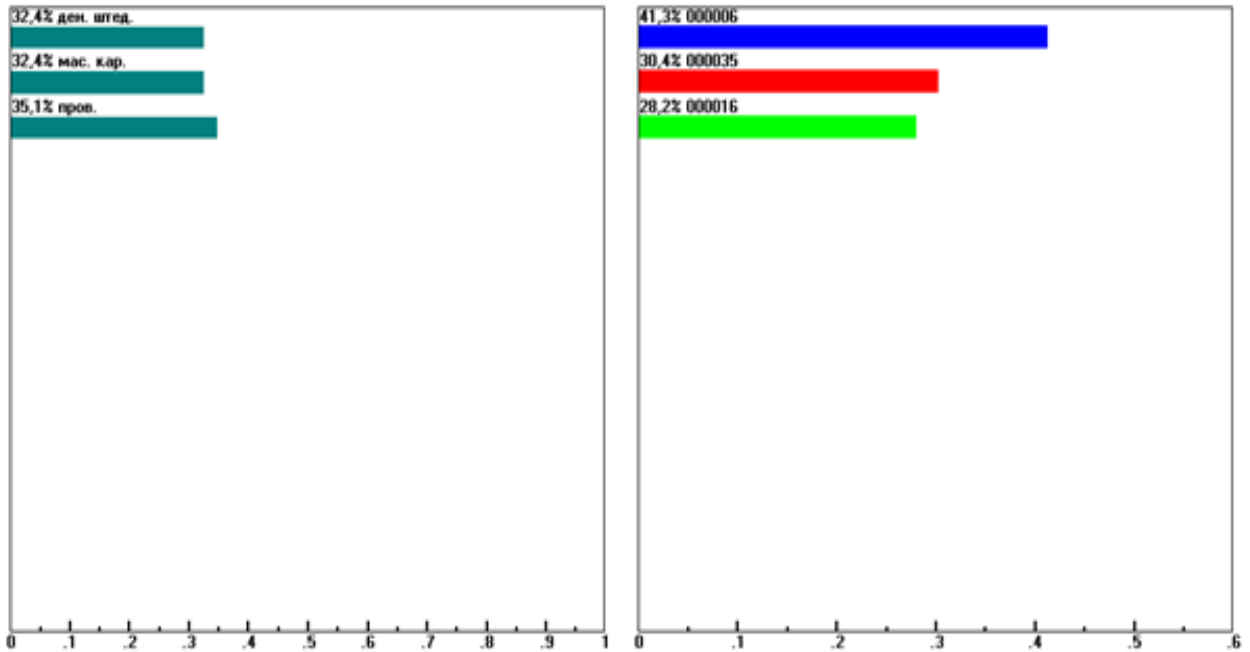
Од наведеното може да се констатира дека рангот на трите експозитури од група Б е стабилен.



Слика 5-29 Сензитивна анализа преку опцијата *Dynamic* со зголемена важност на критериумот денарско штедење за 5% за вториот АНР модел



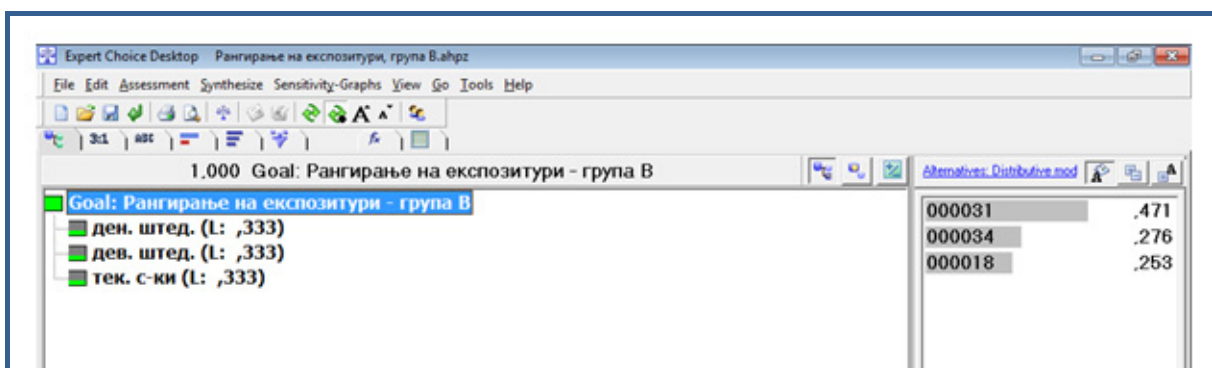
Слика 5-30 Сензитивна анализа преку опцијата *Dynamic* со зголемена важност на критериумот мастер картички за 5% за вториот АНР модел



Слика 5-31 Сензитивна анализа преку опцијата *Dynamic* со зголемена важност на критериумот провизија за 5% за вториот АНР модел

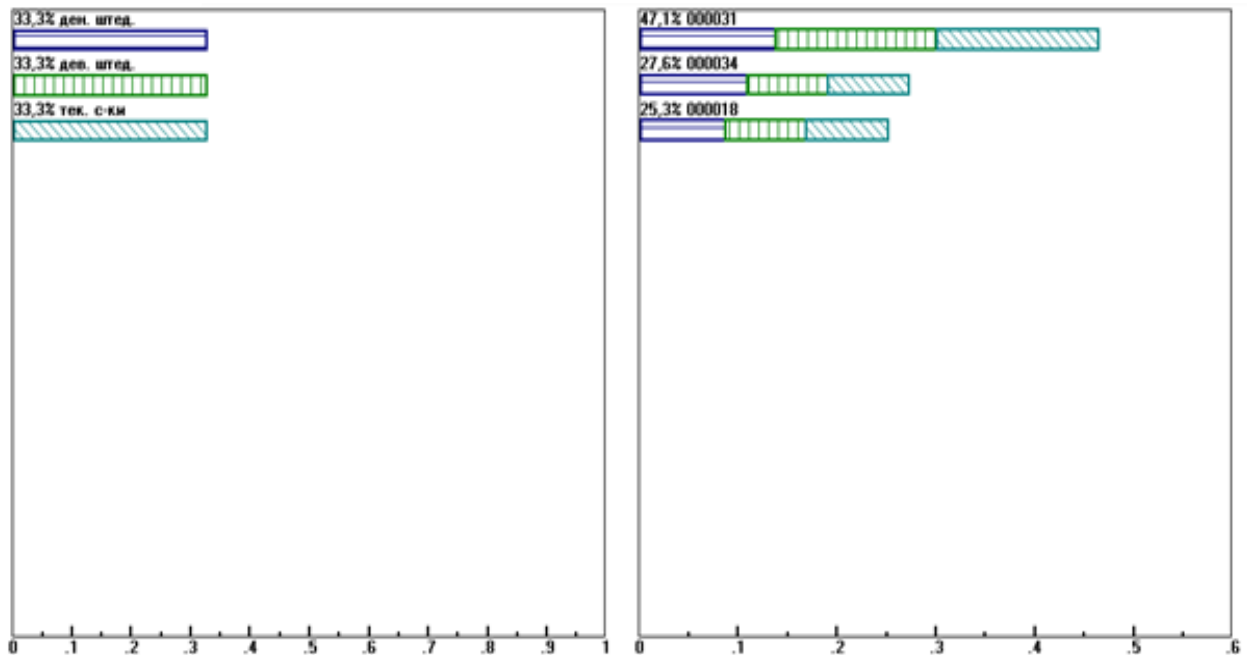
5.2.4.3. Сензитивна анализа за третиот АНР модел

И од третиот АНР модел во кој се рангираат експозитурите кои припаѓаат на групата В, се избрани трите највисоко рангирани експозитури за 2011г. (прилог 10, табела 5-3), а исто така се избрани и три критериуми и тоа: денарско штедење, девизно штедење и тековни сметки. Со софтверското решавање на моделот добиени се тежините на критериумите и вкупните приоритети на експозитурите кои се прикажани на слика 5-32.



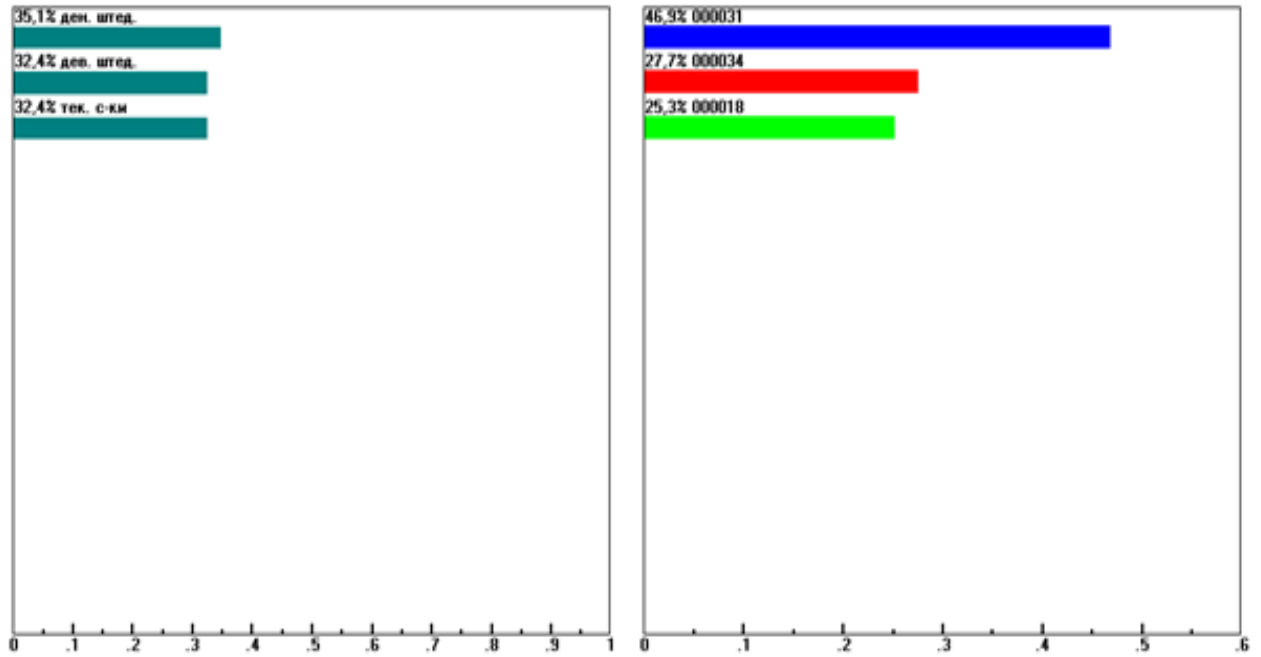
Слика 5-32 Резултати од решавањето на третиот АНР модел со три критериуми и три експозитури во софтверот *Expert Choice*

И за овој модел е спроведена сензитивна анализа преку опцијата *Dynamic* со избрана опција *Components* (слика 5-33).

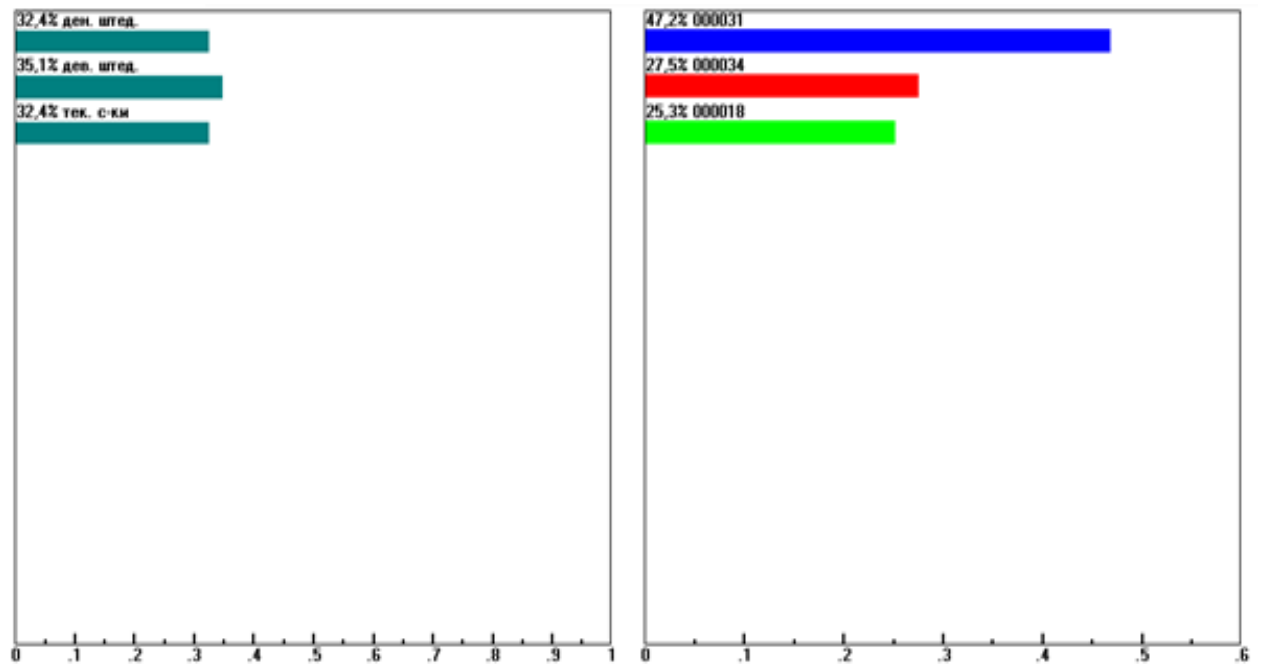


Слика 5-33 Сензитивна анализа преку опцијата *Dynamic* (со избрана опција *Components*) со истите тежини на трите критериуми добиени со решавање на третиот АНР модел во софтверот *Expert Choice*

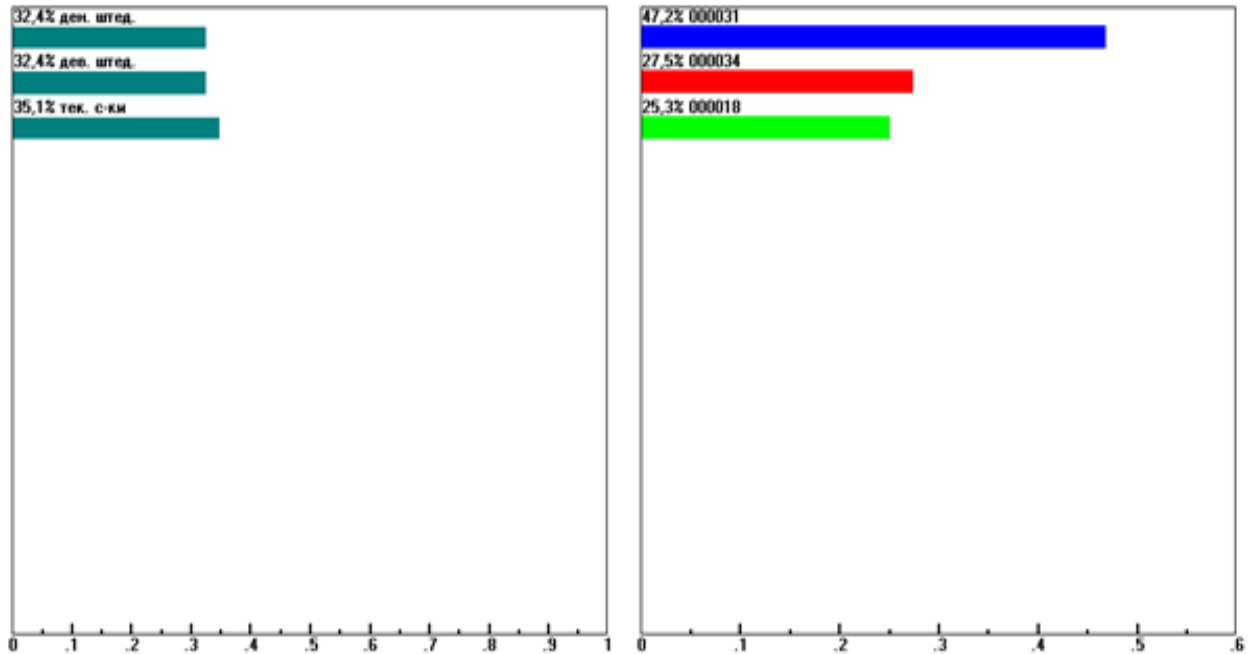
Од сликите 5-34–5-36 може да се констатира дека рангот на трите експозитури: 000031, 000034 и 000018 е стабилен, а мали промени се забележуваат во вредностите на вкупните приоритети на првите две експозитури во однос на вредностите кои се прикажани на слика 5-33.



Слика 5-34 Сензитивна анализа преку опцијата *Dynamic* со зголемена важност на критериумот денарско штедење за 5% за третиот АНР модел



Слика 5-35 Сензитивна анализа преку опцијата *Dynamic* со зголемена важност на критериумот девизно штедење за 5% за третиот АНР модел



Слика 5-36 Сензитивна анализа преку опцијата *Dynamic* со зголемена важност на критериумот тековни сметки за 5% за третиот АНР модел

Добиените резултати од АНР моделите, поточно тежинските коефициенти на критериумите, вкупните приоритети на експозитурите на Банката кои се лоцирани во Скопје како и нивното рангирање во рамките на секоја од групите во кои истите припаѓаат во периодот кој е земен предвид (2008-2011) беа презентирани и интерпретирани во Банката. При тоа, посебно внимание се посвети и на резултатите од спроведената сензитивна анализа затоа што преку неа можат да се добијат мошне корисни информации за осетливоста, односно стабилноста на конечните резултати при промена на влезните податоци.

Врз основа на презентираниот материјал во оваа глава сметаме дека АНР моделите кои се развиени и аплицирани во овој дел од истражувањето спроведено во Комерцијална банка АД Скопје можат да се користат во Банката со што би се овозможило идентификување на најдобро рангираната експозитура во секоја од групите, а воедно и на онаа која се наоѓа на последното место, како и динамичко следење на ранговите на експозитурите во текот на времето.

Синтетизирана оценка на реализацијата на поставените цели на емпириското истражување спроведено во Комерцијална банка АД Скопје

За да може заклучокот од оваа докторска дисертација да се интерпретира на адекватен начин, најпрво е потребно да се потврди реализацијата на поставените цели на емпириското истражување спроведено на деловните единици (филијали, глава 4 и експозитури, глава 5) на Комерцијална банка АД Скопје.

а) Реализација на целите на истражувањето спроведено на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани низ Р. Македонија

- **Реализација на целта поврзана со идентификување на влезови и излези за секој од пристапите: производствен (оперативен), посреднички и пристап на профитабилност за да се евалуира релативната ефикасност на филијалите**

Во рамките на спроведеното истражување во Банката идентификувани се влезови и излези за секој од горенаведените пристапи. Спроведено е интервју со директорката на Самостојната дирекција за управување со мрежата на филијали и идентификувани се 4 влеза (персонал, опрема, деловен простор и материјални трошоци) и 16 излеза (кредитирање на население, кредитирање на стопанство, платен промет – вкупно трансакции, платен промет – шалтерски работници, платен промет – просек по работник, банкарски картички, трансакции по банкомат, трансакции по по- терминал и импринтери, денарски книшки, девизни книшки и сметки, депозитна база, остварени приливи за правни лица, остварени одливи за правни лица, вкупно заклучници, приливи за физички лица и плаќања од физички лица) за производствениот пристап, 3 влеза (денарски книшки, девизни книшки и сметки и депозитна база) и 3 излеза (кредитирање на население, кредитирање на стопанство и банкарски картички) за посредничкиот пристап, а исто така идентификувани се 3 влеза (расходи за камата, расходи за провизии и надомести и исправка на вредност на побарувања) и 3 излеза (приходи од камата, приходи од провизии и надомести и ослободување на исправка на вредност) за пристапот на профитабилност (опишано во поглавјето 4.2.2).

■ Реализација на целта поврзана со оценување на важноста на влезовите и излезите на трите пристапи

Идентификуваните влезови и излези за секој од пристапите беа користени во изготвувањето на анкетниот прашалник во кој испитаниците (11 директори на филијалите на Банката лоцирани низ Републиката) ја оценуваа важноста на секој влез и излез на скала од 1 до 5. Прашалникот беше дистрибуиран по електронска пошта и секој од нив по пополнувањето, исто така го достави по електронска пошта. Според возраста 8 испитаници (45% од нив) се на возраст до 50 години, а 3 испитаници (55%) се на возраст над 50 години, а секој од нив, според нивото на образование, е со високо образование. Сите испитаници ја имаа оценето важноста на влезовите и излезите во прашалникот, а дополнителен влез, односно излез не беше допишан од нивна страна што воедно укажува на адекватноста во изборот на влезовите и излезите. Врз основа на собраните податоци од анкетните прашалници за влезовите и излезите на поодделните пристапи беа пресметани следните мерки на централна тенденција: аритметичка средина, медијана и модус, а во прилог 3 се прикажани и пресметаните статистички показатели: фреквенција, процент и кумулативен процент за секој влез и излез. Просечните оценки на важност за влезовите и излезите на секој од пристапите се прикажани графички (горенаведеното е опишано и прикажано во глава 4, стр. 109-117).

■ Реализација на целта поврзана со развој на *Window DEA* модели за поодделните пристапи

Во рамките на спроведеното истражување и оваа цел е реализирана. За секој од пристапите беше одлучено да се развијат по неколку DEA модели, а од клучно значење е изборот на влезови и излези за секој од нив. За да се изберат влезови и излези за секој модел беше спроведено интервју со директорката на Самостојната дирекција за управување со мрежата на филијали и беше одлучено при изборот предвид да се земат утврдените просечни оценки на важност за влезовите и излезите на поодделните пристапи. За производствениот пристап избрани се променливи за три DEA модели. За првиот модел како влезови се избрани: персонал (број на вработени) (x_1) и материјални трошоци (x_2), а излези се: кредитирање на стопанство (y_1) и депозитна база (y_2). За вториот модел на овој пристап избрани се влезовите: персонал (плати за вработени) (x_1) и материјални трошоци (x_2), а избраните излези се: остварени одливи за правни

лица (y_1) и платен промет во земјата (y_2). Додека, пак, како влезови за третиот модел на производствениот пристап избрани се: персонал (број на вработени) (x_1) и исправка на вредност на побарувања (x_2) (кој претставува дополнително вклучен влез), а излези се: кредитирање на стопанство (y_1) и кредитирање на население (y_2). За посредничкиот пристап беше одлучено да се развијат два DEA модела со тоа што за првиот модел како влез е избрана депозитната база (x_1), а како излези: кредитирање на стопанство (y_1), кредитирање на население (y_2) и банкарски картички (y_3), односно сите идентификувани и оценети излези за пристапот. За вториот модел избрани се влезовите: депозитна база (x_1) и трошоци на работењето (трошоци за плати и материјални трошоци) (x_2) (дополнително вклучен влез), а како излези: кредитирање на стопанство (y_1) и кредитирање на население (y_2). Исто така, и за пристапот на профитабилност развиени се два DEA модела со тоа што како влезови во првиот DEA модел избрани се: расходи за камата (x_1) и исправка на вредност на побарувања (x_2), а како излези: приходи од камата (y_1) и ослободување на исправка на вредност (y_2). А, за вториот DEA модел на овој пристап избрани се влезовите: расходи за камата (x_1) и расходи за провизии и надомести (x_2), а како излези: приходи од камата (y_1) и приходи од провизии и надомести (y_2). За собирање на податоци за влезовите и излезите на трите пристапи беа користени: билансите на состојба, билансите на успех и базата на податоци на Банката. Откако податоците беа собрани беше испитано дали кај некоја од филијалите недостасуваат податоци за некој од влезовите, односно излезите, дали има негативни вредности и вредности кои се нула, со што беше утврдено дека само кај една филијала (филијалата F8) променливата кредитирање на стопанство имала вредност 0 за првата година од набљудуваниот период (2009г.), а негативни вредности и вредности кои недостасуваат не се утврдени. Исто така, беше извршена и корелациона анализа на сите влезови и излези за секој од моделите за што се користеа податоци за кварталите на 2009, 2010 и 2011 година. Само кај вториот модел на производствениот пристап излезот остварени одливи за правни лица беше во негативна корелација со останатите променливи во периодот кој се набљудуваше и беше одлучено истиот да се исклучи од моделот, а место него да се вклучи вкупниот број на трансакции од платен промет со странство со тоа што повторно беше извршена корелациона анализа за променливите на овој модел, но истите го задржаа утврденото место како влезови и излези (опишано во поглавјето 4.2.2.4). Потоа, беше специфициран приносот на обем, поточно се одлучи моделите да се решат и при константен принос на обем (CRS) и при

варијабилен принос на обем (VRS), а добиените резултати да се споредат, а беше специфицирана и ориентацијата на моделите со тоа што за моделите на производствениот и посредничкиот пристап беше специфицирана излезна ориентација, а за моделите на пристапот на профитабилност и влезна и излезна ориентација. Податоците за моделите на поодделните пристапи беа собрани за временски период од три години, поточно за 2009, 2010 и 2011 година (а исто така, беа собрани податоци и на квартално ниво за набљудуваниот период) што овозможи да се избере техниката *Window* (прозорска) DEA анализа за да се следи промената на релативната ефикасност на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје во набљудуваниот временски период. За решавање на *Window* DEA моделите се користеше моќната софтверска алатка *Efficiency Measurement System* (EMS).

■ **Реализација на целта поврзана со давање препораки на филијалите на Банката кои се неефикасни**

Резултатите кои беа добиени со софтверското решавање на *Window* DEA моделите при CRS и VRS беа споредени со што се утврдија значителни разлики во бројот, односно во процентот на филијалите кои се карактеризираа како релативно ефикасни (прилози: 5 и 6), а во ваков случај работењето на единиците за кои се одлучува (филијалите на Банката) подобро се опишува преку моделите при VRS. Врз основа на добиените резултати за секој модел направени се слики за просечната ефикасност на филијалите по години и по квартали (прикажан е просекот на резултати за секоја филијала кој е пресметан по колона) и составена е мапа на обвивање која е прикажана во табели. Исто така, направени се и табеларни прикази преку кои се овозможува споредба на резултатите (просек на резултати за секоја филијала кој е добиен по колона) од моделите на секој од пристапите (опишано во поглавјето 4.2.6). Овие резултати беа презентирани и интерпретирани на реализираниот состанок со директорката на Самостојната дирекција за управување со мрежата на филијали и вработените во оваа дирекција при што беше укажано кои филијали се релативно ефикасни, кои не се и каква промена на влезовите, односно на излезите треба да се направи за истите да станат релативно ефикасни.

■ Реализација на целта поврзана со валидација на „необични“ резултати

И оваа цел е реализирана во рамките на спроведеното истражување. На состанокот со директорката на Самостојната дирекција за управување со мрежата на филијали и вработените во Дирекцијата, на кој беа презентирани и интерпретирани добиените резултати од софтверското решавање на моделите на поодделните пристапи, од нивна страна се утврди дека за филијалата F6 се добиени необични резултати според првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап, односно резултатот покажува дека филијалата е релативно неефикасна во набљудуваниот период (најнеефикасна е во 2009 година, релативно неефикасна е и во 2010 година, а во 2011 година оваа филијала значително ја има зголемено ефикасноста), а според нив истата работи ефикасно во целиот набљудуван период. Причината за неефикасноста на филијалата особено во 2009 година е високата вредност на материјалните трошоци кои се втора влезна променлива, а беше направена и споредба со филијалата F4 затоа што истата остварува сличен износ на излезите, но материјалните трошоци на филијалата F6 во споредба со тие на филијалата F4 се 2 до 3 пати поголеми. За валидација на резултатите е направена интеграција на *Window* DEA анализата со најпознатата метода на повеќекритериумската анализа - аналитички хиерархиски процес (АНР). Беа изградени два АНР модела кои се состоеја од цел и критериуми со тоа што едниот модел како критериуми ги содржеше влезните, а другиот излезните променливи на горенаведениот *Window* DEA модел, а од испитаниците се бараше да ги споредат критериумите во парови и да ги изразат своите преференции со користење на Saaty-евата скала на релативна важност. Беше изготвен прашалник кој до испитаниците се дистрибуираше по електронска пошта со тоа што секој од нив го пополни прашалникот индивидуално, а откако пополнетите прашалници беа доставени, со пресметување на геометриска средина се комбинираа нивните индивидуални проценки. Преку групно одлучување со АНР методата беа добиени тежинските коефициенти на критериумите на двата АНР модела кои овозможува да се постават ограничувања на тежините на променливите на *Window* DEA моделот и истиот повторно беше решен софтверски со користење на алатката EMS, но и во овој случај високата релативна неефикасност на филијалата F6 во 2009 година се потврди (опишано во поглавјето 4.2.5.2).

■ **Реализација на целта поврзана со давање препораки на филијалите кои се ефикасни според добиените резултати од моделот за мерење на суперефикасноста**

Вториот *Window* DEA модел на пристапот на профитабилност со влезна ориентација, повторно беше стартуван во софтверот EMS со тоа што беше избрана и опцијата *superefficiency* за мерење на суперефикасноста на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје. Во дисертацијата се прикажани и интерпретирани резултатите за филијалите: F1 и F3 од каде може да се констатира дека за 2011 година подобро е рангирана филијалата F3. Исто така, според овој модел извршено е рангирање на филијалите на Банката со тоа што во целиот набљудуван период прворангирана е филијалата F2 (опишано во поглавјето 4.2.5.11).

Во оваа докторска дисертација во истражувањето кое ги опфати филијалите на Банката кои се лоцирани низ Р. Македонија **потврдени се двете претпоставки** и тоа:

1. Методологијата DEA може да се користи за да се евалуира релативната ефикасност на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани низ Р. Македонија, а воедно и за да се идентификуваат изворите на неефикасност и да се одредат износите на неефикасност.
2. Со *Window* DEA моделите може да се следи промената на релативната ефикасност на филијалите на Банката во набљудуваниот временски период.

б) Реализација на целите на истражувањето спроведено на експозитурите на Комерцијална Банка АД Скопје кои се лоцирани во Скопје

■ **Реализација на целта поврзана со изборот на критериуми за рангирање на експозитурите на Банката**

Во рамките на спроведеното истражување на експозитурите на Банката кои се лоцирани во Скопје оваа цел е реализирана. За да се изберат критериуми за рангирање на експозитурите беше спроведено интервју со директорката на Самостојната дирекција за платен промет во земјата и според вредностите на активностите кои се одвиваа во групите на експозитури (дефинирани се три групи на експозитури: А, Б и В

според бројот на активни шалтери) беа избрани осум активности, со третман на критериуми кои во набљудуваниот период (2008г.-2011г.) имаа највисоки вредности, а тоа се: денарско штедење, девизно штедење, тековни сметки, менувачко работење, јавни услуги, мастер картички, провизија и платен промет (објаснето во поглавјето 5.2.1).

■ **Реализација на целта поврзана со развој на АНР модел за секоја група на експозитури за нивно рангирање**

За секоја група на експозитури е развиен АНР модел во кој целта е да се изврши нивно рангирање. Првото ниво на хиерархискиот модел го сочинуваат избраните критериуми кои се исти за сите модели, а второто ниво го сочинуваат алтернативите, односно експозитурите од соодветната група, со тоа што беше набљудуван период од 4 години.

■ **Реализација на целта поврзана со рангирање на експозитурите на Банката во групите во кои истите припаѓаат во временскиот период кој се набљудува**

За да се споредат елементите на секое хиерархиско ниво во парови и да се изразат преференциите на испитаникот со помош на фундаменталната скала на Saaty беше изготвен анкетен прашалник. Како испитаник од страна на директорката на Самостојната дирекција за платен промет во земјата беше избран референт од Службата за анализи, информирање и поддршка и до него прашалникот беше испратен по електронска пошта и исто така, по пополнувањето, прашалникот беше доставен по електронска пошта. Во софтверската алатка *Super Decisions* беа внесени добиените податоци за првиот АНР модел за 2008 година и беа пресметани тежинските коефициенти на критериумите и вкупните приоритети на експозитурите (оваа постапка беше идентична и за останатите модели во набљудуваниот период). За трите АНР модели во периодот кој се набљудуваше се дадени вкупните приоритети на експозитурите, показателот на конзистентност (*CR*) и рангот на експозитурите (прилог 10). Од секоја група беа издвоени по три експозитури кои се карактеризираа како највисоко рангирани за секоја година од периодот и за нивните вкупни приоритети е направен табеларен приказ, а исто така, направени се и слики преку кои можат да се

согледааат вкупните приоритети на експозитурите по поделните групи за целиот набљудуван период (поглавја: 5.2.2 – 5.2.3).

■ **Реализација на целта поврзана со спроведување на сензитивна анализа за да се испита осетливоста, односно стабилноста на резултатите добиени со решавање на АНР моделите за 2011 година**

Софтверската алатка *Expert Choice* има пет опции за да се испита осетливоста, односно стабилноста на резултатите на промената на влезните податоци и затоа истата се користеше во рамките на ова истражување. За разгледување беа земени три експозитури од секоја група кои за 2011 година се највисоко рангирани и беа избрани по три критериуми. Моделите се креираа во софтверот *Expert Choice* при што се користеа добиените податоци од пополнетиот прашалник од страна на испитаникот (поглавје 5.2.1). За првиот модел (АНР модел за група А) се прикажани и објаснети сите опции на сензитивна анализа во *Expert Choice*, а за останатите два модела е испитано дали е стабилна ранг-листата на експозитурите (опишано во поглавјата: 5.2.4.1 – 5.2.4.3). Со спроведената сензитивна анализа потврдена е ранг-листата на експозитурите на Банката кои се лоцирани во Скопје.

Во истражувањето кое ги опфати експозитурите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани во Скопје е **потврдена претпоставката**, поточно повеќекритериумската метода аналитички хиерархиски процес може да се користи за рангирање на експозитурите на Банката.

*
* *

Генерално, може да сумираме дека сите поставени цели во однос на емпириското истражување спроведено во Комерцијална банка АД Скопје, се реализирани што е експлицитно потврдено во комплетната разработка на оваа докторска дисертација.

ЗАКЛУЧОК

Целта на докторската дисертација на тема: „*Методи и модели на повеќекритериумско одлучување во менаџментот: емпириска студија за евалуација на ефикасноста на одредени организациони единици во Република Македонија*“ беше да се прикаже можноста за примена на водечката непараметарска методологија DEA и најпознатата и најчесто применуваната повеќекритериумска метода АНР во рамките на една банка на територијата на Република Македонија.

Во таа насока дисертацијата е структурирана во два дела, така што во **првиот дел** (главите: **1, 2 и 3**) се презентирани теоретско-методолошките разгледувања на релативно новото поле на моќната дисциплина наука за менаџмент – повеќекритериумското одлучување (MCDM).

Методите и моделите на MCDM овозможуваат решавање на комплексни реални проблеми кои припаѓаат на најразлични области како на пример: образование, здравство, банкарство, земјоделство, производство, транспорт, спорт итн., така што истите вклучуваат поголем број на критериуми кои најчесто се конфликтни меѓусебе. Успешното решавање на ваквите повеќекритериумски проблеми на одлучување во практиката го позиционира повеќекритериумското одлучување како едно од најзначајните полиња на MS пристапот.

Посебен акцент во дисертацијата е ставен на повеќекритериумското одлучување (MADM) чии методи и модели овозможуваат избор на најприфатливата алтернатива или пак рангирање на алтернативите.

За решавање на MADM проблемите се развиени голем број на методи, а во рамките на оваа докторска дисертација се прикажани и накратко се објаснети најпознатите и најчесто користените од нив, поточно: методата на доминација, *maximin*, *maximax*, конјуктивната, дисјунктивната, лексикографската метода, методата ELECTRE и методата PROMETHEE, а исто така, детално е обработена најпопуларната метода на повеќекритериумската анализа - АНР. Методата АНР може да се применува за решавање на широка лепеза на MCDM проблеми (планирање, мерење на перформанси, поставување на приоритети, алокација на ресурси, решавање на конфликти, предвидување на резултати итн.) со тоа што овозможува MCDM проблемот да се структурира како хиерархија. Резултатите кои се добиваат со

решавање на конструираниот модел на методата АНР се: тежинските коефициенти на критериумите и вкупните приоритети на алтернативите, така што врз основа на овие вкупни приоритети се овозможува рангирање на алтернативите, а за да се испита дали е стабилна ранг-листата на алтернативите се спроведува сензитивната анализа.

Кога се применува оваа метода за решавање на проблеми кои се мошне комплексни предвид треба да се има дека може да биде неопходен голем број на споредби во парови, а исто така, чест е случајот да биде особено тешко да се постигне прифатлив показател на конзистентност (CR).

Како надоградување на методата АНР е развиена методата аналитички мрежен процес (ANP) која овозможува мрежно дефинирање на проблемот и структура на повратни врски во моделот на одлучување.

Исто така, во оваа дисертација детално е обработена и непараметарската, детерминистичка методологија DEA врз основа на која може да се направи квалитетна анализа на ефикасноста на сложени организациски единици кои се хомогени и во DEA терминологијата се познати како единици за кои се одлучува, (DMUs).

За да се конструира границата на ефикасност потребно е да се земат предвид нивните податоци за користените ресурси, односно влезови и за резултатите кои се остварени, т.е. излезите, така што оние DMUs кои ја формираат границата на ефикасност се сметаат за релативно ефикасни, а останатите се релативно неефикасни.

Информациите за изворите и за износите на неефикасност кои се добиваат со примена на оваа метода можат многу да им помогнат на менаџерите во донесувањето на одлуки кои ќе овозможат да се постигнат подобри резултати во работењето на единиците кои се анализираат.

Во дисертацијата се обработени основните модели на методата DEA (CCR и BCC моделите) и со влезна и со излезна ориентација, модифицираниот модел за мерење на суперефикасноста на DMUs, а посебен акцент е ставен и на техниката која овозможува зголемување на бројот на единиците за кои се одлучува како и вклучување на временска димензија во моделот – *Window* (прозорската) анализа. Оваа техника овозможува да се следи и стабилноста на резултатите како и трендот на резултатите на релативната ефикасност на секоја од единиците кои го сочинуваат примерокот.

Методата DEA овозможува во моделот да се вклучат поголем број на влезови и излези со тоа што истите не мора да се изразени во исти мерни единици, можат да се

вклучат егзогени, категориски променливи, мислења на експерти, менаџерски преференции, а исто така, не бара претпоставка за функционалната форма.

Со оглед на фактот дека во полето на оваа софистицирана метода на математичкото програмирање се објавени повеќе од 4000 референци и тоа најголемиот дел се аплицирани во банкарството, образованието и здравството, може да се констатира дека нејзината примена во организациите е мошне успешна.

Покрај нејзината примена за мерење на релативната ефикасност на непрофитните организации, истата доста често се применува и во профитните организации, а целта е надзор и контрола и на едните и на другите.

Тоа што треба да се има предвид кога се применува оваа софистицирана непараметарска метода е дека доколку дојде до исклучување на влез односно на излез кој се смета за доста значаен, можат да се добијат пристрасни резултати, а исто така, треба да се води сметка бројот на единиците за кои се одлучува да биде барем три пати повеќе од вкупниот број на влезните и на излезните променливи.

За решавање на комплексните проблемски ситуации како најчесто користени методи од страна на менаџерите се издвојуваат методите на повеќекритериумското одлучување и непараметарската метода за мерење на организациските перформанси – DEA, а исто така, постојат и бројни примери во кои се интегрирани MCDM методите и DEA.

Во емпириското истражување во рамките на оваа докторската дисертација кое е спроведено во Комерцијална банка АД Скопје и кое е презентирano во **вториот – апликативен дел** на дисертацијата (**главите: 4 и 5**) применети се методите DEA и АНР, така што за евалуација на релативната ефикасност на деловните единици (филијали) на Банката кои се лоцирани низ Република Македонија е аплицирана методата DEA (прв дел од истражувањето), а за валидација на добиените „необични“ резултати направена е интеграција на овие две методи, додека пак за рангирање на експозитурите на Банката кои се лоцирани во Скопје е аплицирана методата АНР (втор дел од истражувањето).

Истражувањето во дисертацијата според методолошкиот пристап е **комбинирано** (применет е методот на интервју, методот на анкета, собрани и анализирани се податоци кои се и текстуални и нумерички, пресметани се мерките на централна тенденција: аритметичка средина, медијана и модус како и статистичките показатели: фреквенција, процент и кумулативен процент за секој поодделен влез и

излез на пристапите за евалуација на релативната ефикасност на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје. Во тој контекст применети се методата DEA, односно *Window* DEA анализата и методата на повеќекритериумското одлучување АНР. Според изворот на податоци станува збор за **примарно истражување** (податоците за прв пат се собрани за потребите на ова истражување), според видот на податоците кои се обработуваат е **емпириско**, според опфатот е **микро**, а во однос на времето на кое се однесува претставува **ex post истражување** (за филијалите се набљудува временскиот период од 2009 година до 2011 година, а за експозитурите од 2008 година до 2011 година).

Во првиот дел од емпириското истражување, се користи COOPER-овата рамка за да се изврши евалуација на релативната ефикасност на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје. Оваа рамка треба да се користи за евалуација на релативната ефикасност на филијалите затоа што:

- претставува унифициран стандарден процес кој на истражувачот му овозможува да ги следи фазите, нивните подфази и чекорите од кои се состојат подфазите и на тој начин да ја редуцира можноста од правење на евентуални грешки, односно да не испушти нешто важно;
- овозможува постепено да се гради моделот и да се поврзе истражувачот со доносителите на одлуки;
- анализата на ефикасност е пореална, побрза и може да се повтори и
- рамката може да се модифицира според потребите на истражувачот.

Во оваа рамка развиени се *Window* DEA модели за три пристапи: производствен, посреднички и пристап на профитабилност и истите се решени со софтверската алатка *Efficiency Measurement System* (EMS), а најдобри резултати се постигнати со решавање на моделите на пристапот на профитабилност со што воедно се потврдува и успешноста на работењето на филијалите на Банката.

Врз основа на добиените резултати со софтверското решавање на моделите идентификувани се филијалите кои се релативно ефикасни и оние кои се релативно неефикасни. За вторите се утврдени износите на неефикасност и сугерирани се промени според кои може да се подобри нивното работење, а со тоа и работењето на Банката како целина.

Како **ограничување** во истражувањето спроведено на филијалите на Банката се јавува мала временска серија (опфатен е период од три години во кој филијалите вршат

исти финансиски активности), меѓутоа од добиените резултати можат да се извлечат корисни информации за потенцијалните промени во влезовите (излезите) на филијалите кои се неефикасни за да ја подобрат ефикасноста и да станат релативно ефикасни. Корисноста на информациите може значително да се зголеми доколку се скрати времето од добивање на потребните податоци до презентирањето на добиените резултати.

Врз основа на горенаведеното, предлагаме развиените *Window* DEA модели на поодделните пристапи да продолжат се применуваат во Банката за да се зголемува успешноста во нејзиното работење во континуитет.

Во вториот дел од емпириското истражување, развиени се модели на повеќекритериумско одлучување, поточно развиен е АНР модел за секоја група на експозитури (А, Б и В) за истите да се рангираат во соодветната група во набљудуваниот период. Моделите се решени софтверски со алатката *Super Decisions*, а исто така, спроведена е и сензитивна анализа за да се испита осетливоста, односно стабилноста на конечните резултати при промена на влезните податоци, така што може да се констатира дека ранг-листата на експозитурите на Банката се карактеризира како стабилна.

За да се идентификува која експозитура има највисок ранг, а која е на последното место во групите во кои истите припаѓаат, а и за да може да се следи рангот на експозитурите во текот на времето, предлагаме развиените АНР модели во оваа докторска дисертација да продолжат да се користат во Банката.

Врз основа на реалната примена на методите DEA и АНР во рамките на емпириското истражување реализирано во Комерцијална банка АД Скопје може да се констатира дека методите на MS/OR пристапот можат да му служат на менаџментот како стратешко оружје за подобрување на работењето на организациите.

Исто така, вредно е да се истакне дека во моделите кои се развиени во докторската дисертација (*Window* DEA и АНР моделите) е инкорпорирано знаењето на испитаниците кои се експерти во областа.

Сметаме дека ваквиот мултидимензионален пристап треба да стане практика во сите организации затоа што преку него истите ќе постигнат подобри резултати во своето работење.

Како најзначајни научни придонеси кои се остварени преку спроведеното оригинално истражување во Комерцијална банка АД Скопје ги издвојуваме следните:

- Развиени се модели на техниката *Window* (прозорска) DEA анализа за производствен, посреднички и пристап на профитабилност кои можат да се користат за зголемување на ефикасноста на оние филијали кои се идентификувани како релативно неефикасни;
- Резултатите од реалната примена на моделите на техниката *Window* DEA анализа се прикажани и детално се анализирани, така што посебен акцент е ставен на мошне вредните информации за изворите и износите на неефикасност;
- Направена е интеграција на техниката *Window* DEA анализа и повеќекритериумската метода АНР за валидација на необичните резултати;
- Развиени се модели на методата АНР за рангирање на експозитурите на Банката во секоја од групите во кои тие припаѓаат за временски период од 4 години и
- Прикажани и анализирани се добиените резултати од софтверското решавање на АНР моделите, така што посебно внимание е посветено и на сензитивната анализа.

Врз основа на горенаведеното може да се констатира дека станува збор за изворно, т.е. оригинално истражување на авторот; остварени се мошне значајни стручни и научни придонеси, а исто така, оваа докторска дисертација претставува чекор во непознатото, така што преку неа се генерира и ново знаење кое воедно отвара нови прашања за натамошно ново истражување.

Во таа насока, авторот на дисертацијата планира да го продолжи истражувањето во оваа област со тоа што во предвид ќе ги земе и *Malmquist*-овите индекси за оценување на продуктивноста; при изборот на влезови и излези во моделите може да користи и статистички методи како и методи на повеќекритериумската анализа, а исто така, ќе продолжи да ја користи и COOPER-овата рамка во образованието во Република Македонија.



ЛИТЕРАТУРА

- Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W. (1984), „Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis“, *Management Science*, 30(9), pp. 1078-1092.
- Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E.L. (1978), „Measuring Efficiency of Decision Making Units“, *European Journal of Operational Research*, 2 (6) pp. 429-444.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. and Tone, K. (2007), *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, 2nd ed, Springer Science + Business Media, LLC, New York.
- Emrouznejad, A., De Witte, K. COOPER-framework: A unified process for non-parametric projects. *European Journal of Operational Research* (2010), doi:10.1016/j.ejor.2010.07.025.
- Ray, S. (2004), *Data Envelopment Analysis: Theory and Techniques for Economics and Operations Research*, Cambridge University Press, New York.
- Render, B., Stair, R. M. Jr. and Hanna, M. E. (2012), *Quantitative Analysis for Management*, 11th ed., Pearson, New Jersey.
- Saaty, T. L. (1977), „A scaling method for priorities in hierarchical structures“, *Journal of Mathematical Psychology*, 15 (3), pp. 234–281.
- Saaty, T.L. (2006), *Creative Thinking, Problem Solving & Decision Making*, RWS Publications, USA.
- Thanassoulis, E. (2001), *Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis: A Foundation Text with Integrated Software*, Kluwer Academic Publishers, Boston.

- Aczel, J. and Saaty, T.L. (1983), "Procedures for synthesizing ratio judgment", *Journal of Mathematical Psychology*, Vol. 27, pp. 93-102.
- Al-Faraj, T.N., Alidi, A.S. and Bu-Bshait, K.A. (1993), "Evaluation of Bank Branches By Means of Data Envelopment Analysis", *International Journal of Operations and Production Management*, 13, No.9, pp. 45-53.
- Ali, A.I. (1994), "Computational Aspects of DEA", in: Charnes, A. et al. (Eds.), *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Andersen, P. and Petersen N.C. (1993), "A Procedure for Ranking Efficient Unit in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 39, pp. 1261-1264.
- Anderson, D. R., Sweeny, D. J., Williams, T. A., Camm, J. D. and Kipp Martin, (2012), *An Introduction to Management Science: Quantitative Approaches to Decision Making*, revised 13th ed., South-Western Cengage Learning, USA.
- Asan, U. and Soyer, A. (2009), "Identifying strategic management concepts: An analytic network process approach", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 56, Iss. 2, pp. 600-615.
- Asmild, M., Paradi, J.C., Aggarwall, V. and Schaffnit, C. (2004), "Combining DEA window analysis with the Malmquist Index approach in a study of the Canadian banking industry", *Journal of Productivity Analysis*, 21(1), pp. 67-89.
- Athansopoulos, A.D. and Giokas, D. (2000), "The Use of Data Envelopment Analysis in Banking Institutions: Evidence from the Commercial Bank of Greece", *Interfaces*, 30, No. 2, pp. 81-95.
- Azadeh, A., Ghaderi, S.F. and Izadbakhsh, H. (2008), "Integration of DEA and AHP with computer simulation for railway system improvement and optimization", *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 195, Iss. 2, pp. 775-785.
- Babić, Z. (2011), *Modeli i metode poslovnog odlučivanja*, Sveučiliste u Splitu, Ekonomski fakultet-Split, Split.
- Ballester, E. and Romero, C. (1998), *Multiple Criteria Decision Making and its Applications to Economic Problems*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- Bana e Costa, C. (1996), Les problématiques de l'aide la decision: vers l'enrichissement de la trilogie choix-tri-rangement, *Revue de Recherche Opérationnelle*, 30 (2), pp. 191-216.
- Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W. (1984), „Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis“, *Management Science*, 30(9), pp. 1078-1092.
- Barichard, V., Ehrgott, M., Gandibleux, X. and T'Kindt, V. (Eds.), (2009), "Multiobjective Programming and Goal Programming", *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, Vol. 618, Springer.

- Barr, R.S. (2004), "DEA software tools and technology," in: W.W. Cooper, L.M. Seiford, and J. Zhu, Boston (Eds.), *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Kluwer Academic Publishers, Boston, pp. 539–566.
- Barth, W. and Staat, M. (2005), "Environmental Variables and Relative Efficiency of Bank Branches: a DEA-Bootstrap Approach", *Int. J. Bus. Perform. Manage.*, 7(3), pp. 1-13.
- Bayazit, O. (2005), "Use of AHP in decision-making for flexible manufacturing systems", *Journal of Manufacturing Technology Management*, 16 (7), pp. 808-819.
- Begičević, N. (2008), *Višekriterijski modeli odlučivanja u strateškom planiranju uvođenja e-učenja*, Doktorska disertacija, Fakultet organizacije i informatike, Varaždin, R. Hrvatska.
- Begičević, N., Divjak, B. and Hunjak, T. (2011), "AHP-based group decision making using keypads", *Int. J. Economics and Business Research*, Vol. 3, No. 4, pp. 443-458.
- Belton, V. and Stewart, T.J. (2001), *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Bergendahl, G. (1998), "DEA and Benchmarks - An Application to Nordic Banks", *Annals of Operations Research*, 82, pp. 233-249.
- Bottero, M., Comino, E. and Riggio, V. (2011), "Application of the Analytic Hierarchy Process and the Analytic Network Process for the assessment of different wastewater treatment systems", *Environmental Modelling & Software*, Vol. 26, Iss. 10, pp. 1211-1224.
- Bragge, J., Korhonen, P., Wallenius, H. and Wallenius, J. (2010), „Bibliometric Analysis of Multiple Criteria Decision Making/Multiattribute Utility Theory“, *Multiple Criteria Decision Making for Sustainable Energy and Transportation Systems*, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 634, pp. 259-268.
- Branke, J., Deb, K., Miettinen, K. and Slowinski, R. (Eds.), (2008), *Multiobjective Optimization: Interactive and Evolutionary Approaches*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Brans, J.P., Mareschal, B. and Vincke, P. (1984): PROMETHEE: A new family of outranking methods in multicriteria analysis. Proceedings of the tenth IFORS International Conference on Operational Research'84. Brans, J.P. (ed.), North Holland, Amsterdam, pp. 477-490.
- Brauers, W.K. (2003), *Optimization Methods for a Stakeholder Society. A Revolution in Economic Thinking by Multi-Objective Optimization*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- Camanho, A.S. and Dyson, R.G. (1999), "Efficiency, Size, Benchmarks and Targets for Bank Branches: an Application of Data Envelopment Analysis", *Journal of the Operational Research Society*, 50, pp. 903-915.
- Charnes, A. and Cooper, W. W. (1961), *Management Models and Industrial Applications of Linear Programming*, Wiley, New York.
- Charnes, A. and Cooper, W.W. (1991), "DEA Usages and Interpretations" reproduced in *Proceedings of International Federation of Operational Research Societies 12th Triennial Conference in Athens, Greece, 1990*.

- Charnes, A., Cooper, W.W. and Ferguson, R. (1955), "Optimal Estimation of Executive Compensation by Linear Programming", *Management Science*, Vol. 1, pp. 138-151.
- Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E.L. (1978), „Measuring Efficiency of Decision Making Units“, *European Journal of Operational Research*, 2 (6) pp. 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A.Y. and Seiford, L.M. (Eds.) (1994), *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Chen, S. J. and Hwang, C. L. (1991), "Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications," Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, No. 375, Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Cochran, J.L. and Zeleny, M. (Eds.), (1973), *Multiple Criteria Decision Making*, University of South Carolina Press, Columbia, SC.
- Coelli, T.J. (2005), *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, 2nd ed., Springer.
- Cook, W.D. and Hababou, M. (2001), "Sales Performance Measurement in Bank Branches", *Omega*, 29(4), pp. 299-307.
- Cook, W.D. and Zhu, J. (2008), *Data Envelopment Analysis: Modeling Operational Processes and Measuring Productivity*, CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Cook, W.D., Hababou, M. and Tuenter, H.J. (2000), "Multicomponent Efficiency Measurement and Shared Inputs in Data Envelopment Analysis: an Application to Sales and Service Performance in Bank Branches", *Journal of Productivity Analysis*, 14, pp. 209-224.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. and Tone, K. (2007), *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, 2nd ed, Springer Science + Business Media, LLC, New York.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. and Zhu, J. (Eds.), (2011), *Handbook on Data Envelopment Analysis*, 2nd ed., Springer.
- Dewhurst, F. (2006), *Quantitative Methods for Business and Management*, 2nd ed., McGraw-Hill Higher Education, USA.
- Ehrgott, M. and Gandibleux, X. (2002), *Multiple Criteria Optimization: State of the Art Annotated Bibliographic Surveys*, Kluwer Academic, Dordrecht.
- Ehrgott, M. (2005), *Multicriteria Optimization*, Springer, New York.
- Emrouznejad, A. and Amin, G.R. (2009), "DEA models for ratio data: Convexity consideration", *Applied Mathematical Modelling*, 33(1), pp. 486-498.
- Emrouznejad, A., Anouze, A.L. and Thanassoulis, E. (2010a), "A semi-oriented radial measure for measuring the efficiency of decision making units with negative data, using DEA", *European Journal of Operational Research*, 200 (1), pp. 297-304.
- Emrouznejad, A., Amin, G.R., Thanassoulis, E. and Anouze, A.L. (2010b), "On the boundedness of the SORM DEA models with negative data" *European Journal of Operational Research*, 206 (1), pp. 265-268.

- Emrouznejad, A., Parker, B.R. and Tavares, G. (2008), "Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA", *Socio-Economics Planning Science*, 42(3), pp. 151-157.
- Farrell, M.J. (1957), "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of Royal Statistical Society*, Series A, 120 (3), pp. 253-290.
- Figueira, J.S., Greco, S. and Ehrgott, M. (Eds.), (2005), *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, Springer, Berlin.
- Gal, T., Stewart T.J., and Hanne, T. (Eds.), (1999), *Multiple Criteria Decision Making: Advances in MCDM Models*, Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA.
- Gass, S. and Harris, C. M. (1996), *Encyclopedia of Operations Research and Management Science*, Kluwer Academic Publishers, New York.
- Gencer, C. and Gürpınar, D. (2007), "Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm", *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 31, Iss. 11, pp. 2475-2486.
- Giokas, D. (1991), "Bank Branch Operating Efficiency: A Comparative Application of DEA and the Log-Linear Model", *Omega*, 19, No.6, pp. 549-557.
- Giokas, D.I. (2008), "Assessing the Efficiency in Operations of a Large Greek Bank Branch Network Adopting Different Economic Behaviors", *Econ. Model.*, 25(3), pp. 559–574.
- Giokas, D.I. and Pentzaropoulos, G.C. (2008), "Efficiency ranking of the OECD member states in the area of telecommunications: A composite AHP/DEA study", *Telecommunications Policy*, Vol. 32, Iss. 9–10, pp. 672-685.
- Greene, W.H. (1993), "The Econometric Approach to Efficiency Analysis", in: Fried, H., Lovell, C.A.K. and Schmidt, S.S. (Eds.), *Measurement of Productive Efficiency – Techniques and Applications*, Oxford University Press, USA, pp. 68-119.
- Greco, S., Knowles, J., Miettinen, E. and Zitzler, E. (Eds.), (2012), *Learning in Multiobjective Optimization*, Dagstuhl Seminar 12041, Dagstuhl Reports 2(1), Schloss Dagstuhl, Germany.
- Hartman, T.E. and Storbeck, J.E. (1996), "Input Congestion in Loan Operations", *International Journal of Production Economics*, Vol. 46, pp. 413-421.
- Haag, S.E. and Jaska, P.V. (1995), "Interpreting Inefficiency Ratings: An Application to Bank Branch Operating Efficiencies", *Managerial and Decision Economics*, 16, No. 1, pp. 7-15.
- Harker, P.T. (1987), "The art and science of decision making: The analytic hierarchy process", in Golden, B.L., Wasil, E.W. and Harker, P.T. (Eds.), *The Analytic Hierarchy Process: Applications and Studies*, Springer-Verlag, New York.
- Hartman, T.E., Storbeck, J.E. and Byrnes, P. (2001), "Allocative Efficiency in Branch Banking", *Eur. J. Oper. Res.*, 134(2), pp. 232-242.
- Hiller, F.S. and Lieberman, G.J. (2010), *Introduction to Operations Research*, 9th ed., McGraw-Hill, New York, pp. 23-194.

- Hiller, F.S., Hiller, M.S., Schmedders, K. and Stephens, M. (2008), *Introduction to Management Science: A Modeling and Case Studies Approach with Spreadsheets*, third ed., McGraw-Hill/Irwin, New York.
- Ho, W. (2008), "Integrated analytic hierarchy process and its applications – A literature review", *European Journal of Operational Research*, 186, pp. 211-228.
- Hubbard, D.W. (2010), *How to measure anything: finding the value of "intangibles" in business*, 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Hwang, C. L. and Yoon, K. (1981), *Multiple Attribute Decision Making, Methods and Applications, A State-of-the-Art Survey*, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Springer-Verlag, Berlin.
- Hwang, C.L. and Lin, M.J. (1987), *Group Decision Making Under Multiple Criteria*, Springer-Verlag, New York.
- Hwang, C.L. and Masud, A. (1979), *Multiple Objective Decision Making – Methods and Applications*, Springer-Verlag, New York.
- Hwang, F. (1987), "An Expert Decision Making Support System For Multiple Attribute Decision Making", Ph.D. Thesis, Dept. of Industrial Engineering, Kansas State University, Manhattan, KS, USA.
- Ignazio, J.P. (1976), *Goal Programming and Its Extensions*, Heath, Lexington, MA.
- Jablonský, J. (2009), "Software Support for Multiple Criteria Decision Making Problems", *Management Information Systems*, Vol. 4, No. 2, pp. 29-34.
- Jemrić, I. and Vujčić, B. (2002), „Efficiency of Banks in Croatia: A DEA Approach”, Croatian National Bank, Working Paper No.7, February.
- Jensen, P.A. and Bard, J.F. (2003), *Operations Research Models and Methods*, John Wiley & Sons, Inc., USA.
- Jones, D., Tamiz, M. and Ries, J. (Eds.), (2010), *New Developments in Multiple Objective and Goal Programming*, Springer.
- Kao, C. and Liu, S. (2000), "Data envelopment analysis with missing data: An application to university libraries in Taiwan", *Journal of Operational Research Society*, 113 (1), pp. 206-214.
- Karsak, E.E., Sozer, S. and Alptekin, S.E. (2003), "Product planning in quality function deployment using a combined analytic network process and goal programming approach", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 44, Iss. 1, pp. 171-190.
- Kirkwood, C.W. (1997), *Strategic Decision Making*, Wadsworth Publishing, Co., Belmont, CA.
- Klopp, G. (1985), *The Analysis of the efficiency of Production System with Multiple Inputs and Outputs*, Ph.D. thesis, Chicago: University of Illinois at Chicago, Industrial and Systems Engineering College.

- Köksalan, M. and Zionts, S. (Eds.), (2001), *Multiple Criteria Decision Making in the New Millennium*, Proceedings of the Fifteenth International Conference on Multiple Criteria Decision Making (MCDM), Ankara, Turkey, 2000, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Köksalan, M., Wallenius, J. and Zionts, S. (2011), *Multiple Criteria Decision Making: From Early History to the 21st Century*, World Scientific Publishing Company, USA.
- Kuhn, H.W. and Tucker, A.W. (1951), "Nonlinear Programming" in Proceedings of the Second Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, J. Neyman (Ed.), University of California at Berkeley Press, Berkeley, Calif., USA, pp. 481-492.
- Lee, S.M. (1972), *Goal Programming for Decision Analysis*, Auerbach Publishers, Philadelphia, PA.
- Lin, M.I., Lee, Y.D. and Ho, T.N. (2011), "Applying integrated DEA/AHP to evaluate the economic performance of local governments in China", *European Journal of Operational Research*, Vol. 209, Iss. 2, pp. 129-140.
- Lovell, C.A.K. (1993), "Production Frontier and Productive Efficiency", in: Fried, H., Lovell, C.A.K. and Schmidt, S.S. (Eds.), *Measurement of Productive Efficiency – Techniques and Applications*, Oxford University Press, Inc., USA, pp. 3-67.
- Martić, M. (1999), *Analiza obavijenih podataka sa primenama*, Doktorska disertacija, FON, Beograd, R. Srbija.
- Masud, A. S. M. and Ravindran, A. R. (2008), Multiple Criteria Decision Making, in Ravindran A. R. (ed.): *Operations Research and Management Science Handbook*, Taylor & Francis Group, LLC, USA. pp. 5-1 – 5-41.
- Miettinen, K.M. (1999), *Nonlinear Multiobjective Optimization*, Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA.
- Mihailović, N., Bulajić, M. and Savić, G. (2009), „Ranking of banks in Serbia“, *Yugoslav Journal of Operations Research*, 19, pp. 323-334.
- Milić, V. (1965), *Sociološki metod*, Nolit, Beograd.
- Mitchell, G. (1983), *The Practice of Operational Research*, Chichester, John Wiley & Sons, Ltd., UK.
- Murty, K.G. (2008), "Linear Programming", in: Ravindran A.R. (Ed.), *Operations Research and Management Science Handbook*, CRS Press, Taylor & Francis Group, LLC, USA, pp. 1-1 – 1-31.
- Neralić, L. (1995), O jednoj primjeni analize omeđivanja podataka u poljoprivredi, U: Zbornik radova 5. Konferencije iz operacijskih istraživanja, T. Hunjak, Lj. Martić i L. Neralić (Urednici), Hrvatsko društvo za operacijska istraživanja, Rab, str. 204-214.
- Neralić, L. (1996), "O nekim primjenama analize omeđivanja podataka u bankarstvu", *Ekonomija*, 3, str. 493-521.
- Neralić, L. (2012), *Uvod u matematičko programiranje 1*, 4th ed., Element, Zagreb, R. Hrvatska.
- Norman, M. and Stoker, B. (1991), *Data Envelopment Analysis The Assessment of Performance*, John Wiley & Sons, New York.

- Olson, D.L. (1996), *Decision Aids for Selection Problems*, Springer-Verlag, New York.
- Oral, M. and Yolalan, R. (1990), "An Empirical Study on Measuring Operating Efficiency and Profitability of Bank Branches", *European Journal of Operational Research*, 46, pp. 282-294.
- Öztayşi, B., Kaya, T. and Kahraman, C. (2011), "Performance comparison based on customer relationship management using analytic network process", *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, Iss. 8, pp. 9788-9798.
- Paradi, J.C., Vela, S. and Yang, Z. (2004), „Assessing bank and branch performance“ in: Cooper, W.W., Seiford, L.M. and Zhu, J. (Eds.), *Handbook of Data Envelopment Analysis*, Kluwer Academic Publishers, Boston, pp. 349-400.
- Parkan, C. (1987), "Measuring the Efficiency of Service Operations: An Application to Bank Branches", *Engineering Costs and Production Economics*, 12, pp. 237-242.
- Petrov, T. (2002), *Modele analize omeđivanja podataka s primjenom u trgovini*, Magisterski rad, Ekonomski fakultet Zagreb, Zagreb, R. Hrvatska.
- Pomerol, J.C. and Romero, S.B. (2000), *Multicriterion Decision in Management: Principles and Practice*, Vol. 25 of International Series in Operations Research & Management Science, Kluwer, The Netherlands.
- Popović, G. (2006), *Ocena efikasnosti kreditnih programa pomoću analize obavijanja podataka*, Magisterska teza, FON, Beograd, R. Srbija.
- Portela, M., Thanassoulis, E. and Simpson, G. (2004), "Negative data in DEA: A directional distance approach applied to bank branches" *The Journal of Operational Research Society*, 55 (10), pp. 1111-1121.
- Portela, M.C.A.S., Borges, P.C. and Thanassoulis, E. (2003), "Finding Closest Targets in Non-Oriented DEA Models: The Case of Convex and Non-Convex Technologies", *J. Prod. Anal.*, 19(2/3), pp. 251-269.
- Powell, S.G. and Baker, K.R. (2007), *Management Science: The Art of Modeling with Spreadsheets*, with CD-ROM, John Wiley and Sons, Inc., USA.
- Ray, S. (2004), *Data Envelopment Analysis: Theory and Techniques for Economics and Operations Research*, Cambridge University Press, New York.
- Roy, B. (1973), „How outranking relations helps multiple criteria decision making“, in: J. Cochrane, M. Zeleny (Eds.), *Multicriteria Decision Making*, University of South Carolina, pp. 179-201.
- Roy, B. (1985), *Méthodologie Multicritère d'Aide à la Décision*. Economica.
- Roy, B. (1990), „The outranking approach and the foundations of Electre methods“, in *Readings in Multiple Criteria Decision Aid*, C.A. Bana e Costa (Ed.), Springer-Verlag, New York.
- Render, B., Stair, R. M. Jr. and Hanna, M. E. (2012), *Quantitative Analysis for Management*, 11th ed., Pearson, New Jersey.

- Rosenhead, J. and Mingers, J. (2001), *Rational Analysis for a Problematic World Revisited: Problem Structuring Methods for Complexity, Uncertainty and Conflict*, Chichester, John Wiley & Sons, Ltd., UK.
- Saaty, T. L. (1977), "A scaling method for priorities in hierarchical structures", *Journal of Mathematical Psychology*, 15 (3), pp. 234–281.
- Saaty, T. L. (1980), *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, 4922 Ellsworth Ave., Pittsburgh, PA 15213.
- Saaty, T. L. and Vargas, L.G. (1991), *The Logic of Priorities, The Analytic Hierarchy Process, Series, Vol. III*, RWS Publications, USA.
- Saaty, T.L. (2001), *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process: the Organization and Prioritization of Complexity*, Vol. 9 of Analytic hierarchy process series, RWS Publications, USA.
- Saaty, T.L. (2006), *Creative Thinking, Problem Solving & Decision Making*, RWS Publications, USA.
- Saaty, T.L. (2008), "The Analytic Hierarchy and Analytic Network Measurement Processes: Applications to Decisions under Risk", *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, Vol. 1, No. 1, pp. 122-196.
- Saaty, T.L. and Kearns, P.K. (1991), *Analytical Planning, The Organization of Systems*, The Analytic Hierarchy Process Series, Vol. IV, RWS, Publications, USA.
- Saaty, T.L. and Peniwati, K. (2007), *Group Decision Making: Drawing out and Reconciling Differences*, RWS Publications, USA.
- Saaty, T.L. and Vargas, L.G. (1994), *Decision Making in Economic, Political, Social and Technological Environments with the AHP*, Vol.VII, RWS Publications, Pittsburg.
- Saaty, T.L. and Vargas, L.G. (2006), *Decision Making with the Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks*, Springer Science+Business Media, LLC, USA.
- Scheel, H. (2000), *EMS: Efficiency Measurement System Users Mannual, Version 1.3*, Universität Dortmund, Dortmund, Germany.
- Sevcovic, D., Halicka, M. and Brunovsky, P. (2001), "DEA Analysis for a Large Structured Bank Branch Network". *Central Eur. J. Oper. Res.*, 9, pp. 329-342.
- Sherman, H.D. and Gold, F. (1985), „Bank Branch Opearting Efficiency: Evaluation with Data Envelopment Analysis“, *Journal of Banking and Finance*, 9 (2), pp. 297-316.
- Sherman, H.D. and Ladino, G. (1995), "Managing Bank Productivity Using Data Envelopment Analysis (DEA)", *Interfaces*, 25, No. 2, pp. 60-73.
- Sinuany-Stern, Z., Mehrez, A. and Hadad, Y. (2000), "An AHP/DEA methodology for ranking decision making units", *International Transactions in Operational Research*, Vol. 7, Iss. 2, 1 pp. 109-124.

- Steuer, R.E. (1986), *Multiple Criteria Optimization: Theory, Computation and Application*, John Wiley, New York.
- Thanassoulis, E. (2001), *Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis: A Foundation Text with Integrated Software*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Thompson, R., Dharmapala, P. and Thrall, R. (1993), "Importance for DEA of zero in data, multipliers, and solutions", *Journal of Productivity Analysis* 4(4), pp. 379-390.
- Tone, K. (1989), "A Comparative study on AHP and DEA", *Policy and Information*, 13(2), pp. 57-63.
- Triantaphyllou, E. (2000), *Multi-criteria decision making methods: a comparative study*, Springer, The Netherlands.
- Tseng, Y.F. and Lee, T.Z. (2009), "Comparing appropriate decision support of human resource practices on organizational performance with DEA/AHP model", *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, Iss. 3, pp. 6548-6558.
- Tulkens, H. (1993), "On FDH Efficiency Analysis: Some Methodological Issues and Applications to Retail Banking, Courts and Urban Transit", *Journal of Productivity Analysis* 4, No.1/2, pp. 183-210.
- Tzeng, G.H. and Huang, J.J. (2011), *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, CRC Press, USA.
- Vaidya, O.S. and Kumar, S. (2006), "Analytic hierarchy process: An overview of applications", *European Journal of Operational Research*, 169, pp. 1–29.
- Vassiloglou, M. and Giokas, D. (1990), "A Study of The Relative Efficiency of Bank Branches: An Application of Data Envelopment Analysis", *Journal of The Operational Research Society*, 41, No. 7, pp. 591-597.
- Vincke, P. (1999), „Outranking Approach“, in: Gal. T., Stewart, T.J. and Hanne, T. (Eds.), *Multicriteria Decision Making: Advances in MCDM Models, Algorithms, Theory, and Applications*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp.11-1-11-29.
- Vincke, P. (1992), *Multicriteria Decision Aid*, Wiley, Chichester, England.
- Vujević, M. (1983), *Uvođenje u znanstveni rad u području društvenih znanosti*, Informator, Zagreb.
- Wang, Y.M., Liu, J. and Elhag, T.M.S. (2008), "An integrated AHP–DEA methodology for bridge risk assessment", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 54, Iss. 3, pp. 513-525.
- Williams, T. (2008), *Management Science in Practice*, John Wiley & Sons, Ltd., England.
- Wisniewski, M. (2009), *Quantitative Methods for Decision Makers*, 5th ed., Financial Times/Prentice Hall, England.
- Witte, R.S. and Witte, J.S. (2010), *Statistics*, 9th ed., John Wiley & Sons, USA.
- Wolfslehner, B. and Vacik, H. (2008), "Evaluating sustainable forest management strategies with the Analytic Network Process in a Pressure-State-Response framework", *Journal of Environmental Management*, Vol. 88, Iss. 1, pp. 1-10.

- Wu, W.W. and Lee, Y.T. (2007), "Selecting knowledge management strategies by using the analytic network process", *Expert Systems with Applications*, Vol. 32, Iss. 3, pp. 841-847.
- Yang, J.B., Wong, B.Y.H. and Steuer, R.E., "Performance Assessment and Target Setting for Bank Branches Using the Hybrid Minimax Reference Point – DEA Approach", submitted to Journal of the Operational Research Society, October 2005.
- Yang, T. and Kuo, C. (2003), "A hierarchical AHP/DEA methodology for the facilities layout design problem", *European Journal of Operational Research*, Vol. 147, Iss. 1, pp. 128-136.
- Yang, Z. (2006), "Identifying Environmental Factors Affecting Bank Branch Performance Using Data Envelopment Analysis", *Service Operations and Logistics and Informatics Proceedings, IEEE International*, pp. 192-196.
- Yang, Z. and Paradi, J.C. (2003), "Evaluating Competitive Banking Units Using "Handicapped" Data Envelopment Analysis to Adjust for Systemic Differences, Working Paper.
- Zahedi, F. (1986), "The analytic hierarchy process, a survey of the method and its applications", *Interfaces*, 16 (4), pp. 96-108.
- Zarghami, M. and Szidarovszky, F. (2011), *Multicriteria Analysis: Applications to Water and Environment Management*, Springer, Berlin.
- Zeleny, M., (1982), *Multiple Criteria Decision Making*, McGraw-Hill, New York.
- Zhu, J. (2009), *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: DEA with spreadsheets*, 2nd ed., Springer, Boston.
- Žugaj, M., Dumašić, K., Dušak, V. (2006), *Temelji znanstvenoistraživačkog rada: metodologija i metodika*, (drugo, dopunjeno i izmijenjeno izdanje), TIVA Tiskara Varaždin, Fakultet organizacije i informatike, Varaždin.
- Благоева, Т. К. (2003), *Статистичка анализа*, Економски факултет – Скопје, Скопје.
- Ѓорѓијовски, Б. (2002), *Теорија на одлучување (Донесување на одлуки)*, Книга 2, Економски факултет – Скопје, Скопје.
- Монографија: 50 години Комерцијална банка а.д. Скопје 1995-2005, Комерцијална банка а.д. Скопје, Скопје, 2005.
- Ристески, С. и Тевдовски, Д. (2010), *Статистика за бизнис и економија*, 4-то издание, Економски факултет – Скопје, Скопје.
- Тодосиоска, Б. (2001), *Наука за менаџмент*, Економски факултет – Скопје, Скопје.
- Тодосиоска, Б. (2011), „Некои можни примени на методите и моделите на операционите истражувања во маркетингот“, Годишник на Економскиот факултет – Скопје, ТОМ 46, стр. 219-233.
- Тодосиоска, Б. (2012), „Креирање на вредности за потрошувачите со примена на QFD - методологијата“, Годишник на Економскиот факултет – Скопје, ТОМ 47, стр. 177-186.

Цветкоска, В. (2012), „Апликација на ВСС модели за мерење на ефикасноста на банките во Р. Македонија“, Годишник на Економскиот факултет – Скопје, ТОМ 47, стр. 405-414.

Чупић, М. и Сукновић, М. (2008), Одлучивање, Факултет организационих наука, Београд.

Шуклев, Б. (2011), *Менаџмент*, седмо издание, Економски факултет – Скопје, Скопје.

Шуклев, Б. и Дракулевски, Љ. (2001), *Стратегиски менаџмент*, второ издание, Економски факултет – Скопје, Скопје.

Електронски извори:

Anderson, T. (1996), “A Data Envelopment Analysis (DEA)”, достапен на:
<http://www.emp.pdx.edu/dea/homedea.html#Applications> (пристапено на 18.07.2012г.).

Begičević, предавања на FOI, 2010, <http://elf.foi.hr> (достапен за студентите на студиумот).

Eken, M.H. and Kale, S. (2011), “Measuring bank branch performance using Data Envelopment Analysis (DEA): The case of Turkish bank branches”, *African Journal of Business Management*, Vol. 5(3), pp. 889-901, достапен на: <http://www.academicjournals.org/AJBM>.

Emrouznejad, A., De Witte, K. COOPER-framework: A unified process for non-parametric projects. *European Journal of Operational Research* (2010), doi:10.1016/j.ejor.2010.07.025.

Ergu, D., Kou, G., Shi, Y. and Shi, Y. (2011), “Analytic network process in risk assessment and decision analysis”, *Computers & Operations Research*, In Press, Corrected Proof, достапен на : <http://dx.doi.org/10.1016/j.cor.2011.03.005>.

Forman, E. and Selly, M.A. “*Decision by Objectives (How to convince others that you are right)*”, достапен на: <http://mdm.gwu.edu/forman/dbo.pdf> (пристапено на 14.05.2012г.).

Iskin, I., Daim, T., Kayakutlu, G. and Altuntas, M. (2012), “Exploring renewable energy pricing with analytic network process – Comparing a developed and a developing economy”, *Energy Economics*, In Press, Accepted Manuscript, достапен на:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2012.04.005>.

Makui, A. and Momeni, M. (2012), “Using CSW weight’s in UTASTAR method”, *Decision Science Letters*, 1, достапен на: http://www.growingscience.com/dsl/online/dsl_2012_1.pdf (пристапено на 18.07.2012г.).

Redep, B. N., Hunjak, T. (2011), Analiza poslovnih odluka: Elektra, materijali za kolegij Analiza poslovnih odluka na Diplomskom studiju Ekonomika poduzetništva Fakulteta organizacije i informatike, Sveučilište u Zagrebu, Varaždin, <http://elf.foi.hr>, (достапен за студентите на студиумот).

Saaty, R.W. (2003), *Decision Making in Complex Environments, The Analytic Hierarchy Process (AHP) for Decision Making and The Analytic Network Process (ANP) for Decision Making with Dependence and Feedback*, достапен на: www.superdecisions.com/Tutorial2003.doc (пристапено на 15.05.2012г.).

Saaty, T., The Analytic Hierarchy Process (AHP) for Decision Making, достапен на: <http://cashflow88.com/decisions/saaty1.pdf> (пристапено на 14.05.2012г.).

Subramanian, N. and Ramanathan, R. (2012), "A review of applications of Analytic Hierarchy Process in operations management", *International Journal of Production Economics*, достапен на: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.03.036> (пристапено на 17.05.2012г.).

Trick, M.A. (1998), "Strengths and Limitations of DEA", достапен на: <http://mat.gsia.cmu.edu/classes/QUANT/NOTES/chap12/node7.html> (пристапено на 17.07.2012г.).

faculty.smu.edu/barr/pioneer

<http://deasoftware.co.uk/>

<http://deasoftware.co.uk/Screenshots.asp> (пристапено на 06.08.2012г.)

<http://iee.camden.rutgers.edu/institute-for-effective-education/books-and-laptop-in-library/> (пристапено на 02.03.2013г., преземена е сликата на стр. 219)

<http://superdecisions.com>, for more information contact Creative Decisions Foundation, (пристапено во март, април и мај 2012 година)

<http://superfastgoldenbird.com/> (пристапено на 02.03.2013г., прилагодена е сликата од вовед на стр. 1)

<http://www.decisionlens.com/customers/> (пристапено на 28.05.2012г.)

<http://www.expertchoice.com/> (пристапено во март и мај 2012г.)

<http://www.informs.org/About-INFORMS/About-Operations-Research>, (пристапено на 8.12.2012г.)

<http://www.kb.com.mk> (пристапувано во периодот од 01.10.2011 до 31.12.2012г.)

<http://www.kb.com.mk/Default.aspx?sel=1140&lang=1&uc=23&pag=o,7> (пристапено на 14.03.2013г.).

<http://www.kb.com.mk/Default.aspx?sel=1150&lang=1&uc=1&pag=0> (пристапено на 03.07.2012г.).

<http://www.mcdmsociety.org/conf.html#Conferences> (пристапено на 10.12.2012г.)

<http://www.mcdmsociety.org/facts.html> (пристапено на 12.02.2013г.)

<http://www.mcdmsociety.org/intro.html> (пристапено на 11.02.2013г.)

<http://www.mcdmsociety.org/soft.html> (пристапено на 15.12.2012г.)

<http://www.nbrm.mk/>

<http://www.perryscale.com/various-scales.htm> (пристапено на 05.03.2013г., преземена е сликата за вагата на стр. 164)

<http://www.scienceofbetter.org/> (пристапено на 10.02.2013г.)

http://www.scienceofbetter.org/can_do/success_stories.htm (пристапено на 11.02.2013г.)

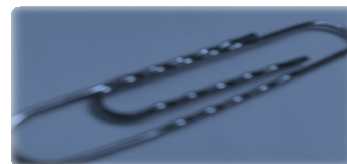
http://www.scienceofbetter.org/or_executive_guide.pdf (пристапено на 11.02.2013г.)

http://www.scienceofbetter.org/start_here.htm (пристапено на 10.02.2013г.).

<http://www.scienceofbetter.org/what/index.htm> (пристапено на 8.12.2012г. и 11.02.2013г.)

www.wiso.uni-dortmund.de/lsg/or/scheel/ems

ПРИЛОЗИ



ПРИЛОГ 1	Примена на методата DEA на мал примерок на филијали (прилагодено според Paradi et al., 2004, pp. 395-400)	П-1
ПРИЛОГ 2	Анкетен прашалник за оценување на важноста на влезовите и на излезите на производствениот, посредничкиот пристап и на пристапот на профитабилност	П-3
ПРИЛОГ 3	Мерки на централна тенденција (аритметичка средина, медијана и модус) за влезовите и излезите на секој од пристапите и статистички показатели (фреквенција, процент и кумулативен процент) за секој поодделен влез и излез	П-7
ПРИЛОГ 4	Коефициенти на корелација помеѓу променливите на моделите на трите пристапи	П-17
ПРИЛОГ 5	Резултати од софтверското решавање на <i>Window</i> DEA моделите при константен принос на обем на годишно и на квартално ниво	П-25
ПРИЛОГ 6	Резултати од софтверското решавање на <i>Window</i> DEA моделите при варијабилен принос на обем на годишно и на квартално ниво	П-52
ПРИЛОГ 7	Анкетен прашалник заснован на методата АНР за споредба на критериумите во парови и за изразување на преференциите со помош на Saaty – евата скала на релативна важност	П-79
ПРИЛОГ 8	Резултати од софтверското решавање на првиот <i>Window</i> DEA модел (VRS_RAD_OUT_WR) на производствениот пристап на годишно и на квартално ниво	П-81
ПРИЛОГ 9	Експозитури на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани во Скопје по поодделни групи за набљудуваниот период (2008 – 2011)	П-84
ПРИЛОГ 10	Вкупни приоритети на експозитурите, показател на конзистентност (<i>CR</i>) и ранг на експозитурите за секој АНР модел за набљудуваниот период (2008 - 2011)	П-85

ПРИЛОГ 1. Примена на методата DEA на мал примерок на филијали (прилагодено според Paradi et al., 2004, pp. 395-400)

Автор (и)	Променливи	Примерок	Принос на обем	Ориентација
Al-Faraj, Alidi и Bu-Bshait 1993	Влезови: Број на вработени, % на вработени со високо образование, Години на искуство, Индекс за: Локација, Трошоци за декорација, Просечни месечни плати Останати оперативни трошоци Излези: Просечна месечна вредност на: Нето добивка Салдо на тековни сметки Салдо на штедни сметки Салдо на други сметки Вредност на хипотеки Индекс за кредити Број на тековни сметки	15 филијали во Саудиска Арабија	CCR	Влезно-ориентиран Производствен модел
Athanassopoulos и Giokas 2000	Влезови: Работни часови, големина на филијала, компјутерски терминали, оперативни расходи Излези: Број на трансакции: Најлесни Средно лесни Најтешки Кредитни трансакции Депозитни трансакции Сметки во странство	47 филијали во Грција	CCR	Влезно-ориентиран Производствен модел
Athanassopoulos и Giokas 2000	Влезови: Работна сила, оперативни трошоци, тековни трошоци на зградата Излези: Приход од провизии Вредност на кредити Сметки: Орочен депозит Штеден влог Тековен депозит Влог по видување	47 филијали во Грција	CCR	Излезно-ориентиран Производствен модел
Cook, Nababou и Tuenter 2000	Влезови: Број на персонал: Услуга, продажба, поддршка, друго Излези: Број на депозити внесени на ниво на шалтери, број на трансфери меѓу сметки, број на отворени штедни планови на пензионери број на отворени сметки за хипотеки	20 филијали во Канада	CCR	Влезно-ориентиран Производствен модел
Giokas 1991	Влезови: Број на изработени часови на	17 филијали во Грција	CCR BCC	Влезно-ориентиран

	вработените, простор во m ² , Оперативни трошоци со исклучок на работна сила Излези: Пондериран број на трансакции: Депозит Кредит Сметки во странство			Производствен модел
Haag и Jaska 1995	Влезови: Персонал со полно работно време, кирија, резерви Излези: Број на трансакции: Оние кои одземаат најмалку време Оние кои одземаат средно малку време Оние кои одземаат средно многу време Оние кои одземаат најмногу време	14 филијали во САД	BCC	Адитивен Производствен модел
Oral и Yolalan 1990	Влезови: Работна сила, терминали број на сметки, кредитни апликации Излези: Трансакции	20 филијали во Турција	CCR	Влезно- ориентиран Производствен модел
Oral и Yolalan 1990	Влезови: Работна сила, трошоци, камата Излез: Приход	20 филијали во Турција	CCR	Влезно- ориентиран Комбиниран модел
Parkan 1987	Влезови: Работна сила, трошоци, простор (кирија), квалитет на простор, терминали, маркетинг Излези: Трансакции, анкетирање на клиенти, корекции на грешки	35 филијали во Канада	CCR	Влезно- ориентиран Производствен модел
Sherman и Gold 1985	Влезови: Работна сила, трошоци, простор (кирија) Излези: Трансакции	14 филијали во САД	CCR	Влезно- ориентиран Производствен модел
Sherman и Ladino 1995	Влезови: Работна сила, трошоци простор (кирија) Излези: Трансакции	33 филијали во САД	CCR	Влезно- ориентиран Производствен модел
Vassiloglou и Giokas 1990	Влезови: Работна сила, трошоци, простор (кирија), банкомати Излези: Трансакции	20 филијали во Грција	CCR	Влезно- ориентиран Производствен модел

ПРИЛОГ 2. Анкетен прашалник за оценување на важноста на влезовите и на излезите на производствениот, посредничкиот пристап и на пристапот на профитабилност⁹⁷

АНКЕТЕН ПРАШАЛНИК

ИСПИТУВАЊЕ НА МИСЛЕЊА

Упатство:

Почитуван / Почитувана,

Целта на овој анкетен прашалник е собирање на ставови и систематизација на знаењето од Вас, како лице кое поседува адекватно знаење на темата банкарство за да може да се евалуира релативната ефикасност на филијалите на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани низ Република Македонија.

Податоците кои ќе бидат добиени од Вашиот анкетен прашалник нема да се употребуваат посебно, туку како дел од примерокот.

Љубезно Ве молам да го пополните анкетниот прашалник.

Однапред Ви се заблагодарувам на одвоеното време и соработка.

Внес на лични податоци

А. Име и презиме (внесете): _____

Б. E-mail адреса (внесете): _____

В. Институцијата која ја претставувате (внесете): _____

Г. Работно место/Функција која ја вршите (внесете): _____

1. Пол (заокружете):

а. Машки

б. Женски

2. Возраст (внесете): _____

3. Ниво на образование (заокружете):

а. Средно образование

б. Вишо образование

в. Високо образование

г. Магистер на науки

д. Доктор на науки

ѓ. Не сакам да одговорам

⁹⁷ Конструкцијата на овој прашалник се заснова на прашалникот во (Begičević, 2008, str. XI-XIV).

Испитување на мислења

1. Ве молам, за секој од наведените влезови и излези на производствениот (оперативниот) пристап да ја оцените важноста на скалата од 1 до 5 (1- најмала важност, 5-најголема важност), при што иста оценка може да дадете за различни влезови, односно излези. Исто така, во празните редови може да допишете ставка/и која ја сметате за важен влез и/или излез, а која не е опфатена со овој анкетен прашалник и да ја оцените важноста.

Производствен (Оперативен) пристап

	1-5
Влезови	
Персонал	
Опрема	
Деловен простор	
Материјални трошоци	
Излези	
Кредитирање на население	
Кредитирање на стопанство	
Платен промет – вкупно трансакции	
Платен промет – шалтерски работници	
Платен промет – просек по работник	
Банкарски картички	
Трансакции по банкомат	
Трансакции по пос-терминал и импринтери	
Денарски книшки	
Девизни книшки и сметки	
Депозитна база	
Остварени приливи за правни лица	
Остварени одливи за правни лица	
Вкупно заклучници	
Приливи за физички лица	
Плаќања од физички лица	
Останато, допишете и наведете дали се работи за влез/излез и оценете ја важноста на скалата од 1-5	

2. Ве молам, за секој од наведените влезови и излези на посредничкиот пристап да ја оцените важноста на скалата од 1 до 5 (1- најмала важност, 5-најголема важност), при што иста оценка може да дадете за различни влезови, односно излези. Исто така, во празните редови може да допишете ставка/и која ја сметате за важен влез и/или излез, а која не е опфатена со овој анкетен прашалник и да ја оцените важноста.

Посреднички пристап

	1-5
Влезови	
Денарски книшки	
Девизни книшки и сметки	
Депозитна база	
Излези	
Кредитирање на население	
Кредитирање на стопанство	
Банкарски картички	
Останато, допишете и наведете дали се работи за влез/излез и оценете ја важноста на скалата од 1-5	

3. Ве молам, за секој од наведените влезови и излези на пристапот на профитабилност да ја оцените важноста на скалата од 1 до 5 (1- најмала важност, 5-најголема важност), при што иста оценка може да дадете за различни влезови, односно излези. Исто така, во празните редови може да допишете ставка/и која ја сметате за важен влез и/или излез, а која не е опфатена со овој анкетен прашалник и да ја оцените важноста.

Пристап на профитабилност

	1-5
Влезови	
Расходи за камата	
Расходи за провизии и надомести	
Исправка на вредност на побарувања	
Излези	
Приходи од камата	
Приходи од провизии и надомести	
Ослободување на исправка на вредност	
Останато, допишете и наведете дали се работи за влез/излез и оценете ја важноста на скалата од 1-5	

4. Ваши предлози и коментари (внесете):

Ви се заблагодарувам за пополнувањето на анкетниот прашалник.

ПРИЛОГ 3 Мерки на централна тенденција (аритметичка средина, медијана и модус) за влезовите и излезите на секој од пристапите и статистички показатели (фреквенција, процент и кумулативен процент) за секој поодделен влез и излез⁹⁸

Табела 1. Мерки на централна тенденција (аритметичка средина, медијана и модус) за **влезовите на производствениот пристап**

		Влезови на производствен пристап			Материјални трошоци
		Персонал	Опрема	Деловен простор	
		1	2	3	4
N	вкупно	11	11	11	11
	недостасува	0	0	0	0
Аритметичка средина		4,82	4,73	3,91	4,00
Медијана		5,00	5,00	4,00	4,00
Модус		5	5	4	4

Табела 2. Статистички показатели за влезот **Персонал**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
4	2	18,2	18,2
5	9	81,8	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 3. Статистички показатели за влезот **Опрема**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
4	3	27,3	27,3
5	8	72,7	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 4. Статистички показатели за влезот **Деловен простор**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
3	2	18,2	18,2
4	8	72,7	90,9
5	1	9,1	100,0
Тотал	11	100,0	

⁹⁸ Конструкцијата на табелите во овој прилог се заснова на прилог 4 од Begičević (2008).

Табела 5. Статистички показатели за влезот **Материјални трошоци**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
3	3	27,3	27,3
4	5	45,4	72,7
5	3	27,3	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 6. Мерки на централна тенденција (аритметичка средина, медијана и модус) за излезите на производствениот пристап

		Излези на производствениот пристап							
		Кредитирање на население	Кредитирање на стопанство	Платен промет – вкупно трансакции	Платен промет – шалтерски работници	Платен промет – просек по работник	Банкарски картички	Трансакции по банкомат	Трансакции по пос-терминал и импринтери
		1	2	3	4	5	6	7	8
N	вкупно	11	11	11	11	11	11	11	11
	недостасува	0	0	0	0	0	0	0	0
	Аритметичка средина	4,36	4,73	4,45	4,64	4,18	4,09	3,82	4,00
	Медијана	4,00	5,00	5,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	Модус	5	5	5	5	4	4	4	4

Продолжува Табела 6

		Излези на производствениот пристап							
		Денарски книшки	Девизни книшки и сметки	Депозитна база	Остварени приливи за правни лица	Остварени одливи за правни лица	Вкупно заклучници	Приливи за физички лица	Плаќања од физички лица
		9	10	11	12	13	14	15	16
N	вкупно	11	11	11	11	11	11	11	11
	недостасува	0	0	0	0	0	0	0	0
	Аритметичка средина	4,55	4,55	4,73	4,55	4,73	4,36	4,27	3,91
	Медијана	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	4,00	4,00
	Модус	5	5	5	5	5	4	4	4

Табела 7. Статистички показатели за излезот Кредитирање на население

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
3	1	9,2	9,2
4	5	45,4	54,6
5	5	45,4	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 8. Статистички показатели за излезот Кредитирање на стопанство

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
4	3	27,3	27,3
5	8	72,7	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 9. Статистички показатели за излезот Платен промет – вкупно трансакции

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
3	1	9,2	9,2
4	4	36,3	45,5
5	6	54,5	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 10. Статистички показатели за излезот Платен промет – шалтерски работници

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
3	1	9,1	9,1
4	2	18,2	27,3
5	8	72,7	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 11. Статистички показатели за излезот Платен промет – просек по работник

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
3	2	18,3	18,3
4	5	45,4	63,7
5	4	36,3	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 12. Статистички показатели за излезот Банкарски картички

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
3	3	27,4	27,4
4	4	36,3	63,7
5	4	36,3	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 13. Статистички показатели за излезот **Трансакции по банкомат**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
2	1	9,1	9,1
3	2	18,2	27,3
4	6	54,5	81,8
5	2	18,2	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 14. Статистички показатели за излезот **Трансакции по пос терминал и импринтери**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
3	3	27,3	27,3
4	5	45,4	72,7
5	3	27,3	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 15. Статистички показатели за излезот **Денарски книшки**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
4	5	45,5	45,5
5	6	54,5	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 16. Статистички показатели за излезот **Девизни книшки и сметки**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
4	5	45,5	45,5
5	6	54,5	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 17. Статистички показатели за излезот **Депозитна база**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
4	3	27,3	27,3
5	8	72,7	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 18. Статистички показатели за излезот **Остварени приливи за правни лица**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
3	1	9,1	9,1
4	3	27,3	36,4
5	7	63,6	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 19. Статистички показатели за излезот **Остварени одливи за правни лица**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
4	3	27,3	27,3
5	8	72,7	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 20. Статистички показатели за излезот **Вкупно заклучници**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
4	7	63,6	63,6
5	4	36,4	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 21. Статистички показатели за излезот **Приливи за физички лица**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
4	8	72,7	72,7
5	3	27,3	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 22. Статистички показатели за излезот **Плаќања од физички лица**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
3	3	27,3	27,3
4	6	54,5	81,8
5	2	18,2	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 23. Мерки на централна тенденција (аритметичка средина, медијана и модус) за влезовите на посредничкиот пристап

Влезови на посреднички пристап				
		Денарски книшки	Девизни книшки и сметки	Депозитна база
N	вкупно	11	11	11
	недостасува	0	0	0
Аритметичка средина		4,45	4,64	4,73
Медијана		4,00	5,00	5,00
Модус		4	5	5

Табела 24. Статистички показатели за влезот Денарски книшки

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
4	6	54,5	54,5
5	5	45,5	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 25. Статистички показатели за влезот Девизни книшки и сметки

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
4	4	36,4	36,4
5	7	63,6	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 26. Статистички показатели за влезот Депозитна база

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
4	3	27,3	27,3
5	8	72,7	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 27. Мерки на централна тенденција (аритметичка средина, медијана и модус) за излезите на посредничкиот пристап

		Излези на посредничкиот пристап		
		Кредитирање на население	Кредитирање на стопанство	Банкарски картички
N	вкупно	11	11	11
	недостасува	0	0	0
Аритметичка средина		4,27	4,82	4,18
Медијана		4,00	5,00	4,00
Модус		5	5	4

Табела 28. Статистички показатели за излезот **Кредитирање на население**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
3	2	18,2	18,2
4	4	36,3	54,5
5	5	45,5	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 29. Статистички показатели за излезот **Кредитирање на стопанство**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
4	2	18,2	18,2
5	9	81,8	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 30. Статистички показатели за излезот **Банкарски картички**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
3	2	18,2	18,2
4	5	45,5	63,7
5	4	36,3	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 31. Мерки на централна тенденција (аритметичка средина, медијана и модус) за влезовите на пристапот на профитабилност

		Влезови на пристапот на профитабилност		
		Расходи за камата	Расходи за провизии и надомести	Исправка на вредност на побарувања
N	вкупно	11	11	11
	недостасува	0	0	0
Аритметичка средина		4,73	3,91	4,36
Медијана		5,00	4,00	5,00
Модус		5	5	5

Табела 32. Статистички показатели за влезот **Расходи за камата**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
4	3	27,3	27,3
5	8	72,7	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 33. Статистички показатели за влезот **Расходи за провизии и надомести**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
2	1	9,1	9,1
3	3	27,3	36,4
4	3	27,3	63,7
5	4	36,3	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 34. Статистички показатели за влезот **Исправка на вредност на побарувања**

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
3	2	18,2	18,2
4	3	27,3	45,5
5	6	54,5	100,0

Табела 35. Мерки на централна тенденција (аритметичка средина, медијана и модус) за излезите на пристапот на профитабилност

		Излезни променливи		
		Приходи од камата	Приходи од провизии и надомести	Ослободување на исправка на вредност
		1	2	3
N	вкупно	11	11	11
	недостасува	0	0	0
Аритметичка средина		4,64	4,73	4,45
Медијана		5,00	5,00	5,00
Модус		5	5	5

Табела 36. Статистички показатели за излезот Приходи од камата

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
3	1	9,1	9,1
4	2	18,2	27,3
5	8	72,7	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 37. Статистички показатели за излезот Приходи од провизии и надомести

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
4	3	27,3	27,3
5	8	72,7	100,0
Тотал	11	100,0	

Табела 38. Статистички показатели за излезот Ослободување на исправка на вредност

	Фреквенција	Процент	Кумулативен процент
	1	2	3
3	2	18,2	18,2
4	2	18,2	36,4
5	7	63,6	100,0
Тотал	11	100,0	

ПРИЛОГ 4. Коэффициенти на корелација помеѓу променливите на моделите на трите пристапи

Табела 1. Коэффициенти на корелација помеѓу променливите на првиот модел на производствениот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2009 година) (влезови: број на вработени (БВ) и материјални трошоци (МТ); излези: кредитирање на стопанство (КС) и депозитна база (ДБ))

	01.01.2009-31.03.2009				01.04.2009-30.06.2009				01.07.2009-30.09.2009				01.10.2009-31.12.2009			
	БВ	МТ	КС	ДБ	БВ	МТ	КС	ДБ	БВ	МТ	КС	ДБ	БВ	МТ	КС	ДБ
БВ	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
МТ	0,8584	1,0000			0,8561	1,0000			0,8814	1,0000			0,9453	1,0000		
КС	-0,0839	-0,1752	1,0000		-0,0839	-0,2193	1,0000		0,1905	0,0685	1,0000		0,1486	0,1013	1,0000	
ДБ	0,9440	0,8133	-0,0934	1,0000	0,9292	0,7447	-0,1057	1,0000	0,9047	0,7719	0,1248	1,0000	0,9022	0,8187	0,0320	1,0000

Табела 2. Коэффициенти на корелација помеѓу променливите на првиот модел на производствениот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2010 година)

	01.01.2010-31.03.2010				01.04.2010-30.06.2010				01.07.2010-30.09.2010				01.10.2010-31.12.2010			
	БВ	МТ	КС	ДБ	БВ	МТ	КС	ДБ	БВ	МТ	КС	ДБ	БВ	МТ	КС	ДБ
БВ	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
МТ	0,8670	1,0000			0,8637	1,0000			0,8784	1,0000			0,8463	1,0000		
КС	0,1613	0,0203	1,0000		0,7542	0,6265	1,0000		0,3359	0,4956	1,0000		0,0716	0,1060	1,0000	
ДБ	0,8603	0,8142	0,0006	1,0000	0,8919	0,6711	0,7202	1,0000	0,8900	0,7079	0,2293	1,0000	0,8679	0,9431	-0,0471	1,0000

Табела 3. Коэффициенти на корелација помеѓу променливите на првиот модел на производствениот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2011 година)

	01.01.2011-31.03.2011				01.04.2011-30.06.2011				01.07.2011-30.09.2011				01.10.2011-31.12.2011			
	БВ	МТ	КС	ДБ	БВ	МТ	КС	ДБ	БВ	МТ	КС	ДБ	БВ	МТ	КС	ДБ
БВ	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
МТ	0,8583	1,0000			0,7874	1,0000			0,9010	1,0000			0,8291	1,0000		
КС	0,1398	0,2533	1,0000		0,0504	0,4174	1,0000		-0,1968	0,0369	1,0000		-0,0838	0,3012	1,0000	
ДБ	0,8793	0,9227	0,0911	1,0000	0,8789	0,8256	0,0249	1,0000	0,8568	0,9097	-0,2319	1,0000	0,8420	0,8654	-0,0879	1,0000

Табела 4. Коэффициенти на корелација помеѓу променливите на вториот модел на производствениот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2009 година)

(влезови: плати на вработени (ПВ) и материјални трошоци (МТ); излези: остварени одливи за правни лица (ООПЛ) и платен промет во земјата (ППЗ))

	01.01.2009-31.03.2009				01.04.2009-30.06.2009				01.07.2009-30.09.2009				01.10.2009-31.12.2009			
	ПВ	МТ	ООПЛ	ППЗ	ПВ	МТ	ООПЛ	ППЗ	ПВ	МТ	ООПЛ	ППЗ	ПВ	МТ	ООПЛ	ППЗ
ПВ	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
МТ	0,8524	1,0000			0,8915	1,0000			0,6206	1,0000			0,9467	1,0000		
ООПЛ	-0,3707	-0,4146	1,0000		-0,0915	0,1956	1,0000		-0,3133	-0,5818	1,0000		-0,2343	-0,0301	1,0000	
ППЗ	0,9538	0,7689	-0,1957	1,0000	0,9505	0,7989	0,0113	1,0000	0,9722	0,5211	-0,1506	1,0000	0,9642	0,8841	-0,0965	1,0000

Табела 5. Коэффициенти на корелација помеѓу променливите на вториот модел на производствениот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2010 година)

	01.01.2010-31.03.2010				01.04.2010-30.06.2010				01.07.2010-30.09.2010				01.10.2010-31.12.2010			
	ПВ	МТ	ООПЛ	ППЗ	ПВ	МТ	ООПЛ	ППЗ	ПВ	МТ	ООПЛ	ППЗ	ПВ	МТ	ООПЛ	ППЗ
ПВ	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
МТ	0,9011	1,0000			0,8480	1,0000			0,8656	1,0000			0,8218	1,0000		
ООПЛ	-0,2893	0,0002	1,0000		-0,3013	-0,1740	1,0000		-0,3454	-0,2413	1,0000		-0,2087	-0,2197	1,0000	
ППЗ	0,9465	0,8437	-0,0593	1,0000	0,6275	0,7300	-0,3010	1,0000	0,9196	0,9241	-0,2069	1,0000	0,9097	0,7590	0,1038	1,0000

Табела 6. Коэффициенти на корелација помеѓу променливите на вториот модел на производствениот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2011 година)

	01.01.2011-31.03.2011				01.04.2011-30.06.2011				01.07.2011-30.09.2011				01.10.2011-31.12.2011			
	ПВ	МТ	ООПЛ	ППЗ	ПВ	МТ	ООПЛ	ППЗ	ПВ	МТ	ООПЛ	ППЗ	ПВ	МТ	ООПЛ	ППЗ
ПВ	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
МТ	0,8532	1,0000			0,7758	1,0000			0,8994	1,0000			0,8271	1,0000		
ООПЛ	-0,3436	-0,3483	1,0000		-0,3217	-0,4146	1,0000		-0,3728	-0,2880	1,0000		-0,4420	-0,4401	1,0000	
ППЗ	0,8827	0,8218	0,0107	1,0000	0,9257	0,8064	-0,2489	1,0000	0,8812	0,9140	-0,2843	1,0000	0,9090	0,7948	-0,4290	1,0000

Табела 7. Коэффициенти на корелација помеѓу променливите на третиот модел на производствениот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2009 година)

(влезови: број на вработени (БВ) и исправка на вредност на побарувања (ИВП); излези: кредитирање на население (КН) и кредитирање на стопанство (КС))

	01.01.2009-31.03.2009				01.04.2009-30.06.2009				01.07.2009-30.09.2009				01.10.2009-31.12.2009			
	БВ	ИВП	КС	КН	БВ	ИВП	КС	КН	БВ	ИВП	КС	КН	БВ	ИВП	КС	КН
БВ	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
ИВП	0,7940	1,0000			0,9761	1,0000			0,8410	1,0000			0,8388	1,0000		
КС	0,5818	0,6386	1,0000		-0,0839	-0,0794	1,0000		0,1905	0,3320	1,0000		0,1486	0,3122	1,0000	
КН	0,8458	0,9396	0,4597	1,0000	0,6738	0,6531	-0,0015	1,0000	0,8008	0,8591	0,0794	1,0000	0,4735	0,7424	0,1172	1,0000

Табела 8. Коэффициенти на корелација помеѓу променливите на третиот модел на производствениот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2010 година)

	01.01.2010-31.03.2010				01.04.2010-30.06.2010				01.07.2010-30.09.2010				01.10.2010-31.12.2010			
	БВ	ИВП	КС	КН	БВ	ИВП	КС	КН	БВ	ИВП	КС	КН	БВ	ИВП	КС	КН
БВ	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
ИВП	0,4643	1,0000			0,6874	1,0000			0,3431	1,0000			0,8754	1,0000		
КС	0,1613	0,2472	1,0000		0,7542	0,6501	1,0000		0,3359	0,3671	1,0000		0,0716	0,2033	1,0000	
КН	0,6241	0,5806	-0,0307	1,0000	0,5754	0,8347	0,4811	1,0000	0,5423	0,7012	0,6045	1,0000	0,5626	0,7360	0,3474	1,0000

Табела 9. Коэффициенти на корелација помеѓу променливите на третиот модел на производствениот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2011 година)

	01.01.2011-31.03.2011				01.04.2011-30.06.2011				01.07.2011-30.09.2011				01.10.2011-31.12.2011			
	БВ	ИВП	КС	КН	БВ	ИВП	КС	КН	БВ	ИВП	КС	КН	БВ	ИВП	КС	КН
БВ	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
ИВП	0,3649	1,0000			0,5776	1,0000			0,8950	1,0000			0,3677	1,0000		
КС	0,1398	-0,0582	1,0000		0,1398	0,4944	1,0000		-0,1968	0,1988	1,0000		-0,0838	0,6798	1,0000	
КН	0,3831	0,4908	0,0320	1,0000	0,2824	0,5044	0,2030	1,0000	0,6031	0,7468	0,3587	1,0000	0,6940	0,4990	0,2812	1,0000

Табела 10. Коефициенти на корелација помеѓу променливите на првиот модел на посредничкиот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2009 година)
(влез: депозитна база (ДБ); излези: кредитирање на стопанство (КС), кредитирање на население (КН) и банкарски картички (БК))

	01.01.2009-31.03.2009				01.04.2009-30.06.2009				01.07.2009-30.09.2009				01.10.2009-31.12.2009			
	ДБ	КС	КН	БК	ДБ	КС	КН	БК	ДБ	КС	КН	БК	ДБ	КС	КН	БК
ДБ	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
КС	0,4932	1,0000			-0,1057	1,0000			0,1248	1,0000			0,0320	1,0000		
КН	0,6985	0,4597	1,0000		0,4667	-0,0015	1,0000		0,5903	0,0794	1,0000		0,2753	0,1172	1,0000	
БК	-0,0598	-0,1375	0,1550	1,0000	0,5398	-0,1267	0,5854	1,0000	0,6622	0,2910	0,5057	1,0000	0,6181	-0,0389	-0,1109	1,0000

Табела 11. Коефициенти на корелација помеѓу променливите на првиот модел на посредничкиот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2010 година)

	01.01.2010-31.03.2010				01.04.2010-30.06.2010				01.07.2010-30.09.2010				01.10.2010-31.12.2010			
	ДБ	КС	КН	БК	ДБ	КС	КН	БК	ДБ	КС	КН	БК	ДБ	КС	КН	БК
ДБ	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
КС	0,0006	1,0000			0,7202	1,0000			0,2293	1,0000			-0,0471	1,0000		
КН	0,3813	-0,0307	1,0000		0,3622	0,4811	1,0000		0,3496	0,6045	1,0000		0,3342	0,3474	1,0000	
БК	0,8241	0,0427	0,3868	1,0000	0,7796	0,5401	0,2183	1,0000	0,5638	0,4008	0,4495	1,0000	0,4790	0,0007	0,2678	1,0000

Табела 12. Коефициенти на корелација помеѓу променливите на првиот модел на посредничкиот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2011 година)

	01.01.2011-31.03.2011				01.04.2011-30.06.2011				01.07.2011-30.09.2011				01.10.2011-31.12.2011			
	ДБ	КС	КН	БК	ДБ	КС	КН	БК	ДБ	КС	КН	БК	ДБ	КС	КН	БК
ДБ	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
КС	0,0911	1,0000			0,0933	1,0000			-0,2319	1,0000			-0,0879	1,0000		
КН	0,2673	0,0320	1,0000		0,1137	0,2030	1,0000		0,4078	0,3587	1,0000		0,3200	0,3219	1,0000	
БК	0,6611	0,1722	0,3829	1,0000	0,3399	0,0388	0,1741	1,0000	0,5288	-0,4422	0,1902	1,0000	0,6520	-0,2532	0,5054	1,0000

Табела 13. Коэффициенти на корелација помеѓу променливите на вториот модел на посредничкиот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2009 година)
(влезови: трошоци на работењето (ТР) и депозитна база (ДБ); излези: кредитирање на стопанство (КС) и кредитирање на население (КН))

	01.01.2009-31.03.2009				01.04.2009-30.06.2009				01.07.2009-30.09.2009				01.10.2009-31.12.2009			
	ТР	ДБ	КС	КН	ТР	ДБ	КС	КН	ТР	ДБ	КС	КН	ТР	ДБ	КС	КН
ТР	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
ДБ	0,9347	1,0000			0,8776	1,0000			0,7950	1,0000			0,8778	1,0000		
КС	0,5673	0,4932	1,0000		-0,0815	-0,1057	1,0000		0,4531	0,1248	1,0000		0,1671	0,0320	1,0000	
КН	0,8736	0,6985	0,4597	1,0000	0,7807	0,4667	-0,0015	1,0000	0,8375	0,5903	0,0794	1,0000	0,5187	0,2753	0,1172	1,0000

Табела 14. Коэффициенти на корелација помеѓу променливите на вториот модел на посредничкиот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2010 година)

	01.01.2010-31.03.2010				01.04.2010-30.06.2010				01.07.2010-30.09.2010				01.10.2010-31.12.2010			
	ТР	ДБ	КС	КН	ТР	ДБ	КС	КН	ТР	ДБ	КС	КН	ТР	ДБ	КС	КН
ТР	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
ДБ	0,9028	1,0000			0,8660	1,0000			0,8670	1,0000			0,8905	1,0000		
КС	0,1109	0,0006	1,0000		0,7627	0,7202	1,0000		0,3958	0,2293	1,0000		0,1295	-0,0471	1,0000	
КН	0,6690	0,3814	-0,0307	1,0000	0,6426	0,3622	0,4811	1,0000	0,6128	0,3496	0,6045	1,0000	0,5817	0,3342	0,3474	1,0000

Табела 15. Коэффициенти на корелација помеѓу променливите на вториот модел на посредничкиот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2011 година)

	01.01.2011-31.03.2011				01.04.2011-30.06.2011				01.07.2011-30.09.2011				01.10.2011-31.12.2011			
	ТР	ДБ	КС	КН	ТР	ДБ	КС	КН	ТР	ДБ	КС	КН	ТР	ДБ	КС	КН
ТР	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
ДБ	0,9096	1,0000			0,8978	1,0000			0,8821	1,0000			0,8629	1,0000		
КС	0,1925	0,0911	1,0000		0,1549	0,0933	1,0000		-0,1174	-0,2319	1,0000		0,0422	-0,0879	1,0000	
КН	0,4326	0,2673	0,0320	1,0000	0,3714	0,1137	0,2030	1,0000	0,6549	0,4078	0,3587	1,0000	0,6642	0,3200	0,3219	1,0000

Табела 16. Коэффициенти на корелација помеѓу променливите на првиот модел на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (кварталите на 2009 година)

(влезови: расходи за камата (РК) и исправка на вредност на побарувања (ИВП); излези: приходи од камата (ПК) и ослободување на исправка на вредност (ОИВ))

	01.01.2009-31.03.2009				01.04.2009-30.06.2009				01.07.2009-30.09.2009				01.10.2009-31.12.2009			
	РК	ИВП	ПК	ОИВ	РК	ИВП	ПК	ОИВ	РК	ИВП	ПК	ОИВ	РК	ИВП	ПК	ОИВ
РК	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
ИВП	0,6703	1,0000			0,9253	1,0000			0,7567	1,0000			0,7543	1,0000		
ПК	0,8371	0,8995	1,0000		0,7926	0,8766	1,0000		0,7220	0,8729	1,0000		0,6305	0,8322	1,0000	
ОИВ	0,9620	0,6764	0,8420	1,0000	0,9569	0,9847	0,8609	1,0000	0,4837	0,9164	0,7181	1,0000	0,5089	0,9292	0,6625	1,0000

Табела 17. Коэффициенти на корелација помеѓу променливите на првиот модел на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (кварталите на 2010 година)

	01.01.2010-31.03.2010				01.04.2010-30.06.2010				01.07.2010-30.09.2010				01.10.2010-31.12.2010			
	РК	ИВП	ПК	ОИВ	РК	ИВП	ПК	ОИВ	РК	ИВП	ПК	ОИВ	РК	ИВП	ПК	ОИВ
РК	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
ИВП	0,2546	1,0000			0,6822	1,0000			0,1819	1,0000			0,7011	1,0000		
ПК	0,6096	0,5105	1,0000		0,7609	0,7770	1,0000		0,8256	0,3137	1,0000		0,2374	0,6726	1,0000	
ОИВ	0,6678	0,8754	0,7001	1,0000	0,8552	0,9432	0,8900	1,0000	0,6772	0,6888	0,7646	1,0000	0,1373	0,5708	0,1273	1,0000

Табела 18. Коэффициенти на корелација помеѓу променливите на првиот модел на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (кварталите на 2011 година)

	01.01.2011-31.03.2011				01.04.2011-30.06.2011				01.07.2011-30.09.2011				01.10.2011-31.12.2011			
	РК	ИВП	ПК	ОИВ	РК	ИВП	ПК	ОИВ	РК	ИВП	ПК	ОИВ	РК	ИВП	ПК	ОИВ
РК	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
ИВП	0,3313	1,0000			0,4752	1,0000			0,7835	1,0000			0,2568	1,0000		
ПК	0,5753	0,2977	1,0000		0,5128	0,7378	1,0000		0,5916	0,7756	1,0000		0,6237	0,7215	1,0000	
ОИВ	0,8677	0,2392	0,6548	1,0000	0,2424	0,7300	0,2034	1,0000	0,7128	0,9392	0,5630	1,0000	0,7088	0,5585	0,9362	1,0000

Табела 19. Коэффициенти на корелација помеѓу променливите на вториот модел на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (кварталите на 2009 година)

(влезови: расходи за камата (РК) и расходи за провизии и надомести (РПН); излези: приходи од камата (ПК) и приходи од провизии и надомести (ППН))

	01.01.2009-31.03.2009				01.04.2009-30.06.2009				01.07.2009-30.09.2009				01.10.2009-31.12.2009			
	РК	РПН	ПК	ППН	РК	РПН	ПК	ППН	РК	РПН	ПК	ППН	РК	РПН	ПК	ППН
РК	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
РПН	0,7659	1,0000			0,9261	1,0000			0,7258	1,0000			0,9141	1,0000		
ПК	0,8439	0,8123	1,0000		0,7926	0,7826	1,0000		0,7220	0,8062	1,0000		0,6305	0,7074	1,0000	
ППН	0,5219	0,9019	0,6247	1,0000	0,7532	0,9169	0,8368	1,0000	0,6301	0,8913	0,6400	1,0000	0,6548	0,8734	0,5449	1,0000

Табела 20. Коэффициенти на корелација помеѓу променливите на вториот модел на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (кварталите на 2010 година)

	01.01.2010-31.03.2010				01.04.2010-30.06.2010				01.07.2010-30.09.2010				01.10.2010-31.12.2010			
	РК	РПН	ПК	ППН	РК	РПН	ПК	ППН	РК	РПН	ПК	ППН	РК	РПН	ПК	ППН
РК	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
РПН	0,8256	1,0000			0,8587	1,0000			0,7026	1,0000			0,6061	1,0000		
ПК	0,6096	0,7910	1,0000		0,7609	0,7574	1,0000		0,8256	0,8962	1,0000		0,2374	0,7774	1,0000	
ППН	0,6117	0,8575	0,4741	1,0000	0,4095	0,7257	0,4791	1,0000	0,1154	0,7475	0,4709	1,0000	0,2686	0,8068	0,6602	1,0000

Табела 21. Коэффициенти на корелација помеѓу променливите на вториот модел на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (кварталите на 2011 година)

	01.01.2011-31.03.2011				01.04.2011-30.06.2011				01.07.2011-30.09.2011				01.10.2011-31.12.2011			
	РК	РПН	ПК	ППН	РК	РПН	ПК	ППН	РК	РПН	ПК	ППН	РК	РПН	ПК	ППН
РК	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
РПН	0,4220	1,0000			0,8219	1,0000			0,5284	1,0000			0,6653	1,0000		
ПК	0,5753	0,6431	1,0000		0,5128	0,6709	1,0000		0,5916	0,8080	1,0000		0,6237	0,7919	1,0000	
ППН	0,1293	0,8436	0,4972	1,0000	0,3563	0,7207	0,6569	1,0000	0,1982	0,8725	0,7132	1,0000	0,3096	0,8519	0,7695	1,0000

Табела 22. Коефициенти на корелација помеѓу променливите на вториот модел на производствениот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2009 година)

➤ Вклучена е променливата платен промет со странство (ППС) наместо променливата остварени одливи за правни лица

	01.01.2009-31.03.2009				01.04.2009-30.06.2009				01.07.2009-30.09.2009				01.10.2009-31.12.2009			
	ПВ	МТ	ППЗ	ППС	ПВ	МТ	ППЗ	ППС	ПВ	МТ	ППЗ	ППС	ПВ	МТ	ППЗ	ППС
ПВ	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
МТ	0,8524	1,0000			0,8915	1,0000			0,6206	1,0000			0,9467	1,0000		
ППЗ	0,9538	0,7689	1,0000		0,9505	0,7989	1,0000		0,9722	0,5211	1,0000		0,9642	0,8841	1,0000	
ППС	0,2673	0,5630	0,2469	1,0000	0,4502	0,3832	0,4587	1,0000	0,6331	0,6122	0,6635	1,0000	0,4485	0,3999	0,5541	1,0000

Табела 23. Коефициенти на корелација помеѓу променливите на вториот модел на производствениот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2010 година)

	01.01.2010-31.03.2010				01.04.2010-30.06.2010				01.07.2010-30.09.2010				01.10.2010-31.12.2010			
	ПВ	МТ	ППЗ	ППС	ПВ	МТ	ППЗ	ППС	ПВ	МТ	ППЗ	ППС	ПВ	МТ	ППЗ	ППС
ПВ	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
МТ	0,9011	1,0000			0,8480	1,0000			0,8656	1,0000			0,8218	1,0000		
ППЗ	0,9465	0,8437	1,0000		0,6275	0,7300	1,0000		0,9196	0,9241	1,0000		0,9097	0,7590	1,0000	
ППС	0,1967	0,1583	0,4136	1,0000	0,1581	0,1241	0,5379	1,0000	0,7117	0,6319	0,6953	1,0000	0,4384	0,3417	0,6234	1,0000

Табела 24. Коефициенти на корелација помеѓу променливите на вториот модел на производствениот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2011 година)

	01.01.2011-31.03.2011				01.04.2011-30.06.2011				01.07.2011-30.09.2011				01.10.2011-31.12.2011			
	ПВ	МТ	ППЗ	ППС	ПВ	МТ	ППЗ	ППС	ПВ	МТ	ППЗ	ППС	ПВ	МТ	ППЗ	ППС
ПВ	1,0000				1,0000				1,0000				1,0000			
МТ	0,8532	1,0000			0,7758	1,0000			0,8994	1,0000			0,8271	1,0000		
ППЗ	0,8827	0,8218	1,0000		0,9257	0,8064	1,0000		0,8812	0,9140	1,0000		0,9090	0,7948	1,0000	
ППС	0,3665	0,4117	0,6262	1,0000	0,4595	0,3334	0,6651	1,0000	0,0019	0,0864	0,3868	1,0000	0,1885	0,0080	0,2426	1,0000

ПРИЛОГ 5. Резултати од софтверското решавање на *Window* DEA моделите при константен принос на обем на годишно и на квартално ниво

Табела 1. Резултати од софтверското решавање на првиот *Window* DEA модел (CRS_RAD_OUT) на производствениот пристап за набљудуваниот период (2009-2011)

Филијали	Години		Просек	Стандардна девијација
	2009	2010			2011
F1	215,59%	180,32%		
		160,28%	168,99%	
	215,59%	170,30%	168,99%	0,265
F2	154,41%	149,40%		
		137,14%	140,90%	
	154,41%	143,27%	140,90%	0,072
F3	100,00%	120,62%		
		100,00%	132,91%	
	100,00%	110,31%	132,91%	0,168
F4	171,23%	170,75%		
		157,90%	144,51%	
	171,23%	164,33%	144,51%	0,139
F5	153,99%	151,36%		
		128,14%	110,99%	
	153,99%	139,75%	110,99%	0,219
F6	290,89%	183,72%		
		160,51%	124,93%	
	290,89%	172,12%	124,93%	0,855
F7	100,00%	100,00%		
		100,00%	100,00%	
	100,00%	100,00%	100,00%	0
F8	143,40%	186,22%		
		173,83%	168,31%	
	143,40%	180,03%	168,31%	0,187

Табела 2. Резултати од софтверското решавање на вториот *Window* DEA модел (CRS_RAD_OUT) на производствениот пристап за набљудуваниот период (2009-2011)

Филијали	2009	Години 2010	2011	Просек	Стандардна девијација
F1	228,23%	165,60%	155,19%		
	228,23%	160,40%	155,19%	181,27%	0,408
F2	141,48%	134,44%	123,16%		
	141,48%	128,80%	123,16%	131,15%	0,094
F3	131,33%	105,10%	100,00%		
	131,33%	102,55%	100,00%	111,29%	0,174
F4	100,00%	100,00%	100,00%		
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0,000
F5	144,05%	141,58%	110,56%		
	144,05%	126,07%	110,56%	126,89%	0,168
F6	140,79%	137,55%	137,55%		
	140,79%	137,55%	137,55%	138,63%	0,019
F7	157,33%	154,88%	147,78%		
	157,33%	151,33%	147,78%	152,15%	0,048
F8	100,00%	102,90%	100,00%		
	100,00%	101,45%	100,00%	100,48%	0,008

Табела 3. Резултати од софтверското решавање на третиот *Window* DEA модел (CRS_RAD_OUT) на производствениот пристап за набљудуваниот период (2009-2011)

Филијали	2009	Години 2010	2011	Просек	Стандардна девијација
F1	131,43%	149,50%	149,65%	190,12%	
	131,43%	149,58%	190,12%	157,04%	0,300
F2	354,50%	370,68%	389,51%	418,96%	
	354,50%	380,10%	418,96%	384,52%	0,325
F3	100,00%	102,27%	100,00%	119,96%	
	100,00%	101,14%	119,96%	107,03%	0,112
F4	162,87%	216,33%	217,90%	213,23%	
	162,87%	217,12%	213,23%	197,74%	0,303
F5	135,48%	119,50%	111,58%	103,94%	
	135,48%	115,54%	103,94%	118,32%	0,160
F6	110,80%	100,00%	100,00%	100,00%	
	110,80%	100,00%	100,00%	103,60%	0,062
F7	170,78%	110,15%	138,01%	100,00%	
	170,78%	124,08%	100,00%	131,62%	0,360
F8	114,15%	100,00%	100,00%	129,46%	
	114,15%	100,00%	129,46%	114,54%	0,147

Табела 4. Резултати од софтверското решавање на првиот *Window* DEA модел (CRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап за набљудуваниот период (2009-2011)

Филијали	2009	Години 2010	2011	Просек	Стандардна девијација
F1	109,47%	146,33%			
		141,60%	180,54%		
	109,47%	143,97%	180,54%	144,66%	0,355
F2	239,18%	282,17%			
		167,54%	155,35%		
	239,18%	224,86%	155,35%	206,46%	0,448
F3	100,00%	157,13%			
		100,00%	111,38%		
	100,00%	128,57%	111,38%	111,32%	0,144
F4	160,40%	272,40%			
		105,40%	110,02%		
	160,40%	188,90%	110,02%	153,11%	0,399
F5	149,57%	140,43%			
		100,00%	113,49%		
	149,57%	120,22%	113,49%	127,76%	0,192
F6	100,00%	102,97%			
		100,00%	113,62%		
	100,00%	101,49%	113,62%	105,04%	0,075
F7	625,78%	571,46%			
		255,43%	377,34%		
	625,78%	413,45%	377,34%	472,19%	1,342
F8	195,23%	163,55%			
		100,00%	135,49%		
	195,23%	131,78%	135,49%	154,17%	0,356

Табела 5. Резултати од софтверското решавање на вториот *Window* DEA модел (CRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап за набљудуваниот период (2009-2011)

Филијали	2009	Години 2010	2011	Просек	Стандардна девијација
F1	108,76%	115,91%			
		115,84%	154,62%		
	108,76%	115,88%	154,62%	126,42%	0,247
F2	233,73%	270,02%			
		265,21%	342,93%		
	233,73%	267,62%	342,93%	281,43%	0,559
F3	100,00%	110,05%			
		100,00%	134,12%		
	100,00%	105,03%	134,12%	113,05%	0,184
F4	152,58%	176,47%			
		176,47%	203,77%		
	152,58%	176,47%	203,77%	177,61%	0,256
F5	123,79%	120,88%			
		113,91%	110,37%		
	123,79%	117,40%	110,37%	117,19%	0,067
F6	100,00%	100,00%			
		100,00%	100,00%		
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0
F7	232,15%	215,36%			
		209,86%	206,52%		
	232,15%	212,61%	206,52%	217,09%	0,134
F8	102,32%	100,00%			
		100,00%	148,73%		
	102,32%	100,00%	148,73%	117,02%	0,275

Табела 6. Резултати од софтверското решавање на првиот *Window* DEA модел (CRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (2009-2011)

Филијали	2009	Години 2010	2011	Просек	Стандардна девијација
F1	100,00%	92,02%	79,69%	100,00%	
	100,00%	85,86%	100,00%	95,29%	0,082
F2	100,00%	89,87%	66,80%	100,00%	
	100,00%	78,34%	100,00%	92,78%	0,125
F3	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0
F4	92,52%	78,33%	78,17%	85,00%	
	92,52%	78,25%	85,00%	85,26%	0,071
F5	81,42%	76,74%	76,46%	88,63%	
	81,42%	76,60%	88,63%	82,22%	0,061
F6	97,84%	81,86%	82,40%	95,12%	
	97,84%	82,13%	95,12%	91,70%	0,084
F7	100,00%	80,94%	80,50%	90,25%	
	100,00%	80,72%	90,25%	90,32%	0,096
F8	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0

Табела 7. Резултати од софтверското решавање на првиот *Window* DEA модел (CRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (2009-2011)

Филијали	2009	Години 2010	2011	Просек	Стандардна девијација
F1	100,00%	108,68%	125,48%	100,00%	
	100,00%	117,08%	100,00%	105,69%	0,099
F2	100,00%	111,27%	149,69%	100,00%	
	100,00%	130,48%	100,00%	110,16%	0,176
F3	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0
F4	108,08%	127,67%	127,92%	117,65%	
	108,08%	127,80%	117,65%	117,84%	0,099
F5	122,83%	130,30%	130,79%	112,83%	
	122,83%	130,55%	112,83%	122,07%	0,089
F6	102,20%	122,17%	121,36%	105,13%	
	102,20%	121,77%	105,13%	109,70%	0,106
F7	100,00%	123,55%	124,23%	110,80%	
	100,00%	123,89%	110,80%	111,56%	0,120
F8	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0

Табела 8. Резултати од софтверското решавање на вториот *Window* DEA модел (CRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (2009-2011)

Филијали	2009	Години 2010	2011	Просек	Стандардна девијација
F1	100,00%	73,92%			
		100,00%	98,04%		
	100,00%	86,96%	98,04%	95,00%	0,070
F2	48,00%	47,87%			
		46,76%	58,38%		
	48,00%	47,32%	58,38%	51,23%	0,062
F3	100,00%	94,01%			
		98,60%	100,00%		
	100,00%	96,31%	100,00%	98,77%	0,021
F4	100,00%	77,17%			
		77,17%	72,44%		
	100,00%	77,17%	72,44%	83,20%	0,147
F5	83,49%	91,68%			
		92,51%	100,00%		
	83,49%	92,10%	100,00%	91,86%	0,083
F6	100,00%	87,89%			
		91,89%	100,00%		
	100,00%	89,89%	100,00%	96,63%	0,058
F7	67,28%	73,35%			
		88,26%	84,49%		
	67,28%	80,81%	84,49%	77,53%	0,091
F8	74,47%	100,00%			
		100,00%	98,28%		
	74,47%	100,00%	98,28%	90,92%	0,143

Табела 9. Резултати од софтверското решавање на вториот *Window* DEA модел (CRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (2009-2011)

Филијали	2009	Години 2010	2011	Просек	Стандардна девијација
F1	100,00%	135,28%			
		100,00%	101,99%		
	100,00%	117,64%	101,99%	106,54%	0,097
F2	208,33%	208,90%			
		213,84%	171,29%		
	208,33%	211,37%	171,29%	197,00%	0,223
F3	100,00%	106,37%			
		101,42%	100,00%		
	100,00%	103,90%	100,00%	101,30%	0,022
F4	100,00%	129,59%			
		129,58%	138,05%		
	100,00%	129,59%	138,05%	122,55%	0,200
F5	119,77%	109,08%			
		108,10%	100,00%		
	119,77%	108,59%	100,00%	109,45%	0,099
F6	100,00%	113,77%			
		108,83%	100,00%		
	100,00%	111,30%	100,00%	103,77%	0,065
F7	148,63%	136,34%			
		113,31%	118,36%		
	148,63%	124,83%	118,36%	130,61%	0,159
F8	134,27%	100,00%			
		100,00%	101,75%		
	134,27%	100,00%	101,75%	112,01%	0,193

Табела 10. Резултати од софтверското решавање на првиот *Window* DEA модел (CRS_RAD_OUT) на производствениот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2009, 2010 и 2011 година)

Филијали	КВАРТАЛИ												Просек							
	01.01- 31.03.2009	01.04- 30.06.2009	01.07- 30.09.2009	01.10- 31.12.2009	01.01- 31.03.2010	01.04- 30.06.2010	01.07- 30.09.2010	01.10- 31.12.2010	01.01- 31.03.2011	01.04- 30.06.2011	01.07- 30.09.2011	01.10- 31.12.2011								
F1	260,27%	255,85%	205,15%	201,44%																
		256,31%	208,22%	202,06%	182,09%															
			249,91%	232,79%	214,98%	214,98%	254,53%													
				232,79%	214,98%	214,98%	254,53%	237,85%												
							239,09%	223,73%	197,64%											
							232,71%	218,06%	198,07%	244,07%										
								182,90%	178,73%	199,17%	172,38%									
									157,11%	152,43%	150,24%	129,99%								
										152,43%	150,24%	129,99%	154,59%							
		260,27%	256,08%	221,09%	217,27%	206,76%	245,22%	215,64%	182,89%	187,03%	157,62%	129,99%	154,59%	202,87%						
	F2	157,20%	160,35%	161,55%	170,73%															
			160,35%	163,42%	173,57%	140,66%														
				207,41%	219,70%	176,89%	176,89%	179,90%												
				219,70%	176,89%	176,89%	179,90%	190,32%												
							179,90%	190,32%	233,12%											
							176,89%	179,90%	190,32%	233,12%	189,02%									
								161,85%	190,32%	199,73%	155,16%	161,32%								
									166,05%	143,97%	114,69%	110,04%	124,72%							
										114,69%	110,04%	124,72%	143,85%							
		157,20%	160,35%	177,46%	195,93%	167,83%	175,39%	184,25%	202,49%	143,39%	127,13%	124,72%	143,85%	163,33%						
F3		110,85%	109,76%	100,00%	100,00%															
			112,95%	102,55%	100,00%	100,00%														
				106,76%	100,00%	100,00%	100,00%	155,31%												
				100,00%	100,00%	100,00%	155,31%	160,25%												
							155,31%	136,47%	100,00%											
							110,64%	108,12%	100,00%	105,74%										
								100,10%	100,00%	103,56%	165,58%									
									100,00%	103,22%	125,61%	116,21%								
									100,00%	103,22%	125,61%	116,21%	143,95%							
		110,85%	111,36%	103,10%	100,00%	100,00%	144,14%	126,24%	100,00%	103,13%	138,93%	116,21%	143,95%	116,49%						
	F4	191,61%	210,00%	157,90%	153,39%															
			220,68%	160,67%	158,68%	158,59%														
				201,15%	173,29%	195,06%	195,06%	244,98%												
				173,29%	195,06%	195,06%	246,97%	232,72%												
							248,31%	234,19%	214,61%											
							248,45%	234,34%	214,91%	216,00%										
								225,33%	216,30%	213,35%	201,99%									
									175,62%	156,70%	137,56%	134,55%								
										156,70%	137,56%	134,55%	124,01%							
		191,61%	215,34%	173,24%	164,66%	185,94%	247,18%	231,65%	205,36%	185,69%	159,04%	134,55%	124,01%	184,86%						

F5	198,24%	183,52% 187,32%	147,32% 148,78% 160,75%	134,59% 137,50% 145,17% 145,17%	159,31% 175,38% 175,38% 149,30%	167,78% 167,78% 145,19% 145,57%	205,54% 197,29% 199,10% 182,89%	112,86% 113,64% 113,65% 113,65%	138,15% 130,43% 122,51% 119,11%	100,94% 100,00% 100,00%	107,96% 107,96%	106,72%	
	198,24%	185,42%	152,28%	140,61%	164,84%	156,58%	196,21%	113,45%	127,55%	100,31%	107,96%	106,72%	145,85%
F6	254,54%	265,90% 279,08%	250,28% 262,35% 293,30%	231,18% 239,83% 263,98% 263,98%	235,23% 259,08% 259,08% 235,44%	226,87% 226,87% 197,11% 198,50%	209,25% 181,83% 183,78% 179,70%	150,58% 153,03% 153,06% 153,06%	152,24% 147,15% 138,77% 135,03%	135,05% 126,80% 123,35%	135,55% 131,93%	119,73%	
	254,54%	272,49%	268,64%	249,74%	247,21%	212,34%	188,64%	152,43%	143,30%	128,40%	133,74%	119,73%	197,60%
F7	122,32%	107,38% 107,38%	100,00% 100,00% 114,74%	100,00% 102,60% 108,56% 111,76%	100,00% 105,80% 108,75% 109,43%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,08% 100,08% 101,71%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00%	100,00%
	122,32%	107,38%	104,91%	105,73%	106,00%	100,00%	100,00%	100,79%	100,47%	100,00%	100,00%	100,00%	103,97%
F8	141,03%	107,38% 175,51%	152,75% 152,75% 188,72%	167,46% 170,66% 186,86% 192,36%	144,96% 179,09% 179,09% 179,09%	201,15% 207,07% 209,26% 209,26%	170,59% 171,62% 171,65% 172,49%	204,43% 204,64% 207,92% 180,55%	188,19% 182,13% 131,92% 131,92%	164,36% 123,80% 123,80%	145,12% 145,12%	164,43%	
	141,03%	141,45%	164,74%	179,34%	170,56%	206,69%	171,59%	199,39%	158,54%	137,32%	145,12%	164,43%	165,01%

Табела 11. Резултати од софтверското решавање на вториот *Window* DEA модел (CRS_RAD_OUT) на производствениот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2009, 2010 и 2011 година)

Филијали	КВАРТАЛИ												Просек
	01.01- 31.03.2009	01.04- 30.06.2009	01.07- 30.09.2009	01.10- 31.12.2009	01.01- 31.03.2010	01.04- 30.06.2010	01.07- 30.09.2010	01.10- 31.12.2010	01.01- 31.03.2011	01.04- 30.06.2011	01.07- 30.09.2011	01.10- 31.12.2011	
F1	246,07%	302,00% 292,06%	233,40% 237,71% 237,71%	316,25% 305,60% 339,16% 282,61%	294,61% 333,33% 299,76% 299,76%	185,53% 185,53% 185,53%	191,36% 191,36% 178,29% 150,66%	266,78% 253,67% 204,86% 204,80%	216,43% 163,67% 166,15% 166,15%	164,31% 167,93% 167,93%	134,45% 134,45%	192,80%	
	246,07%	297,03%	236,27%	310,91%	306,87%	185,53%	177,92%	232,53%	178,10%	166,72%	134,45%	192,80%	222,10%
F2	132,83%	141,29% 123,11%	236,46% 216,96% 304,01%	164,52% 143,35% 202,46% 202,46%	122,44% 172,93% 172,93% 172,93%	185,42% 185,42% 185,42%	198,72% 198,72% 198,72% 130,86%	239,52% 239,52% 155,96% 155,96%	188,53% 121,89% 107,04% 121,89% 107,04%	107,04% 107,04% 127,05% 127,05%	127,05% 127,05%	145,26%	
	132,83%	132,20%	252,48%	178,20%	160,31%	185,42%	181,76%	197,74%	138,55%	107,04%	127,05%	145,26%	161,57%
F3	123,82%	108,39% 106,18%	138,85% 141,96% 143,23%	137,94% 132,87% 151,18% 127,33%	113,42% 130,56% 110,62% 110,62%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	122,75% 122,75% 109,77% 100,00%	168,12% 148,69% 121,03% 134,68% 116,88%	121,89% 107,04% 107,04% 104,36% 103,61% 103,19%	106,14% 103,19% 103,46% 118,50% 118,49%	118,50% 118,50%	154,99%	
	123,82%	107,29%	141,35%	137,33%	116,31%	100,00%	113,82%	142,09%	107,25%	104,26%	118,50%	154,99%	122,25%
F4	100,00%	139,75% 137,20%	100,00% 100,00% 100,00%	126,06% 122,54% 134,99% 110,17%	105,84% 112,04% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00%	163,42% 163,42% 137,16% 116,78%	156,05% 144,79% 124,36% 121,78%	112,45% 100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00%	112,58%	
	100,00%	138,48%	100,00%	123,44%	104,47%	100,00%	145,20%	136,75%	103,66%	100,00%	100,00%	112,58%	113,71%

Табела 12. Резултати од софтверското решавање на третиот *Window* DEA модел (CRS_RAD_OUT) на производстваниот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2009, 2010 и 2011 година)

Филијали	КВАРТАЛИ												Просек
	01.01- 31.03.2009	01.04- 30.06.2009	01.07- 30.09.2009	01.10- 31.12.2009	01.01- 31.03.2010	01.04- 30.06.2010	01.07- 30.09.2010	01.10- 31.12.2010	01.01- 31.03.2011	01.04- 30.06.2011	01.07- 30.09.2011	01.10- 31.12.2011	
F1	100,00%	176,26% 161,10%	190,19% 172,32% 179,45%	123,63% 111,65% 116,42% 139,77%	189,93% 197,74% 235,61% 218,25%	128,21% 160,30% 160,30%	145,39% 145,39%	171,31% 171,31%	250,73% 171,31%	210,55% 169,70%	182,56% 189,31%	165,40%	
	100,00%	168,68%	180,65%	122,87%	210,38%	152,28%	145,39%	168,31%	234,90%	181,14%	185,94%	165,40%	168,49%
F2	201,20%	436,25% 404,64%	450,18% 422,56% 440,87%	457,10% 439,71% 456,40% 535,96%	396,59% 384,41% 479,21% 452,24%	316,71% 385,06% 344,93%	406,04% 406,04%	495,11% 495,11%	510,60% 495,11%	495,41% 487,48%	411,86% 419,59%	236,89%	
	201,20%	420,45%	437,87%	472,29%	428,11%	347,91%	406,04%	479,02%	504,94%	479,65%	415,73%	236,89%	402,51%
F3	104,65%	100,00% 100,00%	131,81% 129,35% 130,38%	100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 101,65% 101,65% 100,00%	167,04% 193,53%	107,14% 106,75%	100,00% 100,00%	128,19% 128,19%	119,71% 119,71%	185,08% 156,27%	128,59%	
	104,65%	100,00%	130,51%	100,00%	100,83%	174,62%	106,86%	100,00%	121,14%	113,14%	170,68%	128,59%	120,92%
F4	122,32%	222,68% 209,11%	187,21% 185,98% 185,33%	187,21% 133,85% 132,89% 155,72%	285,80% 286,70% 349,22% 312,37%	170,00% 212,31%	210,07% 210,07%	301,25% 301,25%	294,33% 294,33%	289,25% 216,72%	160,10% 165,52%	173,23%	
	122,32%	215,90%	186,17%	152,42%	308,52%	201,73%	210,07%	293,19%	272,40%	241,74%	162,81%	173,23%	211,71%

Табела 13. Резултати од софтверското решавање на првиот *Window* DEA модел (CRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2009, 2010 и 2011 година)

Филијали	КВАРТАЛИ												Просек
	01.01- 31.03.2009	01.04- 30.06.2009	01.07- 30.09.2009	01.10- 31.12.2009	01.01- 31.03.2010	01.04- 30.06.2010	01.07- 30.09.2010	01.10- 31.12.2010	01.01- 31.03.2011	01.04- 30.06.2011	01.07- 30.09.2011	01.10- 31.12.2011	
F1	100,00%	178,92% 152,53%	183,75% 156,99% 156,99%	123,95% 105,30% 105,30% 115,84%	139,34% 139,34% 152,58% 145,13%	135,06% 149,25% 149,25%	145,10% 145,10% 145,10%	176,07% 161,77% 161,77% 150,15%	226,13% 226,13% 230,55%	187,93% 167,51% 198,44% 174,84%	157,88% 144,95%	144,95%	
F2	100,00% 173,79%	165,73% 178,92% 305,34%	165,91% 361,48% 297,24% 287,83%	112,60% 343,83% 222,24% 220,61% 223,01%	144,10% 321,52% 310,48% 326,96% 193,98%	145,70% 271,27% 285,04% 197,64% 179,22%	145,10% 285,23% 206,62% 194,63% 194,63%	162,44% 217,59% 197,82% 194,32%	206,39% 237,19% 237,19% 240,14% 237,19%	181,88% 245,25% 245,25% 250,38%	172,91% 210,48% 203,60%	144,95% 110,53%	153,97%
F3	173,79% 101,60%	242,13% 111,81% 104,42%	315,52% 132,39% 129,29% 129,29%	252,42% 100,00% 100,00% 100,00%	288,24% 124,39% 124,39% 124,39% 100,00%	233,29% 190,57% 198,82% 131,34% 116,59%	220,28% 159,53% 113,00% 101,77% 101,77%	201,89% 120,39% 100,00% 100,00% 100,00%	237,93% 117,50% 117,50% 117,50% 100,00%	246,96% 120,14% 119,28% 100,00% 100,00%	207,04% 131,53% 138,18%	110,53% 111,55%	227,50%
F4	101,60% 167,76%	108,12% 293,27% 207,00%	130,32% 266,66% 207,07% 201,88%	100,00% 171,99% 100,00% 100,00% 100,00%	118,29% 197,31% 192,52% 199,63% 100,00%	159,33% 182,60% 189,50% 115,90% 106,65%	119,02% 194,00% 109,97% 100,27% 100,27%	105,10% 100,00% 100,00% 100,00%	113,13% 153,76% 153,76% 150,41% 152,23%	113,14% 140,60% 139,07% 147,67% 122,23%	134,86% 122,23% 125,70%	111,55% 100,00%	117,87%
	167,76%	250,14%	225,20%	118,00%	172,37%	148,66%	126,13%	102,37%	152,54%	142,45%	123,97%	100,00%	152,46%

F5	151,07%	215,01% 170,33%	159,75% 145,66% 142,89%	157,68% 139,62% 137,55% 140,60%	161,55% 161,55% 170,04% 125,61%	152,95% 160,61% 169,74% 115,29% 104,75%	108,17% 115,86% 114,11% 101,46% 120,46%	101,46% 101,46% 100,00%	120,46% 120,46% 101,17% 101,17% 112,47%	100,00% 100,00%	111,33% 111,33%		
	151,07%	192,67%	149,43%	143,86%	154,69%	133,40%	125,49%	104,26%	117,80%	100,78%	106,24%	111,33%	132,58%
F6	100,00%	114,59% 100,00%	174,74% 145,58% 139,36%	120,31% 100,00% 104,68%	111,61% 111,61% 120,17% 105,62%	100,60% 111,03% 103,54% 101,44%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	104,25% 100,00% 100,00% 100,00%	121,59% 121,59% 113,50% 100,00%	118,44% 115,55% 124,89% 100,00%	110,04% 110,04% 108,03%	108,03%	
	100,00%	107,30%	153,23%	106,25%	112,25%	104,15%	100,00%	101,06%	114,17%	111,33%	117,47%	108,03%	111,27%
F7	840,22%	796,57% 649,66%	680,90% 585,24% 572,44%	613,38% 414,95% 388,31% 397,65%	647,66% 634,76% 399,09% 653,88% 287,23%	414,17% 494,53% 325,07% 301,82% 208,96%	301,82% 349,95% 301,82% 349,95%	406,04% 349,95% 284,71% 284,71% 275,92%	284,71% 315,69% 315,69% 301,64% 352,52%	315,69% 336,20% 336,20%	423,14% 423,14%	465,17%	
	840,22%	723,12%	612,86%	453,57%	555,88%	315,61%	355,81%	363,97%	282,51%	311,01%	344,36%	423,14%	465,17%
F8	178,45%	205,39% 159,82%	209,77% 174,42% 156,32%	278,29% 131,68% 130,80% 131,12%	183,91% 164,02% 171,23% 129,07%	149,30% 155,48% 107,06% 100,10%	144,29% 108,79% 103,12% 103,12%	124,76% 112,51% 112,51% 110,72%	141,05% 141,05% 141,89% 138,26% 141,15%	141,89% 106,51% 112,28% 138,64% 112,28%	161,15% 161,15%	148,31%	
	178,45%	182,61%	180,17%	167,97%	162,06%	127,99%	114,83%	115,13%	140,38%	139,66%	109,40%	161,15%	148,31%

Табела 14. Резултати од софтверското решавање на вториот *Window* DEA модел (CRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2009, 2010 и 2011 година)

Филијали	КВАРТАЛИ												Просек
	01.01- 31.03.2009	01.04- 30.06.2009	01.07- 30.09.2009	01.10- 31.12.2009	01.01- 31.03.2010	01.04- 30.06.2010	01.07- 30.09.2010	01.10- 31.12.2010	01.01- 31.03.2011	01.04- 30.06.2011	01.07- 30.09.2011	01.10- 31.12.2011	
F1	100,00%	180,06% 132,19%	183,75% 156,99% 156,99%	124,09% 100,00% 104,57% 115,84%	114,95% 114,73% 137,06% 137,06%	113,49% 140,93% 140,93% 140,92%	123,98% 123,98% 123,50% 123,50%	176,07% 159,17% 159,81% 139,69%	200,12% 200,28% 166,43% 166,44%	195,88% 148,81% 147,59% 147,59%	146,25% 146,25% 146,25% 146,25%	145,68% 145,68% 145,68% 145,68%	146,10%
F2	137,67% 175,50%	156,13% 365,87% 258,87%	165,91% 374,94% 304,44% 315,71%	111,13% 388,75% 327,75% 336,68% 366,69%	125,95% 272,11% 273,73% 332,04% 332,04%	134,07% 250,53% 298,58% 284,09% 248,71%	123,74% 288,35% 288,35% 288,15% 288,15%	158,69% 381,06% 364,89% 364,89% 294,30%	183,32% 345,63% 356,53% 324,81% 312,59%	164,09% 380,68% 346,90% 326,50% 326,50%	146,25% 278,30% 275,48% 275,48% 275,48%	145,68% 281,85% 281,85% 281,85% 281,85%	302,67%
F3	175,50% 100,00%	312,37% 111,36% 100,00%	331,70% 132,39% 129,29% 129,29%	354,97% 100,00% 100,00% 100,00%	302,48% 100,00% 100,00% 100,00%	270,48% 142,50% 161,82% 161,82% 130,84%	288,25% 120,51% 120,51% 100,44%	351,29% 138,12% 100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	334,89% 100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	351,36% 100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	276,89% 166,37% 166,37% 166,37% 166,37%	281,85% 207,53% 207,53% 207,53% 207,53%	302,67%
F4	100,00% 125,22%	105,68% 318,64% 231,43%	130,32% 213,84% 171,48% 169,60%	100,00% 203,82% 165,68% 166,39% 192,65%	100,00% 156,21% 153,24% 175,18% 175,18%	149,25% 162,92% 200,50% 200,50% 200,50%	110,37% 190,83% 190,83% 190,83% 190,83%	109,53% 374,61% 190,83% 374,61% 358,63% 359,01% 287,03%	100,00% 260,18% 260,18% 260,18% 260,18% 201,75% 201,75%	100,00% 289,93% 233,21% 233,21% 233,21% 158,14% 158,14%	166,37% 158,14% 158,14% 158,14% 158,14% 222,00% 222,00%	207,53% 222,00% 222,00% 222,00% 222,00%	123,25%
	125,22%	275,04%	184,97%	182,14%	164,95%	191,11%	190,83%	344,82%	230,97%	252,12%	158,14%	222,00%	210,19%

F5	156,48%	214,53% 159,62%	151,32% 121,45% 118,31%	161,43% 143,58% 142,62% 156,26%	126,04% 123,92% 143,18% 143,18%	124,43% 145,98% 145,98% 120,82%	158,14% 158,14% 155,37% 155,41%	124,83% 101,94% 101,94% 100,00%	116,74% 123,69% 118,77% 116,96%	110,64% 106,43% 106,43% 104,09%	104,09% 104,09% 104,09% 111,33%	111,33% 104,09% 104,09% 111,33%	133,29%
	156,48%	187,08%	130,36%	150,97%	134,08%	134,30%	156,77%	107,18%	119,04%	107,83%	104,09%	111,33%	133,29%
F6	128,60%	117,57% 100,00%	177,91% 133,00% 133,35%	122,34% 100,00% 100,00% 109,25%	100,00% 101,16% 124,08% 124,08%	100,00% 111,91% 100,00% 110,54% 107,89%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	115,16% 104,93% 104,93% 100,00%	107,06% 107,43% 109,48% 100,00% 100,00%	102,89% 102,89% 102,89% 102,89% 108,03%	102,89% 102,89% 108,03%	108,03%	111,44%
	128,60%	108,79%	148,09%	107,90%	112,33%	107,59%	100,00%	106,26%	103,62%	103,16%	102,89%	108,03%	111,44%
F7	398,54%	365,63% 309,17%	273,93% 231,59% 231,59%	282,66% 243,03% 243,03% 277,68%	309,13% 309,13% 339,09% 339,09%	161,93% 175,95% 175,95% 141,33%	194,23% 194,23% 186,21% 186,27%	542,93% 455,34% 457,14% 433,55%	176,05% 184,10% 189,14% 179,12% 179,12%	185,93% 185,93% 243,52% 243,52% 267,55%	243,52% 243,52% 267,55%	267,55%	272,61%
	398,54%	337,40%	245,70%	261,60%	324,11%	163,79%	190,24%	472,24%	179,60%	187,00%	243,52%	267,55%	272,61%
F8	113,49%	135,08% 112,71%	128,97% 110,24% 110,58%	240,84% 190,64% 191,81% 230,48%	100,00% 100,00% 111,87% 111,87%	113,86% 136,71% 136,71% 136,71%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	288,33% 288,33% 288,33% 205,38%	213,91% 213,91% 189,75% 167,03% 167,03%	141,72% 141,72% 154,34% 154,34% 143,52%	154,34% 154,34% 143,52%	143,52%	151,50%
	113,49%	123,90%	116,60%	213,44%	105,94%	131,00%	100,00%	267,59%	190,47%	157,73%	154,34%	143,52%	151,50%

Табела 15. Резултати од софтверското решавање на првиот *Window* DEA модел (CRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (кварталите на 2009, 2010 и 2011 година)

Филијали	КВАРТАЛИ												Просек
	01.01- 31.03.2009	01.04- 30.06.2009	01.07- 30.09.2009	01.10- 31.12.2009	01.01- 31.03.2010	01.04- 30.06.2010	01.07- 30.09.2010	01.10- 31.12.2010	01.01- 31.03.2011	01.04- 30.06.2011	01.07- 30.09.2011	01.10- 31.12.2011	
F1	81,90%	80,77% 83,14%	91,60% 92,55% 92,55%	100,00% 100,00% 100,00%	89,80% 89,80% 89,80% 100,00%	63,91% 65,49% 81,83% 79,40%	64,43% 69,53% 70,03% 28,99%	100,00% 98,43% 33,29% 33,29%	20,20% 9,52% 9,52% 51,65%	100,00% 100,00% 100,00%	93,99% 93,99%	59,00%	
	81,90%	81,96%	92,23%	100,00%	92,35%	72,66%	58,25%	66,25%	22,72%	100,00%	93,99%	59,00%	76,78%
F2	100,00%	52,30% 53,31%	42,42% 43,45% 43,45%	46,07% 56,12% 56,12% 56,55%	100,00% 100,00% 88,66% 88,56%	96,25% 87,80% 87,45% 85,26%	100,00% 100,00%	23,30% 23,30% 51,18%	100,00% 52,24% 22,21% 22,21%	44,99% 52,24% 44,99% 57,10%	73,02% 74,94%	84,09%	
	100,00%	52,81%	43,11%	53,72%	94,31%	89,19%	87,05%	22,76%	65,11%	49,03%	73,98%	84,09%	67,93%
F3	91,09%	99,00% 98,10%	96,13% 97,31% 97,31%	98,34% 97,12% 97,12%	100,00% 100,00% 100,00% 83,38%	89,12% 97,66% 93,37% 91,65%	100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00%	80,70% 74,55% 74,55% 100,00%	41,75% 41,75% 100,00%	88,19%	92,74%	
	91,09%	98,55%	96,92%	97,43%	95,85%	92,95%	100,00%	100,00%	82,45%	61,17%	94,10%	92,74%	91,94%
F4	70,15%	67,51% 68,31%	98,82% 100,00% 100,00%	99,77% 100,00% 100,00% 100,00%	94,45% 94,45% 94,45% 73,30%	68,88% 76,60% 72,79% 72,07%	85,69% 83,16% 82,21% 64,00%	69,74% 69,74% 61,92% 61,92%	43,75% 35,73% 35,73% 39,72%	100,00% 100,00% 100,00%	71,12% 72,90%	62,90%	
	70,15%	67,91%	99,61%	99,94%	89,16%	72,59%	78,77%	65,83%	38,73%	100,00%	72,01%	62,90%	76,47%

F5	63,13%	58,09% 56,59%	68,61% 99,90% 99,90%	64,45% 70,93% 70,93% 76,62%	65,13% 80,07% 77,53% 70,45%	62,12% 62,13% 55,64% 55,56%	100,00% 98,41% 96,99% 71,58%	59,87% 59,87% 54,96% 54,96%	50,28% 45,88% 45,88% 72,13%	47,59% 47,59% 91,89% 97,09%	83,06% 97,09% 83,94%			
	63,13%	57,34%	89,47%	70,73%	73,30%	58,86%	91,75%	57,42%	53,54%	62,36%	90,08%	83,94%	70,99%	
F6	100,00%	100,00% 100,00%	76,44% 86,09% 76,51%	84,90% 86,09% 86,12%	84,95% 84,95% 84,96% 68,37%	67,83% 67,83% 62,41% 62,28%	87,55% 83,58% 82,30% 61,44%	70,28% 70,28% 64,06% 64,06%	82,94% 74,59% 74,59% 81,20%	78,63% 78,63% 87,67% 91,15%	67,26% 91,15% 88,73%			
	100,00%	100,00%	76,49%	85,80%	80,81%	65,09%	78,72%	67,17%	78,33%	81,64%	79,21%	88,73%	81,83%	
F7	92,45%	100,00% 100,00%	51,33% 54,72% 64,33%	55,95% 63,85% 70,57% 64,85%	61,44% 72,38% 66,38% 66,38%	85,92% 79,81% 79,81% 81,28%	68,53% 68,53% 71,34% 71,00%	55,59% 56,07% 51,18% 50,59%	87,10% 85,45% 85,50% 85,50%	69,10% 68,35% 68,35% 86,55%	86,55% 64,54%			
	92,45%	100,00%	56,79%	63,81%	66,65%	81,71%	69,85%	53,36%	85,89%	68,60%	86,55%	64,54%	74,18%	
F8	82,32%	100,00% 100,00%	58,86% 64,81% 74,27%	48,21% 48,77% 64,21% 58,72%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	73,56% 66,92% 66,92% 67,65%	99,17% 99,17% 85,46% 100,00%	86,92% 82,59% 81,27% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	53,30%		
	82,32%	100,00%	65,98%	54,98%	100,00%	68,76%	99,59%	84,06%	100,00%	99,10%	100,00%	53,30%	84,01%	

Табела 16. Резултати од софтверското решавање на првиот *Window* DEA модел (CRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (кварталите на 2009, 2010 и 2011 година)

Филијали	КВАРТАЛИ												Просек
	01.01- 31.03.2009	01.04- 30.06.2009	01.07- 30.09.2009	01.10- 31.12.2009	01.01- 31.03.2010	01.04- 30.06.2010	01.07- 30.09.2010	01.10- 31.12.2010	01.01- 31.03.2011	01.04- 30.06.2011	01.07- 30.09.2011	01.10- 31.12.2011	
F1	122,10%	123,81%	109,17%	100,00%									
		120,28%	108,05%	100,00%	111,36%								
			108,05%	100,00%	111,36%	156,48%							
				100,00%	111,36%	152,68%	155,21%						
				100,00%	122,21%	143,82%	100,00%		495,03%				
					125,95%	142,80%	101,59%	300,41%	1050,77%	100,00%			
						344,95%	300,41%	300,41%	1050,77%	100,00%	106,39%		
									193,61%	100,00%	106,39%	169,49%	
	122,10%	122,05%	108,42%	100,00%	108,52%	139,33%	196,70%	200,60%	697,55%	100,00%	106,39%	169,49%	180,93%
F2	100,00%	191,19%	235,71%	217,07%									
		187,59%	230,15%	178,19%	100,00%								
			230,15%	178,19%	100,00%	103,89%							
				176,83%	112,80%	113,90%	100,00%						
				112,92%	114,36%	100,00%	429,26%		100,00%				
					117,29%	103,06%	429,26%		100,00%				
						195,39%	450,21%		191,43%	222,28%			
							450,21%		191,43%	222,28%	136,96%		
									178,66%	175,12%	133,43%	118,92%	
	100,00%	189,39%	232,00%	187,57%	106,43%	112,36%	124,61%	439,74%	165,38%	206,56%	135,20%	118,92%	176,54%
F3	109,78%	101,01%	104,03%	101,68%									
		101,94%	102,76%	102,97%	100,00%								
			102,76%	102,97%	100,00%	112,21%							
				102,97%	100,00%	102,40%	100,00%						
					119,93%	107,11%	100,00%	100,00%					
						109,11%	100,00%	100,00%	123,91%				
							100,00%	100,00%	134,14%	239,54%			
								100,00%	134,14%	239,54%	113,39%		
								100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	107,83%	
	109,78%	101,48%	103,18%	102,65%	104,98%	107,71%	100,00%	100,00%	123,05%	193,03%	106,70%	107,83%	113,36%
F4	142,55%	148,14%	101,20%	100,23%									
		146,39%	100,00%	100,00%	105,87%								
			100,00%	100,00%	105,87%	145,18%							
				100,00%	105,87%	130,55%	116,69%						
					136,43%	137,38%	120,25%	143,38%					
						138,75%	121,64%	143,38%	228,55%				
							156,24%	161,51%	279,86%	100,00%			
								161,51%	279,86%	100,00%	140,61%		
									251,77%	100,00%	137,17%	158,98%	
	142,55%	147,27%	100,40%	100,06%	113,51%	137,97%	128,71%	152,45%	260,01%	100,00%	138,89%	158,98%	140,06%

Табела 17. Резултати од софтверското решавање на вториот *Window* DEA модел (CRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (кварталите на 2009, 2010 и 2011 година)

Филијали	КВАРТАЛИ												Просек
	01.01- 31.03.2009	01.04- 30.06.2009	01.07- 30.09.2009	01.10- 31.12.2009	01.01- 31.03.2010	01.04- 30.06.2010	01.07- 30.09.2010	01.10- 31.12.2010	01.01- 31.03.2011	01.04- 30.06.2011	01.07- 30.09.2011	01.10- 31.12.2011	
F1	100,00%	96,70% 97,08%	93,21% 100,00% 100,00%	85,65% 80,35% 80,35%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	66,48% 66,75% 66,75% 91,31%	63,12% 58,79% 58,79%	53,01% 50,43% 50,43%	94,37% 94,37% 94,37%	64,11% 64,11% 64,11%	70,00% 70,00%	58,04%	
	100,00%	96,89%	97,74%	81,68%	100,00%	72,82%	60,96%	51,08%	94,37%	64,11%	70,00%	58,04%	78,97%
F2	60,15%	44,39% 45,11%	52,15% 58,11% 58,11%	38,34% 39,12% 40,16% 40,26%	56,12% 56,12% 56,38% 56,38%	44,09% 44,18% 33,32% 32,79%	48,26% 48,26% 46,17% 46,17%	34,59% 33,17% 33,17% 33,17%	76,78% 76,78% 76,78%	36,20% 36,20% 55,26%	56,05% 58,36%	62,55%	
	60,15%	44,75%	56,12%	39,47%	56,25%	38,60%	47,22%	33,53%	76,78%	42,55%	57,21%	62,55%	51,26%
F3	99,61%	97,30% 99,79%	96,13% 95,83% 96,67%	98,01% 97,53% 98,24% 98,24%	100,00% 100,00% 100,00%	79,35% 79,67% 77,47% 77,10%	56,89% 56,89% 57,19% 57,19%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00%	84,81% 84,81% 100,00%	84,33% 96,16%	89,63%	
	99,61%	98,55%	96,21%	98,01%	100,00%	78,40%	57,04%	100,00%	100,00%	89,87%	90,25%	89,63%	91,46%
F4	100,00%	79,37% 84,17%	100,00% 100,00% 100,00%	95,40% 97,44% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00%	66,02% 66,93% 64,26% 61,91%	100,00% 87,07% 80,61% 80,61%	39,41% 40,65% 40,65% 40,65%	65,82% 65,82% 65,82% 68,07%	63,08% 63,08% 74,72%	62,03% 68,17%	59,33%	
	100,00%	81,77%	100,00%	98,21%	100,00%	64,78%	87,07%	40,34%	66,38%	66,96%	65,10%	59,33%	77,50%

Табела 18. Резултати од софтверското решавање на вториот *Window* DEA модел (CRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (кварталите на 2009, 2010 и 2011 година)

Филијали	КВАРТАЛИ												Просек	
	01.01- 31.03.2009	01.04- 30.06.2009	01.07- 30.09.2009	01.10- 31.12.2009	01.01- 31.03.2010	01.04- 30.06.2010	01.07- 30.09.2010	01.10- 31.12.2010	01.01- 31.03.2011	01.04- 30.06.2011	01.07- 30.09.2011	01.10- 31.12.2011		
F1	100,00%	103,41%	107,29%	116,76%										
		103,01%	100,00%	124,46%	100,00%									
			100,00%	124,46%	100,00%	150,43%								
				124,46%	100,00%	149,81%	158,43%							
					100,00%	149,81%	158,43%	188,64%						
					100,00%	109,52%	170,11%	198,28%	105,96%					
							170,11%	198,28%	105,96%	155,98%				
								198,28%	105,96%	155,98%	142,85%			
									105,96%	155,98%	142,85%	172,28%		
	100,00%	103,21%	102,43%	122,54%	100,00%	139,89%	164,27%	195,87%	105,96%	155,98%	142,85%	172,28%	133,77%	
F2	166,26%	225,30%	191,77%	260,83%										
		221,67%	172,08%	255,64%	178,17%									
			172,08%	248,98%	178,17%	226,79%								
				248,41%	177,38%	226,33%	207,20%							
					177,38%	300,11%	207,20%	289,07%						
						304,96%	216,57%	301,47%	130,24%					
								301,47%	130,24%	276,24%				
									130,24%	276,24%	178,42%			
									130,24%	180,95%	171,35%	159,86%		
	166,26%	223,49%	178,64%	253,47%	177,78%	264,55%	211,89%	298,37%	130,24%	244,48%	174,89%	159,86%	206,99%	
F3	100,40%	102,78%	104,03%	102,03%										
		100,21%	104,35%	102,54%	100,00%									
			103,44%	101,80%	100,00%	126,02%								
				101,80%	100,00%	125,51%	175,76%							
					100,00%	129,08%	175,76%	100,00%						
					100,00%	129,71%	174,85%	100,00%	100,00%					
								100,00%	100,00%	117,91%				
								100,00%	100,00%	117,91%	118,58%			
								100,00%	100,00%	100,00%	103,99%	111,57%		
	100,40%	101,50%	103,94%	102,04%	100,00%	127,58%	175,31%	100,00%	100,00%	111,94%	111,29%	111,57%	112,13%	
F4	100,00%	125,99%	100,00%	104,83%										
		118,81%	100,00%	102,63%	100,00%									
			100,00%	100,00%	100,00%	151,46%								
			100,00%	100,00%	100,00%	149,41%	100,00%							
			100,00%	100,00%	100,00%	155,62%	114,85%	253,75%						
					100,00%	161,53%	124,06%	246,00%	151,92%					
							124,06%	246,00%	151,92%	158,53%				
								246,00%	151,92%	158,53%	161,20%			
									146,90%	133,83%	146,69%	168,54%		
	100,00%	122,40%	100,00%	101,87%	100,00%	154,51%	115,74%	247,94%	150,67%	150,30%	153,95%	168,54%	138,82%	

ПРИЛОГ 6. Резултати од софтверското решавање на *Window* DEA моделите при варијабилен принос на обем на годишно и на квартално ниво

Табела 1. Резултати од софтверското решавање на првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап за набљудуваниот период (2009-2011)

Филијали	2009	Години 2010	2011	Просек	Стандардна девијација
F1	168,41%	110,58%			
		115,95%	102,74%		
	168,41%	113,27%	102,74%	128,14%	0,353
F2	103,71%	100,00%			
		100,00%	100,00%		
	103,71%	100,00%	100,00%	101,24%	0,021
F3	100,00%	100,00%			
		100,00%	112,05%		
	100,00%	100,00%	112,05%	104,02%	0,070
F4	109,07%	150,66%			
		150,50%	128,64%		
	109,07%	150,58%	128,64%	129,43%	0,208
F5	103,64%	100,00%			
		100,00%	100,00%		
	103,64%	100,00%	100,00%	101,21%	0,021
F6	238,57%	141,50%			
		149,69%	117,69%		
	238,57%	145,60%	117,69%	167,29%	0,633
F7	100,00%	100,00%			
		100,00%	100,00%		
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0
F8	100,00%	174,48%			
		100,00%	144,17%		
	100,00%	137,24%	144,17%	127,14%	0,238

Табела 2. Резултати од софтверското решавање на вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап за набљудуваниот период (2009-2011)

Филијали	2009	Години 2010	2011	Просек	Стандардна девијација
F1	146,59%	117,53%	115,29%		
	146,59%	116,41%	115,29%	126,10%	0,178
F2	100,00%	100,00%	100,00%		
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0
F3	114,84%	100,00%	100,00%		
	114,84%	100,00%	100,00%	104,95%	0,086
F4	100,00%	100,00%	100,00%		
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0
F5	140,76%	134,46%	100,00%		
	140,76%	117,23%	100,00%	119,33%	0,205
F6	122,05%	122,32%	121,62%		
	122,05%	121,97%	121,62%	121,88%	0,002
F7	100,00%	152,21%	141,52%		
	100,00%	146,87%	141,52%	129,46%	0,257
F8	100,00%	101,91%	100,00%		
	100,00%	100,96%	100,00%	100,32%	0,006

Табела 3. Резултати од софтверското решавање на третиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап за набљудуваниот период (2009-2011)

Филијали	2009	Години 2010	2011	Просек	Стандардна девијација
F1	109,59%	100,00%	115,25%		
	109,59%	100,00%	115,25%	108,28%	0,777
F2	101,71%	107,12%	126,54%		
	101,71%	108,42%	126,54%	112,22%	0,128
F3	100,00%	100,00%	110,48%		
	100,00%	100,00%	110,48%	103,49%	0,061
F4	106,84%	197,37%	198,02%		
	106,84%	202,81%	198,02%	169,22%	0,541
F5	100,00%	100,00%	100,00%		
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0
F6	106,76%	100,00%	100,00%		
	106,76%	100,00%	100,00%	102,25%	0,039
F7	161,45%	100,84%	100,00%		
	161,45%	111,39%	100,00%	124,28%	0,327
F8	100,00%	100,00%	123,92%		
	100,00%	100,00%	123,92%	107,97%	0,138

Табела 4. Резултати од софтверското решавање на првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап за набљудуваниот период (2009-2011)

Филијали	2009	Години 2010	2011	Просек	Стандардна девијација
F1	103,63%	100,00%	113,80%		
	103,63%	100,00%	113,80%	105,81%	0,072
F2	100,00%	111,28%	100,00%		
	100,00%	105,64%	100,00%	101,88%	0,033
F3	100,00%	111,78%	100,00%		
	100,00%	105,89%	100,00%	101,96%	0,034
F4	100,00%	194,21%	100,00%		
	100,00%	147,11%	100,00%	115,70%	0,272
F5	100,00%	110,74%	107,92%		
	100,00%	105,37%	107,92%	104,43%	0,040
F6	100,00%	100,00%	100,00%		
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0
F7	378,48%	306,55%	237,16%		
	378,48%	255,94%	237,16%	290,53%	0,767
F8	108,29%	157,69%	131,83%		
	108,29%	128,85%	131,83%	122,99%	0,128

Табела 5. Резултати од софтверското решавање на вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап за набљудуваниот период (2009-2011)

Филијали	2009	Години 2010	2011	Просек	Стандардна девијација
F1	103,63%	100,00% 100,00%	115,86%		
	103,63%	100,00%	115,86%	106,50%	0,083
F2	104,80%	114,12% 113,15%	151,80%		
	104,80%	113,64%	151,80%	123,41%	0,250
F3	100,00%	109,86% 100,00%	116,86%		
	100,00%	104,93%	116,86%	107,26%	0,087
F4	100,00%	176,02% 174,91%	200,42%		
	100,00%	175,47%	200,42%	158,63%	0,523
F5	100,00%	100,82% 100,00%	100,00%		
	100,00%	100,41%	100,00%	100,14%	0,002
F6	100,00%	100,00% 100,00%	100,00%		
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0
F7	215,46%	203,12% 194,86%	201,29%		
	215,46%	198,99%	201,29%	205,25%	0,089
F8	100,00%	100,00% 100,00%	144,89%		
	100,00%	100,00%	144,89%	114,96%	0,259

Табела 6. Резултати од софтверското решавање на првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (2009-2011)

Филијали	2009	Години 2010	2011	Просек	Стандардна девијација
F1	100,00%	100,00%	80,96%	100,00%	
	100,00%	90,48%	100,00%	96,83%	0,055
F2	100,00%	100,00%	100,00%		
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0
F3	100,00%	100,00%	100,00%		
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0
F4	100,00%	87,09%	93,77%	89,17%	
	100,00%	90,43%	89,17%	93,20%	0,059
F5	96,29%	90,11%	100,00%	100,00%	
	96,29%	95,06%	100,00%	97,12%	0,026
F6	100,00%	85,57%	93,70%	100,00%	
	100,00%	89,64%	100,00%	96,55%	0,060
F7	100,00%	87,32%	88,16%	100,00%	
	100,00%	87,74%	100,00%	95,91%	0,071
F8	100,00%	100,00%	100,00%		
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0

Табела 7. Резултати од софтверското решавање на првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (2009-2011)

Филијали	2009	Години 2010	2011	Просек	Стандардна девијација
F1	100,00%	100,00%	116,28%	100,00%	
	100,00%	108,14%	100,00%	102,71%	0,047
F2	100,00%	100,00%	100,00%		
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0
F3	100,00%	100,00%	100,00%		
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0
F4	100,00%	120,80%	112,93%	117,16%	
	100,00%	116,87%	117,16%	111,34%	0,098
F5	105,53%	116,48%	100,00%	100,00%	
	105,53%	108,24%	100,00%	104,59%	0,042
F6	100,00%	120,68%	112,20%	100,00%	
	100,00%	116,44%	100,00%	105,48%	0,095
F7	100,00%	112,27%	111,15%	100,00%	
	100,00%	111,71%	100,00%	103,90%	0,068
F8	100,00%	100,00%	100,00%		
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0

Табела 8. Резултати од софтверското решавање на вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (2009-2011)

Филијали	2009	Години 2010	2011	Просек	Стандардна девијација
F1	100,00%	89,44%			
		100,00%	100,00%		
	100,00%	94,72%	100,00%	98,24%	0,030
F2	100,00%	100,00%			
		100,00%	100,00%		
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0
F3	100,00%	100,00%			
		98,88%	100,00%		
	100,00%	99,44%	100,00%	99,81%	0,003
F4	100,00%	80,09%			
		80,31%	73,15%		
	100,00%	80,20%	73,15%	84,45%	0,139
F5	83,94%	92,50%			
		98,29%	100,00%		
	83,94%	95,40%	100,00%	93,11%	0,083
F6	100,00%	100,00%			
		92,40%	100,00%		
	100,00%	96,20%	100,00%	98,73%	0,022
F7	100,00%	95,28%			
		100,00%	96,11%		
	100,00%	97,64%	96,11%	97,92%	0,020
F8	100,00%	100,00%			
		100,00%	99,55%		
	100,00%	100,00%	99,55%	99,85%	0,003

Табела 9. Резултати од софтверското решавање на вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (2009-2011)

Филијали	2009	Години 2010	2011	Просек	Стандардна девијација
F1	100,00%	105,58%	100,00%		
	100,00%	102,79%	100,00%	100,93%	0,016
F2	100,00%	100,00%	100,00%		
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0
F3	100,00%	100,00%	100,00%		
	100,00%	101,21%	100,00%	100,20%	0,003
F4	100,00%	118,72%	131,48%		
	100,00%	129,42%	131,48%	118,52%	0,165
F5	115,95%	106,56%	100,00%		
	115,95%	108,02%	100,00%	107,75%	0,080
F6	100,00%	100,00%	100,00%		
	100,00%	108,50%	100,00%	101,42%	0,025
F7	100,00%	120,11%	108,42%		
	100,00%	100,00%	108,42%	106,16%	0,054
F8	100,00%	100,00%	100,79%		
	100,00%	100,00%	100,79%	100,26%	0,005

Табела 10. Резултати од софтверското решавање на првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2009, 2010 и 2011 година)

Филијали	КВАРТАЛИ												Просек	
	01.01- 31.03.2009	01.04- 30.06.2009	01.07- 30.09.2009	01.10- 31.12.2009	01.01- 31.03.2010	01.04- 30.06.2010	01.07- 30.09.2010	01.10- 31.12.2010	01.01- 31.03.2011	01.04- 30.06.2011	01.07- 30.09.2011	01.10- 31.12.2011		
F1	182,51%	179,36% 185,84%	149,16% 152,58% 164,79%	135,96% 138,27% 146,95% 146,95%	147,52% 157,65% 157,65% 153,86%	127,32% 127,32% 129,30% 133,92%	118,94% 120,78% 125,14% 125,47%	111,85% 114,79% 114,89% 114,89%	128,08% 129,08% 129,08% 132,33%	108,94% 108,94% 108,15% 108,15%	106,28% 105,57% 105,57% 105,57%	100,00%		
	182,51%	182,60%	155,51%	142,03%	154,17%	129,47%	122,58%	114,11%	129,64%	108,68%	105,93%	100,00%	135,60%	
F2	100,00%	100,03% 110,77%	100,00% 107,98% 112,49%	100,00% 106,58% 106,96%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00%	
	100,00%	105,40%	106,82%	103,39%	100,00%	100,00%	101,30%	102,16%	100,00%	100,00%	100,04%	100,00%	101,59%	
F3	110,81%	108,01% 108,25%	100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00%	133,48% 133,48% 129,90% 100,06%	119,69% 117,81% 103,91% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	105,70% 103,55% 103,55% 100,98%	137,18% 125,24% 125,24% 125,24%	112,02% 111,61% 111,61% 111,61%	121,46% 121,46% 121,46% 121,46%		
	110,81%	108,13%	100,00%	100,00%	100,00%	124,23%	110,35%	100,00%	102,56%	129,22%	111,82%	121,46%	109,88%	
F4	135,84%	143,38% 145,98%	113,41% 112,55% 116,43%	100,00% 100,00% 100,00%	136,87% 160,82% 136,44% 136,44%	169,39% 171,26% 174,69% 179,40%	161,37% 164,86% 169,04% 175,17%	151,53% 155,97% 162,81% 166,47%	150,67% 156,54% 156,54% 155,99%	148,09% 133,52% 133,52% 133,52%	134,27% 134,27% 134,27% 134,27%	118,75% 118,75% 118,75% 118,75%		
	135,84%	144,68%	114,13%	100,00%	142,64%	173,69%	167,61%	159,20%	154,80%	138,38%	134,27%	118,75%	140,33%	

F5	156,64%	144,68% 147,58%	108,08% 107,70% 107,70%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	120,30% 123,96% 123,96% 100,00%	119,82% 119,82% 152,87% 100,00%	103,51% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	112,16% 117,31% 116,67% 108,64%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	106,39% 105,68%	100,00%	
	156,64%	146,13%	107,83%	100,00%	117,06%	109,91%	114,10%	100,00%	113,70%	100,00%	106,04%	100,00%	114,28%
F6	207,10%	216,50% 225,38%	204,20% 212,36% 233,45%	191,88% 197,84% 215,55% 215,55%	174,78% 190,19% 168,35% 190,19% 193,38%	168,35% 168,35% 155,27% 171,97% 176,51%	158,83% 158,83% 155,27% 164,13% 166,42%	139,08% 142,60% 143,34% 143,34% 143,34%	135,42% 136,48% 125,81% 135,02% 131,63%	123,26% 121,38% 129,74% 125,67% 117,97%			
	207,10%	220,94%	216,67%	205,21%	187,14%	171,30%	161,16%	142,09%	134,64%	123,48%	127,71%	117,97%	167,95%
F7	121,55%	106,21% 105,70%	100,00% 100,00% 114,74%	100,00% 100,00% 102,60% 108,56% 111,76%	100,00% 105,80% 108,75% 109,43%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00%
	121,55%	105,96%	104,91%	105,73%	106,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,26%	100,00%	100,00%	100,00%	103,70%
F8	100,00%	109,65% 107,85%	103,15% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00%	115,10% 133,43% 100,00% 100,00%	182,45% 187,19% 157,17% 157,17%	153,77% 128,87% 128,87% 127,76%	154,85% 154,85% 154,85% 129,06%	180,34% 178,86% 158,59% 109,87% 104,53%	158,59% 104,53% 123,52% 123,52% 156,85%			
	100,00%	108,75%	101,05%	100,00%	112,13%	171,00%	134,82%	148,28%	144,74%	122,55%	123,52%	156,85%	126,97%

Табела 11. Резултати од софтверското решавање на вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2009, 2010 и 2011 година)

Филијали	КВАРТАЛИ												Просек
	01.01- 31.03.2009	01.04- 30.06.2009	01.07- 30.09.2009	01.10- 31.12.2009	01.01- 31.03.2010	01.04- 30.06.2010	01.07- 30.09.2010	01.10- 31.12.2010	01.01- 31.03.2011	01.04- 30.06.2011	01.07- 30.09.2011	01.10- 31.12.2011	
F1	119,18%	153,71% 153,56%	119,88% 118,14% 142,90%	155,37% 155,21% 186,95% 187,85%	191,60% 231,92% 232,04% 232,38%	124,08% 124,08% 124,08%	118,92% 118,92% 118,92%	141,46% 141,46% 141,46%	153,11% 127,14% 128,55% 128,55%	114,43% 115,70% 115,70%	101,95% 101,95%	103,85%	
	119,18%	153,64%	126,97%	171,35%	221,99%	124,08%	116,05%	136,48%	134,34%	115,28%	101,95%	103,85%	135,43%
F2	100,00%	100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 104,72% 104,72%	100,00% 108,27% 108,27% 108,27%	107,61% 107,61% 107,61%	100,00% 100,00% 100,00%	104,85% 104,85% 105,94% 100,14%	103,91% 100,32% 100,65% 100,65%	100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00%	101,94%	
	100,00%	100,00%	100,00%	102,36%	106,20%	107,61%	100,00%	103,95%	101,38%	100,00%	100,00%	101,94%	101,95%
F3	112,39%	101,96% 101,78%	107,69% 104,88% 122,64%	111,13% 111,13% 132,48% 126,83%	107,43% 129,36% 108,98% 108,98%	100,00% 100,00% 100,00%	100,66% 100,66% 101,91% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	102,06% 102,62% 103,34%	114,37% 114,15%	123,83%	
	112,39%	101,87%	111,74%	120,39%	113,69%	100,00%	100,81%	100,00%	100,00%	102,67%	114,26%	123,83%	108,47%
F4	100,00%	115,92% 115,92%	100,00% 100,00% 100,00%	110,19% 110,19% 123,79% 109,52%	100,00% 111,13% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00%	112,72% 112,72% 115,91% 112,54%	113,84% 113,84% 106,36% 104,58%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00%	100,91%	
	100,00%	115,92%	100,00%	113,42%	102,78%	100,00%	113,47%	110,09%	102,14%	100,00%	100,00%	100,91%	104,89%

F5	135,99%	149,73% 144,18%	131,83% 125,45% 156,64%	149,87% 146,85% 189,12% 174,70%	137,72% 185,62% 171,62% 171,62%	145,84% 127,56% 111,85% 111,85% 118,59%	111,85% 100,00% 100,00%	152,59% 153,38% 138,92% 118,33%	149,46% 119,19% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00%	100,00%		
	135,99%	146,96%	137,97%	165,14%	166,65%	129,89%	105,93%	140,81%	117,16%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	128,87%
F6	100,00%	122,80% 119,65%	101,15% 100,00% 137,13%	116,18% 114,29% 143,37% 143,64%	100,00% 140,59% 134,11% 134,11%	140,09% 140,08% 140,08% 140,08%	173,86% 173,86% 173,86% 131,72%	182,28% 182,28% 150,78% 152,44%	124,71% 112,33% 109,31% 114,80% 115,78% 114,80%	121,80% 121,80% 115,78% 115,25%	121,80% 140,65%			
	100,00%	121,23%	112,76%	129,37%	127,20%	140,08%	163,33%	166,95%	116,66%	113,44%	121,80%	140,65%	129,46%	
F7	136,23%	144,31% 137,89%	144,03% 137,88% 177,92%	145,33% 139,69% 207,28% 195,67%	133,82% 197,39% 185,71% 185,71%	187,77% 174,96% 174,96% 100,00%	152,85% 152,85% 107,78% 109,94%	156,83% 160,39% 150,41% 151,23%	139,55% 123,32% 129,23% 129,23%	127,03% 129,18% 129,18% 129,18%	132,22% 132,22% 147,41%			
	136,23%	141,10%	153,28%	171,99%	175,66%	159,42%	130,86%	154,72%	130,33%	128,46%	132,22%	147,41%	146,81%	
F8	100,00%	100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00%	115,78% 111,82% 133,33% 118,82%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	107,50% 100,00% 100,00% 100,00%	129,83% 100,00% 100,00% 100,00%	173,30% 169,31% 124,64% 124,64%	112,81% 100,23% 101,54% 100,00% 100,00%	101,75% 101,75% 106,35%	100,00% 100,00%			
	100,00%	100,00%	100,00%	119,94%	100,00%	101,88%	114,92%	147,97%	103,26%	101,68%	100,00%	106,35%	108,00%	

Табела 12. Резултати од софтверското решавање на третиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2009, 2010 и 2011 година)

Филијали	КВАРТАЛИ												Просек
	01.01- 31.03.2009	01.04- 30.06.2009	01.07- 30.09.2009	01.10- 31.12.2009	01.01- 31.03.2010	01.04- 30.06.2010	01.07- 30.09.2010	01.10- 31.12.2010	01.01- 31.03.2011	01.04- 30.06.2011	01.07- 30.09.2011	01.10- 31.12.2011	
F1	100,00%	174,97% 122,48%	171,82% 152,10% 154,02%	113,11% 100,00% 100,50% 110,10%	125,34% 135,95% 139,98% 134,48%	100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00%	103,49% 103,49% 103,49% 100,00%	162,46% 162,46% 130,93% 139,51%	129,57% 104,51% 111,72%	110,11% 113,94%	104,00%	
F2	100,00%	148,73%	159,31%	105,93%	133,94%	100,00%	100,00%	102,62%	148,84%	115,27%	112,03%	104,00%	119,22%
	100,00%	182,55% 109,73%	210,35% 126,84% 140,26%	186,33% 126,08% 135,56% 138,10%	108,35% 127,18% 136,40% 134,07%	102,73% 105,29% 100,48% 100,48%	113,23% 113,23% 113,23% 112,43%	135,87% 135,87% 135,87% 119,62%	149,28% 149,28% 144,87% 147,43%	152,56% 147,94% 150,67%	117,20% 135,95%	100,00%	
F3	100,00%	146,14%	159,15%	146,52%	126,50%	102,25%	113,03%	131,81%	147,72%	150,39%	126,58%	100,00%	129,17%
	101,71%	100,00% 100,00%	129,34% 128,20% 128,38%	100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00%	153,98% 168,76% 158,15%	100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00%	118,69% 118,69% 118,69% 100,00%	108,90% 106,95%	174,49% 151,92%	114,90%	
F4	101,71%	100,00%	128,64%	100,00%	100,00%	159,76%	100,00%	100,00%	114,02%	105,28%	163,21%	114,90%	115,63%
	101,55%	182,50% 166,35%	157,58% 149,12% 149,20%	100,00% 100,00% 100,00%	249,52% 233,94% 291,48% 296,05%	164,06% 200,88% 200,88% 200,88%	183,59% 183,59% 183,59% 183,59%	266,67% 272,87% 275,46% 261,23%	262,19% 262,34% 236,22% 228,88%	193,88% 196,01%	146,57% 147,69%	168,93%	
	101,55%	174,43%	151,97%	100,00%	267,75%	191,68%	183,59%	269,06%	247,83%	208,70%	147,13%	168,93%	184,38%

Табела 13. Резултати од софтверското решавање на првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2009, 2010 и 2011 година)

Филијали	КВАРТАЛИ												Просек
	01.01- 31.03.2009	01.04- 30.06.2009	01.07- 30.09.2009	01.10- 31.12.2009	01.01- 31.03.2010	01.04- 30.06.2010	01.07- 30.09.2010	01.10- 31.12.2010	01.01- 31.03.2011	01.04- 30.06.2011	01.07- 30.09.2011	01.10- 31.12.2011	
F1	100,00%	175,13% 125,87%	172,04% 149,75% 150,22%	114,45% 100,00% 100,00% 108,63%	125,34% 127,24% 137,02% 129,80%	100,00% 107,45% 107,28% 107,27%	100,00% 100,00% 100,00%	109,05% 109,05% 100,00%	155,33% 153,14% 128,57% 127,14%	142,46% 104,86% 101,82%	108,87% 105,24%	100,00%	
	100,00%	150,50%	157,34%	105,77%	129,85%	105,50%	100,00%	106,79%	141,05%	116,37%	107,06%	100,00%	118,35%
F2	100,00%	172,61% 103,21%	185,52% 116,22% 127,93%	117,40% 100,00% 100,00% 100,00%	110,37% 125,81% 134,32% 100,00%	101,29% 107,69% 100,00% 100,00%	114,56% 100,00% 100,00% 100,00%	107,05% 101,99% 100,00% 100,00%	124,29% 114,16% 114,16% 127,76%	115,27% 115,27% 130,81%	100,32% 111,07%	100,00%	
	100,00%	137,91%	143,22%	104,35%	117,63%	102,25%	103,64%	102,26%	120,09%	120,45%	105,70%	100,00%	113,12%
F3	100,00%	105,84% 100,00%	131,63% 127,91% 125,69%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	123,21% 123,21% 123,21% 100,00%	152,47% 164,35% 117,89% 116,57%	125,98% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	117,40% 117,40% 117,40% 100,00%	109,13% 107,23% 100,00%	115,17% 131,91%	110,26%	
	100,00%	102,92%	128,41%	100,00%	117,41%	137,82%	106,50%	100,00%	113,05%	105,45%	123,54%	110,26%	112,11%
F4	100,00%	100,00%	197,55% 147,43% 143,46%	128,15% 100,00% 100,00% 100,00%	168,20% 165,81% 137,54% 100,00%	147,38% 164,88% 107,90% 106,63%	158,87% 100,68% 100,26% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	142,89% 142,89% 142,89% 139,64%	130,65% 128,92% 146,63%	105,94% 125,27%	100,00%	
	100,00%	100,00%	162,81%	107,04%	142,89%	131,70%	114,95%	100,00%	144,14%	135,40%	115,61%	100,00%	121,21%

F5	100,00%	162,86%	127,80%	140,59%											
		132,71%	100,00%	118,81%	133,70%										
			100,00%	115,94%	130,60%	137,16%									
				100,00%	105,41%	124,80%	104,72%								
					100,00%	104,16%	100,00%	100,00%							
						100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	117,34%					
										100,00%	118,21%				
										100,00%	118,21%	106,99%			
										100,00%	104,84%	100,00%	107,26%		
	100,00%	147,79%	109,27%	118,84%	117,43%	116,53%	101,18%	100,00%	114,65%	100,00%	103,50%	107,26%	111,37%		
F6	100,00%	100,00%	151,66%	100,97%											
		100,00%	144,40%	100,00%	108,43%										
			138,06%	100,00%	108,43%	100,00%									
				100,00%	117,88%	109,20%	100,00%								
					102,24%	102,11%	100,00%	100,00%							
						100,10%	100,00%	100,00%							
										110,44%					
										100,00%	110,30%	104,02%			
										100,00%	103,60%	100,00%	104,90%		
										100,00%	100,00%	103,17%	101,77%		
	100,00%	100,00%	144,71%	100,24%	109,25%	102,85%	100,00%	100,00%	106,09%	101,34%	104,04%	101,77%	105,86%		
F7	652,71%	618,12%	504,71%	388,86%											
		448,59%	376,94%	240,97%	395,67%										
			398,80%	238,46%	395,67%	244,40%									
				252,16%	413,75%	255,24%	314,43%								
					209,23%	166,74%	221,70%	259,82%							
						166,74%	219,03%	259,53%	210,29%						
							218,76%	249,70%	202,09%	218,39%					
								249,70%	200,37%	218,39%	221,37%				
									209,50%	224,01%	291,01%	272,86%			
	652,71%	533,36%	426,82%	280,11%	353,58%	208,28%	243,48%	254,69%	205,56%	220,26%	256,19%	272,86%	325,66%		
F8	100,00%	111,06%	116,63%	230,61%											
		100,00%	104,14%	130,27%	181,95%										
			100,00%	130,01%	163,99%	144,93%									
				130,93%	163,91%	151,61%	141,98%								
					115,55%	106,76%	105,55%	120,72%							
						100,00%	103,08%	105,99%	138,39%						
							101,30%	104,36%	137,61%	141,32%					
								100,00%	132,35%	137,34%	101,71%				
									134,84%	135,47%	107,12%	144,93%			
	100,00%	105,53%	106,92%	155,46%	156,35%	125,83%	112,98%	107,77%	135,80%	138,04%	104,42%	144,93%	124,50%		

Табела 14. Резултати од софтверското решавање на вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на посредничкиот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2009, 2010 и 2011 година)

Филијали	КВАРТАЛИ												Просек	
	01.01- 31.03.2009	01.04- 30.06.2009	01.07- 30.09.2009	01.10- 31.12.2009	01.01- 31.03.2010	01.04- 30.06.2010	01.07- 30.09.2010	01.10- 31.12.2010	01.01- 31.03.2011	01.04- 30.06.2011	01.07- 30.09.2011	01.10- 31.12.2011		
F1	100,00%	177,23% 125,10%	172,04% 149,75% 150,22%	114,45% 100,00% 108,63%	108,51% 110,87% 134,10% 129,57%	100,00% 107,45% 107,28% 107,27%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	109,05% 109,05% 100,00%	162,80% 162,82% 129,00% 127,14%	142,46% 104,18% 109,37% 101,82%	105,24% 100,00%	100,00%		
	100,00%	151,17%	157,34%	105,77%	120,76%	105,50%	100,00%	106,79%	145,44%	116,15%	107,31%	100,00%	118,02%	
F2	100,00%	182,55% 109,73%	210,35% 126,84% 140,26%	186,33% 126,08% 135,56% 143,75%	119,04% 137,31% 148,34% 144,50%	105,40% 112,12% 105,76% 105,76%	124,99% 124,80% 124,80% 124,80%	144,48% 144,48% 144,48% 119,62%	156,24% 156,24% 145,34% 137,00%	159,96% 149,28% 140,79% 140,79%	118,36% 114,94% 115,95%			
	100,00%	146,14%	159,15%	147,93%	137,30%	107,26%	124,85%	138,27%	148,71%	150,01%	116,65%	115,95%	132,68%	
F3	100,00%	105,84% 100,00%	131,63% 127,91% 125,69%	100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00%	134,82% 158,89% 155,43% 129,49%	117,95% 115,47% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	165,64% 165,64%	185,23%		
	100,00%	102,92%	128,41%	100,00%	100,00%	144,66%	108,36%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	165,64%	182,23%	119,60%
F4	100,00%	100,00% 100,00%	183,71% 153,19% 147,85%	159,84% 137,58% 135,07% 100,00%	146,86% 143,30% 100,00% 100,00%	152,88% 196,75% 196,75% 196,75%	183,80% 183,80% 183,80% 183,80%	332,69% 328,11% 328,16% 276,00%	259,24% 259,24% 287,50% 227,77% 196,21% 196,21%	287,50% 227,77% 152,93% 152,93%	208,41%			
	100,00%	100,00%	161,58%	133,12%	122,54%	185,78%	183,80%	316,24%	227,73%	247,68%	152,93%	208,31%	178,32%	

Табела 15. Резултати од софтверското решавање на првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (кварталите на 2009, 2010 и 2011 година)

Филијали	КВАРТАЛИ												Просек
	01.01- 31.03.2009	01.04- 30.06.2009	01.07- 30.09.2009	01.10- 31.12.2009	01.01- 31.03.2010	01.04- 30.06.2010	01.07- 30.09.2010	01.10- 31.12.2010	01.01- 31.03.2011	01.04- 30.06.2011	01.07- 30.09.2011	01.10- 31.12.2011	
F1	82,88%	83,70%	92,30%	100,00%									
		84,33%	93,25%	100,00%	90,13%								
			93,25%	100,00%	90,13%	66,07%							
				100,00%	90,13%	66,01%	64,86%						
				100,00%	100,00%	82,02%	100,00%	100,00%					
					100,00%	81,29%	100,00%	100,00%	24,65%				
							29,62%	35,36%	10,57%	100,00%			
								35,65%	10,57%	100,00%	95,68%		
									55,29%	100,00%	94,89%	59,59%	
		82,88%	84,02%	92,93%	100,00%	92,60%	73,85%	73,62%	67,75%	25,27%	100,00%	95,29%	59,59%	78,98%
F2	100,00%	91,57%	78,83%	75,42%									
		100,00%	84,31%	85,95%	100,00%								
			78,03%	81,84%	100,00%	100,00%							
				81,84%	100,00%	100,00%	100,00%						
					100,00%	100,00%	100,00%	47,09%					
					100,00%	100,00%	100,00%	47,09%	100,00%				
					100,00%	100,00%	100,00%	58,41%	77,70%	100,00%			
					100,00%	100,00%	100,00%	51,18%	61,39%	78,39%	100,00%		
					100,00%	100,00%	100,00%		61,57%	64,32%	100,00%	100,00%	
					100,00%	100,00%	100,00%						
					100,00%	100,00%	100,00%						
					100,00%	100,00%	100,00%						
		100,00%	95,79%	80,39%	81,26%	100,00%	100,00%	100,00%	50,94%	75,17%	80,90%	100,00%	100,00%	88,70%
F3	91,57%	100,00%	98,50%	100,00%									
		98,96%	98,59%	97,74%	100,00%								
			98,59%	97,74%	100,00%	100,00%							
				97,74%	100,00%	100,00%	100,00%						
					100,00%	100,00%	100,00%	100,00%					
					100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%				
					100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%			
					100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%		
					100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%		
					100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%		
					100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%		
					100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%		
					100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%		
	91,57%	99,48%	98,56%	98,31%	97,09%	96,29%	100,00%	100,00%	95,42%	100,00%	100,00%	92,81%	97,46%
F4	100,00%	96,61%	100,00%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	99,33%								
			100,00%	100,00%	99,33%	79,34%							
				100,00%	100,00%	77,63%	86,36%						
					100,00%	73,44%	84,08%						
					100,00%	85,15%	73,44%	71,10%					
							73,30%	83,94%	71,09%	56,92%			
								69,34%	66,82%	52,75%	100,00%		
									65,50%	54,96%	100,00%	75,05%	
										66,62%	100,00%	81,92%	67,61%
	100,00%	98,31%	100,00%	100,00%	95,95%	75,93%	80,93%	68,63%	57,81%	100,00%	78,49%	67,61%	85,30%

Табела 16. Резултати од софтверското решавање на првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (кварталите на 2009, 2010 и 2011 година)

Филијали	КВАРТАЛИ												Просек
	01.01- 31.03.2009	01.04- 30.06.2009	01.07- 30.09.2009	01.10- 31.12.2009	01.01- 31.03.2010	01.04- 30.06.2010	01.07- 30.09.2010	01.10- 31.12.2010	01.01- 31.03.2011	01.04- 30.06.2011	01.07- 30.09.2011	01.10- 31.12.2011	
F1	118,13%	115,67% 119,95%	107,42% 107,69% 107,69%	100,00% 100,00% 100,00%	107,93% 107,86% 107,86% 100,00%	117,10% 117,10% 118,46% 116,41%	121,64% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	157,72% 157,04% 157,08% 161,45%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	103,51% 104,66%	138,78%	
	118,13%	117,81%	107,60%	100,00%	105,91%	117,27%	113,78%	125,64%	158,32%	100,00%	104,09%	138,78%	117,28%
F2	100,00%	101,93% 100,00%	106,04% 103,74% 107,24%	105,28% 102,79% 104,22% 106,06%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	111,84% 111,84% 105,03% 103,54%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	
	100,00%	100,97%	105,67%	104,59%	100,00%	100,00%	100,00%	108,06%	107,69%	105,01%	100,00%	100,00%	102,67%
F3	108,67%	100,00% 101,14%	101,33% 101,54% 101,54%	100,00% 102,47% 102,47% 102,47%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	104,15% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	105,53%	
	108,67%	100,57%	101,47%	101,85%	100,41%	103,00%	100,00%	100,00%	101,04%	100,00%	100,00%	105,53%	101,88%
F4	100,00%	112,63% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00%	101,02% 101,02% 100,00% 132,23%	119,24% 124,51% 137,13% 138,36%	114,94% 119,45% 120,17% 149,99%	142,63% 142,64% 151,22% 151,39%	227,08% 261,90% 258,68% 249,62%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	137,26% 137,11%	158,21%	
	100,00%	106,32%	100,00%	100,00%	108,57%	129,81%	126,14%	146,97%	249,32%	100,00%	137,19%	158,21%	130,21%

F5	158,32%	170,61% 173,02%	145,65% 100,00% 100,00%	152,90% 129,55% 133,75% 130,15%	140,69% 120,06% 128,95% 140,11%	151,40% 152,99% 177,71% 177,71%	100,00% 100,00% 100,00%	165,81% 165,81% 179,84% 179,88%	198,42% 207,55% 205,74% 130,08%	169,62% 174,06% 114,60%	111,15%			
	158,32%	171,82%	115,22%	136,59%	132,45%	164,95%	107,90%	172,84%	185,45%	147,89%	107,30%	111,15%	142,66%	
F6	100,00%	100,00% 100,00%	129,66% 127,84% 127,84%	115,06% 111,52% 113,15% 111,89%	117,49% 117,49% 117,49% 139,88%	128,31% 133,45% 151,83% 151,85%	112,58% 119,11% 120,58% 149,24%	142,20% 142,20% 143,28% 143,49%	119,96% 126,95% 120,77% 126,19%	119,65% 111,33% 108,14% 111,88%	133,92%			
	100,00%	100,00%	128,45%	112,91%	123,09%	141,36%	125,38%	142,79%	123,72%	117,25%	121,03%	111,88%	120,65%	
F7	105,45%	100,00% 100,00%	179,75% 165,56% 142,53%	160,05% 144,70% 123,97% 150,87%	143,27% 121,45% 147,89% 147,89%	100,00% 118,13% 118,13% 114,06%	139,22% 139,22% 135,15% 137,03%	175,66% 172,62% 105,17% 176,88%	110,44% 109,39% 109,39% 133,46%	135,82% 133,46% 109,13% 109,13%	109,13%	140,24%		
	105,45%	100,00%	162,61%	144,90%	140,13%	112,58%	137,66%	174,65%	108,60%	134,25%	109,13%	140,24%	130,85%	
F8	118,42%	100,00% 100,00%	165,71% 151,95% 100,00%	203,92% 201,87% 154,02% 157,24%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	130,46% 140,74% 145,04% 145,07%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	113,55% 113,59% 113,81% 117,06%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00%	
	118,42%	100,00%	139,22%	179,26%	100,00%	140,33%	100,00%	114,50%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	115,98%

Табела 17. Резултати од софтверското решавање на вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_IN) на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (кварталите на 2009, 2010 и 2011 година)

Филијали	КВАРТАЛИ												Просек	
	01.01- 31.03.2009	01.04- 30.06.2009	01.07- 30.09.2009	01.10- 31.12.2009	01.01- 31.03.2010	01.04- 30.06.2010	01.07- 30.09.2010	01.10- 31.12.2010	01.01- 31.03.2011	01.04- 30.06.2011	01.07- 30.09.2011	01.10- 31.12.2011		
F1	100,00%	100,00%	100,00%	99,66%										
		97,55%	100,00%	82,00%	100,00%									
			100,00%	82,00%	100,00%	83,31%								
				82,00%	100,00%	84,62%	70,19%							
				82,00%	100,00%	84,62%	70,19%	54,35%						
F2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		98,78%	100,00%	86,42%	100,00%	86,16%	65,08%	51,97%	95,61%	66,21%	70,10%	60,12%	81,72%	
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	99,54%							
				100,00%	100,00%	100,00%	89,15%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
F3	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	96,56%	97,54%	100,00%								
			100,00%	96,71%	99,47%	100,00%	100,00%	83,24%						
				99,68%	99,68%	100,00%	100,00%	83,24%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	89,71%	
F4	100,00%	100,00%	97,76%	99,17%	100,00%	94,43%	70,29%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	89,71%	
		96,03%	100,00%	99,79%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,42%							
				100,00%	100,00%	100,00%	69,34%	100,00%						
F5	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		98,02%	100,00%	99,95%	100,00%	67,45%	98,66%	47,99%	68,50%	66,78%	69,79%	65,99%	81,83%	
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	65,55%	100,00%	44,53%					
				100,00%	100,00%	100,00%	67,47%	100,00%	49,14%	67,64%	63,88%	62,58%	65,99%	
F6	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		96,03%	100,00%	99,79%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,42%							
				100,00%	100,00%	100,00%	69,34%	100,00%	44,53%					
F7	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		96,03%	100,00%	99,79%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,42%							
				100,00%	100,00%	100,00%	69,34%	100,00%	44,53%					
F8	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		96,03%	100,00%	99,79%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,42%							
				100,00%	100,00%	100,00%	69,34%	100,00%	44,53%					
F9	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		96,03%	100,00%	99,79%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,42%							
				100,00%	100,00%	100,00%	69,34%	100,00%	44,53%					
F10	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		96,03%	100,00%	99,79%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,42%							
				100,00%	100,00%	100,00%	69,34%	100,00%	44,53%					
F11	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		96,03%	100,00%	99,79%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,42%							
				100,00%	100,00%	100,00%	69,34%	100,00%	44,53%					
F12	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		96,03%	100,00%	99,79%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,42%							
				100,00%	100,00%	100,00%	69,34%	100,00%	44,53%					
F13	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		96,03%	100,00%	99,79%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,42%							
				100,00%	100,00%	100,00%	69,34%	100,00%	44,53%					
F14	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		96,03%	100,00%	99,79%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,42%							
				100,00%	100,00%	100,00%	69,34%	100,00%	44,53%					
F15	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		96,03%	100,00%	99,79%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,42%							
				100,00%	100,00%	100,00%	69,34%	100,00%	44,53%					
F16	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		96,03%	100,00%	99,79%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,42%							
				100,00%	100,00%	100,00%	69,34%	100,00%	44,53%					
F17	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		96,03%	100,00%	99,79%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,42%							
				100,00%	100,00%	100,00%	69,34%	100,00%	44,53%					
F18	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		96,03%	100,00%	99,79%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,42%							
				100,00%	100,00%	100,00%	69,34%	100,00%	44,53%					
F19	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		96,03%	100,00%	99,79%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,42%							
				100,00%	100,00%	100,00%	69,34%	100,00%	44,53%					
F20	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		96,03%	100,00%	99,79%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,42%							
				100,00%	100,00%	100,00%	69,34%	100,00%	44,53%					
F21	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		96,03%	100,00%	99,79%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%								
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,42%							
				100,00%	100,00%	100,00%	69,34%	100,00%	44,53%					
F22	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%									
		96,03%	100,00%	99,79%	100,00%									
		100,00%	100,00%	100,00%	100,0									

Табела 18. Резултати од софтверското решавање на вториот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на пристапот на профитабилност за набљудуваниот период (кварталите на 2009, 2010 и 2011 година)

Филијали	КВАРТАЛИ												Просек	
	01.01- 31.03.2009	01.04- 30.06.2009	01.07- 30.09.2009	01.10- 31.12.2009	01.01- 31.03.2010	01.04- 30.06.2010	01.07- 30.09.2010	01.10- 31.12.2010	01.01- 31.03.2011	01.04- 30.06.2011	01.07- 30.09.2011	01.10- 31.12.2011		
F1	100,00%	100,00%	100,00%	100,14%										
		102,98%	100,00%	115,85%	100,00%									
			100,00%	115,85%	100,00%	108,05%								
				115,85%	100,00%	107,60%	115,95%							
					100,00%	107,60%	115,95%	129,76%						
F2	100,00%	101,49%	100,00%	111,92%	100,00%	108,11%	123,68%	138,97%	104,98%	129,88%	117,26%	129,94%	113,87%	
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%				104,98%	130,18%	117,26%			
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%			104,98%	130,18%	117,26%	129,94%		
				100,00%	100,00%	100,00%	100,16%			104,98%	130,18%	117,26%	129,94%	
					100,00%	100,00%	102,06%	100,00%		104,98%	130,18%	117,26%	129,94%	
F3	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,56%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,15%	
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%		
		100,00%	103,88%	101,42%	100,00%	100,00%			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%		
			103,27%	100,44%	100,00%	100,00%	108,88%			100,00%	100,00%	100,00%	103,68%	
				100,28%	100,00%	100,00%	109,11%	100,00%		100,00%	100,00%	100,00%	103,68%	
F4	100,00%	100,00%	102,38%	100,54%	100,00%	101,60%	110,48%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	103,68%	101,56%	
	100,00%	112,63%	100,00%	100,32%	100,00%				100,00%	100,00%	100,00%	103,68%		
		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	126,97%			100,00%	100,00%	103,68%		
			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	128,67%	100,00%		100,00%	100,00%	103,68%		
				100,00%	100,00%	100,00%	129,65%	100,00%	181,83%	188,84%	129,69%	137,86%	144,02%	
				100,00%	100,00%	151,61%	100,00%	180,27%	129,24%	136,63%	137,86%	144,02%		
				100,00%	100,00%		102,27%	188,84%	129,69%	133,35%	137,86%	144,02%		
	100,00%	106,32%	100,00%	100,08%	100,00%	134,23%	100,57%	184,95%	129,58%	135,76%	137,86%	144,02%	122,78%	

F5	105,49%	141,43% 143,29%	113,18% 117,51% 118,30%	123,33% 124,93% 128,13% 132,90%	106,04% 106,04% 105,28% 105,28%	129,41% 127,74% 114,13% 118,05%	134,26% 141,91% 124,84% 124,84%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	113,96% 113,96% 112,31% 110,77%	109,31% 106,16% 110,77%	117,97%		
F6	105,49% 100,00%	142,36% 100,00% 100,00%	116,33% 100,00% 100,00%	127,32% 100,00% 100,00%	105,66% 100,00% 100,00%	131,24% 108,05% 100,00%	120,47% 102,27% 103,45% 103,45%	140,55% 103,82% 108,42% 103,45%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	109,31% 100,00% 100,00% 100,00%	106,16% 100,00% 100,00% 100,00%	110,77% 100,96%	
F7	100,00% 100,00%	190,24% 192,86%	152,63% 167,85% 167,85%	210,12% 218,61% 225,59%	100,00% 100,00% 100,00%	164,22% 162,16% 159,09%	162,62% 162,62% 179,61% 179,61%	174,52% 201,24% 201,24% 201,24%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	193,53% 193,53% 193,53% 163,20%	163,20% 163,20% 214,63%	100,96% 101,69%	
F8	100,00% 133,10%	191,55% 177,17% 174,67%	162,78% 109,97% 112,09% 117,09%	219,98% 114,38% 116,29% 125,21% 124,28%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	161,91% 100,00% 100,00% 100,00%	171,12% 106,28% 112,59% 113,26%	194,56% 114,34% 117,25% 119,12% 119,68%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	193,53% 114,40% 114,40% 114,40% 118,35%	163,20% 110,02% 109,11%	214,63% 164,44%	
	133,10%	175,92%	113,05%	120,04%	100,00%	101,05%	108,03%	117,60%	100,00%	114,40%	114,19%	109,11%	117,21%

ПРИЛОГ 7. Анкетен прашалник заснован на методата АНР за споредба на критериумите во парови и за изразување на преференциите со помош на Saaty – евата скала на релативна важност

АНКЕТЕН ПРАШАЛНИК

Почитуван / Почитувана,

Во рамките на овој анкетен прашалник потребно е да ги споредите критериумите на двата АНР модела и тоа: персонал (број на вработени) и материјални трошоци (прв АНР модел) и кредитирање на стопанство и депозитна база (втор АНР модел) во однос на највисокото хиерархиско ниво – целта и Вашите преференции да ги изразите со помош на Saaty – евата скала на релативна важност. Идејата е да се добијат тежински коефициенти на критериумите за да се постават ограничувања на тежините на променливите на првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT) на производствениот пристап.

Љубезно Ве молам да го пополните анкетниот прашалник.

Однапред Ви се заблагодарувам на одвоеното време и соработка.

Внес на лични податоци

А. Име и презиме (внесете): _____

Б. E-mail адреса (внесете): _____

В. Институцијата која ја претставувате (внесете): _____

Г. Работно место/Функција која ја вршите (внесете): _____

ПРВ АНР МОДЕЛ

КРИТЕРИУМИ:

Персонал (Број на вработени)									Материјални трошоци								
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

ВТОР АНР МОДЕЛ

КРИТЕРИУМИ:

Кредитирање на стопанство									Депозитна база								
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

2. Ваши предлози и коментари (внесете):

Ви се заблагодарувам за пополнувањето на анкетниот прашалник.

ПРИЛОГ 8. Резултати од софтверското решавање на првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT_WR) на производствениот пристап на годишно и на квартално ниво

Табела 1. Резултати од софтверското решавање на првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT_WR) на производствениот пристап за набљудуваниот период (2009-2011)

Филијали	2009	Години 2010	2011	Просек	Стандардна девијација
F1	168,41%	110,58%	115,95%	102,74%	
	168,41%	113,27%	102,74%	128,14%	0,353
F2	106,54%	100,00%	100,00%		
	106,54%	100,00%	100,00%	102,18%	0,038
F3	100,00%	100,00%	100,00%	112,05%	
	100,00%	100,00%	112,05%	104,02%	0,070
F4	109,07%	150,68%	150,51%	128,64%	
	109,07%	150,59%	128,64%	129,44%	0,208
F5	103,64%	100,00%	100,00%	100,00%	
	103,64%	100,00%	100,00%	101,21%	0,021
F6	238,57%	141,50%	149,69%	117,69%	
	238,57%	145,59%	117,69%	167,29%	0,633
F7	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0
F8	100,00%	174,48%	100,00%	154,05%	
	100,00%	137,24%	154,05%	130,43%	0,277

Табела 2. Резултати од софтверското решавање на првиот *Window* DEA модел (VRS_RAD_OUT_WR) на производствениот пристап за набљудуваниот период (кварталите на 2009, 2010 и 2011 година)

Филијали	КВАРТАЛИ												Просек
	01.01- 31.03.2009	01.04- 30.06.2009	01.07- 30.09.2009	01.10- 31.12.2009	01.01- 31.03.2010	01.04- 30.06.2010	01.07- 30.09.2010	01.10- 31.12.2010	01.01- 31.03.2011	01.04- 30.06.2011	01.07- 30.09.2011	01.10- 31.12.2011	
F1	182,51%	179,36% 185,87%	149,16% 152,58% 164,79%	135,96% 138,27% 146,95% 146,95%	147,52% 157,70% 157,70% 153,86%	127,32% 127,32% 129,30% 133,92%	118,94% 120,78% 125,14% 125,47%	111,85% 114,79% 114,89% 114,89%	128,08% 129,08% 129,08% 132,33%	108,94% 108,94% 108,94% 108,15%	106,28% 105,57% 105,57%	100,00%	
	182,51%	182,62%	155,51%	142,03%	154,20%	129,47%	122,58%	114,11%	129,64%	108,68%	105,93%	100,00%	135,60%
F2	100,00%	100,41% 112,64%	100,00% 100,00% 107,99% 113,40%	100,00% 100,00% 107,16% 107,16%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,65% 100,65% 102,23% 103,73%	100,24% 102,74% 103,14% 103,14%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,27% 101,17% 101,17%	100,00%	
	100,00%	106,53%	107,13%	103,58%	100,00%	100,00%	101,82%	102,32%	100,00%	100,00%	100,72%	100,00%	101,84%
F3	110,81%	108,05% 108,25%	100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	133,50% 133,50% 129,90% 100,54%	119,69% 117,81% 104,18% 100,09%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	105,75% 103,63% 101,07% 100,00%	137,18% 125,59% 125,59% 125,59%	112,23% 111,77% 111,77%	121,46%	
	110,81%	108,15%	100,00%	100,00%	100,00%	124,36%	110,44%	100,00%	102,61%	129,45%	112,00%	121,46%	109,94%
F4	135,84%	143,38% 145,98%	113,41% 112,55% 116,43%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	138,20% 162,90% 138,91% 138,91%	170,52% 171,26% 174,69% 179,40%	161,37% 164,86% 169,46% 175,41%	151,53% 157,18% 163,77% 166,47%	151,70% 157,42% 156,20% 156,20%	148,84% 134,80% 134,80% 134,80%	134,59% 134,59% 134,59%	118,75%	
	135,84%	144,68%	114,13%	100,00%	144,73%	173,97%	167,78%	159,74%	155,38%	139,48%	134,59%	118,75%	140,76%

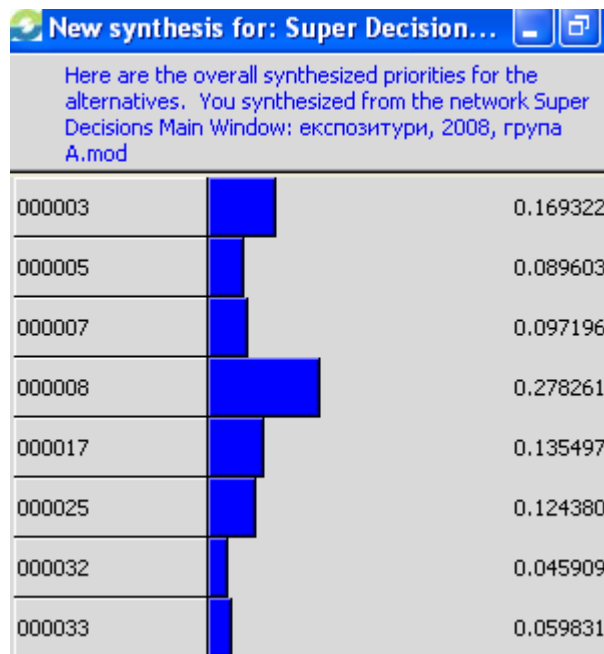
F5	156,64%	144,68% 147,58%	108,08% 107,70% 107,70%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	120,30% 123,96% 123,96% 100,00%	119,82% 119,82% 100,00% 100,00%	152,87% 107,20% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	112,16% 117,31% 116,67% 109,14%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	106,68% 106,06%	100,00% 100,00%	
	156,64%	146,13%	107,83%	100,00%	117,06%	109,91%	115,02%	100,00%	113,82%	100,00%	106,37%	100,00%	114,40%
F6	207,10%	216,50% 225,38%	204,20% 212,36% 234,34%	191,88% 197,84% 215,55% 215,55%	174,78% 190,19% 190,19% 193,38%	168,35% 168,35% 171,97% 176,51%	155,27% 158,83% 164,13% 166,42%	139,08% 142,60% 143,34% 143,34%	135,42% 136,48% 135,11% 131,63%	125,81% 123,35% 121,38%	129,74% 125,67%	117,97%	
	207,10%	220,94%	216,97%	205,21%	187,14%	171,30%	161,16%	142,09%	134,66%	123,51%	127,71%	117,97%	167,98%
F7	121,55%	106,48% 105,96%	100,00% 100,00% 116,60%	100,00% 103,35% 111,17% 112,46%	100,00% 107,58% 108,75% 109,43%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00% 100,00% 100,00%
	121,55%	106,22%	105,53%	106,75%	106,44%	100,00%	100,00%	100,00%	100,26%	100,00%	100,00%	100,00%	103,90%
F8	100,00%	109,65% 107,85%	103,15% 100,00% 100,00%	100,00% 100,00% 100,00%	115,84% 135,91% 100,00% 100,00%	185,57% 187,47% 162,18% 162,18%	153,77% 131,54% 158,55% 131,54%	158,55% 180,34% 158,55% 129,91%	178,86% 159,96% 109,08% 114,45%	129,18% 129,18%	158,44%		
	100,00%	108,75%	101,05%	100,00%	112,94%	174,35%	136,69%	152,81%	147,03%	126,04%	129,18%	158,44%	128,94%

ПРИЛОГ 9. Експозитури на Комерцијална банка АД Скопје кои се лоцирани во Скопје по поодделни групи за набљудуваниот период (2008 – 2011)

	2008г.	2009г.	2010г.	2011г.
Експозитури кои припаѓаат на група А	000003	000003	000003	000003
	000005	000005	000005	000005
	000007	000007	000007	000007
	000008	000008	000008	000008
	000017	000015	000015	000015
	000025	000017	000017	000017
	000032	000025	000025	000025
	000033	000032	000032	000032
		000033	000033	000033
		000038	000038	000038
	000039	000039	000039	
		000041	000041	
Експозитури кои припаѓаат на група Б	000006	000006	000006	000006
	000009	000009	000009	000009
	000012	000012	000012	000012
	000016	000016	000016	000016
	000020	000020	000020	000020
	000027	000027	000027	000027
	000028	000028	000028	000028
	000030	000030	000030	000030
	000035	000035	000035	000035
	000036	000036	000036	000036
	000037	000037	000037	000037
		000040	000040	000040
		000042	000042	
Експозитури кои припаѓаат на група В	000004	000004	000004	000004
	000010	000010	000010	000010
	000013	000013	000013	000013
	000014	000014	000014	000014
	000018	000018	000018	000018
	000019	000019	000019	000019
	000021	000021	000021	000021
	000023	000023	000023	000023
	000031	000031	000031	000031
	000034	000034	000034	000034

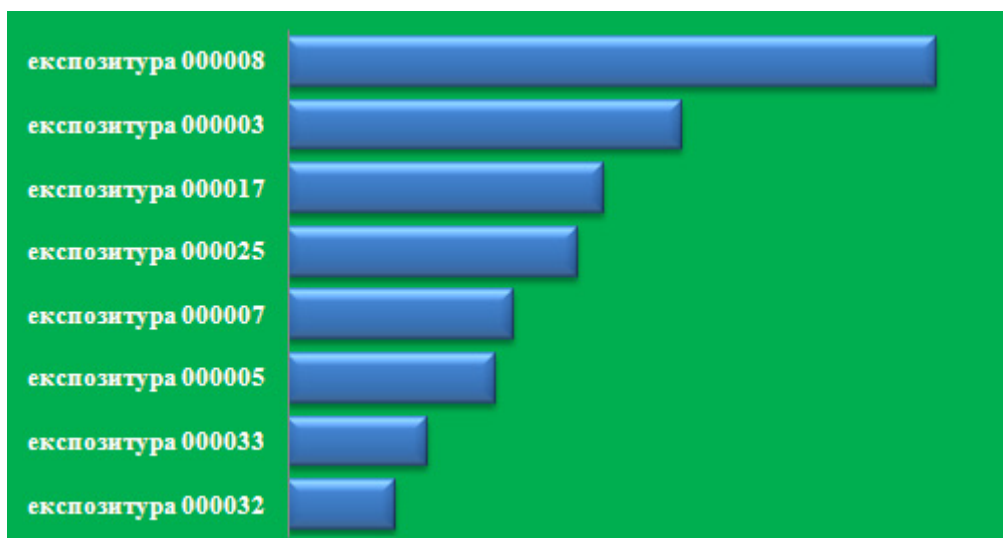
ПРИЛОГ 10. Вкупни приоритети на експозитурите, показател на конзистентност (*CR*) и ранг на експозитурите за секој АНР модел за набљудуваниот период (2008-2011)

Слика 1. Вкупни приоритети на експозитури кои припаѓаат на група А за 2008г.

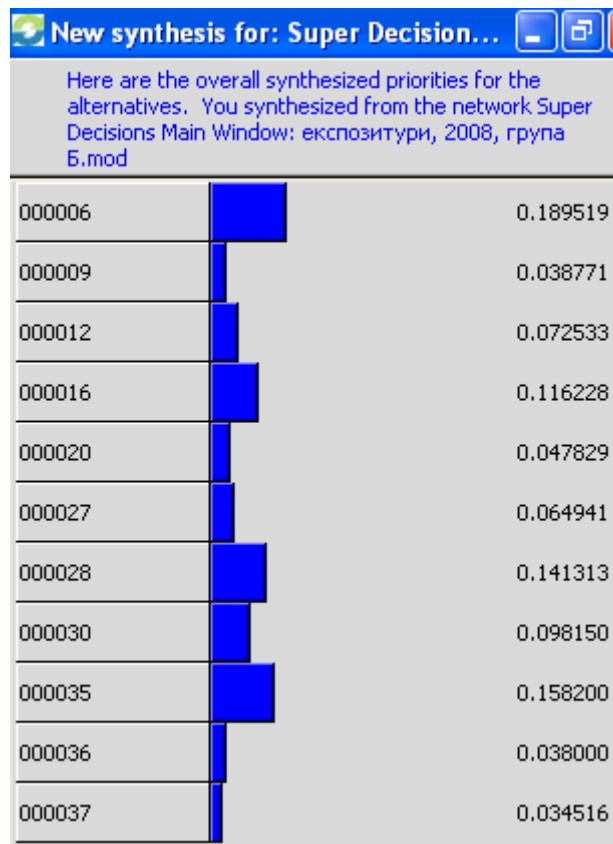


(*CR*): 0,01

Слика 2. Ранг на експозитури од група А за 2008г.

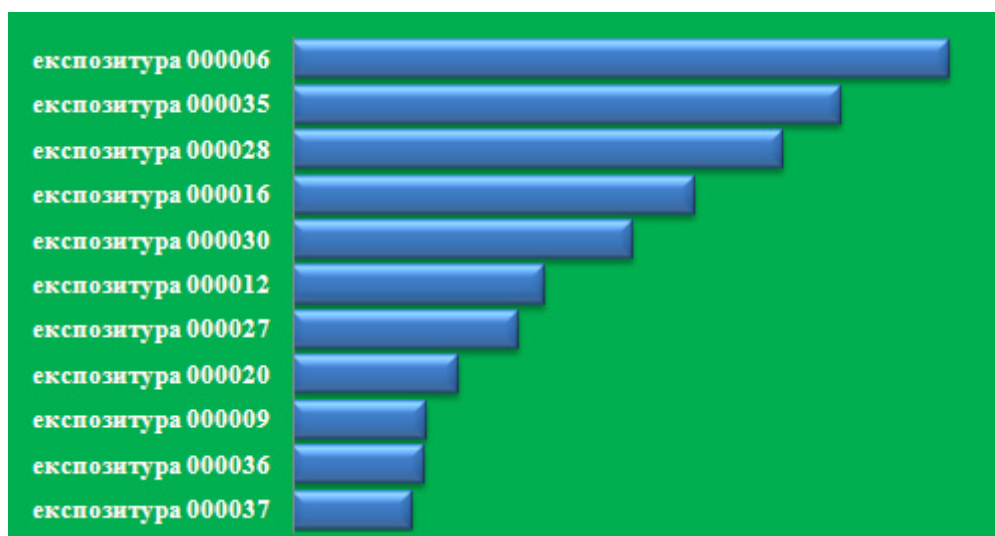


Слика 3. Вкупни приоритети на експозитури кои припаѓаат на група Б за 2008г.

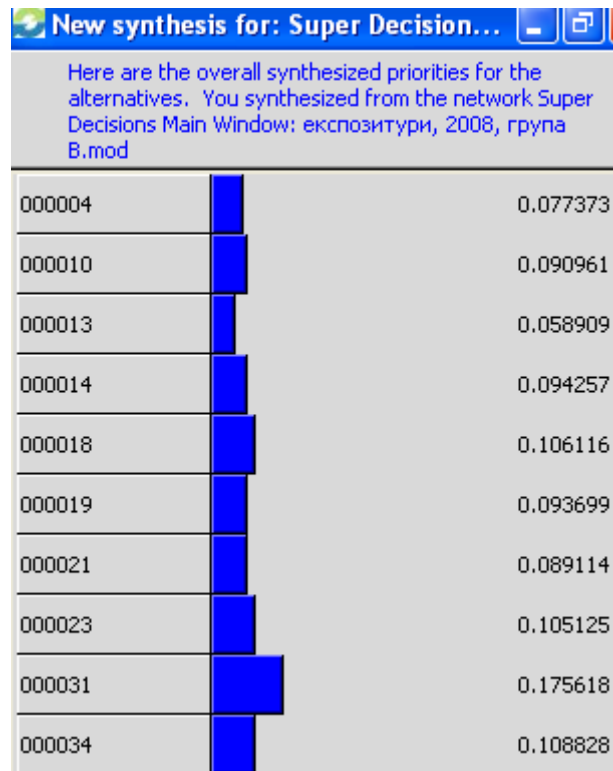


(CR): 0,004

Слика 4. Ранг на експозитури од група Б за 2008г.

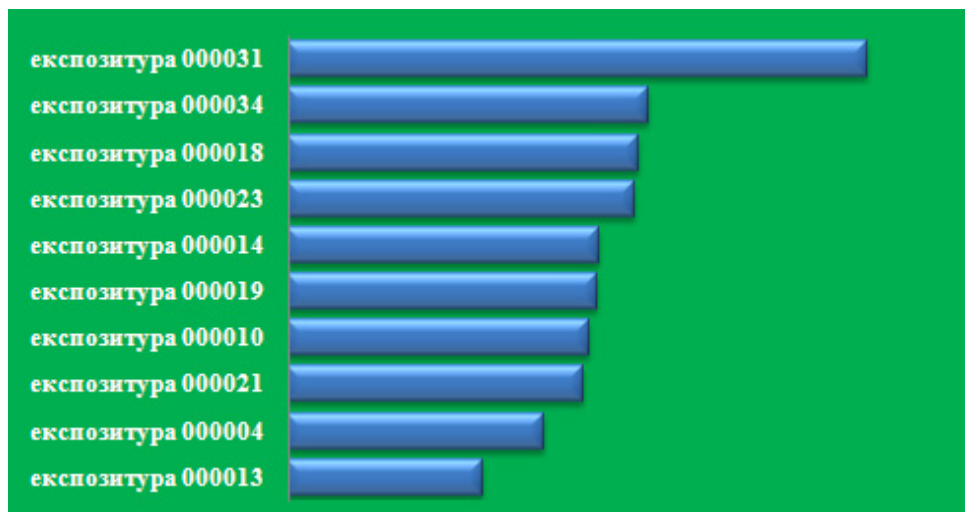


Слика 5. Вкупни приоритети на експозитури кои припаѓаат на група В за 2008г.

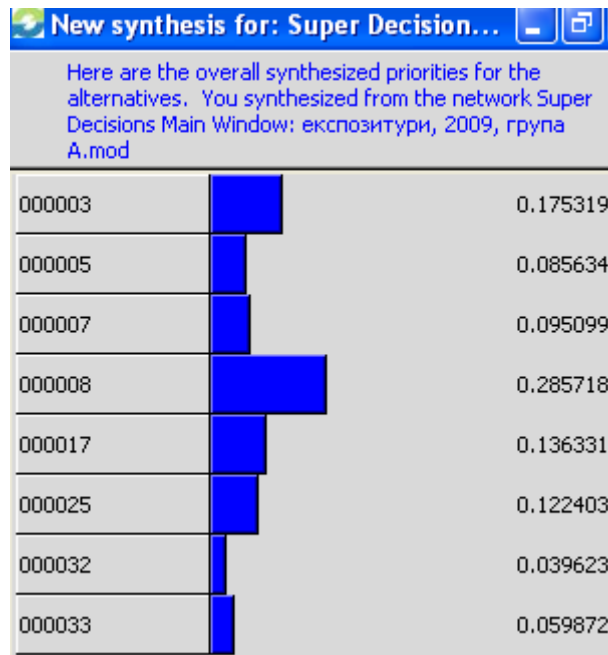


(CR): 0,01

Слика 6. Ранг на експозитури од група В за 2008г.

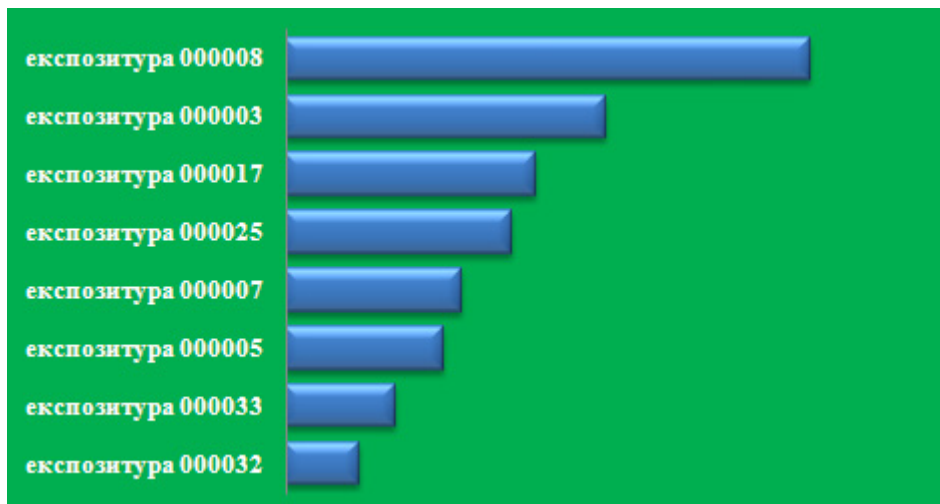


Слика 7. Вкупни приоритети на експозитури кои припаѓаат на група А за 2009г.

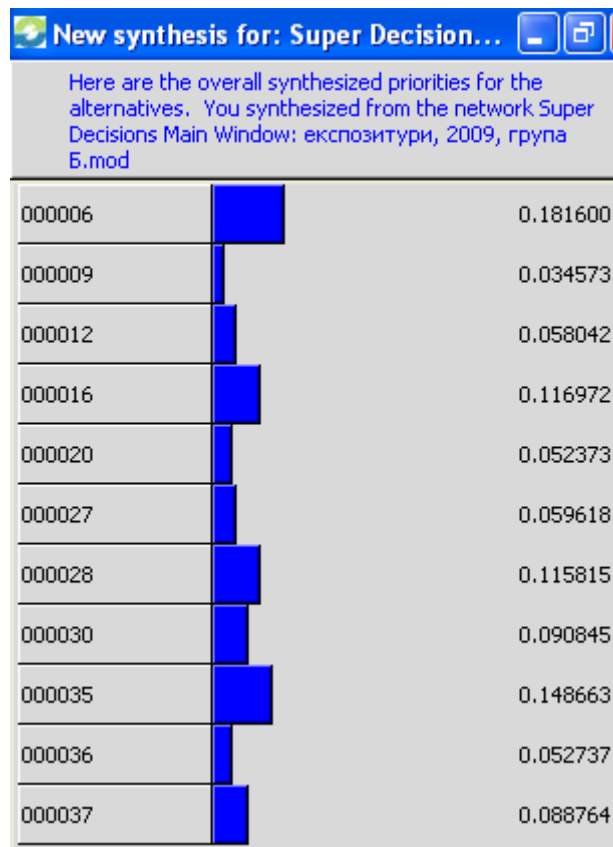


(CR): 0,01

Слика 8. Ранг на експозитури од група А за 2009г.

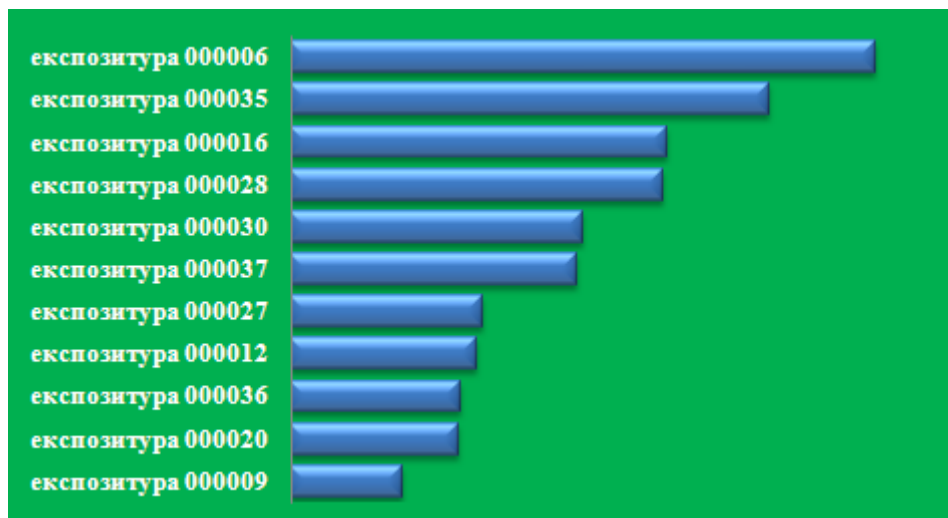


Слика 9. Вкупни приоритети на експозитури кои припаѓаат на група Б за 2009г.

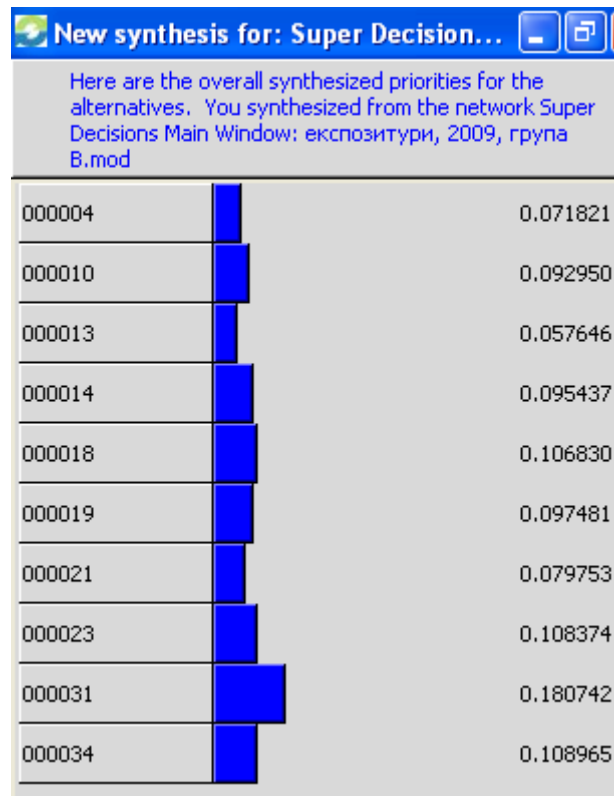


(CR): 0,004

Слика 10. Ранг на експозитури од група Б за 2009г.

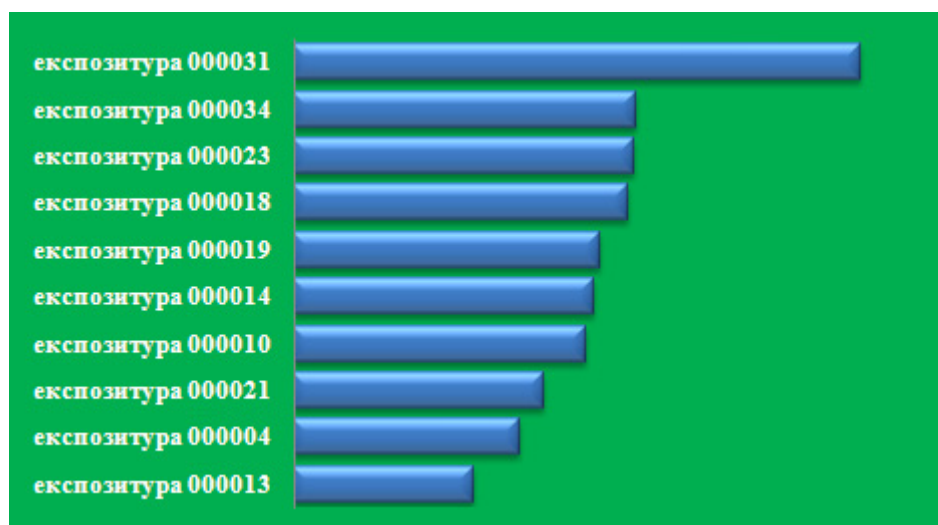


Слика 11. Вкупни приоритети на експозитури кои припаѓаат на група В за 2009г.

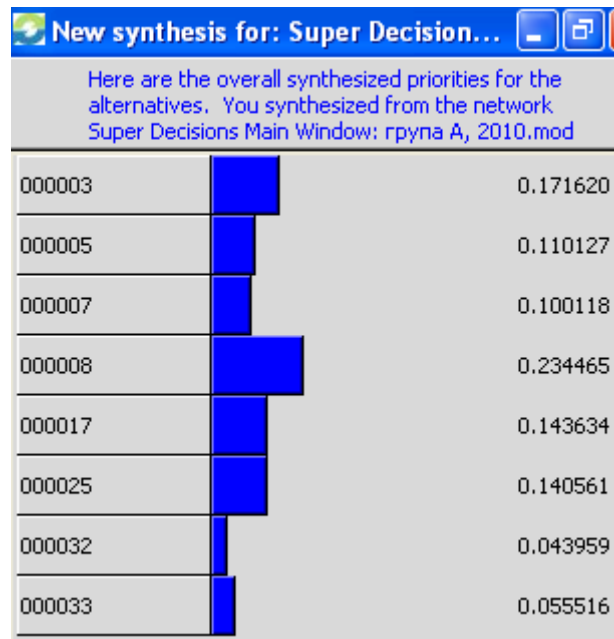


(CR): 0,01

Слика 12. Ранг на експозитури од група В за 2009г.

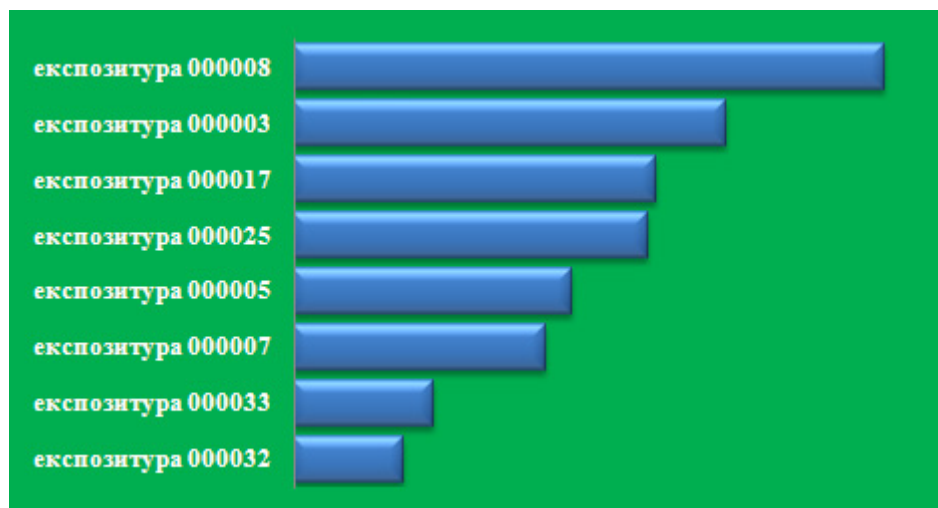


Слика 13. Вкупни приоритети на експозитури кои припаѓаат на група А за 2010г.

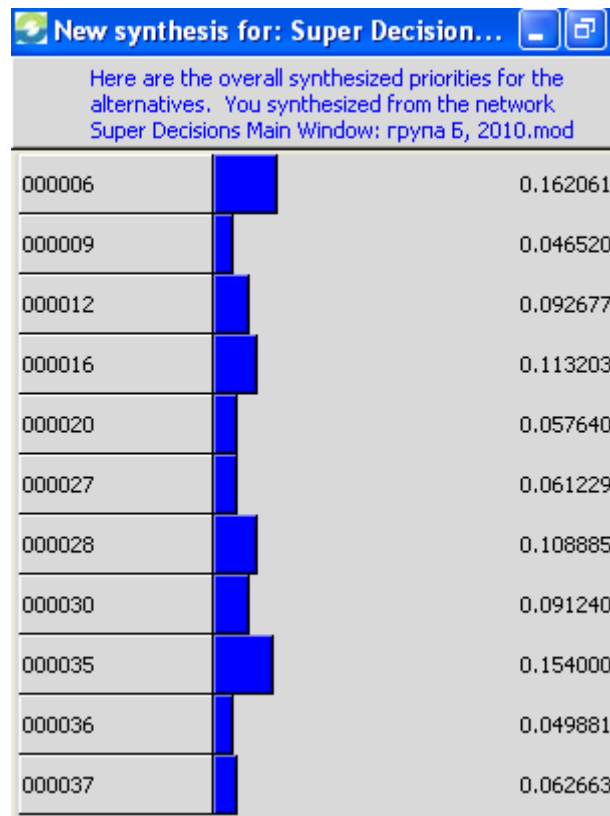


(CR): 0,004

Слика 14. Ранг на експозитури од група А за 2010г.

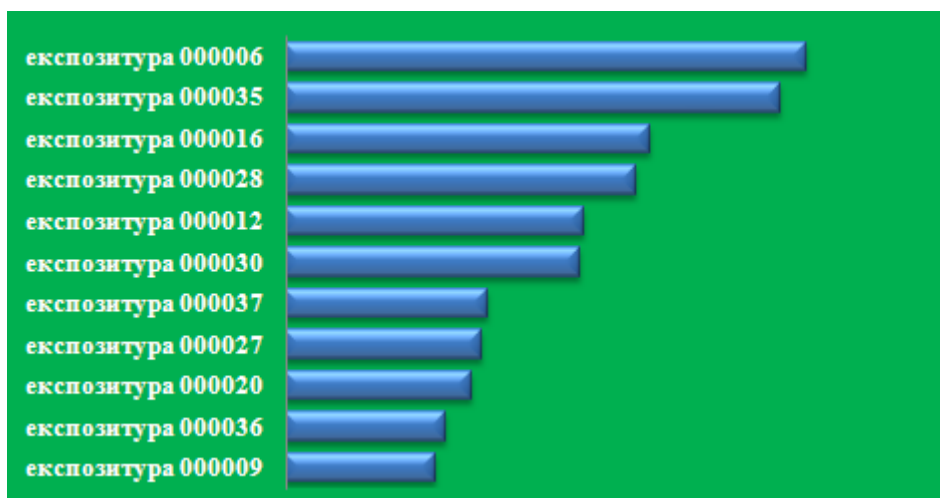


Слика 15. Вкупни приоритети на експозитури кои припаѓаат на група Б за 2010г.

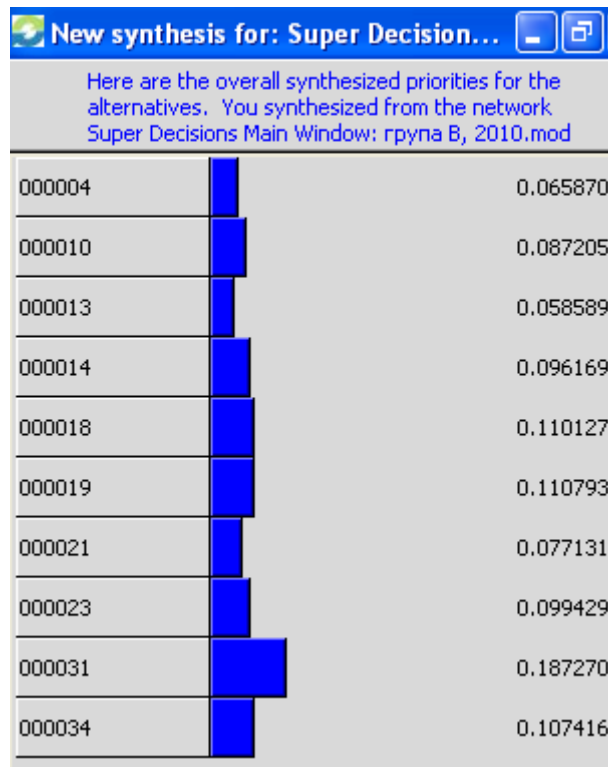


(CR): 0,01

Слика 16. Ранг на експозитури од група Б за 2010г.

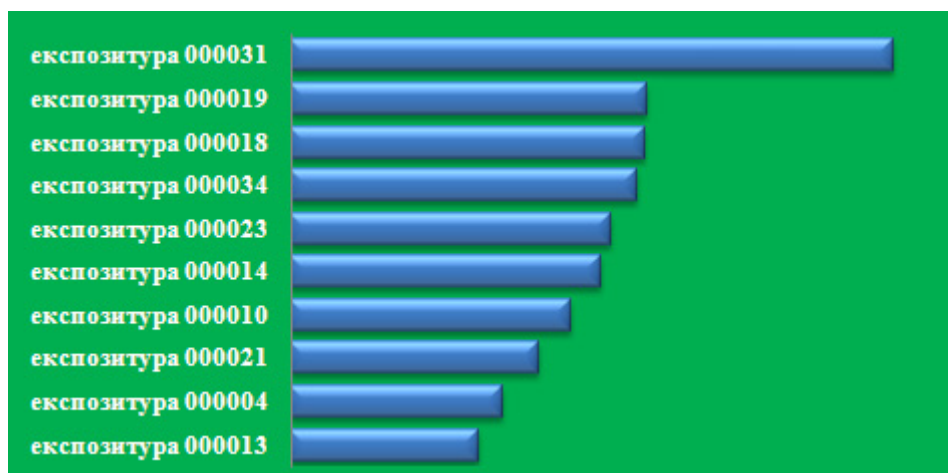


Слика 17. Вкупни приоритети на експозитури кои припаѓаат на група В за 2010г.

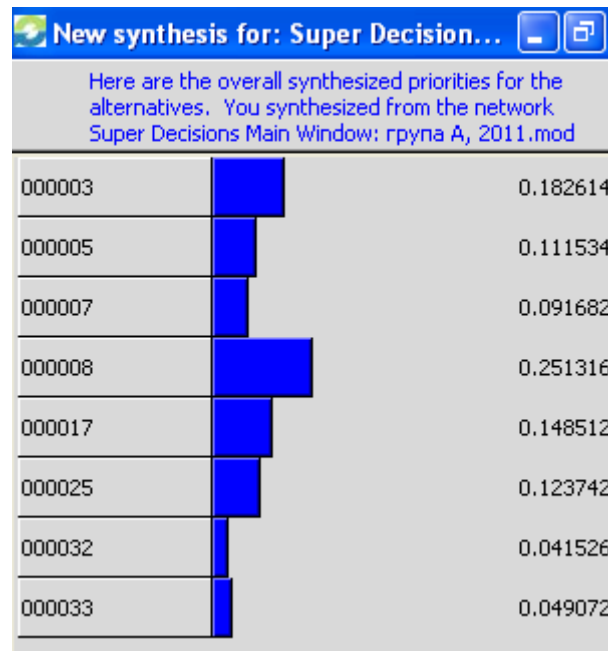


(CR): 0,01

Слика 18. Ранг на експозитури од група В за 2010г.

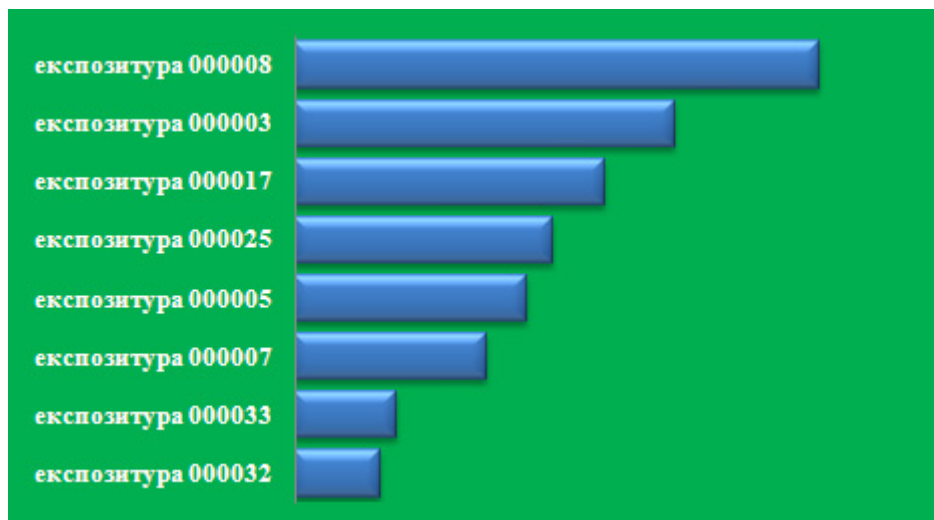


Слика 19. Вкупни приоритети на експозитури кои припаѓаат на група А за 2011г.

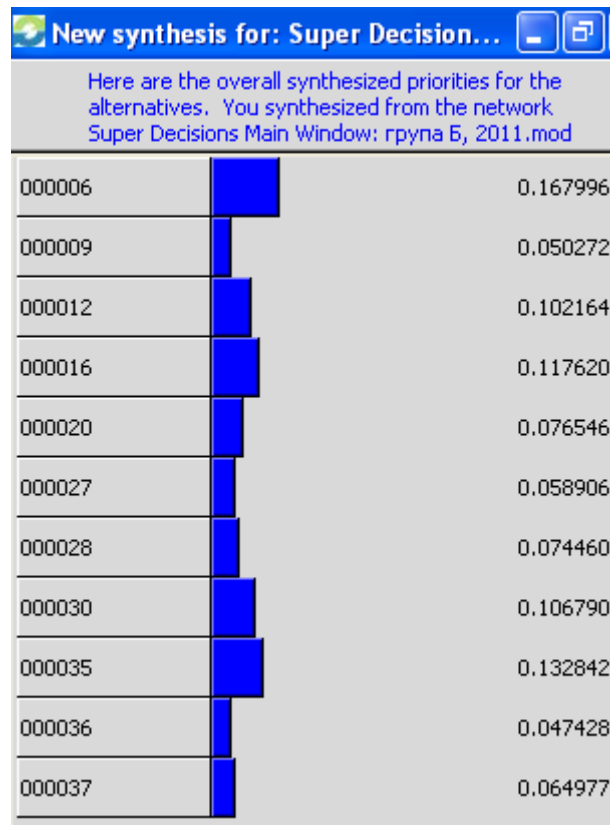


(CR): 0,01

Слика 20. Ранг на експозитури од група А за 2011г.

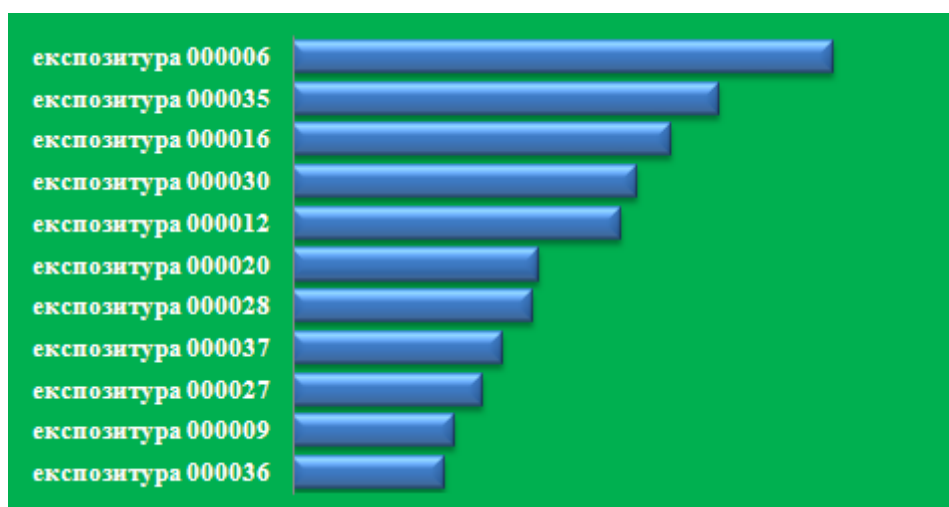


Слика 21. Вкупни приоритети на експозитури кои припаѓаат на група Б за 2011г.

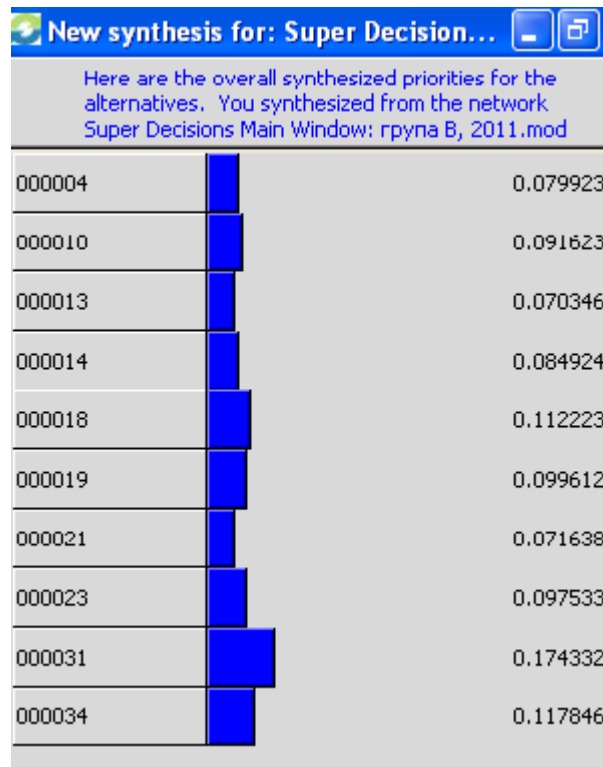


(CR): 0,01

Слика 22. Ранг на експозитури од група Б за 2011г.



Слика 23. Вкупни приоритети на експозитури кои припаѓаат на група В за 2011г.



(CR): 0,01

Слика 24. Ранг на експозитури од група В за 2011г.

