



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ЕКОНОМСКИ ФАКУЛТЕТ

ИВАНА (ДРАГАН) МАРЈАНОВИЋ

**ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКИ ПРИСТУП КРЕИРАЊУ
КОМПОЗИТНИХ ИНДЕКСА ПОСЛОВНЕ
УСПЕШНОСТИ БАНАКА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ**

- докторска дисертација -

Ниш, 2022. година



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ЕКОНОМСКИ ФАКУЛТЕТ

ИВАНА (ДРАГАН) МАРЈАНОВИЋ

**ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКИ ПРИСТУП КРЕИРАЊУ
КОМПОЗИТНИХ ИНДЕКСА ПОСЛОВНЕ
УСПЕШНОСТИ БАНАКА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ**

- докторска дисертација -

Ниш, 2022. година



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF ECONOMICS

IVANA (DRAGAN) MARJANOVIĆ

**MULTI-CRITERIA APPROACH TO CREATING
COMPOSITE INDICES OF BANKS' BUSINESS
PERFORMANCE IN THE REPUBLIC OF SERBIA**

- Doctoral dissertation -

Niš, 2022

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације

Ментор:

Др Јелена Ј. Станковић, редовни професор
Универзитет у Нишу, Економски факултет

Чланови комисије:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

Датум одбране докторске дисертације: _____

**ИЗЈАВА МЕНТОРА О САГЛАСНОСТИ ЗА ПРЕДАЈУ
УРАЂЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Овим изјављујем да сам сагласна да кандидат **Ивана Марјановић** може да преда Реферату за последипломско образовање Факултета урађену докторску дисертацију под називом **Вишекритеријумски приступ креирању композитних индекса пословне успешности банака у Републици Србији**, ради организације њене оцене и одбране.

Ниш, 20/06/2022. године

Ментор: Јелена Ј. Станковић

**THE STATEMENT OF THE MENTOR'S CONSENT FOR THE SUBMISSION OF
THE COMPLETED DOCTORAL DISSERTATION**

Hereby, I declare that I agree that the candidate **Ivana Marjanović**, can submit the completed doctoral dissertation entitled **Multi-criteria approach to creating composite indices of banks' business performance in the Republic of Serbia** to the officer for doctoral studies at the Faculty, for the purpose of its evaluation and defense.

Niš, 20/06/2022

Mentor: Jelena J. Stanković

Подаци о докторској дисертацији

Ментор: Др Јелена Ј. Станковић, редовни професор, Универзитет у Нишу, Економски факултет

Наслов: Вишекритеријумски приступ креирању композитних индекса пословне успешности банака у Републици Србији

Резиме:

Непристрасно мерење и упоређивање успешности пословања банака, као скупа релативно хомогених и упоредивих ентитета који послују у истим законским и економским оквирима могуће је једино применом одговарајућих математичко-статистичких метода, при чему у последње време на значају добија примена метода вишекритеријумске анализе. Банкарски сектор Републике Србије доживео је значајне измене у претходном периоду као последица свеобухватне реформе којом је регулисан банкарски систем, омогућен улазак страног капитала и креирано конкурентно окружење. Имајући у виду да је једна од детерминанти конкурентске позиције ниво остварене успешности пословања, неопходно је квантификовати остварену пословну успешност као и утврдити факторе успешности како би се унапредило пословање банака. Истраживање спроведено у дисертацији има за циљ да надомести недостатке постојећих индикатора и система за мерење перформанси банака предлагањем теоријско-методолошког оквира за креирање композитног индекса пословне успешности банака базираног на методама вишекритеријумске анализе. Композитни индекси пословне успешности банака, које су у континуитету (уз промене власништва) пословале у Републици Србији, креирани су за кварталне периоде од 2005. године до 2020. године на основу података из биланса стања и биланса успеха банака. Утврђено је да резултати зависе од одабране шеме пондерисања и одабране шеме агрегирања, при чему постоје статистички значајне разлике између поретка банака на основу композитних индекса добијених линеарном агрегацијом и поретка банака на основу композитних индекса добијених некомпензаторним вишекритеријумским методом, као и између поретка композитних индекса добијених применом објективних метода за одређивање тежинских коефицијената критеријума и поретка композитних индекса добијених применом приступа једнаког тежинског одређења. Поред тога, анализирани су детерминанте оствареног нивоа пословне успешности банака и утврђено је да величина банке, тип власништва, тржишно учешће, стабилност банке, тржишна концентрација, присуство кризе као и инфлација представљају значајне детерминанте укупне пословне успешности банака.

Научна област:	Економија
Научна дисциплина:	Математика и статистика у економији
Кључне речи:	компонитни индекс, агрегирање, пондерисање, <i>PROMETHEE</i> метод, банкарске институције, панел подаци
УДК:	330.4(043.3) 336.71(497.11)(043.3)
CERIF класификација:	S 180 Економија, економетрија, економска теорија, економски системи, економска политика
Тип лиценце Креативне заједнице:	CC BY-NC-ND

Data on Doctoral Dissertation

Doctoral Supervisor:	Ph.D. Jelena J. Stanković, Full Professor, University of Niš, Faculty of Economics
Title:	Multi-criteria approach to creating composite indices of banks' business performance in the Republic of Serbia
Abstract:	<p>Impartial measurement and comparison of bank performance, as a set of relatively homogeneous and comparable entities operating in the same legal and economic framework, is possible only by applying appropriate mathematical and statistical methods, and recently the application of multicriteria analysis methods has become more important. The banking sector of the Republic of Serbia has experienced substantial changes in the previous period as a result of a comprehensive reform that regulated the banking system, enabled the entry of foreign capital and created a competitive environment. Bearing in mind that one of the determinants of the competitive position is the level of achieved business success, it is necessary to quantify the achieved business success along with the determination of the success factors so as to improve the banks' operations. The research conducted in the dissertation aims to compensate for the shortcomings of existing indicators and systems for measuring bank performance by proposing a theoretical and methodological framework for creating a composite index of business performance of banks based on multicriteria analysis methods. Composite indices of business performance of banks, which continuously (with changes in ownership) operated in the Republic of Serbia, were created for the quarterly periods from 2005 to 2020 based on data from the balance sheet and income statement of banks. It was found that the results depend on the chosen weighting scheme and the chosen aggregation scheme, with statistically significant differences between the order of banks based on composite indices obtained by linear aggregation and the order of banks based on composite indices obtained by non-compensatory multicriteria method. objective methods for determining the weight coefficients of the criteria and order of composite indices obtained by applying the approach of equal weight determination. In addition, the determinants of the achieved level of business performance of banks were analysed and it was determined that the size of the bank, type of ownership, market share, bank stability, market concentration, crisis and inflation are significant determinants of overall business performance.</p>

Scientific Field:	Economy
Scientific Discipline:	Mathematics and statistics in economy
Key Words:	composite index, aggregation, weighting, PROMETHEE method, banking institutions, panel data
UDC:	330.4(043.3) 336.71(497.11)(043.3)
CERIF Classification:	S 180 Economics, econometrics, economic theory, economic systems, economic policy
Creative Commons License Type:	CC BY-NC-ND

Попис слика

Слика 1. Хијерархијска структура композитног индекса	11
Слика 2. Кретање укупног броја банака према типу власништва	134
Слика 3. Кретање броја запослених у банкарском сектору Републике Србије	135
Слика 4. Индикатори профитабилности банкарског сектора	137
Слика 5. Кретање вредности нето активе банкарског сектора (у милионима евра).....	138
Слика 6. Тржишно учешће банака мерено величином укупне активе	138
Слика 7. Херфиндал–Хиршмановог индекса (<i>HHI</i>) билансне суме и укупних кредита	139
Слика 8. Тренд кретања учешћа кредита и потраживања у укупној активи.....	140
Слика 9. Учешће проблематичних кредита у укупним бруто кредитима	140
Слика 10. Кретање вредности капитала банкарског сектора (у милионима евра)	141
Слика 11. Тренд кретања учешћа депозита и осталих финансијских обавеза у укупној пасиви	142
Слика 12. Показатељ адекватности капитала.....	142
Слика 13. Показатељ ликвидности банкарског сектора.....	143
Слика 14. Хијерархијска структура вишекритеријумског модела	156
Слика 15. Вредности композитних индекса пословне успешности банака у Републици Србији у четвртом кварталу 2020. године	160
Слика 16. Вредности индикатора које чине композитни индекс за четврти квартал 2020. године (<i>AIK</i> банка и <i>NLB</i> банка).....	161

Попис табела

Табела 1. Предности и недостаци мултиваријационих техника.....	18
Табела 2. <i>Saaty</i> -ева скала релативне значајности.....	40
Табела 3. Рангирање карата применом ревидиране <i>Simos</i> процедуре.....	47
Табела 4. Поступак израчунавања тежинских коефицијената применом ревидиране <i>Simos</i> процедуре.....	48
Табела 5. Обрада резултата <i>Delphi</i> технике.....	50
Табела 6. Примена метода за одређивање тежинских коефицијената у креирању композитних индекса.....	52
Табела 7. Поређење вишекритеријумске анализе и вишецилног одлучивања.....	64
Табела 8. Матрица одлучивања.....	66
Табела 9. Одређивање приоритета експерата у оквиру група критеријума у <i>KEMIRA-M</i> методу.....	70
Табела 10. <i>MACBETH</i> скала.....	81
Табела 11. Вредност случајног индекса.....	100
Табела 12. Примери композитних индекса креирани применом вишекритеријумских метода.....	109
Табела 13. Дескриптивна статистика индикатора.....	157
Табела 14. Вредности тежинских коефицијената по индикаторима и категоријама....	159
Табела 15. Интервали стабилности.....	162
Табела 16. Кендалов коефицијент корелације ранга.....	163
Табела 17. Левенов тест за једнакост варијанси.....	166
Табела 18. Тестирање једнакости средњих вредности.....	166
Табела 19. Вредност Спирмановог коефицијента корелације ранга.....	167
Табела 20. Нотација и очекивани ефекат експланаторних варијабли пословне успешности банака.....	173
Табела 21. Резултати Хаусмановог теста спецификације модела.....	173
Табела 22. Резултати модификованог Валдовог теста за групну хетероскедастичност.....	174
Табела 23. Резултати Песарановог теста независности по упоредним подацима.....	174
Табела 24. Вредности фактора инфлације варијансе.....	174
Табела 25. Резултати Вулдрицовог теста за аутокорелацију у панел подацима.....	175
Табела 26. Резултати оцењеног модела са фиксним ефектима.....	175
Табела 27. Левенов тест за једнакост варијанси.....	176
Табела 28. Тестирање једнакости средњих вредности.....	176

САДРЖАЈ

УВОД.....	1
1. Предмет научног истраживања.....	2
2. Циљеви научног истраживања.....	4
3. Очекивани резултати научног истраживања.....	5
4. Примењене научне методе.....	6
ПРВО ПОГЛАВЉЕ: ТЕОРИЈСКО-МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР КРЕИРАЊА КОМПОЗИТНИХ ИНДЕКСА.....	8
1. Креирање теоријског оквира.....	9
2. Селекција индикатора и обрада недостајућих података.....	13
3. Мултиваријациона анализа података.....	16
4. Методологија за нормализацију података.....	20
5. Методологија за одређивање тежинских коефицијената.....	23
5.1. Метод једнаких тежинских коефицијената.....	25
5.2. Методе базирани на статистичким техникама.....	26
5.2.1. Корелациона анализа.....	27
5.2.2. Регресиона анализа.....	28
5.2.3. Анализа главних компоненти и факторска анализа.....	29
5.2.4. Анализа обавијања података.....	30
5.2.5. Метод ентропије.....	32
5.2.6. Метод <i>CRITIC</i>	34
5.2.7. Метод стандардне девијације.....	36
5.3. Методе које уважавају мишљење експерата.....	37
5.3.1. Процес алокације буџета.....	39
5.3.2. Метод аналитичког хијерархијског процеса.....	39
5.3.3. <i>Conjoint</i> анализа.....	42
5.3.4. <i>SMART</i> метод.....	43
5.3.5. <i>Swing</i> метод.....	45
5.3.6. <i>SWARA</i> метод.....	46
5.3.7. <i>Simos</i> процедура.....	46
5.3.8. <i>Delphi</i> метод.....	48
5.4. Компаративна анализа различитих приступа.....	50
6. Методологија за агрегацију.....	53
6.1. Линеарна агрегација.....	53
6.2. Геометријска агрегација.....	54
6.3. Вишекритеријумска агрегација.....	55

7. Анализа осетљивости.....	56
7.1. Традиционална анализа осетљивости и несигурности.....	56
7.2. Стохастичка вишекритеријумска анализа прихватљивости.....	58
7.3. Други приступи.....	59
ДРУГО ПОГЛАВЉЕ: ПРИМЕНА МЕТОДА ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКЕ АНАЛИЗЕ ЗА КРЕИРАЊЕ КОМПОЗИТНИХ ИНДЕКСА.....	61
1. Концепт вишекритеријумског одлучивања.....	62
2. Формирање вишекритеријумског модела.....	65
3. Методи операционих истраживања за одређивања тежинских коефицијената у вишекритеријумском моделу.....	67
3.1. <i>KEMIRA-M</i> метод.....	68
3.2. <i>PAPRIKA</i> метод.....	73
3.3. <i>BWM</i> метод.....	75
3.4. Метод базних критеријума.....	77
3.5. Метод пуне конзистентности.....	79
3.6. <i>MACBETH</i> метод.....	80
3.7. <i>DEMATEL</i> метод.....	82
3.8. <i>PIPRECIA</i> метод.....	83
4. Подела метода вишекритеријумске анализе.....	84
4.1. Компензаторни вишекритеријумски методи.....	86
4.1.1. Метод једноставних адитивних тежина.....	86
4.1.2. Метод пондерисаног производа.....	87
4.1.3. <i>WASPAS</i> метод.....	88
4.1.4. <i>MOORA</i> метод.....	90
4.1.5. <i>ARAS</i> метод.....	90
4.1.6. <i>VIKOR</i> метод.....	91
4.1.7. <i>TOPSIS</i> метод.....	94
4.1.8. <i>EDAS</i> метод.....	96
4.1.9. <i>CoCoSo</i> метод.....	97
4.1.10. Метод аналитичког мрежног процеса.....	98
4.1.11. <i>Grey Relational Analysis</i> метод.....	100
4.2. Делимично компензаторни вишекритеријумски методи.....	101
4.2.1. Вишеатрибутивна теорија корисности.....	101
4.2.2. Вишеатрибутивна теорија вредности.....	102
4.3. Некомпензаторни вишекритеријумски методи.....	103
4.3.1. <i>PROMETHEE</i> метод.....	104
4.3.2. <i>ELECTRE</i> метод.....	105

5. Преглед примене метода вишекритеријумске анализе за креирање композитних индекса	108
ТРЕЋЕ ПОГЛАВЉЕ: КОНЦЕПТУАЛНИ ОКВИР ЗА МЕРЕЊЕ ПОСЛОВНИХ ПЕРФОРМАНСИ БАНАКА.....	
1. Еволуција концепта управљања перформансама пословања банака	116
2. Приступы мерењу пословних перформанси банака.....	118
2.1. Рачуноводствени приступы мерењу пословних перформанси банака.....	118
2.1.1. Финансијска анализа заснована на рацио бројевима.....	119
2.1.2. <i>CAMELS</i> рејтинг систем	121
2.1.3. Балансна карта резултата.....	125
2.2. Приступы мерењу пословних перформанси банака базирани на примени математичко-статистичких метода.....	126
2.2.1. Примена анализе обавијања података за квантификацију пословних перформанси банака.....	127
2.2.2. Примена анализе стохастичких граница за квантификацију пословних перформанси банака.....	128
2.2.3. Вишекритеријумски приступы мерењу пословних перформанси банака.....	130
3. Мерење пословне успешности банака у Републици Србији.....	131
3.1. Основне карактеристике и развој банкарског сектора Републике Србије	132
3.2. Перформансе банкарског сектора у Републици Србији.....	133
3.2.1. Профитабилност банкарског сектора у Републици Србији	136
3.2.2. Структура активе банкарског сектора у Републици Србији	137
3.2.3. Структура пасиве банкарског сектора у Републици Србији.....	141
3.2.4. Адекватност капитала банкарског сектора у Републици Србији	142
3.2.5. Ликвидност банкарског сектора у Републици Србији.....	143
3.3. Преглед досадашњих истраживања мерења пословне успешности банака у Републици Србији	144
ЧЕТВРТО ПОГЛАВЉЕ: КРЕИРАЊЕ КОМПОЗИТНОГ ИНДЕКСА И ОДРЕЂИВАЊЕ ДЕТЕРМИНАНТИ ПОСЛОВНЕ УСПЕШНОСТИ БАНАКА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ	
1. Избор индикатора и формирање вишекритеријумског модела	149
2. Одређивање тежинских коефицијената индикатора.....	156
3. Агрегација индикатора применом <i>PROMETHEE</i> метода.....	160
3.1. Анализа осетљивости.....	162
3.2. Компаративна анализа метода агрегације	165
3.3. Компаративна анализа метода одређивања тежинских коефицијената.....	166
4. Емпиријско истраживање детерминанты пословне успешности банака	168
4.1. Идентификовање кључних детерминанты пословне успешности банака	168
4.1.1. Интерне детерминанте пословне успешности банака	168

4.1.2. Екстерне детерминанте пословне успешности банака.....	170
4.2. Економетријски модел за утврђивање детерминанти пословне успешности банака	172
4.3. Емпиријски резултати и дискусија.....	175
4.4. Ограничења и будући правци истраживања.....	182
ЗАКЉУЧАК.....	184
ЛИТЕРАТУРА.....	191
ПРИЛОЗИ	222
Прилог 1	223
Прилог 2	233

УВОД

1. Предмет научног истраживања

Мерење и процена успешности пословања банке захтева примену аналитичких техника које пружају податке изван оних доступних из стандардне анализе финансијских извештаја. Процес реформи банкарског сектора Републике Србије, реорганизација постојећих и улазак нових банака у банкарски систем довели су до тога да је банкарски систем Републике Србије постао све интегрисанији и конкурентнији. Овај процес резултирао је појачаним захтевима у вези са мерењем и праћењем успешности пословања банака.

Постоје два широка приступа која се користе за мерење успешности пословања банака: рачуноводствени приступ, који превасходно користи финансијске показатеље, и математичко-статистичке технике. Традиционално се за процену успешности пословања банака користи рачуноводствени приступ, међутим, ограничења овог приступа заједно са напретком науке о управљању довела су до развоја алтернативних метода као што су методе анализе граница ефикасности и вишекритеријумска анализа. Суштина квантификације успешности пословања банака је у идентификовању најбољих пракси, у раздвајању банака које послују успешно од оних чија пословна успешност није на задовољавајућем нивоу, као и у пружању смерница мање успешним банкама у циљу унапређења њиховог пословања.

Значај мерења успешности пословања банака може се посматрати са макро и са микро нивоа. Анализирањем и праћењем пословне успешности појединачних банака регулаторима се пружа могућност да правовремено уоче постојање потешкоћа у пословању појединачне банке, као и да идентификују евентуалне потребе за интервенцијом. На микро нивоу, квантификација и праћење успешности пословања банака може помоћи у побољшању менаџерског учинка путем идентификовања најбољих пракси и креирања смерница за унапређење пословне успешности конкретне банке.

Комплексност пословања банака, као и постојање великог броја разнородних индикатора који мере различите аспекте пословне успешности банка довели су до потешкоћа приликом мерења и праћења исте. Имајући у виду велики број индикатора успешности пословања банака, њихово истовремено праћење представља комплексан задатак који примена адекватне методологије базиране на вишекритеријумском одлучивању може олакшати. Стога је предмет научног истраживања креирање композитних индекса пословне успешности банака које су континуирано (уз промене

власништва) пословале током временског периода од 2005. до 2020. године (укупно 20 банака), применом метода вишекритеријумске анализе, којима би били обухваћени различити аспекти пословања банака, као и праћење тако одређеног индекса пословне успешности, како би се утврдиле тенденције кретања. Креирање индекса извршено је на основу јавно доступних података из кварталних финансијских извештаја банака који ће представљати улазне податке за креирање матрице одлучивања. Поред тога, предмет научног истраживања јесте и одређивање детерминанти пословне успешности банака у посматраном периоду, како би се извукли адекватни закључци о утицају како интерних, тако и екстерних фактора на успешност пословања банака у Републици Србији.

Истраживање у оквиру докторске дисертације, поред увода и закључка, подељено је на четири међусобно повезана дела који логички произилазе један из другог.

Прво поглавље под називом *Теоријско-методолошки оквир креирања композитних индекса* посвећено је дефинисању теоријског оквира за креирање композитних индекса са освртом на селекцију података и обраду недостајућих података, као и на методе за нормализацију, пондерисање и агрегацију. Друго поглавље под називом *Примена метода вишекритеријумске анализе за креирање композитних индекса* даје преглед концепта вишекритеријумског одлучивања, приказује поступак креирања вишекритеријумског модела, одређивања тежинских коефицијената, врсте вишекритеријумских метода, као и преглед примене метода вишекритеријумске анализе за креирање композитних индекса. Када је реч о одређивању тежинских коефицијената у вишекритеријумском моделу, постоје два приступа. Први је субјективни приступ који инкорпорира интуицију, субјективни систем вредности и знања доносиоца одлуке, што истовремено представља и недостатак овог приступа, јер тежински коефицијенти зависе од субјективне процене и перцепције доносиоца одлука. Други приступ је објективни приступ, којим се одређивање тежинских коефицијената критеријума у вишекритеријумском моделу врши на основу података из матрице одлучивања, чиме се елиминише субјективност доносиоца одлука, и врши се тежинско одређење применом математичких и статистичких метода, на основу информација из самог модела. Имајући у виду могућности и предности примене вишекритеријумских техника у различитим областима, развијен је велики број метода вишекритеријумског одлучивања које се могу поделити у две категорије. Прву категорију чине компензаторни вишекритеријумски методи чија је основна карактеристика компензација критеријума, односно, надомештање неповољних вредности код једног критеријума повољним вредностима другог критеријума, не узимајући у обзир значај критеријума. Другу категорију чине

некомпензаторни методи код којих није могућа компензација између критеријума, и који као такви показују предности приликом креирања композитних индекса. У трећем поглављу под називом *Концептуални оквир за мерење пословних перформанси банака* објашњен је значај адекватног мерења и праћења пословних перформанси, еволуција концепта управљања перформансама банака, и дат је приказ рачуноводствених и математичко-статистичких техника мерења пословне успешности банака. Поред тога, у овом делу било је речи и о мерењу пословне успешности банака у Републици Србији. Конкретно, представљене су основне карактеристике и развој банкарског сектора, и дат је преглед одређених перформанси банкарског сектора у Републици Србији. Четврто поглавље *Креирање композитног индекса и одређивање детерминанти пословне успешности банака у Републици Србији* представља главни истраживачки део дисертације где су најпре представљени индикатори и формиран вишекритеријумски модел, одређени тежински коефицијенти, и потом извршено израчунавање композитног индекса пословне успешности применом *PROMETHEE* метода. У другом делу, фокус анализе јесте на утврђивању основних детерминанти пословне успешности, применом регресионе анализе на кварталним панел подацима за период од 2005. године до 2020. године.

2. Циљеви научног истраживања

Савремени услови пословања захтевају редовне анализе пословања банака и анализу целокупног конкурентног тржишта како би се благовремено уочиле рањивости и потешкоће у пословању. Адекватна анализа пословања банака и идентификација фактора који доприносе пословној успешности могу у великој мери олакшати доношење одлука руководиоцима. У пракси се често користи анализа заснована на финансијским показатељима, међутим, овај приступ у савременим условима не пружа задовољавајућу количину информација. Да би се адекватно извршила квантитативна оцена успешности пословања ентитета, обзиром на њену сложеност и вишедимензионалну природу, често се захтева коришћење квантитативних метода и алата. Методи вишекритеријумске анализе пружају свеобухватну, емпиријски засновану нумеричку процену успешности пословања и рангирање ентитета, што иначе није могуће када се користи традиционална анализа базирана на финансијским показатељима. Стога је основни циљ научног истраживања утврђивање успешности пословања банака у Републици Србији креирањем композитних индекса пословне успешности на основу јавно доступних података из

кварталних финансијских извештаја банака (20 банака). Креирање композитних индекса извршено је применом метода вишекритеријумске анализе за период од 2005. године до 2020. године, како би се истражила пословна динамика сваке од банака, и како би се извршила идентификација банака које имају повољан тренд кретања пословне успешности. Поред тога, разрадом основног циља долази се до посебног циља истраживања усмереног ка утврђивању основних детерминанти пословне успешности банака у посматраном периоду.

Имајући у виду предмет и циљеве истраживања формулисана су следеће хипотезе истраживања:

X1: Постоји статистички значајна разлика између композитних индекса добијених применом некомпензаторних метода и композитних индекса добијених линеарном комбинацијом;

X2: Постоји инверзија ранга између поретка композитних индекса добијених применом објективних метода за одређивање тежинских коефицијената критеријума и поретка композитних индекса добијених применом приступа једнаког тежинског одређења;

X3: Постоји статистички значајна разлика у оствареној пословној успешности између банака у већинском домаћем приватном и банака у већинском иностраном власништву;

X4: Величина банке представља значајну детерминанту успешности пословања, при чему пословна успешност банака опада са повећањем величине банке (у складу са „*too big to fail*“ теоријом).

3. Очекивани резултати научног истраживања

Очекивани резултати научног истраживања се могу посматрати са теоријског и са практичног аспекта. Са теоријског аспекта дисертација пружа целовит увид у проблематику квантификације пословне успешности банака и приступа који се примењују, док се са практичног аспекта очекују следећи резултати:

- указивање на потенцијалне предности примене вишекритеријумских метода као подршке управљању у банкарском сектору;
- креирање композитног индекса којим ће се на свеобухватан начин извршити квантификација успешности пословања банака;

- указивање на могућности примене вишекритеријумских метода за агрегацију разnorodних података из финансијских извештаја како би се добио јединствен, репрезентативан показатељ успешности пословања, чиме долази до инкорпорирања традиционалних приступа у један савремени концепт који омогућује примену напредних аналитичких алата и квантитативних метода;
- идентификовање екстерних и интерних детерминанти које утичу на остварену пословну успешност банака, чиме се омогућава пружање одређених смерница руководству банке у циљу побољшања успешности пословања.

Научни допринос дисертације огледа се у креирању новог композитног индекса пословне успешности који, за разлику од већине постојећих композитних индекса, не дозвољава компензацију индикатора. Наиме, већина развијених композитних индекса као метод агрегације користи линеарну агрегацију која подразумева потпуну компензацију, те се лош учинак једног индикатора може уравнотежити већим вредностима код других индикатора. Са друге стране, *PROMETHEE* метод представља некомпензаторни вишекритеријумски метод који омогућава добијање непристрасних, некомпензаторних композитних индекса.

4. Примењене научне методе

Окосницу истраживања чини примена квантитативних метода којима се мери пословна успешност банака у Републици Србији, као и испитивање основних детерминанти тако утврђене пословне успешности. У првој фази истраживања извршено је креирање композитних индекса пословне успешности применом објективног приступа за одређивање тежинских коефицијената критеријума и некомпензаторног вишекритеријумског *PROMETHEE* метода. Друга фаза истраживања подразумева примену регресионе анализе ради утврђивања основних детерминанти пословне успешности банака у Републици Србији, где зависну варијаблу представљају добијени индекси пословне успешности из прве фазе истраживања, док су независне варијабле одређени микро и макроекономски показатељи (интерне и екстерне детерминанте). Резултати примењених квантитативних метода презентовани су табеларно и илустровани путем графикана. Табеларно-графички прикази на основу расположивог емпиријског материјала (финансијски извештаји пословних банака) представљају основни начин презентовања података и резултата.

Поред наведених основних метода, у циљу реализације истраживања примењени су и следећи научни методи:

- Дескриптивни метод путем којег је извршен опис и дефинисање одређених појмова;
- Индуктивни метод путем којег се на основу разматрања успешности пословања појединачних пословних банака извлачи закључак о успешности сектора пословних банака у Републици Србији, као и трендовима кретања пословне успешности банака током анализираних периода;
- Дедуктивни метод којим се, полазећи од теоријског оквира презентованог у литератури, како у домаћој, тако и иностраној, а која је по општости апстрактнија, долази до појединачних предвиђања међузависности посматраних појава што омогућава препознавање базичних фактора остварене успешности пословања банака;
- Метод синтезе путем којег је извршено сумирање резултата истраживачког рада и формулисање закључака.

**ПРВО ПОГЛАВЉЕ: ТЕОРИЈСКО-
МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР КРЕИРАЊА
КОМПОЗИТНИХ ИНДЕКСА**

1. Креирање теоријског оквира

Рапидне промене са којима се савремено друштво суочава, настале услед технолошке револуције, либерализације тржишног амбијента, глобализације савременог пословног окружења али и разних кризних дешавања, условљавају потребу њиховог адекватног праћења ради пружања правовременог и примереног одговора. Праћење промена и мерење њиховог утицаја представља комплексан задатак. Наиме, промене углавном карактерише вишедимензионална природа те је њихова квантификација отежана. Праћење само једне од димензија вишедимензионалног феномена није адекватно, односно, омогућава добијање само парцијалних информација. За добијање целокупне слике о одређеном вишедимензионалном феномену неопходно је креирати мерило који омогућава истовремено праћење више димензија. Последњих година на значају добија креирање композитних индекса, као мерила прилагођених за евалуацију вишедимензионалних феномена.

Композитни индекс представља агрегирану вредност која садржи појединачне показатеље, односно индикаторе, при чему се узима у обзир релативна значајност сваког од индикатора која се назива пондер или тежински коефицијент индикатора (Nardo et al., 2005). У Приручнику за конструкцију композитних индекса (OECD & JRC, 2008) композитни индекс се описује као агрегирање појединачних индикатора у јединствени индекс на основу одређеног модела. Композитни индекси обезбеђују једну меру за вишедимензионални феномен који се не може директно евалуирати. Веома су корисни јер могу ефикасно рангирати различите јединице посматрања, пружајући адекватне информације како креаторима политике, тако и јавности јер су резултати лако разумљиви.

Двострука природа композитних индикатора, односно њихов капацитет да обухвате сложене мултидимензионалне феномене, док нуде прецизна, валидна и робусна мерења која су једноставна и лака за интерпретацију, разлог је великог повећања њихове употребе последњих година, како у академској заједници, тако и у политичкој и јавној сфери друштва (Vericat et al., 2019). Академско интересовање за ову област делимично потиче од све већег броја података доступних данас, који омогућавају истраживачима да успоставе адекватне моделе мерења за упоређивање и праћење еволуције различитих појава или аспеката друштвене стварности. Композитни индекси омогућавају поређење карактеристика различитих јединица посматрања или истраживачких објеката у простору и током времена, као што су земље, региони, институције и друштвене групе.

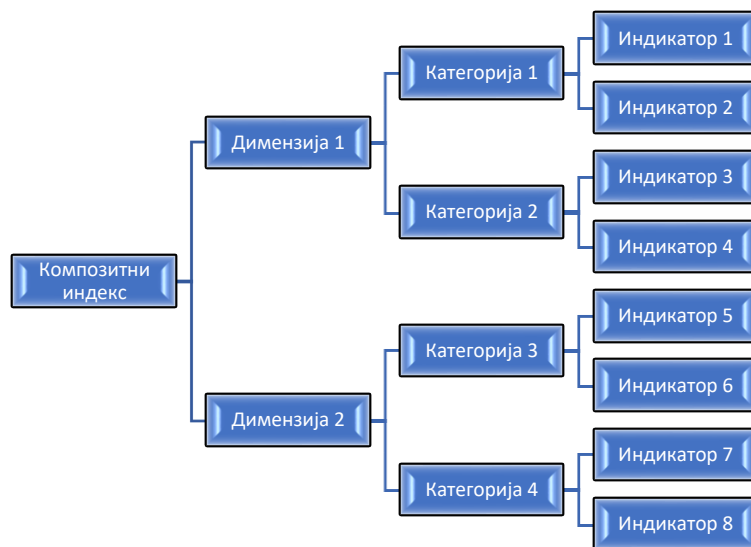
Из ових разлога, композитни индекси представљају предмет све већег интересовања у јавној и политичкој сфери будући да пружају прецизне информације које се све више узимају у обзир у политичком одлучивању и евалуацији јавних политика.

Примена композитних индекса олакшава доношење одлука и процес комуницирања резултата будући да је композитне индексе лакше тумачити у односу на појединачне показатељи, који често могу водити контрадикторним закључцима имајући у виду да за разлику од композитног индекса који даје свеобухватну оцену свих димензија, појединачни индекси често имају могућност вредновања само једне одређене димензије комплексног феномена. Међутим, сам процес креирања композитних индекса је сложен будући да је потребно развити адекватну теоријско-методолошку апаратуру како би се избегло добијање неупотребљивих резултата који могу довести до лоших закључака. Конструкција композитног индекса може се посматрати као стаза са препрекама, где је креатор индекса током конструкције композитног индекса суочен са различитим препрекама, од доступности података, преко избора појединачних индикатора, до њиховог третмана како би се обезбедила упоредивост и омогућило агрегирање (Terzi et al., 2021).

Дизајн доброг композитног индекса захтева, пре свега, кохерентну концептуализацију вишедимензионалног феномена који је предмет евалуације. Концептуална дефиниција којом се оцртава вишедимензионални феномен који се испитује мора бити заснована на адекватном теоријском оквиру (Bericat et al., 2019). Поред тога, емпиријске информације потребне за креирање модела морају бити проверљиве, поуздане и доступне, што иако делује као једноставан захтев, често се у пракси покаже као изузетно компликован. Поред тога, подаци морају имати довољан ниво емпиријског квалитета, морају бити доступни током потребног низа година и морају бити упоредиви. Такође, изградња композитног индекса укључује многе критичне и сложене методолошке одлуке (нормализација, пондерисање, агрегација, импутација, итд.) о којима креатор композитног индекса мора размишљати на самом почетку процеса конструкције композитног индекса.

Основни корак приликом формирања композитног индекса јесте дефинисање теоријског оквира. У питању је почетни корак у коме је неопходно извршити моделирање вишедимензионалног феномена који је предмет анализе. На основу дефинисаног теоријског оквира у наредном кораку биће извршена селекција индикатора који најбоље одговарају теоријским поставкама. У основи дефинисања теоријског оквира налази се моделирање вишедимензионалног феномена које подразумева процес дефинисања

структуре композитног индекса. У зависности од природе посматраног феномена ова структура може бити једноставна и подразумевати агрегацију неколико појединачних индикатора. Са друге стране, постоји могућност да посматрани феномен има сложену природу, те да је у том случају пожељно појединачне индикаторе сврстати у одређене категорије ради лакше евалуације различитих аспеката посматраног вишедимензионалног феномена. Комбиновање одређеног броја једноставних индикатора у композитни индекс има двоструку функцију: прво, композитни индекси комбинују појединачне индикаторе ради побољшање валидности, поузданости и робусности информација у односу на оне које се могу добити из појединачног индикатора; друго, композитни индекси комбинују информације да би били у стању да емпиријски карактеришу проблеме који су, по својој природи, вишедимензионални и који се стога не могу обухватити у свом суштинском обиму појединачним индикатором. Дакле, имајући у виду ову вишедимензионалну природу, моделирање концепта који се евалуира подразумева његово разлагање на категорије и димензије, укључујући на крају конкретне индикаторе или емпиријске информације (Слика 1). Категорије представљају други ниво хијерархије, док се изнад категорија, као виши ниво хијерархијске структуре вишедимензионалног феномена могу јавити и димензије, у случају када је природа посматраног вишедимензионалног феномена посебно комплексна. Димензије представљају агрегиране категорије које имају улогу да олакшају евалуацију и разумевање различитих аспеката вишедимензионалног феномена. На самом дну хијерархијске структуре налазе се појединачни индикатори.



Слика 1. Хијерархијска структура композитног индекса

Извор: Приказ аутора

Управо адекватно идентификовање вишедимензионалне структуре која одговара економској реалности представља један од већих изазова са којима се суочавају истраживачи приликом креирања композитних индекса. Наиме, у пракси је доста изазовно извршити агрегацију појединачних индикатора тако да они одсликавају реално стање вишедимензионалног феномена. Стога је израда теоријског оквира задатак коме треба посветити пажњу.

Првобитни покушаји изградње композитних индекса били су оријентисани на обухватање великих концепата чије су се теоријске дефиниције показале проблематичним, будући да се приликом креирања теоријског оквира наилазило на различите нејасноће и неодређености. Имплицитне потешкоће у дизајнирању и конструкцији индекса јавиле су се код вишедимензионалних феномена који мере макро-концепте попут друштвеног развоја, квалитета живота и слично, и који захтевају развој изузетно сложеног и свеобухватног теоријског оквира, као и комбиновање бројних неупоредивих категорија и димензија. У таквим случајевима, неадекватно дефинисан теоријски оквир водио је до потешкоћа у наредним корацима конструкције композитног индекса, попут пондерисања и агрегирања. Управо из тог разлога, поједини истраживачи подржавају развој теоријског оквира средњег опсега, и сматрају да методологија композитних индекса нуди свој пуни научни потенцијал када истраживачи дизајнирају фокусиране композитне индексе, односно мерне моделе засноване на дескриптивној и вишедимензионалној структури одређеног дела или аспекта друштвеног проблема, који је ухваћен кроз прецизну и кохерентну концептуалну дефиницију, и квантификован адекватном емпиријском структуром (Vericat et al., 2019).

Јасно је да креирање теоријског оквира представља важан корак у конструкцији композитних индекса који условљава све остале кораке. Наиме, методологија конструкције композитног индекса подразумева неколико међу-повезаних корака, где је најпре потребно дефинисати концепт, затим извршити адекватан одабир индикатора, избор пондера као и избор адекватног метода агрегирања. Одабир индикатора треба вршити тако да се обезбеди да они садрже релевантне информације и да одсликавају феномен који се анализира. Теоријски оквир треба да пружи јасне смернице о томе које индикаторе треба одабрати на основу формираног вишедимензионалног модела. Дефинисање адекватног теоријског оквира представља предуслов за наредне кораке посвећене припреми података. Три важна питања припреме података су избор индикатора, импутација недостајућих вредности и мултиваријационе истраживачке

анализе, те се овим питањима посвећује посебна пажња приликом конструкције композитних индекса, а свако од њих биће обрађено у наредном делу текста.

2. Селекција индикатора и обрада недостајућих података

Након дефинисања теоријског оквира следи наредни корак у којем се врши избор појединачних индикатора на основу којих ће бити извршена квантификација вишедимензионалног феномена. Идентификација индикатора који се користе приликом креирања композитног индекса један је од најважнијих корака. Добро је познато да уколико се процес селекције и избора одговарајућих индикатора релевантних за посматрани феномен не спроведе на одговарајући начин, креирани оквир за евалуацију вишедимензионалног феномена имаће малу практичну значајност (Neely et al., 2000). Процес одабира индикатора традиционално може бити прилично субјективан јер се често заснива на мишљењу креатора композитног индекса, али уколико постоји ваљан теоријски оквир за предмет истраживања, онда би селекцију требало вршити у складу са дефинисаним теоријским оквиром. Индикаторе треба изабрати на основу релевантности, важности, приступачности, репрезентативности и оперативне употребљивости, уз уважавање потенцијалног ризика повезаног са значајним варирањем његове величине (Dobbie & Dail, 2013). Дакле, идентификацију и селекцију индикатора треба вршити тако да буду задовољени принципи аналитичке исправности, мерљивости, покривености, релевантности и повезаности за феномен који се мери (OECD & JRC, 2008). Квалитет индикатора који чине композитни индекс у великој мери одређује ваљаност самог композитног индекса. Стога је од значаја испитивање особина самих индикатора, њиховог квалитета и доступности.

Избор индикатора је често субјективан процес, будући да не постоји унапред дат сет индикатора којима се квантификује одређени феномен. Да би се тај процес олакшао и стандардизовао, у другом кораку Водича за конструкцију композитних индекса (*Competence Centre on Composite Indicators and Scoreboards, 2022a*) наводе се следећи критеријуми за избор индикатора:

- Релевантност – индикатор треба изабрати тако да се може повезати са једним или више питања око којих се формулишу кључне одлуке и политике. Уколико индикатор не може да се повеже са важним одлукама и политикама мало је вероватно да ће мотивисати акцију;

- Једноставност – индикатор мора бити разумљив и јасан циљном аудиторијуму;
- Пуноважност – индикатор мора да рефлектује чињенице. Подаци морају бити прикупљени применом научно заснованих техника, морају бити проверљиви и веродостојни;
- Тренд – мора постојати могућност праћења тренда индикатора током времена. Ако се индикатор заснива само на једној или две тачке података временске серије онда није могуће предвидети правац кретања посматраног феномена у блиској будућности;
- Доступност и приступачност – подаци морају бити доброг квалитета и доступни по разумним ценама;
- Осетљивост – индикатор мора бити довољно осетљив да може да детектује малу промену у систему;
- Поузданост – индикатор мора бити одабран тако да обезбеди долазак до истог закључка више истраживача, односно, да се анализом истог индикатора долази до истих резултата.

Међутим, приликом конструкције композитних индекса често се јавља проблем недостајућих података. *Little* и *Rubin* (2019) дефинишу недостајуће податке као неопажене вредности које би биле значајне за анализу ако би се посматрале. Разлози недостајања података могу бити вишеструки. Један од разлога недостајања података јесте то што се одређени феномен не може измерити или нико није покушао да га измери. Поред тога, може се десити да доступни подаци буду неупоредиви, па стога и неупотребљиви. Проблем недостајућих података јавља се у готово свим студијама случаја формирања композитних индекса, при чему подаци могу да недостају ненамерно или намерно. Конкретно, категоризација недостајућих података врши се на следећи начин (Nardo et al., 2005):

а) Подаци недостају у потпуности ненамерно (*MCAR – Missing completely at random*) – вредности које недостају не зависе од конкретног индикатора које се анализира или било којег другог индикатора који се анализира у оквиру посматраног феномена. Рецимо, недостајући податак за индикатор нето добит био би категорисан као податак који недостаје у потпуности ненамерно ако предузећа која не пријављују своју нето добит имају у просеку исту нето добит као предузећа која су пријавила своју нето добит, и ако је сваки од других индикатора у оквиру посматраног феномена који се анализира у

просеку исти за предузећа која нису пријавила нето добит и за предузећа која јесу пријавила нето добит.

б) Подаци недостају ненамерно (*MAR – Missing at random*) – вредности које недостају не зависе од конкретног индикатора које се анализира али зависе од других индикатора који се анализирају у оквиру посматраног феномена. Недостајући податак за индикатор нето добит био би категорисан као податак који недостаје ненамерно ако вероватноћа да недостаје податак о нето добити зависи од величине предузећа али да у оквиру сваке категорије величине предузећа вероватноћа да недостаје вредност нето добити није повезана са износом нето добити.

в) Подаци недостају намерно (*NMAR – Not Missing At Random*) – вредности које недостају зависе искључиво од сопствене вредности. Рецимо, када је реч и индикатору нето добит постоји већа вероватноћа да предузећа која остварују већу нето добит не пријаве износ остварене нето добити, у поређењу са предузећима која остварују мањи износ нето добити.

Недостајући подаци представљају изазов за истраживаче, будући да неадекватан третман недостајућих података може довести до пристрасних резултата. Имајући у виду да недостајући подаци могу утицати на резултате анализе, има смисла узети у обзир приступе који ефективно предвиђају, или импутирају (односно, попуњавају), неопажене вредности. Постоје три различита приступа за третман података који недостају:

- а) брисање случаја
- б) појединачна импутација и
- в) вишеструка импутација.

Најједноставнији је први приступ који подразумева изостављање недостајућих података из анализе. Недостатак овог приступа произилази из потенцијалног губитка информација при одбацивању јединица посматрања за које не постоје потпуни подаци. Овај губитак информација има два аспекта која се односе на губитак прецизности и пристрасност када подаци недостају у потпуности намерно, будући да у том случају комплетне јединице посматрања нису случајни узорак свих иницијалних јединица посматрања. Степен пристрасности и губитка прецизности зависи не само од удела потпуних јединица и врсте података који недостају, већ и од тога у којој се мери разликују комплетне и некомплетне јединице посматрања. *Little* и *Rubin* (2019) сматрају да уколико јединица посматрања има више од 5% недостајућих података приступ брисања случаја није добар избор.

Са друге стране, импутација представља приступ који недостајуће податке сматра есенцијалним делом анализе и врши уметање недостајућих вредности путем једне или вишеструке импутације. Импутација представља општи и флексибилан метод за решавање проблема са подацима који недостају. Основна предност импутације огледа се у томе што се тиме омогућава анализа потпуних података (Rubin, 1988). Међутим, као што постоје очигледне предности импутирања вредности за сваку вредност која недостаје, постоје и очигледни недостаци ових приступа. Основни недостатак ових приступа је у томе што не узимају у обзир могућност настанка пристрасности у проценама извршеним стандардним методама процене примењеним на стварне и импутиране податке (Dempster & Rubin, 1983). Дакле, анализе које третирају импутиране вредности исто као и посматране вредности генерално систематски потцењују неизвесност, чак и под претпоставком да су познати разлози постојања недостајућих података.

3. Мултиваријациона анализа података

Као један од есенцијалних корака ка изградњи композитног индекса јавља се мултиваријациона анализа података. Суштина мултиваријационе анализе података састоји се у посматрању индикатора које чине композитни индекс као целину, са циљем да се испита њихова структура. Примена техника мултиваријационе анализе омогућава откривање сложених веза које постоје између индикатора. Технике мултиваријационе анализе података су популарне јер омогућавају јединицама посматрања да створе знање и на тај начин побољшају своје доношење одлука. Мултиваријациона анализа се односи на све статистичке технике које истовремено анализирају вишеструка мерења на појединцима или објектима који се истражују.

Ова врста анализе је истраживачке природе и од помоћи је у процени адекватности скупа вишедимензионалних података, као и приликом методолошких избора о даљим корацима током изградње композитног индекса, попут пондерисања и агрегирања (Nardo et al., 2005). Мултиваријациона анализа има за циљ да анализира општу структуру података како би се пронашле евентуалне нелогичности између индикатора. Предност ове анализе је у томе што омогућава рану идентификацију недоследности у формулацији индикатора и исправља их када је то потребно (на пример, кроз инверзно пондерисање корелисаних индикатора). Наиме, ако анализа открије негативну корелацију између два индикатора, оба не би требало да буду компоненте

коначног индекса јер ће се њихови ефекти међусобно неутралисати и на тај начин потенцијално довести до пристрасности приликом агрегације, у зависности од изабраног приступа за агрегирање података (Dialga & Giang, 2017).

Технике мултиваријационе анализе могу се класификовати у зависности од оријентације на технике оријентисане ка испитивању међузависности јединица посматрања и технике оријентисане ка испитивању међузависности индикатора. Испитивање међузависности индикатора подразумева примену анализе главних компоненти и факторске анализе, као и дискриминационе анализе, док испитивање међузависности јединица посматрања подразумева примену кластер анализе.

Суштина испитивања међузависности индикатора јесте провера постојања равнотеже између појединачних индикатора у композитном индексу. Тежња анализе главних компоненти је да открије природу међуповезаности различитих варијабли трансформацијом корелисаних оригиналних варијабли помоћу корелационе матрице или матрице коваријансе у нови скуп некорелисаних варијабли (Nardo et al., 2005). Новодобијене варијабле представљају линеарну комбинацију оригиналних варијабли и сортиране су у опадајућем редоследу према количини варијансе коју чине у оригиналном скупу променљивих. Обично су корелације између оригиналних варијабли довољно велике тако да првих неколико нових варијабли, које се називају главним компонентама, чине већину варијансе у скупу података. Недостатак корелације у главним компонентама је корисна особина јер значи да главне компоненте мере различите статистичке димензије у подацима. Мора се нагласити да анализа главних компоненти не може увек свести велики број оригиналних варијабли на мали број трансформисаних варијабли. Ако оригиналне варијабле нису у корелацији, онда је анализа главних компоненти неупотребљива, док у случају постојања корелације, било позитивне или негативне, може доћи до значајне редукције података.

Када је реч о факторској анализи у најопштијем смислу она се може дефинисати као анализа која се састоји од низа статистичких техника чији је циљ да поједноставе сложене скупове података. Другим речима, факторска анализа има за циљ редукцију броја индикатора у ситуацијама када постоји значајна међузависност између појединачних индикатора.

Још један начин за анализирање структуре скупа података и испитивање његове конзистентности јесте коришћење Кронбах алфа (*Cronbach alpha*) коефицијента. Кронбах алфа је мера унутрашње конзистентности, односно међу-повезаности скупа индикатора.

Међутим, треба напоменути да иако наведене технике пружају важне информације о структури скупа индикатора њихова адекватна примена подразумева да узорак јединица посматрања мора бити задовољавајуће величине. Ако је узорак мали у поређењу са бројем индикатора резултати неће имати адекватна статистичка својства (OECD & JRC, 2008).

Испитивање међузависности јединица посматрања може се вршити применом кластер анализе, која се у процесу креирања композитних индекса може употребити за анализирање сличности јединица посматрања по појединачним индикаторима.

Међутим, ако је скуп варијабли које се користе за одређивање сличности између јединица посматрања велики, или ако се верује да неке од варијабли не доприносе идентификацији структуре кластера у скупу података предложене су методе које комбинују технике редукције димензија (првенствено технику анализе главних компоненти) са кластер анализом (Markos et al., 2019). Према овом приступу, прво се оригинални подаци трансформишу коришћењем редукције димензија, а затим се кластер анализа примењује на трансформисане податке. Овај метод је познат и као тандемски приступ. Ипак, примена овог приступа захтева одређену дозу опреза будући да технике редукције димензија могу идентификовати димензије које не морају нужно помоћи приликом идентификовања структура груписања у подацима.

Свака од наведених техника има одређене предности и недостатке, те одабир одговарајуће технике мора бити ситуационо одређен, односно, дефинисан у зависности од природе проблема и врсте података који се анализирају (Табела 1).

Табела 1. Предности и недостаци мултиваријационих техника

Техника	Предности	Недостаци
Анализа главних компоненти Факторска анализа	<ul style="list-style-type: none"> • Може да сумира скуп појединачних индикатора уз очување највеће могуће пропорције укупне варијације у оригиналном скупу података. • Највећа факторска оптерећења се додељују појединачним индикаторима који имају највећу 	<ul style="list-style-type: none"> • Корелације не представљају нужно стварни утицај појединачних индикатора на појаву која се мери. • Осетљива на измене у основним подацима: ревизије и ажурирања података, на пример, укључивање нових јединица посматрања.

	<p>варијацију међу јединицама посматрања, што је пожељно својство за поређења међу јединицама посматрања, будући да су појединачни индикатори који су слични међу јединицама посматрања од малог интереса и не могу да објасне разлике у учинку.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Осетљива на присуство екстремних вредности (<i>outlier</i>), што може да уведе лажну варијабилност у подацима. • Осетљива на проблеме малог узорка, који су посебно релевантни када је фокус на ограниченом скупу јединица посматрања. • Минимизирање доприноса појединачних индикатора који се не мењају у складу са променама других појединачних индикатора.
Кронбах алфа	<ul style="list-style-type: none"> • Мери интерну доследност у скупу појединачних индикатора, односно колико добро описују једнодимензионални продукт. 	<ul style="list-style-type: none"> • Корелације не представљају нужно стварни утицај појединачних индикатора на појаву изражену композитним индексом. • Има смисла само када се композитни индекс израчунава као збир појединачних индикатора.
Кластер анализа	<ul style="list-style-type: none"> • Нуди другачији начин груписања јединица посматрања; даје неки увид у структуру скупа података. 	<ul style="list-style-type: none"> • Чисто описни алат; можда неће бити транспарентан ако методолошки избори направљени током анализе нису аргументовани и јасно објашњени.

Извор: OECD & JRC (2008), страна 26

4. Методологија за нормализацију података

Наредни корак у конструкцији композитног индекса јесте нормализација података. Наиме, индикатори одабрани у другом кораку најчешће нису изражени у упоредивим мерним јединицама, те је агрегација таквих података неизводљива без њихове претходне трансформације. Трансформација оригиналних вредности индикатора у упоредиве, стандардизоване јединице врши се техникама нормализације. Одабир технике нормализације нема утицаја на рангирање јединица посматрања посматрано по појединачним индикаторима, али има одређени утицај на крајњу вредност композитног индекса. У литератури је предложено неколико различитих техника за нормализацију вредности индикатора, при чему конкретан облик нормализације зависи од природе индикатора. Сами индикатори се могу категорисати на:

- Приходне индикаторе, код којих је пожељно да индикатор оствари што већу вредност;
- Расходне индикаторе, код којих је пожељно да индикатор оствари што нижу вредност.

У односу на могућност прецизног мерења могу се дефинисати:

- Квалитативни индикатори, код којих није могуће прецизно и тачно мерење, и притом је мера најчешће дескриптивна.
- Квантитативни индикатори, који се могу прецизно квантификовати и изразити различитим јединицама мере.

Дакле, будући да постоје различите врсте индикатора да би се омогућило креирање композитних индекса за јединице посматрања неопходно је извршити трансформацију индикатора у бездимензионалне вредности. Пре примене техника нормализације потребно је скуп прикупљених података обрадити како би се обезбедила употребљивост и упоредивост података. Обрађивање података подразумева (Etzkorn, 2018):

- Превођење свих квалитативних података у квантитативне како би се обезбедили услови за примену техника нормализације;
- Селекција адекватне технике нормализације и примена релација за нормализацију (у зависности од типа индикатора).

Постоји велики број техника за нормализацију. Неке од најпопуларнијих су линеарна нормализација, векторска нормализација, рангирање, удаљеност од референтне тачке као и стандардизација (*z-score*).

Линеарна техника нормализације инкорпорира неколико различитих техника: макс, мин-макс и линеарна адитивна нормализација. Релације нормализације зависе од типа индикатора и врсте линеарне нормализације (Çelen, 2014).

а) Линеарна нормализација типа макс:

- Релација за нормализацију приходних индикатора:

$$r_{ij}^+ = \frac{x_{ij}}{x_j^*} \quad (1.1)$$

- Релација за нормализацију расходних индикатора:

$$r_{ij}^- = \frac{x_j^-}{x_{ij}} \quad (1.2)$$

б) Линеарна нормализација типа макс-мин

- Релација за нормализацију приходних индикатора:

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

- Релација за нормализацију расходних индикатора:

$$r_{ij}^- = \frac{x_j^* - x_{ij}}{x_j^* - x_j^-} \quad (1.4)$$

в) Линеарна адитивна нормализација

- Релација за нормализацију приходних индикатора:

$$r_{ij}^+ = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (1.5)$$

- Релација за нормализацију расходних индикатора:

$$r_{ij}^- = \frac{\frac{1}{x_{ij}}}{\sum_{i=1}^m \frac{1}{x_{ij}}}, \quad (1.6)$$

Где су:

r_{ij}^+ - линеаризоване вредности приходних индикатора,

r_{ij}^- - линеаризоване вредности расходних индикатора,

x_{ij} – вредност j -тог индикатора за i -ту јединицу посматрања,

$x_j^* = \max_i x_{ij}$,

$$x_j^- = \min_i x_{ij}.$$

Основни недостатак линеарне нормализације јесте недостатак „центрирања“ појединачних нормализованих вредности индикатора око средње нормализоване вредности, што може представљати проблем приликом конструисање некомпензаторног композитног индекса код одређених приступа агрегирања (Casadio Tarabusi & Guarini, 2013). Са друге стране, предност линеарне нормализације је у томе што омогућава да се упореде вредности јединица посматрања, како у простору тако и у времену, у односу на заједничку референцу која се не мења из периода у период (Mazziotta & Pareto, 2021). Другим речима, повећање нормализоване вредности дате јединице посматрања, из једног периода у други, одговара повећању првобитне вредности.

Векторска техника нормализације се спроводи тако што се свака појединачна вредност индикатора за сваку јединицу посматрања подели нормом за тај индикатор, при чему норма представља квадратни корен збира квадрата вредности елемената по сваком индикатору.

$$r_{ij}^+ = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad r_{ij}^- = \frac{\frac{1}{x_{ij}}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (\frac{1}{x_{ij}})^2}}, \quad (1.7)$$

где је:

r_{ij}^+ - нормализована вредност приходних индикатора,

r_{ij}^- - нормализована вредност расходних индикатора.

Техника рангирања подразумева једноставно рангирање индикатора по јединицама посматрања и представља најпростију технику нормализације. Као основне предности ове технике наводе се једноставност и независност од утицаја екстремних вредности, док се као недостатак наводи губитак информација, као и немогућност праћења учинка јединице посматрања током времена (*Competence Centre on Composite Indicators and Scoreboards*, 2022b).

Удаљеност од референтне тачке подразумева стандардизовање у односу на одређену јединицу посматрања. Другим речима, стандардизација применом технике удаљености од референтне тачке подразумева стављање у однос вредност j -ог индикатора i -те јединице посматрања у било ком временском тренутку (x_{ij}^t) и вредности тог индикатора за одређену, референтну, \bar{i} -ту јединицу посматрања у одређеном временском тренутку ($x_{i\bar{i}}^{t_0}$):

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}^t}{x_{ij=t_0}^t} \quad (1.8)$$

Техника стандардизације подразумева конвертовање вредности свих индикатора у вредности са аритметичком средином нула и стандардном девијацијом један. Нормализација вредности индикатора врши се применом релације:

$$z_j = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j} \quad (1.9)$$

Где су:

z_j – стандардизоване вредности индикатора,

x_{ij} - вредност j -тог индикатора за i -ту јединицу посматрања,

\bar{x}_j – средња вредност j -тог индикатора,

s_j – стандардна девијација j -тог индикатора.

Техника стандардизације омогућава упоређивање вредности јединица посматрања, како у простору тако и у времену, али у односу на средњу вредност и варијансу дистрибуције. Дакле, повећање стандардизоване вредности дате јединице, из једног периода у други, указује да је првобитна вредност порасла у поређењу са новом средњом вредношћу и варијансом, али не мора нужно да одговара повећању оригиналне вредности, што представља ограничење ове технике када се врши поређење различитих периода.

Избор адекватне технике нормализације је од изузетног значаја приликом креирања композитних индекса. Приликом одлучивања о техници нормализације која ће бити примењена мора се водити рачуна о природи података и циљевима композитног индекса који се креира, нарочито у ситуацији када су присутне екстремне вредности. Такође, дужна пажња се мора посветити избору технике нормализације и уколико се планира поређење јединица посматрања током времена, будући да не дају све технике нормализације временски упоредиве резултате (Mazziotta & Pareto, 2021).

5. Методологија за одређивање тежинских коефицијената

Један од посебно значајних корака приликом конструкције композитних индекса јесте одређивање тежинских коефицијената, односно, пондерисање. Значај пондерисања у конструкцији композитних индекса је двострук (Greco et al., 2019a):

(а) прво, пондерисање указује на експлицитну важност која се приписује сваком индикатору у композитном индексу. Тачније, пондер се може сматрати врстом коефицијента који је везан уз индикатор, показујући његову важност у односу на остале индикаторе.

(б) друго, односи се на имплицитну важност индикатора, будући да указује на компромис који постоји између парова индикатора у процесу агрегације, што је нарочито значајно у поступку агрегације будући да од овог имплицитног значења тежинских коефицијената зависни природа креираног индекса, односно, да ли ће бити компензаторне или некомпензаторне природе, о чему ће бити више речи у делу који се односи на агрегирање.

Креатори композитног индекса могу да бирају између великог броја шема пондерисања, у зависности од структуре и квалитета података или сопствених преференција. Прецизније, уколико се посматра структура и квалитет података, већа тежина би се могла приписати индикаторима са широм покривеношћу (за разлику од оних са вишеструким случајевима третираних података који недостају) или онима узетим из поузданијих извора, као начин да се додели већа значајност квалитету индикатора (Freudenberg, 2003). Међутим, овакав приступ би могао да резултира пристрасном селекцијом индикатора. Наиме, индикаторе треба пажљиво бирати у складу са дефинисаним концептуалним оквиром, јер се у супротном може јавити *garbage in–garbage out* проблем, односно, услед лошег квалитета улазних података (индикатора), може доћи до креирања лошег резултата (композитног индекса) (Funtowicz & Ravetz, 1990).

Одређивање адекватних тежинских коефицијента, односно, избор одговарајуће технике пондерисања, представља један од тежих изазова у изградњи композитних индекса имајући у виду да постоје докази у литератури о значајној промени резултата рангирања јединица посматрања приликом манипулисања шемом пондерисања. Овај проблем се често назива „проблем индекса“ (Rawls, 1971). Дакле, иако се постигне консензус о индикаторима који чине индекс, неопходно је постићи консензус и о шеми пондерисања која ће бити примењена. Међутим, не постоји унапред дефинисана, проблему прилагођена шема пондерисања. Креатори композитних индекса самостално доносе одлуку о техници пондерисања која ће бити примењена. Тако, креатор композитног индекса може субјективно да одлучи да додели једнаке тежинске коефицијенте свим индикаторима, или пак да одлучи да преферира одређени индикатор или одређене индикаторе додељивањем већих тежинских коефицијената у складу са

сопственим преференцијама. Са друге стране, одређени креатори композитних индекса ослањају се на статистичке технике приликом пондерисања и додељивање тежинских коефицијента врше уз уважавање корелације између индикатора. Поред тога, додељивање тежинских коефицијената може бити извршено на основу консултовања експерата који поседују адекватно знање о вишедимензионалном феномену који се истражује. У последње време актуелна је примена метода оптимизације за одређивање тежинских коефицијената, о чему ће бити више речи у наредном поглављу.

Дакле, методе за одређивање тежинских коефицијената могу се класификовати у три групе:

- а) метод једнаких тежинских коефицијената;
- б) методе базиране на статистичким техникама и
- в) методе које уважавају мишљење експерата.

5.1. Метод једнаких тежинских коефицијената

Најједноставнија опција за креатора композитног индекса јесте да се одлучи да примени једнаке тежинске коефицијенте за све индикаторе у композиту.

Hagerty и *Land* (2007) су показали да тамо где нису доступне субјективне преференције о релативној значајности индикатора одређеног индекса методологија која резултира најнижим нивоом неслагања међу варијацијама у тежинским коефицијентима појединаца јесте систем једнаких тежинских коефицијената. Стога, када није могуће обезбедити мишљења експерата о релативној значајности индикатора оправдано је применити метод једнаких тежинских коефицијената (Sharpe & Andrews, 2012). У литератури се могу пронаћи различита оправдања за примену метода једнаких тежинских коефицијената, укључујући (Greco et al., 2019a): (а) једноставност конструкције будући да се свим индикаторима додељује исти тежински коефицијент, (б) недостатак теоријске аргументације која би оправдала шему различитих тежинских коефицијената, (в) непостојање сагласности између креатора индекса, (г) неадекватно статистичко и/или емпиријско знање креатора индекса, и (д) наводна објективност овако добијених тежинских коефицијената будући да не укључују субјективне преференције.

Међутим, овакав приступ може имати одређене последице. Прво, композитни индекс представљао би једноставно аритметички просек нормализованих вредности индикатора (Karagiannis, 2017). Друго, иако би појединачни индикатори имали једнаку релативну значајност, релативна значајност категорија у које се групишу индикатори

била би у директној сразмери са бројем индикатора који чине сваку од категорија, чиме се не добија објективни показатељ значајности сваке од категорија (Dobbie & Dail, 2013). Са друге стране, уколико се једнаке тежине доделе категоријама, онда не мора нужно да значи да ће појединачни индикатори имати исту релативну значајност. У том случају се подразумева да креатор индекса даје исту значајност свакој од категорија, што може али и не мора да одговара економској реалности. Треће, постоји могућност појаве „двоструког бројања“ (*double counting*) услед укључивања индикатора са високим степеном међусобне корелације. Међутим, овај недостатак се испољава само у ситуацијама када су високо корелисани индикатори у оквиру исте категорије. Наиме, у ситуацијама када два индикатора припадају различитим категоријама у композитном индексу висока корелација између два индикатора не мора нужно да подразумева „двоструко бројање“, те би то могло оправдати једнаку примену једнаких тежинских коефицијената у конструкцији индекса (Greco et al., 2019a). Четврто, одабир једнаких тежина због њихове једноставне конструкције уместо неке друге шеме тежинских коефицијената која би била заснована на одговарајућим теоријским и методолошким поставкама може проузроковати значајне проблеме приликом агрегирања и креирати пристрасне композитне индексе (Paguolo et al., 2013). Пето, концептуално, једнаке тежине не праве разлику између суштински важних и мање важних индикатора тиме што их све третирају једнако (Freudenberg, 2003). Ипак, адекватна сарадња стручњака и јавности у отвореној дебати могла би да реши већину претходно наведених проблема.

5.2. Методе базиране на статистичким техникама

Као што је у претходном делу наведено, примена метода једнаких тежинских коефицијената може довести до проблема „двоструког бројања“ комбиновањем варијабли са високим степеном корелације. Овај проблем може бити отклоњен применом метода базираних на статистичким техникама, односно, техникама вођеним подацима. Поред тога, употреба метода базираних на статистичким техникама елиминисе субјективност приликом одређивања тежинских коефицијената, што се сматра пожељним својством приликом избора пондера (Ray, 2008). Дакле, тежинским коефицијентима добијеним применом статистичких техника готово је немогуће манипулисати. Имајући у виду да се тежински коефицијенти бирају на основу образаца у подацима, истраживачи не могу бити критиковани због одређене пристрасности приликом додељивања тежинских коефицијента. Методи базирани на статистичким

техникама фокусирају се на анализу података јединица посматрања приликом одређивања тежинских коефицијената индикатора. Дакле, ови приступи користе објективне податке, без уплитања субјективних судова креатора индекса или експерата. Као такви, дају тежинске коефицијенте који су прихватљиви готово свим заинтересованим странама јер елиминишу непристрасност, субјективност и неконзистентност субјективних тежинских коефицијената одређених применом метода који уважавају мишљење експерата. Методи базирани на статистичким техникама, односно, објективни приступи у процесу одређивања тежинских коефицијената третирају индикаторе као изворе информације при чему релативна значајност индикатора одражава количину информација садржану у сваком од њих.

Међутим, постоје потенцијалне критике у погледу природе тежинских коефицијената и метода који се користе за њихово додељивање (Sharpe & Andrews, 2012). Када је реч о природи тежинских коефицијената, одређени аутори тврде да треба бити веома опрезан у извођењу важности индикатора на основу чињеница приказаних подацима, јер статистички односи између индикатора не представљају увек њихов стварни међусобни утицај (Decancq & Lugo, 2012). Такође, алгоритам метода базираних на статистичким техникама често није разумљив широј јавности, те отежава интерпретацију тако добијених тежинских коефицијената. Када је реч о статистичким техникама које се користе постоје одређене критике њихових својстава које проистичу из саме њихове природе, те ће свака од ових техника бити посебно презентована.

Релативни значај индикатора применом статистичких техника може се одредити економском теоријом или емпиријском анализом, посебно методама заснованим на корелацијама међу индикаторима. То укључује корелациону и регресиону анализу, анализу главних компоненти и факторску анализу. Такве технике се могу користити за испитивање међуодноса између основних индикатора (Freudenberg, 2003). Поред ових техника, у оквиру објективних приступа убрајају се и анализа обавијања података, метод ентропије, метод стандардне девијације, као и *CRITIC* метод.

5.2.1. Корелациона анализа

Корелациона анализа представља први корак приликом анализирања структуре индикатора у скупу података, ради испитивања постојања веома јаке корелационе везе између два индикатора у оквиру исте димензије која би захтевала одређени третман. Поред употребе у испитивању структуре индикатора, корелациона анализе може бити

употребљена и за одређивање тежинских коефицијената. *Ray* (2008) идентификује два начина одређивања тежинских коефицијената индикатора коришћењем корелационе анализе.

Први начин подразумева одређивање тежинских коефицијената на основу корелационе матрице при чему је тежина појединачног индикатора пропорционална збиру апсолутних вредности коефицијената корелације у тој колони.

Други начин подразумева одабир карактеристичног индикатора из скупа података која представља ендогени индикатор (*Ray*, 1989). Затим се одређују коефицијенти корелације између карактеристичног индикатора и свих осталих индикатора из скупа. Добијени коефицијенти корелације представљају основу за одређивање тежинских коефицијената индикатора, при чему индикатори са највећом корелацијом добијају највећу тежину. Другим речима, тежински коефицијенти се одређују као количник квадрата коефицијента корелације између одређеног индикатора и карактеристичног индикатора са једне стране, и збира квадрата коефицијената корелације између осталих индикатора и карактеристичног индикатора (*Greco et al.*, 2019b).

Основни недостатак наведене методологије јесте што не даје валидне резултате у случају када коефицијенти корелације нису статистички значајни.

5.2.2. Регресиона анализа

Вишеструка линеарна регресиона анализа такође представља један од метода за одређивање тежинских коефицијената базиран на статистичким техникама. Модели линеарне регресије могу пружити увид у везе између великог броја улазних индикатора и једног излазног индикатора. Међутим, примена регресионе анализе подразумева постојање линеарности индикатора, што често није испуњено приликом изградње композитних индекса (*Saisana et al.*, 2005). Други проблем примене регресионе анализе настаје приликом избора зависног индикатора, односно излазног индикатора. *Saisana* и *Tarantola* (2002) сматрају да постоје два потенцијална решења овог проблема. Прво решење било би коришћење индикатора за који се генерално претпоставља да представља шири феномен повезан са више димензија композитног индекса. Друго решење подразумева примену канонске корелационе анализе, посебно у ситуацијама када има више излазних индикатора.

5.2.3. *Анализа главних компоненти и факторска анализа*

Анализа главних компоненти и факторска анализа представљају мултиваријационе статистичке приступе чији је главни циљ редуција података, али могу имати још улога у конструкцији композитних индекса. Примене анализе главних компоненти и факторске анализе у вези са развојем композитних индекса су (Saisana & Tarantola, 2002): (а) идентификација димензионалности феномена; (б) груписање индикатора; и (в) дефинисање тежинских коефицијената. Методологија анализе главних компоненти и факторске анализе базирана је на идеји да се обезбеди обухватање највеће могуће варијансе у оригиналним индикаторима (стандардизованим за ову сврху) са што мање компоненти (Ram, 1982). Примена анализе главних компоненти подразумева описивање оригиналних података низом једначина којих има онолико колико има индикатора. Ове једначине у суштини представљају линеарне трансформације оригиналних података, конструисане на начин да се максимална варијанса оригиналних варијабли објашњава првом једначином, друга највећа варијанса (која није објашњена првом једначином) објашњава се помоћу друге једначине, и тако даље (Greco et al., 2019a). Методологија факторске анализе је донекле различита, иако је крајњи исход релативно сличан. Код факторске анализе сматра се да оригинални подаци зависе од основних и специфичних фактора, који могу да објасне варијансу у оригиналном скупу података. У односу на анализу главних компоненти факторска анализа је мало сложенија будући да укључује додатни корак у којем треба направити избор метода екстракције.

Примена ових техника носи са собом одређене проблеме. Први проблем јесте у томе што ове технике укључују извесну дозу субјективности јер захтевају доношење одлука о броју компоненти, односно, фактора. Ипак, у литератури постоји неколико критеријума за сваки од ова два приступа како би се омогућило доношење адекватних одлука (OECD & JRC, 2008). Други проблем јесте у самој природи анализе главних компоненти и факторске анализе. Наиме, ове технике се у потпуности ослањају на статистичка својства података, што се може посматрати и као предност и као недостатак (Greco et al., 2019a). Предност јесте то што смањује могућност настанка проблема „двоструког бројања“, а недостатак је што њихова примена захтева постојање корелације између индикатора, као и варијабилност индикатора како би се остварило смањење димензионалности података. У супротном, ове технике неће продуковати никакве резултате (Saisana & Tarantola, 2002). Трећи проблем везан је за осетљивост на измену скупа података. Свако проширење или смањење оригиналног скупа индикатора значајно

мења добијене тежинске коефицијенте (Nicoletti et al., 2005). Такође, овако одређени тежински коефицијенти не могу бити праћени током времена, што отежава примену ове методологије у ситуацијама када је пожељно пратити тренд кретања композитног индекса (de Muro et al., 2011).

5.2.4. Анализа обавијања података

Анализа обавијања података (*DEA – Data Envelopment Analysis*) представља технику чији је примарни циљ мерење ефикасности различитих јединица одлучивања (у оквиру анализе обавијања података јединице посматрања називају се јединицама одлучивања) применом математичког програмирања. Мерење ефикасности посматраних јединица одлучивања врши се анализирањем различитих комбинација улазних и излазних променљивих.

Термин анализа обавијања података први пут је употребљен у истраживању групе аутора (Charnes et al., 1978) заснованом на студијима *Farrell*-а (Farrell, 1957). Модел анализе обавијања података може бити двострук, може или минимизирати улаз или максимизирати излаз. Фокус улазно оријентисаног модела јесте остварење највећег могућег смањења нивоа улаза уз задржавање барем идентичних нивоа излаза, док је излазна оријентација усмерена на максимизирање излаза уз задржавање најмање истих нивоа улаза (Dyckhoff & Allen, 2001). Стандардни модел анализе обавијања података састоји се од n јединица одлучивања, које користе s различитих улаза како би произвеле t различитих излаза, где x_{ij} и y_{rj} представљају искоришћене количине улаза i и произведене количине излаза r у j -ој јединици одлучивања (André et al., 2010). У зависности од природе приноса, постоје модели са константним приносом (Charnes et al., 1978) и модели са варијабилним приносом (Banker et al., 1984). У општем случају ефикасност јединице одлучивања у моделу са константним приносом дефинише се као однос пондерисане суме излаза према пондерисаној суми улаза, при чему се решава следећи модел линеарног програмирања (Jemric & Vujcic, 2002):

$$\max_u z_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \quad (1.10)$$

Под ограничењима

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, j = 1, 2, \dots, n \quad (1.11)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1 \quad (1.12)$$

$$u_r \geq 0, r = 1, 2, \dots, s \quad (1.13)$$

$$v_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, m \quad (1.14)$$

Где су u_r и v_i тежински коефицијенти излаза и улаза, респективно. Модел израчунава тежинске коефицијенте тако да се анализирана јединица одлучивања вреднује најбоље могуће (Terzi & Pierini, 2015). Из ове формулације модела линеарног програмирања може се закључити да је скуп тежинских коефицијената (један за сваку јединицу одлучивања) ендегено одређен на такав начин да се максимизира њихова ефикасност под датим ограничењима (Greco et al., 2019a).

Приликом конструкције композитних индекса, класичан модел анализе обавијања података се модификује тако да се креира модел који садржи само излазе (Hermans et al., 2008). Другим речима, сви индикатори се третирају као излази, док се улази не узимају у обзир. Према томе, именилац коефицијента чине пондерисани инпути јединица одлучивања који садрже *dummy* променљиву једнаку јединици, док бројилац чини пондерисани збир индикатора који формирају укупни композитни индекс (Yang et al., 2018). Наведени приступ познат је у литератури под називом *Benefit of the Doubt* модел, иницијално представљеном у раду Melyn и Moesen (1991).

Суштина овог приступа је у добијању флексибилних тежина које варирају између јединица посматрања и током времена. Одређивање тежинских коефицијената врши се на основу самих података јединица посматрања. Конкретно, основна идеја је да добар релативни учинак јединице одлучивања у једној одређеној димензији указује на то да ова јединица одлучивања сматра да је димензија о којој је реч релативно важна, док, обрнуто, јединица одлучивања придаје мањи значај оним димензијама у којима је очигледно слаба у односу на друге јединице одлучивања у скупу (Cherchye et al., 2007). Такав приступ диференцијалног пондерисања оријентисан на податке је оправдан будући да приликом конструкције композитних индекса постоји доста несигурности и недостатка консензуса о одговарајућој шеми пондерисања. Још једна погодност *Benefit of the Doubt* приступа огледа се у томе што омогућава одређивање тежинских коефицијената индикатора у ситуацијама у којима недостаје објективно знање о правим релативним значајностима индикатора или су информације ограничене, будући да *Benefit of the Doubt* приступ изводи за сваку јединицу посматрања скуп оптималних тежинских коефицијената из самих посматраних вредности индикатора (Verbunt & Rogge, 2018). Конкретније, *Benefit of the Doubt* приступ дефинише тежинске коефицијенте за сваку јединицу одлучивања тако да је утицај индикатора према којем јединица одлучивања показује релативне снаге максимизиран, а утицај индикатора према којем јединица одлучивања показује релативне слабости минимизиран у композитном индексу. Ова особина *Benefit of the Doubt* приступа је и један од основних разлога привлачности овог приступа. Наиме,

јединице одлучивања које остварују ниске вредности композитног индекса не могу кривца за такву вредност тражити у неправедној шеми пондесирисања будући да би било која друга шема пондерисања само погоршала вредност композитног индекса.

Поред наведених, предности *Benefit of the Doubt* технике креирања тежинских коефицијената огледају се у још неколико особина (Cherchye et al., 2007): прво, чак и у случају постојања флексибилног, диференцијалног пондерисања одређена јединица одлучивања може бити боља од неке друге јединице одлучивања у узорку, те је могуће извршити рангирање јединица одлучивања; друго, управо због флексибилне природе тежинских коефицијената може се избећи проблем нормализације индикатора у оквиру композитног индекса; и треће, у случајевима када су доступне додатне, чак и штуре информације о одговарајућим релативним значајностима индикатора, то се често може лако укључити у процес евалуације. Шема диференцијалног пондерисања између јединица посматрања је потенцијално пожељно својство за креаторе политике, јер свака јединица бира сопствене пондере на такав начин да максимизира свој учинак, чиме се онемогућава настанак конфликта (Yang et al., 2018).

Међутим, овај приступ наишао је и на одређене критике (Greco et al., 2019a) будући да, на теоријској основи, овај приступ одбацује један од три основна захтева у теорији друштвеног избора, а то је неутралност која подразумева да све алтернативе (јединице посматрања) морају бити третиране једнако (OECD & JRC, 2008).

5.2.5 Метод ентропије

Метод ентропије омогућава мерење интензитета релативног контраста индикатора. Одређивање тежинских коефицијената индикатора конципирано је на квантифицирању неодређености информације у оквиру скупа података. Међусобни контраст појединачних вредности индикатора представља основу за одређивање скупа тежинских коефицијената (Milićević & Žuras, 2012a).

Одређивање тежинских коефицијената индикатора врши се кроз четири корака.

Корак 1. Нормализација појединачних вредности индикатора x_{ij} применом релације:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \quad (1.15)$$

На основу чега се формира нормализована матрица:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix} \quad (1.16)$$

Корак 2. Одређивање вредности ентропије e_j на основу релације:

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n r_{ij} \ln r_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (1.17)$$

где је $k = \frac{1}{\ln n}$ константа чији је циљ свођење вредности e_j на интервал $[0, 1]$.

Корак 3. Одређивање степена дивергенције d_j применом релације:

$$d_j = 1 - e_j, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (1.18)$$

где је d_j мера интензитета контраста индикатора C_j . Веће неслагање између иницијалних вредности одређеног индикатора води већој вредности интензитета контраста на основу чега се изводи закључак да је важност тог индикатора за дефинисани вишедимензионални проблем већа. Са друге стране, уравнотежене вредности одређеног индикатора указују на мањи значај тог индикатора за дати вишедимензионални проблем.

Корак 4. Одређивање тежинских коефицијената индикатора адитивном нормализацијом применом релације:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j} \quad (1.19)$$

Будући да се тежински коефицијенти индикатора изводе директно из податка јединица посматрања може се закључити да метод ентропије даје објективне тежинске коефицијенте којима се елиминишу проблеми које укључивање заинтересованих страна може да донесе.

На основу наведеног алгоритма може се потврдити да је вредност ентропије сваког индикатора обрнуто повезана са његовом дисперзијом (варијацијом) између јединица посматрања и стога се већа тежина даје индикаторима са већим варијацијама по јединицама посматрања, и обрнуто, мања тежина се додељује индикаторима са мањим варијацијама по јединицама посматрања. Другим речима, што је већа варијација индикатора, то је већа количина информација коју пружа. Сходно томе, што је конкретан индикатор важнији у процесу доношења одлука то је већи пондер који му се додељује. Ако одређени индикатор не варира по јединицама посматрања он не омогућава дискриминацију и не пружа никакву информацију о важности индикатора. Последишно, његова ентропија узима максималну вредност од један и сходно томе, његов степен важности постаје нула. Односно, ако све јединице посматрања имају приближно једнаке

результате у односу на дати индикатор, онда ће се такав индикатор сматрати неважним у процесу евалуације.

Главне предности ентропије у конструисању композитних индикатора су то што (Karagiannis & Karagiannis, 2020): прво, резултира скупом заједничких тежинских коефицијената за све јединице посматрања што омогућава потпуно поређење и рангирање свих јединица посматрања; и друго, алгоритам ентропије није превише захтеван те је ову технику лако имплементирати. У поређењу са шемом једнаког пондерисања, која додељује исти тежински коефицијент свим индикаторима, шема пондерисања базирана на ентропији обезбеђује већу дискриминаторну моћ. Са друге стране, у поређењу са *Benefit of the Doubt* техником, шема пондерисања базирана на ентропији је рачунски мање захтевна, обезбеђује добијање заједничких тежинских коефицијената за све јединице посматрања и из тог разлога обезбеђује већу дискриминаторну моћ. У поређењу са различитим субјективним моделима пондерисања (техникама метода учешћа), највећа предност ентропије је у избегавању утицаја људских фактора на тежинске коефицијенте индикатора, чиме се повећава објективност свеобухватних резултата евалуације (Zhu et al., 2020). Као недостатак метода ентропије наводи се чињеница да када постоји превише нултих вредности индикатора примена ове технике је ограничена.

5.2.6. Метод CRITIC

CRITIC (*CR*iteria *I*mportance *T*hrough *I*ntercriteria *C*orrelation) представља један од могућих начина за одређивање објективних вредности тежинских коефицијената индикатора који укључује интензитет контраста и конфликт између индикатора који је својствен вишедимензионалним проблемима (Diakoulaki et al., 1995). Ове две карактеристике, контраст и конфликт индикатора, представљају суштинске информације у подацима који дефинишу вишедимензионални проблем и посебно су важне за процес евалуације. Аналитичким анализирањем индикатора *CRITIC* метод утврђује информациони садржај сваког од њих. Процес одређивања контраста унутар индикатора, захтева употребу стандардне девијације нормализованих вредности индикатора, као и коефицијената корелације свих парова индикатора (Milićević & Župac, 2012a). Интензитет контраста одражава степен варијабилности сваког индикатора. Интензитет контраста индикатора мери се стандардном девијацијом, док се конфликт између њих мери коефицијентом корелације (Rostamzadeh et al., 2018). *CRITIC* метод користи

стандардну девијацију за мерење интензитета контраста сваког индикатора јер се на тај начин обезбеђује да се индикатору са већом варијабилношћу додели већи тежински коефицијент (Krishnan et al., 2021). Логика овог поступка може се објаснити на следећи начин. Ако резултати индикатора показују више одступања од једне јединице посматрања до друге, очекује се да ће овај индикатор пружити значајније информације (Zhu et al., 2020). Дакле, са становишта доношења одлука, таквом индикатору треба посветити више пажње или тежине него индикаторима са хомогеним оценама.

Конфликт међу индикаторима је у самој природи вишедимензионалних проблема. Врло често је немогуће да јединица посматрања савршено задовољи све унапред одређене индикаторе. *CRITIC* метод разматра такве конфликтне односе користећи коефицијент корелације, који се креће између -1 и 1 . Када је коефицијент нула, то имплицира да су два индикатора крећу независно један од другог. Са друге стране, негативан коефицијент указује на постојање конфликта између индикатора, односно да се индикатори крећу у супротном смеру и како се коефицијент приближава -1 , сукоб између два индикатора постаје све јачи. Супротно, позитиван коефицијент корелације указује на паралелни правац кретања индикатора. То значи да два индикатора са високим позитивним коефицијентом корелације деле превише сличних информација. Дакле, индикатор који има високу позитивну корелацију са другим индикаторима не даје никакве додатне информације и сматра се да игра споредну улогу у целом систему евалуације (Tuş & Aytaç Adalı, 2019). Придржавајући се овог принципа, алгоритам *CRITIC* метода обезбеђује да се индикатору са већим степеном конфликта или нижим степеном редуванције додели већа тежина, односно, додељује веће тежинске коефицијенте индикаторима који имају већи интензитет контраста и већи степен конфликта са другим индикаторима.

Алгоритам *CRITIC* метода састоји се из шест корака (Diakoulaki et al., 1995):

Корак 1. Одређивање стандардизованих вредности r_{ij} применом релације за линеарну нормализацију:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{ij}^{\min}}{x_{ij}^{\max} - x_{ij}^{\min}} \quad (1.20)$$

где је $x_{ij}^{\max} = \max_i x_{ij}$ и $x_{ij}^{\min} = \min_i x_{ij}$, $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$.

Корак 2. Одређивање стандардне девијације σ_j сваког вектора r_j у нормализованој матрици одлучивања, при чему стандардна девијација представља меру интензитета контраста посматраног индикатора.

Корак 3. Конструисање симетричне матрице димензија $n \times n$ са елементима R_{ij} који представљају коефицијенте корелације између сваког пара нормализованих вредности индикатора у моделу. Дакле, већа разлика између вредности индикатора води нижој вредности коефицијента корелације R_{ij} и обрнуто.

Корак 4. Одређивање мере конфликта између индикатора применом релације:

$$\sum_{j=1}^n (1 - R_{ij}) \quad (1.21)$$

Корак 5. Одређивање количине информације C_j емитоване од стране j -ог индикатора:

$$C_j = \sigma_j \sum_{j=1}^n (1 - R_{ij}) \quad (1.22)$$

Већа вредност C_j указује на већу количину информација садржану у датом индикатору и последично, на његову већу релативну значајност.

Корак 6. Одређивање тежинских коефицијената индикатора применом релације:

$$w_j = \frac{C_j}{\sum_{j=1}^n C_j} \quad (1.23)$$

Може се закључити да тежински коефицијенти добијени применом *CRITIC* метода обухватају информације које се преносе из свих индикатора вишедимензионалног проблема те представљају објективне тежинске коефицијенте. Једна од предности *CRITIC* метода јесте у томе што омогућава разматрање природе супротстављених индикатора као и инкорпорацију међузависних индикатора. Резултати *CRITIC* метода су релативно слични онима добијеним применом анализе главних компоненти, међутим, *CRITIC* је једноставнији приступ који захтева мање рачунарских напора. У поређењу са методом ентропије предност *CRITIC* метода је у томе што узима у обзир и интензитет контраста и конфликт међу индикаторима, за разлику од ентропије која у обзир узима само интензитет контраста (Krishnan et al., 2021).

5.2.7. Метод стандардне девијације

Метод стандардне девијације предложио је Wang (2003) за решавање вишедимензионалних проблема са нумеричким информацијама. Суштина метода јесте у разматрању количине информација коју носи сваки од индикатора. Ако вредности индикатора у оквиру јединица посматрања имају мале разлике, то показује да такав индикатор игра малу улогу у процедури евалуације. Насупрот томе, ако постоје велике варијације у вредности појединачног индикатора по јединицама посматрања, такав индикатор игра важну улогу у процедури евалуације (Xu & Cai, 2008). Дакле, ако један

индикатор има сличне вредности у различитим јединицама посматрања, треба му доделити малу тежину; у супротном, индикатор који има већа одступања треба вредновати већом тежином (Wang, 2003). Ако све јединице посматрања имају приближно једнаке резултате у односу на дати индикатор, онда ће такав индикатор бити оцењен као неважан, односно, таквом индикатору треба доделити веома мали тежински коефицијент.

Оцена количине информација које емитује појединачни индикатор оцењује се применом стандардне девијације. Према методу стандардне девијације тежински коефицијенти индикатора одређују се кроз четири корака (Jahan & Edwards, 2013):

Корак 1. Одређивање елемената нормализоване r_{ij} применом релације за линеарну нормализацију:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{ij}^{\min}}{x_{ij}^{\max} - x_{ij}^{\min}} \quad (1.24)$$

где је $x_{ij}^{\max} = \max_i x_{ij}$ и $x_{ij}^{\min} = \min_i x_{ij}$, $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$.

Корак 2. Одређивање средње вредности индикатора применом релације:

$$\bar{r}_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^m r_{ij}}{m}, \quad j = 1, 2 \dots n \quad (1.25)$$

Корак 3. Одређивање стандардне девијације вредности индикатора:

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_{ij})^2}{m}}, \quad j = 1, 2 \dots n \quad (1.26)$$

Корак 4. Одређивање тежинских коефицијената индикатора применом релације за адитивну нормализацију:

$$w_j = \frac{\sigma_j}{\sum_{j=1}^n \sigma_j} \quad (1.27)$$

5.3. Методе које уважавају мишљење експерата

Методе које уважавају мишљење експерата, или методе учешћа, подразумевају консултовање заинтересованих страна ради добијања информација о релативној значајности индикатора. Заинтересоване стране могу бити креатори политика, експерти, аналитичари, или грађани (Gresco et al., 2019a). Munda (2008) сматра да би са друштвеног становишта најбоље резултате теоријски дала отворена дебата, међутим, тако нешто је тешко оствариво у реалним условима. Уколико је предмет дебате вишедимензионални феномен који није добро дефинисан или је број индикатора који се предлажу за мерење тог феномена велики могућност постизања консензуса о њиховој важности је мала

(Saisana & Tarantola, 2002). Поред тога, проблем може настати и уколико особа која врши евалуацију индикатора има ограничено познавање феномена који се евалуира, нарочито када се у процес евалуације укључени обични грађани чије је знање о специфичностима одређених проблема ограничено. У таквим ситуацијама је свакако примереније ангажовање експерата. Међутим, постоје ситуације у којима се мишљења експерата не поклапају, те је пожељно окупити панел стручњака који има широк спектар знања и искуства (Saisana & Tarantola, 2002).

Квалитет тежинских коефицијента одређених применом метода базираних на оцени експерата превасходно зависи од њиховог искуства и знања. Генерално речено, методе учешћа засноване су на субјективном мишљењу заинтересованих страна о важности индикатора за дати проблем одлучивања. Имајући то у виду, може се закључити да на резултате добијене коришћењем овако утврђених тежинских коефицијената може утицати недостатак знања или искуства заинтересованих страна, што је и један од недостатака овог приступа. Као други недостатак, наводи се то што врло често није експлицитно дефинисан број заинтересованих страна укључених у оцену релативне значајности индикатора, као ни критеријум на основу којег је извршено бирање заинтересованих страна које ће бити укључене. Поред тога, уколико се ради евалуација на међународном нивоу, може настати проблем у постизању консензуса између заинтересованих страна, будући да се могу значајно разликовати приоритети између земаља (OECD & JRC, 2008).

Уопштено, методе учешћа могу се сврстати у две категорије (Siskos & Tsotsolas, 2015):

- технике директне оцене, где се од заинтересованих страна тражи да експлицитно изразе релативну значајност индикатора, и
- индиректне технике код којих се одређивање тежинских коефицијената врши на основу упоређивања индикатора или јединица посматрања.

У литератури је дефинисано неколико различитих техника које се сврставају у оквиру метода учешћа. У оквиру Приручника за конструкцију композитних индекса (OECD & JRC, 2008) као најзначајније партиципативне методе наводе се процес алокације буџета, метод аналитичког хијерархијског процеса, и *Conjoint* метод, међутим, у литератури се могу пронаћи и бројни други приступи који се могу сврстати у оквиру метода учешћа, попут *SMART* метода, *SWARA* метода, метода карата који је предложио *Simos*, и *Delphi* метода.

5.3.1. Процес алокације буџета

Процес алокације, односно, расподеле буџета (*Budget Allocation Process*) базира на додели „буџета“ од сто поена скупу индикатора на основу искуства и субјективног мишљења експерата о релативној значајности одговарајућег индикатора. Тежински коефицијенти се у коначном добијају као просечне вредности додељених буџета појединачним индикаторима. Пондери добијени овим партиципативним приступом сматрају се коефицијентима важности и стога одражавају преференције свих заинтересованих страна укључених у евалуацију (Dialga, 2021). Да би процес алокације буџета био успешан неопходно је водити рачуна о два предуслова (Greco et al., 2019a): прво, потребно је пажљиво извршити одабир групе експерата, и друго, укупан број индикатора који ће бити евалуиран мора бити разуман, при чему се као основно правило наводи да је потребно имати мање од 10 индикатора да би се приступ оптимално когнитивно спроводио. У супротном може доћи до појаве недоследности (Saisana & Tarantola, 2002). Када је реч о избору панела експерата, посебну пажњу треба посветити идентификацији популације експерата из које ће се узети узорак, при чему је неопходно да изабрани експерти буду заиста упућени у цео вишедимензионални проблем (или макар једну димензију проблема), а не да буду експерти за појединачне индикаторе.

Процес расподеле буџета има четири различите фазе (OECD & JRC, 2008):

- Избор панела експерата који ће вршити процену релативне значајности индикатора;
- Алокација буџета на појединачне индикаторе;
- Израчунавање тежинских коефицијената;
- Итеративно спровођење алокације буџета док се не постигне конвергенција (опционо).

Као главне предности процеса алокације буџета у литератури се наводе транспарентност, једноставност и брзина вршења евалуација. Као основни недостатак наводи се недостатак објективности овако добијених тежинских коефицијената будући да одражавају субјективне преференције панела експерата.

5.3.2. Метод аналитичког хијерархијског процеса

Метод аналитичког хијерархијског процеса (*The Analytic Hierarchy Process*) је широко коришћена техника за доношење одлука у ситуацијама када се иста евалуира

применом више индикатора (Saaty, 1987). У питању је техника мерења која се бави квантитативним и/или квалитативним индикаторима која је нашла богату примену у теорији одлучивања и решавању конфликта. Метод аналитичког хијерархијског процеса олакшава декомпозицију проблема у хијерархијску структуру и осигурава да су и квалитативни и квантитативни аспекти проблема укључени у процес евалуације, током којег се мишљења систематски издвајају путем поређења у паровима (OECD & JRC, 2008). Заснива се на принципу да је за доношење одлука вредно искуство и знање људи најмање колико и подаци које користе (Vargas, 1990).

Основно својство метода аналитичког хијерархијског процеса јесте да тежински коефицијенти представљају компромис између индикатора. Они мере спремност да се изврши компензација једног индикатора другим. Дакле, они нису коефицијенти важности индикатора.

Суштина метода аналитичког хијерархијског процеса састоји се у парном поређењу индикатора. Поређења се врше између парова појединачних индикатора, постављајући питање који је од та два важнији и за колико. Преференција се изражава на семантичкој скали од 1 до 9. Преференција од 1 указује на једнакост између два појединачна индикатора, док преференција од 9 означава да је први индикатор екстремно важнији од другог (Табела 2).

Табела 2. Saaty-ева скала релативне значајности

Интензитет	Дефиниција
1	Једнака значајност
3	Умерена значајност
5	Јака значајност
7	Демонстрирана значајност
9	Екстремна значајност
2, 4, 6, 8	Средње вредности између две суседне процене

Извор: Saaty (1990)

Добијени резултати се представљају у матрици поређења. Број поређења потребних за одређену матрицу реда n , где је n број елемената који се пореде, је $\frac{n(n-1)}{2}$ јер су елементи матрице реципрочни елементима у односу на главну дијагоналу (Saaty, 1987).

Да би се обезбедила конзистентност процена, уводи се мера конзистентности, позната још као коефицијент недоследности. Наиме, панел експерата је сачињен од

одређеног броја експерата, који, иако поседују потребну експертизу могу бити недоследни у проценама. Конкретно, ако a_{ij} представља преференцију индикатора i у односу на индикатор j , а a_{jk} представља преференцију индикатора j над индикатором k , онда a_{ik} , преференција индикатора i над индикатором k , мора бити једнака $a_{ij}a_{jk}$ да би поређења била конзистентни. Дозвољена је одређена неконзистентност, при чему мера конзистентности не сме бити већа од 0,1.

Метод аналитичког хијерархијског процеса је алат који је нашао примену у широком спектару проблематичних области од једноставних личних до сложених и капитално интензивних одлука. Успех метода последица је његове једноставности и робусности. Метод аналитичког хијерархијског процеса базира на следећим аксиомима (Vargas, 1990):

- Аксиом 1: Реципрочно поређење - евалуатор мора бити способан да прави поређења и наведе јачину својих преференција. Интензитет ових преференција мора да задовољи реципрочан услов: Ако је индикатор A k пута пожељнији од индикатора B , онда је B $1/k$ пута пожељнији од A .
- Аксиом 2: Хомогеност - преференције су представљене помоћу семантичке скале.
- Аксиом 3: Независност - када се изражавају преференције врши се поређење индикатора независно од јединица посматрања.
- Аксиом 4: Очекивања - за потребе доношења одлуке претпоставља се да је хијерархијска структура потпуна, да су узети у обзир сви индикатори и све јединице посматрања.

Ако Аксиом 1 није испуњен то значи да предмет поређења није јасан или није исправно постављен. Ако Аксиом 2 није задовољен тада долази до проблема нехомогености и није могуће свеобухватно евалуирати проблем. Аксиом 3 указује да тежински коефицијенти индикатори морају бити независни од јединица посматрања. Коначно, ако Аксиом 4 није задовољен онда нису узети у обзир сви индикатори и/или све доступне јединице посматрања те је одлука донета на основу парног поређења непотпуна.

Тежински коефицијенти индикатора добијени применом метода аналитичког хијерархијског процеса су мање склони грешкама у процени, у односу на остале партиципативне методе, управо услед постојања оцене конзистентности поређења. Међутим, упркос својој популарности као техника за добијање тежинских коефицијената индикатора, метод аналитичког хијерархијског процеса и даље поседује недостатке

својствене свим партиципативним техникама. Наиме, када је број индикатора веома велики, потребно је извршити велики број парних поређења што представља когнитивни стрес за експерте и може довести до појаве неконзистентности (Greco et al., 2019a).

5.3.3. Conjoint анализа

Conjoint анализа представља технику одређивања релативне значајности различитих индикатора. Порекло води из маркетинг истраживања, где је коришћена за утврђивање фактора који утичу на тражњу производа од стране различитих људи, као и која ће комбинација атрибута довести до максимизирања продаје производа (Van Der Pol & Ryan, 1996).

Conjoint анализа се спроводи кроз пет корака (Van Der Pol & Ryan, 1996):

- Одређивање индикатора на бази којих ће се вршити вредновање јединица посматрања;
- Додељивање нивоа индикаторима. На пример, квалитет производа представља квалитативан индикатор, те се нивои могу дефинисати као „низак квалитет“, „средњи квалитет“ и „висок квалитет“, на бази којих се једна алтернатива може валоризовати као „испод просечна“, „просечна“ и „изнад просечна“;
- Дефинисања јединица посматрања које ће бити представљене респондентима;
- Одређивање преференција. Уобичајено је да се свака јединица посматрања оцени на скали од један до пет, где је један веома ниска, а пет веома висока преференција;
- Оцењивање укупне и маргиналне корисности. Да би се одредила значајност различитих индикатора истраживач мора да специфицира везу између индикатора и корисности. Најједноставнији и најчешће коришћени модел јесте линеарни адитивни модел који претпоставља да је укупна корисност било које комбинације индикатора дата сумом индивидуалних парцијалних вредности индикатора.

Линеарни адитивни модел се може представити на следећи начин:

$$U = \beta_0 + \beta_1 C_1 + \beta_2 C_2 + \dots + \beta_n C_n \quad (1.28)$$

где U представља укупне преференције, односно укупну корисност, C_n појединачни индикатор, n број индикатора. Применом регресионе анализе врши се оцена специфицираног модела и одређује се вредност регресионих коефицијената на бази којих се оцењује релативна значајност различитих индикатора. У пракси извођење релативне

значајности индикатора најчешће се одређује тако што се опсег важности тог индикатора по мишљењу испитаника поделити укупним збиром опсега свих индикатора (Maggino & Ruviglioni, 2009).

Дакле, *Conjoint* анализа тражи процену, односно одређивање преференција скупа алтернативних сценарија, при чему у случају креирања композитних индекса сценарио може бити дати скуп вредности за појединачне индикаторе. Преференција се затим декомпонује повезивањем појединачних компоненти (које представљају познате вредности појединачних индикатора тог сценарија) са евалуацијом. Иако ова методологија користи статистичку анализу за обраду података, она се ослања на партиципацију експерата, од којих се тражи да одаберу који скуп појединачних индикатора преферирају, при чему се свакој особи представља другачији избор скупова (OECD & JRC, 2008).

Conjoint анализа суштински представља технику разврставања и могла би се посматрати као сушта супротност методу аналитичког хијерархијског процеса, јер се креће са општег приоритета на одређивање тежина индикатора (Greco et al., 2019a). Кораци спровођења *Conjoint* анализа указују да модел прво тражи преференције појединаца (нпр. стручњака или јавности) у погледу скупа алтернатива (јединица посматрања), а затим их декомпонује према појединачним индикаторима. Основна ограничења *Conjoint* анализе јесу њена укупна сложеност, захтев за великим узорком и унапред одређена функција корисности, коју је веома тешко проценити (OECD & JRC, 2008).

5.3.4. SMART метод

SMART (*Simple MultiAttribute Rating Technique*) метод представља технику коју је развио Edwards (1977) и даље разрађену у раду аутора von Winterfeldt и Edwards (1986) према којој се предлаже да евалуатори (креатор композитног индекса или експерти) директно доделе оцену свакој алтернативи (јединица посматрања). У питању је техника утврђивања тежинских коефицијената индикатора чији се алгоритам састоји из два корака (Milićević & Žuras, 2012b). Најпре, неопходно је да евалуатор изврши рангирање значаја промене индикатора од најгоре ка најбољој вредности. Затим, да оцени релативну значајност промене сваког индикатора у поређењу са индикатором који се по значајности промене налази на последњем месту. Најмање значајном индикатору додељује се 10 поена, док се преосталим индикаторима додељује вредност која је већа од 10 (али мања

од 100) сразмерно значајности (Röyhönen & Hämmäläinen, 2001). Добијене тежине се нормализују тако да сума резултирајућих тежинских коефицијената буде један. Тежина j -ог индикатора добија се применом релације (Čančer, 2012):

$$w_j = \frac{t_j}{\sum_{j=1}^n t_j}, \quad (1.29)$$

где t_j представља износ поена додељен j -ом индикатору, док n представља број индикатора.

Edwards и *Barron* (1994) указали су на недостатке оригиналног поступка и нагласили да важност атрибута мора бити јасно повезана са распонима атрибута. Предложили су *SMARTER* (*SMART Exploiting Ranks*) метод као унапређење оригиналне *SMART* технике. Од евалуатора се захтева да рангира индикаторе према значајности, нпр. први индикатор је значајнији од другог индикатора, други индикатор је значајнији од трећег, трећи је значајнији од четвртог итд., односно, $C_1 \geq C_2 \geq C_3 \geq C_4 \dots$. Након тога, применом неког од метода рангирања врши се одређивање сурогата тежинских коефицијената који имају улогу да апроксимирају реалне преференције евалуатора (Barfod & Leleur, 2014). Неки од најчешће примењених метода су:

- Метода центроида рангова (*Rank order centroid (ROC)*) по којој се одређивање тежинских коефицијената врши на основу релације (Roberts & Goodwin, 2002):

$$w_i(ROC) = \frac{1}{n} \sum_{j=i}^n \frac{1}{j}, \quad i = 1, 2 \dots n \quad (1.30)$$

где је n број индикатора, а i је ранг индикатора. На пример, за ситуацију где је број индикатора $n = 5$ тежински коефицијент треће рангираног индикатора износи $w_3 = \frac{1}{5} \left(0 + 0 + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} \right) = 0,1567$.

- Метода ранга суме (*Rank sum (RS)*) према коме су тежински коефицијенти апроксимирани нормализованим индивидуалним ранговима према релацији:

$$w_i(RS) = \frac{2(n+1-i)}{n(n+1)}, \quad i = 1, 2 \dots n \quad (1.31)$$

где је n број индикатора, а i је ранг индикатора. На пример, за ситуацију где је број индикатора $n = 5$ тежински коефицијент треће рангираног индикатора износи $w_3 = \frac{2(5+1-3)}{5*(5+1)} = 0,2$.

- Метод реципрочног ранга (*Rank reciprocal (RR)*) који тежинске коефицијенте апроксимира нормализованим реципрочним вредностима рангова на основу релације:

$$w_i(RR) = \frac{\frac{1}{i}}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{j}}, \quad i = 1, 2 \dots n \quad (1.32)$$

где је n број индикатора, а i је ранг индикатора. На пример, за ситуацију где је број индикатора $n = 5$ тежински коефицијент треће рангираног индикатора износи $w_3 = \frac{1}{3} / \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}\right) = 0,438$.

5.3.5. *Swing* метод

Swing метод додељује тежинске коефицијенте индикаторима на основу важности и варијације индикатора. Тежински коефицијенти применом *Swing* метода процењују се тако што се индикатор „љуља“ са најгорег на најбољи ниво (Parnell & Trainor, 2009). Ако све остале вредности индикатора остану на почетном нивоу, а дође до неповолне промене индикатора који је предмет разматрања, онда ће се његова релативна тежина смањити, док ће се релативне тежине осталих индикатора повећати, будући да се мора задовољити услов да је збир тежинских коефицијента једнак 1. Тежински коефицијенти одређени применом *Swing* метода имају чврсту математичку основу изведену директно из једначина модела адитивне вредности (Kirkwood, 1997).

Одређени аутори сматрају да је исправан концепт тежинских коефицијената фокусирање на тежину промене, у којој доносилац одлуке експлицитно упоређује промене вредности (од најгорег ка најбољем) датих индикатора (Parnell & Trainor, 2009).

Swing процедура је базирана на следећим корацима (Troffaes & Sahlin, 2019):

- Гласање – сваки евалуатор распоређује 100 поена на индикаторе на основу оцењене важности индикатора и његовог опсега варијације;
- Дискусија – евалуатори чије се оцене значајно разликују морају образложити разлоге таквих оцена;
- Понављање – поновно евалуирање све док се не постигне консензус око рангирања индикатора;
- Поновно гласање – сваки евалуатор распоређује 100 поена на индикаторе пратећи ранг индикатора договорен у претходном кораку;
- Израчунавање – одређивање просечног ранга сваког индикатора и нормализовање вредности добијених тежинских коефицијената тако да у збиру дају јединицу.

Као предност *Swing* метода истиче се чињеница да обезбеђује оквир за доследне процене тежинских коефицијената, помаже да се минимизира број индикатора указујући

заинтересованим странама да неки индикатори (иако њима важни) неће бити релевантни за евалуирање вишедимензионалног феномена, и добро функционише када аналитичари имају ограничено време за интеракцију са заинтересованим странама и доносиоцима одлука како би проценили тежински коефицијенти (Parnell & Trainor, 2009).

5.3.6. SWARA metod

SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis) метод се значајно ослања на оцене експерата. Конкретно, у првом кораку неопходно је да сваки од стручњака одабере важност сваког индикатора. Мишљења експерата, њихова знања, информације и искуства примењују се у свим корацима процеса евалуације (Ghorshi Nezhad et al., 2015). У наредном кораку врши се рангирање свих индикатора од најбољег до најгорег на бази оцене експерата. Најзначајнији индикатор рангира се као први, док се најмање важан индикатор рангира као последњи. Алгоритам *SWARA* метода се састоји из пет корака (Karabasevic et al., 2016):

Корак 1. Сортирање индикатора на бази значајности по опадајућем редоследу.

Корак 2. Одређивање компаративног значаја просечне вредности, s_j . Врши се тако што експерт даје оцену релативног значаја индикатора j у односу на претходни ($j-1$) индикатор. Добијени однос представља меру компаративног значаја просечне вредности.

Корак 3. Одређивање вредности коефицијента k_j на бази релације:

$$k_j = \begin{cases} 1, j = 1 \\ s_j + 1, j > 0 \end{cases} \quad (1.33)$$

Корак 4. Утврђивање прерачунате тежине q_j на основу релације:

$$q_j = \begin{cases} 1, j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j}, j > 0 \end{cases} \quad (1.34)$$

Корак 5. Одређивање релативне значајности индикатора w_j применом формуле:

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^n q_k} \quad (1.35)$$

5.3.7. Simos процедура

Simos (1989, 1990) је предложио технику која дозвољава било ком евалуатору (не нужно упознатом са проблематиком вишекритеријумског феномена) да изврши хијерархијско уређење различитих индикатора за дати вишедимензионални проблем (Hassan et al., 2015). *Simos* процедура је примењена у бројним реалним ситуацијама и

прихваћена је од стране евалуатора јер верују да су информације добијене применом ове технике веома значајне са становишта преференција доносиоца одлуке. Како је базична *Simos* процедура имала одређених недостатака, предложена је ревидирана *Simos* процедура (Figueira & Roy, 2002). Ревидирана *Simos* процедура се састоји од четири корака (Hassan et al., 2015):

- Сваком евалуатору додељено је n карата (односно n индикатора). Свака карта има име индикатора на себи и циљ евалуације вишедимензионалног феномена. Такође је обезбеђен одређен број белих (празних) карата;
- У другом кораку од евалуатора се тражи да рангира карте од најмање битне ка најбитнијој. Ако се одређене карте (индикатори) сматрају једнако важним, карте се групишу заједно (имају исти ранг);
- У трећем кораку евалуатор треба да унесе беле карте између две рангиране карте (или групе карата) у циљу изражавања јаке преференције између индикатора. Број белих карата је пропорционалан разлици у значајности између посматраних индикатора;
- У четвртном кораку се од евалуатора тражи да одговори на питање „колико је пута важнији прво рангирани индикатор (или група индикатора) у односу на последње рангирани индикатор (или групу индикатора)?“.

Поступак одређивања тежинских коефицијената индикатора применом *Simos* процедуре може се практично представити на следећи начин (Figueira & Roy, 2002):

Нека је дато 12 индикатора: $a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l$ (Табела 3).

Табела 3. Рангирање карата применом ревидиране *Simos* процедуре

Ранг	Подскуп	Број карата
1	c, g, l	3
2	d	1
3	Бела карта	1
4	b, g, i, j	4
5	e	1
6	a, h	2
7	k	1

Извор: Figueira & Roy, (2002)

Претпоставимо да евалуатори групишу картице повезане са индикаторима који имају исте релативне важности у шест различитих подскупова и нека је извршено

рангирање картица узимајући у обзир беле карте уметнуте између два узастопна подскупа. Да би се рангови претворили у тежинске коефицијенте, *Simos* предлаже следећи алгоритам (Figueira & Roy, 2002):

- Приписивање позиције сваком индикатору и свакој белој карти: карта индикатора у оквиру најгоре рангираног подскупа добија позицију 1, следећа позицију 2, итд.
- Одређивање не-нормализоване тежине сваког подскупа дељењем збира позиција овог подскупа са укупним бројем индикатора који припадају овом подскупу.
- Одређивање нормализоване тежине сваког индикатора дељењем не-нормализоване тежине подскупа са укупним збиром позиција индикатора (не узимајући у обзир беле карте).

Нормализоване тежине пишу се без децимала, односно, врши се заокруживање на најближу нижу или вишу целобројну вредност. Поступак је приказан у Табели 4.

Табела 4. Поступак израчунавања тежинских коефицијената применом ревидиране *Simos* процедуре

Подскуп	Број карата	Позиција	Не-нормализоване тежине	Нормализоване тежине	Тежински коефицијенти
<i>c, g, l</i>	3	1, 2, 3	$\frac{1 + 2 + 3}{3} = 2$	$\frac{2}{86} \cdot 100 = 2,326 \rightarrow 2$	$3 \cdot 2 = 6$
<i>d</i>	1	4	4	$\frac{4}{86} \cdot 100 = 4,651 \rightarrow 5$	$1 \cdot 5 = 5$
Бела карта	1	(5)	/	/	/
<i>b, g, i, j</i>	4	6, 7, 8, 9	$\frac{6 + 7 + 8 + 9}{4} = 7,5$	$\frac{7,5}{86} \cdot 100 = 8,721 \rightarrow 9$	$4 \cdot 9 = 36$
<i>e</i>	1	10	10	$\frac{10}{86} \cdot 100 = 11,628 \rightarrow 12$	$1 \cdot 12 = 12$
<i>a, h</i>	2	11, 12	$\frac{11 + 12}{2} = 11,5$	$\frac{11,5}{86} \cdot 100 = 13,372 \rightarrow 13$	$2 \cdot 13 = 26$
<i>k</i>	1	13	13	$\frac{13}{86} \cdot 100 = 15,116 \rightarrow 14$	$1 \cdot 14 = 14$
Сума	13	86			100

Извор: Figueira & Roy, (2002)

5.3.8. Delphi метод

Delphi метод представља један од чешће употребљаваних метода предвиђања. Име је добио по најпознатијем пророчишту старог века на Парнасу у Грчкој где је у храму бога Аполона пророчица Питија изрицала своја пророчанства. Међутим, осим

имена *Delphi* метод нема никаквих других додирних тачка са грчким пророчиштем. *Delphi* метод представља један од базичних метода прогнозирања који захтева поштовање одређених правила и процедура. Припада класи метода експертних оцена. Методе експертних оцена омогућавају знатно унапређење традиционалних техника добијања прогноза укључивањем тима експерата за проучавани феномен. Дакле, у питању је методолошки утемељена употреба знања и искуства експерата како би се извршило предвиђање будућих околности.

Delphi метод представља метод за структурирање процеса комуникације у групи тако да процес буде ефикасан у омогућавању групи појединаца, у целини, да се носе са сложеним проблемом. Чињеница је да је процес групног одлучивања често суочен са проблемом доминације неколико чланова групе, који намећу своје мишљење осталим члановима групе. *Delphi* метод представља технику консензуса којом се елиминише овај проблем и омогућава примењивање свих идеја подједнако. Суштина *Delphi* технике јесте у сакупљању информација и мишљења експерата без организовања састанака који захтевају физичко присуство, чиме се решавају и географска и временска ограничења. Наиме, претходно одабраној групи експерата се доставља серија упитника до локације где се налазе, било путем поште или интернета, и омогућава им се да попуне упитнике у време које њима одговара. Упитници су дизајнирани тако да извуку адекватне индивидуалне одговоре на питања везана за постављене проблеме али и да омогуће експертима да редефинишу своје ставове током рада групе. Главна предност овакве процедуре јесте превазилажење претходно наведених недостатака конвенционалних састанака.

Процес прикупљања мишљења врши се у неколико кругова, све док група експерата не достигне задовољавајући ниво консензуса (Mojtahedzadeh et al., 2016). Основни елементи оригиналног *Delphi* процеса су (Pirdavani et al., 2010):

- Структурирање тока информација;
- Повратна информација учесницима;
- Анонимности учесника.

Анонимност, контролисана повратна информација и статистички обрадив одговор представљају главне карактеристике *Delphi* метода (Fowles, 1978). Групна интеракција је анонимна јер се коментари, прогнозе и оцене не повезују са испитаником који их је дао, већ се потпуно анонимно представљају групи. Сматра се да је максималан број експерата који могу да учествују у процедури 100, док је оптималан број од 10 до 15 експерата.

Delphi метод има јасно развијену процедуру. Први корак подразумева дефинисање проблема одлучивања и одабир релевантне групе експерата, као и састављање упитника. Са експертима комуницира модератор путем серије упитника. Путем прве серије упитника траже се одговарајући одговори везани за дефинисани проблем одлучивања, уз загарантовану анонимност експерата и њихових одговора. Након тога, врши се обрада добијених података и шаље друга серија упитника која садржи дескриптивну статистику добијених одговора. Тада се од експерата захтева да преиспитају своје полазне ставове, потенцијално изврше измену ставова као и да дају мишљење о добијеним одговорима групе.

У процесу одређивања тежинских коефицијената индикатора примена *Delphi* метода креће израдом упитника којим се од експерата захтева да искажу своје преференције у односу на сваки индикатор, при чему је неопходно да збир оцењених релативних значајности индикатора буде 1 (односно 100%) (Milićević & Žurac, 2012a). Обрађени подаци се приказују табеларно:

Табела 5. Обрада резултата *Delphi* технике

Индикатори	Експерти				Средња вредност	Стандардна девијација	Коефицијент варијације
	E ₁	E ₂	...	E _k			
I ₁							
I ₂							
...							
I _n							

Извор: Milićević & Žurac (2012a)

Понављање поступка се врши све док разлике у средњим вредностима два sukcesivna круга не буде незнатне, чиме је постигнут адекватан ниво консензуса.

Треба имати на уму да постоје одређена ограничења *Delphi* метода. Једно од главних јесте питање тачности добијених резултата (Mojtahedzadeh et al., 2016). Критичари сматрају да, када је реч о комплексним проблемима одлучивања, *Delphi* метод треба користити једино у ситуацијама када није могућа употреба неких других метода.

5.4. Компаративна анализа различитих приступа

Може се закључити да постоји велики број метода за одређивање тежинских коефицијената, и да сваки од њих има одређене предности али и недостатке. Дакле, не постоји могућност дефинисања шеме пондерисања која ће одговарати свим случајевима

креирања композитног индекса. Напротив, на креатору композитног индекса је да одабере систем пондерисања који се најбоље уклапа у сврху конструкције у складу са теоријским оквиром (OECD & JRC, 2008). Иако не постоји консензус око избора методологије за креирање композитних индекса, то не умањује њихов значај, једино се сугерише опрезно тумачење композитног индекса. Наиме, сваки композитни индекс заправо представља скуп приоритета који је заснован на судовима креатора композитног индекса. Ради веће објективности приликом извештавања о креираном композитном индексу неопходно је јасно навести основне претпоставке и импликације коришћеног система пондерисања (OECD & JRC, 2008).

Партиципативне технике свеукупно представљају корисне алате за одређивање тежинских коефицијената индикатора. Оне чине субјективност која стоји иза процеса пондерисања индикатора контролисаном и, што је најважније, транспарентном (Gresco et al., 2019a). Заправо, цео чин окупљања панела састављеног од стручњака, креатора политика, аналитичара, па чак и грађана, који ће заједнички одлучивати о важности фактора који су у питању, природно је и пожељно понашање у друштву (Munda, 2005). Ипак, прилично га је тешко применити у контекстима у којима вишедимензионални феномени који се мере нису добро дефинисани и/или је број основних индикатора веома велики. Ови приступи тада престају да буду доследни и на крају постају тешки за имплементацију и неефикасни. Штавише, у случају када партиципативни аудиторијум не разуме јасно оквир (нпр. да процени важност индикатора/феномена или шта он заправо представља), ове методе би довеле до пристрасних резултата (OECD & JRC, 2008).

Са друге стране, методе засноване на статистичким техникама, упркос чињеници да генеришу тежинске коефицијенте независне од субјективних преференција заинтересованих страна, често захтевају примену алгорита који није разумљив широј јавности. Поред тога, постоје замерке које се односе на значење тако добијених тежинских коефицијената, као и на тешкоћу њихове интерпретације.

Као најједноставнија техника за оцену тежинских коефицијената индикатора наводи се метод једнаких тежинских коефицијената, будући да није рачунски захтевна, међутим, ова техника проузрокује велики губитак информација о стварној важности индикатора.

Свака од техника нашла је практичну примену приликом креирања композитних индекса. Неке од примена наведених техника приликом конструкције композитних индекса у радовима истраживача дате су у Табели 6.

Табела 6. Примена метода за одређивање тежинских коефицијената у креирању
композитних индекса

Приступ	Аутори
Једнаки тежински коефицијенти	<i>Kuc-Czarnecka</i> и сарадници (2020); <i>Hudrliková</i> (2013)
Корелациона анализа	<i>Hu</i> и сарадници (2007); <i>ter Braak</i> (1990)
Регресиона анализа	<i>Wang</i> и сарадници (2011)
Анализа главних компоненти и факторска анализа	<i>Hudrliková</i> (2013); <i>Gitelman</i> и сарадници (2010); <i>Gómez-Limón & Riesgo</i> (2009); <i>Stanković</i> и сарадници (2021a)
Анализа обавијања података	<i>Giambona & Vassallo</i> (2014); <i>Gaaloul & Khalfalla</i> (2014); <i>Mizobuchi</i> (2014); <i>Sala-Garrido</i> и сарадници (2021)
Метод ентропије	<i>Chen & Li</i> (2010); <i>Stanković</i> и сарадници (2021b); <i>Marjanović & Marković</i> (2020)
<i>CRITIC</i> метод	<i>Stanković</i> и сарадници (2021c); <i>Marjanović & Popović</i> (2020)
Метод стандардне девијације	<i>Marjanović & Marković</i> (2022)
Процес алокације буџета	<i>Reggi</i> и сарадници (2014); <i>Mascherini & Hoskins</i> (2008)
Метод аналитичког хијерархијског процеса	<i>Singh</i> и сарадници (2007); <i>Gómez-Limón & Riesgo</i> (2009); <i>Rađenović & Veselinović</i> (2017)
<i>Conjoint</i> анализа	<i>Garcia-Bernabeu</i> и сарадници (2020); <i>Ülengin</i> и сарадници (2001)
<i>SMART</i>	<i>Van Den Honert</i> (2001); <i>Nakhaei</i> и сарадници (2016)
<i>Swing</i>	<i>Reddy</i> и сарадници (2020); <i>Bottero</i> и сарадници (2015)
<i>SWARA</i>	<i>Ruzgys</i> и сарадници (2014); <i>Bitarafan</i> и сарадници (2014)
<i>Simos</i> процедура	<i>Siskos & Tsotsolas</i> (2015); <i>Shanian</i> и сарадници (2012); <i>Jahan</i> и сарадници (2012)
<i>Delphi</i> метод	<i>Karabasevic</i> и сарадници (2016); <i>Pulipati & Mattingly</i> (2013); <i>Delbari</i> и сарадници (2016)

Извор: Приказ аутора

6. Методологија за агрегацију

Одређивање тежинских коефицијената индикатора природно води до претпоследњег корака у формирању композитног индекса, агрегације (Gresco et al., 2019a). Према Приручнику за конструкцију композитних индекса (OECD & JRC, 2008), методе агрегације се могу поделити у три посебне категорије: линеарне, геометријске и вишекритеријумске методе.

Поред ове поделе, корисна је и подела метода агрегације на компензаторне и некомпензаторне приступе (Munda, 2005). Наиме, подела метода агрегације на компензаторну и некомпензаторну проистиче из третмана тежинских коефицијената, односно, начина интерпретације тежинских коефицијената. Компензаторне методе агрегације тежинске коефицијенте третирају као компромисе, док некомпензаторне методе агрегације тежинске коефицијенте третирају као мере значајности. Дакле, компензабилност је неодвојиво повезана са појмом компромис (и обрнуто), односно могућношћу надокнађивања недостатка неког атрибута довољно великом предношћу на другом атрибуту (Bouyssou, 1986). Уколико се анализирају шеме агрегације предложене у Приручнику за конструкцију композитних индекса, шеме линеарне и геометријске агрегације спадају у компензаторне шеме агрегације, док вишекритеријумски приступи могу бити и компензаторни, и некомпензаторни, зависно од конкретне технике. Сваки од приступа има одређене предности и недостатке и не може се одабрати најбоља шема агрегације примењива за све ситуације.

6.1. Линеарна агрегација

Линеарна агрегација је збир пондерисаних и нормализованих појединачних индикатора:

$$CI_j = \sum_{i=1}^m w_i I_{ij}, j = 1 \dots n \quad (1.36)$$

при чему је:

$$\sum_{i=1}^m w_i = 1 \quad (1.37)$$

$$0 \leq w_i \leq 1, i = 1 \dots m \quad (1.38)$$

где је CI_j вредност композитног индекса за j -ту јединицу посматрања, w_i тежински коефицијент i -тог индикатора, а I_{ij} нормализована вредност i -тог индикатора за j -ту јединицу посматрања.

Иако се широко користи, ова агрегација има одређене недостатке који се преваходно односе на природу појединачних индикатора. Конкретно, добијање смисленог композитног индекса зависи од квалитета основних појединачних индикатора и њихових јединица мере (OECD & JRC, 2008).

Munda и *Nardo* (2003) су анализирали претпоставке које су у основи правила линеарне агрегације и указали на следеће главне закључке:

- Тежински коефицијенти у правилима линеарне агрегације увек имају значење компромиса. Међутим, у конструкцијама композитног индикатора, тежински коефицијенти се интерпретирају и користе као коефицијенти важности; као последица тога постоји теоријска недоследност.
- Претпоставка о независности преференција је од суштинског значаја приликом линеарног агрегирања. Међутим, ова претпоставка не одговара реалности. Наиме, употреба поступка линеарне агрегације подразумева да међу различитим аспектима вишедимензионалног феномена не постоји синергија или конфликт, што није карактеристика већине реалних проблема.
- Претпоставка о компензацибилности између различитих појединачних индикатора не одговара реалности. Компензацибилност имплицира потпуну заменивост између различитих компоненти вишедимензионалног феномена који је предмет евалуације, што често није оствариво. На пример, у складу са овом претпоставком линеарне агрегације у индексу одрживости економски раст увек може да замени било какво уништавање животне средине или на пример, унутар еколошке димензије чист ваздух може надокнадити губитак воде за пиће. Рационално посматрано таква потпуна компензацибилност често није пожељна (*Munda*, 2005).

Имајући у виду наведено, као основни недостатак поступка линеарне агрегације наводи се то што врло често примена овог поступка може довести до пристрасног композитног индекса, односно, до креирања индекса који не би у потпуности одражавао информације својих појединачних индикатора.

6.2. Геометријска агрегација

Геометријска агрегација представља приступ који се налази између линеарне агрегације и вишекритеријумске агрегације. Дакле, резултат геометријске агрегације није потпуна компензацибилност индикатора, али са друге стране, не резултира ни индексом у коме постоји потпуна некомпензацибилност индикатора.

Релација геометријске агрегације може бити представљена на следећи начин:

$$CI_j = \prod_{i=1}^m I_{ij}^{w_i}, j = 1 \dots n \quad (1.39)$$

при чему је:

$$\sum_{i=1}^m w_i = 1 \quad (1.40)$$

$$0 \leq w_i \leq 1, i = 1 \dots m \quad (1.41)$$

где је CI_j вредност композитног индекса за j -у јединицу посматрања, w_i тежински коефицијент i -тог индикатора, а I_{ij} вредност (може и не мора бити нормализована) i -тог индикатора за j -у јединицу посматрања.

За разлику од линеарне агрегације код које је компензабилност потпуна, код геометријске агрегације комензабилност је делимична. Нижа компензабилност базирана је на томе што је у основи овог приступа геометријска средина. Геометријска агрегација је у стању да ублажи компензабилност нарочито у ситуацији када се креира композитни индекс за јединице посматрања код којих индикатори имају ниске вредности чиме се добија адекватна информација о областима које треба унапредити. Употреба геометријске агрегације препоручује су у ситуацијама када су индикатори неупоредиви, строго позитивни и изражени у различитим мерним јединицама (Zhou et al., 2012). Као предност овог приступа наводи се то што узрокује мањи губитак информација у односу на метод линеарне агрегације (Zhou et al., 2010). Међутим, услов независности преференција такође представља једну од претпоставки овог приступа, као и у претходном случају. Поред тога, проблем настаје уколико неки од индикатора има вредност нула.

6.3. Вишекритеријумска агрегација

У случајевима примене техника линеарне и геометријске агрегације стопе замене међу индикаторима су једнаке тежинама индикатора. Као последица тога, тежински коефицијенти у овим шемама агрегације нужно имају значење стопа замене и не указују на важност одговарајућег индикатора. Када се користи некомпензаторна вишекритеријумска агрегација током конструисања композитног индекса тежински коефицијенти индикатора интерпретирају се као коефицијенти важности, односно, релативне значајности одређеног индикатора. Овај приступ омогућава проналажење компромисног решења међу конфликтним индикаторима. Будући да је вишедимензионалност карактеристична за концепт композитног индекса примена

вишекритеријумског приступа последњих година добија на значају. Као основна предност овог приступа наводи се могућност креирања некомпензаторних или полу-компензаторних композитних индекса. Међутим, треба имати на уму да се и међу техникама вишекритеријумске анализе налазе технике које резултирају компензаторним индексима. Имајући у виду да некомпензаторна вишекритеријумска техника представља основни метод за агрегирање примењен у овој дисертацији о вишекритеријумским приступима биће нешто више речи у посебном поглављу.

7. Анализа осетљивости

Инхерентна карактеристика композитних индекса јесте неопходност доношења одређених субјективних одлука. Субјективне одлуке често су повезане са избором одговарајућег скупа индикатора, избором методе нормализације, тежинских коефицијената индикатора, избором методе агрегације итд. (OECD & JRC, 2008). Будући да композитни индекси могу имати бројне сврхе, између осталог, могу бити основа за доношење одређених политика, неопходно је извршити тестирање њихове робусности. Тестирање робусности може се интерпретирати као испитивање квалитета композитног индекса које пружа информације о осетљивости креираног индекса на промене у било ком од корака приликом креирања индекса чиме се значајно смањује могућност креирања лошег индекса. Коришћењем анализе осетљивости може се утврдити да ли постоји повезаност, квалитативна или квантитативна, између варијација у креираном композитном индексу са различитим изворима варијација у оквиру улазних података (индикатора) и како композитни индекс зависи од информација коришћених приликом његовог креирања (Zhou et al., 2012). Постоји неколико облика анализе осетљивости (Greco et al., 2019a):

- (а) традиционална анализа осетљивости и несигурности;
- (б) стохастичка вишекритеријумска анализа прихватљивости (*Stochastic Multi-criteria Acceptability Analysis*); и
- (в) други приступи.

7.1. Традиционална анализа осетљивости и несигурности

Анализа осетљивости је уско повезана са анализом несигурности која има за циљ да квантификује укупну несигурност у вредностима композитних индекса јединица

посматрања као резултат неизвесности у улазним подацима (корацима за конструисање композитног индекса). Са друге стране, анализа осетљивости мери колика је варијанса укупног резултата приписана тим неизвесностима (Saisana et al., 2005). Комбинација анализе несигурности и осетљивости може помоћи да се процени робусност композитног индекса, да се повећа његова транспарентност, да се идентификује које су јединице посматрања истакнуте или ослабљене под одређеним претпоставкама и да помогне у формирању дебате око индекса (OECD & JRC, 2008). Иако се анализа несигурности користи чешће од анализе осетљивости и скоро увек се третира засебно, итеративно коришћење анализе несигурности и осетљивости током развоја композитног индекса може побољшати његову структуру (Saisana et al., 2005). Анализа несигурности може се извршити кроз следеће кораке (OECD & JRC, 2008):

- укључивање и искључивање појединачних индикатора;
- коришћење алтернативних шема за третман недостајућих података;
- коришћење алтернативних шема за нормализацију података;
- користећи различитих шема пондерисања;
- коришћење различитих шема агрегације.

У сваком од корака процењује се утицај уведене промене на вредност композитних индекса јединица посматрања. Применом анализе несигурности, креатор индекса може да уочи како перформансе јединице посматрања одступају када настану промене у неком од корака приликом изградње композитног индекса. Један од начина представљања резултата анализе несигурности јесте коришћење дијаграма распршености (*scatter diagram*), где се на вертикалној оси налази учинак јединице посматрања, док се на хоризонталној оси приказује промена која се тестира (нпр. алтернативно пондерисање) (Greco et al., 2019a).

Традиционална анализа осетљивости ће са друге стране дати информацију о томе колики степен варијабилности изазива одређена промена, односно да ли, на пример, већа промена резултата настаје ако се изврши измена шеме пондерисања, или ако се изврши промена начина нормализације, или ако се изврше обе промене.

Методолошки посматрано, традиционална анализа осетљивости и анализа несигурности спроводе се применом Монте Карло метода.

7.2. Стохастичка вишекритеријумска анализа прихватљивости

Стохастичка вишекритеријумска анализа прихватљивости (Lahdelma et al., 1998) постала је популарна у анализи вишекритеријумских одлука ради оцене несигурности у подацима или преференцијама које захтева доносилац одлуке током процеса евалуације. Недавно је уведена у област композитних индекса као техника за суочавање са неизвесностима у процесу њихове изградње (Greco et al., 2019a). Стохастичка вишекритеријумска анализа прихватљивости представља метод који може да узме у обзир несигурност у односу на тежинске коефицијенте додељене разматраним индикаторима и процењује индекс прихватљивости за сваку алтернативу мерењем распона тежинских коефицијента који свакој јединици посматрања даје најбољу позицију у рангирању (De Matteis et al., 2019). Другим речима, стохастичка вишекритеријумска анализа прихватљивости узима у обзир дистрибуцију вероватноћа и открива вероватноћу да јединица посматрања постигне одређену позицију рангирања, као и вероватноћу да је дата јединица посматрања боља од друге (Greco et al., 2019b). Односно, стохастичка вишекритеријумска анализа прихватљивости резултира у вероватноћи рангирања која се додељује свакој јединици посматрања, изражавајући њену вероватноћу да буде рангирана као прва, друга итд., или, вероватноћи да ће се дати предност другој јединици посматрања.

Примена стохастичке вишекритеријумске анализе прихватљивости омогућава узимање у обзир целог скупа могућих вектора тежинских коефицијената у процесу евалуације. Конкретније, стохастичка вишекритеријумска анализа прихватљивости дозвољава укључивање неколико потенцијалних гледишта у процес доношења одлука (у облику вектора тежинских коефицијената), обогаћујући на овај начин рангирање које се добија из једног вектора преференција (Greco et al., 2019b).

Иако резултати које даје стохастичка вишекритеријумска анализа прихватљивости могу пружити значајне увиде у утицај који имају различити тежински коефицијенти на резултат и рангирање композитних индекса јединица посматрања, мора се указати на одређена ограничења овог приступа. Стохастичку вишекритеријумску анализу прихватљивости тешко је применити у пракси када је број јединица посматрања велики. Разлог томе је двострук (Yang et al., 2020): са једне стране, стохастичка вишекритеријумска анализа прихватљивости базира на примени Монте Карло симулација, те се као резултат тога, сложеност прорачуна значајно повећава када је број алтернатива велики; са друге стране, разлике у резултатима које продукује стохастичка

вишекритеријумска анализа прихватљивости између јединица посматрања обично нису очигледне када је број јединица посматрања велики.

7.3. Други приступи

Поред наведених приступа који се и најчешће примењују, у литератури се могу пронаћи и неки други приступи за оцену робусности композитних индекса.

Cherchye и сарадници (2008) представили су методологију рангирања која може експлицитно да инкорпорира спор око шема пондерисања и агрегације креирајући на тај начин рангирање које је робусно за широк спектар мишљења у вези са „најприкладнијим“ пондерима и шемом агрегације. У суштини, методологија коју аутори предлажу дозвољава „зоне слагања“ (односно „зоне неслагања“) у којима постоји консензус (односно, нема консензуса) међу стручњацима да резултат у једној димензији надмашује резултат у другој димензији. Поред тога, аутори предлажу увођење критеријума доминације, при чему уводе: (а) јак критеријум доминације: јединица посматрања a је барем једнако добра као и јединица посматрања b према свим (међусобно договореним) шемама пондерисања, и (б) слаб критеријум доминације: јединица посматрања a је барем једнако добра као јединица посматрања b ако постоји бар једна шема пондерисања унутар међусобно договореног скупа могућих шема која резултира тиме да a надмашује b . У основи предложене методологије налази се примена линеарног програмирања.

McGillivray и *Noorbakhsh* (2007) предлажу релативно једноставан приступ за оцену робусности рангирања базиран на корелацији ранга. Аутори врше процену ефекта промене тежинских коефицијента израчунавањем корелације ранга између првобитних рангова јединица посматрања и рангова пронађених коришћењем алтернативних шема пондерисања.

Seth и *McGillivray* (2018) се фокусирају на анализирање промена тежинских коефицијента приликом конструисања композитних индекса и праве разлику између случајева где промена шеме пондерисања доводи до инверзије ранга и случајева где је рангирање робусно на промене шеме пондерисања. Кључ њиховог приступа је одређивање скупа дозвољених вектора тежинских коефицијената у оквиру којег је очувано иницијално рангирање јединица посматрања.

Permanyer (2011) истражује у којој је мери рангирање које произилази из избора специфичне шеме пондерисања осетљиво на мале/локалне варијације вредности

пондера. Аутор предлаже да се размотри цео скуп вектора тежинских коефицијената и да пронађу три подскупа тежинских коефицијената према којима (Gresco et al., 2019a): (а) јединица посматрања *a* доминира над јединицом посматрања *b*; (б) јединице посматрања *a* и *b* су једнако рангиране; и (в) јединица посматрања *b* доминира над јединицом посматрања *a*.

Иако се не може оспорити аналитички значај анализе осетљивости треба бити опрезан приликом интерпретације анализе осетљивости као врхунског алата за обезбеђење квалитета индекса. Анализа осетљивости указује на снагу креираног индекса, међутим, не може се тумачити као потврда веродостојности креираног индекса. Према Приручнику за конструкцију композитних индекса веродостојност индекса преваходно произилази из квалитетног теоријског оквира (OECD & JRC, 2008). И поред тога што не постоје јасно дефинисане смернице за креирање квалитетног композитног индекса постоје одређени предлози којима се могу водити креатори индекса како би обезбедили веродостојност резултата (Burgass et al., 2017): (а) коришћење адекватних квалитативних и квантитативних алата; (б) отворена дискусија између свих заинтересованих страна како би се креирао индекс прихватив за све.

**ДРУГО ПОГЛАВЉЕ: ПРИМЕНА
МЕТОДА ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКЕ
АНАЛИЗЕ ЗА КРЕИРАЊЕ
КОМПОЗИТНИХ ИНДЕКСА**

1. Концепт вишекритеријумског одлучивања

Вишекритеријумско одлучивање представља једно од најбрже растућих подручја теорије одлучивања током последњих деценија. Популарност вишекритеријумског одлучивања проистиче из његове прилагођености различитим ситуацијама. Савремено пословање карактерише неопходност свакодневног доношења адекватних одлука, од којих зависи и сама успешност и дугорочност пословања. При том, под одлуком се подразумева избор између више различитих алтернатива. У ситуацијама када се доносилац одлуке суочава са избором између алтернатива које се могу валоризовати на основу једног критеријума (нпр. профитабилности) проблем се своди на прост избор алтернатива која је у складу са циљевима доносиоца одлуке (нпр. уколико постоји више различитих ентитета са различитим стопама приноса на сопствена средства, биће изабран онај који је остварио највишу стопу приноса на сопствена средства). Међутим, у ситуацији када се доносилац одлуке суочава са проблемом избора између више различитих алтернатива које се валоризују на основу више различитих критеријума доносилац одлуке не може извршити једноставно поређење алтернатива. Тада је за евалуацију алтернатива и одређивање најбољег избора неопходна примена метода вишекритеријумског одлучивања.

Под појмом вишекритеријумско одлучивање подразумева се ситуацију одлучивања коју карактерише постојање већег броја критеријума који су најчешће међусобно конфликтни.

Реалне проблеме карактеришу одређене заједничке особине (Џурић et al., 2003):

- Постојање већег броја критеријума на основу којих треба вредновати алтернативе;
- Сукобљеност критеријума, односно, немогућност оптималног задовољења свих критеријума;
- Неупоредиве мерне јединице, будући да критеријуми углавном имају различите јединице мере;
- Као решење реалних проблема јавља се или пројектовање најбоље акције (алтернативе) или одабир најбоље акције на основу раније дефинисаних коначних акција.

Вишекритеријумско одлучивање доживело је невероватну експанзију током последњих неколико деценија. Његова улога у различитим областима примене значајно

је порасла, посебно како се развијају нове методе и како се старе методе побољшавају. Могу се разликовати две главне теоријске струје у оквиру вишекритеријумског одлучивања (Triantaphyllou, 2000): вишециљно одлучивање и вишеатрибутивно одлучивање (вишекритеријумска анализа).

Код вишециљног одлучивања решавање проблема се врши тако што се на основу дефинисаног коначног скупа циљева пројектује оптимална акција и први пут се спомиње у раду аутора *Kuhn* и *Tucker* (1951). Вишециљно одлучивање тежи остварењу екстремне вредности функције циља, одакле и потиче назив ове врсте одлучивања. Математички модел вишециљног одлучивања може се представити на следећи начин (Ћурић & Suknović, 2008):

$$\begin{aligned} \max [f_1(x), f_2(x), \dots, f_p(x)], p \geq 2, & \quad (2.1) \\ g_i(x) \leq 0, i = 1, 2, \dots, m & \\ x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n & \end{aligned}$$

при чему је:

n – број променљивих у моделу,

m – број ограничења,

p – број функција критеријума,

f_k – функције циља, $k = 1, 2, \dots, p$,

$g_i(x)$ – скуп ограничења, $i = 1, 2, \dots, m$.

X_j – променљиве, $j = 1, 2, \dots, n$

Карактеристично за проблем вишециљног одлучивања јесте да не постоји јединствено решење, али се може идентификовати скуп математички подједнако добрих решења, при чему су ова решења позната као недоминирана, ефикасна, неинфериорна или Парето оптимална решења (Miettinen, 2008). Међу методима вишециљног одлучивања могу се сврстати (Basković & Popović, 2012): метод глобалног критеријума, варијанте лексикографског метода, циљно програмирање (енг. *Goal Programming*), метода ограничавања критеријума, *SWT* (енг. *Surrogate Worth Trade-off*), *SIGMOP* (енг. *Sequential Information Generator for Multi-Objective Problems*), *STEM* (енг. *STEp Method*), метод са функцијом корисности, *SEMOPS* (енг. *Sequential MultiObjective Problem Solving*) и други.

Основне разлике између вишециљног одлучивања и вишекритеријумске анализе дате су у Табели 7:

Табела 7. Поређење вишекритеријумске анализе и вишециљног одлучивања

	Вишекритеријумска анализа	Вишециљно одлучивање
Критеријум (дефинисање)	Атрибутима	Циљевима
Циљ	Имплицитан (лоше дефинисан)	Експлицитан
Атрибут	Експлицитан	Имплицитан
Ограничења	Неактивна (укључена у атрибуте)	Активна
Акције (алтернативе)	Коначан број	Бесконачан број
Интеракција са доносиоцем одлуке	Није изразита	Изразита
Примена	Избор/евалуација	Пројектовање

Извор: Џурић и сарадници (2003)

Вишециљни модели одлучивања који претпостављају континуалне просторе решења (и стога су засновани на континуираној математици), покушавају да одреде оптимална компромисна решења и генерално претпостављају да се проблем који треба решити може моделовати као модел математичког програмирања (Triantaphyllou, 2000). Међутим, математичко програмирање нема могућност решавања већине вишекритеријумских проблема у пракси, те су технике вишециљног одлучивања само од ограничене вредности за практичаре.

Вишеатрибутивно одлучивање, односно вишекритеријумска анализа, може се дефинисати као унапређење једнокритеријумских оптимизационих метода. Иако су једнокритеријумски методи (попут линеарног програмирања) применљиви у пракси, они нису адекватни за велики број реалних пословних проблема у којима је доносилац одлука суочен са проблемом избора између више алтернатива. Са друге стране, вишеатрибутивно одлучивање адекватно је за решавање проблема одлучивања окарактерисаног са више алтернатива које се вреднују конфликтним критеријумима. Математички модел вишеатрибутивног одлучивања гласи (Џурић & Suknović, 2008):

$$\begin{aligned} \text{Max}[f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)], n \geq 2, \\ X \in A = [a_1, a_2, \dots, a_m] \end{aligned} \quad (2.2)$$

при чему је:

n – број критеријума, $j = 1, 2, \dots, n$,

m – број алтернатива, $i = 1, 2, \dots, m$,

f_j – функције критеријума, $j = 1, 2, \dots, n$,

a_i – алтернативе, $i = 1, 2, \dots, m$,

A – скуп алтернатива.

Модели вишекритеријумске анализе не покушавају да пронађу најбоље решење, већ покушавају да одреде кроз различите процедуре рангирања или евалуације релевантних алтернатива решење које је оптимално у односу на скуп дефинисаних критеријума. Детаљније о формирању вишекритеријумског модела следи у наставку.

2. Формирање вишекритеријумског модела

Суштина метода вишекритеријумске анализе јесте да пружи помоћ приликом решавања проблема одабира једне из низа m алтернатива A_i на основу n критеријума X_j . Алтернативе представљају различите изборе акција доступних доносиоцу одлука. Свака од алтернатива представља вектор са коначним бројем елемената, који треба испитати, проценити, утврдити приоритете и коначно извршити избор. Вредновање алтернатива врши се на основу атрибута, односно критеријума одлучивања. У случајевима у којима је број критеријума велики може се извршити њихово хијерархијско структурирање. Другим речима, може се креирати хијерархијска структура, при чему неки од критеријума могу бити главни. Сваки главни критеријум може бити повезан са неколико под-критеријума. Слично, сваки под-критеријум може бити повезан са неколико под-под-критеријума и тако даље. Пошто различити критеријуми представљају различите димензије алтернатива, они могу бити у сукобу једни са другима (на пример, трошак може бити у сукобу са профитом итд.). Поред тога, различити критеријуми могу бити повезани са различитим јединицама мере, што додатно усложњава поређење алтернатива.

Уобичајено је да се вишекритеријумски модел одлучивања прикаже у матричном облику (Табела 8):

Табела 8. Матрица одлучивања

Алтернативе	Критеријуми					
	C ₁	C ₂	C ₃	...	...	C _N
A ₁	x_{11}	x_{12}	x_{13}	...	...	x_{1n}
A ₂	x_{21}	x_{22}	x_{23}	...	...	x_{2n}
A ₃	x_{31}	x_{32}	x_{33}	...	...	x_{3n}
-
-
A _m	x_{m1}	x_{m2}	x_{m3}	...	...	x_{mn}
W	w_1	w_2	w_3	...	...	w_n

Извор: Приказ аутора

У матрици одлучивања редови представљају алтернативе A_i са особинама дефинисаним вредностима критеријума C_j . Дакле, елемент матрице x_{ij} означава особине алтернативе A_i ($i = 1, 2, \dots, m$) када је она оцењена према критеријуму C_j ($j = 1, 2, \dots, n$). Критеријуми у моделу се представљају одговарајућом функцијом, а њихов значај је приказан одговарајућим тежинским коефицијентима. Неопходно је да доносилац одлуке дефинише релативне тежине критеријума w_j ($j = 1, 2, \dots, n$), при чему важи:

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (2.3)$$

У вишекритеријумском одлучивању, тежине критеријума су управо од суштинског значаја за цео поступак и имају велики утицај на избор најприхватљивије алтернативе.

Као резултат оцене дефинисаног вишекритеријумског модела применом одређеног вишекритеријумског метода добија се решење које није увек јединствено. Постоји неколико врста решења:

- Идеално решење – представља теоријску категорију зато што је изузетно ретко. У питању је решење са најбољим могућим вредностима атрибута за све критеријуме;
- Недоминирано решење – у питању је решење дефинисано алтернативом која није доминирана од стране неке друге алтернативе. За алтернативу се каже да је доминирана ако постоји барем једна алтернатива која је по неком свом атрибуту боља од посматране;
- Задовољавајуће решење – представља подскуп скупа могућих алтернатива које остварују адекватан ниво задовољења критеријума;

- Оптимално решење – решење које је недоминирано и којим су очекивања доносиоца одлуке у највећој мери задовољена.

3. Методи операционих истраживања за одређивања тежинских коефицијената у вишекритеријумском моделу

Многи методи за решавање проблема вишекритеријумског одлучивања захтевају јасно дефинисане и изражене тежинске коефицијенте. Тежински коефицијенти представљају важност сваког атрибута, односно, допринос сваког од атрибута остваривању коначног циља. Постоји више могућих метода за одређивање тежинских коефицијената. Једни придају значај субјективној оцени доносиоца одлуке, други се ослањају на одређене научне методе, док трећи представљају комбинацију претходна два. Без обзира на начин одређивања тежинских коефицијената, једно је сигурно, њихов утицај на коначан поредак алтернатива је јако значајан, стога одређивању тежинских коефицијената треба приступити са великом озбиљношћу.

Међутим, у пракси је често тешко одредити релативни значај критеријума, имајући у виду чињеницу да тежински коефицијенти немају јасан економски значај али у коначном утичу на резултат.

У вишеатрибутивном одлучивању немају сви атрибути (критеријуми) подједнак значај. Базична улога тежинских коефицијената јесте да укажу на релативну значајност сваког од атрибута у односу на друге атрибуте. Стога, оцена и додела тежинских коефицијената играју кључну улогу у процесу вишеатрибутивног одлучивања и варирају од доносиоца одлуке до доносиоца одлуке.

Дефинисани тежински коефицијенти морају бити у сагласности са сврхом анализе. Сами, тежински коефицијенти дају корисну информацију доносиоцима одлука приликом евалуације вишедимензионалног феномена применом метода вишетрибутивног одлучивања, будући да врше квантификацију преференција свих доносиоца одлуке.

Велики број метода вишеатрибутивног одлучивања захтева информације о тежинским коефицијентима од доносиоца одлуке. При том, приликом дефинисања преференција доносилац одлуке може користити или скалу односа или ординалну (ранг) скалу да изрази своје преференције (Yoon & Hwang, 1995). Иако је употреба ординалне скале једноставнија за доносиоца одлуке, велики број метода вишеатрибутивног одлучивања изискује примену скале односа приликом одређивања тежинских

коэффицијената дефинисаних вектором $w = (w_1, \dots, w_j, \dots, w_n)$, где је w_j тежински коэффициент додељен j -ом критеријуму.

У вишекритеријумској литератури могу се наћи различите дефиниције тежинских коэффицијената, према којима се тежински коэффицијенти могу интерпретирати као (Choo et al., 1999):

- Маргинални допринос атрибута;
- Градијент укупне вредности функције корисности;
- Релативни допринос просечних критеријумских вредности;
- Дискриминаторна моћ критеријума над алтернативама;
- Релативни допринос заокрета од најгорих ка најбољим вредностима за сваки од критеријума;
- Вредност гласова у бинарним изборима;
- Релативни допринос критеријума оптималној алтернативи;
- Параметри који се користе у интерактивној оптимизацији;
- Релативни информациони садржај који је садржан у критеријумима;
- Релативна функционална значајност критеријума.

Иницијално, постојало је схватање да треба прескочити евалуацију релативне значајности критеријума и да треба доделити једнаке тежине сваком од критеријума. Међутим, на тај начин долази до значајног губитка информација, те је стога пожељно извршити одређивање тежинских коэффицијената, макар једноставним рангирањем (Danielson & Ekenberg, 2016).

Поред претходно наведених метода за одређивање тежинских коэффицијената, последњих деценија развијене су одређене технике вишекритеријумског одлучивања фокусиране на одређивање тежинских коэффицијената критеријума у вишекритеријумском моделу. Неке од техника су: *KEMIRA-M*, *PAPRIKA*, метод базног критеријума (*Base-Criterion Method – BCM*), *Best-Worst Method (BWM)*, *FUCOM*, *MACBETH*, *DEMATEL*, *PIPRECIA*.

3.1. *KEMIRA-M* метод

Оригинални *KEMIRA* (*Kemeny Median Indicator Ranks Accordance*) метод развили су *Krylovas* и сарадници (2014) са циљем да представе нови метод за одређивање тежинских коэффицијената критеријума који представља комбинацију објективног и

субјективног приступа одређивању тежина критеријума. Унапређењем оригиналног *KEMIRA* метода креиран је *KEMIRA-M* метод (*Modified Kemeny Median Indicator Ranks Accordance*) који поред одређивања тежинских коефицијената критеријума има могућност и да изврши рангирање алтернатива (Krylovas et al., 2016). *KEMIRA-M* метод логички разликује критеријуме у две групе и израчунава релативне важности критеријума тако што укључује интеракције између обе групе. Метод узима у обзир и преференције доносилаца одлука које се односе на приоритете критеријума и квантитативне или квалитативне вредности ових критеријума у процесу доношења одлука. Поред тога, метод омогућава оцењивање утицаја промена тежинских коефицијента критеријума на рангирање алтернатива.

Алгоритам *KEMIRA-M* метода састоји се од следећих корака (Kiş et al., 2020):

Први корак: Дефинисање критеријума, алтернатива и формирање панела експерата. Критеријуми су подељени у две групе ($x_i, i = 1, 2, \dots, m$ и $y_j, j = 1, 2, \dots, n$) које имају различити природу, попут интерних и екстерних фактора.

Други корак: Категорисање критеријума на приходне и расходне. *KEMIRA-M* метод захтева превођење свих критеријума у приходне критеријуме код којих је пожељно остварење што веће вредности. Ако је вредност критеријума за алтернативу већа, то значи да одговарајућа алтернатива има боље перформансе за овај критеријум од осталих алтернатива. Ако је критеријум x_i критеријум расходног типа, вредност овог критеријума се трансформише у приходни тип критеријума применом релације $\frac{1}{x_i}$. Иста конверзија се примењује и за критеријуме из друге групе (y_j).

Трећи корак: Формирање иницијалне матрице одлучивања D .

$$D = \begin{bmatrix} x_1^{(1)} & \dots & x_m^{(1)} & y_1^{(1)} & \dots & y_n^{(1)} \\ \vdots & x_i^{(l)} & \vdots & \vdots & y_j^{(l)} & \vdots \\ x_1^{(k)} & \dots & x_m^{(k)} & y_1^{(k)} & \dots & y_n^{(k)} \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

где је:

$x_i^{(k)}$ - вредност i -тог критеријума у првој групи критеријума за k -ту алтернативу

$y_j^{(k)}$ - вредност j -ог критеријума у првој групи критеријума за k -ту алтернативу.

Четврти корак: Нормализовање иницијалне матрице одлучивања. Нормализовање матрице одлучивања врши се применом релација:

$$x_i^{(k)*} = \frac{x_i^{(k)} - x_{min}^{(k)}}{x_{max}^{(k)} - x_{min}^{(k)}} \quad (2.5)$$

$$y_j^{(k)*} = \frac{y_j^{(k)} - y_{min}^{(k)}}{y_{max}^{(k)} - y_{min}^{(k)}} \quad (2.6)$$

Пети корак: Утврђивање приоритета експерата.

Сваки стручњак ($E_s, s = 1, 2, \dots, S$) даје приоритет критеријумима у првој и другој групи независно и одвојено као у табели 9.

Табела 9. Одређивање приоритета експерата у оквиру група критеријума у *KEMIRA-M* методу

E_s	x_1	...	x_i	...	x_l	y_1	...	y_j	...	y_J
1	$(x_1)_r^1$	...	$(x_i)_r^1$	...	$(x_l)_r^1$	$(y_1)_r^1$	...	$(y_j)_r^1$	...	$(y_J)_r^1$
...
s	$(x_1)_r^s$	...	$(x_i)_r^s$	...	$(x_l)_r^s$	$(y_1)_r^s$	...	$(y_j)_r^s$	...	$(y_J)_r^s$
...
S	$(x_1)_r^S$	...	$(x_i)_r^S$	...	$(x_l)_r^S$	$(y_1)_r^S$	...	$(y_j)_r^S$	...	$(y_J)_r^S$

Извор: Kiš и сарадници (2020)

Ако је критеријуму у било којој од две групе додељена вредност 1, то значи да је то најважнији критеријум међу осталима у истој групи. Ранг i -тог критеријума у првој групи који је одредио s -ти експерт означава се као $(x_i)_r^s$. Ранг j -ог критеријума у другој групи који је одредио s -ти експерт означава се као $(y_j)_r^s$.

Шести корак: Формирање матрице приоритета за сваког експерта за сваки критеријум.

Нека $x_{(i)}^s$ представља редослед важности i -тог критеријума за s -тог експерт. За s -тог експерта $x_{(1)}^s$ показује најважнији критеријум међу свим x_i критеријумима, $i = 1, 2, \dots, m$, док је $x_{(m)}^s$ представља најмање важан критеријум међу свим x_i критеријумима, $i = 1, 2, \dots, m$. Редослед приоритета прве групе критеријума према првом експерту се стога може представити на следећи начин: $x_{(1)}^s > x_{(2)}^s > \dots > x_{(i)}^s > \dots > x_{(m)}^s$.

Елементи матрице приоритета $[P_X^s]_{m \times m}$ за прву групу критеријума за сваког стручњака су означени као $(p_{it})^s, i = 1, 2, \dots, m, t = 1, 2, \dots, m$ и представљају приоритет i -тог над t -тим критеријумом у првој групи за s -тог експерта. Израчунавају се на следећи начин:

$$(p_{it})^s = \begin{cases} 0, & x_{(i)}^s < x_{(t)}^s \\ 1, & x_{(i)}^s > x_{(t)}^s \end{cases} \quad (2.7)$$

Аналогно, елементи матрице приоритета $[P_Y^S]_{m \times m}$ за другу групу критеријума за сваког стручњака су означени као $(p_{jz})^s, i = 1, 2, \dots, m, t = 1, 2, \dots, m$ и представљају приоритет j -ог над z -им критеријумом у другој групи за s -тог експерта. Израчунавају се на следећи начин:

$$(p_{jz})^s = \begin{cases} 0, & y_{(j)}^s < y_{(z)}^s \\ 1, & y_{(j)}^s > y_{(z)}^s \end{cases} \quad (2.8)$$

Седми корак: Проналажење растојање између приоритета сваког стручњака (приоритетне удаљености).

Приоритетна удаљеност ρ_X^S за сваког стручњака за прву групу критеријума израчунава се на следећи начин:

$$\begin{aligned} \rho_X^1 &= \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^m |(p_{it})^1 - (p_{it})^s|, \\ \rho_X^2 &= \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^m |(p_{it})^2 - (p_{it})^s| \\ &\vdots \\ \rho_X^S &= \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^m |(p_{it})^S - (p_{it})^s|. \end{aligned} \quad (2.9)$$

При чему се минимална вредност растојања одређује као:

$$\rho_X = \min\{\rho_X^1, \rho_X^2, \dots, \rho_X^S\} \quad (2.10)$$

Ако је $x_{(1)}^s$ најважнији међу $x_i, i = 1, 2, \dots, m$ критеријумима, а $x_{(l)}^s$ најмање важан међу $x_i, i = 1, 2, \dots, m$ критеријумима за s -тог експерта, и ако је s^* експерт чији је приоритет између критеријума уз уважавање приоритетне удаљености ρ_X дефинисан као $x_{(1)}^{s^*} > x_{(2)}^{s^*} > \dots > x_{(l)}^{s^*}$ тада наведено рангирање приоритета представља приоритетне компоненте медијане за прву групу критеријума.

На исти начин, приоритетна удаљеност ρ_Y^S за сваког експерта за другу групу критеријума израчунава се на следећи начин:

$$\begin{aligned} \rho_Y^1 &= \sum_{s=1}^S \sum_{j=1}^n \sum_{z=1}^n |(p_{jz})^1 - (p_{jz})^s|, \\ \rho_Y^2 &= \sum_{s=1}^S \sum_{j=1}^n \sum_{z=1}^n |(p_{jz})^2 - (p_{jz})^s| \\ &\vdots \\ \rho_Y^S &= \sum_{s=1}^S \sum_{j=1}^n \sum_{z=1}^n |(p_{jz})^S - (p_{jz})^s|. \end{aligned} \quad (2.11)$$

При чему се минимална вредност растојања одређује као:

$$\rho_Y = \min\{\rho_Y^1, \rho_Y^2, \dots, \rho_Y^S\} \quad (2.12)$$

Ако је $y_{(1)}^s$ најважнији међу критеријумима друге групе $y_j, j = 1, 2, \dots, n$ критеријумима, а $y_{(j)}^s$ најмање важан међу критеријумима друге групе за s -тог експерта, и ако је s^* експерт чији је приоритет између критеријума уз уважавање приоритетне удаљености ρ_Y дефинисан као $y_{(1)}^{s^*} > y_{(2)}^{s^*} > \dots > y_{(j)}^{s^*}$ тада наведено рангирање приоритета представља приоритетне компоненте медијане за другу групу критеријума.

Осми корак: Додељивање тежинских коефицијената критеријума према приоритетним компонентама медијане. Сваки експерт одређује тежинске коефицијенте критеријума према приоритетним компонентама медијане за сваку групу критеријума уз уважавање услова:

$$w_{x_1} + w_{x_2} + \dots + w_{x_m} = 1 \quad (2.13)$$

$$w_{y_1} + w_{y_2} + \dots + w_{y_n} = 1 \quad (2.14)$$

Дакле, сваки експерт прави комбинације тежинских коефицијената критеријума које одговарају рангирању утврђеном у претходном кораку, при чему води рачуна да збир тежинских коефицијената буде једнак јединици за сваку групу критеријума.

Девети корак: Формирање пондерисаног нормализованог вектора алтернатива за сваки скуп тежинских коефицијената.

Пондерисани нормализовани вектор алтернатива за критеријуме прве групе одређује се на следећи начин:

$$v_X = \begin{bmatrix} v_X^{(1)} \\ v_X^{(2)} \\ \vdots \\ v_X^{(K)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^m (x_i^{(1)})' \cdot w_{x_i} \\ \sum_{i=1}^m (x_i^{(2)})' \cdot w_{x_i} \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^m (x_i^{(K)})' \cdot w_{x_i} \end{bmatrix} \quad (2.15)$$

Пондерисани нормализовани вектор алтернатива за другу групу критеријума одређује се на следећи начин:

$$v_Y = \begin{bmatrix} v_Y^{(1)} \\ v_Y^{(2)} \\ \vdots \\ v_Y^{(K)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{j=1}^n (y_j^{(1)})' \cdot w_{y_j} \\ \sum_{j=1}^n (y_j^{(2)})' \cdot w_{y_j} \\ \vdots \\ \sum_{j=1}^n (y_j^{(K)})' \cdot w_{y_j} \end{bmatrix} \quad (2.16)$$

Десети корак: Решавање проблема оптимизације:

$$F_{(X,Y)} = \sum_{k=1}^K |v_X^{(K)} - v_Y^{(K)}| \quad (2.17)$$

$$F_{(X^*,Y^*)} = \min F_{(X,Y)} \quad (2.18)$$

Тежински коефицијенти који задовољавају услов $F_{(X^*, Y^*)} = \min F_{(X, Y)}$ означени као $w_x^* = (w_{x_1}^*, w_{x_2}^*, \dots, w_{x_m}^*)$ за прву групу критеријума и $w_y^* = (w_{y_1}^*, w_{y_2}^*, \dots, w_{y_m}^*)$ за другу групу критеријума представљају тежинске коефицијенте модела.

Предност предложеног *KEMIRA-M* метода је у томе што омогућава истовремену идентификацију тежинских коефицијената критеријума и остваривање процедуре рангирања алтернатива. Овај метод је посебно ефикасан када постоје посебне групе критеријума и у свакој групи је потребно одредити тежинске коефицијенте критеријума.

3.2. *PAPRIKA* метод

PAPRIKA (*Potentially All Pairwise Rankings of all possible Alternatives*) метод представља технику засновану на анкети са циљем вредновања различитих критеријума на основу субјективног мишљења доносилаца одлука и/или експерата који изражавају своје преференције о релативној важности критеријума вршењем парних поређења.

PAPRIKA метод омогућава одређивање тежинских коефицијената критеријума и рангирање алтернатива које се добија на основу парног поређења свих потенцијално недоминираних парова у односу на све могуће алтернативе у моделу. Недоминирани пар је пар алтернатива у којем једна од њих има виши ранг у најмање једном критеријуму и нижи ранг у најмање једном критеријуму, те је стога неопходан суд доносиоца одлуке да би алтернативе биле класификоване по паровима (Carnero, 2020). Са друге стране, доминирани пар је пар алтернатива у којем једна од њих има категорију вишег ранга у најмање једном критеријуму, а ниједну нижег ранга у било ком другом критеријуму, тако да није потребно правити поређење. Број парова који се експлицитно рангирају је минимизиран тако што *PAPRIKA* метод идентификује и елиминише све имплицитно рангиране парове као последице експлицитно ранжираних парова (преко својства транзитивности модела адитивних вредности) (Hansen & Ombler, 2008).

Алгоритам *PAPRIKA* метода базиран је на следећим корацима (Carnero, 2020):

- Дефинисање критеријума и нивоа сваког критеријума;
- Дефинисање могућих алтернатива;
- Идентификација недоминираних парова;
- Класификација недоминираних парова и идентификација свих имплицитно ранжираних парова;

- Добијање тежинских коефицијената критеријума и глобалног рангирања алтернатива.

PAPRIKA је метод парног поређења чији се поступак заснива на томе да се доносиоцима одлука представља, путем анкете, низ хипотетичких сценарија у којима постоји разлика између само два критеријума, док се остали сматрају једнакима. Та два критеријума имају различите вредности у два сценарија, а доносилац одлука је дужан да изврши процену, направи компромис и одабере пожељнији сценарио. Сваки доносилац одлука мора да бира случајним редоследом између парова. Сваки пут када доносилац одлука класификује одређени пар алтернатива, сви преостали сценарији код којих се може извршити парно поређење према својству транзитивности се идентификују и елиминишу. На пример, ако доносилац одлуке преферира А у односу на Б, а затим Б у односу на В, онда по транзитивности, А има приоритет над В. Дакле, број даљих неопходних поређења се динамички смањује у зависности од претходно донетих одлука кроз елиминисање доминираних алтернатива (Németh et al., 2019). Процедура елиминације осигурава да се број питања која се постављају доносиоцима одлука минимизира, а да се ипак изврши парно поређење свих алтернатива диференцираних на основу два критеријума у исто време, било експлицитно или имплицитно (према транзитивности). Поред тога, када доносилац одлука направи избор, бодови се додељују изабраном критеријуму и ажурирају се претходне доделе бодова како би одредило поређење које ће бити приказано следеће. Било који број критеријума и/или нивоа може бити укључен у анкету. Процес се наставља све док се не израчунају коначни тежински коефицијенти критеријума. Израчунавање тежинских коефицијената врши се на основу резултата парног поређења доносилаца одлука применом софтвера који користи математичке методе засноване на линеарном програмирању.

Главна предност *PAPRIKA* методологије је у томе што се тежински коефицијенти критеријума могу конструисати без експлицитног постављања питања доносиоцима одлука о њима. Метод *PAPRIKA* надмашује конвенционалне методе парног поређења будући да омогућава анализирање више сценарија (Mirzaee et al., 2019). Још једна предност је што даје скуп пондера за сваког учесника, за разлику од других метода које производе само агрегиране податке, што омогућава поређење тежинских коефицијената између подгрупа учесника (Martelli et al., 2016). Међутим, како се број критеријума и нивоа повећава, број потенцијалних комбинација расте експоненцијално. Поред тога, неопходна је употреба посебног софтвера.

3.3. BWM метод

BWM (Best-Worst Method) представља метод вишекритеријумске анализе који се показао као погодна методологија за структурирање веома сложених система. У питању је још један метод заснован на парном поређењу који нуди структурирани начин за прављење поређења и олакшава добијање резултата будући да захтева релативно мали број поређења.

BWM метод користи алгоритам од пет корака за извођење тежинских коефицијената критеријума (Rezaei, 2015):

Корак 1. Одређивање скупа критеријума.

Корак 2. Избор најбољег критеријума C_B и најгорег критеријума C_W из скупа свих критеријума. Ако постоји више од једног најбољег или најгорег критеријума, најбољи и најгори критеријуми се могу бирати произвољно.

Корак 3. Вршење парних поређења између најбољег критеријума C_B и осталих критеријума и креирање вектора „најбољи према другима“ (*Best to Others – BO*):

$$BO = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bj}, \dots, a_{Bn}) \quad (2.19)$$

где a_{Bj} означава степен преференције најбољег критеријума C_B над критеријумом C_j .

Корак 4. Вршење парних поређења између најгорег критеријума C_W и осталих критеријума и креирање вектора „други према најгорем“ (*Others to Worst – OW*):

$$OW = (a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{jW}, \dots, a_{nW})^T \quad (2.20)$$

где a_{jW} означава степен преференције критеријума C_j над најгорим критеријумом C_W . Број парних поређења која се врше у овом кораку једнак је $n - 2$, будући да је у претходном кораку већ извршено поређење најбољег према најгорем критеријуму.

Корак 5. Одређивање тежинских коефицијената критеријума помоћу модела оптимизације. Имајући у виду да оптимални тежински коефицијенти критеријума морају задовољити услове $\frac{w_B}{w_j} = a_{Bj}$ и $\frac{w_j}{w_W} = a_{jW}$ тежња модела јесте минимизирање максималне апсолутне разлике $\left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|$ и $\left| \frac{w_j}{w_W} - a_{jW} \right|$. Математички, модел се може формулисати на следећи начин:

$$\min \max \left\{ \left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|, \left| \frac{w_j}{w_W} - a_{jW} \right| \right\} \quad (2.21)$$

Под ограничењима:

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (2.22)$$

$$w_j \geq 0 \quad (2.23)$$

Односно, ако се са ε означи максимум апсолутне разлике, модел се може трансформисати на следећи начин:

$$\min \varepsilon \quad (2.24)$$

Под ограничењима:

$$\left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right| \leq \varepsilon \quad (2.25)$$

$$\left| \frac{w_j}{w_W} - a_{jW} \right| \leq \varepsilon \quad (2.26)$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (2.27)$$

$$w_j \geq 0 \quad (2.28)$$

Решење модела даје одговарајуће оптималне тежинске коефицијенте.

Генерално посматрано, *BWM* метод има три предности у односу на метод аналитичког хијерархијског процеса (као најпознатијег метода базираног на парном поређењу) (Mi et al., 2019): (а) захтева мањи број поређења; (б) у структурираном процесу поређења *BWM* метод користи само целе бројеве, односно скалу од 1 до 9, за разлику од метода аналитичког хијерархијског процеса где се користи скала од 1/9 до 9, чиме се умањује сложеност поређења; (в) *BWM* метод има већу успешност у остварењу конзистентности парног поређења пошто су елиминисана сувишна поређења, што води поузданијим резултатима.

Поред наведених, предности *BWM* метода су (Rezaei, 2020):

- Идентификовањем најбољих и најгорих критеријума пре спровођења парних поређења између критеријума, доносилац одлука већ има јасно разумевање опсега евалуације што би могло довести до поузданијих парних поређења, чиме се обезбеђују конзистентнији резултати.
- Употреба два вектора приликом парног поређења формираних на основу две супротне референтне тачке (најбоље и најгоре) у једном моделу оптимизације могла би да ублажи потенцијални ефекат усидрења¹ који доносилац одлука може искусити током процеса спровођења парног поређења.

¹ Ефекат усидрења представља когнитивну пристрасност која доводи до тога да се доносилац одлука превише ослања на прву информацију коју добије, те када добије новије информације тумачи их са референтне тачке сидра, уместо да их посматра објективно.

- *BWM* метод представља ефикасан метод парног поређења који поред уштеде у времену истовремено пружа могућност провере конзистентности парних поређења.
- Оригинални *BWM* метод у случају постојања непотпуне конзистентности када постоје више од три критеријума може резултирати вишеструким оптималним решењима насталим услед недоследности која постоји у подацима. Предност постојања вишеструких решења јесте у томе што то омогућава већу флексибилност у случајевима где је укључено више доносилаца одлука. Међутим, у ситуацијама где није пожељно имати вишеструка решења може се применити линеарни *BWM* модел који пружа јединствено решење.

3.4. Метод базних критеријума

Метод базних критеријума (*Base-Criterion Method - BCM*) представља једну од техника за решавање проблема вишекритеријумског одлучивања. Према методу базних критеријума уместо вршења парних поређења између свих критеријума или вршења парних поређења најбољег и најгорег критеријума са другим критеријумима, доносилац одлуке бира један од критеријума као основни (базни) критеријум, а затим се добијају парна поређења између основног критеријума и других критеријума (Haseli et al., 2020a). У наредном кораку формулише се и решава математички проблем да би се одредили тежински коефицијенти критеријума. На овај начин, парна поређења су потпуно конзистентна.

За разлику од парног поређења у осталим методама базираним на парном поређењу, поређења у оквиру метода базних критеријума су потпуно зависна. На пример, ако је релативна важност првог критеријума у односу на други критеријум 3, а релативна важност другог и трећег критеријума једнака, тада ће релативна важност првог критеријума у односу на трећи бити 3. Поред тога, креатори метода верују да се извођењем парног поређења између основног критеријума и других критеријума, може утврдити релативна важност сваког критеријума у односу на други критеријум која ће бити савршено конзистентна у смислу правца и снаге (Narang et al., 2021).

Метод базног критеријума карактеришу две врсте поређења: основно поређење и коначно поређење. Основно поређење представља поређење у односу на основни (базни) критеријум, док је коначно поређење заправо поређење између критеријума од којих ни

један није основни (базни) критеријум. За коначно поређење критеријума користи се релација:

$$a_{i,j} = \frac{a_{baza,j}}{a_{baza,i}} \quad (2.29)$$

при чему важи

$$\frac{1}{9} \leq a_{i,j} \leq 9 \quad (2.30)$$

Дакле, коначна поређења су изведена из основних поређења које врше доносиоци одлука и представљају подскуп основних поређења (Haseli et al., 2020b).

Алгоритам метода базног поређења обухвата неколико сукцесивних корака (Haseli et al., 2020a):

Корак 1. Одређивање скупа критеријума.

Корак 2. Одређивање основног (базног) критеријума. Основни критеријум може бити било који критеријум из скупа критеријума.

Корак 3. Одређивање релативне важности основног критеријума у односу на друге критеријуме, $a_{baza,j}$, где $a_{baza,j}$ означава перформансе основног критеријума у односу на j -ти критеријум.

Корак 4. Одређивање тежинских коефицијената критеријума решавањем проблема линеарног програмирања:

$$\min \varepsilon \quad (2.31)$$

Под ограничењима:

$$\left| \frac{w_b}{w_j} - a_{baza,j} \right| \leq \varepsilon \quad (2.32)$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (2.33)$$

$$w_j \geq 0 \quad (2.34)$$

Где је:

$$\varepsilon = \max \left| \frac{w_b}{w_j} - a_{baza,j} \right|,$$

$\frac{w_b}{w_j}$ – однос тежинских коефицијената базног и j -ог критеријума.

Степен конзистентности представља важан индикатор за процену адекватности парног поређења. Поређења су потпуно конзистентна ако за све критеријуме важи:

$$a_{baza,i} \cdot a_{i,j} = a_{baza,j} \quad (2.35)$$

3.5. Метод пуне конзистентности

Алгоритам метода пуне конзистентности (*Full Consistency Method - FUCOM*) заснива се на парном поређењу критеријума, при чему је неопходно извршити само $n - 1$ поређења у моделу. Модел подразумева имплементацију једноставног алгоритма са могућношћу валидације модела одређивањем одступања од пуне конзистентности поређења. Конзистентност модела се дефинише на основу задовољења услова математичке транзитивности. Према креаторима метода (Pamućar et al., 2018), једна од карактеристика метода пуне конзистентности је смањење субјективности доносиоца одлука, што доводи до доследности у тежинским коефицијентима критеријума.

Поступак добијања тежинских коефицијената критеријума коришћењем метода пуне конзистентности заснива се на следећем алгоритму (Pamućar et al., 2018):

Корак 1. У првом кораку врши се рангирање критеријума из унапред дефинисаног скупа критеријума $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$. Рангирање се врши према значају критеријума, односно, почев од критеријума за који се очекује да има највећи значај до критеријума најмањег значаја. Тако се добијају критеријуми ранжирани према очекиваним вредностима тежинских коефицијената:

$$C_{j(1)} > C_{j(2)} > \dots > C_{j(k)} \quad (2.36)$$

где k представља ранг критеријума. Ако постоје два или више критеријума за које се процењује да су истог значаја, између ових критеријума у изразу (2.36) се ставља знак једнакости уместо „>“.

Корак 2. У другом кораку се врши поређење ранжираних критеријума и одређивање упоредног приоритета $\varphi_{k/(k+1)}$, где k представља ранг критеријума. Упоредни приоритет $\varphi_{k/k+1}$ представља предност критеријума $C_{j(k)}$ ранга у односу на критеријум $C_{j(k+1)}$ ранга. На тај начин се одређује вектор упоредних приоритета критеријума:

$$\Phi = \{\varphi_{1/2}, \varphi_{2/3}, \dots, \varphi_{k/(k+1)}\} \quad (2.37)$$

Приликом решавања реалних проблема, доносиоци одлука упоређују ранжиране критеријуме на основу интерног знања, па одређују упоредне приоритете на основу субјективних преференција. Ако доносилац одлуке сматра да критеријум ранга $C_{j(k)}$ има исти значај као и критеријум ранга $C_{j(k+1)}$, онда је упоредни приоритет једнак јединици.

Одређивање парних приоритета може се извршити директним поређењем критеријумских вредности или на основу унапред дефинисане скале за поређење

критеријума (на пример скале од 1 до 9, где је 1 потпуна индиферентност између критеријума, док је 9 екстремна преференција једног критеријума у односу на други). Поређење се врши према прво-рангираном (најзначајнијем) критеријуму те је потребно извршити $n - 1$ поређења критеријума.

Корак 3. У трећем кораку израчунавају се коначне вредности тежинских коефицијената критеријума. Коначне вредности тежинских коефицијената морају задовољити два услова:

(и) да је однос тежинских коефицијената једнак упоредном приоритету међу посматраним критеријумима, односно да је испуњен следећи услов:

$$\varphi_{k/(k+1)} = \frac{w_k}{w_{k+1}} \quad (2.38)$$

(ии) коначне вредности тежинских коефицијената морају задовољити и услов математичке транзитивности; Тако се добија још један услов који треба да задовоље коначне вредности тежинских коефицијената критеријума оцењивања, а то је:

$$\frac{w_k}{w_{k+2}} = \varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} \quad (2.39)$$

Потпуна конзистентност постоји само ако су први и други услов у потпуности испоштовани, односно мера конзистентности χ једнака је нули. Математички модел за одређивање коначних вредности тежинских коефицијената формулисан је на следећи начин:

$$\min \chi \quad (2.40)$$

под ограничењима:

$$\left| \frac{w_{j(k)}}{w_{j(k+1)}} - \varphi_{k/(k+1)} \right| \leq \chi \quad (2.41)$$

$$\left| \frac{w_{j(k)}}{w_{j(k+2)}} - \varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} \right| \leq \chi \quad (2.42)$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1, \forall j \quad (2.43)$$

$$w_j \geq 0, \forall j \quad (2.44)$$

3.6. *MACBETH* метод

MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*) представља метод вишекритеријумске анализе чије је коначни резултат рангирање јединица посматрања (алтернатива), али поред тога даје и процедуру утврђивања тежинских коефицијената индикатора. *MACBETH* метод се заснива на парном поређењу

које врши евалуатор, при чему се користи интервална скала. Суштина *MACBETH* метода подразумева праћење неколико итеративних корака. Најпре је потребно дефинисати индикаторе, јединице посматрања и остварене вредности индикатора за сваку од јединица посматрања (атрибут). Даље, евалуатор треба да рангира елементе скупа јединица посматрања према опадајућој атрактивности. Потребно да евалуатор квантифицира суд о различитости у атрактивности између две јединице посматрања при чему примењује семантичку скалу од шест категорија (Табела 10).

Табела 10. *MACBETH* скала

Семантичка скала	Еквивалентна нумеричка вредност	Значење
Веома слаба атрактивност	1	Алтернатива је веома слабо привлачна у односу на другу
Слаба атрактивност	2	Алтернатива је слабо привлачна у односу на другу
Умерена атрактивност	3	Алтернатива је умерено привлачна у односу на другу
Јака атрактивност	4	Алтернатива је јако привлачна у односу на другу
Веома јака атрактивност	5	Алтернатива је веома јако привлачна у односу на другу
Екстремна атрактивност	6	Алтернатива је екстремно јако привлачна у односу на другу

Извор: Kundakci & Işık, (2016)

У наредној итерацији врши се формирање матрице одлучивања. Постоји неколико начина за унос квантитативних информација у матрицу (Roszkowska, 2014). Једна од могућности подразумева уношење информација десно од главне дијагонале матрице, почевши од уноса алтернатива код којих постоји највећа разлика у атрактивности, односно, почевши од разлике између најатрактивнијег и најмање атрактивног нивоа (Sanchez-Lopez et al., 2012). Даље, доносиоци одлука оцењују разлику у атрактивности између преосталих нивоа.

Следећи корак подразумева проверу конзистентности судова доносиоца одлука. Постоје две врсте неконзистентности (Roszkowska, 2014):

- семантичка, када није логички прихватљива оцена разлике атрактивности код парног поређења и
- кардинална, ако није могуће презентовање суда доносиоца одлуке преко кардиналне скале, тј. претварање у реалне бројеве.

Уколико је постигнута конзистентност судова у матрици одлучивања применом метода адитивне агрегације врши се одређивање тежинских коефицијената и/или поредак алтернатива.

3.7. DEMATEL метод

DEMATEL метод (*Decision-making trial and evaluation laboratory method* - Лабораторијски метод испитивања и евалуације за доношење одлука) развијен је у оквиру Бател Меморијалног института (*Battelle Memorial Institute*) у Женеви између 1972. и 1976. године са циљем проучавања и решавања вишекритеријумских проблема. За разлику од традиционалних техника парног поређења, *DEMATEL* метод базира на идентификацији међузависности елемената система кроз каузални дијаграм (Tzeng et al., 2007).

Алгоритам *DEMATEL* метода базира на следећим корацима (Shieh et al., 2010):

Корак 1. Израчунавање просечне матрице на основу преференција испитаника. Сваки испитаник је замољен да процени директан утицај између било која два фактора целобројним резултатом (на пример, у распону од 0, 1, 2 и 3, што представља „без утицаја”, „низак утицај”, „средњи утицај” и „висок утицај”, респективно). У општем случају, x_{ij} указује на степен до којег испитаник верује да фактор i утиче на фактор j . За $i = j$, дијагоналним елементима додељена је вредност нула. За сваког испитаника, $n \times n$ не-негативна матрица се може успоставити као $X^k = [x_{ij}^k]$, где је k број испитаника, а n број фактора. Дакле, X^k, X^{k+1}, \dots, X^H представљају матрице H испитаника. Да би се обухватила сва мишљења H испитаника, просечна матрица $A = [a_{ij}]$ се може конструисати на следећи начин:

$$a_{ij} = \frac{1}{H} \sum_{k=1}^H x_{ij}^k \quad (2.45)$$

Корак 2. Израчунавање нормализоване почетне матрице директне везе D применом релације:

$$D = A \times S \quad (2.46)$$

где је

$$S = \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (2.47)$$

Корак 3. Израчунавање матрице укупне релације T . Матрица укупне релације дефинисана је као:

$$T = D(I - D)^{-1} \quad (2.48)$$

где је I јединична матрица.

Корак 4. Израчунавање збира редова и колона матрице T . Нека су r и c збир редова и збир колона матрице укупне релације T , респективно. Збир реда i матрице T , у ознаци r_i , представља збир утицаја директних и индиректних ефеката фактора i на друге факторе. Аналогно, збир колоне j матрице T , у ознаци c_j , представља збир утицаја директних и индиректних ефеката на фактор j од стране других фактора. Када је $i = j$, збир $r_i + c_j$ показује укупне ефекте које је проузроковао фактор i и које су проузроковали други фактори на фактор i . Другим речима, збир $r_i + c_j$ указује на степен важности који фактор i игра у целом систему. Са друге стране, разлика $r_i - c_j$ представља нето ефекат фактора i на систем. Конкретно, ако је разлика $r_i - c_j$ позитивна, фактор i је нето узрочник, док је у случају негативне разлике фактор i нето резултат.

Корак 5. Одређивање тежинских коефицијената критеријума. Тежински коефицијенти критеријума одређују се помоћу релације:

$$\tilde{w}_i = \sqrt{(r_i + c_j)^2 - (r_i - c_j)^2} \quad (2.49)$$

Корак 6. Нормализација тежинских коефицијената помоћу једначине:

$$w_i = \frac{\tilde{w}_i}{\sum_{i=1}^n \tilde{w}_i} \quad (2.50)$$

3.8. PIPRECIA метод

PIPRECIA метод (*P*ivot *P*airwise *R*elative *C*riteria *I*mportance *A*ssessment) за одређивање тежинских коефицијената критеријума развијен је као проширење *SWARA* метода (Stanujkic et al., 2017). Иако је у поређењу са другим методама за одређивање тежинских коефицијената критеријума *SWARA* метод мање сложен за коришћење, са становишта испитаника, проблем настаје у томе што први корак у примени *SWARA* метода захтева избор критеријума и њихово рангирање према очекиваној важности у опадајућем редоследу. То значи да се сви учесници евалуације морају сложити око очекиване важности критеријума, што *SWARA* метод чини мање применљивим за

решавање сложених проблема (Stanujkic et al., 2018). *PIPRECIA* метод елиминише наведени недостатак *SWARA* метода.

Алгоритам *PIPRECIA* метода сачињен је од пет корака (Stanujkic et al., 2017):

Корак 1. Одредити скуп релевантних критеријума за оцењивање и сортирати у опадајућем редоследу, на основу њиховог очекиваног значаја.

Корак 2. Полазећи од другог критеријума, извршити одређивање релативне важности s_j на следећи начин:

$$s_j = \begin{cases} > 1, \text{ када је } C_j > C_{j-1} \\ 1, \text{ када је } C_j = C_{j-1} \\ < 1, \text{ када је } C_j < C_{j-1} \end{cases} \quad (2.51)$$

Корак 3. Одредити коефицијент k_j на следећи начин:

$$k_j = \begin{cases} 1, j = 1 \\ 2 - s_j, j > 1 \end{cases} \quad (2.52)$$

Корак 4. Одредити поново израчунату важност, q_j , на следећи начин:

$$q_j = \begin{cases} 1, j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j}, j > 1 \end{cases} \quad (2.53)$$

Корак 5. Одредити релативне тежине критеријума евалуације на следећи начин:

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^n q_k} \quad (2.54)$$

4. Подела метода вишекритеријумске анализе

Методе вишекритеријумске анализе у општем случају се могу дефинисати као приступи који генеришу скуп решења (или јединствено решење) која су оптимална решења датог вишекритеријумског проблема одлучивања у ситуацији када је потребно размотрити више сукобљених критеријума. Формално, методе вишекритеријумске анализе подразумевају доношење одлука о преференцијама као што су одабир, рангирање и класификација у односу на расположиви коначни број алтернатива које карактеришу вишеструки критеријуми који су често конфликтни, изражени различитим мерним јединицама и различите важности за дати вишекритеријумски проблем (Celik et al., 2019). Развијен је велики број метода вишекритеријумске анализе, нарочито у последњих неколико деценија, будући да развој технике и технологије омогућава лакше развијање и тестирање различитих метода вишекритеријумске анализе. Свака од метода вишекритеријумске анализе базирана је на одређеном алгоритму који често користи различите математичке технике, а избор техника се врши на основу природе проблема и

нивоа сложености који се приписује процесу доношења одлука. Свака метода вишекритеријумске анализе има своје специфичности, и свака од њих своје предности и недостатке.

Може се идентификовати неколико начина за класификацију метода вишекритеријумске анализе. Један од начина класификација јесте према врсти података које користе и према тој подели методе вишекритеријумске анализе могу бити детерминистичке, стохастичке или *fuzzy*. Поред тога постоје хибридне методе које подразумевају комбинацију претходно наведених метода.

Други начин класификације метода вишекритеријумске анализе је према броју доносилаца одлука укључених у процес одлучивања. Према овом критеријуму методе вишекритеријумске анализе могу бити методе индивидуалног и методе групног одлучивања.

Трећи начин јесте подела према природи алгоритма који се примењује и тада постоје следеће врсте метода вишекритеријумске анализе:

- Вишеатрибутивне функције корисности и вредности. Ова група обухвата методе које настоје да изразе преференције доносиоца одлука коришћењем функција вредности/корисности (De Brito & Evers, 2016). Уобичајене технике укључују: вишеатрибутивну теорију вредности (*MAVT*) и вишеатрибутивну теорију корисности (*MAUT*). Кључна предност приступа корисности и вредности јесте у томе што узимају у обзир несигурност (Velasquez & Hester, 2013). Ове методе имају делимично компензаторну природу и широко су прихваћене.
- Парно поређење. Суштина приступа у овој групи је спровођење парних поређења критеријума и алтернатива изражавањем преференција у односу на унапред дефинисану скалу. Међу популарним методама су: метод аналитичког хијерархијског процеса (*AHP*), *MACBETH* метод и метод аналитичког мрежног процеса (*ANP*).
- Методе вишег ранга. Приступ који припадају методама вишег ранга укључују одређивање степена доминације међу алтернативама на основу односа преференција, при чему се као резултат добија делимично рангирање преференција алтернатива, а не кардинална мера њиховог односа преференција (Penadés-Plà et al., 2016). Ове методе укључују: *ELECTRE* и *PROMETHEE* метод.
- Удаљеност од идеалне тачке. Суштина метода удаљености од идеалне тачке је одређивање изводљивог решења које минимизира растојање до одређене идеалне

тачке претходно специфициране у простору вредности (Carrizosa et al., 1997). Оптимално решење одговара алтернативи која има најмању удаљеност од идеалне тачке. Уобичајене методе укључују: *TOPSIS* и *VIKOR* метод.

- Друге методе. Ове методе укључују прилагођене методе које генерално проширују или прилагођавају оригиналну методу специфичној примени, заједно са хибридним и *fuzzy* приступима (De Brito & Evers, 2016).

Четврти начин класификације метода вишекритеријумске анализе јесте према врсти агрегације и према том критеријуму се методе вишекритеријумске анализе деле на компензаторне, делимично компензаторне и некомпензаторне методе. Будући да је приликом конструкције композитног индекса питање компензаторности јако важно, у даљем делу рада фокус ће бити на идентификацији метода који се сврставају у компензаторне и на идентификацији метода који се сврставају у делимично компензаторне и некомпензаторне приступе.

4.1. Компензаторни вишекритеријумски методи

Интуитивно, појам компензација приликом креирања композитних индекса односи се на постојање компромиса, односно, на постојање могућности да се лоше перформансе у једном критеријуму надокнаде високим перформансама у неким другим критеријумима. Компензаторност последично води смањењу информација које нуди композитни индекс, будући да је услед компензације између различитих области идентификација проблематичних области отежана. Најпознатије компензаторне вишекритеријумске технике јесу: метод једноставних адитивних тежина, метод пондерисаног производа, метод аналитичког хијерархијског процеса (о којем је било више речи у првом поглављу), метод аналитичког мрежног процеса, *TOPSIS* метод, *VIKOR* метод и други.

4.1.1. Метод једноставних адитивних тежина

Метод једноставних адитивних тежина (*Simple Additive Weighting – SAW*) представља једну од најучесталије примењених метода вишекритеријумске анализе (Triantaphyllou & Mann, 1989). Познат је још под именом метод пондерисане суме (*Weighted Sum Model - WSM*). У питању је једноставан метод, чија је примена најчешћа у

евалуацији једнодимензионалних проблема, односно, проблемима где су све мерне јединице критеријума исте.

Претпоставка на којој базира овај метод јесте претпоставка адитивне корисности. Међутим, потешкоће са овим методом настају када се примени на вишедимензионалне проблеме доношења одлука. Комбиновањем различитих димензија, а самим тим и различитих јединица, претпоставка адитивне корисности је нарушена. Стога је извршена модификација изворног метода једноставних адитивних тежина и уведен је корак у којем се врши нормализација критеријумских вредности. То значи да је укупна вредност сваке алтернативе једнака збиру производа отежаних критеријумских вредности. Дакле, овај метод се заснива на пондерисаном просеку и оцена евалуације се мери множењем нормализоване вредности сваког критеријума одговарајућим тежинским коефицијентом. Добијене вредности се затим рангирају и алтернатива са највећом оценом се бира као преферирана.

Алгоритам метода једноставних адитивних тежина чине три корака (Triantaphyllou & Mann, 1989):

Корак 1. Креирање матрице одлучивања и дефинисање начина за одређивање тежинских коефицијената критеријума.

Корак 2. Креирање нормализоване матрице одлучивања. Могуће је применити било коју од процедура нормализације, при чему се у пракси најчешће користи метод линеарне нормализације.

Корак 3. Израчунавање укупне оценом учинка за сваку алтернативу. Ако постоји m алтернатива и n критеријума, онда је најбоља алтернатива она која задовољава следећи израз:

$$A^* = \max \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot w_j \quad (2.55)$$

за $i = 1, 2, \dots, m$ где је A^* алтернатива са најбољим учинком, n је број критеријума, a_{ij} је нормализована вредност i -те алтернативе остварене по j -ом критеријуму и w_j је тежински коефицијент j -ог критеријума.

4.1.2. Метод пондерисаног производа

Метод пондерисаног производа (*Weighted Product Model - WPM*) је сличан методу пондерисане суме. Главна разлика је у томе што уместо сабирања у овом моделу постоји множење. Свака алтернатива се упоређује са осталима множењем бројних односа, по један за сваки критеријум, при чему се сваки однос степеноује релативном тежином

одговарајућег критеријума. Предност метода пондерисаног производа јесте у томе што његов алгоритам елиминише мерне јединице, те се стога понекад назива бездимензионалном анализом и може се користити једнако успешно у једнодимензионалним и вишедимензионалним проблемима одлучивања (Triantaphyllou & Mann, 1989).

Алгоритам метода пондерисаног производа је релативно једноставан:

Корак 1. Креирање матрице одлучивања и дефинисање начина за одређивање тежинских коефицијената критеријума.

Корак 2. Поређење алтернатива. Генерално, да би се упоредиле алтернативе A_k и A_l разматра се следећи производ:

$$R\left(\frac{A_k}{A_l}\right) = \prod_{j=1}^n \left(\frac{a_{kj}}{a_{lj}}\right)^{w_j} \quad (2.56)$$

где је n број критеријума, a_{ij} је вредност i -те алтернативе остварене по j -ом критеријуму и w_j је тежински коефицијент j -ог критеријума. Ако је $R\left(\frac{A_k}{A_l}\right)$ већи од један, онда је алтернатива A_k пожељнија од алтернативе A_l . Најбоља алтернатива је она која је боља од свих или барем једнака неким алтернативама.

4.1.3. WASPAS метод

WASPAS (*Weighted Aggregated Sum Product Assessment*) представља један од компензаторних вишекритеријумских метода настао као интеграција метода једноставних адитивних тежина и метода пондерисаног производа (Zavadskas et al., 2012). Постоје докази да је тачност рангирања WASPAS метода 1,6 и 1,3 пута већа од оне добијене методом једноставних адитивних тежина и методом пондерисаног производа, респективно (Kumar et al., 2020). Образложење овог метода је прилично једноставно, при чему је поступак разумљив.

Први корак WASPAS метода подразумева дефинисање матрице одлучивања $X_S = [x_{ij}]$, где је n број критеријума, m број алтернатива, x_{ij} је вредност i -те алтернативе остварене по j -ом критеријуму.

Други корак посвећен је нормализацији критеријумских вредности. Да би мере перформансе биле упоредиве и бездимензионалне, сви елементи у матрици одлучивања су нормализовани коришћењем следеће две једначине:

за критеријуме приходног типа

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \quad (2.57)$$

за критеријуме расходног типа

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad (2.58)$$

WASPAS метод базира на одређивању заједничког критеријума оптималности на основу два парцијална критеријума оптималности (Chakraborty et al., 2015). Први парцијални критеријум оптималности, представља критеријум средњег пондерисаног успеха и добија се у *трећем кораку* применом метода једноставних адитивних тежина на следећи начин:

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} \cdot w_j, i = 1, 2, \dots, m \quad (2.59)$$

где је w_j тежински коефицијент j -ог критеријума.

У *четвртом кораку* одређује се други парцијални критеријум оптималности применом метода пондерисаног производа на следећи начин:

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j}, i = 1, 2, \dots, m \quad (2.60)$$

У *петом кораку* одређује се заједнички генерализовани критеријум оптималности на следећи начин:

$$Q_i = 0,5Q_i^{(1)} + 0,5Q_i^{(2)} = 0,5 \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} \cdot w_j + 0,5 \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j} \quad (2.61)$$

Да би се повећала тачност рангирања и ефикасност процеса доношења одлука развијена је уопштенија једначина за одређивање укупног релативног значаја i -те алтернативе (Zavadskas et al., 2012):

$$Q_i = \lambda Q_i^{(1)} + (1 - \lambda) 0,5Q_i^{(2)} = \lambda \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} \cdot w_j + (1 - \lambda) \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j} \quad (2.62)$$

При чему се као најбоља бира алтернатива на највећом вредношћу Q_i .

Када је вредност коефицијента λ једнака нули, WASPAS метод се трансформише у метод пондерисаног производа, а када је вредност коефицијента λ једнака јединици, WASPAS метод постаје метод једноставних адитивних тежина.

Аутори WASPAS метода дају и начин за одређивање оптималне вредности коефицијента λ на следећи начин (Zavadskas et al., 2012):

$$\lambda = \frac{\sigma^2(Q_i^{(2)})}{\sigma^2(Q_i^{(1)}) + \sigma^2(Q_i^{(2)})} \quad (2.63)$$

Израчунавање оптималне вредности коефицијента λ може обезбедити максималну тачност процене.

4.1.4. MOORA метод

MOORA метод (*Multi-Objective Optimization Method by Ratio Analysis*) представља метод вишекритеријумског одлучивања у чијој је основи процес истовременог оптимизовања два или више критеријума, који су често међусобно конфликтни. Алгоритам метода сачињен је од следећих корака (Brauers & Zavadskas, 2006):

Корак 1. Формирање матрице одлучивања $X_s = [x_{ij}]$, где је n број критеријума, m број алтернатива, x_{ij} је вредност i -те алтернативе остварене по j -ом критеријуму.

Корак 2. Нормализовање матрице одлучивања. Нормализација код MOORA метода врши се на следећи начин:

$$x_{ij}^N = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (2.64)$$

Корак 3. Оптимизација вишекритеријумског проблема. Врши се тако што се сабирају нормализоване критеријумске вредности приходних критеријума и одузимају нормализоване критеријумске вредности расходних критеријума. Тада се проблем оптимизације може поставити као:

$$y_i = \sum_{j=1}^g x_{ij}^N - \sum_{j=g+1}^{n-g} x_{ij}^N \quad (2.65)$$

где је g број критеријума приходног типа, $n - g$ број критеријума расходног типа.

Међутим, често је неопходно у процес оптимизације укључити и информацију о релативној значајности критеријума. Тада се нормализоване критеријумске вредности множе одговарајућим тежинским коефицијентима критеријума и добија се следећа релација оптимизације:

$$y_i = \sum_{j=1}^g w_j \cdot x_{ij}^N - \sum_{j=g+1}^{n-g} w_j \cdot x_{ij}^N \quad (2.66)$$

Корак 4. У зависности од отежаних вредности приходних и расходних критеријума вредност y_i може бити позитивна или негативна. Одређивање преференције врши се на основу рангирања алтернатива по y_i вредности при чему најбоља алтернатива има највећу y_i вредност, док најгора алтернатива има најнижу y_i вредност.

4.1.5. ARAS метод

Према ARAS (*Additive Ratio ASsessment*) методу, вредност функције корисности која одређује укупну релативну ефикасност алтернатива директно је пропорционална нормализованим критеријумским вредностима и тежинским коефицијентима главних критеријума који се разматрају у моделу (Zavadskas & Turskis, 2010).

Алгоритам *ARAS* метода сачињен је од следећих корака:

Корак 1. Формирање матрице одлучивања $X_s = [x_{ij}]$, где је n број критеријума, m број алтернатива, x_{ij} је вредност i -те алтернативе остварене по j -ом критеријуму.

Корак 2. Одређивање оптималне оцене учинка за сваки критеријум. Ако доносиоци одлука немају преференције, оптималне оцене учинка се израчунавају као:

$$x_{0j} = \begin{cases} \max_i x_{ij}, j \in J_{max} \\ \min_i x_{ij}, j \in J_{min} \end{cases} \quad (2.67)$$

где је x_{0j} оцена оптималног учинка j -ог критеријум, J_{max} означава скуп приходних критеријума, J_{min} означава скуп расходних критеријума.

Корак 3. Одређивање нормализоване матрице одлучивања $R_n = [r_{ij}]$ применом релације за нормализацију:

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}}, j \in J_{max} \\ \frac{\frac{1}{x_{ij}}}{\sum_{i=0}^m \frac{1}{x_{ij}}}, j \in J_{min} \end{cases} \quad (2.68)$$

Корак 4. Одређивање отежане нормализоване матрице одлучивања $V = [v_{ij}]$ применом релације:

$$v_{ij} = w_j \cdot r_{ij} \quad (2.69)$$

Корак 5. Израчунавање индекса укупног учинка S_i за сваку алтернативу применом релације:

$$S_i = \sum_{j=1}^n v_{ij} \quad (2.70)$$

Корак 6. Израчунавање степена корисности Q_i за сваку алтернативу применом формуле:

$$Q_i = \frac{S_i}{S_0} \quad (2.71)$$

Корак 7. Рангирање алтернатива према степену корисности. Алтернативе се рангирају у опадајућем редоследу, при чему се као најбоља бира алтернатива са највећим степеном корисности.

4.1.6. *VIKOR* метод

VIKOR метод (ВИшекритеријумска оптимизација и КОмпромисно Решење) представља метод вишекритеријумске оптимизације развијен од стране Серафима Оприцовића (Opricovic, 1998) који даје компромисно решење (једно или више) из сета

алтернатива које се карактеришу конфликтним критеријумима (Opricovic, 2011). При том, компромисно решење се одређује на основу упоређивања мере одстојања од идеалног решења (Opricovic & Tzeng, 2007).

VIKOR процедура се састоји из неколико корака:

Корак 1. Одређивање позитивног идеалног решења и негативног идеалног решења на основу следећих једначина (Opricovic & Tzeng, 2007):

$$f_j^* = \max_i f_{ij}, \quad f_j^- = \min_i f_{ij}, \quad (2.72)$$

ако је j -а критеријумска функција приходног типа, односно

$$f_j^* = \min_i f_{ij}, \quad f_j^- = \max_i f_{ij}, \quad (2.73)$$

ако је j -а критеријумска функција расходног типа.

Корак 2. Одређивање вредности S_i и R_i $i=1,2,\dots,m$. S_i представљају максималну групну корисност („правило већине”) и R_i минимум индивидуалне штете „противника” (Wang et al., 2019). У циљу одређивања ових вредности неопходно је укључити тежинске коефицијенте и одредити S_i и R_i према следећим формулама:

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2.74)$$

$$R_i = \max_j w_j \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2.75)$$

Корак 3. Одређивање вредности Q_i , $i=1, 2, \dots, m$. На бази вредности израчунатих у претходном кораку, одређују се вредности S^* , S^- , R^* и R^- на следећи начин:

$$S^* = \min_i S_i, \quad R^* = \min_i R_i \quad (2.76)$$

$$S^- = \max_i S_i, \quad R^- = \max_i R_i$$

Вредности Q_i се затим утврђују на бази формуле:

$$Q_i = v \cdot \frac{S_i - S^*}{S^- - S^*} + (1 - v) \cdot \frac{R_i - R^*}{R^- - R^*}, \quad (2.77)$$

где v представља тежину стратегије „већине критеријума” (или „максималне групне корисности”) при чему је уобичајено да ова вредност буде 0,5 (Opricovic & Tzeng, 2007).

Корак 4. Креирање три ранг листе сортирањем вредности S_i , R_i и Q_i у опадајућем редоследу.

Корак 5. Одређивање компромисног решења.

Алтернатива A_i која има најнижу вредност на ранг листи Q_i ($v = 0,5$) представља најбољу алтернативу ако су испуњени следећи услови (Opricovic & Tzeng, 2007):

Услов У1 – Прихватљива предност

$$Q(A_2) - Q(A_1) \geq DQ \quad (2.78)$$

где A_2 представља алтернативу која се налази на другој позицији на ранг листи Q_i ($v = 0,5$). DQ представља „праг предности“ и његова вредност се одређује на основу следеће формуле:

$$DQ = \min(0,25; \frac{1}{m-1}), \quad (2.79)$$

при чему је вредност 0,25 уведена због ситуације одлучивања у којима је број алтернатива мали (мањи од пет).

Услов У2 – Прихватљива стабилност у доношењу одлука.

Прва алтернатива на ранг листи Q_i ($v = 0,5$) има „прихватљиву стабилност“ уколико испуњава бар један од услова (Opricovic & Tzeng, 2007):

- Алтернатива A_1 такође мора бити најбоље рангирана и на S и/или R ранг листи;
- Алтернатива A_1 је најбоље рангирана на ранг листи Q_i ($v = 0,25$) и Q_i ($v = 0,75$).

Ако алтернатива A_1 не задовољава наведене услове онда скуп компромисних решења обухвата (Opricovic & Tzeng, 2007):

- Алтернативе A_1 и A_2 ако само услов У2 није задовољен;
- Алтернативе A_1, A_2, \dots ако услов У1 није задовољен, при чему се A_k утврђује на основу релације $Q(A_k) - Q(A_1) < DQ$, односно скуп компромисних решења чине алтернативе са компромисне ранг листе све до алтернативе над којом прва алтернатива остварује „довољну предност“. Под „довољном предношћу“ сматра се разлика између процењених вредности прве алтернативе на ранг листи Q_i ($v = 0,5$) и $k+1$ алтернативе са исте листе која премашује „праг предности“, односно када је разлика између процењених вредности ових алтернатива већа од DQ .

На добијено компромисно решење значајан утицај остварују тежински коефицијенти критеријума, те је могуће одредити интервале тежинских коефицијената у којима је добијено компромисно решење стабилно. Сходно томе, компромисно решење које се добија применом *VIKOR* метода може бити (Popović et al., 2020):

- Једна алтернатива која се јавља као решење независно од примењених тежинских коефицијената и која се предлаже као компромисно решење;
- Решење на основу примењених тежинских коефицијената јесте једна алтернатива, али се применом других тежинских коефицијената као решење добија нека друга алтернатива. Тада се као компромисно решење предлажу

све алтернативе уз напомену за које тежинске коефицијенте свака од алтернатива представља компромисно решење;

- Више алтернатива, те се доносиоцу одлуке предлаже:
 - Да на бази сопствених преференција одабере једну од алтернатива као коначно решење;
 - Да због „блискости” алтернатива прошири скуп критеријума на бази којих се врши евалуација и да се поново спроведе вишекритеријумска анализа применом *VIKOR* метода.
- Више алтернатива, при чему се скуп алтернатива мења са променом тежинских коефицијената. У овом случају постоје две могућности:
 - Уколико је укупан скуп свих алтернатива које се појављују као решење у различитим случајевима мали, онда се све алтернативе предлажу као компромисно решење.
 - Уколико је укупан скуп свих алтернатива које се појављују као решење у различитим случајевима велики, неопходно је упоредити све алтернативе по свим критеријумима и евентуално елиминисати оне које „заостају“ на ранг листи.

4.1.7. *TOPSIS* метод

TOPSIS метод (*The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) представља технику за рангирање преференција на основу сличности са идеалним решењем. Суштина овог метода јесте да оптимално решење треба да буде најближе позитивно–идеалном решењу, а најудаљеније од негативно–идеалног решења у геометријском смислу (Marjanović & Popović, 2020). Ради се заправо о томе да се претходно дефинисани проблем вишекритеријумске анализе може приказати и као геометријски систем од m тачака у n -димензионалном простору (Yoon & Hwang, 1995).

У складу са тим, идеално решење се може дефинисати као тачка у којој се остварује највећа корисност за доносиоца одлуке, односно тачка у којој је вредност приходних критеријума највећа, док је истовремено вредност расходних критеријума најнижа. Идеално решење најчешће није оствариво али је тежња свих метода вишекритеријумске анализе да оптимално решење буде што ближе идеалном (Stanković et al., 2021). Стога оптимално решење представља оно решење које у највећој мери задовољава све критеријуме.

TOPSIS метод се може представити кроз следећи алгоритам (Yoon & Hwang, 1995):

Корак 1. Почетак алгоритма *TOPSIS* метода захтева одређивање нормализоване матрице одлучивања са коефицијентима r_{ij} , при чему се коефицијенти r_{ij} одређују применом следеће релације:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad i=1, 2, \dots, m, \quad j=1, 2, \dots, n \quad (2.80)$$

Корак 2. У овом кораку израчунавају се коефицијенти v_{ij} који формирају преференцијски нормализовану матрицу. Израчунавање коефицијената v_{ij} врши се применом релације:

$$v_{ij} = r_{ij} \cdot w_j \quad (2.81)$$

Корак 3. Трећи корак алгоритма *TOPSIS* метода подразумева одређивање позитивно-идеалног и негативно-идеалног решења. Елементи позитивно-идеалног решења v_j^* и негативно-идеалног решења v_j^- одређују се путем релација:

$$A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_j^*, \dots, v_n^*\} = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J_1 \right) \wedge \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J_2 \right), i=1, 2, \dots, m \right\} \quad (2.82)$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_j^-, \dots, v_n^-\} = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J_1 \right) \wedge \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J_2 \right), i=1, 2, \dots, m \right\} \quad (2.83)$$

При чему је J_1 скуп критеријума приходног типа, а J_2 скуп критеријума расходног типа.

Корак 4. Главни корак *TOPSIS* метода подразумева одређивање одстојања алтернативе од позитивно-идеалног и негативно-идеалног решења. Релација за одређивање одстојања алтернативе од позитивно-идеалног решења дата је изразом:

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}, \quad i=1, 2, \dots, m \quad (2.84)$$

Са друге стране, релација за одређивање одстојања алтернатива од негативно-идеалног решења дата је изразом:

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad i=1, 2, \dots, m \quad (2.85)$$

Корак 5. У овом кораку врши се одређивање индекса приближности (C_i^*), односно релативне близине разматране алтернативе позитивно-идеалном решењу према релацији:

$$C_i^* = \frac{s_i^-}{s_i^* + s_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2.86)$$

При том важи да $0 \leq C_i^* \leq 1$, где вредност индекса приближности једнака нули када се алтернатива A_i поклапа са негативним-идеалним решењем, односно једнака један када се алтернатива A_i поклапа са позитивно-идеалним решењем.

Корак 6. У коначном кораку *TOPSIS* метода врши се рангирање алтернатива на бази индекса релативне приближности, где се као најбоље рангирана алтернатива бира она чији је индекс релативне приближности највећи.

4.1.8. EDAS метод

Метод *EDAS* (*Evaluation based on Distance from Average Solution*) предложен је као поједностављење поступка одређивање позитивно-идеалног и негативно-идеалног решења. Основна филозофија *EDAS* метода може се сажети на следећи начин (Mitra, 2020): за процену алтернатива користи се просечна оцена која се одређује на основу вредности позитивног растојања од просека и негативног растојања од просека. Ове две мере, позитивно растојање од просека и негативно растојање од просека разматрају се ради процене пожељности алтернатива, и у геометријском смислу означавају разлику сваке алтернативе од просечног решења. Више вредности позитивног растојања и/или ниже вредности негативног растојања за алтернативу имплицирају да је дотична алтернатива боља од просечног решења. Основни кораци *EDAS* алгоритма су (Ghorabaee et al., 2015):

Корак 1. Формирање матрице одлучивања $X_s = [x_{ij}]$, где је n број критеријума, m број алтернатива, x_{ij} је вредност i -те алтернативе остварене по j -ом критеријуму.

Корак 2. Одређивање просечног решења AS_j за сваки критеријум применом релације:

$$AS_j = \sum_{i=1}^m x_{ij} \quad (2.87)$$

Корак 3: Одређивање позитивног растојања од просека PDA_{ij} применом релација:

За критеријуме приходног типа:

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (d_{ij} - AS_j))}{AS_j} \quad (2.88)$$

За критеријуме расходног типа:

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (AS_j - d_{ij}))}{AS_j} \quad (2.89)$$

Корак 4: Одређивање негативног растојања од просека NDA_{ij} применом релација:

За критеријуме приходног типа:

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (AS_j - d_{ij}))}{AS_j} \quad (2.90)$$

За критеријуме расходног типа:

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (d_{ij} - AS_j))}{AS_j} \quad (2.91)$$

Корак 5. Одређивање отежаних сума позитивног растојања од просека WSP_i и негативног растојања од просека WSN_i применом релација:

$$WSP_i = \sum_{j=1}^n w_j PDA_{ij} \quad (2.92)$$

$$WSN_i = \sum_{j=1}^n w_j NDA_{ij} \quad (2.93)$$

Корак 6. Одређивање нормализованих отежаних сума позитивног одстојања од просека NWP_i и негативног одстојања од просека NWN_i применом релација:

$$NWP_i = \frac{WSP_i}{\max WSP_i} \quad (2.94)$$

$$NWN_i = 1 - \frac{WSN_i}{\max WSN_i} \quad (2.95)$$

Корак 7. Израчунавање просечних оцена алтернатива применом релације:

$$APS_i = \frac{1}{2} (NWP_i + NWN_i) \quad (2.96)$$

Корак 8. Рангирање алтернатива на основу оцена по опадајућем редоследу, при чему се као најбоља бира алтернатива са највећом просечном оценом.

4.1.9. CoCoSo метод

CoCoSo метод (*Combined Compromise Solution*) је заснован на интегрисању метода једноставних адитивних тежина и метода пондерисаног производа. Да би се решио проблем одлучивања CoCoSo метод се ослања на следећи алгоритам (Yazdani et al., 2019):

Корак 1. Формирање матрице одлучивања $X_s = [x_{ij}]$, где је n број критеријума, m број алтернатива, x_{ij} је вредност i -те алтернативе остварене по j -ом критеријуму.

Корак 2. Нормализација критеријумских вредности на основу релације:

За приходне критеријуме:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (2.97)$$

За расходне критеријуме:

$$r_{ij} = \frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (2.98)$$

Корак 3. Одређивање укупног пондерисаног збира S_i и збира степенованих нормализованих вредности за сваку алтернативу P_i :

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad (2.99)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j} \quad (2.100)$$

Корак 4. Одређивање релативних тежина алтернатива користећи релације:

$$k_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum_{i=1}^m (P_i + S_i)} \quad (2.101)$$

$$k_{ib} = \frac{S_i}{\min_i S_i} + \frac{P_i}{\min_i P_i} \quad (2.102)$$

$$k_{ic} = \frac{\lambda S_i + (1-\lambda) P_i}{\lambda \max_i S_i + (1-\lambda) \max_i P_i} \quad (2.103)$$

$$0 \leq \lambda \leq 1 \quad (2.104)$$

Вредност λ бира доносилац одлука, при чему се најчешће узима вредност 0,5.

Корак 5. Одређивање коначног поретка алтернатива на основу вредности k_i :

$$k_i = \sqrt[3]{k_{ia} \cdot k_{ib} \cdot k_{ic}} + \frac{1}{3}(k_{ia} + k_{ib} + k_{ic}) \quad (2.105)$$

при чему се као најбоља бира алтернатива са највећом вредношћу k_i .

4.1.10. Метод аналитичког мрежног процеса

Метод аналитичког мрежног процеса (*Analytic Network Process*) представио је *Saaty* (1996) са циљем обезбеђивања метода који проблем одлучивања анализира на неколико различитих нивоа, при чему није неопходно обезбедити њихову независност. Наиме, за разлику од метода аналитичког хијерархијског процеса, метод аналитичког мрежног процеса пружа генерализованији модел доношења одлука без изношења претпоставки о независности елемената вишег нивоа од елемената нижег нивоа, као и елемената унутар њиховог сопственог нивоа (*Jharkharia & Shankar, 2007*). Метод аналитичког мрежног процеса представља проширење метода аналитичког хијерархијског процеса развијен са циљем превазилажења немогућности метода аналитичког хијерархијског процеса да размотри међуодносе међу елементима (*Saaty & Takizawa, 1986*). Метод аналитичког мрежног процеса је верзија метода аналитичког

хијерархијског процеса која, кроз додатне кораке, разматра унутрашње односе између елемената. Овај метод не захтева хијерархију, већ мрежу елемената. У овој мрежи елементи се сматрају чворовима одређеног броја кластера и ниво сваког може и доминирати и бити доминиран током парног поређења.

Метод аналитичког мрежног процеса је свеобухватна техника доношења одлука која има способност да укључи све релевантне критеријуме. Као полазна тачка овог метода користи се метод аналитичког хијерархијског процеса, односно процес парних поређења свих компоненти модела одлучивања и ослањање на процене експерата ради извођења приоритета на апсолутним скалама. Сложен проблем одлучивања се декомпонује на неколико кластера који чине мрежу. Поређења се потом врше између различитих кластера мреже (спољна зависност) или у истом кластеру (унутрашња зависност) да би се генерисали приоритети елемената (Saaty & Vargas, 2013). Општи поступак метода мрежног процеса укључује следеће кораке (Sayyadi & Awasthi, 2020):

Корак 1. Развијање мреже модела одлучивања декомпоновањем проблема одлучивања у хијерархију која садржи кластер(е) циљева, кластер(е) критеријума, кластер(е) подкритеријума и алтернатива.

Корак 2. Формирање квадратне матрице парних поређења $A = [a_{ij}]$ са елементима:

$$\begin{cases} a_{ij} = a_{ji}, \forall i = j \\ a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}, \forall i \neq j \end{cases} \quad (2.106)$$

Нумеричке вредности елемента матрице парних поређења одређују се на основу Saaty-еве скале релативне значајности представљене у првом поглављу, у оквиру метода аналитичког хијерархијског процеса (Табела 2).

Корак 3. Одређивање листе релативних значајности у одговарајућој матрици на основу вектора сопствених вредности. Главна сопствена вредност λ_{max} за испитивање конзистентности матрице одлучивања добија се помоћу следећих формула:

$$(A_{m \times n})(w_{m \times 1}) = (\lambda_{max})(w_{m \times 1}) \quad (2.107)$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2.108)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.109)$$

Где је CI индекс конзистентности, n број елемената (редова) у оквиру матрице одлучивања, CR степен конзистентности, RI случајни индекс чија се вредност утврђује на основу унапред дефинисане табеле.

Табела 11. Вредност случајног индекса

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>RI</i>	0.0	0.0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Извор: Saaty (1996)

Ако је вредност степена конзистентности мања од 0,1 онда се сматра да је матрица поређења довољно конзистентна за наставак, иначе би матрицу поређења требало побољшати.

Корак 4. Формирање примарне супер матрице сачињене од релативних тежина одређених у претходном кораку.

Корак 5. Трансформисање примарне супер матрице у пондерисану супер матрицу, и одређивање глобалних приоритета.

4.1.11. Grey Relational Analysis метод

Grey Relational Analysis (GRA) метод представља један од широко примењиваних метода вишекритеријумске анализе који се базира на анализи односа сличности између референтног скупа и скупа алтернатива.

Алгоритам метода састоји се од неколико корака (Wu, 2002):

Корак 1. Креирање матрице одлучивања $X_s = [x_{ij}]$, где је n број критеријума, m број алтернатива, x_{ij} је вредност i -те алтернативе остварене по j -ом критеријуму, и одређивање референтног скупа $x_0 = (x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0j})$. Одређивање референтног скупа се може вршити на различите начине, као највећа/најмања вредност за дати критеријум, као аритметички просек вредности атрибута по датом критеријуму, или као геометријски просек вредности атрибута по датом критеријуму.

Корак 2. Креирање нормализоване матрице одлучивања $[x_{ij}^*]$, при чему се врши и нормализација референтног скупа (x_{0j}^*) . Нормализовање података може се извршити једним од три типа нормализације:

а) веће-је-боље (*larger-is-better*):

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - \min_j x_{ij}}{\max_j x_{ij} - \min_j x_{ij}} \quad (2.110)$$

б) мање-је-боље (*smaller-is-better*):

$$x_{ij}^* = \frac{\max_j x_{ij} - x_{ij}}{\max_j x_{ij} - \min_j x_{ij}} \quad (2.111)$$

в) номинално-је-боље (*nominal-is-best*)

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - x_{obj}}{\max_j x_{ij} - x_{obj}} \quad (2.112)$$

где је: $\min_j x_{ij} \leq x_{obj} \leq \max_j x_{ij}$

Корак 3. Израчунавање разлике Δ_{oij} између референтног скупа и скупа алтернатива:

$$\Delta_{oij} = |x_{0j}^* - x_{ij}^*| \quad (2.113)$$

Корак 4. Одређивање релационог коефицијента (*grey relational coefficient*) r_{oij} користећи једначину:

$$r_{oij} = \frac{\min_i \min_j \Delta_{oij} + \delta \max_i \max_j \Delta_{oij}}{\Delta_{oij} + \delta \max_i \max_j \Delta_{oij}} \quad (2.114)$$

где је δ идентификациони коефицијент, чија је вредност најчешће 0,5 ради обезбеђивања добре стабилности решења.

Корак 5. Одређивање релационог степена (*grey relational degree*) применом релације:

$$b_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{oij} \quad (2.115)$$

где су w_j тежински коефицијенти критеријума. Рангирање алтернатива врши се на основу вредности релационог степена, при чему се као најбоља бира алтернатива са највећом вредношћу релационог степена.

4.2. Делимично компензаторни вишекритеријумски методи

Одређене технике, нарочито оне које се базирају на мултипликативним уместо адитивним функцијама ограничавају степен компензације, те се сврставају у делимично компензаторне методе (Gibari et al., 2019). Такве методе су Вишеатрибутивна теорија корисности (*Multi-Attribute Utility Theory - MAUT*) и Вишеатрибутивна теорија вредности (*Multi-Attribute Value Theory - MAVT*).

4.2.1. Вишеатрибутивна теорија корисности

Вишеатрибутивна теорија корисности (*Multi Attribute Utility Theory – MAUT*) представља метод вишекритеријумске анализе базиран на функцији корисности. Укупна функција корисности одређује се на основу појединачних функција корисности, односно, функција корисности једног атрибута (критеријума). Функција корисности

једног атрибута представља пресликавање критеријумских вредности у интервал $[0, 1]$. Функција корисности је бездимензионална, омогућава поређење веома различитих атрибута и такође укључује преференције доносилаца одлука и аверзију према ризику (Shaik & Abdul-Kader, 2011). Сваком атрибуту додељена је појединачна, монотона функција корисности. Појединачне функције корисности се затим могу пондерисати и комбиновати да би се формирала укупна, вишеатрибутивна (вишекритеријумска) функција корисности. Крајњи резултат вишеатрибутивне теорије корисности је једноставно максимизирање комбиноване вредности корисности (Keeney et al., 1993). Вишеатрибутивна теорија корисности омогућава доносиоцу одлука да развије разумне критеријумске преференције, одреди које су претпоставке најприкладније и процени резултујуће функције корисности.

Корисност сваке алтернативе израчунава се као:

$$U(x) = w_1 U_1(x) + w_2 U_2(x) + \dots + w_n U_n(x) \quad (2.116)$$

где је $U(x)$ укупна корисност алтернативе x , w_i тежински коефицијент критеријума i . Постоје два начина за одређивање укупне корисности (Ahmed & Lam, 2014): линеарни и експоненцијални. Експоненцијални облик за израчунавање укупне корисности је:

$$U_i(x) = A_i + B_i e^{-C_i x} \quad (2.117)$$

при чему се константе A, B и C везују за критеријуме. Напред наведени облик израчунавања корисности алтернатива приказан формулом (2.116) представља адитивни облик који је компензаторни, док се у ситуацији када се користи мултипликативни облик агрегације добија некомпензаторни резултат. Мултипликативни облик агрегације математички се може дефинисати:

$$U(x) = \frac{\prod_{i=1}^n (1 + K k_i U_i(x)) - 1}{K} \quad (2.118)$$

где морају бити задовољени услови:

$$0 \leq k_i \leq 1 \quad (2.119)$$

$$1 + K = \prod_{i=1}^n (1 + K k_i) \quad (2.120)$$

4.2.2. Вишеатрибутивна теорија вредности

Вишеатрибутивна теорија вредности (*Multi-Attribute Value Theory – MAVT*) представља још један од метода који се може користити за квантификавање вишедимензионалних феномена. Суштина вишеатрибутивне теорије вредности јесте у

конструисању начина за повезивања реалног броја са сваком алтернативом, како би се произвео редослед преференција алтернатива у складу са вредносним судовима доносиоца одлука. Претпоставка на којој метод базира је да у сваком проблему одлучивања постоји функција стварне вредности која представља преференције доносиоца одлуке (Ferretti et al., 2014). Ова функција се користи за трансформацију евалуације критеријумских вредности по алтернативи у једну једину вредност, при чему се алтернатива са најбољом вредношћу истиче као најбоља.

Са методолошке тачке гледишта, процес који треба пратити да би се изградио модел вишеатрибутивне теорије корисности састоји се од следећих пет основних корака (Montibeller & Yoshizaki, 2011):

- дефинисање и структурирање основних циљева и критеријума;
- идентификовање алтернативних опција;
- оцењивање резултата сваке алтернативе по сваком критеријуму;
- моделирање преференција и компромиса у вези са вредностима, односно, формирање вредносних функција повезаних са циљевима и атрибутима и процена њихових тежина;
- рангирање алтернатива.

4.3. Некомпензаторни вишекритеријумски методи

Некомпензаторни вишекритеријумски приступи засновани су на преференцијама доносиоца одлука и усредсређени су на чињеницу да је општи циљ већине композитних индекса да креирају рангирање (Gibari et al., 2019). Стога је срж овог приступа да се конструише алгоритам за рангирање који је конзистентнији од правила линеарног агрегирања, где није дозвољена компензација међу критеријумима, па стога све тежине одражавају релативну важност сваког индикатора. Упркос својим пожељним својствима, некомпензаторне методе нису толико популарне као компензаторне методе, које су пожељније због своје једноставности. Наиме, веома често у пракси креатори индекса теже примени једноставнијих приступа, па се сходно томе опредељују или за компензаторне методе, или као решење за делимично превазилажење проблема компензаторности уз задржавање једноставности имплементације, опредељују се на усвајање методе геометријског агрегирања (Koronakos et al., 2020). Међутим, последњих година, развој савремене технике и технологије умногоме је олакшао примену

некомпензаторних метода. Најпознатији некомпензаторни приступи су: *PROMETHEE* метод и *ELECTRE* метод.

4.3.1. *PROMETHEE* метод

PROMETHEE метод спада у групу метода вишег ранга (*outranking methods*), чија је главна предност што не захтевају нормализацију критеријума и нису компензаторни (Ishizaka & Nemery, 2013). *PROMETHEE* метод је иницијално развио Brans (1982) док је даље развијен од стране аутора Brans и Vincke (1985). Током година развијене су бројне врсте *PROMETHEE* метода (Brans & Mareschal, 2005): *PROMETHEE I*, *PROMETHEE II*, *PROMETHEE III*, *PROMETHEE IV*, *PROMETHEE V*, *PROMETHEE VI* и *PROMETHEE GAIA*, при чему се у емпиријским истраживањима најчешће примењује *PROMETHEE II* приступ због своје једноставности, стабилности и јасности (Athawale & Chakraborty, 2010). Суштина *PROMETHEE II* приступа је у парном поређењу алтернатива према различитим критеријумима (Behzadian et al., 2010).

Корак 1. Формулисање матрице одлучивања. Приликом формулисања проблема одлучивања разматра се скуп од m алтернатива $A = \{a_1 \dots a_m\}$ и n критеријума $G = \{g_1 \dots g_n\}$.

Корак 2. Одређивање преференције алтернативе a_i над алтернативом a_j за сваки критеријум g_k на основу релације:

$$d_k(a_i, a_j) = g_k(a_i) - g_k(a_j) \quad (2.121)$$

Корак 3. Трансформисање резултата парног поређења у степен преференције заснован на функцији преференције P_k (Sarrazin et al., 2018):

$$P_k(a_i, a_j) = P_k[d_k(a_i, a_j)] \quad (2.122)$$

$$0 \leq P_k(a_i, a_j) \leq 1 \quad (2.123)$$

Постоји могућност да доносилац одлуке изрази праг преференције p_k и праг индиферентности q_k за сваки критеријум, што зависи од облика изабране функције преференције при чему постоји шест главних типова преференција (Brans et al., 1986): линеарна (*linear*), ниво (*level*), В-облик (*V-shape*), У-облик (*U-shape*), уобичајени (*usual*) и Гаусов (*Gaussian*).

Корак 4. Одређивање укупне преференције алтернативе a_i над алтернативом a_j , $\pi(a_i, a_j)$, која представља отежану суму свих преференција $P_k(a_i, a_j)$, где је w_k релативна значајност критеријума.

$$\pi(a_i, a_j) = \sum_{k=1}^j P_k [d_k(a_i, a_j)] \cdot w_k \quad (2.124)$$

$$w_k \geq 0, \sum_{k=1}^j w_k = 1 \quad (2.125)$$

Корак 5. Израчунавање токова вишег ранга за сваку алтернативу, где φ^+ и φ^- представљају позитивни и негативни ток, респективно:

$$\varphi^+(a_i) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a_i, x) \quad (2.126)$$

$$\varphi^-(a_i) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a_i) \quad (2.127)$$

На основу горњих релација, доносилац одлуке може истовремено да измери просечну преференцију алтернативе a_i над свим преосталим алтернативама скупа A , као и просечну преференцију преосталих алтернатива скупа A над алтернативом a_i (Sarrazin et al., 2018).

Корак 6. Одређивање нето токова вишег ранга применом релације:

$$\varphi(a_i) = \varphi^+(a_i) - \varphi^-(a_i) \quad (2.128)$$

Алтернатива са највишом вредношћу нето тока вишег ранга јесте најбоља алтернатива и заузима прву позицију на ранг листи.

4.3.2. ELECTRE метод

Развој *ELECTRE* (*Elimination Et Choix Trandusant la Realite*) метода отпочео је током шездесетих година прошлог века од стране европске консултантске куће *CEMA*. У то време, истраживачки тим *CEMA* бавио се решавањем специфичног, вишекритеријумског проблема у вези са одлукама које се односе на развој нових активности у фирмама. Да би решили овај проблем креирали су општу вишекритеријумску методу *MARSAN* (*Methodes d'Analyse, de Recherche, et de Selection d'Activites Nouvelles*) (Løken, 2007). Међутим, када је овај метод примењен, уочени су бројни недостаци, стога се кренуло са развојем новог метода. *ELECTRE* метод осмишљен је 1965. године, док је први пут објављен у оквиру истраживачког извештаја 1966. године (Roy, 1968). Временом је метод *ELECTRE* постао познат као метод који се може користити за решавање проблема вишекритеријумског одлучивања карактерисаних како квантитативним тако и квалитативним критеријумима. Развијен је велики број подврста *ELECTRE* метода (*ELECTRE I*, *ELECTRE II*, *ELECTRE III*, *ELECTRE IV*, *ELECTRE IS* и *ELECTRE TRI*). *ELECTRE I* се користи за одређивање делимичног поретка алтернатива, док се *ELECTRE II* користи за одређивање потпуног поретка алтернатива. Спада у групу метода вишег ранга које подразумевају одређивање

поретка алтернатива кроз два корака (Yu et al., 2018): (1) парно поређење алтернатива ради добијања односа преференција; (2) евалуирање односа преференција како би се дале препоруке доносиоцима одлука.

Оригинални алгоритам је садржан у верзији *ELECTRE I* метода саставни је део и свих наредних верзија и састоји се од девет корака (Stanković et al., 2013).

Корак 1. Формирање нормализоване матрице одлучивања

$$N = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1n} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ n_{m1} & n_{m1} & \dots & n_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.129)$$

применом релације за векторску нормализацију:

$$n_{ij}^+ = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad n_{ij}^- = \frac{\frac{1}{x_{ij}}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{1}{x_{ij}}\right)^2}} \quad (2.130)$$

Корак 2. Формирање отежане нормализоване матрице одлучивања.

$$TN = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1n} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ n_{m1} & n_{m1} & \dots & n_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 & \dots & \dots & 0 \\ \vdots & w_2 & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & \dots & \dots & w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 n_{11} & w_2 n_{12} & \dots & w_n n_{1n} \\ w_1 n_{21} & w_2 n_{22} & \dots & w_n n_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_1 n_{m1} & w_2 n_{m1} & \dots & w_n n_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1n} \\ t_{21} & t_{22} & \dots & t_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ t_{m1} & t_{m1} & \dots & t_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.140)$$

при чему је $\sum_{j=1}^m w_j = 1$.

Корак 3. Одређивање скупова сагласности и несагласности.

Суштина овог корака је поређење парова акција p и r ($p, r = 1, 2 \dots m, p \neq r$). Скуп сагласности S_{pr} формирају они критеријуми за које је алтернатива a_p пожељнија од алтернативе a_r .

$$S_{pr} = \{j | x_{pj} > x_{rj}\} \quad (2.141)$$

Са друге стране, скуп несагласности NS_{pr} формирају они критеријуми за које је алтернатива a_p мање пожељна у односу на алтернативу a_r :

$$NS_{pr} = \{j | x_{pj} < x_{rj}\} \quad (2.142)$$

Корак 4. Формирање матрице сагласности.

Формирање матрице сагласности врши се на основу вредности индекса сагласности који представљају збир нормализованих вредности које одговарају одговарајућим елементима скупова сагласности.

$$S = \begin{bmatrix} 0 & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & 0 & \dots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{m1} & s_{m1} & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (2.143)$$

$$s_{pr} = \sum_{j \in S_{pr}} t_j \quad (2.144)$$

Корак 5. Формирање матрице несагласности.

Формирање матрице несагласности врши се на основу вредности индекса несагласности који се одређују применом следеће релације:

$$ns_{pr} = \frac{\max_{j \in NS_{pr}} |t_{pj} - t_{rj}|}{\max_{j \in J} |t_{pj} - t_{rj}|} \quad (2.145)$$

Корак 6. Формирање матрице сагласне доминације.

Полазни корак за одређивање матрице сагласне доминације јесте одређивање индекса прага сагласности применом следеће релације:

$$PIS = \sum_{\substack{p=1 \\ p \neq r}}^m \sum_{\substack{r=1 \\ p \neq r}}^m \frac{s_{pr}}{m(m-1)} \quad (2.146)$$

Елементи матрице сагласне доминације се потом одређују уз поштовање следеће релације:

$$msd_{pr} = \begin{cases} 1, & s_{pr} > PIS \\ 0, & s_{pr} < PIS \end{cases} \quad (2.147)$$

Корак 7. Формирање матрице несагласне доминације.

Полазни корак за одређивање матрице несагласне доминације јесте одређивање просечног индекса несагласности применом следеће релације:

$$PINS = \sum_{\substack{p=1 \\ p \neq r}}^m \sum_{\substack{r=1 \\ p \neq r}}^m \frac{ns_{pr}}{m(m-1)} \quad (2.148)$$

Елементи матрице несагласне доминације се потом одређују уз поштовање следеће релације:

$$mnsd_{pr} = \begin{cases} 1, & ns_{pr} < PINS \\ 0, & ns_{pr} > PINS \end{cases} \quad (2.149)$$

Корак 8. Формирање матрице укупне доминације.

Елементи матрице укупне доминације добијају се као производ елемената матрице сагласне доминације и елемената матрице несагласне доминације:

$$mad_{pr} = msd_{pr} \cdot mnsd_{pr} \quad (2.150)$$

Корак 9. Одређивање доминантне акције.

Алтернатива a_p доминира над алтернативом a_r уколико су испуњени следећи услови:

$$mad_{pr} = 1, \text{ за барем једно } r, r = 1, 2 \dots m, p \neq r \quad (2.151)$$

$$mad_{pr} = 0, \text{ за свако } i, i = 1, 2 \dots m, i \neq p, i \neq r \quad (2.152)$$

Алтернатива са највећим бројем елемената $mad_{pr} = 1$ доминира над осталима, а у ситуацијама када је број таквих елемената једнак није могуће установити постојање доминације.

5. Преглед примене метода вишекритеријумске анализе за креирање композитних индекса

Композитни индекси постају све важнији алат приликом евалуације развојних политика институција, земаља или региона, као и битно средство приликом комуникације перформанси било ког ентитета у односу на друге. Током последњих година развијен је велики број композитних индекса, при чему је у порасту примена метода вишекритеријумске анализе као алата за агрегирање резултата. Бројне су области примене метода вишекритеријумске анализе приликом креирања композитних индекса. У Табели 12 дат је приказ неких од истраживања која су се бавила питањем креирања композитног индекса за евалуацију вишедимензионалних феномена применом неког од метода вишекритеријумске анализе као метода агрегирања.

Табела 12. Примери композитних индекса креирани применом вишекритеријумских метода

Студија	Шема пондерисања	Метод агрегације	Композитни индекс
<i>Haider</i> и сарадници (2018)	Метод једнаких тежинских коефицијената	Метод једноставних адитивних тежина	Оцена одрживости малих насеља
<i>Kropp & Lein</i> (2012)	Метод једнаких тежинских коефицијената	Метод једноставних адитивних тежина	Оцена урбане одрживости
<i>Giannetti</i> и сарадници (2009)	Упросечено мишљење 17 стручњака који раде на широком спектару питања одрживости животне средине	Метод једноставних адитивних тежина	Креирање индекса одрживости животне средине
<i>Arbolino</i> и сарадници (2018)	Метод анализе главних компоненти	Метод једноставних адитивних тежина	Индекс индустријске еколошке одрживости
<i>Kang</i> и сарадници (2002)	Метод аналитичког хијерархијског процеса	Метод једноставних адитивних тежина	Композитни индекс животне средине од 1986. до 1995. у Кореји
<i>Azevedo</i> и сарадници (2012)	<i>Delphi</i> метод	Метод једноставних адитивних тежина	Индекс агилности појединачних компанија и одговарајућег ланца снабдевања

Табела 12 - наставак. Примери композитних индекса креирани применом вишекритеријумских метода

Студија	Шема пондерисања	Метод агрегације	Композитни индекс
<i>Zhou</i> и сарадници (2006)	Метод ентропије	Метод једноставних адитивних тежина Метод пондерисаног производа	Композитни индекс животне средине
<i>Gómez-Limón & Sanchez-Fernandez</i> (2010)	Метод анализе главних компоненти Метод аналитичког хијерархијског процеса	Метод једноставних адитивних тежина Метод пондерисаног производа	Креирање композитних индекса за евалуацију пољопривредне одрживости
<i>Mazziotta & Pareto</i> (2021)	Метод анализе главних компоненти	Метод пондерисаног производа	Индекс благостања
<i>Giambona & Vassallo</i> (2014)	Метод анализе обавијања података	Метод пондерисаног производа	Композитни индикатор социјалне укључености европских земаља
<i>Ратићар</i> и сарадници (2021)	Процена тежине заснована на нивоу (<i>Level Based Weight Assessment</i>)	WASPAS метод	Композитни индекс за процену тренутне потрошње енергије и потенцијал за примену програма обновљиве енергије

Табела 12 - наставак. Примери композитних индекса креирани применом вишекритеријумских метода

Студија	Шема пондерисања	Метод агрегације	Композитни индекс
<i>Omran</i> и сарадници (2020)	<i>BWM</i>	<i>MOORA</i> метод	Израчунавање индекса људског развоја на узорку провинција Ирана
<i>Baležentis & Baležentis</i> (2011)		<i>MOORA</i> метод	Процена ефикасности литванског саобраћајног сектора
<i>Štreimikienė & Baležentis</i> (2013)	Метод једнаких тежинских коефицијената	<i>ARAS</i> метод	Индекс оцене одрживости
<i>Šoltés & Nováková</i> (2016)	Метод једнаких тежинских коефицијената	<i>ARAS</i> метод	Процена квалитета живота у земљама Вишеградске групе
<i>Stanković</i> и сарадници (2019)	Метод ентропије	<i>VIKOR</i> метод	Процена паметности и урбаног развоја европских градова
<i>Ture</i> и сарадници (2019)	Метод једнаких тежинских коефицијената	<i>VIKOR</i> метод	Процена стратегије EURO 2020

Табела 12 - наставак. Примери композитних индекса креирани применом вишекритеријумских метода

Студија	Шема пондерисања	Метод агрегације	Композитни индекс
<i>Rađenović & Veselinović (2017)</i>	<i>AHP</i> метод	<i>TOPSIS</i> метод	Оцена здравствених информационих система
<i>Marjanović & Popović (2020)</i>	<i>CRITIC</i> метод	<i>TOPSIS</i> метод	Оцена перформанси банака
<i>Mi</i> и сарадници (2017)	Субјективна процена аутора	<i>TOPSIS</i> метод	Индекс ублажавања климатских промена
<i>Behzad</i> и сарадници (2020)		<i>EDAS</i> метод	Евалуација система управљања отпадом у нордијским земљама
<i>Khan & Haleem (2021)</i>	Метод једнаких тежинских коефицијената	<i>CoCoSo</i> метод	Евалуација пракси циркуларне економије
<i>Zebardast (2013)</i>	Факторска анализа	<i>ANP</i> метод	Израда индекса социјалне угрожености опасностима од земљотреса

Табела 12 - наставак. Примери композитних индекса креирани применом вишекритеријумских метода

Студија	Шема пондерисања	Метод агрегације	Композитни индекс
<i>Basel</i> и сарадници (2021)		<i>Grey Relational Analysis</i> метод	Евалуација различитих димензија развоја
<i>Grdinić-Rakonjac</i> и сарадници (2021)	<i>Grey</i> тежински коефицијенти	<i>Grey Relational Analysis</i> метод	Композитни индекс безбедности саобраћаја
<i>Hajkowicz</i> (2006)	Ординална скала	<i>MAUT</i> метод	Евалуација благостања региона проистеклог из еколошких ресурса
<i>Talukder</i> и сарадници (2018)	Метод алокације буџета	<i>MAUT</i> метод	Евалуација одрживости пољопривреде
<i>Ferretti</i> и сарадници (2014)	<i>Swing</i> метод	<i>MAVT</i> метод	Процена одрживости пројеката, планова и програме
<i>Dantsis</i> и сарадници (2010)	<i>SMARTER</i> метод	<i>MAVT</i> метод	Оцена пољопривредне одрживости
<i>Stanković</i> и сарадници (2021c)	Метод ентропије	<i>PROMETHEE</i> метод	Социјална, економска и еколошка одрживост лучких региона

Табела 12 - наставак. Примери композитних индекса креирани применом вишекритеријумских метода

Студија	Шема пондерисања	Метод агрегације	Композитни индекс
<i>Stanković</i> и сарадници (2021a)	Анализа главних компоненти	<i>PROMETHEE</i> метод	Просторна оцена циркуларне економије
<i>Ayadi</i> и сарадници (2021)	<i>FUCOM</i> метод	<i>PROMETHEE</i> метод	Композитни индекс евалуацију логистичких платформи
<i>Ishizaka & Resce</i> (2021)	<i>BWM</i>	<i>PROMETHEE</i> метод	Оцена перформанси школа
<i>Pereira & Mota</i> (2016)	ревидирани <i>Simos</i> метод	<i>ELECTRE</i> метод	Индекс развијености друштва
<i>Attardi</i> и сарадници (2018)	ревидирани <i>Simos</i> метод	<i>ELECTRE</i> метод	Индекс ефикасности политике коришћења земљишта

Извор: Приказ аутора

**ТРЕЋЕ ПОГЛАВЉЕ:
КОНЦЕПТУАЛНИ ОКВИР ЗА
МЕРЕЊЕ ПОСЛОВНИХ
ПЕРФОРМАНСИ БАНАКА**

1. Еволуција концепта управљања перформансама пословања банака

Банке имају значајну улогу у економији која се огледа у бројним функцијама које оне врше. Банке представљају посреднике чија је примарна улога прикупљање средстава и њихово даље улагање у профитабилне пројекте у циљу постизања одрживог економског раста и развоја. Пословање банака има значајне друштвено-економске ефекте, при чему бројне студије указују на повезаност између успешности банака и економског раста одређене земље (Farahani & Dastan, 2013). Потешкоће у финансијском сектору могу изазвати поремећаје у привреди, што може проузроковати потешкоће компанијама у реалном сектору у стицању ресурса и накнадно ограничити њихове могућности за намеравано улагање и проширење. Постоје докази о томе да несолвентност банака може резултирати системским кризама које имају негативне последице по привреду у целини (Fethi & Pasiouras, 2010).

Правилно сагледавање пословања банке у савременим условима показује се неопходним, пре свега због оштре конкуренције изазване савременим тенденцијама које се огледају у глобализацији и либерализацији. Будући да постоји међузависност перформанси банкарског сектора и националне привреде, константна евалуација и праћење пословања банке тиче се различитих делова друштва. Евалуација учинка банке даје важан исход за различите заинтересоване стране (као што су инвеститори, кредитори, итд.) јер пружа информације о конкурентности банака у сектору и указује на слабости, али и могућности за побољшање.

Након глобалне финансијске кризе која је свет погодила крајем 2007. године, а која је резултирала наглим крахом међународних берзи и пропадањем бројних предузећа, финансијске институције су се сусреле са разним изазовима. Један од примарних циљева финансијског система постао је јачање конкурентске позиције свих финансијских институција, а превасходно банака (Wu, 2012). Стога је императив на унапређењу унутрашњих оперативних перформанси, као и на развијању ефикасног начина за усклађивање стратегија банке са постављеним циљевима на основу свеобухватне анализе учинака (Littler et al., 2000).

Развијање адекватног модела за евалуацију свих апсеката пословања банкарских институција постаје неопходност како би се остварила и задржала конкурентска предност, имајући у виду велики степен конкуренције у банкарском сектору, све веће потребе за квалификованом радном снагом, развој нових банкарских технологија и нових производа и услуга.

Евалуација пословне успешности на нивоу банака постаје важна из неколико разлога (Ferreira et al., 2011): прво, студије рађене на нивоу банкарског сектора откривају само просечну пословну успешност банака без указивања на примере добре праксе, или на банкарске институције чије су перформансе забрињавајуће; друго, анализа на нивоу банкарских институција пружа могућност за адекватно усмеравање даљег развоја банке; треће, анализа на нивоу банкарских институција пружа више информација у погледу препорука и имплементације практичних решења; и четврто, детаљна студија пословне успешности на нивоу банкарских институција може указати на аспекте пословања који су осетљивији у односу на остале и којима треба посветити више пажње.

Остварење дугорочне пословне успешности банке подразумева праћење неколико корака. Најпре, неопходно је да банка јасно формулише циљеве којима тежи, да изврши анализу окружења и утврди екстерне и интерне факторе који утичу на њено пословање, да формулише стратегије које ће допринети остварењу дефинисаних циљева и да изврши оцену успешности у достизању дефинисаних циљева. Управо последњи корак везан за евалуацију успешности банака у остварењу циљева представља, у савременим условима пословања, јако комплексан задатак. Савремени услови пословања захтевају од банака редовне анализе перформанси, али и анализу пословања банке у односу на целокупно конкурентско тржиште. Адекватна анализа пословања банака и идентификација фактора који детерминишу успешност пословања могу умногоме олакшати доношење стратешких одлука. Иако се традиционално евалуација учинка банке врши на основу финансијских показатеља, напредак у операционим истраживањима резултирао је померањем фокуса ка квантитативним техникама. Анализа заснована искључиво на финансијским показатељима у савременим условима не даје задовољавајућу количину информација. Иако се за оцену пословања банке могу користити различити финансијски показатељи, они углавном мере само један сегмент пословања (профитабилност, ликвидност, финансијску стабилност итд.). У циљу процене укупног финансијског учинка банке прикладно је интегрисати различите показатеље у јединствено мерило коришћењем квантитативних техника. Дакле, да би се пажљиво квантификовала успешност пословања банака, обзиром на њену сложеност, често је потребно користити методе и технике засноване на статистици, операционом истраживањима или економетрији (Barburski, 2013).

2. Приступи мерењу пословних перформанси банака

Тежња ка остварењу успешног пословања банке захтева од менаџера сложене компромисе између раста, приноса и ризика (Kimball, 1998). Адекватна оцена перформанси банака и идентификовање кључних фактора успешности пословања банака може допринети доношењу правовремених и адекватних одлука и стратешких политика. Сврха процене успешности пословања банака је вишеструка. На макро нивоу, на основу оцене успешности пословања може се извршити диференцирање оних банака које послују успешно од оних које послују неуспешно, односно може се извршити идентификација најбољих пракси. На микро нивоу, квантификовање успешности пословања може пружити смернице о секторима и областима које је потребно унапредити, док се истовремено могу благовремено кориговати стратешке политике. Дакле, резултати анализе успешности пословања могу се користити вишеструко (Berger & Humphrey, 1997): (а) за евалуирање ефеката промене макро политика (нпр. ефеката дерегулација); (б) ради истраживања успешности пословања и идентификовања најбољих пракси; или (в) да се побољша учинак менаџмента откривањем снага и слабости банке повезаних са високим и ниским нивоом успешности пословања.

У литератури је опште прихваћена подела техника за мерење перформанси банака на две велике групе: рачуноводствене и математичко-статистичке технике мерења перформанси банака. При том, у оквиру рачуноводствених техника убраја се традиционална финансијска анализа и интегрисани системи за оцену перформанси док математичко-статистичке технике мерења перформанси банака чине параметарске технике мерења ефикасности, непараметарске технике мерења ефикасности и технике вишекритеријумске анализе.

2.1. Рачуноводствени приступи мерењу пословних перформанси банака

Рачуноводствени приступи за мерење пословних перформанси банака уобичајени су у пракси, и једноставни су за примену, нарочито када су у питању технике које се ослањају на анализу финансијских показатеља. Технике овог приступа пружају вредне и корисне информације о динамици финансијских перформанси банака, односно омогућавају праћење финансијских перформанси банака током низа периода. Међутим, главна слабост ових техника је у томе што не омогућавају истовремену анализу више различитих сегмената пословања. Сходно томе, дешава се да се долази до закључка да

банка добро послује, упркос томе што има неадекватну пословну стратегију и лоше управљање у одређеним областима, при чему све док то надокнађују тако што остварује боље перформансе у другим областима (Tuškan & Stojanović, 2016). Другим речима, рачуноводствени приступи, а нарочито традиционална финансијска анализа, не узимају у обзир већи број варијабли приликом креирања показатеља. Напредак у оквиру рачуноводствених техника остварен је појавом интегрисаних система за оцену перформанси, међу којима је најпознатији систем билансна карта резултата.

2.1.1. Финансијска анализа заснована на рацио бројевима

Приликом оцене успешности пословања банака, биланс успеха и биланс стања представљају основне финансијске извештаји, будући да биланс успеха приказује оперативни учинак банке, а биланс стања указује на стање имовине. Финансијске перформансе и успешност пословања банке може се проценити коришћењем како дескриптивних, тако и аналитичких мерила финансијског положаја и успеха. Дескриптивне мере обухватају укупну имовину, укупне обавезе, акционарски капитал, укупне приходе од камата, укупне расходе на име камата, нето каматни приход, нето приходе од накнада и провизија, док аналитичке мере финансијске позиције и учинка могу укључити мере профитабилности, ефикасности, ликвидности и солвентности (Adam, 2014).

Као аналитичке мере финансијског положаја и успешности пословања банака најчешће се у литератури помињу:

- Стопа приноса на просечно ангажована средства која означава индикатор профитабилности банке и даје информацију о ефикасности управљања банком са циљем генерисања зараде. Израчунава се као однос нето добити и просечне укупне активе.
- Стопа приноса на просечно ангажовани капитал која мери профитабилност банкарског сектора, откривајући колико је профита остварено са новцем који су акционари уложили. Израчунава се као однос нето добити и просечног акцијског капитала.
- Нето каматна маржа која симболизује индикатор профитабилности банке и указује на способност банке да оствари приход од своје имовине. Овај коефицијент се израчунава тако што се нето приход од камата подели имовином

која доноси камату. Већа вредност овог индикатора показује да се банком добро управља и такође указује на будућу профитабилност.

- Рацио новчаних средстава који представља један од индикатора ликвидности и даје информацију о расположивим ликвидним средствима за обезбеђење ликвидности услед повлачења депозита. Ликвидност се може дефинисати као способност банке да измири своје обавезе у оквиру рокова доспећа (Milošević, 2014). Израчунава се као однос ликвидне имовине и укупне активе. Банке углавном теже да имају виши ниво овог индикатора јер то значи да би могле да поднесу изненадно повлачење депозита. Ради осигурања неопходног износа средстава за стабилно пословање, али и са циљем компензације неочекиване или очекиване нестабилности, банке морају поседовати довољне резерве ликвидности. Уколико банка није способна да измири своје обавезе у року доспећа, наступа неликвидност, која, уколико потраје дужи временски период, може водити и до несолвентности.
- Однос кредита и активе који пружа информације о износу активе инвестираном у кредитни портфолио и мери однос између кредита банке и активе банке. С једне стране, виша вредност овог индикатора означава виши ниво ризика неизвршења обавеза и повећане оперативне трошкове. Са друге стране, кредити представљају високо-профитабилну активу, а банке са вишим нивоом овог коефицијента су профитабилније. У литератури се може наћи став да однос кредита и активе представља инверзни показатељ ликвидности, будући да висока изложеност кредитном ризику може угрозити ликвидност (Praet & Herzberg, 2008). Стога је пожељно прописати максималну вредност овог индикатора.
- Однос кредита и депозита који представља однос израчунат упоређивањем кредита (који представљају активу банака) са депозитима (који представљају обавезе банака) и указује на финансијску ликвидност посматраног финансијског субјекта. Виши ниво овог индикатора означава већи ризик у кратком временском периоду будући да указује на способност банке да подржи раст кредитног портфолија депозитима. Међутим, како кредити представљају основни генератор профита банака, банке теже повећању овог показатеља јер то доводи до већег нето прихода од камата.

- Однос капитала и резерви према укупној активи који указује на степен аверзије банке према ризику. Банке теже да одржавају виши ниво овог индикатора јер то значи да у случају финансијских потешкоћа њихово пословање неће бити угрожено због довољног нивоа капитала и резерви.
- Показатељ адекватности капитала банке који представља процентуално изражен однос капитала и ризичне активне банке при чему је законом прописан минимални износ овог показатеља који износи 8%.
- Однос дуга и укупне активе који означава меру финансијског леверица банке и детерминише процентуални износ средстава банке финансиран из дуга. Већа вредност овог коефицијента указује на виши ниво финансијског леверица, а самим тим и већи финансијски ризик. Стога банке теже да смање овај коефицијент.
- Однос дуга и капитала који представља још један показатељ финансијског леверица и показује могући финансијски ризик. Израчунава се као однос дужничког и власничког финансирања банке. Основна карактеристика финансијских институција је да имају већу вредност односа дуга према сопственом капиталу, пре свега због чињенице да банке представљају финансијске посреднике чија је основна улога да прикупљају финансијска средства како би их дали на кредит. Међутим, превисок ниво односа дуга према сопственом капиталу може указивати на већу могућност финансијских потешкоћа, па је пожељно прописати максимални ниво овог показатеља.

Поред наведених, банке све више усвајају и иновативне метрике учинка као што је економска додата вредност, које помажу менаџерима у доношењу тешких и сложених одлука (Kimball, 1998).

Као предност финансијске анализе засноване на рацио бројевима наводи се њена једноставност и разумљивост. Међутим, рачуноводствена литература идентификује неколико недостатака традиционалне финансијске анализе (Lau & Sholihin, 2005): ослањање претежно или искључиво на финансијске мере; немогућност истовременог анализирања више индикатора; као и заснованост на прошлим подацима.

2.1.2. CAMELS рејтинг систем

CAMELS представља познати и широко прихваћени међународни систем рејтинга који примењују надзорни органи банака ради оцене успешности финансијских и

управљачких перформанси банке према критеријума који су подељени у категорије како би се утврдила њена стабилност и сигурност. Свака од категорија представља почетно слово акронима *CAMELS*. Категорије чине финансијске варијабле које се сусрећу у финансијској литератури, а односе се на адекватност капитала (*C*), квалитет активе (*A*), ефикасност управљања (*M*), зараду (*E*), ликвидност (*L*) и осетљивост на тржишни ризик (*S*). *CAMELS* рејтинг систем представља веома ефикасан, ефективан и прецизан алат који се примењује за процену тренутних перформанси банака, али и за оцену будућих ризика (Rostami, 2015).

Евалуација перформанси банака применом *CAMELS* рејтинг система усмерена је на оцену финансијског здравља и учинка, односно, на оцену способности банке да континуирано и одрживо генерише профитабилност. Суштина анализе јесте у идентификовању предности и слабости појединачне банке посматрајући шест категорија финансијског учинка како би се оцена солвентност и стабилност банке. *CAMELS* рејтинг систем првобитно је креиран и уведен у Сједињеним Америчким Државама, док се данас користи широм света. Предност *CAMELS* рејтинг система јесте у томе што се ослања на финансијске показатеље који су уобичајени у пракси за оцену укупне финансијске стабилности банке и квалитета њеног управљања, који се могу једноставно израчунати и за већину којих постоје унапред дефинисане граничне вредности (Shaddady & Moore, 2019).

Оцена коју надзорни орган може доделити банци применом *CAMELS* рејтинг система креће се од један до пет, при чему се оцена један сматра најбољом, док се оцена пет сматра најгором за сваку категорију. Затим се одређује композитни рејтинг сваке банке, који се такође базира на скали од један до пет. Категорије у оквиру *CAMELS* рејтинг система обично имају следеће пондере: адекватност капитала 20%, квалитет активе 20%, ефикасност управљања 25%, зарада 15%, ликвидност 10% и осетљивост на тржишни ризик 10%, при чему треба напоменути да су пондери субјективни и засновани на прошлим искуствима регулатора (Sarker, 2005). Банке које су добиле просечан резултат мањи од два сматрају се висококвалитетним институцијама док се за банке са резултатом већим од три сматрају да имају незадовољавајући финансијски учинак. Бројни аутори оцењују да *CAMELS* индикатори имају адекватан капацитет за процену стабилности и финансијског учинка банке (Wanke et al., 2016a), будући да су у питању вишедимензионални индикатори ризика, који су корисни за процену финансијске рањивости банака. Оригинални индикатори које финансијски регулатори користе приликом одређивања рејтинга банака су непознати, те су бројни истраживачи

користили индикаторе који се сматрају погодним за оцену сваке од категорија на основу доступности података и претходних студија.

Адекватност капитала (*C*) представља једну од најважнијих категорија за финансијско здравље банкарског сектора јер гарантује капацитет овог сектора да апсорбује евентуалне губитке настале испољавањем одређених ризика или одређених значајних макроекономских неравнотежа (Sarker, 2005). Адекватност капитала процењује се кроз анализу кретања индикатора адекватности капитала. Поред тога, врши се провера усклађености са прописима и законском регулативом. Већина студија приликом одређивања индикатора за мерење адекватности капитала примењује ратио адекватности капитала. Мерење адекватности капитала врши се и кроз друге значајне показатеље као што су (Roman & Şargu, 2013): износ укупног капитала, однос укупног капитала према укупној активи, однос сопственог капитала према нето кредитима или однос сопственог капитала и дугова.

Квалитет активе (*A*) представља квалитет кредитног портфолија банке, презентује меру снаге банке и директно је повезан са адекватношћу капитала јер су ризици солвентности у већини случајева детерминисани депресијацијом имовине (Sarker, 2005). Процена квалитета активе подразумева евалуацију фактора ризика са којима се банка може суочити приликом улагања. Квалитет активе показује ниво ризика активе и стопу финансијске снаге банке. Поред тога, има кључну улогу у процени тренутног стања и финансијских капацитета у будућности. Квалитет активе је одређен посебно квалитетом кредита јер је у питању категорија са највећим учешћем у активи биланса банке. У великом броју случајева истраживачи приликом оцене ове категорије примењују показатељ који представља однос проблематичних кредита према укупним кредитима. Поред тога, у литератури се могу наћи и други индикатори квалитета активе као што је однос укупних кредита и укупне активе (Roman & Şargu, 2013).

Квалитет управљања (*M*) је од великог значаја за осигурање финансијског здравља и стабилности банака и оцена ове категорије одређује да ли је институција у стању да правилно реагује на финансијски стрес. Добро управљање представља кључни предуслов за снагу, профитабилност и раст финансијске институције. Међутим, индикатори квалитета управљања специфични су за сваку појединачну институцију. Поред тога, тешко је извући било какав закључак о исправности управљања на основу монетарних показатеља, пошто су карактеристике доброг менаџмента генерално квалитативне природе (Sarker, 2005). Способност управе и интерног руководећег особља да идентификује, мери, прати и контролише различите ризике повезане са пословним

активностима, као и да обезбеде безбедан, здрав и ефикасан рад у складу са свим важећим законима, прописима и посебно основним смерницама за управљање ризицима које је увела централна банка могла би бити мера за квалитет управљања (Roman & Şargu, 2013). Квалитет управљања оцењује се у складу са техничким компетенцијама, лидерством, административним способностима менаџера, поштовањем банкарских прописа, способношћу планирања и реаговања на промењиве околности, усклађеношћу са интерним политикама као и спремношћу менаџмента да служи легитимним потребама заједнице (Sahajwala & Van den Bergh, 2000). За оцену квалитета управљања истраживачи користе индикаторе попут (Avkiran & Cai, 2012): односа оперативних расхода и укупне активе, односа расхода на име камата на депозите и укупних депозита, односа некаматних расхода и збира нето каматног прихода и нето некаматног прихода, односа трошкова особља и просечне имовине, као и односа укупних трошкова и укупних прихода.

Зарада (E) представља способност банке да произведе довољно средстава да одржи своје активности, прошири се и остане конкурентна. Снажан профил зараде и профитабилности банке одражава добро здравље банке и указује на способност банке да подржи садашње и будуће пословање. Категорија зараде одређује капацитет банке да апсорбује губитке изградњом адекватне капиталне базе, финансирањем њеног проширења и исплатом адекватних дивиденди својим акционарима (Sarker, 2005). Иако постоје различите мере зараде и профитабилности приликом анализе категорије зараде обично се користе индикатори попут приноса на укупна средства, приноса на сопствена средства и нето каматне марже.

Ликвидност (L) представља јако важну компоненту за банку будући да има значајан утицај на њену финансијску стабилност и указује на способност банке да плати своје краткорочне дугове и суочи се са неочекиваним повлачењем депозита (Sarker, 2005). Надзорни органи приликом процене ликвидности банке посматрају осетљивост банке на каматни ризик, доступност средстава која се лако могу конвертовати у готовину, као и зависност од краткорочних нестабилних финансијских ресурса (Sahajwala & Van den Bergh, 2000). За оцену ликвидности истраживачи користе индикаторе попут (Roman & Şargu, 2013): односа ликвидних средстава према укупним депозитима, односа ликвидних средстава према укупној активи и односа нето кредита према укупним депозитима.

Осетљивост на тржишне ризике (S) се оцењује кроз мерење начина на који тржишне цене, посебно каматне стопе, девизни курс и цене капитала негативно утичу на

зараду и капитал банке (Sarker, 2005). У великом броју студија ова категорија се оцењује односом активе банке према укупној активи банкарског сектора (Roman & Şargu, 2013), или односом некаматних прихода према укупним приходима банке чиме се квантификује диверсификованост пословања банке.

2.1.3. Балансна карта резултата

Ради отклањања недостатака традиционалне рачно анализе којој је замерено то што не узима у обзир више категорија развијени су иновативнији начини мерења перформанси организација, који су се кретали од дизајнирања нових свеобухватнијих показатеља ка развоју интегрисаних система за процену учинка (Ferreira et al., 2011). Једна од најчешће примењиваних иновативних техника за процену учинка јесте балансна карта резултата.

Балансна карта резултата даје менаџерима свеобухватан увид у резултате организације и користи се за представљање финансијских и нефинансијских критичних фактора успеха и кључних индикатора перформанси у формату прилагођеном кориснику. Уопштено, балансна карта резултата се састоји од четири перспективе.

Перспектива учења и раста мери колико често организација уводи нове производе, услуге или иновира технолошке процесе. Иновирајући, организација осигурава да не постане летаргична, већ да се континуирано обнавља и унапређује. Неке организације овој перспективи додају људе, ради мерења посвећености и компетентности људи у организацији.

Перспектива интерног пословног процеса мери ефективност процеса којима организација ствара вредност. Прати перспективу раста и развоја јер иновације и људи утичу на способност организације да ствара вредност имплементацијом и управљањем ефикасним процесима.

Перспектива купаца мери учинак у смислу начина на који купац доживљава вредност коју ствара организација. Прати перспективу интерног пословног процеса, јер ефикасни процеси омогућавају организацији да пружи бољу услугу својим клијентима.

Финансијска перспектива мери аспекте организације, као што су раст, повраћај улагања и друге традиционалне мере пословног учинка. Прати перспективу купаца јер уважавање купаца утиче на финансијске резултате компаније. Финансијска перспектива је последња од четири перспективе јер је производ посвећености, ефективних процеса, обнове и иновације и стварања вредности.

Балансна карта резултата је универзални алат који комбинује индикаторе и указује на стратешке правце организације. При том, балансна карта резултата је флексибилан алат прилагодљив различитим типовима организација, будући да различите организације прате различите индикаторе.

Предности коришћења балансне карте резултата за банке су следеће (Frigo et al., 2000): (1) пружа оквир за процену и развој стратегије банке, (2) развија стратешке циљеве и мере учинка како би се превеле стратегије банке у акције, (3) обезбеђује начин за мерење и праћење кључних перформанси учинка који могу довести до успешног спровођења стратегија банке, и (4) делотворан је алат за обезбеђивање континуираног побољшања система и процеса банака. Резултати бројних истраживања указала су на позитиван ефекат примене балансне карте резултата на финансијски учинак банкарске институције (Wu, 2012).

Балансна карта резултата развијена је на основу визије и стратегија организације и њена главна снага је у начину на који настоји да интегрише различите мере и експлицитно изрази везе између различитих димензија учинка у једном систему. Упркос предностима и широкој употреби, бројни аутори су идентификовали недостатке балансне карте резултата које се огледају у занемаривању неких важних димензија попут конкурентности, задовољства запослених, или перспективе животне средине (Ferreira et al., 2011), као и у нејасноћи око начина имплементације додатних перспектива у балансну карту резултата (Wu, 2012). Поред тога, неки аутори истичу да није узето у обзир постојање повратне спреге између перспектива, односно узрочних веза између индикатора (Pessanha & Prochnik, 2011).

2.2. Приступи мерењу пословних перформанси банака базирани на примени математичко-статистичких метода

Доношење одлука у банкарству постало је све сложеније током протеклих деценија што је условило повећано интересовање истраживача и практичара за развој ефективних и ефикасних методологија моделирања доношења одлука и евалуације перформанси. Ради превазилажења недостатака рачуноводствених техника развијене су математичко-статистичке технике мерења перформанси банака које обухватају непараметарске технике мерења ефикасности, параметарске технике мерења ефикасности, и технике вишекритеријумске анализе. Предност математичко-статистичких техника је у томе што могу дати свеобухватну оцену успешности

пословања банака, обухватајући све аспекте пословања. Поред тога, врло је једноставно идентификовати критичне области пословања које захтевају унапређивање. Са друге стране, недостатак овог приступа јесте у комплексности прорачуна што условљава потешкоће приликом интерпретације резултата.

2.2.1. Примена анализе обавијања података за квантификацију пословних перформанси банака

Анализа обавијања података представља непараметарски приступ мерењу пословних перформанси банака. Методолошки, анализа обавијања података обрађена је у првој глави, као метод за одређивање тежинских коефицијената критеријума. Међутим, анализа обавијања података може се користити и приликом евалуирања укупних пословних перформанси банака, односно, приликом одређивања ефикасности пословања банака. Конкретније, међу широким спектаром техника моделирања у банкарском сектору, анализа обавијања података је једна од најуспешније коришћених техника операционих истраживања у оцени перформанси банака. Због своје моћне способности оптимизације, анализа обавијања података омогућава менаџменту да објективно идентификује најбоље праксе, као и области пословања којима је потребно побољшање.

Када је реч о оцени ефикасности применом анализе обавијања података важно питање у литератури односи се и на тип приноса на обим, који може бити варијабилан или константан. Модели који користе константан принос на обим мере укупну ефикасност, док модели који користе варијабилан принос на обим мере чисту техничку ефикасност, при чему се и узроци неефикасности разликују. Код модела са константним приносом на обим основни узрок неефикасности може бити неадекватно управљање, док је код модела са варијабилним приносом на обим неефикасност углавном проузрокована проблемима у пословном процесу. Дакле, једна од предности анализе обавијања података јесте у омогућавању идентификовања узрочника неефикасности.

Прву студију која је применила анализу обавијања података за евалуацију пословања финансијских институција спровели су *Sherman* и *Gold* (1985) са циљем да процене ефикасност 14 филијала банке. Резултати њиховог истраживања су указали да традиционалне технике за мерење перформанси, као што су ратиа профитабилности, нису биле тако прикладне јер нису узеле у обзир сложеност операција сваке филијале и нису узеле у обзир вишеструке излазе генерисане вишеструким улазима. Након овог

истраживања, банкарски сектор је постао једна од главних области интересовања за примену анализе обавијања података.

Последњих година примећује се повећано интересовање истраживача за утврђивање степена ефикасности пословања банака. *Thi My Phan* и сарадници (2016) применили су анализу обавијања података за одређивање трошковне ефикасности банка на узорку од шест азијских земаља у успону. *Gardener* и сарадници (2011) применили су анализу обавијања података ради истраживања ефикасности банака у земљама југоисточне Азије како би оценили ефекте реструктурирања након азијске кризе 1997. године. *Kao* и *Liu* (2016) су применом анализе обавијања података оценили ефикасност тајванских комерцијалних банака током временског периода од шест година, и утврдили да је дошло до пораста ефикасности банака у посматраном периоду, при чему је као водећи фактор пораста ефикасности идентификован технолошки прогрес. *Sufian* и сарадници (2016) истражили су детерминанте ефикасности у малезијском банкарском сектору током периода од 1999. године до 2008. године, где су као зависну варијаблу користили оцену ефикасности добијену на основу резултата анализе обавијања података. *Holod* и *Lewis* (2011) предложили су модификацију стандардне анализе обавијања података са циљем бољег обухватања депозита. У њиховом моделу депозити се посматрају као међупроизвод, стога је наглашена њихова двострука улога у производном процесу банке. Као резултат тога, укупан утицај количине депозита на ефикасност банке зависи од ефикасности у обе фазе производног процеса банке. *Henriques* и сарадници (2018) вршили су процену ефикасности 37 бразилских банака у периоду од 2012. године до 2016. године и открили да је неефикасност бразилских банака у посматраном периоду преваходно била проузрокована квалитетом управљања. Поред наведених, и бројна друга истраживања бавила су се проблемом оцене ефикасности банака и/или банкарског сектора наглашавајући важност добијања свеобухватне, квантитативне оцене пословних процеса.

2.2.2. Примена анализе стохастичких граница за квантификацију пословних перформанси банака

Анализа стохастичких граница представља параметарску технику мерења ефикасности пословања која приликом одређивања границе ефикасности користи економетријске технике. Главна премиса анализе стохастичких граница јесте да се приликом одређивања ефикасности јединице посматрања врши статистичко тестирање

података где се формира регресиона крива и одступање од регресионе криве се декомпонује на два члана – неефикасност и статистички шум (Kumbhakar et al., 2017). Дакле, анализа стохастичких граница може квантификовати како неефикасност, тако и грешку мерења (Yin et al., 2013). Међутим, овај приступ захтева одређене параметре, попут специфичне функционалне форме која претпоставља облик границе ефикасности, као и специфичну дистрибуцију вероватноће за ниво ефикасности (Dong et al., 2014). Ако су претпоставке погрешно специфициране јавиће се грешке у оцењеној ефикасности.

Анализа стохастичких граница развијена је седамдесетих година прошлог века (Aigner et al., 1977; Meeusen & van Den Broeck, 1977), а убрзо након тога јављају се и прве примене у банкарској индустрији. Бројни аутори применили су анализу стохастичких граница за одређивање ефикасности банкарских институција или банкарских сектора. *Zuhroh* и сарадници (2015) применили су анализу стохастичких граница како би утврдили трошковну ефикасност исламских банака у Индонезији и идентификовали алокативну неефикасност као основни узрок укупне неефикасности. *Yin* и сарадници (2013) су применом анализе стохастичких граница оценили техничку ефикасност кинеских банака током периода од 1999. године до 2010. године ради оцене утицаја уласка Кине у Светску трговинску организацију на ефикасност банака. Њихови резултати указују да је дошло до пораста техничке ефикасности банака у Кини након њеног приступања Светској трговинској организацији, при чему је највеће побољшање ефикасности уочено код великих банака. *Spulbär* и *Nițoi* (2014) истраживали су факторе трошковне ефикасности банака у транзиционим економијама на основу резултата анализе стохастичких граница и пронашли доказе да банке које следе опрезнију стратегију, која се одражава у нижим просечним очекивањима о профитабилности и нижем прихваћеном ризику, имају већу трошковну ефикасност. *Aiello* и *Bonanno* (2016) применили су анализу стохастичких граница са циљем утврђивања техничке ефикасности и фактора ефикасности малих банака у Италији током периода од 2006. године до 2011. године и утврдили да са порастом концентрације тржишта долази до пораста техничке ефикасности банака, док повећање броја експозитора на локалним тржиштима смањује техничку ефикасност банака у узорку. *Lensink* и *Meesters* (2014) анализирали су пословање банака из 136 земаља током 10 година применом анализе стохастичких граница и утврдили да на ефикасно пословање комерцијалних банака најзначајнији утицај имају добро развијене институције и добро спроведене институционалне реформе. *Hadhek* и сарадници (2018) вршили су оцену детерминанти профитне ефикасности исламских банака применом анализе стохастичких граница на

узорку од 37 исламских банака у петнаест земаља између 2005. године и 2014. године и утврдили да ниво кредитног ризика нема статистички значајан утицај на профитну ефикасност банака у узорку. *Dong* и сарадници (2014) упоредили су резултате добијене анализом обавијања података и анализом стохастичких граница на узорку кинеских банака у периоду од 1994. године до 2007. године и утврдили постојање умерене доследности резултата, при чему предлажу, да када год је то могуће, истраживачи треба да примене обе технике евалуације ефикасности као вид унакрсне провере резултата што ће водити робуснијим и тачнијим проценама учинка банке. Може се закључити да примена анализе стохастичких граница даје сличне резултате као и примена анализе обавијања података, при чему се као основна предност обеју техника истиче могућност пружања свеобухватне оцене квалитета пословних процеса и успешности пословања, као и омогућавање идентификовања основних узрочника неефикасности.

2.2.3. Вишекритеријумски приступи мерењу пословних перформанси банака

Вишекритеријумска анализа представља технику која је широко примењена у области евалуације учинка финансијских институција. Последњих година технике вишекритеријумске анализе све више се комбинују са алатима машинског учења чиме се повећава њихова предиктивна моћ. Традиционално, примена вишекритеријумске анализе највише је заступљена у оцена успешности пословања финансијских институција, нарочито банака, али у литератури се могу наћи примене у евалуацији различитих аспеката финансијског сектора.

Doumpos и *Zopounidis* (2002) истраживали су могућности примене три метода вишекритеријумске анализе приликом доношења финансијских и банкарских одлука везано за три области: предвиђање пословног неуспеха, процену кредитног ризика и процену улагања. На основу резултата примењених вишекритеријумских метода аутори сматрају да је могуће класификовати финансијске институције на успешне и неуспешне, проценити финансијски учинак и изложеност кредитном ризику одређене финансијске институције, као и дати препоруке у вези краткорочних и средњорочних улагања.

Ozcalici и *Bumin* (2020) применили су комбинацију алгорита машинског учења и неколико техника вишекритеријумске анализе ради оцене учинка банака које су пословале у турском банкарском сектору током четвртог квартала 2018. године. Аутори су користили тродимензионални скуп података (финансијске показатеље, податке о мрежи филијала и особља, податке о дневним приносима на берзи и стандардној

девијацији дневних приноса) ради добијања објективне процене пословања. Резултати њиховог истраживања указали су да постоје умерене разлике у резултатима које дају различити вишекритеријумски методи те је неопходно бити опрезан приликом одабира метода који ће се користити за евалуацију учинка, односно, треба одабрати метод који највише одговара датој ситуацији.

Rebai и сарадници (2016) развили су индекс успешности банкарске одрживости на основу вишекритеријумског модела који интегриса одрживост приликом евалуације учинка банака. Методолошки, индекс је заснован на интегрисању метода аналитичког хијерархијског процеса и вишеатрибутивне теорије корисности.

Seyfi-Shishavan и сарадници (2021) применили су *fuzzy Best-Worst* метод за одређивање тежинских коефицијената критичних фактора учинака турског банкарског сектора током пандемије корона вируса. Резултати показују да главни ризици по турски банкарски сектор произилазе из кредитног ризика, редукције прихода и ликвидности.

Wanke и сарадници (2016b) применили су најпре *TOPSIS* метод ради процене ефикасности малезијских исламских банака, а потом неуронске мреже у циљу креирања модела за ефективну предикцију банкарских перформанси.

Seçme и сарадници (2009) испитали су учинак пет највећих комерцијалних банака турског банкарског сектора на основу неколико финансијских и нефинансијских индикатора применом *fuzzy* метода аналитичког хијерархијског процеса и *TOPSIS* метода и указали да у конкурентском окружењу треба узети у обзир не само финансијски учинак, већ и нефинансијски учинак, ради добијања свеобухватне оцене.

Примена техника вишекритеријумске анализе за оцену успешности пословања банака и/или банкарског сектора нарочито је доживела експанзију након пораста интересовања за композитне индексе, као свеобухватног показатеља успешности пословања, услед одређених предности које агрегација применом техника вишекритеријумске анализе има у односу на линеарну и геометријску агрегацију.

3. Мерење пословне успешности банака у Републици Србији

Банкарски систем Републике Србије постаје све интегрисанији и конкурентнији, нарочито након процеса реформи банкарског сектора, реорганизације постојећих и уласка нових банака током деценије која је претходила глобалној финансијској кризи која је почела крајем 2007. године. Овај процес је резултирао појачаним захтевима у вези са капиталом банака и снажнијим нагласком на значај ефикасности пословних процеса у

банкарском сектору. Да би остале конкурентне на појединачним тржиштима, банке морају стално да се упоређују са конкурентима, препознају најбоље и теже да уче од њих. Стога је мерење и праћење перформанси банака од интегралног значаја за стабилност финансијског система.

3.1. Основне карактеристике и развој банкарског сектора Републике Србије

Банкарски сектор Републике Србије сматра се релативно младим будући да су се тек средином XIX века стекли услови за развој банкарства. Међутим, иако релативно млад, банкарски сектор доживео је бројне промене, нарочито последњих деценија. Деведесете године двадесетог века биле су посебан изазов за банкарски сектор Републике Србије. Услед неповољних околности и присуства хиперинфлације, банкарски сектор суочио се са нагомиланим дуговима према страним повериоцима, према становништву по основу старе девизне штедње, као и са реалним губицима активе банака (Bjelica, 1998). Банкарски сектор у то време карактерисали су следећи проблеми (Erić Jović, 2011): а) висок ниво неликвидности и несолвентности присутан код свих великих банака, б) ограничена или никаква кредитна активност уз неодговарајући поступак оцене кредитне способности и зајмове који нису били диверсификовани, в) углавном друштвено власништво уз уситњену структуру акционара и недовољно професионално управљање, г) неадекватна политика запошљавања кадрова уз недовољну обученост кадрова и недовољно прецизан опис послова.

Финансијски систем је крајем деведесетих година карактерисала недовољна развијеност са великим бројем углавном домаћих банака које нису вршиле функцију платног промета (Ostojić & Petrović, 2017). Примарна функција банака је била угрожена будући да нису могле да врше мобилизацију слободних средстава и њихово профитабилно пласирање (Erić Jović, 2011). Сам банкарски сектор суочавао се са великим уделом ненаплативих потраживања и ниском профитабилношћу, уз низак ниво резерви за покриће потенцијалних губитака и неадекватан систем управљања ризицима (Vuković, 2009). Поред тога, дошло је до смањења поверења јавности у банкарски сектор. Ради опоравка банкарског сектора Републике Србије било је неопходно спровести опсежно реструктурирање како би се вратило поверење становништва и ојачао финансијски систем.

Током прве деценије двадесет првог века банкарски сектор Републике Србије доживео је значајан развој реформом која је резултирала смањењем броја државних

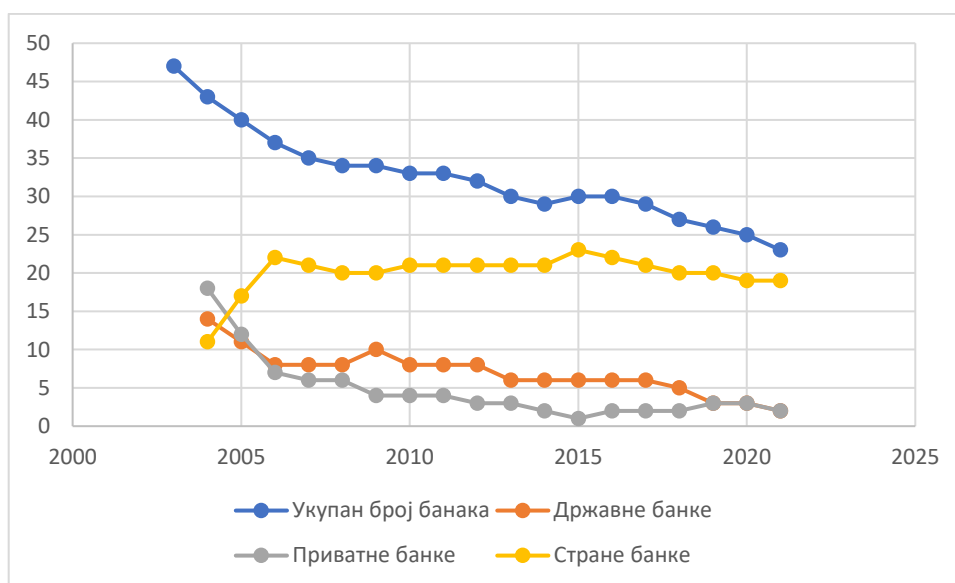
банака, изградњом конкурентног банкарског система, као и враћањем поверења становништва у банке. Процес реструктурирања банкарског сектора започет је након 2000. године, при чему је за само годину дана након спровођења реформи редукован број банака (са 86 у 2001. године на 53 у 2002. години) и обим пословања сведен у реалне оквире (Erić Jović, 2011). Показатељи банкарског сектора су се побољшали, уз значајан пораст адекватности капитала. Поверење становништва у банкарски сектор је јако брзо поново успостављено. Међутим, након пар година долази до преливања ефекта глобалне економске кризе на банкарски сектор Републике Србије. Адекватна реакција Народне банке Србије која је применила рестриктивну монетарну политику и конзервативне пруденцијалне мере ублажила је негативне ефекте глобалне економске кризе (Ostoјић & Petrović, 2017). Власничка трансформација банкарског сектора спроведена је првенствено кроз процес преузимања приватних или приватизације државних банака, уз строге критеријуме за процену кредитне способности инвеститора и онемогућавање успостављања монополског положаја (Erić Jović, 2011).

Последњих година банкарски сектор Републике Србије карактерише тренд консолидације, уз пораст просечне профитабилности и ликвидности, на основу чега се може извући закључак о постојању стабилности банкарског сектора.

3.2. Перформансе банкарског сектора у Републици Србији

Банкарски сектор у Републици Србији је прошао кроз значајне трансформације током последње две деценије као резултат структурних реформи, процеса финансијске либерализације и међународне интеграције. Трансформације су резултирале убрзаним процесом консолидације банкарског сектора, при чему је улазак страних банака без сумње помогао опоравак недовољно капитализованог финансијског сектора Републике Србије. Број банака је од почетка процеса реформи до данас смањен на скоро четвртину, при чему је садашњи број банака резултат одузимања дозвола за рад, мера санације и административних мера које је предузела Народна банка Србије, спајања са другим банкама и издавање нових лиценци за банке (Erić Jović, 2011). У периоду од 2004. до 2021. године смањен је број банака у већинском власништву домаћих лица, како приватних, тако и државних (Слика 2). Тако је 2004. године у банкарском сектору Републике Србије пословало 14 банака у већинском државном власништву, док је у 2021. години тај број смањен на две банке у већинском државном власништву. Слично је и са банкама у већинском приватном власништву, где је 2004. године број банака у

већинском приватном власништву био 18, док је 2021. године тај број смањен на две банке. Са друге стране, број банака у већинском власништву страних лица је повећан током посматраног периода, од 11 у 2004. години на 19 у 2021. години, при чему је највећи број банака у већинском власништву страних лица пословао током 2015. године, када су 23 банке биле у већинском власништву страних лица. Може се закључити да банкарски сектор Републике Србије карактерише доминација банака у већинском власништву страних лица при чему је њихово учешће у укупној билансној активи 87% (Народна банка Србије, 2022с).



Слика 2. Кретање укупног броја банака према типу власништва

Извор: Народна банка Србије (2022б)

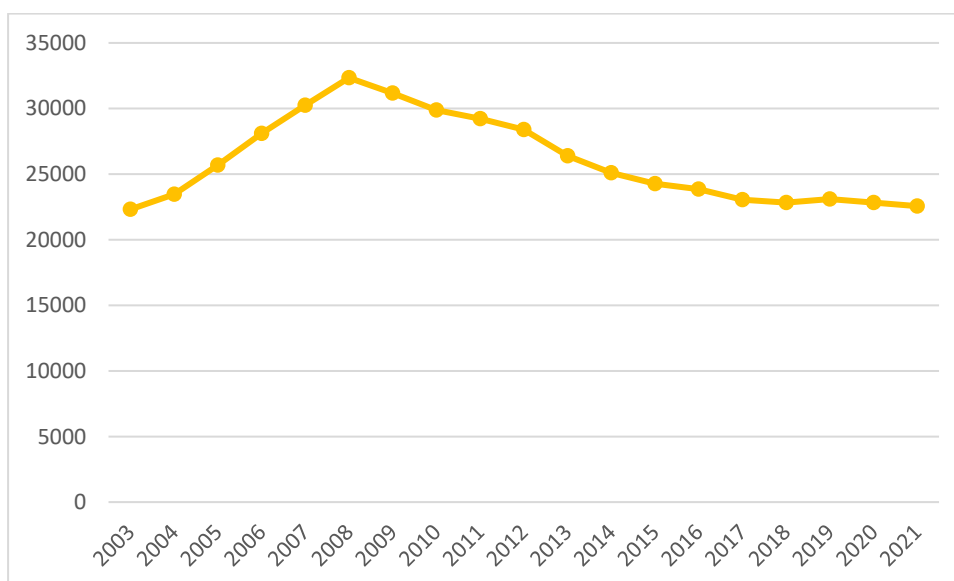
Консолидација банкарског сектора нарочито је била изражена током 2020. и 2021. године. На крају децембра 2021. године, банкарски сектор Републике Србије, чиниле су укупно 23 банке, 3 мање него почетком године услед реализованих спајања банака, при чему се 19 банака се налазило у већинском страном власништву, док су 4 банке у већинском домаћем власништву (Народна банка Србије, 2022с). Промене у банкарском сектору које су се десиле током 2020. и 2021 године су следеће:

- од марта 2020. године *ЈУБМЕС* банка послује под новим пословним именом *АЛТА* банка,
- од маја 2019. године мађарска *ОТР* група значајно је повећала удео на српском банкарском тржишту, пошто је у септембру 2019. године постала једини власник *Societe Generale* банке, која од тада послује под именом *ОТР* банка, док је априла 2021. године завршена интеграција *ОТР* банке са *Војвођанском банком*.

- *Opportunity* банка је средином новембра 2021. године применила власничку структуру и променила назив у *3 Banka*.
- децембра 2020. године, након што су Европска централна банка и Народна банка Србије дале сагласност, завршена је приватизација *Комерцијалне банке*, која је и званично прешла у власништво словеначке *NLB* банке (Banca Intesa, 2020).
- *Директна* банка се децембра 2021. године, након одобрења свих надлежних институција, припојила *Eurobank* банци, док је јуна 2021 године *mts* банка а.д. Београд године припојена *Банци Поштанска и медионица*.

Упркос пандемији коронавируса која је отпочела 2020. године, банкарски сектор Републике Србије остао је стабилан захваљујући високој ликвидности, доброј капитализацији, експанзивној монетарној политици Народне банке Србије и значајном квалитету активности (Banca Intesa, 2020).

У банкарском сектору на крају децембра 2021. године било је запослено 22.550 радника, 273 мање него на крају 2020. године. Тренд кретања броја запослених у периоду од 2003. до 2021. године указује да је у банкарском сектору Републике Србије било највише запослених лица током 2008. године, и да је након тога кренуо тренд смањења броја запослених (Слика 3). Овај тренд је донекле последица консолидације банкарског сектора, смањења броја банака у већинском власништву домаћих лица, али и глобалне финансијске кризе која је погодила свет крајем 2007. године.



Слика 3. Кретање броја запослених у банкарском сектору Републике Србије

Извор: Народна банка Србије (2022b)

Број филијала банкарског сектора је смањен са 1.576, колико је било на крају 2020. године, на 1.515 на крају децембра 2021. године (Народна банка Србије, 2022с), што је такође последица консолидације банкарског сектора.

3.2.1. Профитабилност банкарског сектора у Републици Србији

Значај профитабилности банкарског сектора огледа се у томе што је профитабилан банкарски сектор у стању да боље издржи негативне шокове и допринесе стабилности финансијског система.

Упркос пандемији коронавируса банкарски сектор Републике Србије је током 2021. године пословао рентабилно, са укупним нето добитком пре опорезивања од 445,2 милиона евра, што представља побољшање у односу на нето добитак пре опорезивања на крају 2020. године (391,9 милиона евра), али и даље је износ нижи у односу на износ нето добитка пре опорезивања пре пандемије (640,6 милиона евра на крају 2018. године и 575,5 милиона евра на крају 2019. године) (Народна банка Србије, 2022с).

На основу података из 2019. године (последњи доступни извештај о стању банкарског сектора Републике Србије јесте Извештај за IV тромесечје 2019. године), може се приметити велика концентрисаност позиција добитка и губитка, при чему седам банака са највећим нето добитком учествовало са 84,5% у укупном добитку банкарског сектора (Народна банка Србије, 2020)

Показатељи профитабилности забележили су задовољавајућу вредност током 2021. године, где је принос на укупна средства (ROA) забележио вредност од 1,1% на крају 2021. године, док је принос на сопствени капитал (ROE) остварио вредност од 7,3% на крају 2021. године. Нето каматна маржа је на крају 2021. године износила 2,7% што је за 0,3% мање него на крају 2020. године (Народна банка Србије, 2022с), али је и даље на задовољавајућем нивоу. Посматрано од 2005. године може се приметити да је банкарски сектор имао релативно задовољавајућу профитабилност (Слика 4). Стопа приноса на укупна средства и стопа приноса на сопствена средства бележе негативну вредност једино у 2013. години, након чега је кренуо тренд опоравка профитабилности банкарског сектора. На тренд смањења профитабилности банкарског сектора током периода од 2011. године до 2013. године преовладавао је утицај банака којима је одузета дозвола за рад (Народна банка Србије, 2015).



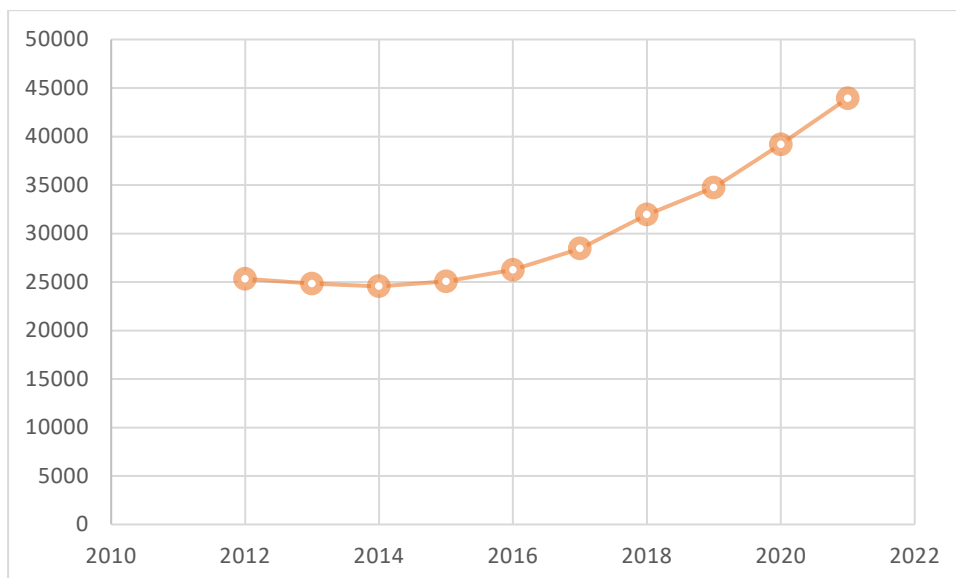
Слика 4. Индикатори профитабилности банкарског сектора

Извор: Народна банка Србије (2022b)

3.2.2. Структура aktive банкарског сектора у Републици Србији

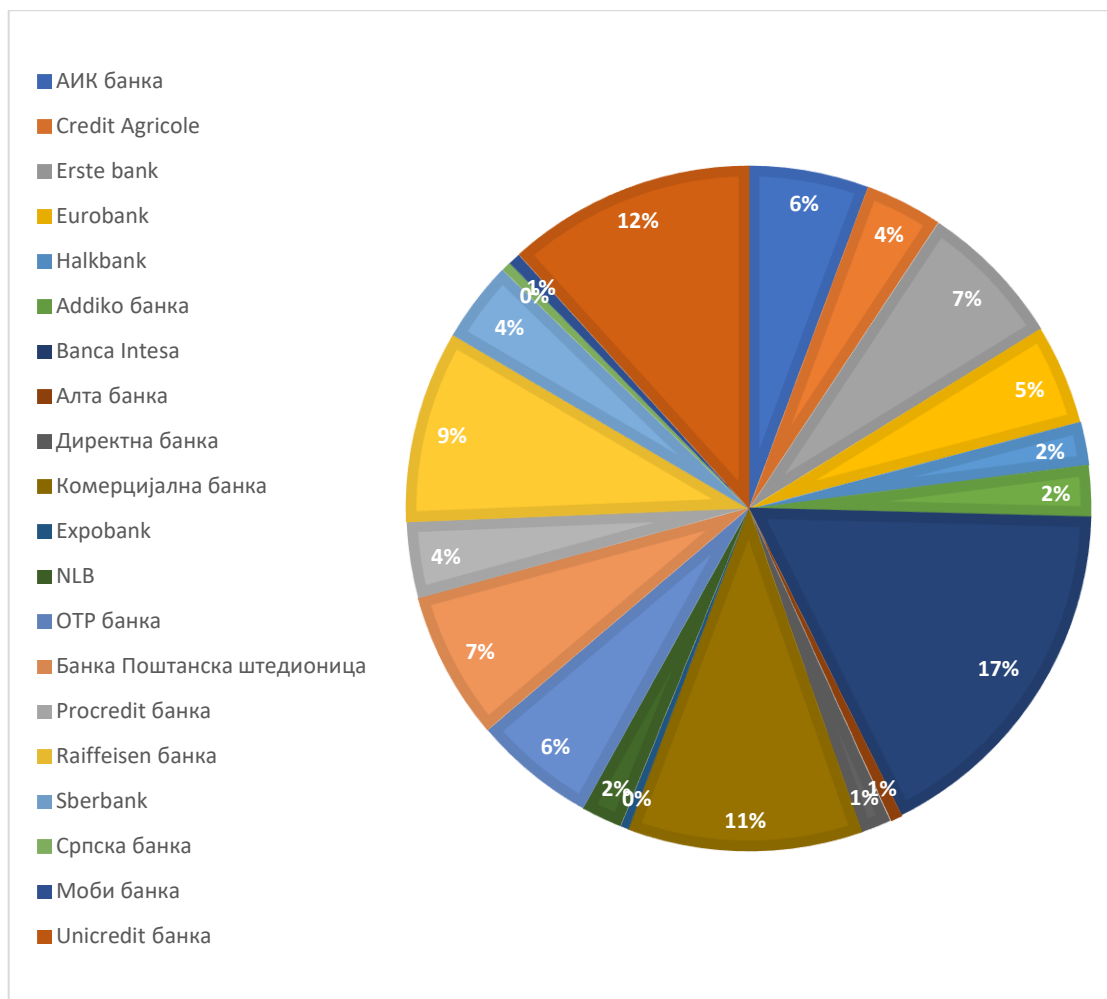
Упркос консолидацији банкарског сектора Републике Србије и смањењу броја банака, укупна нето актива банкарског сектора, као и кредитни потенцијал банке, одликује пораст, нарочито последњих година. Укупна актива банкарског сектора порасла је током 2021. године за 9,61%, при чему је укупна актива на крају 2021. године износила 42,9 милијарде евра, док је током 2021. године забележен пораст активности домаћег кредитирања за 10,66% (Народна банка Србије, 2022c). Повољан тренд кретања величине укупне aktive од значаја је за повећање кредитне активности банака (Ljumić & Antonijević, 2020).

Током периода од 2012. године до 2021. године вредност нето aktive порасла је за 73,54% (Слика 5). Посебно је пораст приметан у периоду након 2016. године. Анализирано појединачно, може се уочити да пет највећих банака чини преко 50% банкарског сектора Републике Србије посматрано у односу на вредност билансне суме (Слика 6).



Слика 5. Кретање вредности нето активе банкарског сектора (у милионима евра)

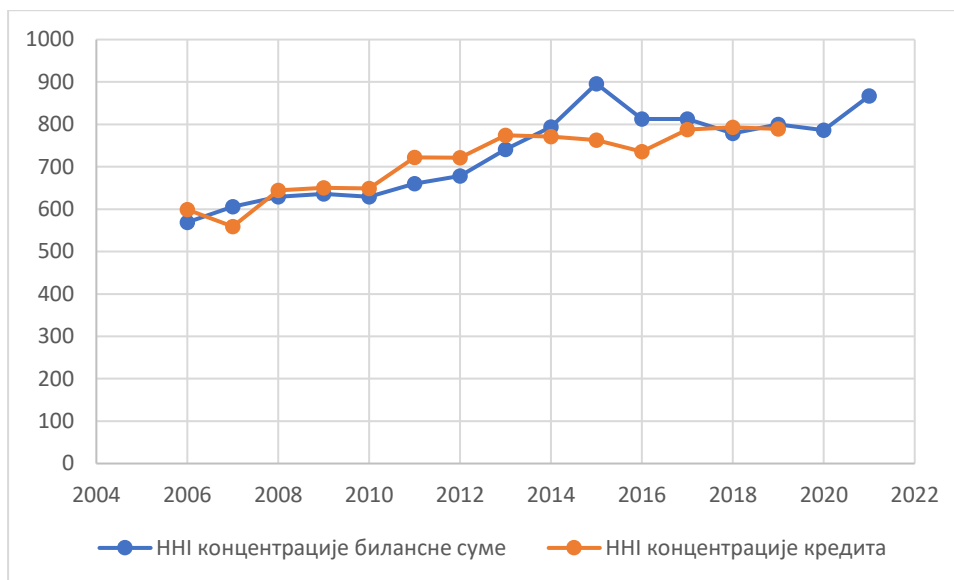
Извор: Народна банка Србије (2022b)



Слика 6. Тржишно учешће банака мерено величином укупне активе

Извор: Народна банка Србије (2022b)

Уколико се посматра вредност Херфиндал–Хиршмановог индекса (*HHI*) билансне суме и укупних кредита током периода од 2006. до 2021. године² може се закључити да постоји задовољавајући степен тржишне конкуренције, будући да вредности *HHI* индекса указује на одсуство концентрације (Слика 7).

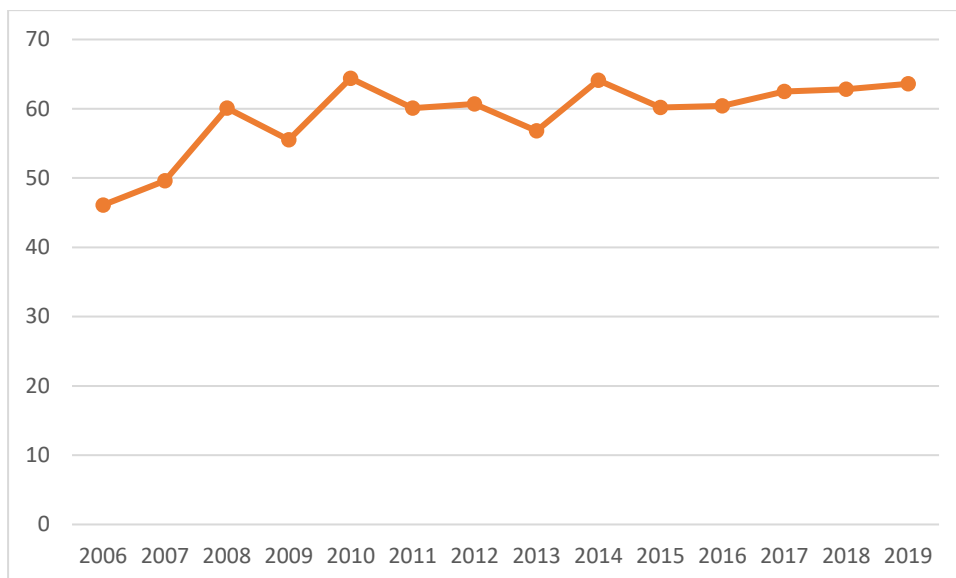


Слика 7. Херфиндал–Хиршмановог индекса (HHI) билансне суме и укупних кредита

Извор: Народна банка Србије (2022b)

Када је реч о кредитној активности банака, може се приметити тренд раста током периода од 2006. године до 2019. године (Слика 8), при чему је забележен пораст учешћа кредита и потраживања у укупној активи за 37,96%. Кредити и потраживања представљају категорију са највећим учешћем у нето активи банкарског сектора будући да пословање банака у Републици Србији карактерише усмереност на традиционалне моделе банкарског пословања (Народна банка Србије, 2020).

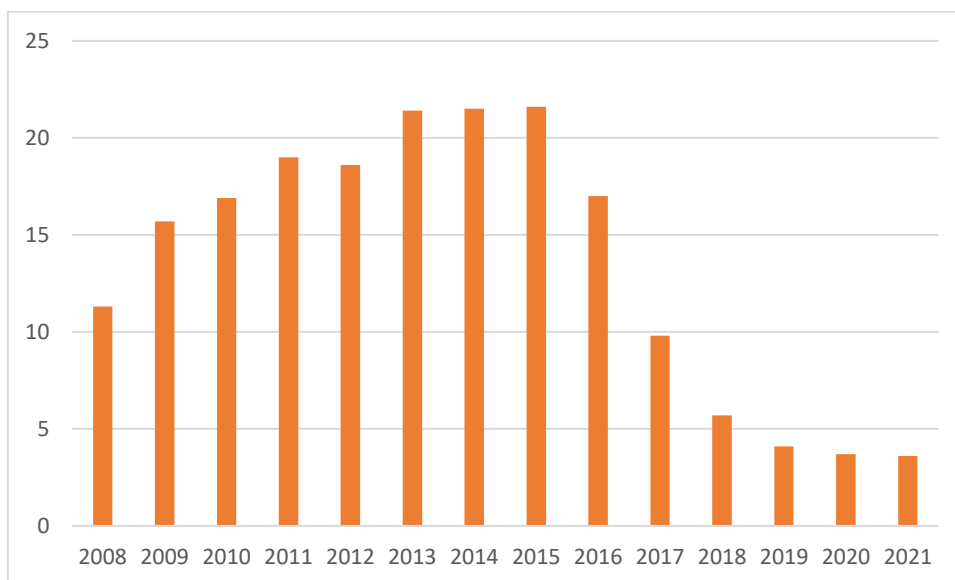
² Вредности *HHI* укупних кредита доступни су до 2019. године



Слика 8. Тренд кретања учешћа кредита и потраживања у укупној активи

Извор: Народна банка Србије (2022b)

Краткотрајни пад кредитне активности у периоду од 2011. године до 2013. године последица је нагомилавања проблематичних кредита, нарочито код банака којима је у периоду од 2012. године до 2014. године одузета дозвола за рад. Након 2016. године учешће проблематичних кредита у укупним бруто кредитима бележи тренд смањења (Слика 9).

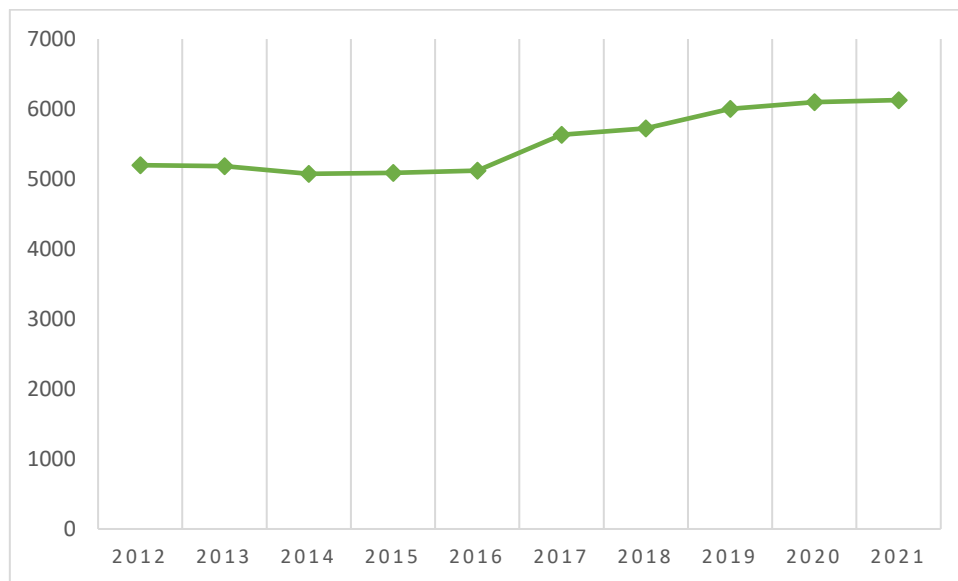


Слика 9. Учешће проблематичних кредита у укупним бруто кредитима

Извор: Народна банка Србије (2022b)

3.2.3. Структура пасиве банкарског сектора у Републици Србији

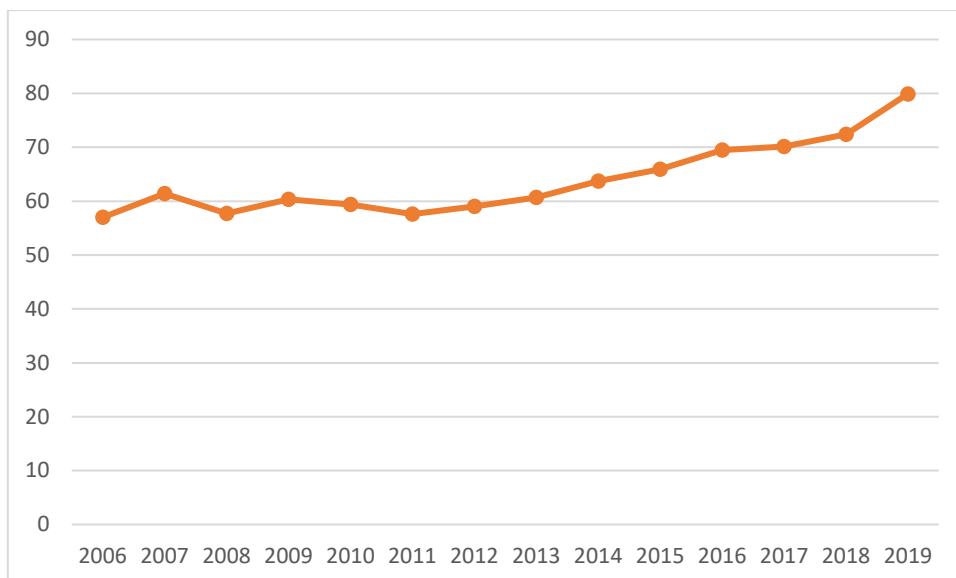
Након реформи банкарског сектора и уласка страних банака дошло је до повећања нивоа капитала. Поред тога, конверзија дуга према Париском и Лондонском клубу у акцијски капитал на страни државних банака допринела је повећању нивоа капитала, али и повећању профитабилности банака које је водило позитивним резултатима пословања (Ljumbović & Antonijević, 2020). Током периода од 2012. године до 2021. године дошло је до повећања вредности капитала банкарског сектора за 17,89% (Слика 10).



Слика 10. Кретање вредности капитала банкарског сектора (у милионима евра)

Извор: Народна банка Србије (2022b)

Примљени депозити представљају категорију са највећим учешћем у пасиви банкарског сектора Републике Србије, при чему је приметан тренд пораста депозитне активности релативно и апсолутно посматрано (Слика 11).

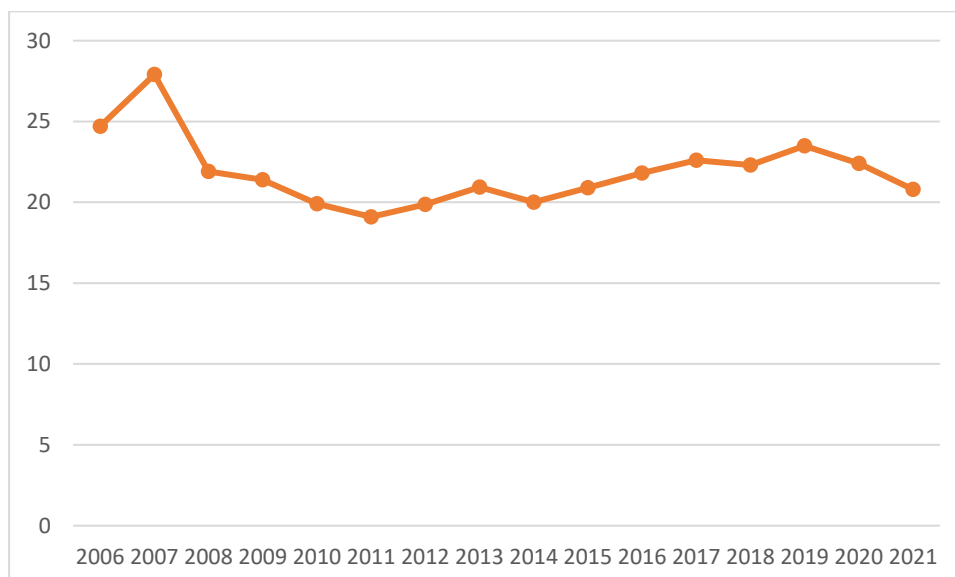


Слика 11. Тренд кретања учешћа депозита и осталих финансијских обавеза у укупној пасиви

Извор: Народна банка Србије (2022b)

3.2.4. Адекватност капитала банкарског сектора у Републици Србији

Банкарски сектор Републике Србије одликује адекватна ликвидност и солвентност. Током периода од 2005. године до 2021. године показатељ адекватности капитала имао је задовољавајућу вредност (Слика 12).



Слика 12. Показатељ адекватности капитала

Извор: Народна банка Србије (2022b)

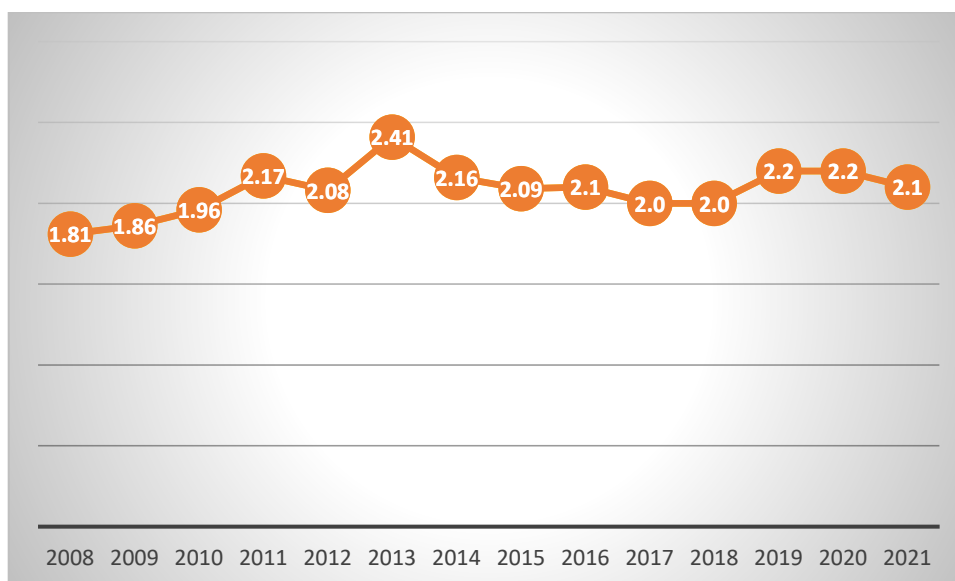
Вредност показатеља адекватности капитала банкарског сектора на крају 2021. године износила је 21,7%, што је значајно изнад минималне дозвољене вредности показатеља од 8%, што указује на адекватну капитализованост банкарског сектора. Показатељ леверица износио је око 11,5% на крају трећег квартала 2021. године, што такође указује на задовољавајућу солвентност банкарског сектора.

Очување солвентности банкарског сектора Републике Србије у условима пандемије коронавируса превасходно је заслуга адекватних резерви капитала изграђених од стране банака у годинама пре пандемије, чиме је побољшана њихова отпорност.

3.2.5. Ликвидност банкарског сектора у Републици Србији

Ликвидност представља способност банке да измири неизмирене обавезе по разумној цени и у разумном року. Постоје бројна тржишна трвења која могу изложити банку ризику ликвидности, при чему се у литератури углавном идентификују два извора: асиметричне информације и несавршена конкуренција (Praet & Herzberg, 2008). Ради смањења и/или избегавања ризика ликвидности, банке морају на адекватан начин управљати ликвидношћу и обезбедити висок квалитет активе.

Банкарски сектор Републике Србије карактерише задовољавајући ниво ликвидности током периода од 2008. године до 2021. године, будући да је у анализираном периоду показатељ ликвидности био изнад регулаторног минимума од 1 (Слика 13).



Слика 13. Показатељ ликвидности банкарског сектора

Извор: Народна банка Србије (2022b)

Поред тога, на крају четвртог квартала 2021. године на нивоу банкарског сектора показатељ покрића ликвидном активом износио је 199,5%, што је готово дупло више од прописаног минимума. Вишегодишњи стабилни ниво учешће ликвидне активе у укупној билансној активи банкарског сектора, који је на крају четвртог квартала 2021. године износио 37,7%, такође указује на задовољавајући степен ликвидности (Народна банка Србије, 2022с). Може се закључити да је током посматраног периода банкарски сектор Републике Србије располагао више него довољним износом ликвидних средстава.

Адекватна рочна структура имовина и обавеза, као и повољно кретање показатеља ликвидности указују на способност банкарског сектора Републике Србији да својим резервама ликвидности покрије потенцијалне потребе за ликвидним средствима.

3.3. Преглед досадашњих истраживања мерења пословне успешности банака у Републици Србији

Истраживања везана за банкарски сектор Републике Србије углавном су била усмерена на анализу мера перформанси банака или на оцену детерминанти неких од мера профитабилности, док је било релативно мало покушаја креирања композитног индекса или неког другог синтетичког мерила пословне успешности.

Ercegovac и сарадници (2019) анализирали су кључне мере перформанси пословања банкарског сектора Републике Србије, са освртом на анализу ликвидности, профитабилности, девизног ризика, адекватности капитала и ненаплативих кредита током периода од 2010. године до 2018. године.

Radić (2018) је испитивао утицај ефикасности интелектуалног капитала на профитабилност пословних банака у Републици Србији, при чему је ефикасност интелектуалног капитала комерцијалних банака мерена створеном додатном вредношћу у посматраном периоду, применом методологије интелектуалног коефицијента додате вредности. Емпиријска анализа је спроведена коришћењем вишеструке регресионе анализе панел података за 27 банака које су пословале у банкарском сектору Републике Србије у периоду од 2008. године до 2016. године. Резултати анализе показују да, у ситуацији када је профитабилност мерена приносом на сопствени капитал, ефикасно коришћење интелектуалног капитала нема значајан утицај на профитабилност банака, док у ситуацији када је профитабилност комерцијалних банака мерена приносом на сопствена средства ефикасно коришћење интелектуалног капитала негативно утиче на профитабилност банке.

Vesić и сарадници (2019) истраживали су кретање показатеља ликвидности и профитабилности 10 највећих банака у Републици Србији током периода од 2010. године до 2017. године са циљем тумачења кретања вредности индикатора ради пружања подршке приликом доношења одлука и праћења рада монетарних власти.

Račić и *Paunović* (2021) анализирали су утицај величине банака које послују у Републици Србији на основне показатеље њиховог пословања, као и утицај пандемије коронавируса. Истраживање је извршено на узорку од двадесет и три банке применом статичких панел регресионих модела за временски период од другог квартала 2014. године до трећег квартала 2021. године. Резултати спроведеног истраживања указују да су током пандемије веће банке смањиле ниво кредитне активности и повећале ниво ликвидности у односу на мање банке, али да то није утицало на њихову профитабилност. Поред тога, резултати истраживања указују да су током пандемије веће банке смањиле удео капитала у билансној суми у односу на мање банке, али не у мери која угрожава стабилност банкарског сектора.

Marinković и *Radović* (2014) истраживали су детерминанте нето каматне марже у банкарској индустрији Србије при чему су их поделили у три групе: детерминанте специфичне за банку, детерминанте специфичне за индустрију и макроекономске детерминанте. Резултати спроведене анализе сугеришу да банке са натпросечним односом капитала и активе имају тенденцију да остварују већу нето каматну маржу, док између изложености кредитном ризику и висине нето каматне марже постоји инверзан однос. Када се узме у обзир величина банке, резултати показују да велике банке боље управљају каматним ризиком, док се добар учинак страних банака може приписати њиховим конзервативним праксама кредитирања и бољем приступу страним финансијама.

Marinković и *Radović* (2010) изучавали су детерминанте каматне марже банака у Републици Србији применом вишеструке линеарне регресионе анализе. Резултати истраживања указују да постоји позитивна и значајна корелација између каматних маржи банака и каматног ризика, каматних маржи и кредитног ризика, негативна корелација са аверзијом према ризику и не тако јак утицај уласка страних банака.

Babić и сарадници (2020) анализирали су утицај величине одбора и састава одбора на учинак банака у Републици Србији коришћењем *CAMELS* модела, а потом применили регресиону анализу ради тестирања релација. Резултати анализе су показали да величина одбора негативно утиче на перформансе банке, као што су ликвидност и осетљивост на тржишни ризик. Са друге стране, независност одбора позитивно утиче на перформансе

банке, као што су профитабилност и ликвидност, док у случају осталих показатеља пословања банке ова карактеристика нема значајан утицај.

Todorović и сарадници (2018) спровели су свеобухватну анализу мерења перформанси банке, користећи *CAMELS* модел са циљем испитања могућности примене овог модела за ефикасно мерење перформанси банкарског сектора у Републици Србији. Резултати спроведеног истраживања указују да је банкарски сектор Републике Србије адекватно капитализован, да је утицај девизног и каматног ризика практично занемарљив и да нема ризика ликвидности. Са друге стране, банкарски сектор Републике Србије карактерише висок ниво кредитног ризика, који се огледа у нешто нижем квалитету активе и учешћу неквалитетних кредита у укупној активи.

Domanović и сарадници (2018) истраживали су профитабилност банака у Републици Србији у периоду од 2012. године до 2015. године са циљем указивања на могуће факторе профитабилности банака, са посебним освртом на интерне факторе профитабилности банкарског сектора у Републици Србији. Резултати истраживања показују инверзан однос динамике показатеља профитабилности и показатеља адекватности капитала. Поред тога, утврђено је постојање веза између величине банке и профитабилности и веза између промене власништва банке и профитабилности.

Peković и сарадници (2020) истраживали су утицај компоненти интелектуалног капитала на финансијске перформансе комерцијалних банака у Републици Србији. Резултати истраживања указују да интелектуални капитал остварује позитиван утицај на стопу приноса на укупну имовину.

Ristić и *Jemović* (2021) анализирали су кретање проблематичних кредита у банкарском сектору Републике Србије у периоду од 2010. године до 2019. године ради идентификовања детерминанти које значајно утичу на обим кредитног ризика применом векторског ауторегресионог модела. Резултати спроведеног истраживања указују да бруто домаћи производ, инфлација, незапосленост, принос на укупну имовину, трошкова ефикасност, коефицијент адекватности капитала и диверзификација прихода утичу на ниво проблематичних кредита.

Lukić (2021) анализира ефикасност банака у Републици Србији применом *EDAS* метода и утврђује да се у последње време знатно побољшала ефикасност банака у Републици Србији.

Radojčić и сарадници (2018) оцењују ефикасности банака у Републици Србији у периоду од 2005. године до 2016. године применом анализа обавијања података са

ограничењем тежине. У погледу просечне ефикасности, банкарски сектор Републике Србије показује тренд побољшања у анализираном периоду.

Marjanović и сарадници (2018) применили су анализу обавијања података ради испитивања и оцене ефикасности пословања банака у Републици Србији у периоду од 2014. године до 2016. године. Резултати истраживања указују да је скоро две трећине банака пословало неефикасно у посматраном периоду, док су као главни узроци неефикасности идентификовани неефикасно управљање као и неповољни тржишни услови.

Marjanović и *Popović* (2020) испитивали су перформансе пословања банака које су пословале у Републици Србији у периоду од 2012. године до 2017. године применом интегрисаног вишекритеријумског модела који комбинује методу *CRITIC* и методу *TOPSIS* и креирали композитни индекс успешности пословања банака.

**ЧЕТВРТО ПОГЛАВЉЕ: КРЕИРАЊЕ
КОМПОЗИТНОГ ИНДЕКСА И
ОДРЕЂИВАЊЕ ДЕТЕРМИНАНТИ
ПОСЛОВНЕ УСПЕШНОСТИ БАНАКА
У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ**

1. Избор индикатора и формирање вишекритеријумског модела

Први кораци приликом креирања композитних индекса према Водичу за креирање композитних индекса (OECD & JRC, 2008) укључују креирање теоријског оквира и селекцију индикатора. Приликом креирања теоријског оквира мора се водити рачуна о природи феномена који је предмет евалуација. Велики број савремених феномена карактерише вишедимензионалност. На пример, концепт одрживости је вишедимензионалне природе будући да интегрише економску, еколошку и друштвену димензију одрживости. Концепт економије знања је вишедимензионалан јер укључује димензије попут економског и институционалног режима, образовања и вештина, информационо-комуникационе инфраструктуре и система иновација. Концепт паметних градова такође представља пример вишедимензионалног феномена јер обухвата димензије попут економске, културолошке, истраживачке, еколошке, димензије приступачности и димензије прилагођености за живот. Евалуација пословне успешности било које пословне јединице такође представља вишедимензионалан феномен. Сама успешност пословања проистиче из синергије различитих апсеката као што су профитабилност, економичност, солвентност, рентабилност или ефикасност пословања. Засебно праћење појединих аспеката пословања даће одговарајуће информације о успешности одређене пословне јединице само у том аспекту, не узимајући у обзир остале. Имајући у виду потребу да се приликом доношења пословних одлука поседују потпуне информације потребно је пратити све аспекте пословања, што је тежак задатак за менаџере, будући да праћење трендова великог броја појединачних индикатора представља комплексан задатак. Међутим, уколико би се композитним индексом обухватиле све димензије пословања и уколико би се квантификација успешности пословања извршила једним индексом, то би значајно олакшало процес доношења одлука.

Ради обезбеђења стабилности и поузданости банкарског сектора, банке морају бити анализирани и оцењени на начин који ће омогућити корекцију и уклањање потенцијалних слабости. Имајући у виду да *CAMELS* рејтинг систем на свеобухватан начин анализира пословање банака, индикатори на основу којих ће бити креиран композитни индекс биће сврстани у оквиру категорија идентификованих *CAMELS* приступом: адекватност капитала, квалитет активе, ефикасност управљања, зарада (профитабилност), ликвидност и осетљивост на тржишни ризик. Међутим, за разлику од *CAMELS* рејтинг система, где оцену банака одређују надзорни органи на скали од један

до пет, при чему се приликом агрегирања категорија користе арбитарно одређени тежински коефицијенти, креирање композитног индекса пословне успешности банака у дисертацији извршено је применом метода вишекритеријумске анализе на основу скупа података преузетих из финансијских извештаја банака које су у континуитету пословале (уз промене власништва) у Републици Србији у периоду од 2005. до 2020. године. Методологија за израду композитних индекса пословне успешности банака базирана је на двостепеној процедури, где се у првом кораку одређују тежински коефицијенти критеријума применом *CRITIC* метода, док се у другом кораку врши агрегирање критеријумских вредности применом *PROMETHEE* метода. Конкретно, предност предложене методологије је у томе што: (а) користи сирове податке основног скупа (финансијских извештаја) при чему се не врши појединачно евалуирање вредности индикатора, (б) одређивање тежинских коефицијената врши се применом *CRITIC* метода, чиме се обезбеђује добијање објективних тежинских коефицијената изведених на основу података основног скупа и (в) агрегирање података врши се применом *PROMETHEE* метода, као некомпензаторног вишекритеријумског метода, чиме се омогућава добијање објективних оцена. Композитни индекс пословне успешности банака у Републици Србији представља меру укупног напретка банака ка остварењу одрживости пословања. Индекс пружа свеобухватни профил успешности пословања заснован на компилацији индикатора изведених из основних скупова података. Композитни индекс пословне успешности банака креиран је за 20 банака, за сваки квартал у периоду од 2005. до 2020. године, односно, креирано је по 64 вредности композитног индекса пословне успешности по банци. На тај начин, могуће је пратити еволуцију пословне успешности конкретне банке. Евалуирано је 15 индикатора сврстаних у шест категорија, у складу са *CAMELS* рејтинг системом. Анализирани индикатори обезбеђују добијање композитне мере на основу које је могуће утврдити квалитет успешности пословања банке, како у поређењу са другим банкама у сектору, тако и током времена. Резултати композитног индекса омогућавају креирање ранг листа на основу које се уочавају банке лидери, али и банке које заостају те се могу пружити практичне смернице банкама које теже да се крећу ка одрживој будућности.

Прва категорија, адекватност капитала, обухвата следеће индикаторе: однос сопственог капитала и укупне имовине, однос дуга према сопственом капиталу, и однос кредита и сопственог капитала.

- Однос сопственог капитала и укупне имовине представља индикатор који се користи за процену финансијског леверица банке и један од индикатора

адекватности капитала. У суштини, индикатор указује на проценат укупне имовине банке који је покривен сопственим капиталом. Што је већи однос сопственог капитала према укупној имовини, банка је мање задужена, док са друге стране, нижа вредност овог коефицијента указује да је банка првенствено користила дуг за стицање имовине, што се сматра индикацијом већег финансијског ризика. Дакле, нижа вредност односа сопственог капитала према укупној имовини потенцијални је извор финансијске крхкости јер може повећати изложеност банке ризику и цикличним падовима и може значити да се банка више ослања на дуг за финансирање својих средстава. Ипак, иако ниска вредност овог коефицијента указује на већу вероватноћу настанка финансијских потешкоћа, то не мора нужно бити случај, будући да неке банке могу мудро користити финансијски леверџ и временом смањити вредности овог коефицијента.

- Однос дуга према сопственом капиталу представља коефицијент леверица који квантифицира однос укупног дуга и финансијских обавеза према укупном капиталу акционара. На основу вредности овог коефицијента може се извести закључак о структури пасиве банке, и да ли банка тежи да се финансира из дуга или из власничког капитала. Релативно висок однос дуга према сопственом капиталу генерално указује на агресивну стратегију раста. Са аспекта акционара, ово значи потенцијално повећани профит али са одговарајућим повећаним ризиком од губитка. Однос дуга према сопственом капиталу значајно варира између индустрија, при чему је релативно висок однос дуга према сопственом капиталу уобичајен у сектору банкарских и финансијских услуга.
- Однос кредита и сопственог капитала представља индикатор ризика који мери део пласмана банака који је финансиран капиталом акционара, а не дугом. Израчунава се тако што се укупна вредност пласмана подели укупним акционарским капиталом. Генерално, висока вредност овог коефицијента указује на то да банка користи велики износ дуга (краткорочног и дугорочног) за финансирање пласмана.

Друга категорија, квалитет активе, обухвата следеће индикаторе: однос кредита и укупне имовине и коефицијент резерви за покриће губитка.

- Однос кредита и укупне имовине исказује укупне кредите као проценат укупне активе. Већа вредност овог коефицијента указује на већи проценат

пласмана у укупној активи и последично на релативно нижу ликвидност. Банке које имају релативно већи однос кредита и укупне имовине остварују већи део својих прихода на основу пласмана, док банке са нижим нивоом односа кредита и укупне имовине остварују релативно већи део својих укупних прихода од диверзификованих, некаматних извора зараде, као што су управљање имовином или трговање (Maverick, 2021). Банке које имају нижу вредност овог коефицијента боље подносе ситуације када су каматне стопе ниске, као и кризне ситуације.

- Коефицијент резерви за покриће губитка представља однос резервисања за губитке по кредитима и укупног износа кредита. У суштини, овај коефицијент указује на процентуалну резерву коју банка има за покривање процењених губитака које би претрпела као резултат ненаплаћених кредита. Коефицијент резерви за покриће губитка у основи показује вероватноћу да дужници не измире своје дугове на време и одражава позицију банке у погледу стопе наплате. Служи за идентификацију и мерење перформанси постојећег кредитног портфолија банке ради поређења са другим банкама на тржишту (*Loan Loss Reserve Ratio*, 2022). Нижа вредност коефицијента резерви за покриће губитака указује на то да је банка сигурнија институција за улагање, из перспективе инвеститора. Са друге стране, ако банка има већи коефицијент резерви за покриће губитака то значи да је изложенија кредитном ризику.

Трећа категорија, ефикасност управљања, обухвата следеће индикаторе: однос расхода и прихода, однос пословних расхода према укупној имовини и однос некаматних расхода према укупној имовини.

- Однос расхода и прихода представља најчешће коришћени индикатор ефикасности управљања. Будући да висока вредност овог коефицијента означава висок удео трошкова, може се закључити да постоји инверзан однос са индикаторима профитабилности. Другим речима, висока вредност односа расхода и прихода указује на нижу продуктивност и ниску ефикасности. Да би се овај коефицијент смањио, банка може или да повећа своје пословне приходе или да смањи своје оперативне трошкове, при чему се у оквиру оперативних трошкова сврставају трошкови запослених и административни трошкови. Банке користе овај однос ради праћења трендова у кретању трошкова у односу на приходе током времена, или ради поређења са другим банкама.

- Однос пословних расхода према укупној имовини представља важан коефицијент ефикасности будући да омогућава не само праћење трендова кретања и поређење, како током времена, тако и са конкурентима, већ представља и показатељ пословног микса банке. Другим речима, виши однос пословних расхода према укупној имовини указује на већи удео кредита становништву, него ли кредита предузећима (Athanasoglou et al., 2008). Ефикасност управљања оперативним расходима представља и одредницу профитабилности банке будући да висина оперативних расхода зависи од квалитета управљања банком, а у коначном утиче на висину пословног резултата.
- Однос некаमतних расхода према укупној имовини представља још један од значајних коефицијента ефикасности. Имајући у виду да на вредност овог коефицијента не утичу промене каматне стопе он даје бољу слику о ефикасности банке, у смислу начина на који она управља својим пословањем. Некаматни трошкови представљају фиксне оперативне трошкове банке, при чему се највећи део некаматних трошкова састоји од трошкова особља, те се њима мора пажљиво управљати како би се обезбедило остварење профита. У супротном, превелики некаматни трошкови могу директно утицати на крајњи резултат и редуковати профитабилност банке. Овај рацио познат је и под називом коефицијент општих трошкова.

Четврта категорија, профитабилност, обухвата следеће индикаторе: стопу приноса на просечна укупна средства, стопу приноса на просечна сопствена средства и нето каматну маржу.

- Стопа приноса на просечна укупна средства представља важан коефицијент профитабилности будући да указује на добит по јединици имовине. Имајући у виду да се банкарска имовина углавном састоји од новца и банкарских кредита, принос по јединици је важан показатељ управљања банком. Стопа приноса на просечна укупна средства представља однос нето добити банке и просечне вредности укупне активе. Будући да банке имају значај левериц, вредност стопе приноса на просечна укупна средства углавном је релативно ниска.
- Стопа приноса на просечна сопствена средства представља показатељ профитабилности који се израчунава као однос нето добити и просечне

вредности сопственог капитала. Просечна сопствена средства се користе приликом конструкције овог коефицијента будући да могу дати тачнији приказ профитабилности банке, нарочито у ситуацији када се вредност сопственог капитала значајно променила током извештајног периода. Наравно, у ситуацији када се вредност сопственог капитала није мењала или је промена била занемарљива, стопа приноса на просечна сопствена средства једнака је стопи приноса на сопствена средства. Висока вредност стопе приноса на сопствена средства указује на већу зарађивачку моћ банке.

- Нето каматна маржа представља такође један од показатеља профитабилности и зарађивачке способности банке у дужем року. Позитивна нето каматна маржа сугерише да банка послује профитабилно, док негативна вредност нето каматне марже имплицира неефикасност и непрофитабилност. Више фактора може утицати на нето каматну маржу банке при чему се као основни фактори наводе понуда и потражња. Другим речима, већа потражња за штедним рачунима у поређењу са кредитима утиче на смањење нето каматне марже будући да је у том случају износ каматних расхода банке већи од износа каматних прихода (Bloomenthal, 2021). Супротно томе, ако постоји већа потражња за кредитима у односу на штедне рачуне, односно, ако више клијената позајмљује него штеди, нето каматна маржа банке се повећава, будући да су у том случају каматни приходи већи од каматних расхода. Поред тога, на висину нето каматне марже утиче и монетарна политика будући да у ситуацији када су каматне стопе ниске постоји већа вероватноћа да ће се повећати износ кредита, а смањити износ депозита што временом доводи до виших нето каматних маржи банки. Насупрот томе, уколико каматне стопе расту, долази до поскупљења кредита, чиме штедња постаје привлачнија опција, што последично смањује нето каматну маржу банке (Bloomenthal, 2021).

Пета категорија, ликвидност, обухвата следеће индикаторе: однос ликвидне и укупне активе, однос кредита и депозита и однос ликвидне активе и депозита.

- Однос ликвидне и укупне активе представља једну од најчешћих мера ликвидности и пружа информације о општем капацитету банке да апсорбује шок ликвидности. Већа вредност овог односа указује на већи капацитет апсорбовања шока ликвидности. Са друге стране, изражено висока вредност односа ликвидне и укупне активе није пожељна за банку и може

сигнализирати неефикасност управљања. Будући да ликвидна средства доносе мањи приход, превелика заступљеност ликвидне активе узрокује на високе опортунитетне трошкове за банку, те је неопходно оптимизовати однос између ликвидности и профитабилности (Vodova, 2013).

- Однос кредита и депозита представља индикатор ликвидности који успоставља везу између ликвидне имовине и обавеза. Висока вредност односа кредита и депозита може указати на недовољну ликвидност и немогућност покривања непредвиђених потреба за новчаним средствима. Насупрот томе, ниска вредност односа кредита и депозита може указати на смањену зарађивачку способност банке.
- Однос ликвидне активе и депозита представља ригорознију меру ликвидности банке и оцењује способност банке да измири своје обавезе у погледу финансирања. Висока вредност односа ликвидне активе и депозита указује на адекватну ликвидност банке. Са друге стране, ниска вредност односа ликвидне активе и депозита указује на повећану осетљивост банке у вези са подизањем депозита.

Шеста категорија, осетљивост на тржишни ризик, обухвата индикатор који квантифицира однос некаматних прихода и оперативног резултата. Некаматни приходи представљају приход банке проистекао преваходно из накнада и провизија попут накнаде за депозите и трансакције, месечне накнаде за услуге рачуна, накнаде за неактивност, накнаде за прекорачење лимита по кредитним картицама и слично. Однос некаматног прихода и оперативног резултата представља индикатор диверсификованости пословања банке, и што је већа вредност овог индикатора то је банка мање осетљива на тржишни ризик. Другим речима, удео некаматног прихода може указати на способност банке да заштити или чак повећала профитне марже, имајући у виду да од диверсификованости активности банке зависи њена могућност да преброди неповољне економске услове.

Хијерархијска структура модела који представља основу за креирање композитног индекса приказана је на Слици 14.



Слика 14. Хијерархијска структура вишекритеријумског модела

Извор: Приказ аутора

2. Одређивање тежинских коефицијената индикатора

Приликом конструкције композитних индекса одређивање тежинских коефицијената представља један од кључних корака. Међутим, да би се обезбедио довољан квалитет индикатора који чине композитни индекс неопходно је сирове податке анализирати и утврдити њихову подобност.

У претходном кораку извршена је селекција индикатора на основу прегледа релевантне литературе и дефинисаног теоријског оквира и циљева истраживања. Креирање композитних индекса извршено је за сваки квартал у периоду од 2005. године до 2020. године, при чему су вредности 15 критеријума који чине вишекритеријумски модел израчунате на основу јавно доступних података из биланса стања и биланса успеха 20 банака (Народна банка Србије, 2022а) које су континуирано пословале (уз промене власништва) у Републици Србији током анализираног периода. Имајући у виду да извор података представљају билансни подаци било је могуће израчунати вредности свих критеријума током посматраног периода, стога није било потребе за обрадом недостајућих података, те је стога у наредном кораку извршено тестирања постојања екстремних вредности у скупу података (Табела 13).

Табела 13. Дескриптивна статистика индикатора

	Мин.	Макс.	Средња вредност	Стандардна девијација	Асиметричност	Спљоштеност
Однос сопственог капитала и имовине	0,03	0,50	0,21	0,08	0,98	0,86
Однос дуга према сопственом капиталу	0,03	11,62	4,43	2,08	0,70	0,54
Однос кредита и сопственог капитала	0,36	8,72	3,54	1,57	0,66	0,10
Однос кредита и укупне имовине	0,23	0,91	0,65	0,15	-0,59	-0,34
Коефицијент резерви за покриће губитка	0,00	0,11	0,01	0,01	3,50	17,35
Однос пословних расхода према укупној имовини	0,00	0,14	0,02	0,01	2,02	10,85
Однос расхода и прихода	0,01	2,48	0,64	0,36	1,24	2,92
Однос некаमतних расхода према укупној имовини	0,00	0,19	0,03	0,02	1,81	4,31
Стопа приноса на просечна укупна средства	-0,14	0,14	0,01	0,02	-0,62	8,84
Стопа приноса на просечна сопствена средства	-1,15	0,85	0,01	0,13	-2,28	16,18
Нето каматна маржа	0,00	0,09	0,03	0,02	1,11	0,99
Однос ликвидне и укупне активе	0,01	0,35	0,12	0,06	0,64	0,25
Однос кредита и депозита	0,25	3,21	1,03	0,42	1,28	2,32
Однос ликвидне активе и депозита	0,01	0,62	0,17	0,09	,98	1,53
Однос некаमतних прихода и оперативног резултата	0,03	1,06	0,35	0,18	1,55	2,73
Број индикатора	1280					

Извор: Прорачун аутора

Будући да поједини индикатори бележе вредности асиметричности (*skewness*) и спљоштености (*kurtosis*) веће од 2 и 3,5 респективно, то указује на постојање екстремних вредности (OECD & JRC, 2008). Стога је неопходно извршити третман екстремних

вредности. Како је број екстремних вредности по индикатору мањи од 5, техника која је примењена за третман екстремних вредности јесте винзоризација (*winsorization*) чија је суштина у модификовању екстремних вредности на начин да се више приближе вредностима других јединица посматрања. Прецизније, екстремне вредности су модификоване тако што су изједначене максималној, односно минималној вредности конкретног индикатора која не представља екстремну вредност.

Ради анализирања структуре скупа података и испитивања његове конзистентности извршена је анализа поузданости за сваки квартал. Вредности Кронбах алфа (*Cronbach alpha*) коефицијента у анализираном периоду крећу се од 0,68 до 0,74 што је задовољавајућа вредност, односно, може се закључити да постоји довољна конзистентност критеријумских вредности.

За одређивање тежинских коефицијената критеријумских вредности примењен је *CRITIC* метод. Алгоритам *CRITIC* метода подразумева нормализацију података применом релације за линеарну нормализацију типа макс-мин. Разлог одабира *CRITIC* метода јесте чињеница да даје резултате релативно сличне резултатима осталих статистичких метода којима се могу одредити тежински коефицијенти али да је рачунски мање захтеван, што је предност, нарочито у ситуацији када је потребно анализирати велики скуп података. Поред тога, има могућност обраде и негативних података, што није случај када је у питању метод ентропије (Krishnan et al., 2021). Добијени тежински коефицијенти приказани су у Табели 14.

Табела 14. Вредности тежинских коефицијената по индикаторима и категоријама

Индикатор	Тежински коефицијенти индикатора	Тежински коефицијенти категорија	Категорије
Однос сопственог капитала и имовине	0,0686	0,1394	С
Однос дуга према сопственом капиталу	0,0708		
Однос кредита и сопственог капитала	0,0748	0,2283	А
Однос кредита и укупне имовине	0,1043		
Коефицијент резерви за покриће губитка	0,0492		
Однос пословних расхода према укупној имовини	0,0396	0,1649	М
Однос расхода и прихода	0,0650		
Однос некаматних расхода према укупној имовини	0,0603		
Стопа приноса на просечна укупна средства	0,0375	0,1571	Е
Стопа приноса на просечна сопствена средства	0,0276		
Нето каматна маржа	0,0919		
Однос ликвидне и укупне активе	0,0813	0,2161	L
Однос кредита и депозита	0,0691		
Однос ликвидне активе и депозита	0,0656		
Однос некаматних прихода и оперативног резултата	0,0942	0,0942	С
Укупно	1,0000	1,0000	

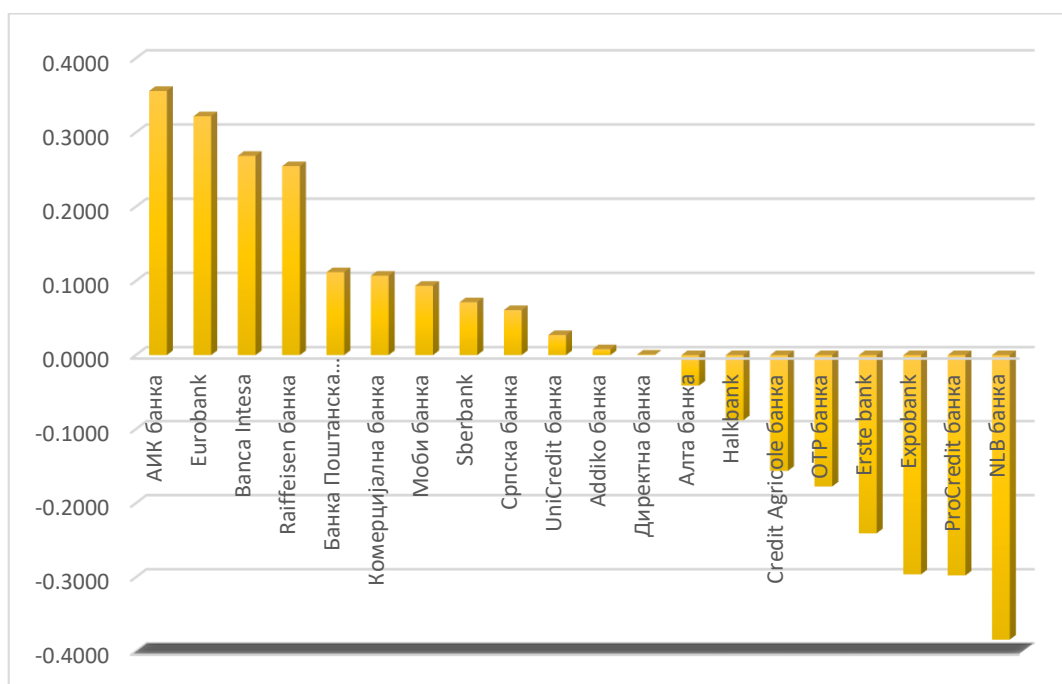
Извор: Прорачун аутора

На основу вредности добијених тежинских коефицијената може се уочити да је у анализираном периоду на остварени ниво пословне успешности највећи утицај има *Однос кредита и укупне имовине*, као индикатор у оквиру категорије *Квалитет имовине*. Други по значају јесте индикатор *Однос некаматних прихода и оперативног резултата* који квантификује осетљивост банке на тржишни ризик. Као најмање значајни индикатори могу се идентификовати *Стопа приноса на просечна укупна средства* и *Стопа приноса на просечна сопствена средства* у оквиру категорије *Профитабилност*. На основу добијених вредности тежинских коефицијената може се закључити да је на

остварену пословну успешност банака у Републици Србији значајан утицај има адекватно пласирање средства, као и диверсификовање пословања, при чему је приликом доношења инвестиционих одлука неопходно водити рачуна о одржавању адекватног степена ликвидности.

3. Агрегација индикатора применом PROMETHEE метода

Креирање композитних индекса пословне успешности банака у Републици Србији извршено је за кварталне периоде од 2005. године до 2020. године, обухватајући укупно 16 година, односно 64 квартала. Графички приказ кретања остварене пословне успешности банака током анализираниог периода дат је у Прилогу 1, док је на Слици 15 приказан ниво остварене пословне успешности банака у четвртом кварталу 2020. године.

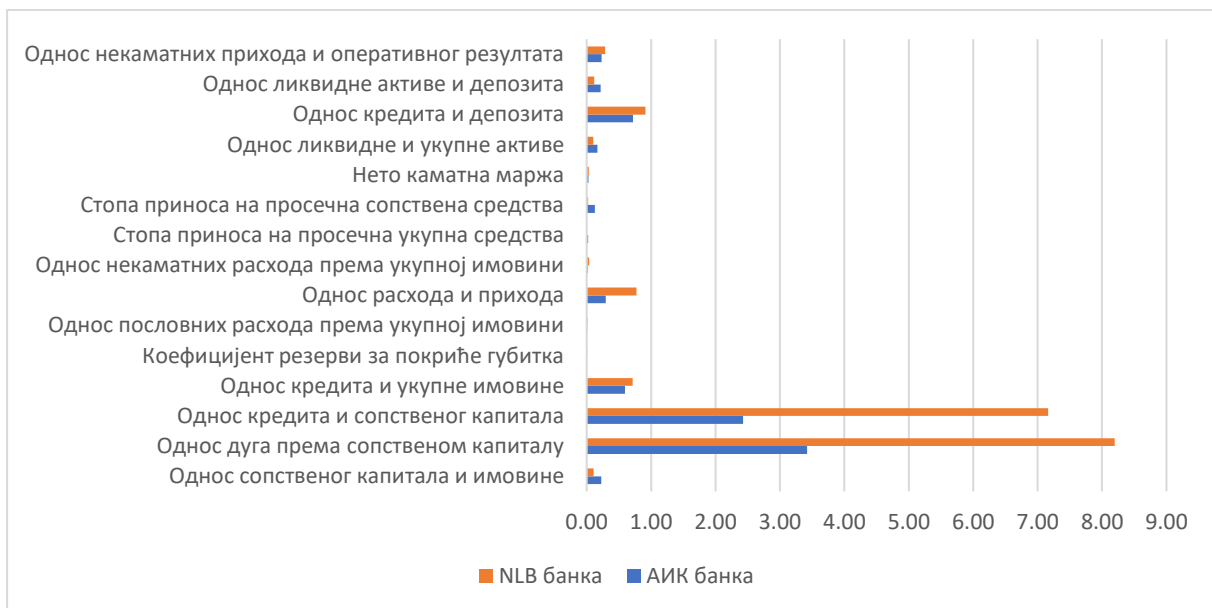


Слика 15. Вредности композитних индекса пословне успешности банака у Републици Србији у четвртом кварталу 2020. године

Добијене вредности композитних индекса за четврти квартал 2020. године указују да 12 банака остварује релативно стабилне нивое пословне успешности (вредност композитног индекса пословне успешности је позитивна), при чему се као банка са највишим нивоом пословне успешности истиче *Агроиндустријско комерцијална банка* (АИК банка), што је само наставак повољних тенденција кретања оствареног нивоа пословне успешности последњих година (Прилог 1). Са друге стране, осам банака послује са незадовољавајућим нивоом пословне успешности (вредност композитног

индекса пословне успешности је негативна), при чему се као банка са најнижим нивоом пословне успешности истиче *NLB* банка, што указује на потешкоће у пословању ове банке, нарочито изражене последњих година.

Уколико се посматра однос појединачних вредности индикатора *АИК* банке и *NLB* банке (Слика 16) може се уочити да *АИК* банка остварује повољније вредности готово свих индикатора, што иде у прилог валидности методологије примењене за конструкцију композитних индекса, док је даља оцена примењене методологије извршена је на основу анализе осетљивости.



Слика 16. Вредности индикатора које чине композитни индекс за четврти квартал 2020. године (*АИК* банка и *NLB* банка)

Анализирањем композитних индекса пословне успешности банака у целокупном периоду, од 2005. до 2020. године, може се уочити значајна варијабилност оствареног нивоа пословне успешности код већине банака (Прилог 1). Осам банака је у 2020. години забележило виши ниво пословне успешности у односу на вредност композитног индекса на почетку 2005. године, док је код 12 банака ниво остварене пословне успешности нижи. Највеће погоршање послове успешности забележиле су *Alma* банка и *Credit Agricole* банка које у готово целокупном посматраном периоду имају неодрживо ниски ниво пословне успешности (негативну вредност композитног индекса). Поред тога, у последњих пет година погоршање пословних перформансе забележиле су и *Erste* банка (негативна вредност композитног индекса од првог квартала 2013. године), *Exprobank* (негативна вредност композитног индекса од првог квартала 2018. године), *Halkbank* (негативна вредност композитног индекса од трећег квартала 2019. године), *NLB* банка

(негативна вредност композитног индекса од трећег квартала 2016. године) и *ProCredit* банка (негативна вредност композитног индекса од другог квартала 2014. године).

3.1. Анализа осетљивости

Имајући у виду да промена тежинских коефицијената може утицати на добијене вредности композитних индекса, и у коначном на поредак банака, извршена је анализа стабилности добијеног решења, односно одређени су интервали у којима се могу мењати тежински коефицијенти индикатора, а да то не доведе до промене поретка банака (Табела 15).

Табела 15. Интервали стабилности

Индикатори	Тежински коефицијенти	
	Доња граница	Горња граница
Однос сопственог капитала и имовине	0,0675	0,0745
Однос дуга према сопственом капиталу	0,0697	0,0767
Однос кредита и сопственог капитала	0,0738	0,0799
Однос кредита и укупне имовине	0,1035	0,1220
Коефицијент резерви за покриће губитка	0,0460	0,0500
Однос пословних расхода према укупној имовини	0,0322	0,0423
Однос расхода и прихода	0,0577	0,0661
Однос некаमतних расхода према укупној имовини	0,0501	0,0612
Стопа приноса на просечна укупна средства	0,0291	0,0402
Стопа приноса на просечна сопствена средства	0,0227	0,0289
Нето каматна маржа	0,0868	0,1055
Однос ликвидне и укупне активе	0,0744	0,0994
Однос кредита и депозита	0,0597	0,0705
Однос ликвидне активе и депозита	0,0614	0,0810
Однос некаमतних прихода и оперативног резултата	0,0805	0,0953

Извор: Прорачун аутора

На основу утврђених интервала стабилности може се приметити да су добијене вредности композитних индекса најосетљивије на промене тежинских коефицијента индикатора *Коефицијент резерви за покриће губитка* (ширина интервала 0,004), *Однос кредита и сопственог капитала* (ширина интервала 0,0061) и *Стопа приноса на просечна сопствена средства* (ширина интервала 0,0062), будући да су код тих индикатора најужи интервали стабилности, док је најмања осетљивост добијених резултата на промене у тежинским коефицијентима индикатора *Однос ликвидне активе*

и депозита (ширина интервала 0,0196), *Нето каматна маржа* (ширина интервала 0,0187) и *Однос кредита и укупне имовине* (ширина интервала 0,0185).

Поред анализе утицаја промене тежинских коефицијената на стабилност одређених тежинских коефицијената могуће је анализирати и утицај промене индикатора на стабилност композитног индекса. Конкретно, анализа осетљивости се у том смислу врши тако што се искључује одређени индикатор из композитног индекса и анализирају се промене у поретку алтернатива. Уколико искључивање одређеног индикатора из композитног индекса доводи до инверзије ранга може се закључити да је креирани композитни индекс осетљив на конкретни индикатор. Постојање инверзије ранга тестирано је применом Кендаловог коефицијента корелације ранга (Табела 16). Статистички значајна вредност Кендаловог коефицијента корелације ранга већа од 0,9 указује да не постоји инверзија ранга између метода, статистички значајна вредност Кендаловог коефицијента корелације ранга између 0,7 и 0,9 указује на умерену инверзију ранга, статистички значајна вредност Кендаловог коефицијента корелације ранга између 0,3 и 0,7 указује на значајну инверзију ранга, док вредности ниже од 0,3 указују на потпуну инверзију ранга.

Табела 16. Кендалов коефицијент корелације ранга

Однос сопственог капитала и имовине	Коефицијент корелације	0,947**
	Значајност	0,000
	Број опсервација	20
Однос дуга према сопственом капиталу	Коефицијент корелације	0,947**
	Значајност	0,000
	Број опсервација	20
Однос кредита и сопственог капитала	Коефицијент корелације	0,884**
	Значајност	0,000
	Број опсервација	20
Однос кредита и укупне имовине	Коефицијент корелације	0,811**
	Значајност	0,000
	Број опсервација	20
Коефицијент резерви за покриће губитка	Коефицијент корелације	0,916**
	Значајност	0,000
	Број опсервација	20

Табела 16 - наставак. Кендалов коефицијент корелације ранга

Однос пословних расхода према укупној имовини	Коефицијент корелације	0,947**
	Значајност	0,000
	Број опсервација	20
Однос расхода и прихода	Коефицијент корелације	0,874**
	Значајност	0,000
	Број опсервација	20
Однос некаमतних расхода према укупној имовини	Коефицијент корелације	0,895**
	Значајност	0,000
	Број опсервација	20
Стопа приноса на просечна укупна средства	Коефицијент корелације	0,937**
	Значајност	0,000
	Број опсервација	20
Стопа приноса на просечна сопствена средства	Коефицијент корелације	0,947**
	Значајност	0,000
	Број опсервација	20
Нето каматна маржа	Коефицијент корелације	0,789**
	Значајност	0,000
	Број опсервација	20
Однос ликвидне и укупне активе	Коефицијент корелације	0,863**
	Значајност	0,000
	Број опсервација	20
Однос кредита и депозита	Коефицијент корелације	0,926**
	Значајност	0,000
	Број опсервација	20
Однос ликвидне активе и депозита	Коефицијент корелације	0,916**
	Значајност	0,000
	Број опсервација	20
Однос некаमतних прихода и оперативног резултата	Коефицијент корелације	0,737**
	Значајност	0,000
	Број опсервација	20

Извор: Прорачун аутора

Може се закључити да је композитни индекс пословне успешности банака релативно стабилан, при чему се највећа осетљивост јавља на искључивање индикатора *Однос некапиталних прихода и оперативног резултата*. Будући да је индикатор *Однос некапиталних прихода и оперативног резултата* једини индикатор у оквиру категорије *Осетљивост на тржишни ризик* може се закључити да је ова категорија од суштинског значаја за креирани композитни индекс, односно адекватна и свеобухватна оцена пословне успешности банака у Републици Србији биће добијена само уз укључивање и ове категорије у креирани индекс. Поред тога, у оквиру, сваке од категорија (*Адекватност капитала, Квалитет имовине, Ефикасност управљања, Зараде и Ликвидност*) постоји барем један индикатор чије би искључивање довело до умерене инверзије ранга, чиме се потврђује значај свих изабраних категорија за креирани композитни индекс пословне успешности банака у Републици Србији.

3.2. Компаративна анализа метода агрегације

На вредност добијених тежинских коефицијената може значајно утицати одабрани метод агрегација. Ради тестирања прве хипотезе (X1) извршено је креирање композитних индекса применом метода линеарне агрегације, како би се испитало постојање статистички значајних разлика између композитних индекса добијених применом некомпензаторних метода и композитних индекса добијених линеарном комбинацијом.

Креирање композитних индекса применом метода линеарне агрегације извршено је тако што је најпре извршено нормализовање вредности индикатора применом релације за линеарну нормализацију, а затим су нормализоване вредности индикатора отежане одговарајућим тежинским коефицијентима. Агрегирање добијених отежаних вредности индикатора извршено је њиховим сабирањем, односно, извршено је линеарно агрегирање. Креирано је 1280 индикатора за 20 банка током 64 квартала. Добијене вредности композитних индекса одређених применом метода линеарне агрегације приказане су у Прилогу 2.

Тестирање значајности разлика између композитних индекса одређених применом линеарне агрегације и композитних индекса одређених применом *PROMETHEE* метода извршено је применом Студентовог т-теста за независне узорке. На основу вредности Левеновог теста за једнакост варијанси (Табела 17) може се закључити

да постоје разлике у варијабилности између композитних индекса одређених применом линеарне агрегације и композитних индекса одређених применом *PROMETHEE* метода.

Табела 17. Левенов тест за једнакост варијанси

	F	Значајност
Претпостављене су једнаке варијансе	1460,520	0,000
Нису претпостављене једнаке варијансе		

Извор: Прорачун аутора

Вредност т-теста указује и на постојање статистички значајних разлика у средњим вредностима добијених композитних индекса (Табела 18).

Табела 18. Тестирање једнакости средњих вредности

<i>t</i>	<i>df</i>	Значајност	Средња разлика	Стандардна грешка разлике	95% интервал поверења	
					Доња граница	Горња граница
77,829	1461,63	0,000	0,488	0,006	0,476	0,500

Извор: Прорачун аутора

На основу резултата Студентовог т-теста може се закључити да је прва хипотеза истраживања потврђена, односно, *постоје статистички значајне разлике између композитних индекса добијених применом некомпензаторних метода и композитних индекса добијених линеарном комбинацијом.*

3.3. Компаративна анализа метода одређивања тежинских коефицијената

Имајући у виду да на вредност композитних индекса значајно утиче одабрана шема пондерисања, ради тестирања друге истраживачке хипотезе (X2) о постојању инверзије ранга између композитних индекса добијених применом тежинских коефицијента одређених објективном методом за одређивање тежинских коефицијената критеријума и композитних индекса добијених применом приступа једнаког тежинског одређења, извршено је креирање композитних индекса добијених применом метода једнаких тежинских коефицијената. Добијене вредности композитних индекса код којих је одређивање тежинских коефицијента извршено методом једнаких тежинских коефицијената дате су у Прилогу 2. Креирање композитних индекса код којих је за одређивање тежинских коефицијената примењен метод једнаких тежинских коефицијената извршено је тако што је изабрана једнакост тежинских коефицијента

индикатора³. Како је укупан број индикатора који чине композитни индекс 15, то је тежински коефицијент сваког од индикатора 0,0667. Да би се адекватно упоредио утицај шеме пондерисања, агрегирање индикатора извршено је применом *PROMETHEE* метода. Постојање инверзије ранга тестирано је применом Спирмановог коефицијента корелације ранга (Табела 19). Статистички значајна вредност Спирмановог коефицијента корелације ранга већа од 0,9 указује да не постоји инверзија ранга између метода, статистички значајна вредност Спирмановог коефицијента корелације ранга између 0,7 и 0,9 указује на умерену инверзију ранга, статистички значајна вредност Спирмановог коефицијента корелације ранга између 0,3 и 0,7 указује на значајну инверзију ранга, док вредности ниже од 0,3 указују на потпуну инверзију ранга.

Табела 19. Вредност Спирмановог коефицијента корелације ранга

		Једнаки тежински коэф.	<i>CRITIC</i> метод
Једнаки тежински коэф.	Спирманов коеф. корелације	1	0,828**
	Значајност		0,000
	Број опсервација	1280	1280
<i>CRITIC</i> метод	Спирманов коеф. корелације	0,828**	1
	Значајност	0,000	
	Број опсервација	1280	1280

Извор: Прорачун аутора

Добијена вредност Спирмановог коефицијената корелације ранга указује да постоји умерена инверзија ранга, чиме је потврђена друга истраживачка хипотеза, односно, *постоји инверзија ранга између поретка композитних индекса добијених применом објективних метода за одређивање тежинских коефицијената критеријума и поретка композитних индекса добијених применом приступа једнаког тежинског одређења.*

³ Метод једнаких тежинских коефицијената може се применити двојако. Може се одабрати једнакост тежинских коефицијената индикатора у свим категоријама композитног индекса, или се може одабрати једнакост тежинских коефицијената категорија које чине композитни индекс, што води неједнакости тежинских коефицијената индикатора између категорија.

4. Емпиријско истраживање детерминанти пословне успешности банака

У литератури се може пронаћи велики број радова који испитује детерминанте које утичу на пословање банака, при чему се у највећем броју радова испитују детерминанте које утичу на профитабилност банке. Профитабилност банке се у том смислу најчешће мери стопом приноса на сопствена средства и стопом приноса на укупна средства или ређе нето каматном маржом и обично се изражава као функција интерних и екстерних детерминанти. Као интерне детерминанте идентификују се фактори на које углавном утичу одлуке управљачке структуре као и циљеви политике банке и веома често су у питању индикатори везани за ниво ликвидности, политику резервисања, адекватност капитала, управљање трошковима и величину банке (Athanasoglou et al., 2008). Као екстерне детерминанте у већини радова наводе се одређене индустријске и макроекономске варијабле које одражавају окружење у којем банка послује. Међутим, до сада није извршено оцењивање детерминанти укупне пословне успешности банака квантификоване композитним индексом.

4.1. Идентификовање кључних детерминанти пословне успешности банака

Иако постоји велики број предложених економетријских модела за испитивање детерминанти пословања банака, допринос овог истраживања јесте у испитивању детерминанти укупне пословне успешности банака мерене композитним индексом пословне успешности. Предност предложеног приступа јесте у томе што омогућава испитивање свеобухватног утицаја вишеструких детерминанти на различите аспекте пословања банака. Детерминанте пословне успешности банака класификоване су на интерне и екстерне детерминанте.

4.1.1. Интерне детерминанте пословне успешности банака

Као интерне детерминанте пословне успешности чији ће утицај бити испитан идентификоване су: величина банке, тип власништва, тржишно учешће и стабилност банке.

Величина банке представља показатељ потенцијалне економије обима и коефицијент ове детерминанте указује на разлике у пословној успешности проистекле на

основу величине банке. Традиционално је величина банке сматрана фактором који повећава пословну успешност банака, међутим, истраживања су указала да ефекат растуће величине банке на успешност пословања може бити позитиван до одређене границе, те да након те границе ефекат величине може бити негативан (Eichengreen & Gibson, 2001). Дакле, утицај величине банке специфичан је за банкарски сектор, те не постоји унапред дефинисано очекивање о смеру утицаја. Величина банка изражена је природним логаритмом укупне активе банке.

Тип власништва банке представља још једну од детерминанти пословне успешности банака која је релативно скоро постала предмет истраживања. Основни разлог разматрања типа власништва у савременим емпиријским истраживањима јесте чињеница да су уочене разлике у пословној успешности условљене типом власништва. Поједина истраживања указују на одређене предности које поседују стране банке у односу на домаће, које се огледају у већој стручности у управљању ризицима и корпоративном управљању чиме се повећава успешност пословања банака (Bonin et al., 2005). Поред тога, долазак страних банака повољно утиче и на домаће банке будући да долази до повећања конкуренције, што мотивише домаће банке да смање трошкове и побољшају ефикасност (Athanasoglou et al., 2008). Међутим, одређена истраживања сугеришу да је приликом разматрања утицаја типа власништва потребно размотрити економску ситуацију земље. Другим речима, постоји разлика између развијених земаља и земаља у развоју (Кошак & Џок, 2008), нарочито када је реч о оствареној профитабилности банака. У развијеним земљама банке у већинском страном власништву су мање профитабилне од банака у већинском домаћем власништву, док постоје докази да су у земљама у развоју банке у већинском страном власништву успешније (Cunak et al., 2012). Када је реч о домаћим банкама у већинском приватном и домаћим банкама у већинском државном власништву постоје докази да су банке у већинском приватном власништву успешније од банака у већинском државном власништву (Dietrich & Wanzenried, 2014). Тип власништва представљен је категоричком варијаблом, при чему је креирана засебна вештачка (*dummy*) варијабла за банке у већинском страном власништву и домаће банке у већинском државном власништву, док су банке у већинском власништву домаћих правних лица означене као референтна категорија.

Тржишно учешће банака израчунава се као однос величине појединачне банке и величине укупне активе банкарског сектора. Према хипотези релативне тржишне моћи само ентитети са великим тржишним учешћем и добро диференцираним производима су у стању да искористе тржишну моћ приликом одређивању цена ових производа и зараде

екстра профите (Berger, 1995). Тржишна моћ и моћ монопсоније помажу већим банкама да остваре већу стопу приноса на уложена средства и омогућава им да плаћају ниже каматне стопе на депозите, што у коначном повећава профитабилност банака (Forster & Shaffer, 2005). Дакле, може се очекивати да веће тржишно учешће повољно утиче на остварени ниво пословне успешности банке. Међутим, иако борба за удео на тржишту представља игру са нултом сумом, она је важна за регулаторе јер утиче на понашање банака. Конкретно, уколико одређена банка услед поштовања стандарда везаних за стопу адекватности капитала није у могућности да на основу сопственог капитала повећа тржишно учешће, она се може одредити да користи позајмљена средства, чиме се повећава леверица и угрожава стабилност банке, што може забринути регулаторе.

Стабилност банке квантификована је индикатором *z-score* који представља изложеност банке ризику банкрутства. Математички, *z-score* се израчунава као однос збира стопе приноса на укупна средства и односа сопственој капитала према укупним средствима према стандардној девијацији стопе приноса на укупна средства, односно:

$$z - score = \frac{\text{Стопа приноса на укупна средства} + \text{Однос сопственог капитала према укупним средствима}}{\text{Стандардна девијација стопе приноса на укупна средства}} \quad (4.1)$$

Веће вредности *z-score* индикатора указују на ниску вероватноћу неликвидности и већу стабилност банке. Основни принцип *z-score* индикатора јесте да повеже ниво капитала банке и варијабилност приноса, пружајући информације о количини варијабилности приноса који може да апсорбује сопствени капитал банке, а да банка не постане несолвентна (Li & Malone, 2016). Популарност *z-score* индикатора проистиче из његове релативне једноставности и способности да се израчуна користећи искључиво рачуноводствене информације. Будући да постоје докази да стабилније банке бележе већу пословну успешност, очекивани утицај овог индикатора је позитиван.

4.1.2. Екстерне детерминанте пословне успешности банака

Као екстерне детерминанте пословне успешности чији ће утицај бити испитан идентификоване су: криза, тржишна структура и инфлација.

Криза представља категоричку варијаблу при чему су креиране две вештачке (*dummy*) варијабле: једна која ће контролисати утицај глобалне финансијске кризе и друга која ће контролисати утицај пандемије коронавируса. Вештачка варијабла која се односи на глобалну финансијску кризу има вредност 1 за период од четвртог квартала

2007. године до четвртог квартала 2009. године, док је нула за преостале квартале. Вештачка варијабла која се односи на пандемију коронавируса има вредност 1 за све квартале у 2020. години, док је за остале квартале нула. Утицај кризних ситуација на пословну успешност већине ентитета је негативан, те је стога очекивани утицај ових варијабли на пословну успешност банака негативан.

Контролисање утицаја тржишне структуре важно је из више разлога. Најпре, структура банкарског тржишта утиче не само на конкурентност банкарског система, већ и на приступ компанија финансирању, а самим тим и на њихова улагања. Поред тога, тржишна структура представља показатељ адекватности регулаторне политике. Коефицијент концентрације представља једну од мера тржишне структуре. Бројна истраживања у банкарској литератури идентификују постојање позитивне везе између пословне успешности банака и одређене мере тржишне структуре (Staikouras & Wood, 2011). Постоје две конкурентске хипотезе које дефинишу однос структуре тржишта и перформанси банака: традиционална хипотеза структура-понашање-учинак и хипотеза ефикасне структуре. Традиционална хипотеза структура-понашање-учинак сугерише да су банке у стању да извуку монополистичке ренте на концентрисаним тржиштима својом способношћу да понуде ниже каматне стопе на депозите и наплате више каматне стопе на кредите (Staikouras & Wood, 2011). Хипотеза ефикасне структуре пак заступа становиште да концентрација тржишта није случајан догађај, већ последица супериорне ефикасности ентитета у одређеној индустрији (Athanasoglou et al., 2008). Према овој хипотези, ефикасни ентитети повећавају величину и тржишно учешће због своје способности да генеришу већи профит, што обично доводи до веће концентрације тржишта.

Концентрација се мери било коефицијентом концентрације три ентитета или *Herfindahl-Hirschman*-овим индексом. Ради контролисање утицаја тржишне структуре у овом истраживању биће анализиран коефицијент концентрације три ентитета. Коефицијент концентрације три ентитета израчунава се као збир тржишних учешћа три ентитета која имају највеће тржишно учешће, при чему се тржишно учешће одређује узимајући у обзир књиговодствену вредност имовине. Будући да постоје докази како о позитивном, тако и о негативном утицају концентрације на пословну успешност банака (Fu et al., 2014), очекивани утицај ове варијабле се не може оценити унапред.

Инфлација представља широко коришћени индикатор макроекономског окружења. Утицај стопе инфлације на пословну успешност банака зависи превасходно од могућности привреде да антиципира будућу инфлацију. Стопа инфлације коју је

могуће антиципирати подразумева да банке могу на одговарајући начин да прилагоде каматне стопе како би повећале своје приходе брже од трошкова и тако оствариле задржале или повећале профит. Са друге стране, непредвиђена инфлација би могла довести до неправилног прилагођавања каматних стопа, а самим тим и до могућности да трошкови расту брже од прихода (Athanasoglou et al., 2008). Варијабла којом се контролише утицај инфлације јесте индекс потрошачких цена.

4.2. Економетријски модел за утврђивање детерминанти пословне успешности банака

Испитивање утицаја интерних и екстерних детерминанти врши се на основу економетријског модела:

$$CI_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^J \beta_j X_{it}^j + \sum_{l=1}^L \beta_l X_t^l + \varepsilon_{it} \quad (4.2)$$

$$\varepsilon_{it} = v_i + u_{it} \quad (4.3)$$

где је CI_{it} композитни индекс пословне успешности банке i у тренутку t , $i = 1, 2, \dots, 20$, $t = 1, 2, \dots, 64$, β_0 је константа, X_{it}^j су интерне детерминанте пословне успешности, X_t^l су екстерне детерминанте пословне успешности, ε_{it} је случајна грешка која се састоји од индивидуалног ефекта (v_i) и идиосинкратичне грешке (u_{it}). Очекивани утицај сваког од индикатора дат је у Табели 20.

Табела 20. Нотација и очекивани ефекат експланаторних варијабли пословне успешности банака

	Индикатор	Ознака	Очекивани утицај
Зависна варијабла	Композитни индекс пословне успешности	<i>CI</i>	
Интерне детерминанте	Величина банке	<i>Akt</i>	+/-
	Банке у страном власништву	<i>Ino</i>	+/-
	Банке у државном власништву	<i>Gov</i>	+/-
	Стабилност банке	<i>Zscore</i>	+
	Тржишно учешће	<i>MarShare</i>	+
Екстерне детерминанте	Глобална финансијска криза	<i>FinCrisis</i>	-
	Криза узрокована коронавирусом	<i>CovCrisis</i>	-
	Коефицијент концентрације	<i>CR</i>	+/-
	Инфлација	<i>Inf</i>	+/-

Извор: Приказ аутора

У циљу одређивања адекватне спецификације модела оцењен је модел са фиксним ефектима и модел са случајним ефектима. Основна претпоставка модела са фиксним ефектима јесте да се индивидуални ефекти сматрају фиксним, док се према моделу са случајним ефектима индивидуални ефекти сматрају случајним. Ради утврђивања адекватне спецификације модела спроведен је Хаусманов тест (Табела 21).

Табела 21. Резултати Хаусмановог теста спецификације модела

	χ^2 статистика	Вероватноћа
H_0 : Разлика у коефицијентима није систематска	15,85	0,0146

Извор: Прорачун аутора

Резултати Хаусмановог теста иду у прилог моделу са фиксним ефектима. У циљу верификације изабране спецификације и провере испуњености основних предуслова за спровођење вишеструке регресионе анализе на панел подацима неопходно је модел треба тестирати на постојање хетероскедастичности, зависности по упоредним подацима (*cross-sectional dependence*), мултиколинеарности и аутокорељације.

Присуство хетероскедастичности тестирано је применом модификованог Валдовог теста за групну хетероскедастичност у моделу са фиксним ефектима (*Modified*

Wald test for groupwise heteroskedasticity in fixed effect regression model) и добијена статистика показује на присуство хетероскедастичности (Табела 22).

Табела 22. Резултати модификованог Валдовоог теста за групну хетероскедастичност

χ^2 статистика	Вероватноћа
224,30	0,0000

Извор: Прорачун аутора

Зависност по упоредним подацима тестирана је применом Песарановог теста независности по упоредним подацима (*Pesaran's test of cross sectional independence*) при чему резултати указују да не постоји зависност по упоредним подацима (Табела 23).

Табела 23. Резултати Песарановог теста независности по упоредним подацима

Вредност	Вероватноћа
-2,235	0,0254

Извор: Прорачун аутора

За испитивање постојања мултиколинеарности експланаторних варијабли коришћен је фактор инфлације варијансе (*Variance inflation factor – VIF*) и резултати показују да не постоји мултиколинеарност експланаторних варијабли јер су све вредности фактора инфлације варијансе мање од 10 (Табела 24).

Табела 24. Вредности фактора инфлације варијансе

Индикатор	VIF
<i>Akt</i>	4,81
<i>MarShare</i>	4,77
<i>Gov</i>	3,58
<i>Ino</i>	3,33
<i>Zscore</i>	2,57
<i>Inf</i>	2,07
<i>FinCrisis</i>	1,56
<i>CR</i>	1,51
<i>CovCrisis</i>	1,31

Извор: Прорачун аутора

Постојање аутокорејације испитује се коришћењем Вулдрицовог теста за аутокорејацију у панел подацима (*Wooldridge test for autocorrelation in panel data*) и резултати указују да не треба прихватити нулту хипотезу о непостојању аутокорејације првог реда, односно, указују да постоји серијска корелација (Табела 25).

Табела 25. Резултати Вулдрицовог теста за аутокорелацију у панел подацима

Вредност	Вероватноћа
13,905	0,0014

Извор: Прорачун аутора

Може се закључити да је спецификација регресионог модела са фиксним ефектима адекватна, при чему је неопходно узети у обзир постојање серијске корелације и хетероскедастичности, односно оценити робусне стандардне грешке.

4.3. Емпиријски резултати и дискусија

Да би се урачунало постојање серијске корелације и хетероскедастичности приликом оцене формираног модела неопходно је применити процедуру која обезбеђује робусне процене стандардне грешке. Резултати оцењеног модела дати су у Табели 26. Модел је статистички значајан ($F(9,1092) = 55,28$, $\text{Prob} > F = 0,0000$), при чему је укупни коефицијент детерминације 31,3%.

Табела 26. Резултати оцењеног модела са фиксним ефектима

CI	Коефицијент	Стандардна грешка	t	P>|t|	Интервал поверења	
					Доња	Горња
Ino	-0,062	0,032	-1,94	0,052	-0,125	0,001
Gov	-0,089	0,030	-2,98	0,003	-0,148	-0,115
Akt	-0,140	0,013	-10,91	0,000	-0,165	-0,115
Zscore	0,023	0,001	15,76	0,000	0,020	0,025
Mshare	0,403	0,037	10,90	0,000	0,331	0,476
FinCrisis	-0,024	0,013	-1,85	0,064	-0,049	0,001
CovCrisis	0,043	0,017	2,58	0,010	0,010	0,076
CR	-0,403	0,239	-1,68	0,092	-0,873	0,066
Inf	-0,002	0,001	-1,65	0,099	-0,005	0,000
Cons	2,554	0,195	8,64	0,000	1,974	3,134

Извор: Прорачун аутора

Будући да поједини аутори сматрају да p -вредности ниже од 0,01 указују на постојање јаких доказа о статистичкој значајности, ниже од 0,05 на постојање умерених доказа, ниже од 0,1 на постојање слабих доказа или тренда, док p -вредности веће од 0,1 указују на недовољно доказа о статистичкој значајности (Amrhein et al., 2017) може се

закључити да су све експланаторне варијабле значајне, на нивоу значајности од 0,1, односно, са вероватноћом грешке мањом од 10%.

Када је реч о смеру утицаја зависних варијабли на пословну успешност банака у Републици Србији могу се извести следећи општи закључци:

а) Тип власништва има статистички значајан утицај на пословну успешност банака, при чему је пословна успешност државних банака и пословна успешност банака у већинском страном власништву нижа од пословне успешности банака у већинском власништву домаћих правних лица (вероватноћа грешке мања од 1%, односно 10%, респективно). Испитивање постојања статистички значајних разлика у оствареној пословној успешности између банака у већинском домаћем приватном и банака у већинском иностраном власништву извршено је применом Студентовог т-теста.

На основу вредности Левеновог теста за једнакост варијанси (Табела 27) може се закључити да постоје разлике у варијабилности између пословне успешности банака у већинском домаћем приватном и пословне успешности банака у већинском иностраном власништву.

Табела 27. Левенов тест за једнакост варијанси

	<i>F</i> статистика	Значајност
Претпостављене су једнаке варијансе	11,692	0,001
Нису претпостављене једнаке варијансе		

Извор: Прорачун аутора

Вредност т-теста указује и на постојање статистички значајних разлика у средњим вредностима остварене пословне успешности у посматраном периоду (Табела 28), при чему је остварени ниво пословне успешности банака у већинском власништву домаћих правних лица већи од нивоа пословне успешности банака у већинском страном власништву.

Табела 28. Тестирање једнакости средњих вредности

<i>t</i>	<i>df</i>	Значајност	Средња разлика	Стандардна грешка разлике	95% интервал поверења	
					Доња граница	Горња граница
-14,10	152,13	0,000	-0,241	0,017	-0,275	-0,207

Извор: Прорачун аутора

На основу резултата Студентовог т-теста може се закључити да је трећа хипотеза истраживања потврђена, односно, *постоје статистички значајне разлике у оствареној*

пословној успешности између банака у већинском домаћем приватном и банака у већинском иностраном власништву.

Разлог за мању пословну успешност банака у већинском страном власништву може се наћи у „хипотези о предности домаћег терена“ (Berger et al., 2000). У оквиру хипотезе о предности домаћег терена, економско и правно окружење земље домаћина намеће одређене терете страним банкама, те су услед тога домаће банке ефикасније од страних банака. Конкретно, домаће банке имају више предности од страних банака које се огледају у познавању језика, културе и прописа, мањој информационој асиметрији као и чињеници да поседују разгранату мрежу клијената, што је нарочито значајна предност односу на стране *de novo* банке. Сматра се да банке у домаћем власништву имају више информација о домаћим зајмопримцима, било кроз постојеће везе или географску близину, што им пружа одређени ниво информационе предности у односу на банке у страном власништву (Vu et al., 2015). Поред тога, улазак страних банака на тржиште у развоју повећава конкуренцију финансијских институција, те су домаће банке приморане да унапреде своје пословање.

б) Величина укупне имовине банке представља статистички значајну детерминанту њене пословне успешности, при чему веће банке остварују нижи ниво пословне успешности у односу на мање банке (вероватноћа грешке мања од 1%). Смањење пословне успешности банака са величином банке потврда је теорије „превелик да би пропао“ (*too big to fail*) према којој се одређени ентитет или пословни сектор сматра толико дубоко укоревеним у финансијски систем или економију да би његов неуспех био погубан за економију (Young, 2021). Стога се пословање таквих ентитета подржава, упркос чињеница да им пословна успешност није на задовољавајућем нивоу. Имајући у виду да је идентификован статистички значајан негативан утицај величине банке на пословну успешност банака у Републици Србији може се закључити да је четврта хипотеза истраживања потврђена, односно, *величина банке представља значајну детерминанту успешности пословања, при чему пословна успешност банака опада са повећањем величине банке.*

Треба имати у виду да, уколико је одређена банка толико значајна да се не може дозволити да пропадне, тиме се даје предност великим банкама у односу на мање конкуренте и подстиче задуживање преко сигурних граница, што чини колапс вероватнијим. Дакле, поред нарушавања тржишне дисциплине, предност која се даје великим финансијским ентитетима подстиче претерано преузимање ризика, што потенцијално намеће већи ризик (Zhou, 2010). Сходно томе, неопходно је контролисати

поштовање успостављених прописа који захтевају од финансијских институција да одржавају адекватан ниво капитал, а пожељно је и велике банке са нижим нивоом пословне успешности правовремено подвргнути режимима појачаног надзора, како би се контролисала изложеност ризику.

в) Удео банке на тржишту позитивно утиче на пословну успешност банке, при чему банке са већим тржишним учешћем остварују више нивое пословне успешности (вероватноћа грешке мања од 1%). На основу ових резултата, може се закључити да је пожељно да банке повећају свој тржишни удео како би се побољшала њихова пословна успешност. Наравно, повећање тржишног удела банака мора бити повезано са континуираним прилагођавањем елемената маркетинг микса клијентима, постојећим и потенцијалним. Банке са већим тржишним учешћем су у могућности да испоље тржишну моћ у одређивању цена добро диференцираних производа путем адекватног позиционирања у смислу атрактивне промоције производа, боље локације и слично (Berger, 1995). Будући да банке могу побољшати своју пословну успешност путем раста тржишног удела, то указује на могућу ефикасност спајања и аквизиција банака у Републици Србији.

г) Стабилност банке повољно утиче на њену пословну успешност, при чему стабилније банке остварују већи ниво пословне успешности (вероватноћа грешке мања од 1%). Проблем стабилности банака нарочито је доспео у центар политичких и економских дебата током глобалне финансијске кризе. Криза је разоткрила значајне слабости у регулаторном и надзорном оквиру финансијског система широм света, и изазвала је све већу дебату о улози коју су ове слабости могле имати у изазивању и ширењу кризе (Demirgüç-Kunt & Detragiache, 2011). Као резултат кризе, реформа регулативе и надзора и унапређење оквира била је главни приоритет за креаторе политике. Међутим, постојање информационих асиметрија и ограничења информација које банке јавно обелодањују намеће озбиљне потешкоће екстерним заинтересованим странама да на време идентификују банке које су у опасности да пропадну (Chiaramonte et al., 2015). Препорука регулаторима је да приликом креирања регулаторног приступа усмереног на повећање стабилности банака фокус буде на креирању приступа који није усмерен искључиво на јачање службеног надзора и дисциплинских овлашћења и поштравање капиталних стандарда будући да такав приступ не води развоју банкарског сектора, нити побољшава ефикасност банака, нити смањује крхкост банкарског система (Barth et al., 2008). Напротив, регулаторни приступ мора бити креиран тако да подстиче и олакшава откривање поузданих, свеобухватних и благовремених информација будући

да такав приступ побољшава учинак и стабилност банака (Demirgüç-Kunt & Detragiache, 2011).

д) Концентрација банкарског тржишта има негативне ефекте на успешност пословних банака. Са порастом коефицијента концентрације долази до смањења пословне успешности банака (вероватноћа грешке мања од 10%). Постоје докази у литератури да већа концентрација подстиче финансијску крхкост. Конкретно, према хипотези стабилности конкуренције, конкурентни и/или мање концентрисани банкарски системи су стабилнији. У складу са теоријом „*too big to fail*“ креатори политике више су забринути због банкрота када је број банака у концентрисаном банкарском систему низак, те је у тој ситуацији већа вероватноћа да ће ове велике банке добити јавне гаранције или субвенције, што може створити проблем моралног хазарда, подстаћи банке на преузимање ризика и појачати финансијску крхкост (Rosenblum, 2012).

Концентрисани банкарски системи омогућавају банкама да наплаћују веће каматне стопе на кредите, што може подстаћи банке да преузму већи ризик. Сходно томе, обим неквалитетних кредита се може повећати, што резултира већом вероватноћом пропасти банке (Boyd & De Nicoló, 2005). У концентрисаним банкарским системима банке губе подстицај да развију одговарајућу кредитну културу и могу се наћи суочене са релативно високим нивоом ненаплативих кредита (Fu et al., 2014). Дакле, концентрисана структура банкарског сектора, у спречи са ризичним понашањем банака, вероватно ће утицати на стабилност банкарског система, односно може повећати вероватноћу пропасти банака (Fungáčová & Weill, 2013).

Имајући у виду утицај концентрације на успешност пословања банака могле би се креирати следеће препоруке (Fu et al., 2014): прво, да би спречили прекомерну концентрацију, пожељно је да регулатори усвоје ригорознији приступ приликом процене ефеката и одобравања спајања и аквизиција на националном нивоу; друго, да би се побољшала ефикасност алокације ресурса унутар привреде, регулатори би требало да подстичу финансијске иновације међу банкама засноване на премиси ефективног управљања ризиком, што такође омогућава банкама да постану стабилније путем иновације производа; треће, чини се да шеме осигурања депозита подстичу морални хазард и ризично понашање банака, те регулатори морају бити опрезни приликом промена политике везане за износ осигураног депозита јер би то могло имати нежељене последице по стабилност банкарског система.

ђ) Глобална финансијска криза имала је негативан утицај на ниво пословне успешности банака (вероватноћа грешке мања од 10%), док је криза изазвана пандемијом

коронавируса имала позитиван утицај на ниво пословне успешности банака (вероватноћа грешке мања од 1%). Степен утицаја кризе на финансијски сектор зависи од способности сектора да ублажи четири ризика (World bank group, 2020): (а) тржишни ризик проистекао из промена расположења инвеститора и повећане неизвесности; (б) ризик ликвидности проистекао из нестабилности тржишта; (в) кредитни ризик проистекао из погоршања наплативости кредита; (д) ризик зараде и отпорности, односно, суочавање са смањењем профитабилности банкарског сектора, нарочито у дугом року.

Утицај глобалне финансијске кризе био је далекосежан. У земљама Централне и Источне Европе дошло је до промене састава кредитног портфолија банака, при чему су стране банке смањиле своје кредитне портфеље више од приватних домаћих банака (Cull & Martínez Pería, 2013). Истовремено, опала је потражња за кредитима, што је условило редукацију профитабилности јер банке нису проналезиле атрактивне могућности за инвестирање или су снижавале нето каматне марже како би повећале атрактивност кредита (Dietrich & Wanzenried, 2011). Интегрисаност светског економског система условила је трансмисију глобалне финансијске кризе и на Републику Србију, упркос чињеници да је тржиште Републике Србије релативно занемарљиво у светским размерама. Глобална финансијска криза пренела се на банкарски сектор Републике Србије посредством депресијације девизног курса, угрожавајући квалитет кредитног портфолија банака (Vunjak et al., 2014). До депресијације девизног курса дошло је услед смањења прилива иностраних кредита банака које послују у Републици Србији али и услед делимичног повлачења депозита у инострану валуту условљеног психолошким факторима (Stefanović & Golubović, 2009). Депресијацијом девизног курса дошло је до повећања дужничких обавеза што је условило повећање ненаплативих кредита, уз опадање профитабилности банака (Vunjak et al., 2014). Последице, током глобалне финансијске кризе дошло је до пада укупне пословне успешности банака.

За разлику од глобалне финансијске кризе која је потекла из финансијског сектора, а потом се пренела у реални сектор економије, кризу изазвану пандемијом коронавируса финансијски сектор дочекао је у бољем стању, са великим резервама ликвидности и капитала, што је омогућило банкама да и у условима пада економске активности наставе да пружају услуге својим клијентима (Vasić, 2020). Пандемија коронавируса представљала је глобални шок који није очекиван, при чему су мере усмерене ка ублажавању ширења вируса, првенствено мере социјалног дистанцирања, мере изолације и затварања, имале значајан утицај на економију. У таквој ситуацији, очекивало се да ће финансијски сектор, посебно банке, играти важну улогу у

апсорбовању шока давањем кредитне подршке корпоративном сектору и домаћинствима (Demirgüç-Kunt et al., 2021). У настојању да ово олакшају, централне банке и владе широм света донеле су широк спектар мера политике како би обезбедиле већу ликвидност и подржале ток кредита. Бројне централне банке, укључујући и Народну банку Србије, прилагодиле су монетарну политику превасходно снижењем основних каматних стопа, чиме су обезбеђени повољни услови финансирања усмерени ка опоравку привредног раста (Vasić, 2020). Паралелно, финансијском сектору је обезбеђена додатна динарска и девизна ликвидност ради очувања кредитне активности. Услед тога, дошло је до повећања нивоа пословне успешности банака у Републици Србији током почетка пандемије коронавируса, међутим, будући да пандемија коронавируса још увек траје пред банкарским сектором су бројни изазови, те коначан утицај кризе изазване коронавирусом на пословну успешност банака може бити негативан.

Ослањање на банкарске институције као основе за антициклична кретања у подршци реалном сектору у дужем року може имати низ импликација на будућу отпорност банкарског сектора. Конкретно, уколико нема адекватне регулаторне подршке, банке такође могу доживети погоршање квалитета имовине, угрожавајући стабилност банкарског система. Велика је вероватноћа да ће се банке у наредном периоду (нарочито уколико пандемија коронавируса потраје) суочити са погоршањем квалитета пословања, са повећањем проблематичних пласмана и повећањем резервисања за очекиване кредитне губитке, те адекватне гаранције државе могу помоћи банкама да ублаже ефекте погоршања наплативости на билансе банака (Vasić, 2021). Поред тога, неопходно је да саме банке прилагоде свој стратешки фокус према потребама клијената, уз повећавање отпорности банке и ефикасности пословања кроз адекватно управљање ризицима, јачање капитала и уз значајну примену информационе технологије у пословању са клијентима (Vasić, 2021).

е) Инфлација негативно утиче на пословну успешност банака (вероватноћа грешке мања од 10%). Утицај инфлација огледа се превасходно кроз утицај на профитабилност, односно на нето каматну маржу. Конкретно, инфлација има значајну улогу у структури каматне стопе. Уколико менаџмент банке адекватно антиципира инфлацију може прилагодити каматне стопе без угрожавања нето каматне марже, што евидентно није остварено у посматраном случају имајући у виду да је идентификован негативан утицај инфлације на пословну успешност банака у Републици Србији. Поред тога, јачање инфлаторних притиска са опоравком економије који је почео након

престанка обавеза изолације и затварања проузрокованог пандемијом коронавируса, као и услед ценовних притисака преваходно у енергетском сектору посебно наглашава значај вођења адекватне монетарне политике. У дужем року, експанзивна монетарна политика може угрозити пословну успешност банака (Junttila & Nguyen, 2022).

4.4. Ограничења и будући правци истраживања

Истраживање спроведено у дисертацији суочено је са одређеним ограничењима. Најпре, у истраживању су примењени билансни подаци, што је утицало на избор и тачност индикатора. Конкретно, највеће ограничење које је наметнула примена билансних података јесте чињеница да износ ненаплативих кредита није податак који постоји у билансу стања, већ је наведен у Напоменама уз финансијске извештаје банака. Будући да се на сајту Народне банке Србије (Народна банка Србије, 2022а) налазе само извештаји везани за биланс стања и биланс успеха појединачних банака за период који је одабран, није било могуће одредити проценат ненаплативих кредита у укупним кредитима. Наведено ограничење утицало је и на квантификовање категорије *Осетљивост на тржишни ризик*. Конкретно, као мера осетљивости на тржишни ризик коришћена је мера диверсификованости пословања банке представљена индикатором *Однос некаматних прихода и оперативног резултата* за чије је одређивање неопходно поседовати податак о износу некаматних прихода. Ова билансна категорија је у билансу успеха јако хетерогена при чему је један део ових прихода проистекао и из традиционалних кредитних послова. Тиме долази до одређене непрецизности приликом квантификовања степена диверсификованости пословања банака, будући да права мера диверсификованости треба да обухвати само нетрадиционалне банкарске послове.

Друго ограничење проистиче из првог ограничења и такође се односи на изабрани скуп индикатора. Индикатори су одабрани на основу пет критеријума: релевантност за праћење постизања циљева усмерен ка повећању пословне успешности банака, статистичка адекватност, правременост, квалитет података и покривеност и доступност података. Међутим, иако је избор индикатора извршен на основу прегледа литературе и у складу са постојећим оквирима за мерење перформанси банака, постоје и други индикатори који су могли бити укључено у анализу, чије би укључивање можда произвело другачије резултате. Поред тога, резултати указују на постојање разлика у поретку банака уколико се као метод агрегације примени линеарна агрегација, те се може очекивати да сличан закључак важи и за друге компензаторне технике агрегирања.

Будућа истраживања успешности пословања банака могла би бити усмерена у правцу даљег праћења утицаја пандемије коронавируса. Као што је већ током дискусије поменуто, иако иницијални резултати анализе указују на позитиван утицај пандемије коронавируса, крајњи утицај може бити значајно другачији, првенствено услед чињенице да је током почетних квартала пандемије коронавируса вођена експанзивна монетарна политика. Поред тога, економска и политичка превирања до којих је дошло почетком 2022. године могу представљати значајни фактор пословне успешности банака.

Још један од праваца будућих истраживања може бити испитивање утицаја остварене пословне успешности на величину будућег тржишног учешћа банака. Конкретно, креирањем динамичког панел модела, где би зависна варијабла била представљена тржишним учешћем, док би независна варијабла била представљена композитним индексом пословне успешности банака (са различитим доцњама) могла би се анализирати повезаност између будућег тржишног учешћа и нивоа остварене пословне успешности.

Поред наведених, као један од праваца будућих истраживања може бити испитивање утицаја власничких трансформација на ниво пословне успешности појединачне банке, као и оцена ефикасности спајања и припајања.

ЗАКЉУЧАК

Финансијски систем Републике Србије карактерише доминантна улога банкарског сектора. Током последњих деценија банкарски сектор у Републици Србији доживео је суштинске промене. Тренд либерализације омогућио је улазак страног капитала што је довело до повећања конкуренције, а питање успешности пословања банака добило је посебну пажњу.

Значај банака за привреду једне земље огледа се у томе што банке имају веома важну улогу у економском развоју јер у великој мери контролишу понуду новца и утичу на економски раст. Конкретно, економски развој представља динамичан и континуиран процес који у великој мери зависи од мобилизације ресурса, инвестиција и оперативне ефикасности различитих сегмената привреде. Стога је снажан банкарски сектор од виталног значаја за раст, отварање радних места, стварање богатства, искорењивање сиромаштва, подстицање предузетничке активности и повећање раста бруто домаћег производа. Како се банкарски сектор сматра виталним сегментом модерне привреде, његова ефикасност је од суштинског значаја. Да би се обезбедио здрав финансијски систем, пословање банака мора бити пажљиво процењено и анализирано. Процењивање и анализирање успешности пословања банака врши се са циљем утврђивања резултата пословања и укупног финансијског стања банака, оцене квалитета њихове имовине, квалитета и ефикасности управљања, ликвидности, адекватности капитала, нивоа банкарских услуга као и успешности у постизању постављених циљева. Успостављање адекватног система мониторинга и контроле успешности пословања банака од интереса је не само за надзорне институције и финансијске регулаторе, већ и за клијенте банака и ширу јавност. Успешност пословања банке може се дефинисати као ефикасност процедура употребе ресурса банке ради постизања дефинисаних циљева. Постоје бројни индикатори за квантификовање успешности пословања банке, међутим, већина постојећих индикатора мери успешност само у одређеним аспектима пословања.

Упркос великом броју алтернативних индикатора којима се мере различити сегменти пословања, већина постојећих мера не обухвата вишедимензионалне аспекте пословне успешности банака. Већина развијених мерила пословне успешности банака има одређена ограничења која се огледају у нејасном теоријском оквиру, малој релевантност, као и тенденцији да се фокусирају само на један аспект пословања. Поред тога, када је реч о системима и индикаторима за мерење перформанси банака између регулатора, научне заједнице и менаџера не постоји сагласност о примени јединственог система мерења перформанси. Менаџери банака имају тенденцију да сматрају индикаторе ефикасности управљања, квалитета активе и адекватности капитала

кључним елементима мерења перформанси банака. Њихове анализе се ослањају на детаљне показатеље прихода и трошкова, као и на тржишно засноване индикаторе профитабилности и вредновања. Поред тога, у оцени пословања банака, менаџери мање пажње посвећују индикаторима ликвидности и тржишне осетљивости, пре свега зато што сматрају да ови показатељи дају мање поуздане информације и да су инкорпорирани у друге показатеље, иако признају да би ови показатељи могли бити од помоћи у време кризе (*European Central Bank, 2011*). Са друге стране, регулатори следе холистички приступ и заинтересовани су за одређивање укупне оцене успешности пословања банака. Холистички приступ је последњих година у фокусу научне заједнице где је приметан помак са традиционалних мера профитабилности ка сложенијим системима мерења перформанси који могу дати композитну оцену. Конзистентан оквир за мерење пословне успешности банака базиран на креирању композитних индекса може да анализира више података у односу на традиционалне показатеље успешности пословања и може да обезбеди адекватан ниво компромиса између количине улазних података и информационог квалитета композитног индекса. Са друге стране, неадекватна оцена и контрола успешности пословања банака може довести до вишеструких последица, укључујући губитак клијената и банкротство. Банкротство банке може оставити дугорочне негативне последице на економски раст (на пример, због промена у перцепцији ризика клијената, који могу показати аверзију према коришћењу банкарских производа и услуга). Обезбеђење адекватног квалитета пословања банака, а самим тим и квалитета финансијског система захтева усвајање ширег и перспективнијег оквира за процену учинка банака у односу на традиционална мерила, што може представљати први корак ка интензивирању дијалога између менаџмента банака и регулаторних органа. Поред тога, успостављање квалитетног оквира за процену успешности пословања банака може захтевати појачано обелодањивање, како према јавности тако и према регулаторним органима, чиме би се обезбедила боља информисаност свих заинтересованих страна.

Истраживање спроведено у дисертацији има за циљ да надомести недостатке постојећих индикатора и система за мерење перформанси банака предлагањем теоријско-методолошког оквира за креирање композитног индекса пословне успешности банака. Теоријски оквир је утемељен на основу прегледа постојећих индикатора и система мерења перформанси банка, указивањем на концептуалне основе али и недостатке анализираних индикатора и система. Главни фокус дисертације јесте на анализи методолошких приступа за креирање композитних индекса, и предлагању

методологије која омогућава квантификовање пословне успешности банака на објективан и научно заснован начин.

У ери све веће доступности информација, композитни индекси представљају начин за консолидацију великог броја информација будући да омогућавају агрегирање мноштво индикатора у један показатељ који обухвата и сумира све ове информације. Управо је својство консолидације разлог успеха и широке употребе композитних индекса од стране глобалних организација, научне заједнице, креатора политика и шире јавности. Међутим, адекватност и валидност композитног индекса може бити остварена само поштовањем свих корака приликом конструкције композитних индекса, уз довољан ниво транспарентности приликом избора у сваком кораку. Валидност композитног индекса суштински је повезана са његовом конструкцијом при чему сваки корак у конструкцији композитног индекса захтева од креатора индекса одређене методолошке одлуке. Сваки избор у сваком појединачном кораку има и своје предности и недостатке. Конкретно, приликом избора шеме пондерисања, креатори индекса сусрећу са широким спектром приступа, почев од субјективних приступа, преко једнаких тежинских коефицијената до објективног и комбинованог приступа. Субјективни приступи подразумевају учешће експерата и/или заинтересованих страна приликом евалуације значајности појединачних индикатора који чине композитни индекс што уводи проблем пристрасности и недоследности, будући да добијени тежински коефицијенти зависе од искуства и знања експерата. Иако је методолошки најједноставнији одабрати метод једнаких тежинских коефицијената, бројна истраживања указују на неадекватност овог приступа будући да долази до значајног губитка информација. На другој страни спектра налазе се објективни приступи, код којих се тежински коефицијенти одређују на основу матрице одлучивања чиме се елиминише субјективност, али се као недостатак овог приступа наводи комплексност поступка.

Када је реч о агрегацији, избор креатора индекса такође утиче на квалитет и карактеристике креираног композитног индекса. Креатор композитног индекса у овом кораку суочен је са избором између компензације и губитка информација са једне стране и сложености и комплексности са друге стране. Конкретно, метод линеарне агрегације суочен је са значајном компензацијом критеријумских вредности, али рачунски једноставан, док су са друге стране, некомпензаторне технике агрегирања рачунски комплексне и захтевају више времена. Међутим, имајући у виду предности некомпензаторних приступа, у савременој литератури последњих година долази до померања ка спектру некомпензаторних приступа.

Креирање композитног индекса пословне успешности банака у дисертацији извршено је применом метода вишекритеријумске анализе на основу скупа података преузетих из финансијских извештаја банака које су у континуитету пословале (уз промене власништва) у Републици Србији у периоду од 2005. године до 2020. године. Предложена методологија продукује композитне индексе на основу некомпензаторног приступа агрегирању критеријумских вредности. Предложени теоријско-методолошки оквир има следеће карактеристике: (а) превазилази, али не искључује, традиционалне индикаторе мерења успешности пословања, (б) базиран је на интеграцији квантитативних и квалитативних информација банака, (в) укључује више аспеката учинка банака, и (г) мање је подложен манипулацији будући да је базиран на квантитативним техникама које не захтевају укључивање експерата и/или шире јавности.

Предност приступа је и у томе што се тежински коефицијенти индикатора одређују на основу података из матрице одлучивања, те приступ не захтева укључивање експерата приликом одређивања тежинских коефицијента. Конкретно, методолошки оквир предложен у дисертацији користи сирове податке основног скупа (финансијских извештаја), врши одређивање тежинских коефицијената применом објективног метода, чиме се елиминише пристрасност и субјективност својствена партиципаторним методама и обезбеђује некомпензаторно агрегирање критеријумских вредности применом *PROMETHEE* метода.

Израдом вишекритеријумског модела и креирањем вишеструког панел регресионог модела са фиксним ефектима спроведено истраживање понудило је одговоре у вези са квалитетом пословања банака и кључним детерминантама пословне успешности банака. Анализирањем осетљивости композитног индекса на промене шема понедрисања и агрегирања доказане су прва и друга истраживачка хипотеза. На основу резултата регресионе анализе идентификовани су интерни и системски фактори успешности пословања банака којима може бити објашњен значајан део кретања композитног индекса успешности пословања. Детаљном анализом наведених фактора у циљу откривања основа и разлога идентификованог утицаја, доказане су трећа и четврта истраживачка хипотеза.

Основни закључци који се могу извући на основу резултате оцењеног вишеструког панел регресионог модела са фиксним ефектима јесу: (а) информациона асиметрија, недостатак релационог капитала као и оптерећеност процедурама условљавају нижу пословну успешност банака у већинском страном власништву; (б) ниво пословне успешности банака опада са повећањем величине банке услед губитка

мотива за иновирањем и унапређењем пословања проистеклог из схватања да су велике банке толико дубоко укорене у финансијски систем да би његов неуспех био погубан за економију; (в) банке са већим тржишним учешћем остварују више нивое пословне успешности; (г) пословна успешност банака зависи од њене стабилности; (д) концентрација банкарског тржишта има негативне ефекте на успешност пословних банака; (ђ) степен утицаја кризе на банкарски сектор зависи од способности сектора да ублажи тржишни ризик, ризик ликвидности, кредитни ризик и ризик профитабилности и отпорности; (е) уколико менаџмент банке адекватно антиципира инфлацију може прилагодити каматне стопе без угрожавања нето каматне марже.

Препоруке које се могу креирати на основу резултата анализе јесу: (а) ради повећања нивоа пословне успешности банака у већинском страном власништву пожељно је креирати организациону и управљачку структуру која смањује постојање информационе асиметрије; (б) неопходно је контролисати поштовање успостављених прописа који захтевају од финансијских институција да одржавају адекватан ниво капитала, а пожељно је и велике банке са нижим нивоом пословне успешности правовремено подвргнути режимима појачаног надзора; (в) пожељно је подстицати повећање тржишног учешћа банака али уз континуирано прилагођавање елемената маркетинг микса клијентима; (г) ипак, ради спречавања прекомерне концентрације пожељно је спроводити ригорознији приступ приликом процене ефеката и одобравања спајања и аквизиција на националном нивоу; (д) приликом креирања регулаторног приступа усмереног на повећање стабилности банака неопходно је усредсредити се на креирање приступа који није усмерен искључиво на јачање службеног надзора и дисциплинских овлашћења и поштравање капиталних стандарда већ регулаторни приступ мора бити креирани тако да подстиче и олакшава откривање поузданих, свеобухватних и благовремених информација; (ђ) неопходно је креирати политике које подстичу финансијске иновације међу банкама засноване на премиси ефективног управљања ризиком, што омогућава банкама да постану стабилније путем иновације производа; (е) будући да постоје докази да шеме осигурања депозита подстичу морални хазард и ризично понашање банака, пожељно је проценити адекватност политике везане за износ осигураног депозита; (ж) ослањање на банкарске институције као основе за антициклична кретања у подршци реалном сектору у дужем року може имати низ импликација на будућу отпорност банкарског сектора будући да банке такође могу доживети погоршање квалитета имовине, уколико нема адекватне регулаторне подршке; (з) неопходно је да банке креирају политике усмерене према потребама клијената, уз

повећавање отпорности и ефикасности пословања кроз адекватно управљање ризицима, јачање капитала и уз значајну примену информационе технологије у пословању са клијентима; (и) у дужем року, експанзивна монетарна политика може угрозити пословну успешност банака, те је неопходно прилагодити монетарну политику на начин који може обезбедити дугорочну стабилност банкарског сектора.

Научни допринос дисертације огледа се у: (а) детаљном прегледу литературе везане за креирање композитних индекса; (б) детаљном прегледу литературе везане за начине одређивања тежинских коефицијената приликом креирања композитних индекса; (в) детаљном прегледу литературе везане за начине агрегирања критеријумских вредности приликом креирања композитних индекса; (г) развоју новог теоријско-методолошког оквира за оцену успешности пословања банака у Републици Србији; (д) унапређењу постојеће методологије за евалуацију пословне успешности банака путем предлагања новог теоријско-методолошког оквира; (ђ) идентификовању кључних фактора пословне успешности банака у Републици Србији током периода од 2005. године до 2020. године.

Може се закључити да адекватно мерење учинка банака и идентификација главних детерминанти пословне успешности могу пружити помоћ менаџерима банака, као и креаторима политике у земљи у смислу пружања корисних смерница током доношења одлука. Последњих деценија постоји све већи интерес регулатора и шире јавности за научне аспекте развоја композитних индекса, међутим, интеграција композитних индекса у стварно креирање политике јесте нешто што треба подстаћи у будућем периоду.

ЛИТЕРАТУРА

- Adam, M. H. M. (2014). Evaluating the Financial Performance of Banks Using Financial Ratios-a Case Study of Erbil Bank for Investment and Finance. *European Journal of Accounting Auditing and Finance Research*, 2(2), 156–170. www.ea-journals.org
- Ahmed, A., & Lam, S. S. (2014). Material handling equipment selection using multi-attribute utility theory and Monte Carlo simulation. *IIE Annual Conference and Expo 2014*, 3231–3237.
- Aiello, F., & Bonanno, G. (2016). Bank efficiency and local market conditions: Evidence from Italy. *Journal of Economics and Business*, 83, 70–90. <https://doi.org/10.1016/j.jeconbus.2015.09.002>
- Aigner, D., Lovell, C. A. K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6(1), 21–37. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(77\)90052-5](https://doi.org/10.1016/0304-4076(77)90052-5)
- Amrhein, V., Korner-Nievergelt, F., & Roth, T. (2017). The earth is flat ($p > 0:05$): Significance thresholds and the crisis of unreplicable research. *PeerJ*, 2017(7), 1–40. <https://doi.org/10.7717/peerj.3544>
- André, F. J., Herrero, I., & Riesgo, L. (2010). A modified DEA model to estimate the importance of objectives with an application to agricultural economics. *Omega*, 38(5), 371–382. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2009.10.002>
- Arbolino, R., De Simone, L., Carlucci, F., Yigitcanlar, T., & Ioppolo, G. (2018). Towards a sustainable industrial ecology: Implementation of a novel approach in the performance evaluation of Italian regions. *Journal of Cleaner Production*, 178, 220–236. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.183>
- Athanasoglou, P. P., Brissimis, S. N., & Delis, M. D. (2008). Bank-specific, industry-specific and macroeconomic determinants of bank profitability. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 18(2), 121–136. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2006.07.001>
- Athawale, V. M., & Chakraborty, S. (2010). Facility Location Selection using PROMETHEE II Method. *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*.
- Attardi, R., Cerreta, M., Sannicandro, V., & Torre, C. M. (2018). Non-compensatory composite indicators for the evaluation of urban planning policy: The Land-Use Policy Efficiency Index (LUPEI). *European Journal of Operational Research*, 264(2), 491–507. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.07.064>
- Avkiran, N. K., & Cai, L. (Cynthia). (2012). Predicting bank financial distress prior to crises.

- New Zealand Finance Colloquium*, January, 1–41.
<http://www.nzfc.ac.nz/archives/2012/papers/updated/24.pdf>
- Ayadi, H., Hamani, N., Kermad, L., & Benaissa, M. (2021). Novel fuzzy composite indicators for locating a logistics platform under sustainability perspectives. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(7). <https://doi.org/10.3390/su13073891>
- Azevedo, S. G., Govindan, K., Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. (2012). An integrated model to assess the leanness and agility of the automotive industry. *Resources, Conservation and Recycling*, *66*, 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.12.013>
- Babić, V., Nikolić, J., & Simić, M. (2020). Board structure and bank performance : evidence from Serbian banking sector 1. *FACTA UNIVERSITATIS Series: Economics and Organization*, *17*, 57–68.
- Backović, M., & Popović, Z. (2012). *Matematičko modeliranje i optimizacija*. Ekonomski fakultet.
- Baležentis, A., & Baležentis, T. (2011). Assessing the efficiency of Lithuanian transport sector by applying the methods of multimoora and data envelopment analysis. *Transport*, *26*(3), 263–270. <https://doi.org/10.3846/16484142.2011.621146>
- Banca Intesa. (2020). *Godišnji izveštaj 2020*.
https://www.bancaintesa.rs/document/publications/BIB/Godisnji-izvestaji/Banca_Intesa_godisnji_izvestaj_2020/BI_izvestaj_2020.pdf
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, *30*(9), 1078–1092.
- Barburski, J. (2013). Measurement of banks' economic efficiency under conditions of imperfect competition. *Ekonomski Horizonti*, *15*(1), 3–15.
<https://doi.org/10.5937/ekonhor1301003b>
- Barfod, M. B., & Leleur, S. (2014). Multi-criteria decision analysis for use in transport decision making. *DTU Transport Compendium, Part 2*, 75.
- Barth, J. R., Caprio, G., & Levine, R. (2008). *Rethinking bank regulation: Till angels govern*. Cambridge University Press.
- Basel, S., Gopakumar, K. U., & Rao, R. P. (2021). Classification of countries based on development indices by using K-means and grey relational analysis. *GeoJournal*, 1–19.
- Behzad, M., Hashemkhani Zolfani, S., Pamucar, D., & Behzad, M. (2020). A comparative assessment of solid waste management performance in the Nordic countries based on BWM-EDAS. *Journal of Cleaner Production*, *266*, 122008.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122008>

- Behzadian, M., Kazemzadeh, R. B., Albadvi, A., & Aghdasi, M. (2010). PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.01.021>
- Berger, A. N. (1995). The Profit-Structure Relationship in Banking Tests of Market-Power and Efficient-Structure Hypotheses. *Journal of Money, Credit and Banking*, 27(2), 404–431.
- Berger, A. N., DeYoung, R., Genay, H., & Udell, G. F. (2000). Globalization of Financial Institutions: Evidence from Cross-Border Banking Performance. In *Brookings-Wharton Papers on Financial Services* (Vol. 2000, Issue 1). <https://doi.org/10.1353/pfs.2000.0001>
- Berger, A. N., & Humphrey, D. B. (1997). Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research. *European Journal of Operational Research*, 98(2), 175–212. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(96\)00342-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(96)00342-6)
- Bericat, E., Camarero, M., & Jiménez-Rodrigo, M. L. (2019). Towards a system of indices on the quality of European societies (SIQES). In *The Quality of European Societies* (pp. 1–26). Springer, Cham.
- Bericat, Eduardo, Camarero, M., & Jiménez-Rodrigo, M. L. (2019). *Towards a System of Indices on the Quality of European Societies (SIQES)* (pp. 1–26). https://doi.org/10.1007/978-3-030-05023-8_1
- Bitarafan, M., Hashemkhani Zolfani, S., Lale Arefi, S., Zavadskas, E. K., & Mahmoudzadeh, A. (2014). Evaluation of real-time intelligent sensors for structural health monitoring of bridges based on SWARA-WASPAS; a case in Iran. *Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 9(4), 333–340. <https://doi.org/10.3846/bjrbe.2014.40>
- Bjelica, V. (1998). Bankarski sektor u procesu transformacije. *Ekonomika Preduzeća*, 46(3–4), 217–230.
- Bloomenthal, A. (2021). *Net Interest Margin*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/n/netinterestmargin.asp>
- Bonin, J. P., Hasan, I., & Wachtel, P. (2005). Bank performance, efficiency and ownership in transition countries. *Journal of Banking and Finance*, 29(1 SPEC. ISS.), 31–53. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2004.06.015>
- Bottero, M., Ferretti, V., & Mondini, G. (2015). Calculating composite indicators for sustainability. In *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp. 20–35). Springer, Charm.
- Bouyssou, D. (1986). Some remarks on the notion of compensation in MCDM. *European Journal of Operational Research*, 26(1), 150–160. <https://doi.org/10.1016/0377->

2217(86)90167-0

- Boyd, J. H., & De Nicoló, G. (2005). The theory of bank risk taking and competition revisited. *Journal of Finance*, 60(3), 1329–1343. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2005.00763.x>
- Brans, J.-P., & Mareschal, B. (2005). Chapter 5 PROMETHEE METHODS. *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*.
- Brans, J. P. (1982). L'ingenierie de la decision; Elaboration d'instruments d'aide a la decision. La methode PROMETHEE. In *L'aide a la decision: Nature, Instruments et Perspectives d'Avenir*.
- Brans, J. P., & Vincke, P. (1985). Note—A Preference Ranking Organisation Method. *Management Science*. <https://doi.org/10.1287/mnsc.31.6.647>
- Brans, J. P., Vincke, P., & Mareschal, B. (1986). How to select and how to rank projects: The Promethee method. *European Journal of Operational Research*. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(86\)90044-5](https://doi.org/10.1016/0377-2217(86)90044-5)
- Brauers, W. K., & Zavadskas, E. K. (2006). The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control and Cybernetics*, 35(2), 445–469.
- Burgass, M. J., Halpern, B. S., Nicholson, E., & Milner-Gulland, E. J. (2017). Navigating uncertainty in environmental composite indicators. *Ecological Indicators*, 75, 268–278. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.12.034>
- Čančer, V. (2012). Criteria weighting by using the 5Ws & H technique. *Business Systems Research*, 3(2), 41–48. <https://doi.org/10.2478/v10305-012-0011-3>
- Carnero, M. C. (2020). Waste segregation FMEA model integrating intuitionistic fuzzy set and the PAPRIKA method. *Mathematics*, 8(8). <https://doi.org/10.3390/math8081375>
- Carrizosa, E., Conde, E., Pascual, A., & Romero-Morales, D. (1997). Closest solutions in ideal-point methods. In *Advances in multiple objective and goal programming* (pp. 274–281). Springer Berlin Heidelberg.
- Casadio Tarabusi, E., & Guarini, G. (2013). An Unbalance Adjustment Method for Development Indicators. *Social Indicators Research*, 112(1), 19–45. <https://doi.org/10.1007/s11205-012-0070-4>
- Çelen, A. (2014). Comparative analysis of normalization procedures in TOPSIS method: With an application to Turkish deposit banking market. *Informatica (Netherlands)*, 25(2), 185–208. <https://doi.org/10.15388/Informatica.2014.10>
- Celik, E., Gul, M., Yucesan, M., & Mete, S. (2019). Stochastic multi-criteria decision-making: an overview to methods and applications. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s43088-019-0005-0>

- Chakraborty, S., Zavadskas, E. K., & Antucheviciene, J. (2015). Applications of WASPAS method as a multi-criteria decision-making tool. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 49(1), 1–17.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.030>
- Chen, T. Y., & Li, C. H. (2010). Determining objective weights with intuitionistic fuzzy entropy measures: A comparative analysis. *Information Sciences*, 180(21), 4207–4222. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2010.07.009>
- Cherchye, L., Moesen, W., Rogge, N., & Puyenbroeck, T. Van. (2007). An introduction to “benefit of the doubt” composite indicators. *Social Indicators Research*, 82(1), 111–145. <https://doi.org/10.1007/s11205-006-9029-7>
- Cherchye, L., Ooghe, E., & Van Puyenbroeck, T. (2008). Robust human development rankings. *Journal of Economic Inequality*, 6(4), 287–321. <https://doi.org/10.1007/s10888-007-9058-8>
- Chiaromonte, L., Croci, E., & Poli, F. (2015). Should we trust the Z-score? Evidence from the European Banking Industry. *Global Finance Journal*, 28, 111–131. <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2015.02.002>
- Choo, E. U., Schoner, B., & Wedley, W. C. (1999). Interpretation of criteria weights in multicriteria decision making. *Computers and Industrial Engineering*, 37(3), 527–541. [https://doi.org/10.1016/S0360-8352\(00\)00019-X](https://doi.org/10.1016/S0360-8352(00)00019-X)
- Competence Centre on Composite Indicators and Scoreboards. (2022a). *Step 2. Data selection*. https://knowledge4policy.ec.europa.eu/composite-indicators/10-step-guide/step-2-data-selection_en
- Competence Centre on Composite Indicators and Scoreboards. (2022b). *Step 5: Normalisation*. https://knowledge4policy.ec.europa.eu/composite-indicators/10-step-guide/step-5-normalisation_en
- Cull, R., & Martínez Pería, M. S. (2013). Bank ownership and lending patterns during the 2008–2009 financial crisis: Evidence from latin America and Eastern Europe. *Journal of Banking and Finance*, 37(12), 4861–4878. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2013.08.017>
- Čupić, M., & Suknović, M. (2008). *Odlučivanje, šesto prerađeno i dopunjeno izdanje*. Fakultet organizacionih nauka.
- Čupić, M., Tummala, R., & Suknović, M. (2003). *Odlučivanje: formalni pristup*. Fakultet organizacionih nauka.

- Curak, M., Poposki, K., & Pepur, S. (2012). Profitability Determinants of the Macedonian Banking Sector in Changing Environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *44*, 406–416. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.045>
- Danielson, M., & Ekenberg, L. (2016). Trade-offs for ordinal ranking methods in multi-criteria decisions. In *International Conference on Group Decision and Negotiation* (pp. 16–27).
- Dantsis, T., Douma, C., Giourga, C., Loumou, A., & Polychronaki, E. A. (2010). A methodological approach to assess and compare the sustainability level of agricultural plant production systems. *Ecological Indicators*. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.05.007>
- De Brito, M. M., & Evers, M. (2016). Multi-criteria decision-making for flood risk management: A survey of the current state of the art. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, *16*(4), 1019–1033. <https://doi.org/10.5194/nhess-16-1019-2016>
- De Matteis, D., Ishizaka, A., & Resce, G. (2019). The ‘postcode lottery’ of the Italian public health bill analysed with the hierarchy Stochastic Multiobjective Acceptability Analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, *68*(December), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2017.12.001>
- de Muro, P., Mazziotta, M., & Pareto, A. (2011). Composite Indices of Development and Poverty: An Application to MDGs. *Social Indicators Research*, *104*(1), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s11205-010-9727-z>
- Decancq, K., & Lugo, M. A. (2012). Weights in Multidimensional Indices of Wellbeing: An Overview. *Econometric Reviews*, *32*(1), 7–34. <https://doi.org/10.1080/07474938.2012.690641>
- Delbari, S. A., Ng, S. I., Aziz, Y. A., & Ho, J. A. (2016). An investigation of key competitiveness indicators and drivers of full-service airlines using Delphi and AHP techniques. *Journal of Air Transport Management*, *52*, 23–34. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2015.12.004>
- Demirgüç-Kunt, A., & Detragiache, E. (2011). Basel Core Principles and bank soundness: Does compliance matter? *Journal of Financial Stability*, *7*(4), 179–190. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2010.03.003>
- Demirgüç-Kunt, A., Pedraza, A., & Ruiz-Ortega, C. (2021). Banking sector performance during the COVID-19 crisis. *Journal of Banking and Finance*, *133*. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2021.106305>
- Dempster, A. P., & Rubin, D. B. (1983). Rounding Error in Regression : The Appropriateness of Sheppard ’ s Corrections Author (s): Arthur P . Dempster and Donald B . Rubin

Published by: Wiley for the Royal Statistical Society Stable URL :
<https://www.jstor.org/stable/2345623>. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B*,
45(1), 51–59.

- Diakoulaki, D., Mavrotas, G., & Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method. *Computers and Operations Research*, 22(7), 763–770. [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(94\)00059-H](https://doi.org/10.1016/0305-0548(94)00059-H)
- Dialga, I. (2021). Evaluating Normandy's sustainable development and energy transition policies. *Journal of Cleaner Production*, 305, 127096. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127096>
- Dialga, I., & Thi Hang Giang, L. (2017). Highlighting Methodological Limitations in the Steps of Composite Indicators Construction. *Social Indicators Research*, 131(2), 441–465. <https://doi.org/10.1007/s11205-016-1263-z>
- Dietrich, A., & Wanzenried, G. (2011). Determinants of bank profitability before and during the crisis: Evidence from Switzerland. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 21(3), 307–327. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2010.11.002>
- Dietrich, A., & Wanzenried, G. (2014). The determinants of commercial banking profitability in low-, middle-, and high-income countries. *Quarterly Review of Economics and Finance*, 54(3), 337–354. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2014.03.001>
- Dobbie, M. J., & Dail, D. (2013). Robustness and sensitivity of weighting and aggregation in constructing composite indices. *Ecological Indicators*, 29, 270–277. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.12.025>
- Domanović, V., Todorović, V., & Savović, S. (2018). Internal factors of bank profitability in the republic of Serbia. *Business and Economic Horizons*, 14(3), 659–673. <https://doi.org/10.15208/beh.2018.46>
- Dong, Y., Hamilton, R., & Tippett, M. (2014). Cost efficiency of the Chinese banking sector: A comparison of stochastic frontier analysis and data envelopment analysis. *Economic Modelling*, 36, 298–308. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.09.042>
- Doumpos, M., & Zopounidis, C. (2002). Multi-criteria Classification Methods in Financial and Banking Decisions. *International Transactions in Operational Research*, 9(5), 567–581. <https://doi.org/10.1111/1475-3995.00374>
- Dyckhoff, H., & Allen, K. (2001). Measuring ecological efficiency with data envelopment analysis (DEA). *European Journal of Operational Research*, 132(2), 312–325. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00154-5](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00154-5)
- Edwards, W. (1977). How to use multiattribute utility measurement for social decisionmaking.

- IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 7(5), 326–340.
- Edwards, Ward, & Barron, F. H. (1994). Smarts and smarter: Improved simple methods for multiattribute utility measurement. In *Organizational Behavior and Human Decision Processes* (Vol. 60, Issue 3, pp. 306–325). <https://doi.org/10.1006/obhd.1994.1087>
- Eichengreen, B., & Gibson, H. (2001). *Greek Banking at the Dawn of the New Millennium* (Discussion Paper No. 2791; Issue June). https://cepr.org/active/publications/discussion_papers/dp.php?dpno=2791
- El Gibari, S., Gómez, T., & Ruiz, F. (2019). Building composite indicators using multicriteria methods: a review. *Journal of Business Economics*, 89(1), 1–24. <https://doi.org/10.1007/s11573-018-0902-z>
- Ercegovac, D., Vlaović-Begović, S., & Jovin, S. (2019). The analysis of the key indicators of the Republic of Serbia banking sector. *Anali Ekonomskog Fakulteta u Subotici*, 55(41), 81–94. <https://doi.org/10.5937/aneksub1941081e>
- Erić Jović, M. (2011). Bankarski sektor Srbije 2001-2011. Reforme, oporavak i novi izazovi. In B. Stepanović (Ed.), *Banke i osiguranja u Srbiji 2001-2011 i poređenje sa zemljama u regionu* (pp. 6–11). Business Info Group.
- Etzkorn, B. (2018). *Data Normalization and Standardization*. <https://themodelmill.com/data-normalization-and-standardization/>
- European Central Bank. (2011). *Beyond ROE: how to measure bank performance (appendix to the report on the EU banking structures)*. <https://doi.org/https://data.europa.eu/doi/10.2866/66835>
- Farahani, Y. G., & Dastan, M. (2013). Analysis of Islamic banks' financing and economic growth: a panel cointegration approach. *International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management*, 6(2), 156–172. <https://doi.org/10.1108/17538391311329842>
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency <http://www.jstor.org/stab>. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253–290. <http://goo.gl/AFhm2N>
- Ferreira, F. A. F., Santos, S. P., & Rodrigues, P. M. M. (2011). Adding value to bank branch performance evaluation using cognitive maps and MCDA: A case study. *Journal of the Operational Research Society*, 62(7), 1320–1333. <https://doi.org/10.1057/jors.2010.111>
- Ferretti, V., Bottero, M., & Mondini, G. (2014). Decision making and cultural heritage: An application of the Multi-Attribute Value Theory for the reuse of historical buildings. *Journal of Cultural Heritage*, 15(6), 644–655.

<https://doi.org/10.1016/j.culher.2013.12.007>

- Fethi, M. D., & Pasiouras, F. (2010). Assessing bank efficiency and performance with operational research and artificial intelligence techniques: A survey. *European Journal of Operational Research*, 204(2), 189–198. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.08.003>
- Figueira, J., & Roy, B. (2002). Determining the weights of criteria in the ELECTRE type methods with a revised Simos' procedure. *European Journal of Operational Research*, 139(2), 317–326. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00370-8](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00370-8)
- Forster, J., & Shaffer, S. (2005). Bank efficiency ratios in Latin America. *Applied Economics Letters*, 12(9), 529–532. <https://doi.org/10.1080/13504850500120623>
- Fowles, J. (1978). *Handbook of futures research*. Greenwood Publishing Group.
- Freudenberg, M. (2003). Composite indicators of country performance: a critical assessment. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 16, 35. <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/51gsjvhvj7lbt.pdf?expires=1436619503&id=id&accname=guest&checksum=DA782FFA25365A66A8238E1D5106BE79>
- Frigo, M. L., Pustoring, P. G., & Krull Jr, G. W. (2000). The Balanced Scorecard for community banks: translating strategy into action. *Bank Accounting & Finance*, 13(3), 17.
- Fu, X. (Maggie), Lin, Y. (Rebecca), & Molyneux, P. (2014). Bank competition and financial stability in Asia Pacific. *Journal of Banking and Finance*, 38(1), 64–77. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2013.09.012>
- Fungáčová, Z., & Weill, L. (2013). Does competition influence bank failures? Evidence from Russia. *Economics of Transition*, 21(2), 301–322. <https://doi.org/10.1111/ecot.12013>
- Funtowicz, S. O., & Ravetz, J. R. (1990). *Uncertainty and quality in science for policy*. Kluwer Academic Publishers.
- Gaaloul, H., & Khalfallah, S. (2014). Application of the “Benefit-of-the-doubt” approach for the construction of a digital access indicator: A revaluation of the “Digital access index.” *Social Indicators Research*, 118(1), 45–56. <https://doi.org/10.1007/s11205-013-0422-8>
- Garcia-Bernabeu, A., Hilario-Caballero, A., Pla-Santamaria, D., & Salas-Molina, F. (2020). A process oriented MCDM approach to construct a circular economy composite index. *Sustainability (Switzerland)*, 12(2), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su12020618>
- Gardener, E., Molyneux, P., & Nguyen-Linh, H. (2011). Determinants of efficiency in South East Asian banking. *Service Industries Journal*, 31(16), 2693–2719. <https://doi.org/10.1080/02642069.2010.512659>
- Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Olfat, L., & Turskis, Z. (2015). Multi-Criteria Inventory Classification Using a New Method of Evaluation Based on Distance from Average

- Solution (EDAS). *Informatica (Netherlands)*, 26(3), 435–451. <https://doi.org/10.15388/Informatica.2015.57>
- Ghorshi Nezhad, M. R., Zolfani, S. H., Moztarzadeha, F., Zavadskas, E. K., & Bahrami, M. (2015). Planning the priority of high tech industries based on SWARA-WASPAS methodology: The case of the nanotechnology industry in Iran. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, 28(1), 1111–1137. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2015.1102404>
- Giambona, F., & Vassallo, E. (2014). Composite Indicator of Social Inclusion for European Countries. *Social Indicators Research*, 116(1), 269–293. <https://doi.org/10.1007/s11205-013-0274-2>
- Giannetti, B. F., Bonilla, S. H., Silva, C. C., & Almeida, C. M. V. B. (2009). The reliability of experts' opinions in constructing a composite environmental index: The case of ESI 2005. *Journal of Environmental Management*, 90(8), 2448–2459. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.12.018>
- Gitelman, V., Doveh, E., & Hakkert, S. (2010). Designing a composite indicator for road safety. *Safety Science*, 48(9), 1212–1224. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2010.01.011>
- Gómez-Limón, J. A., & Riesgo, L. (2009). Alternative approaches to the construction of a composite indicator of agricultural sustainability: An application to irrigated agriculture in the Duero basin in Spain. *Journal of Environmental Management*, 90(11), 3345–3362. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.05.023>
- Gómez-Limón, J. A., & Sanchez-Fernandez, G. (2010). Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators. *Ecological Economics*, 69(5), 1062–1075. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.027>
- Grđinić-Rakonjac, M., Antić, B., Pešić, D., & Pajković, V. (2021). Construction of road safety composite indicator using grey relational analysis. *Promet - Traffic - Traffico*, 33(1), 103–116. <https://doi.org/10.7307/ptt.v33i1.3587>
- Greco, S., Ishizaka, A., Tasiou, M., & Torrisi, G. (2019a). On the Methodological Framework of Composite Indices: A Review of the Issues of Weighting, Aggregation, and Robustness. In *Social Indicators Research*. <https://doi.org/10.1007/s11205-017-1832-9>
- Greco, S., Ishizaka, A., Tasiou, M., & Torrisi, G. (2019b). Sigma-Mu efficiency analysis: A methodology for evaluating units through composite indicators. *European Journal of Operational Research*, 278(3), 942–960. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.04.012>
- Hadhek, Z., Frifita, M., & Lafi, M. (2018). The Determinants of Profit Efficiency of Islamic Banks Using Stochastic Frontier Analysis Approach. *International Journal of Economics*

- and Financial Issues*, 8(6), 20–29. <https://doi.org/10.32479/ijefi.6996>
- Hagerty, M. R., & Land, K. C. (2007). Constructing summary indices of quality of life: A model for the effect of heterogeneous importance weights. *Sociological Methods and Research*, 35(4), 455–496. <https://doi.org/10.1177/0049124106292354>
- Haider, H., Hewage, K., Umer, A., Ruparathna, R., Chhipi-Shrestha, G., Culver, K., Holland, M., Kay, J., & Sadiq, R. (2018). Sustainability assessment framework for small-sized urban neighbourhoods: An application of fuzzy synthetic evaluation. *Sustainable Cities and Society*, 36, 21–32. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.09.031>
- Hajkowicz, S. (2006). Multi-attributed environmental index construction. *Ecological Economics*, 57(1), 122–139. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.03.023>
- Hansen, P., & Ombler, F. (2008). A new method for scoring additive multi-attribute value models using pairwise rankings of alternatives. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 15(3–4), 87–107. <https://doi.org/10.1002/mcda.428>
- Haseli, G., Sheikh, R., & Sana, S. S. (2020a). Base-criterion on multi-criteria decision-making method and its applications. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 15(2), 79–88. <https://doi.org/10.1080/17509653.2019.1633964>
- Haseli, G., Sheikh, R., & Sana, S. S. (2020b). Extension of Base-Criterion Method Based on Fuzzy Set Theory. *International Journal of Applied and Computational Mathematics*, 6(2), 1–24. <https://doi.org/10.1007/s40819-020-00807-4>
- Hassan, N., Kamal, Z., Moniruzzaman, A. S., Zulkifli, S., & Yusop, B. (2015). *Weighting Methods and their Effects on Multi- Criteria Decision Making Model Outcomes in Water Resources Management*. SPRINGER BRIEFS IN WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY.
- Henriques, I. C., Sobreiro, V. A., Kimura, H., & Mariano, E. B. (2018). Efficiency in the Brazilian banking system using data envelopment analysis. *Future Business Journal*, 4(2), 157–178. <https://doi.org/10.1016/j.fbj.2018.05.001>
- Hermans, E., Van den Bossche, F., & Wets, G. (2008). Combining road safety information in a performance index. *Accident Analysis and Prevention*, 40(4), 1337–1344. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.02.004>
- Holod, D., & Lewis, H. F. (2011). Resolving the deposit dilemma: A new DEA bank efficiency model. *Journal of Banking and Finance*, 35(11), 2801–2810. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2011.03.007>
- Hu, S., Li, D., Liu, Y., & Li, D. (2007). Mining weights of land evaluation factors based on cloud model and correlation analysis. *Geo-Spatial Information Science*, 10(3), 218–222.

<https://doi.org/10.1007/s11806-007-0059-3>

- Hudrliková, L. (2013). Composite indicators as a useful tool for international comparison: The Europe 2020 example. *Prague Economic Papers*, 22(4), 459–473. <https://doi.org/10.18267/j.pep.462>
- Ishizaka, A., & Nemery, P. (2013). Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software. In *Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software*. <https://doi.org/10.1002/9781118644898>
- Ishizaka, A., & Resce, G. (2021). Best-Worst PROMETHEE method for evaluating school performance in the OECD's PISA project. *Socio-Economic Planning Sciences*, 73(April 2019), 100799. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100799>
- Jahan, A., & Edwards, K. L. (2013). Weighting of dependent and target-based criteria for optimal decision-making in materials selection process: Biomedical applications. *Materials and Design*, 49, 1000–1008. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2013.02.064>
- Jahan, A., Mustapha, F., Sapuan, S. M., Ismail, M. Y., & Bahraminasab, M. (2012). A framework for weighting of criteria in ranking stage of material selection process. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 58(1–4), 411–420. <https://doi.org/10.1007/s00170-011-3366-7>
- Jemric, I., & Vujcic, B. (2002). Efficiency of Banks in Croatia: A DEA Approach. *Comparative Economic Studies*, 44(2–3), 169–193. <https://doi.org/10.1057/ces.2002.13>
- Jharkharia, S., & Shankar, R. (2007). Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach. *Omega*, 35(3), 274–289. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2005.06.005>
- Junttila, J., & Nguyen, V. C. S. (2022). Impacts of sovereign risk premium on bank profitability: Evidence from euro area. *International Review of Financial Analysis*, 81(January), 102110. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102110>
- Kang, S. M., Kim, M. S., & Lee, M. (2002). The trends of composite environmental indices in Korea. *Journal of Environmental Management*, 64(2), 199–206. <https://doi.org/10.1006/jema.2001.0529>
- Kao, C., & Liu, S. T. (2016). A parallel production frontiers approach for intertemporal efficiency analysis: The case of Taiwanese commercial banks. *European Journal of Operational Research*, 255(2), 411–421. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.04.047>
- Karabasevic, D., Paunkovic, J., & Stanujkic, D. (2016). Ranking of companies according to the indicators of corporate social responsibility based on SWARA and ARAS methods. *Serbian Journal of Management*, 11(1), 43–53. <https://doi.org/10.5937/sjm11-7877>

- Karagiannis, G. (2017). On aggregate composite indicators. *Journal of the Operational Research Society*, 68(7), 741–746. <https://doi.org/10.1057/jors.2015.81>
- Karagiannis, R., & Karagiannis, G. (2020). Constructing composite indicators with Shannon entropy: The case of Human Development Index. *Socio-Economic Planning Sciences*, 70, 100701. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.seps.2019.03.007>
- Keeney, R. L., Raiffa, H., & Meyer, R. F. (1993). *Decisions with multiple objectives: preferences and value trade-offs*. Cambridge University Press.
- Khan, S., & Haleem, A. (2021). Investigation of circular economy practices in the context of emerging economies: a CoCoSo approach. *International Journal of Sustainable Engineering*, 14(3), 357–367. <https://doi.org/10.1080/19397038.2020.1871442>
- Kimball, R. C. (1998). Economic profit and performance measurement in banking. *New England Economic Review*, 4, 34–53.
- Kirkwood, C. W. (1997). *Strategic Decision Making: Multiobjective Decision Analysis with Spreadsheets*. Duxbury Press.
- Kiş, Ö., Can, G. F., & Toktaş, P. (2020). Warehouse Location Selection for An Electricity Distribution Company by KEMIRA-M method. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 26(1), 227–240. <https://doi.org/10.5505/pajes.2019.98354>
- Koronakos, G., Smirlis, Y., Sotiros, D., & Despotis, D. K. (2020). Assessment of OECD Better Life Index by incorporating public opinion. *Socio-Economic Planning Sciences*, 70(May 2018), 100699. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2019.03.005>
- Košak, M., & Čok, M. (2008). Ownership structure and profitability of the banking sector: The evidence from the SEE region. *Zbornik Radova Ekonomskog Fakulteta u Rijeci*, 26(1), 93–122.
- Krishnan, A. R., Kasim, M. M., Hamid, R., & Ghazali, M. F. (2021). A modified critic method to estimate the objective weights of decision criteria. *Symmetry*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/sym13060973>
- Kropp, W. W., & Lein, J. K. (2012). Assessing the geographic expression of urban sustainability: A scenario based approach incorporating spatial multicriteria decision analysis. *Sustainability*, 4(9), 2348–2365. <https://doi.org/10.3390/su4092348>
- Krylovas, A., Zavadskas, E. K., & Kosareva, N. (2016). Multiple criteria decision-making KEMIRA-M method for solution of location alternatives. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, 29(1), 50–65. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2016.1152560>
- Krylovas, A., Zavadskas, E. K., Kosareva, N., & Dadelo, S. (2014). New KEMIRA method for determining criteria priority and weights in solving MCDM problem. *International*

- Journal of Information Technology and Decision Making*, 13(6), 1119–1133.
<https://doi.org/10.1142/S0219622014500825>
- Kuc-Czarnecka, M., Lo Piano, S., & Saltelli, A. (2020). Quantitative Storytelling in the Making of a Composite Indicator. *Social Indicators Research*, 149(3), 775–802.
<https://doi.org/10.1007/s11205-020-02276-0>
- Kuhn, H., & Tucker, A. (1951). Nonlinear programming. In *Proceedings of the Second Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability* (pp. 481–492). University of California Press.
- Kumar, R., Bhattacharjee, A., Singh, A. D., Singh, S., & Pruncu, C. I. (2020). Selection of portable hard disk drive based upon weighted aggregated sum product assessment method: A case of Indian market. *Measurement and Control (United Kingdom)*, 53(7–8), 1218–1230. <https://doi.org/10.1177/0020294020925841>
- Kumbhakar, S. C., Parmeter, C. F., & Zelenyuk, V. (2017). Stochastic frontier analysis: Foundations and advances I. In *Handbook of production economics* (pp. 1–103).
- Kundakcı, N., & Işık, A. T. (2016). Integration of MACBETH and COPRAS methods to select air compressor for a textile company. *Decision Science Letters*, 5(3), 381–394.
<https://doi.org/10.5267/j.dsl.2016.2.003>
- Lahdelma, R., Hokkanen, J., & Salminen, P. (1998). SMAA - Stochastic multiobjective acceptability analysis. *European Journal of Operational Research*, 106(1), 137–143.
[https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(97\)00163-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(97)00163-X)
- Lau, C. M., & Sholihin, M. (2005). Financial and nonfinancial performance measures: How do they affect job satisfaction? *British Accounting Review*, 37(4), 389–413.
<https://doi.org/10.1016/j.bar.2005.06.002>
- Lensink, R., & Meesters, A. (2014). Institutions and bank performance: A stochastic frontier analysis. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 76(1), 67–92.
<https://doi.org/10.1111/obes.12002>
- Li, X., & Malone, C. B. (2016). Measuring Bank Risk: An Exploration of Z-Score. *SSRN Electronic Journal*, January. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2823946>
- Little, R. J. A. Rubin, D. B. (2019). Statistical Analysis with Missing Data. In *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (Statistics in Society)* (Vol. 151, Issue 3).
<https://doi.org/10.2307/2982783>
- Littler, K., Aisthorpe, P., Hudson, R., & Keasey, K. (2000). New approach to linking strategy formulation and strategy implementation: An example from the UK banking sector. *International Journal of Information Management*, 20(6), 411–428.

[https://doi.org/10.1016/S0268-4012\(00\)00036-0](https://doi.org/10.1016/S0268-4012(00)00036-0)

- Ljumović, I., & Antonijević, M. (2020). Transformation of the Serbian banking system: Twenty years later. *Ekonomski Pogledi*, 22(2), 15–29.
- Loan Loss Reserve Ratio*. (2022). Financial Ratios. <https://www.wikiaccounting.com/loan-loss-reserve-ratio/>
- Løken, E. (2007). Use of multicriteria decision analysis methods for energy planning problems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(7), 1584–1595. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2005.11.005>
- Lukić, R. (2021). Primena EDAS metode u evaluaciji efikasnosti banaka u Srbiji. *Bankarstvo*, 50, 64–87.
- Maggino, F., & Ruviglioni, E. (2009). Obtaining weights: from objective to subjective approaches in view of more participative methods in the construction of composite indicators. *Proceedings of New Techniques and Technologies for Statistics*, i. <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/1001617/4398464/POSTER-1A-OBTAINING-WEIGHTS-MAGGINO-RUVIGLIONI.pdf>
- Marinkovic, S., & Radovic, O. (2010). On the determinants of interest margin in transition banking: the case of Serbia. *Managerial Finance*, 36(12), 1028–1042. <https://doi.org/10.1108/03074351011088432>
- Marinković, S., & Radović, O. (2014). Bank net interest margin related to risk, ownership and size: An exploratory study of the serbian banking industry. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 27(1), 134–154. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2014.952114>
- Marjanović, I., & Marković, M. (2020). Assessing the financial sector development of EU countries: an entropy-based TOPSIS approach. In *MEFkon 2020 Innovation as an initiator of the development “Innovations in the function of development”* (p. 148).
- Marjanović, I., & Marković, M. (2022). Relationship Between Population Health and Economic Development on the Example of European Countries. In *Handbook of Research on Key Dimensions of Occupational Safety and Health Protection Management* (pp. 368–389). IGI Global.
- Marjanović, I., & Popović, Ž. (2020). MCDM Approach for Assessment of Financial Performance of Serbian Banks. In *Performance and Financial Institutions in Europe* (pp. 71–90). Springer, Cham.
- Marjanović, Ivana, Stanković, J., & Popović, Ž. (2018). Efficiency Estimation of Commercial Banks Based on Financial Performance: Input Oriented DEA CRS/VRS Models.

- Economic Themes*, 56(2), 239–252. <https://doi.org/10.2478/ethemes-2018-0014>
- Markos, A., D’enza, A. I., & van de Velden, M. (2019). Beyond tandem analysis: Joint dimension reduction and clustering in R. *Journal of Statistical Software*, 91(10). <https://doi.org/10.18637/jss.v091.i10>
- Martelli, N., Hansen, P., van den Brink, H., Boudard, A., Cordonnier, A. L., Devaux, C., Pineau, J., Prognon, P., & Borget, I. (2016). Combining multi-criteria decision analysis and mini-health technology assessment: A funding decision-support tool for medical devices in a university hospital setting. *Journal of Biomedical Informatics*, 59, 201–208. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.12.002>
- Mascherini, M., & Hoskins, B. (2008). Retrieving expert opinion on weights for the Active Citizenship Composite Indicator. *JRC Technical Notes*, 28. <https://doi.org/10.2788/83627>
- Maverick, J. B. (2021). *Key Financial Ratios to Analyze Retail Banks*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/articles/active-trading/082615/key-financial-ratios-analyze-retail-banks.asp>
- Mazziotta, M., & Pareto, A. (2021). Everything you always wanted to know about normalization (but were afraid to ask). *Rivista Italiana Di Economia Demografia e Statistica*, 75(1), 41–52. <https://doi.org/10.1136/bmj.328.7430.s5>
- McGillivray, M., & Noorbakhsh, F. (2007). Composite indexes of human well-being: Past, present and future. In *Human Well-Being* (pp. 113–134). Palgrave Macmillan.
- Meeusen, W., & van Den Broeck, J. (1977). Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error. *International Economic Review*, 18(2), 435. <https://doi.org/10.2307/2525757>
- Melyn, W., & Moesen, W. (1991). Towards a synthetic indicator of macroeconomic performance: unequal weighting when limited information is available. *Public Economics Research Papers*, 1–24.
- Mi, X., Tang, M., Liao, H., Shen, W., & Lev, B. (2019). The state-of-the-art survey on integrations and applications of the best worst method in decision making: Why, what, what for and what’s next? *Omega (United Kingdom)*, 87, 205–225. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2019.01.009>
- Mi, Z. F., Wei, Y. M., He, C. Q., Li, H. N., Yuan, X. C., & Liao, H. (2017). Regional efforts to mitigate climate change in China: a multi-criteria assessment approach. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 22(1), 45–66. <https://doi.org/10.1007/s11027-015-9660-1>
- Miettinen, K. (2008). Introduction to multiobjective optimization: Noninteractive approaches.

- In *Multiobjective optimization* (pp. 1–26). Springer Berlin Heidelberg.
- Milićević, M. R., & Župac, G. Ž. (2012a). An objective approach to determining criteria weights. *Vojnotehnički Glasnik*, 60(1), 39–56.
- Milićević, M. R., & Župac, G. Ž. (2012b). Subjektivni pristup određivanju težina kriterijuma. *Vojnotehnički Glasnik*, 60(2), 48–70. <https://doi.org/10.2298/vojtehg1202048M>
- Milošević, M. (2014). Upravljanje rizikom likvidnosti. *Bankarstvo*, 1, 12–29.
- Mirzaee, S., Fannon, D., & Ruth, M. (2019). A comparison of preference elicitation methods for multi-criteria design decisions about resilient and sustainable buildings. *Environment Systems and Decisions*, 39(4), 439–453. <https://doi.org/10.1007/s10669-019-09726-2>
- Mitra, A. (2020). Selection of Cotton Fabrics Using EDAS Method. *Journal of Natural Fibers*, 00(00), 1–13. <https://doi.org/10.1080/15440478.2020.1821289>
- Mizobuchi, H. (2014). Measuring World Better Life Frontier: A Composite Indicator for OECD Better Life Index. *Social Indicators Research*, 118(3), 987–1007. <https://doi.org/10.1007/s11205-013-0457-x>
- Mojtahedzadeh, R., Mohammadi, A., Kohan, N., Gharib, M., & Zolfaghari, M. (2016). Determining the criteria and their weights for medical schools' ranking; a national consensus. *Acta Medica Iranica*, 54(6), 401–406.
- Montibeller, G., & Yoshizaki, H. (2011). A framework for locating logistic facilities with multi-criteria decision analysis. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 6576 LNCS, 505–519. https://doi.org/10.1007/978-3-642-19893-9_35
- Munda, G. (2005). “Measuring sustainability”: A multi-criterion framework. *Environment, Development and Sustainability*, 7(1), 117–134. <https://doi.org/10.1007/s10668-003-4713-0>
- Munda, G. (2008). *Social multi-criteria evaluation for a sustainable economy*. Springer.
- Munda, G., & Nardo, M. (2003). On the Methodological Foundations of Composite Indicators Used for Ranking Countries. *OECD/JRC Workshop on Composite Indicators of Country Performance*, i, 19.
- Nakhaei, J., Lale Arefi, S., Bitarafan, M., & Kapliński, O. (2016). Model for rapid assessment of vulnerability of office buildings to blast using SWARA and SMART methods (a case study of swiss re tower). *Journal of Civil Engineering and Management*, 22(6), 831–843. <https://doi.org/10.3846/13923730.2016.1189457>
- Narang, M., Joshi, M. C., & Pal, A. K. (2021). A hybrid fuzzy COPRAS-base-criterion method for multi-criteria decision making. *Soft Computing*, 25(13), 8391–8399.

- Nardo, M., Saisana, M., Tarantola, A., & Stefano, S. (2005). *Tools for Composite Indicators Building*. 1–134. http://collection.europarchive.org/dnb/20070702132253/http://farmweb.jrc.ec.europa.eu/ci/Document/EUR_21682_EN.pdf
- Народна банка Србије. (2015). *БАНКАРСКИ СЕКТОР У СРБИЈИ: Извештај за IV тромесечје 2014. године*. <https://nbs.rs/sr/finansijske-institucije/banke/izvestaji-i-analize/>
- Народна банка Србије. (2020). *БАНКАРСКИ СЕКТОР У СРБИЈИ: Извештај за IV тромесечје 2019. године*. <https://nbs.rs/sr/finansijske-institucije/banke/izvestaji-i-analize/>
- Народна банка Србије. (2022а). *Биланс стања/успеха банке*. <https://nbs.rs/sr/finansijske-institucije/banke/bilans-stanja/>
- Народна банка Србије. (2022б). *Извештаји и анализе*. <https://nbs.rs/sr/finansijske-institucije/banke/izvestaji-i-analize/>
- Народна банка Србије. (2022с). *Макроекономска кретања у Србији*. https://www.nbs.rs/export/sites/NBS_site/documents/finansijska-stabilnost/prezentacije/prezentacija_invest.pdf
- Neely, A., Mills, J., Platts, K., Richards, H., Gregory, M., Bourne, M., & Kennerley, M. (2000). Performance measurement system design: Developing and testing a process-based approach. *International Journal of Operations and Production Management*, 20(10), 1119–1145. <https://doi.org/10.1108/01443570010343708>
- Németh, B., Molnár, A., Bozóki, S., Wijaya, K., Inotai, A., Campbell, J. D., & Kaló, Z. (2019). Comparison of weighting methods used in multicriteria decision analysis frameworks in healthcare with focus on low-and middle-income countries. *Journal of Comparative Effectiveness Research*, 8(4), 195–204. <https://doi.org/10.2217/cer-2018-0102>
- Nicoletti, G., Scarpetta, S., & Boylaud, O. (2005). Summary Indicators of Product Market Regulation with an Extension to Employment Protection Legislation. *SSRN Electronic Journal*, 144. <https://doi.org/10.2139/ssrn.201668>
- OECD, & JRC. (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators: METHODOLOGY AND USER GUIDE*.
- Omrani, H., Alizadeh, A., & Amini, M. (2020). A new approach based on BWM and MULTIMOORA methods for calculating semi-human development index: An application for provinces of Iran. *Socio-Economic Planning Sciences*, 70(January 2018), 100689. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2019.02.004>

- Opricovic, S. (1998). *Multicriteria Optimization of Civil Engineering Systems*. Faculty of Civil Engineering.
- Opricovic, Serafim. (2011). Fuzzy VIKOR with an application to water resources planning. *Expert Systems with Applications*, 38(10), 12983–12990. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.04.097>
- Opricovic, Serafim, & Tzeng, G. H. (2007). Extended VIKOR method in comparison with outranking methods. *European Journal of Operational Research*, 178(2), 514–529. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.01.020>
- Ostojić, I., & Petrović, P. (2017). Reforme, razvoj i performanse bankarskog sektora Srbije. In S. Grk (Ed.), *Svet i Srbija izazovi i iskušenja*. Institut društvenih nauka.
- Ozcalici, M., & Bumin, M. (2020). An integrated multi-criteria decision making model with Self-Organizing Maps for the assessment of the performance of publicly traded banks in Borsa Istanbul. *Applied Soft Computing Journal*, 90, 106166. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106166>
- Pamučar, D., Behzad, M., Božanić, D., & Behzad, M. (2021). Decision making to support sustainable energy policies corresponding to agriculture sector: Case study in Iran's Caspian Sea coastline. *Journal of Cleaner Production*, 292. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125302>
- Pamučar, D., Stević, Ž., & Sremac, S. (2018). A new model for determining weight coefficients of criteria in MCDM models: Full Consistency Method (FUCOM). *Symmetry*, 10(9), 1–22. <https://doi.org/10.3390/sym10090393>
- Parnell, G. S., & Trainor, T. E. (2009). Using the swing weight matrix to weight multiple objectives. *19th Annual International Symposium of the International Council on Systems Engineering, INCOSE 2009*, 1(July 2018), 283–298. <https://doi.org/10.1002/j.2334-5837.2009.tb00949.x>
- Paruolo, P., Saisana, M., & Saltelli, A. (2013). Ratings and rankings: Voodoo or science? *Journal of the Royal Statistical Society. Series A: Statistics in Society*, 176(3), 609–634. <https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2012.01059.x>
- Peković, J., Pavlović, G., & Zdravković, S. (2020). The influence of intellectual capital on financial performance of commercial banks in the Republic of Serbia. *Ekonomika*, 66(2), 103–111. <https://doi.org/10.5937/ekonomika2002103p>
- Penadés-Plà, V., García-Segura, T., Martí, J. V., & Yepes, V. (2016). A review of multi-criteria decision-making methods applied to the sustainable bridge design. In *Sustainability (Switzerland)*. <https://doi.org/10.3390/su8121295>

- Pereira, D. V. e. S., & Mota, C. M. de M. (2016). Human Development Index Based on ELECTRE TRI-C Multicriteria Method: An Application in the City of Recife. *Social Indicators Research*, 125(1), 19–45. <https://doi.org/10.1007/s11205-014-0836-y>
- Permanyer, I. (2011). Assessing the robustness of composite indices rankings. *Review of Income and Wealth*, 57(2), 306–326. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4991.2011.00442.x>
- Pessanha, D. S. da S., & Prochnik, V. (2011). Practitioners' Opinions on Academics' Critics on the Balanced Scorecard. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1094308>
- Pirdavani, A., Brijs, T., & Wets, G. (2010). A multiple criteria decision-making approach for prioritizing accident hotspots in the absence of crash data. *Transport Reviews*, 30(1), 97–113. <https://doi.org/10.1080/01441640903279345>
- Popović, Z., Stanković, J., & Marjanović, I. (2020). Ocena uspešnosti poslovanja osiguravajućih kompanija: integrisani AHP-VIKOR metod. *Ekonomске Ideje i Praksa*, 36, 7–20.
- Pöyhönen, M., & Hämäläinen, R. P. (2001). On the convergence of multiattribute weighting methods. *European Journal of Operational Research*, 129(3), 569–585. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00467-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00467-1)
- Praet, P., & Herzberg, V. (2008). Market liquidity and banking liquidity: linkages, vulnerabilities and the role of disclosure. *Banque de France Financial Stability Review*, 95–109.
- Pulipati, S. B., & Mattingly, S. P. (2013). Establishing Criteria and their Weights for Evaluating Transportation Funding Alternatives Using a Delphi Survey. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 104, 922–931. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.11.187>
- Račić, Ž., & Paunović, B. (2021). Comparative analysis of the impact of balance sheet size on bank operations in the Republic of Serbia in the period before and during the Covid-19 pandemic. *Bankarstvo*, 50(4), 36–59. <https://doi.org/10.5937/bankarstvo2104036r>
- Rađenović, Ž., & Veselinović, I. (2017). Integrated AHP-TOPSIS Method for the Assessment of Health Management Information Systems Efficiency. *Economic Themes*, 55(1), 121–142. <https://doi.org/10.1515/ethemes-2017-0008>
- Radić, S. (2018). The impact of intellectual capital on the profitability of commercial banks in Serbia. *Economic Annals*, 63(216), 85–109. <https://doi.org/10.2298/EKA1816085R>
- Radojicic, M., Savic, G., & Jeremic, V. (2018). Measuring the efficiency of banks: The bootstrapped i-distance gar dea approach. *Technological and Economic Development of Economy*, 24(4), 1581–1605. <https://doi.org/10.3846/tede.2018.3699>
- Ram, R. (1982). Composite indices of physical quality of life, basic needs fulfilment, and

- income. *Journal of Development Economics*, 11(2), 227–247.
[https://doi.org/10.1016/0304-3878\(82\)90005-0](https://doi.org/10.1016/0304-3878(82)90005-0)
- Rawls, J. (1971). *A theory of justice*. Harvard University Press.
- Ray, A. K. (1989). On the Measurement of Certain Aspects of Social Development. *Social Indicators Research*, 21(1), 35–92.
- Ray, A. K. (2008). Measurement of social development: An international comparison. *Social Indicators Research*, 86(1), 1–46. <https://doi.org/10.1007/s11205-007-9097-3>
- Rebai, S., Azaiez, M. N., & Saidane, D. (2016). A multi-attribute utility model for generating a sustainability index in the banking sector. *Journal of Cleaner Production*, 113, 835–849.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.10.129>
- Reddy, B. P., O'Neill, S., & O'Neill, C. (2020). Developing composite indices of geographical access and need for nursing home care in Ireland using multiple criteria decision analysis. *HRB Open Research*, 3, 65. <https://doi.org/10.12688/hrbopenres.13045.1>
- Reggi, L., Arduini, D., Biagetti, M., & Zanfei, A. (2014). How advanced are Italian regions in terms of public e-services? the construction of a composite indicator to analyze patterns of innovation diffusion in the public sector. *Telecommunications Policy*, 38(5–6), 514–529. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2013.12.005>
- Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega (United Kingdom)*, 53, 49–57. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009>
- Rezaei, J. (2020). A Concentration Ratio for Nonlinear Best Worst Method. *International Journal of Information Technology and Decision Making*, 19(3), 891–907.
<https://doi.org/10.1142/S0219622020500170>
- Ristić, K., & Jemović, M. (2021). Analysis of Non-Performing Loans' Determinants in the Banking Sector of the Republic of Serbia. *Economic Themes*, 59(1), 133–151.
<https://doi.org/10.2478/ethemes-2021-0008>
- Roberts, R., & Goodwin, P. (2002). Weight approximations in multi-attribute decision models. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 11(6), 291–303.
<https://doi.org/10.1002/mcda.320>
- Roman, A., & Şargu, A. C. (2013). Analysing the Financial Soundness of the Commercial Banks in Romania: An Approach based on the Camels Framework. *Procedia Economics and Finance*, 6(13), 703–712. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(13\)00192-5](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(13)00192-5)
- Rosenblum, H. (2012). *Choosing the Road to Prosperity: Why We Must End Too Big to Fail – Now Dallas Fed 2011*.
- Rostami, M. (2015). Determination of Camels model on bank's performance. *International*

- Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 2(10), 652–664.
- Rostamzadeh, R., Ghorabae, M. K., Govindan, K., Esmaeili, A., & Nobar, H. B. K. (2018). Evaluation of sustainable supply chain risk management using an integrated fuzzy TOPSIS- CRITIC approach. *Journal of Cleaner Production*, 175, 651–669. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.071>
- Roszkowska, E. (2014). The Macbeth Approach for Evaluation Offers in Ill-Structure Negotiations Problems. *Optimum. Studia Ekonomiczne*, 5(71), 69–89. <https://doi.org/10.15290/ose.2014.05.71.06>
- Roy, B. (1968). Classement et choix en présence de points de vue multiples. *Revue Française d'informatique et de Recherche Opérationnelle*, 2(6), 57–75.
- Rubin, D. B. (1988). AN OVERVIEW OF MULTIPLE IMPUTATION Donald B. Rubin, Harvard University One Oxford Street, Cambridge, MA 02138. *Proceedings of the Survey Research Methods Section of the American Statistical Association*, 79–84. https://ww2.amstat.org/sections/srms/Proceedings/papers/1988_016.pdf
- Ruzgys, A., Volvačiovas, R., Ignatavičius, Č., & Turskis, Z. (2014). Integrated evaluation of external wall insulation in residential buildings using SWARA-TODIM MCDM method. *Journal of Civil Engineering and Management*, 20(1), 103–110. <https://doi.org/10.3846/13923730.2013.843585>
- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3–5), 161–176. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9–26. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6281-2_31
- Saaty, Thomas L. (1996). *Decision making with dependence and feedback: The analytic network process*. RWS publications.
- Saaty, Thomas L., & Takizawa, M. (1986). Dependence and independence: From linear hierarchies to nonlinear networks. *European Journal of Operational Research*, 26(2), 229–237. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(86\)90184-0](https://doi.org/10.1016/0377-2217(86)90184-0)
- Saaty, Thomas L., & Vargas, L. G. (2013). *Decision Making with the Analytic Network Process 2nd Edition*.
- Sahajwala, R., & Van den Bergh, P. (2000). SUPERVISORY RISK ASSESSMENT AND EARLY WARNING SYSTEMS. In *BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION* (Issue 4).
- Saisana, M., Saltelli, A., & Tarantola, S. (2005). Uncertainty and sensitivity analysis techniques as tools for the quality assessment of composite indicators. *Journal of the Royal Statistical*

- Society. Series A: Statistics in Society*, 168(2), 307–323. <https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2005.00350.x>
- Saisana, Michaela, & Tarantola, S. (2002). State-of-the-art Report on Current Methodologies and Practices for Composite Indicator Development. *Joint Research Centre. Italy: European Commission, July*, 1–72.
- Sala-Garrido, R., Mocholí-Arce, M., & Molinos-Senante, M. (2021). Assessing the quality of service of water companies: a ‘benefit of the doubt’ composite indicator. *Social Indicators Research*, 155(1), 371–387.
- Sanchez-Lopez, R., Bana e Costa, C. A., & De Baets, B. (2012). The MACBETH approach for multi-criteria evaluation of development projects on cross-cutting issues. *Annals of Operations Research*, 199(1), 393–408. <https://doi.org/10.1007/s10479-011-0877-4>
- Sarker, A. A. (2005). CAMELS Rating System in the Context of Islamic Banking: A Proposed “S” for Shariah Framework. *Journal of Islamic Economics, Banking and Finance*, 1(1), 78–84.
- Sarrazin, R., De Smet, Y., & Rosenfeld, J. (2018). An extension of PROMETHEE to interval clustering. *Omega (United Kingdom)*. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2017.09.001>
- Sayyadi, R., & Awasthi, A. (2020). An integrated approach based on system dynamics and ANP for evaluating sustainable transportation policies. *International Journal of Systems Science: Operations and Logistics*, 7(2), 182–191. <https://doi.org/10.1080/23302674.2018.1554168>
- Seçme, N. Y., Bayraktaroğlu, A., & Kahraman, C. (2009). Fuzzy performance evaluation in Turkish Banking Sector using Analytic Hierarchy Process and TOPSIS. *Expert Systems with Applications*, 36(9), 11699–11709. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.03.013>
- Seth, S., & McGillivray, M. (2018). Composite indices, alternative weights, and comparison robustness. *Social Choice and Welfare*, 51(4), 657–679. <https://doi.org/10.1007/s00355-018-1132-6>
- Seyfi-Shishavan, S. A., Gündoğdu, F. K., & Farrokhzadeh, E. (2021). An assessment of the banking industry performance based on Intuitionistic fuzzy Best-Worst Method and fuzzy inference system. *Applied Soft Computing*, 113, 107990. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107990>
- Shaddady, A., & Moore, T. (2019). Investigation of the effects of financial regulation and supervision on bank stability: The application of CAMELS-DEA to quantile regressions. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 58, 96–116. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2018.09.006>

- Shaik, M., & Abdul-Kader, W. (2011). Green supplier selection generic framework: A multi-attribute utility theory approach. *International Journal of Sustainable Engineering*, 4(1), 37–56. <https://doi.org/10.1080/19397038.2010.542836>
- Shanian, A., Milani, A. S., Vermaak, N., Bertoldi, K., Scarinci, T., & Gerendas, M. (2012). A combined finite element-multiple criteria optimization approach for materials selection of gas turbine components. *Journal of Applied Mechanics, Transactions ASME*, 79(6). <https://doi.org/10.1115/1.4006461>
- Sharpe, A., & Andrews, B. (2012). An assessment of weighting methodologies for composite indicators: The case of the index of economic well-being. In *Centre for the Study of Living Standards: Vol. CSLS Resea.*
- Sherman, H. D., & Gold, F. (1985). Bank branch operating efficiency. Evaluation with Data Envelopment Analysis. *Journal of Banking and Finance*, 9(2), 297–315. [https://doi.org/10.1016/0378-4266\(85\)90025-1](https://doi.org/10.1016/0378-4266(85)90025-1)
- Shieh, J. I., Wu, H. H., & Huang, K. K. (2010). A DEMATEL method in identifying key success factors of hospital service quality. *Knowledge-Based Systems*, 23(3), 277–282. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2010.01.013>
- Singh, R. K., Murty, H. R., Gupta, S. K., & Dikshit, A. K. (2007). Development of composite sustainability performance index for steel industry. *Ecological Indicators*, 7(3), 565–588. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.06.004>
- Siskos, E., & Tsotsolas, N. (2015). Elicitation of criteria importance weights through the Simos method: A robustness concern. *European Journal of Operational Research*, 246(2), 543–553. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.04.037>
- Šoltés, V., & Nováková, B. (2016). Ocena materialnych warunków życia przy pomocy zintegrowanych wskaźników w grupie wyszehradzkiej. *Polish Journal of Management Studies*, 13(1), 157–167. <https://doi.org/10.17512/pjms.2016.13.1.15>
- Spulbăr, C., & Nițoi, M. (2014). Determinants of bank cost efficiency in transition economies: Evidence for Latin America, Central and Eastern Europe and South-East Asia. *Applied Economics*, 46(16), 1940–1952. <https://doi.org/10.1080/00036846.2014.889806>
- Staikouras, C. K., & Wood, G. E. (2011). The Determinants Of European Bank Profitability. *International Business & Economics Research Journal (IBER)*, 3(6), 57–68. <https://doi.org/10.19030/iber.v3i6.3699>
- Stanković, J. J., Popović, Ž., & Marjanović, I. (2019). Assessing Smartness and Urban Development of the European Cities: An Integrated Approach of Entropy and VIKOR. In *International Conference on Multiple Criteria Decision Making* (pp. 69–97). Springer,

Cham.

- Stanković, J., Janković-Milić, V., Marjanović, I., & Janjić, J. (2021). An integrated approach of PCA and PROMETHEE in spatial assessment of circular economy indicators. *Waste Management, 128*, 154–166.
- Stankovic, J., Marjanovic, I., Drezgic, S., & Popovic, Z. (2021). The digital competitiveness of european countries: A multiple-criteria approach. *Journal of Competitiveness, 13*(2), 117–134. <https://doi.org/10.7441/JOC.2021.02.07>
- Stanković, J., Marjanović, I., Papathanasiou, J., & Drezgić, S. (2021). Social, economic and environmental sustainability of port regions: Mcdm approach in composite index creation. *Journal of Marine Science and Engineering, 9*(1), 1–17. <https://doi.org/10.3390/jmse9010074>
- Stanković, J., Popović, Ž., & Veselinović, I. (2013). Multi-Criteria Analysis Application In The Investment Projects Assessment. *FACTA UNIVERSITATIS - Economics and Organization, 10*(4), 401–418.
- Stanujkic, D., Karabasevic, D., & Sava, C. (2018). An application of the Piprecia and WS PLP methods for evaluating website quality in hotel industry. *Quaestus, 12*, 190–198.
- Stanujkic, D., Zavadskas, E. K., Karabasevic, D., Smarandache, F., & Turskis, Z. (2017). The use of the pivot pairwise relative criteria importance assessment method for determining the weights of criteria. *Romanian Journal of Economic Forecasting, 20*(4), 116–133. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1411312>
- Stefanović, T., & Golubović, N. (2009). UTICAJ GLOBALNE FINANSIJSKE KRIZE NA FINANSIJSKI I REALNI SEKTOR SRBIJE. *Ekonomске Teme, 47*(3), 15–28.
- Štreimikienė, D., & Baležentis, A. (2013). Integrated Sustainability Index: the Case Study of Lithuania. *Intellectual Economics, 7*(3), 289–303. <https://doi.org/10.13165/ie-13-7-3-02>
- Sufian, F., Kamarudin, F., & Nassir, A. md. (2016). Determinants of efficiency in the malaysian banking sector: Does bank origins matter? *Intellectual Economics, 10*(1), 38–54. <https://doi.org/10.1016/j.intele.2016.04.002>
- Talukder, B., Hipel, K. W., & vanLoon, G. W. (2018). Using multi-criteria decision analysis for assessing sustainability of agricultural systems. *Sustainable Development, 26*(6), 781–799. <https://doi.org/10.1002/sd.1848>
- ter Braak, C. J. F. (1990). Interpreting canonical correlation analysis through biplots of structure correlations and weights. *Psychometrika, 55*(3), 519–531. <https://doi.org/10.1007/BF02294765>
- Terzi, S., Otoi, A., Grimaccia, E., Mazziotta, M., Pareto, A., Terzi, S., Otoi, A., Grimaccia,

- E., Mazziotta, M., & Pareto, A. (2021). *OPEN ISSUES IN COMPOSITE INDICATORS: A Starting Point and a Reference on Some State-of-the-Art Issues*. Dipartimento di Economia.
- Terzi, S., & Pierini, A. (2015). Data Envelopment Analysis (DEA) assessment of composite indicators of infrastructure endowment. *Rivista de Statistica Ufficiale, 1*, 5–18. <http://www.istat.it/it/files/2015/05/Art.1-Data-envelopment.analysis-infrastructure-endowment.pdf>
- Thi My Phan, H., Daly, K., & Akhter, S. (2016). Bank efficiency in emerging Asian countries. *Research in International Business and Finance, 38*, 517–530. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2016.07.012>
- Todorović, V., Furtula, S., & Durkalić, D. (2018). Merenje performansi bankarskog sektora Republike Srbije primenom CAMELS metoda. *Teme, 961*. <https://doi.org/10.22190/teme1803961t>
- Triantaphyllou, E. (2000). Multi-Criteria Decision Making Methods. In *Multi-criteria Decision Making Methods: A Comparative Study* (Vol. 44, Issue August, pp. 5–21). Springer. <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4757-3157-6>
- Triantaphyllou, Evangelos, & Mann, S. H. (1989). An examination of the effectiveness of multi-dimensional decision-making methods: A decision-making paradox. *Decision Support Systems, 5*(3), 303–312. [https://doi.org/10.1016/0167-9236\(89\)90037-7](https://doi.org/10.1016/0167-9236(89)90037-7)
- Troffaes, M. C. M., & Sahlin, U. (2019). Imprecise swing weighting for multi-attribute utility elicitation based on partial preferences. *Proceedings of the 10th International Symposium on Imprecise Probability: Theories and Applications, ISIPTA 2017, 62*, 333–345.
- Ture, H., Dogan, S., & Kocak, D. (2019). Assessing Euro 2020 Strategy Using Multi-criteria Decision Making Methods: VIKOR and TOPSIS. *Social Indicators Research, 142*(2), 645–665. <https://doi.org/10.1007/s11205-018-1938-8>
- Tuş, A., & Aytaç Adalı, E. (2019). The new combination with CRITIC and WASPAS methods for the time and attendance software selection problem. *Opsearch, 56*(2), 528–538. <https://doi.org/10.1007/s12597-019-00371-6>
- Tuškan, B., & Stojanović, A. (2016). Measurement of cost efficiency in the European banking industry. *Croatian Operational Research Review, 7*(1), 47–66. <https://doi.org/10.17535/corr.2016.0004>
- Tzeng, G. H., Chiang, C. H., & Li, C. W. (2007). Evaluating intertwined effects in e-learning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL. *Expert Systems with Applications, 32*(4), 1028–1044. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.02.004>

- Ülengin, B., Ülengin, F., & Güvenç, Ü. (2001). Multidimensional approach to urban quality of life: The case of Istanbul. *European Journal of Operational Research*, 130(2), 361–374. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00047-3](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00047-3)
- Van Den Honert, R. C. (2001). Decisional Power in Group Decision Making: A Note on the Allocation of Group Members' Weights in the Multiplicative AHP and SMART. *Group Decision and Negotiation*, 10(3), 275–286. <https://doi.org/10.1023/A:1011201501379>
- Van Der Pol, M., & Ryan, M. (1996). Using conjoint analysis to establish consumer preferences for fruit and vegetables. *British Food Journal*, 98(8), 5–12. <https://doi.org/10.1108/00070709610150879>
- Vargas, L. G. (1990). An overview of the analytic hierarchy process and its applications. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 2–8. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90056-H](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90056-H)
- Vasić, V. (2020). Bankarski sektor u borbi za ublažavanje efekata pandemije. *Bankarstvo*, 49, 4–9. <https://www.ceeol.com/content-files/document-905893.pdf>
- Vasić, V. (2021). Očekivanja i izazovi bankarskog sektora u 2021 . godini. *Bankarstvo*, 49, 4–8.
- Velasquez, M., & Hester, P. (2013). An analysis of multi-criteria decision making methods. *International Journal of Operations Research*.
- Verbunt, P., & Rogge, N. (2018). Geometric composite indicators with compromise Benefit-of-the-Doubt weights. *European Journal of Operational Research*, 264(1), 388–401. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.06.061>
- Vesić, T., Gavrilović, M., & Petronijević, J. (2019). The influence of liquidity and profitability on the banking sector performances: The example of Serbia. *International Review*, 71(1–2), 75–81. <https://doi.org/10.5937/intrev1901075v>
- Vodova, P. (2013). Liquid assets in banking: What matters in the Visegrad countries? *E a M: Ekonomie a Management*, 16(3), 113–129.
- von Winterfeldt, D., & Edwards, W. (1986). *Decision analysis and behavioral research*. Cambridge University Press.
- Vu, T., Do, V., & Skully, M. (2015). Local versus foreign banks: A home market advantage in loan syndications. *International Review of Financial Analysis*, 37, 29–39. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2014.11.002>
- Vuković, V. (2009). *Strukturne promene i performanse bankarstva Srbije 2002-2008* (Beograd). Institut ekonomskih nauka.
- Vunjak, N., Davidović, M., & Stefanović, M. (2014). UTICAJ GLOBALNE FINANSIJSKE

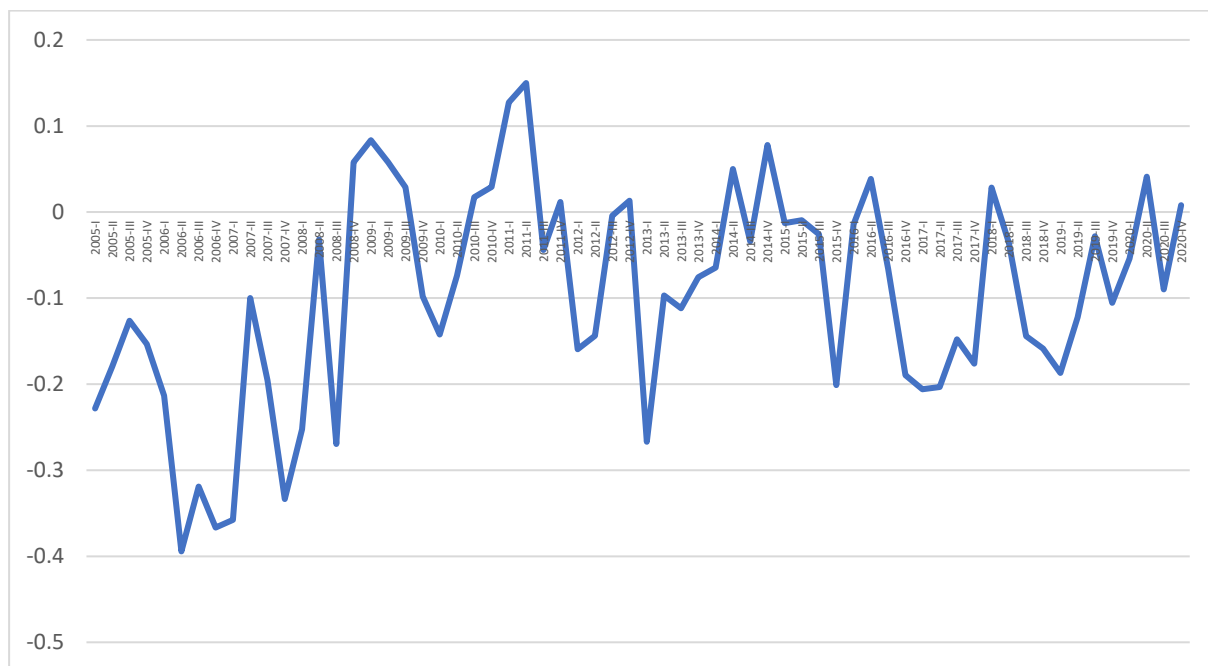
- KRIZE NA PERFORMANSE BANKARSKOG SEKTORA SRBIJE. *Teme*, 71, 1279–1298.
- Wang, B., Song, J., Ren, J., Li, K., Duan, H., & Wang, X. (2019). Selecting sustainable energy conversion technologies for agricultural residues: A fuzzy AHP-VIKOR based prioritization from life cycle perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, 142(October 2018), 78–87. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.11.011>
- Wang, Y.M. (2003). A method based on standard and mean deviations for determining the weight coefficients of multiple attributes and its applications. *Application of Statistics and Management*, 22(3), 22–26.
- Wang, Ying Ming, Luo, Y., & Lan, Y. X. (2011). Common weights for fully ranking decision making units by regression analysis. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9122–9128. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.01.004>
- Wanke, P., Azad, M. A. K., & Barros, C. P. (2016a). Efficiency factors in OECD banks: A ten-year analysis. *Expert Systems with Applications*, 64, 208–227. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.07.020>
- Wanke, P., Azad, M. D. A. K., & Barros, C. P. (2016b). Predicting efficiency in Malaysian Islamic banks: A two-stage TOPSIS and neural networks approach. *Research in International Business and Finance*, 36, 485–498. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2015.10.002>
- World bank group. (2020). *Ekonomski i socijalni uticaj COVID-19: Finansijski sektor*. Zapadni Balkan Redovni Ekonomski Izveštaj. <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/247211591340107205-0080022020/original/WBRER1710FinancialSectorBOS.pdf>
- Wu, H. H. (2002). A comparative study of using grey relational analysis in multiple attribute decision making problems. *Quality Engineering*, 15(2), 209–217. <https://doi.org/10.1081/QEN-120015853>
- Wu, H. Y. (2012). Constructing a strategy map for banking institutions with key performance indicators of the balanced scorecard. *Evaluation and Program Planning*, 35(3), 303–320. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2011.11.009>
- Xu, Y., & Cai, Z. (2008). Standard deviation method for determining the weights of group multiple attribute decision making under uncertain linguistic environment. *Proceedings of the World Congress on Intelligent Control and Automation (WCICA)*, 8311–8316. <https://doi.org/10.1109/WCICA.2008.4594230>
- Yang, F. C., Kao, R. H., Chen, Y. T., Ho, Y. F., Cho, C. C., & Huang, S. W. (2018). A Common

- Weight Approach to Construct Composite Indicators: The Evaluation of Fourteen Emerging Markets. *Social Indicators Research*, 137(2), 463–479. <https://doi.org/10.1007/s11205-017-1603-7>
- Yang, J., Tang, D., Li, S., Wang, Q., & Zhu, H. (2020). An improved iterative stochastic multi-objective acceptability analysis method for robust alternative selection in new product development. *Advanced Engineering Informatics*, 43(January), 101038. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101038>
- Yazdani, M., Zarate, P., Kazimieras Zavadskas, E., & Turskis, Z. (2019). A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision*, 57(9), 2501–2519. <https://doi.org/10.1108/MD-05-2017-0458>
- Yin, H., Yang, J., & Mehran, J. (2013). An empirical study of bank efficiency in China after WTO accession. *Global Finance Journal*, 24(2), 153–170. <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2013.07.001>
- Yoon, K. P., & Hwang, C. L. (1995). *Multiple attribute decision making: an introduction*. Sage publications.
- Young, J. (2021). *Too Big to Fail*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/t/too-big-to-fail.asp>
- Yu, X., Zhang, S., Liao, X., & Qi, X. (2018). ELECTRE methods in prioritized MCDM environment. *Information Sciences*, 424, 301–316. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2017.09.061>
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Antucheviciene, J., & Zakarevicius, A. (2012). Optimization of weighted aggregated sum product assessment. *Elektronika Ir Elektrotechnika*, 122(6), 3–6. <https://doi.org/10.5755/j01.eee.122.6.1810>
- Zavadskas, Edmundas Kazimieras, & Turskis, Z. (2010). A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(2), 159–172. <https://doi.org/10.3846/tede.2010.10>
- Zebardast, E. (2013). Constructing a social vulnerability index to earthquake hazards using a hybrid factor analysis and analytic network process (F'ANP) model. *Natural Hazards*, 65(3), 1331–1359. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0412-1>
- Zhou, C. (2010). Are Banks Too Big to Fail? Measuring Systemic Importance of Financial Institutions - Chen Zhou - December 2010 - International Journal of Central Banking. *International Journal of Central Banking*, 6(4), 205–250. <http://www.ijcb.org/journal/ijcb10q4a10.htm>
- Zhou, L., Tokos, H., Krajnc, D., & Yang, Y. (2012). Sustainability performance evaluation in

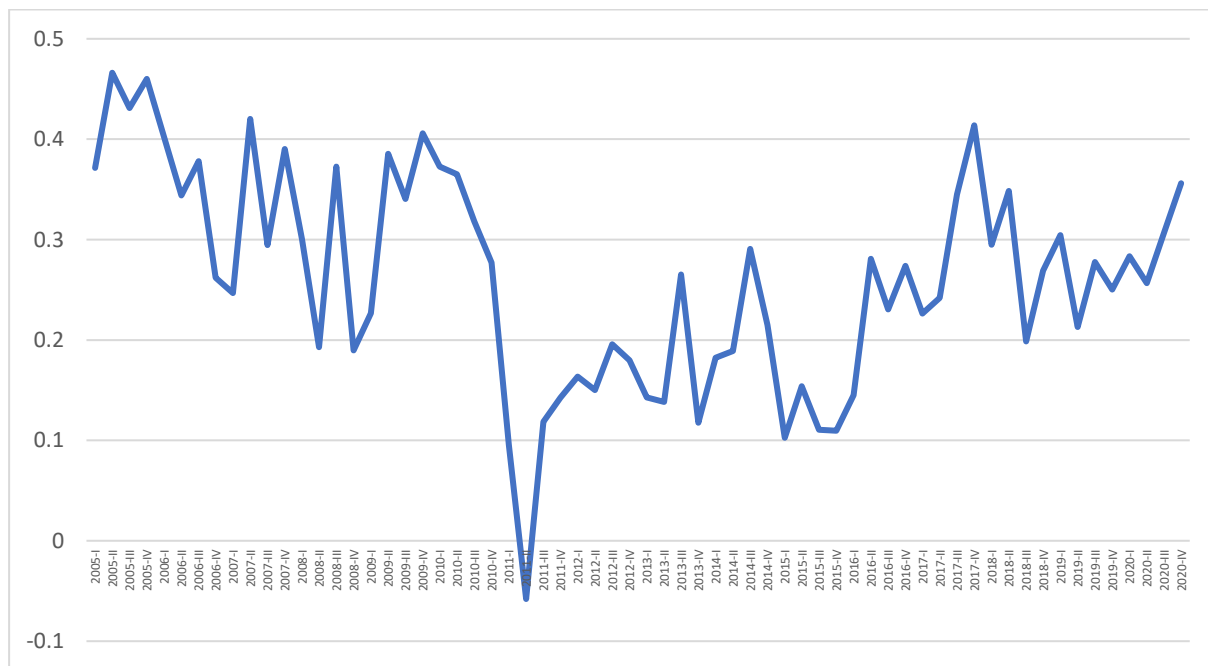
- industry by composite sustainability index. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 14(5), 789–803. <https://doi.org/10.1007/s10098-012-0454-9>
- Zhou, P., Ang, B. W., & Poh, K. L. (2006). Comparing aggregating methods for constructing the composite environmental index: An objective measure. *Ecological Economics*, 59(3), 305–311. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.10.018>
- Zhou, P., Ang, B. W., & Zhou, D. Q. (2010). Weighting and aggregation in composite indicator construction: A multiplicative optimization approach. *Social Indicators Research*, 96(1), 169–181. <https://doi.org/10.1007/s11205-009-9472-3>
- Zhu, Y., Tian, D., & Yan, F. (2020). Effectiveness of Entropy Weight Method in Decision-Making. *Mathematical Problems in Engineering*, 2020, 1–5. <https://doi.org/10.1155/2020/3564835>
- Zuhroh, I., Ismail, M., & Maskie, G. (2015). Cost Efficiency of Islamic Banks in Indonesia – A Stochastic Frontier Analysis. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 211, 1122–1131. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.150>

ПРИЛОЗИ

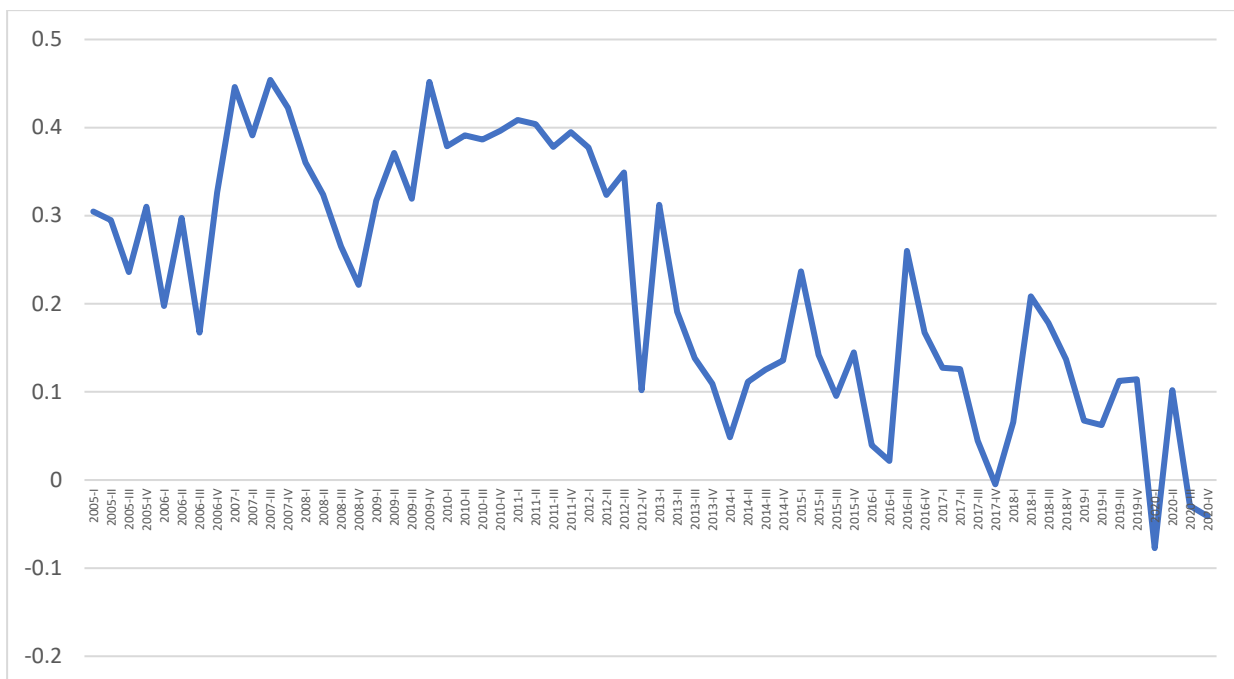
Прилог 1



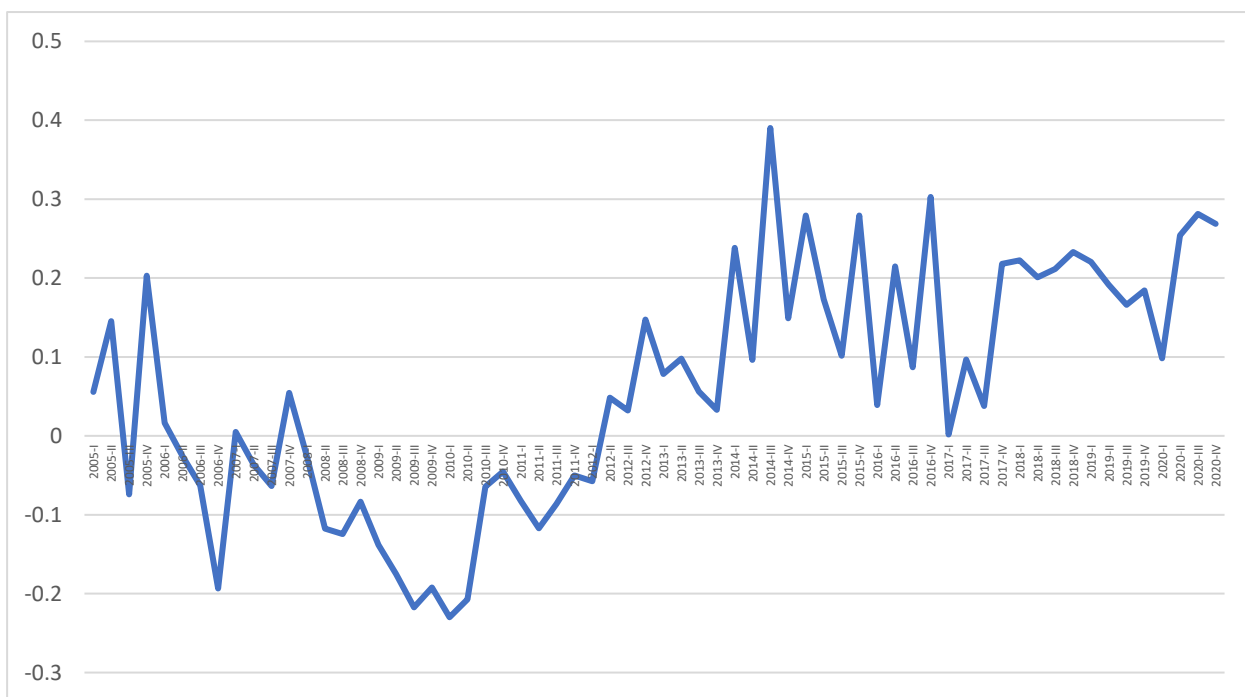
Слика 1. Кретање композитног индекса пословне успешности Addiko банке



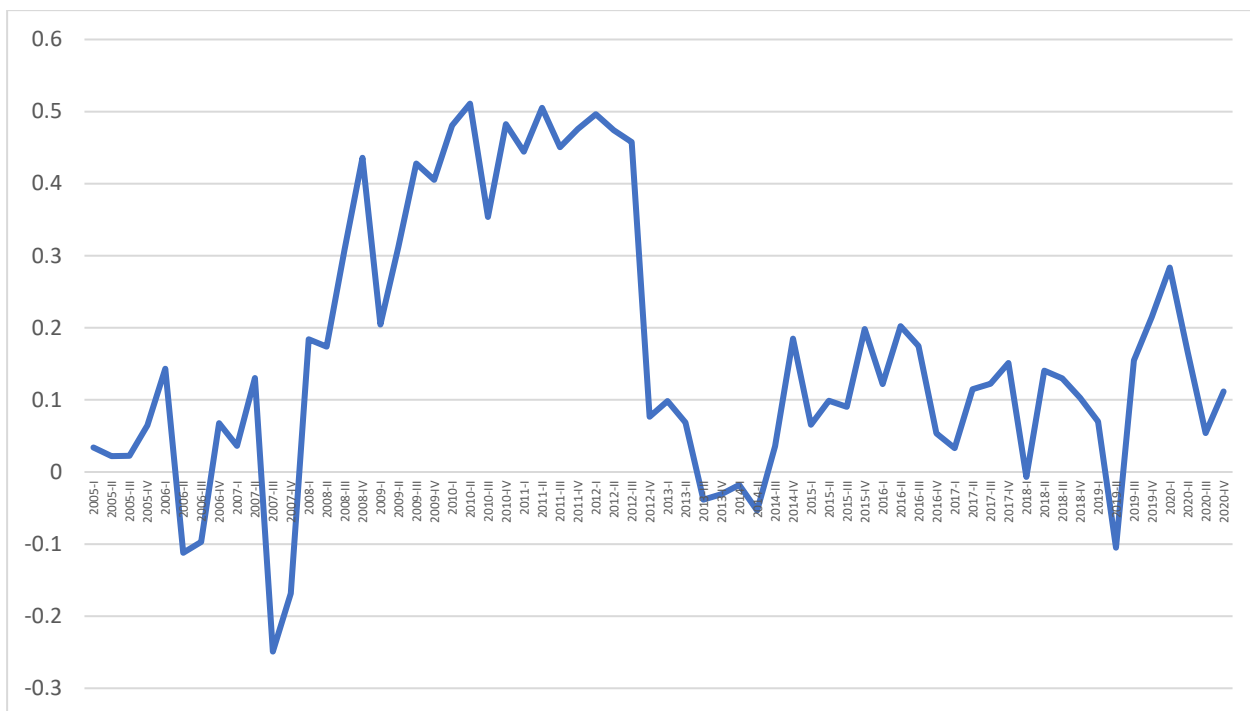
Слика 2. Кретање композитног индекса пословне успешности AIK банке



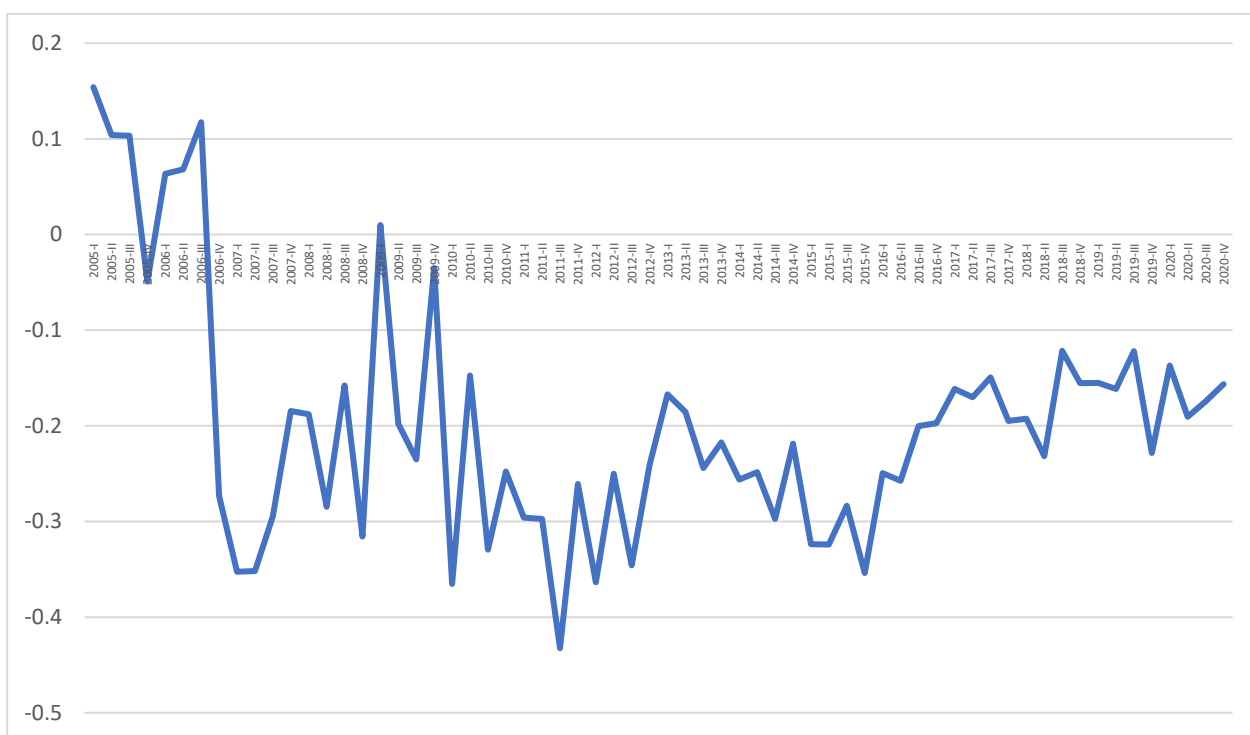
Слика 3. Кретање композитног индекса пословне успешности Алта банке



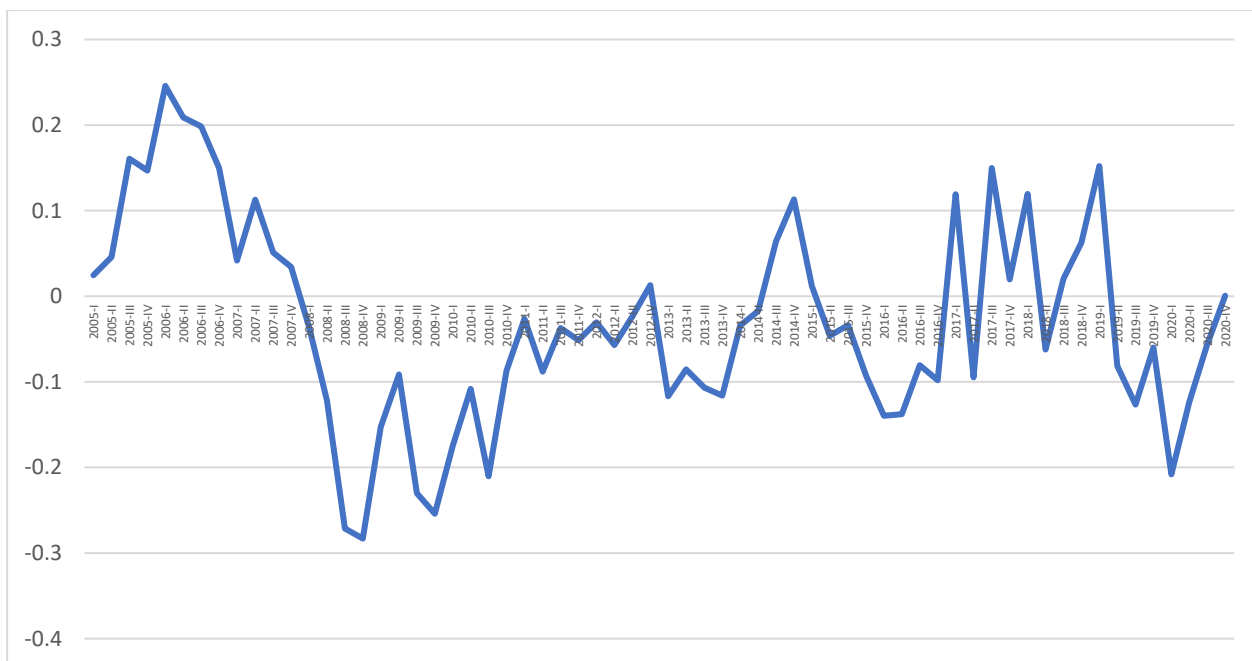
Слика 4. Кретање композитног индекса пословне успешности банке Banca Intesa



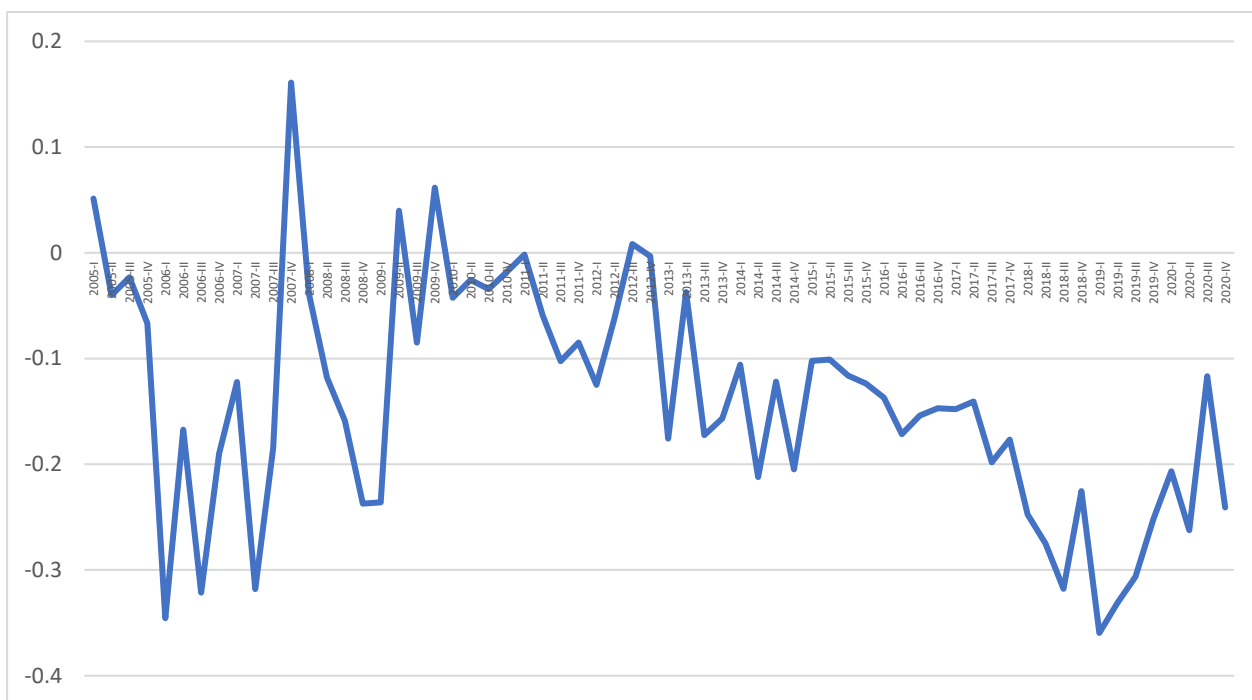
Слика 5. Кретање композитног индекса пословне успешности Банке Поштанска штедионица



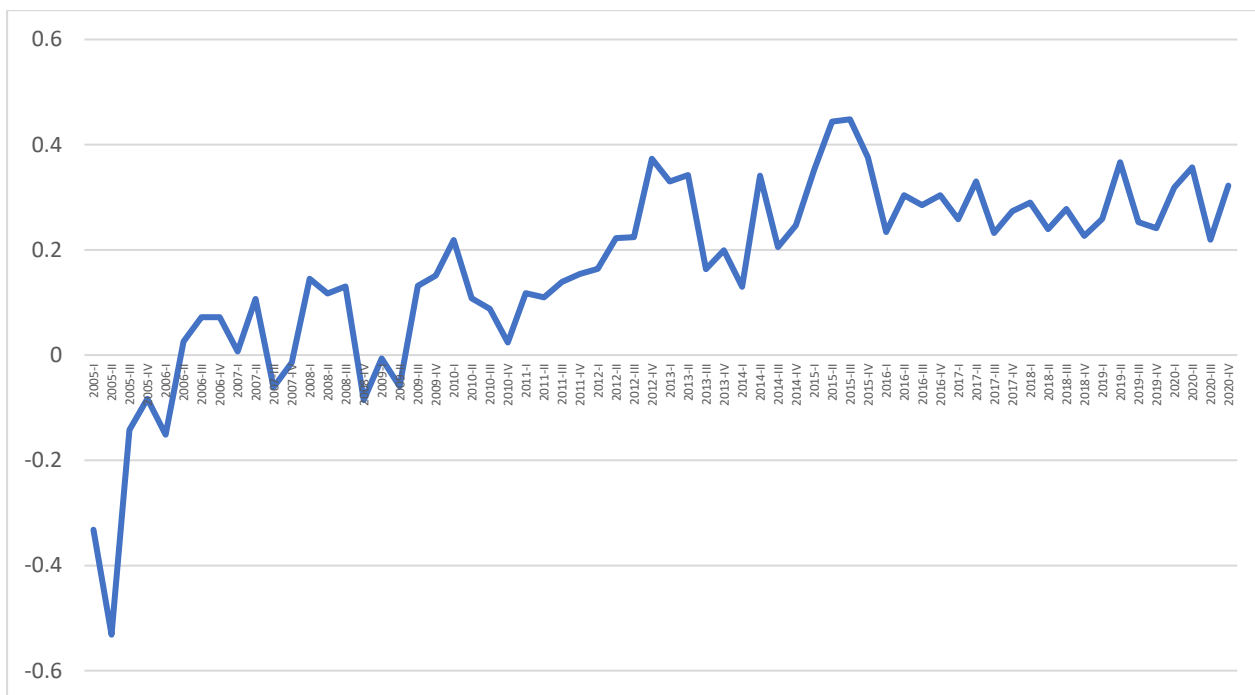
Слика 6. Кретање композитног индекса пословне успешности Credit Agricole банке



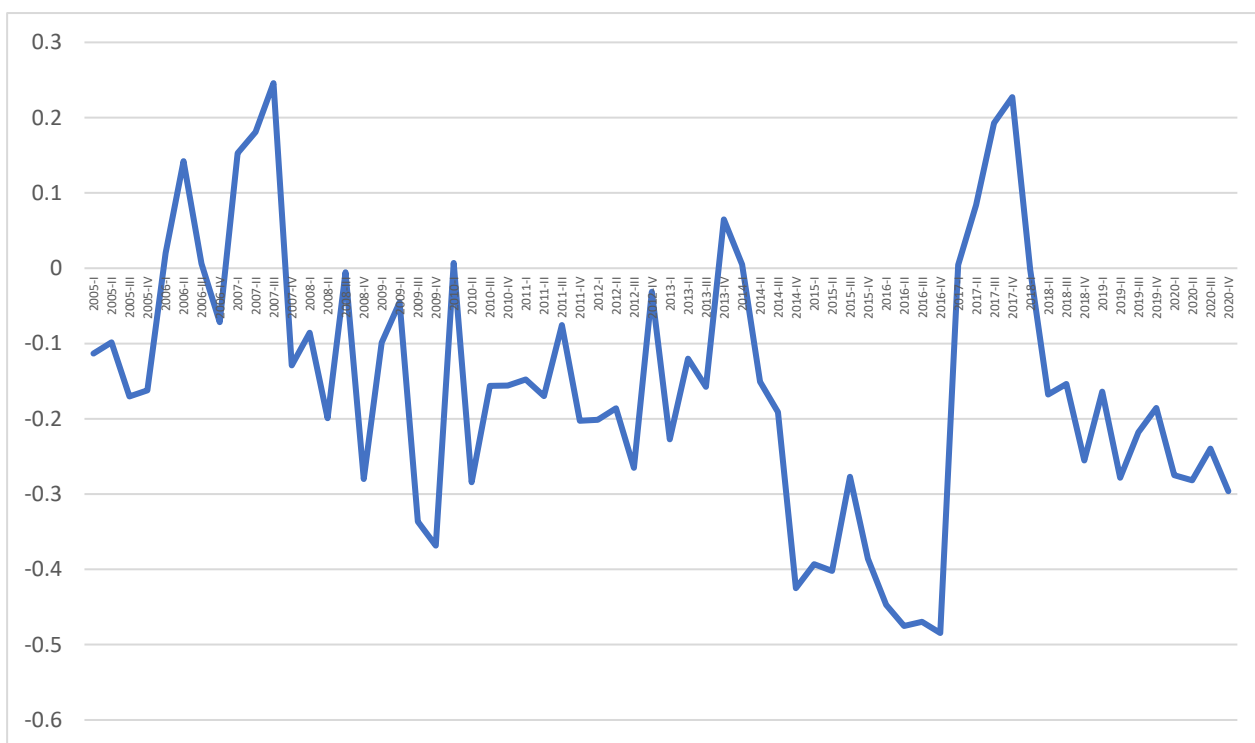
Слика 7. Кретање композитног индекса пословне успешности Директне банке



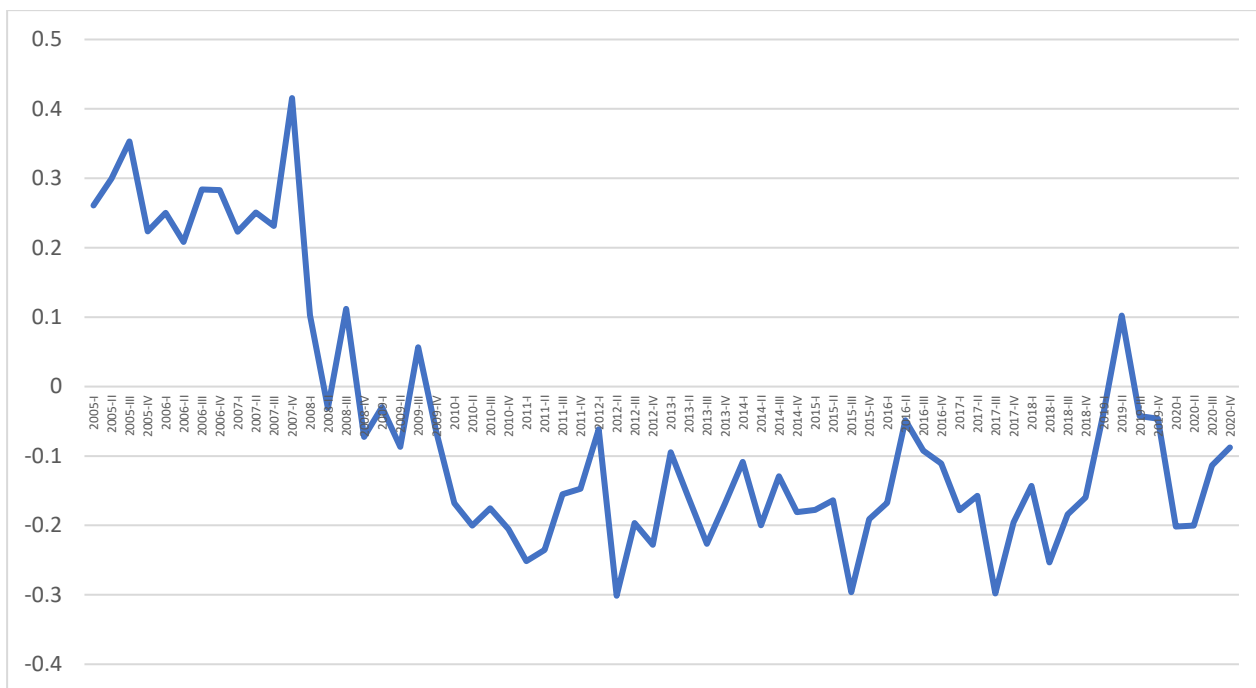
Слика 8. Кретање композитног индекса пословне успешности Erste банке



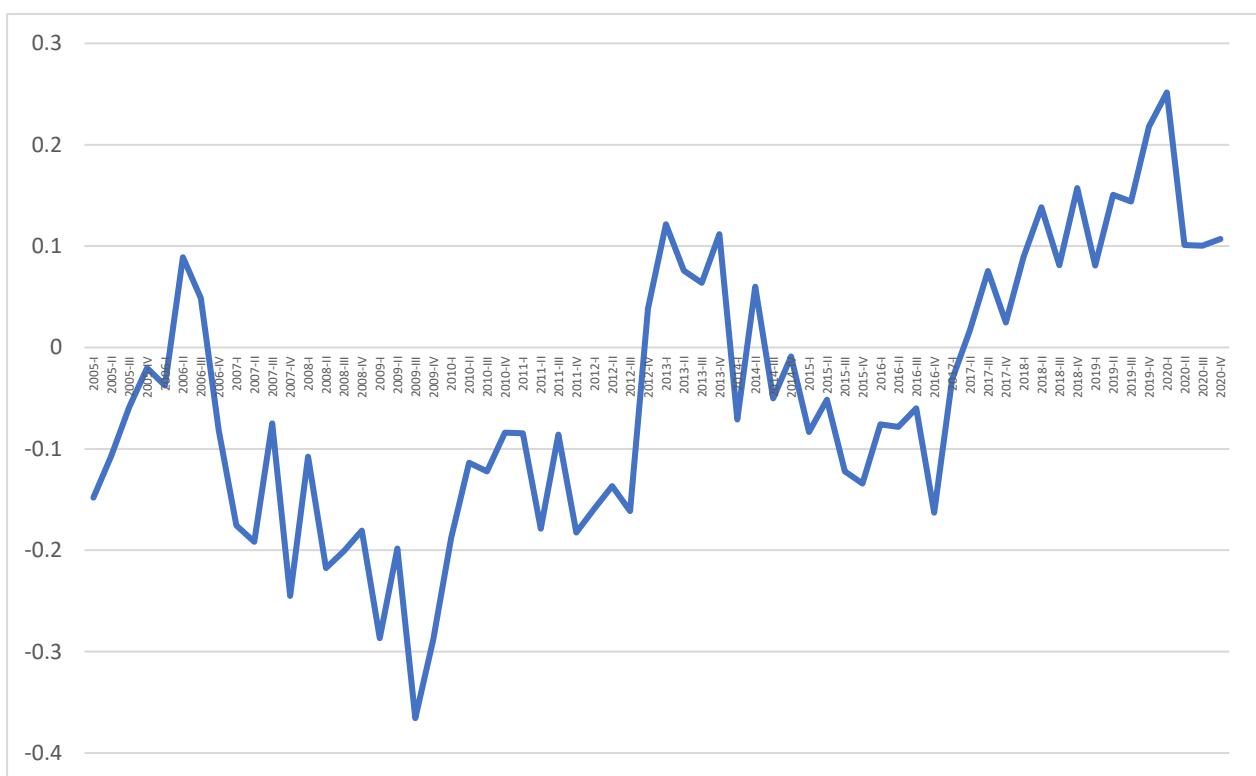
Слика 9. Кретање композитног индекса пословне успешности банке Eurobank



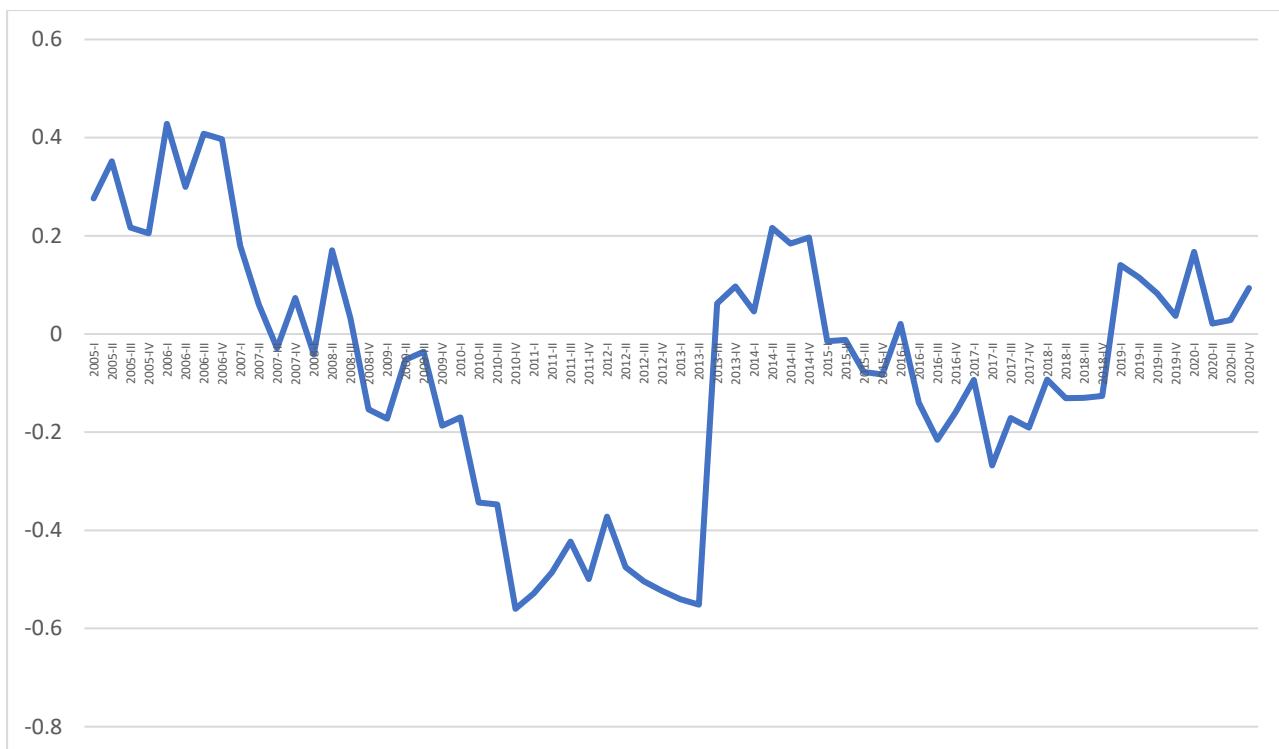
Слика 10. Кретање композитног индекса пословне успешности Exprobank банке



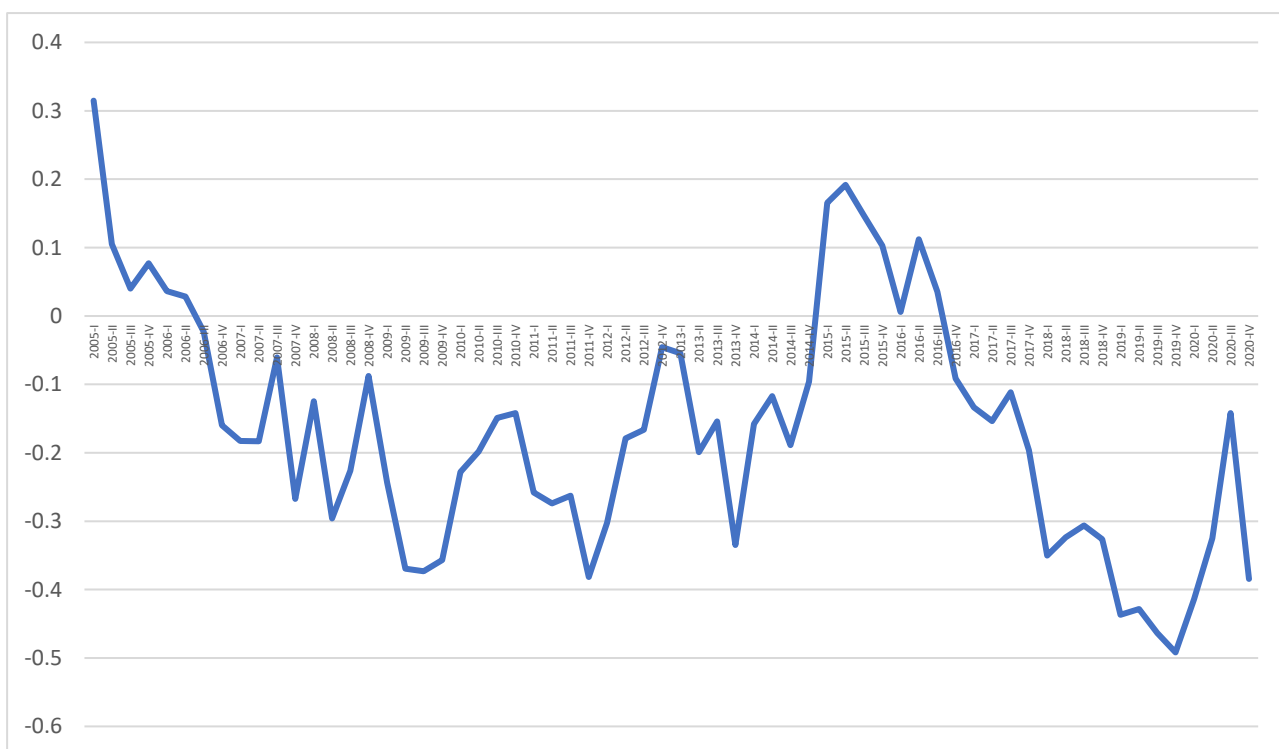
Слика 11. Кретање композитног индекса пословне успешности банке *Halkbank*



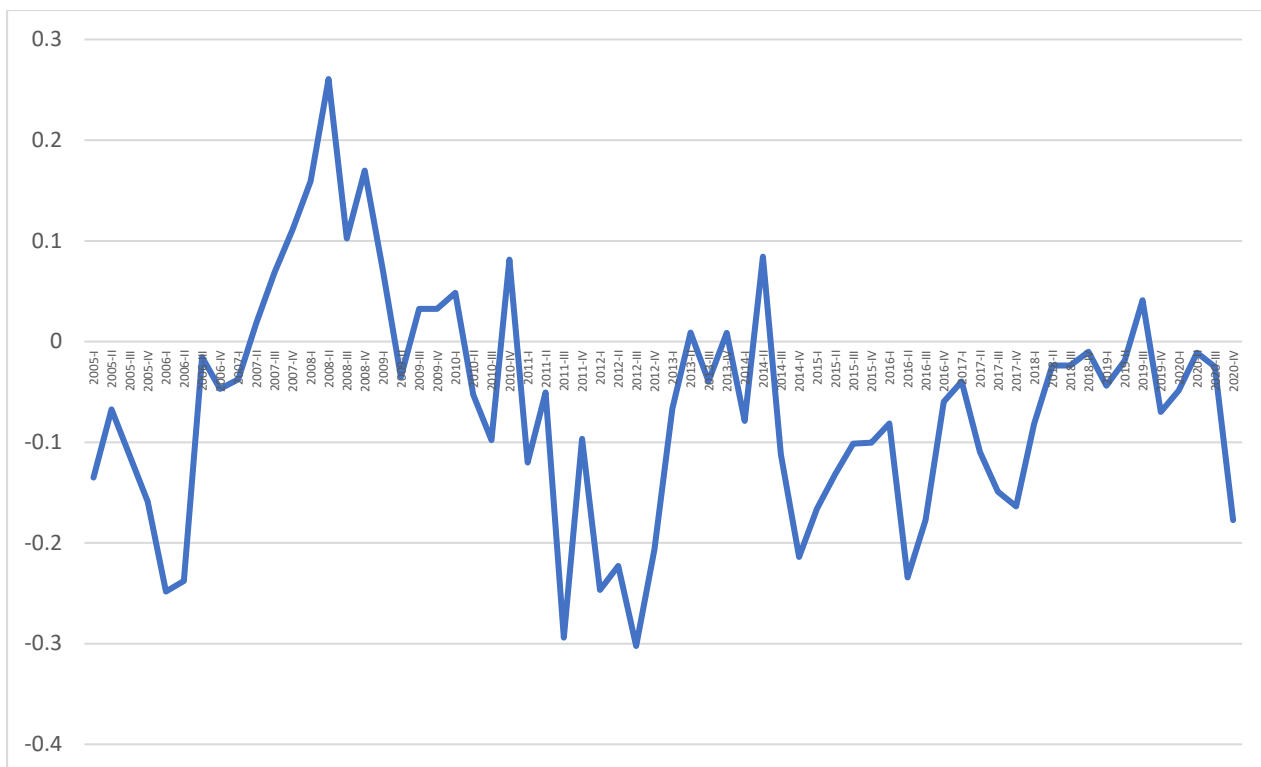
Слика 12. Кретање композитног индекса пословне успешности Комерцијалне банке



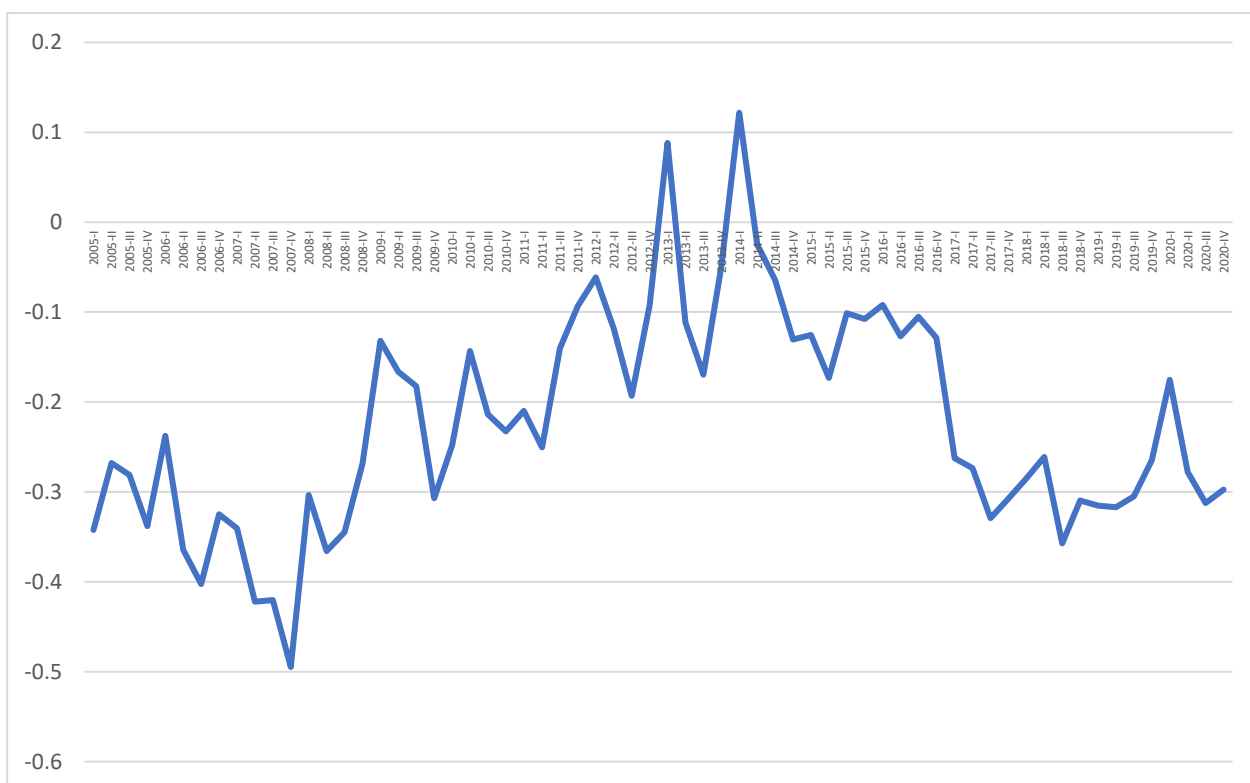
Слика 13. Кретање композитног индекса пословне успешности Моби банке



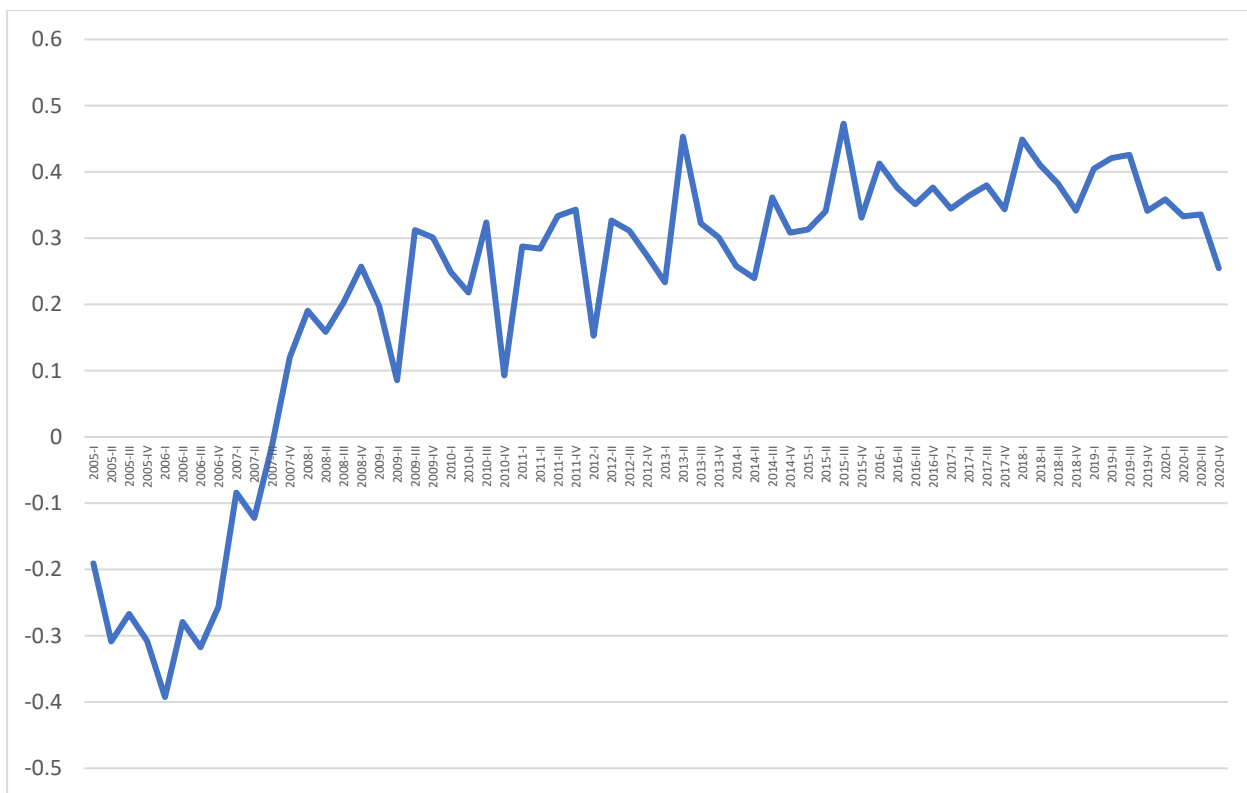
Слика 14. Кретање композитног индекса пословне успешности NLB банке



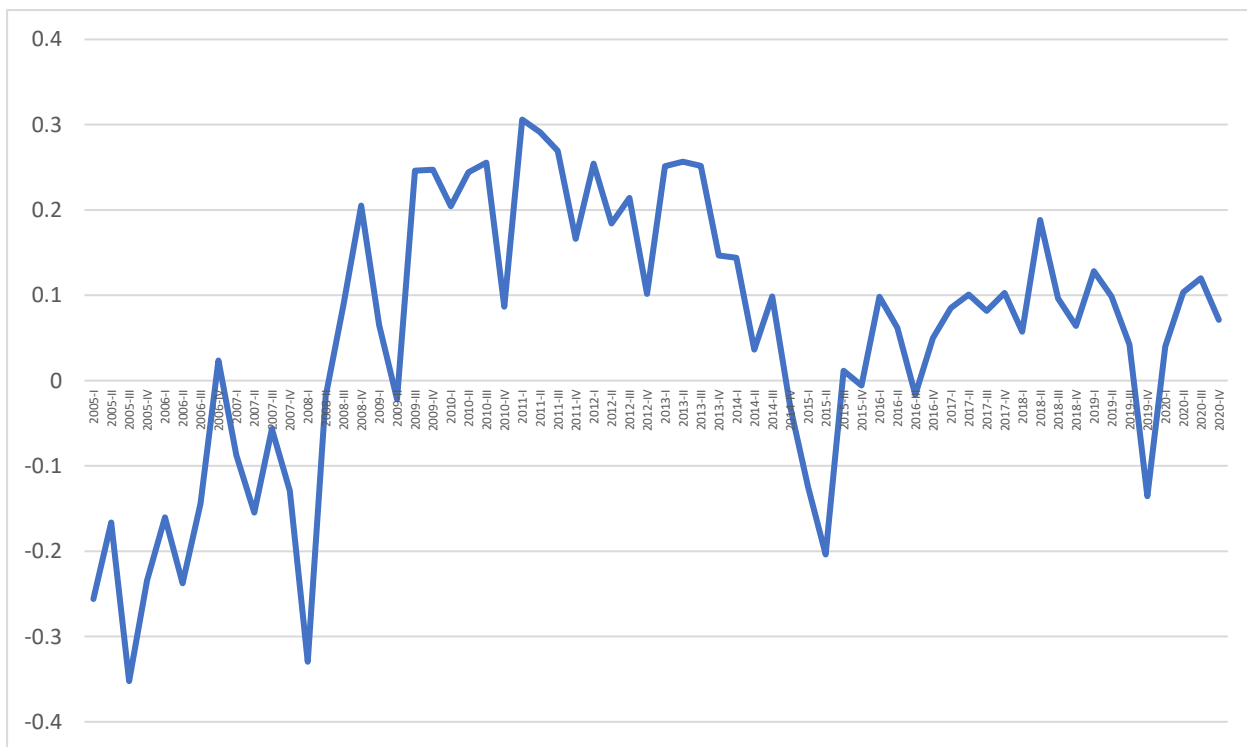
Слика 15. Кретање композитног индекса пословне успешности OTP банке



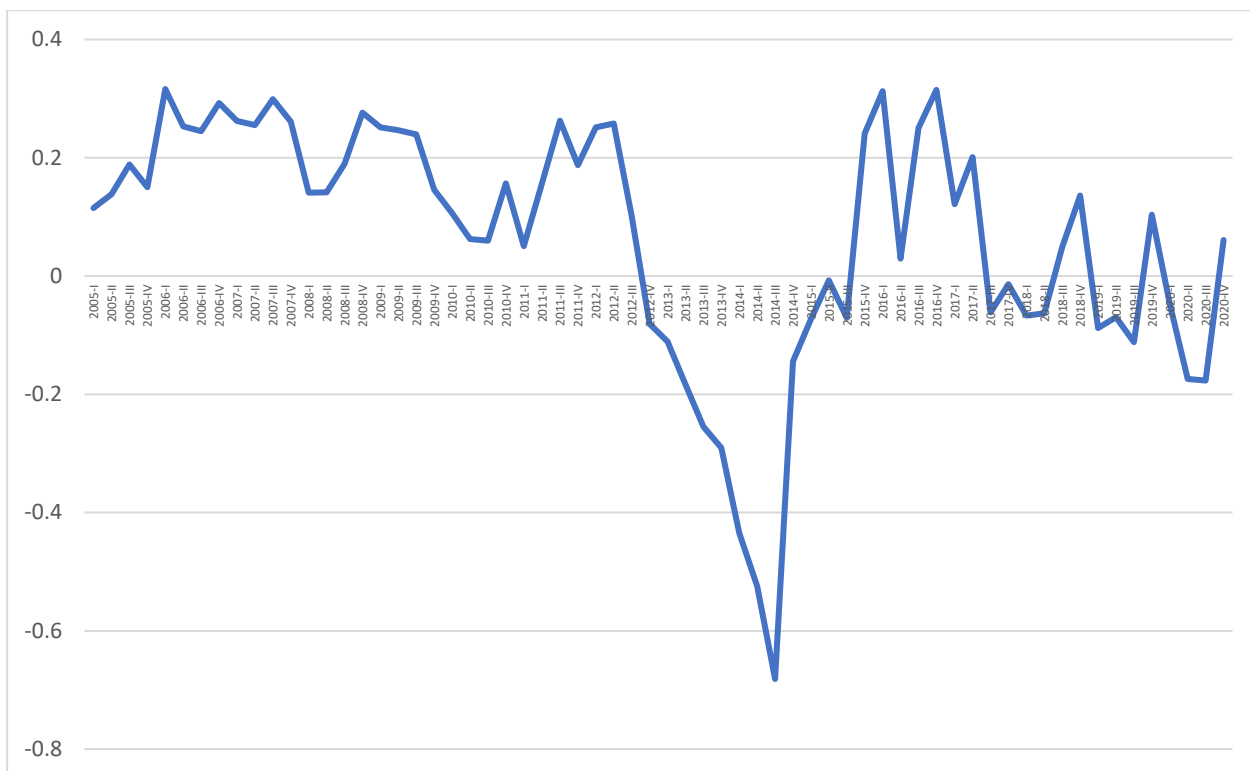
Слика 16. Кретање композитног индекса пословне успешности ProCredit банке



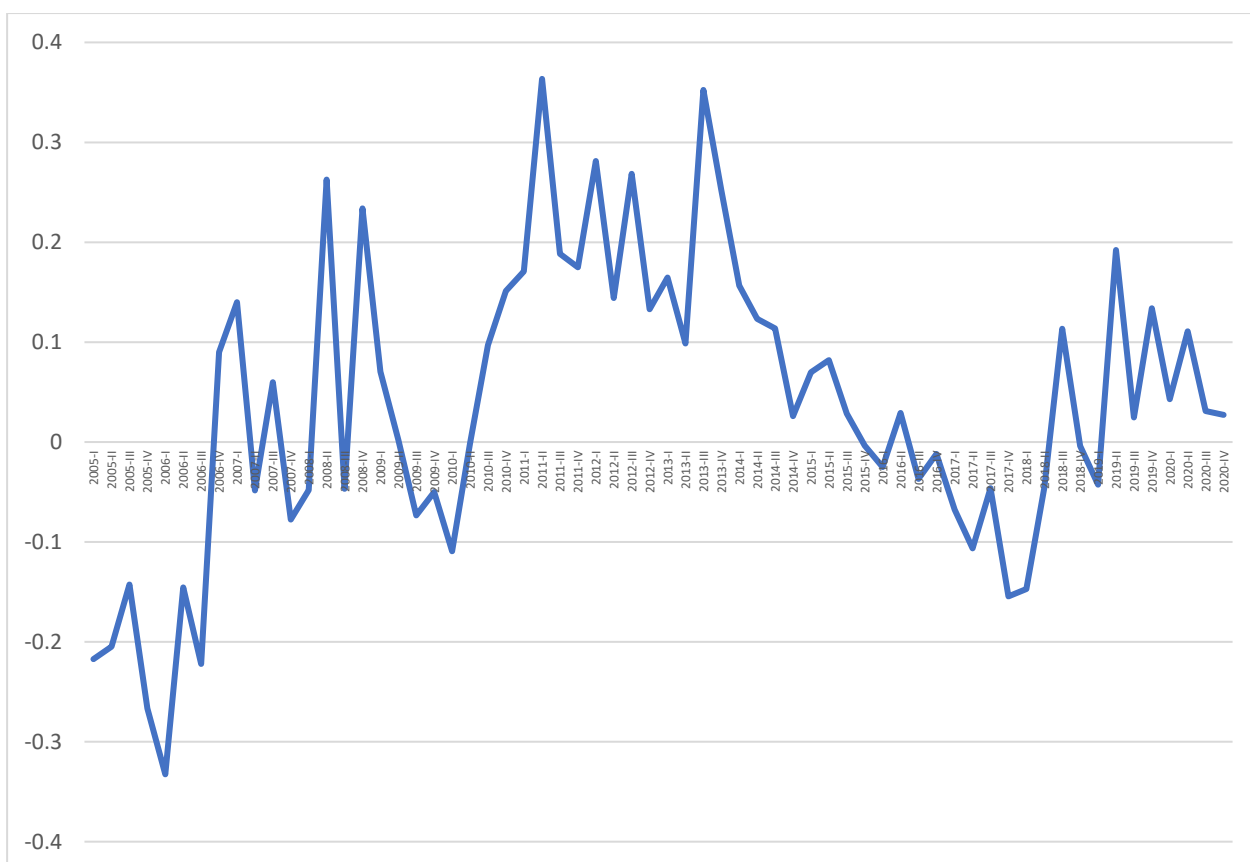
Слика 17. Кретање композитног индекса пословне успешности *Raiffeisen* банке



Слика 18. Кретање композитног индекса пословне успешности банке *Sberbank*



Слика 19. Кретање композитног индекса пословне успешности Српске банке



Слика 20. Кретање композитног индекса пословне успешности UniCredit банке

Прилог 2

Табела 1. Вредности композитних индекса у првом кварталу 2005. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,2283	-0,1123	0,3705
АИК банка	0,3714	0,4106	0,6029
Алта банка	0,3048	0,2878	0,5699
<i>Banca Intesa</i>	0,0559	0,1438	0,5135
Банка Поштанска штедионица	0,0342	-0,0421	0,5652
<i>Credit Agricole</i> банка	0,1540	0,1474	0,5685
Директна банка	0,0245	-0,1157	0,5562
<i>Erste</i> банка	0,0513	0,0772	0,5137
<i>Eurobank</i>	-0,3320	-0,3579	0,3994
<i>Expobank</i>	-0,1131	-0,2105	0,4769
<i>Halkbank</i>	0,2610	0,2141	0,5781
Комерцијална банка	-0,1482	-0,2071	0,4714
Моби банка	0,2761	0,1930	0,5691
<i>NLB</i> банка	0,3148	0,2912	0,5490
<i>OTP</i> банка	-0,1352	-0,0246	0,4309
<i>ProCredit</i> банка	-0,3423	-0,2562	0,3613
<i>Raiffeisen</i> банка	-0,1907	-0,0808	0,4194
<i>Sberbank</i>	-0,2562	-0,2421	0,4336
Српска банка	0,1152	0,0773	0,5207
<i>UniCredit</i> банка	-0,2173	-0,1931	0,4173

Табела 2. Вредности композитних индекса у другом кварталу 2005. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,1797	-0,0807	0,3824
АИК банка	0,4662	0,5123	0,6169
Алта банка	0,2948	0,2807	0,5621
<i>Banca Intesa</i>	0,1455	0,1930	0,5558
Банка Поштанска штедионица	0,0220	-0,0772	0,5558
<i>Credit Agricole</i> банка	0,1039	0,0982	0,5541
Директна банка	0,0459	-0,0421	0,6021
<i>Erste</i> банка	-0,0402	-0,0351	0,5233
<i>Eurobank</i>	-0,5316	-0,5544	0,3363
<i>Expobank</i>	-0,0986	-0,1474	0,4691
<i>Halkbank</i>	0,2996	0,2596	0,5958
Комерцијална банка	-0,1072	-0,1158	0,4744
Моби банка	0,3518	0,2737	0,6068
<i>NLB</i> банка	0,1050	0,0421	0,5286
<i>OTP</i> банка	-0,0675	-0,0421	0,4678
<i>ProCredit</i> банка	-0,2679	-0,1649	0,3698
<i>Raiffeisen</i> банка	-0,3088	-0,2316	0,4050
<i>Sberbank</i>	-0,1663	-0,1895	0,4251
Српска банка	0,1380	0,1404	0,5413
<i>UniCredit</i> банка	-0,2048	-0,1193	0,4041

Табела 3. Вредности композитних индекса у трећем кварталу 2005. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,1264	0,0070	0,4092
АИК банка	0,4310	0,4351	0,6312
Алта банка	0,2359	0,1754	0,5623
<i>Banca Intesa</i>	-0,0740	-0,0421	0,5041
Банка Поштанска штедионица	0,0223	-0,0877	0,5765
<i>Credit Agricole</i> банка	0,1032	0,1404	0,5294
Директна банка	0,1606	0,0842	0,5934
<i>Erste</i> банка	-0,0232	-0,0842	0,5335
<i>Eurobank</i>	-0,1424	-0,1053	0,4610
<i>Expobank</i>	-0,1704	-0,1719	0,4529
<i>Halkbank</i>	0,3533	0,3614	0,6003
Комерцијална банка	-0,0591	-0,0877	0,4885
Моби банка	0,2170	0,1509	0,5404
<i>NLB</i> банка	0,0403	-0,0105	0,5087
<i>OTP</i> банка	-0,1135	-0,1228	0,4804
<i>ProCredit</i> банка	-0,2809	-0,1965	0,3880
<i>Raiffeisen</i> банка	-0,2670	-0,1544	0,4252
<i>Sberbank</i>	-0,3523	-0,3579	0,3824
Српска банка	0,1884	0,1614	0,5426
<i>UniCredit</i> банка	-0,1428	-0,0947	0,4677

Табела 4. Вредности композитних индекса у четвртном кварталу 2005. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,1535	-0,0351	0,3930
АИК банка	0,4602	0,4842	0,6739
Алта банка	0,3101	0,3579	0,5915
<i>Banca Intesa</i>	0,2030	0,2491	0,5784
Банка Поштанска штедионица	0,0647	-0,0281	0,5342
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,0493	0,0281	0,5004
Директна банка	0,1467	0,0175	0,5956
<i>Erste</i> банка	-0,0666	-0,1053	0,4699
<i>Eurobank</i>	-0,0832	-0,1474	0,4985
<i>Expobank</i>	-0,1622	-0,1123	0,4559
<i>Halkbank</i>	0,2234	0,2421	0,5929
Комерцијална банка	-0,0203	-0,1439	0,5231
Моби банка	0,2049	0,1789	0,5030
<i>NLB</i> банка	0,0771	0,0632	0,5156
<i>OTP</i> банка	-0,1588	-0,1579	0,4522
<i>ProCredit</i> банка	-0,3381	-0,3053	0,4059
<i>Raiffeisen</i> банка	-0,3075	-0,2632	0,4361
<i>Sberbank</i>	-0,2343	-0,2772	0,3985
Српска банка	0,1503	0,1684	0,5238
<i>UniCredit</i> банка	-0,2666	-0,2140	0,4597

Табела 5. Вредности композитних индекса у првом кварталу 2006. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,2134	-0,1333	0,3941
АИК банка	0,4019	0,4386	0,5758
Алта банка	0,1976	0,2561	0,5458
<i>Banca Intesa</i>	0,0163	0,0175	0,4361
Банка Поштанска штедионица	0,1433	-0,0140	0,5635
<i>Credit Agricole</i> банка	0,0635	0,1228	0,4794
Директна банка	0,2458	0,1439	0,5919
<i>Erste</i> банка	-0,3456	-0,3684	0,3599
<i>Eurobank</i>	-0,1516	-0,2386	0,4171
<i>Expobank</i>	0,0200	-0,0281	0,4872
<i>Halkbank</i>	0,2502	0,3018	0,5572
Комерцијална банка	-0,0377	-0,0632	0,4343
Моби банка	0,4282	0,3579	0,5474
<i>NLB</i> банка	0,0365	-0,0105	0,4779
<i>OTP</i> банка	-0,2483	-0,1930	0,3572
<i>ProCredit</i> банка	-0,2377	-0,1579	0,3607
<i>Raiffeisen</i> банка	-0,3925	-0,3298	0,3372
<i>Sberbank</i>	-0,1604	-0,1088	0,3937
Српска банка	0,3162	0,3158	0,5378
<i>UniCredit</i> банка	-0,3326	-0,3088	0,3509

Табела 6. Вредности композитних индекса у другом кварталу 2006. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,3944	-0,3088	0,3680
АИК банка	0,3439	0,3789	0,5878
Алта банка	0,2974	0,3298	0,5787
<i>Banca Intesa</i>	-0,0259	-0,0035	0,4469
Банка Поштанска штедионица	-0,1123	-0,3018	0,4402
<i>Credit Agricole</i> банка	0,0680	0,0737	0,4889
Директна банка	0,2089	0,0877	0,5841
<i>Erste</i> банка	-0,1672	-0,1930	0,4355
<i>Eurobank</i>	0,0259	0,0175	0,4869
<i>Expobank</i>	0,1421	0,1193	0,4751
<i>Halkbank</i>	0,2082	0,2491	0,5629
Комерцијална банка	0,0890	0,0947	0,4791
Моби банка	0,2994	0,2000	0,5450
<i>NLB</i> банка	0,0285	0,0386	0,4709
<i>OTP</i> банка	-0,2379	-0,2421	0,3981
<i>ProCredit</i> банка	-0,3645	-0,2421	0,3608
<i>Raiffeisen</i> банка	-0,2790	-0,2702	0,3934
<i>Sberbank</i>	-0,2376	-0,2211	0,4365
Српска банка	0,2532	0,2842	0,5395
<i>UniCredit</i> банка	-0,1456	-0,0912	0,3889

Табела 7. Вредности композитних индекса у трећем кварталу 2006. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,3191	-0,3191	0,4073
АИК банка	0,3781	0,3781	0,6291
Алта банка	0,1675	0,1675	0,5793
<i>Banca Intesa</i>	-0,0627	-0,0627	0,4669
Банка Поштанска штедионица	-0,0969	-0,0969	0,5018
<i>Credit Agricole</i> банка	0,1174	0,1174	0,5258
Директна банка	0,1986	0,1986	0,5722
<i>Erste</i> банка	-0,3214	-0,3214	0,4102
<i>Eurobank</i>	0,0721	0,0721	0,5395
<i>Expobank</i>	0,0060	0,0060	0,4924
<i>Halkbank</i>	0,2838	0,2838	0,5908
Комерцијална банка	0,0487	0,0487	0,5049
Моби банка	0,4079	0,4079	0,6140
<i>NLB</i> банка	-0,0229	-0,0229	0,4866
<i>OTP</i> банка	-0,0157	-0,0157	0,4927
<i>ProCredit</i> банка	-0,4026	-0,4026	0,3700
<i>Raiffeisen</i> банка	-0,3175	-0,3175	0,4034
<i>Sberbank</i>	-0,1441	-0,1441	0,4611
Српска банка	0,2449	0,2449	0,5732
<i>UniCredit</i> банка	-0,2222	-0,2222	0,4493

Табела 8. Вредности композитних индекса у четвртном кварталу 2006. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,3668	-0,2807	0,4257
АИК банка	0,2619	0,3298	0,5931
Алта банка	0,3265	0,3228	0,6252
<i>Banca Intesa</i>	-0,1934	-0,1719	0,4340
Банка Поштанска штедионица	0,0679	0,0000	0,5731
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2732	-0,2632	0,4531
Директна банка	0,1499	0,0421	0,5846
<i>Erste</i> банка	-0,1900	-0,2982	0,4741
<i>Eurobank</i>	0,0722	0,0456	0,5650
<i>Expobank</i>	-0,0717	-0,1088	0,5056
<i>Halkbank</i>	0,2829	0,3228	0,6275
Комерцијална банка	-0,0817	-0,1158	0,4958
Моби банка	0,3968	0,3579	0,6656
<i>NLB</i> банка	-0,1598	-0,1895	0,4768
<i>OTP</i> банка	-0,0470	0,0386	0,5069
<i>ProCredit</i> банка	-0,3248	-0,2526	0,4114
<i>Raiffeisen</i> банка	-0,2564	-0,2070	0,4679
<i>Sberbank</i>	0,0237	0,0281	0,5007
Српска банка	0,2928	0,3018	0,6030
<i>UniCredit</i> банка	0,0901	0,0982	0,5184

Табела 9. Вредности композитних индекса у првом кварталу 2007. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,3576	-0,2912	0,4230
АИК банка	0,2467	0,2842	0,5354
Алта банка	0,4459	0,4246	0,5973
<i>Banca Intesa</i>	0,0050	-0,0280	0,4880
Банка Поштанска штедионица	0,0361	-0,0913	0,5873
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,3525	-0,3439	0,4231
Директна банка	0,0416	-0,1088	0,5406
<i>Erste</i> банка	-0,1223	-0,1579	0,4980
<i>Eurobank</i>	0,0069	-0,0035	0,5031
<i>Expobank</i>	0,1529	0,1087	0,5587
<i>Halkbank</i>	0,2229	0,2386	0,5416
Комерцијална банка	-0,1755	-0,1860	0,4678
Моби банка	0,1798	0,1228	0,5485
<i>NLB</i> банка	-0,1826	-0,1930	0,4648
<i>OTP</i> банка	-0,0374	0,0772	0,4711
<i>ProCredit</i> банка	-0,3405	-0,2245	0,3769
<i>Raiffeisen</i> банка	-0,0841	0,0106	0,4697
<i>Sberbank</i>	-0,0877	-0,0070	0,4691
Српска банка	0,2623	0,2702	0,5623
<i>UniCredit</i> банка	0,1401	0,0983	0,4864

Табела 10. Вредности композитних индекса у другом кварталу 2007. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,0999	-0,0456	0,4529
АИК банка	0,4202	0,4000	0,5692
Алта банка	0,3912	0,3544	0,5848
<i>Banca Intesa</i>	-0,0363	-0,0456	0,4859
Банка Поштанска штедионица	0,1305	0,0140	0,6177
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,3520	-0,3614	0,4524
Директна банка	0,1129	0,0070	0,5728
<i>Erste</i> банка	-0,3182	-0,3544	0,4767
<i>Eurobank</i>	0,1069	0,1404	0,5211
<i>Expobank</i>	0,1811	0,1193	0,5531
<i>Halkbank</i>	0,2508	0,2667	0,5484
Комерцијална банка	-0,1918	-0,1860	0,4686
Моби банка	0,0605	-0,0035	0,4979
<i>NLB</i> банка	-0,1830	-0,1825	0,4742
<i>OTP</i> банка	0,0183	0,1333	0,4792
<i>ProCredit</i> банка	-0,4220	-0,3123	0,3966
<i>Raiffeisen</i> банка	-0,1219	-0,0386	0,4650
<i>Sberbank</i>	-0,1546	-0,1053	0,4678
Српска банка	0,2554	0,2386	0,5647
<i>UniCredit</i> банка	-0,0483	-0,0386	0,4865

Табела 11. Вредности композитних индекса у трећем кварталу 2007. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,1955	-0,1158	0,4372
АИК банка	0,2947	0,3439	0,5440
Алта банка	0,4541	0,4211	0,6018
<i>Banca Intesa</i>	-0,0635	-0,0667	0,4868
Банка Поштанска штедионица	-0,2491	-0,3404	0,5428
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2947	-0,2632	0,4217
Директна банка	0,0512	-0,0772	0,5750
<i>Erste</i> банка	-0,1849	-0,2140	0,4885
<i>Eurobank</i>	-0,0615	-0,0386	0,5217
<i>Expobank</i>	0,2459	0,2175	0,5623
<i>Halkbank</i>	0,2315	0,2772	0,5393
Комерцијална банка	-0,0748	-0,0526	0,4724
Моби банка	-0,0292	-0,0842	0,5053
<i>NLB</i> банка	-0,0607	-0,1263	0,4869
<i>OTP</i> банка	0,0683	0,1158	0,5106
<i>ProCredit</i> банка	-0,4202	-0,3509	0,3910
<i>Raiffeisen</i> банка	-0,0138	0,0596	0,4773
<i>Sberbank</i>	-0,0569	-0,0386	0,4954
Српска банка	0,2993	0,2842	0,5762
<i>UniCredit</i> банка	0,0600	0,0491	0,5134

Табела 12. Вредности композитних индекса у четвртном кварталу 2007. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,3336	-0,2912	0,4293
АИК банка	0,3901	0,4561	0,5771
Алта банка	0,4225	0,4561	0,5967
<i>Banca Intesa</i>	0,0546	0,0456	0,5017
Банка Поштанска штедионица	-0,1685	-0,3018	0,4337
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1847	-0,2246	0,4807
Директна банка	0,0344	-0,0877	0,5357
<i>Erste</i> банка	0,1610	0,0842	0,5422
<i>Eurobank</i>	-0,0142	0,0351	0,5106
<i>Expobank</i>	-0,1292	-0,1860	0,4933
<i>Halkbank</i>	0,4156	0,4386	0,6069
Комерцијална банка	-0,2452	-0,1509	0,4363
Моби банка	0,0735	-0,0386	0,5086
<i>NLB</i> банка	-0,2673	-0,2737	0,4663
<i>OTP</i> банка	0,1107	0,1789	0,5073
<i>ProCredit</i> банка	-0,4947	-0,4421	0,3573
<i>Raiffeisen</i> банка	0,1206	0,1684	0,5087
<i>Sberbank</i>	-0,1292	-0,1088	0,4760
Српска банка	0,2610	0,2246	0,5856
<i>UniCredit</i> банка	-0,0775	0,0175	0,4828

Табела 13. Вредности композитних индекса у првом кварталу 2008. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,2523	-0,2211	0,4489
АИК банка	0,3000	0,3579	0,5204
Алта банка	0,3602	0,4141	0,5784
<i>Banca Intesa</i>	-0,0269	0,0035	0,4738
Банка Поштанска штедионица	0,1839	-0,0070	0,5711
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1878	-0,2281	0,4797
Директна банка	-0,0356	-0,1544	0,5272
<i>Erste</i> банка	-0,0392	-0,0912	0,4950
<i>Eurobank</i>	0,1449	0,1965	0,5146
<i>Expobank</i>	-0,0858	-0,1684	0,4857
<i>Halkbank</i>	0,1027	0,1228	0,5033
Комерцијална банка	-0,1076	-0,0597	0,4895
Моби банка	-0,0413	-0,1438	0,4867
<i>NLB</i> банка	-0,1247	-0,1334	0,4690
<i>OTP</i> банка	0,1593	0,2597	0,5068
<i>ProCredit</i> банка	-0,3034	-0,2632	0,3812
<i>Raiffeisen</i> банка	0,1903	0,2316	0,4922
<i>Sberbank</i>	-0,3296	-0,2737	0,4619
Српска банка	0,1408	0,1369	0,5266
<i>UniCredit</i> банка	-0,0480	0,0210	0,4805

Табела 14. Вредности композитних индекса у другом кварталу 2008. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,0320	0,0035	0,4982
АИК банка	0,1928	0,2561	0,5327
Алта банка	0,3239	0,3649	0,5871
<i>Banca Intesa</i>	-0,1175	-0,0632	0,4982
Банка Поштанска штедионица	0,1741	0,0211	0,5804
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2846	-0,3333	0,4728
Директна банка	-0,1216	-0,2421	0,5251
<i>Erste</i> банка	-0,1179	-0,1719	0,5191
<i>Eurobank</i>	0,1169	0,1860	0,5436
<i>Expobank</i>	-0,1994	-0,2281	0,4866
<i>Halkbank</i>	-0,0311	-0,0281	0,5079
Комерцијална банка	-0,2175	-0,1614	0,4780
Моби банка	0,1705	0,0702	0,5504
<i>NLB</i> банка	-0,2958	-0,2877	0,4841
<i>OTP</i> банка	0,2607	0,3053	0,5282
<i>ProCredit</i> банка	-0,3657	-0,3298	0,4406
<i>Raiffeisen</i> банка	0,1585	0,1930	0,5345
<i>Sberbank</i>	-0,0184	0,0140	0,5028
Српска банка	0,1415	0,1158	0,5390
<i>UniCredit</i> банка	0,2627	0,3158	0,5363

Табела 15. Вредности композитних индекса у трећем кварталу 2008. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,2696	-0,1719	0,4400
АИК банка	0,3727	0,3789	0,5484
Алта банка	0,2651	0,3193	0,5637
<i>Banca Intesa</i>	-0,1245	-0,0456	0,4469
Банка Поштанска штедионица	0,3086	0,1895	0,6529
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1576	-0,2281	0,4596
Директна банка	-0,2711	-0,4105	0,4287
<i>Erste</i> банка	-0,1588	-0,2175	0,4764
<i>Eurobank</i>	0,1304	0,2070	0,5237
<i>Expobank</i>	-0,0054	-0,1088	0,4887
<i>Halkbank</i>	0,1119	0,0912	0,4996
Комерцијална банка	-0,2009	-0,1474	0,4370
Моби банка	0,0327	-0,0211	0,5035
<i>NLB</i> банка	-0,2260	-0,2702	0,4565
<i>OTP</i> банка	0,1024	0,1509	0,4791
<i>ProCredit</i> банка	-0,3449	-0,3088	0,3871
<i>Raiffeisen</i> банка	0,2029	0,2632	0,4916
<i>Sberbank</i>	0,0896	0,1509	0,5173
Српска банка	0,1895	0,1088	0,5295
<i>UniCredit</i> банка	-0,0470	0,0702	0,4646

Табела 16. Вредности композитних индекса у четвртном кварталу 2008. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	0,0578	0,0947	0,5353
АИК банка	0,1896	0,2316	0,5790
Алта банка	0,2216	0,2702	0,5869
<i>Banca Intesa</i>	-0,0834	-0,0175	0,5024
Банка Поштанска штедионица	0,4360	0,3439	0,6665
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,3157	-0,3649	0,4566
Директна банка	-0,2831	-0,4246	0,4561
<i>Erste</i> банка	-0,2371	-0,2807	0,5058
<i>Eurobank</i>	-0,0858	0,0596	0,5362
<i>Expobank</i>	-0,2798	-0,3474	0,4663
<i>Halkbank</i>	-0,0723	-0,0386	0,5092
Комерцијална банка	-0,1805	-0,1474	0,4694
Моби банка	-0,1536	-0,1860	0,4928
<i>NLB</i> банка	-0,0876	-0,1579	0,5037
<i>OTP</i> банка	0,1699	0,2000	0,5407
<i>ProCredit</i> банка	-0,2685	-0,2491	0,4603
<i>Raiffeisen</i> банка	0,2570	0,2877	0,5534
<i>Sberbank</i>	0,2053	0,2386	0,5804
Српска банка	0,2764	0,2070	0,6006
<i>UniCredit</i> банка	0,2339	0,2807	0,5592

Табела 17. Вредности композитних индекса у првом кварталу 2009. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	0,0835	0,1579	0,5051
АИК банка	0,2265	0,2842	0,5273
Алта банка	0,3171	0,3509	0,5767
<i>Banca Intesa</i>	-0,1381	-0,0667	0,4496
Банка Поштанска штедионица	0,2047	0,1333	0,6854
<i>Credit Agricole</i> банка	0,0100	-0,0737	0,4936
Директна банка	-0,1529	-0,2982	0,4970
<i>Erste</i> банка	-0,2361	-0,2596	0,4664
<i>Eurobank</i>	-0,0063	0,0596	0,4966
<i>Expobank</i>	-0,0990	-0,1895	0,4744
<i>Halkbank</i>	-0,0298	-0,0281	0,4828
Комерцијална банка	-0,2869	-0,2702	0,4130
Моби банка	-0,1724	-0,2070	0,4493
<i>NLB</i> банка	-0,2435	-0,3193	0,4424
<i>OTP</i> банка	0,0702	0,1158	0,5007
<i>ProCredit</i> банка	-0,1318	-0,0877	0,4474
<i>Raiffeisen</i> банка	0,1978	0,2140	0,5088
<i>Sberbank</i>	0,0654	0,1579	0,5262
Српска банка	0,2514	0,1895	0,5570
<i>UniCredit</i> банка	0,0703	0,1368	0,4928

Табела 18. Вредности композитних индекса у другом кварталу 2009. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	0,0577	0,1333	0,5156
АИК банка	0,3854	0,4070	0,5708
Алта банка	0,3713	0,4035	0,6099
<i>Banca Intesa</i>	-0,1753	-0,0807	0,4452
Банка Поштанска штедионица	0,3118	0,1754	0,6783
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1980	-0,2351	0,4609
Директна банка	-0,0915	-0,2561	0,5219
<i>Erste</i> банка	0,0397	-0,0526	0,5225
<i>Eurobank</i>	-0,0597	-0,0175	0,5142
<i>Expobank</i>	-0,0451	-0,1474	0,4966
<i>Halkbank</i>	-0,0866	-0,0772	0,4809
Комерцијална банка	-0,1984	-0,1789	0,4210
Моби банка	-0,0526	-0,1018	0,4817
<i>NLB</i> банка	-0,3694	-0,4211	0,4271
<i>OTP</i> банка	-0,0354	0,0316	0,4863
<i>ProCredit</i> банка	-0,1665	-0,0772	0,4454
<i>Raiffeisen</i> банка	0,0859	0,1158	0,5009
<i>Sberbank</i>	-0,0218	0,1053	0,5002
Српска банка	0,2464	0,1860	0,5708
<i>UniCredit</i> банка	0,0021	0,0877	0,4777

Табела 19. Вредности композитних индекса у трећем кварталу 2009. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	0,0289	0,1193	0,5169
АИК банка	0,3405	0,3579	0,5713
Алта банка	0,3191	0,3439	0,6254
<i>Banca Intesa</i>	-0,2175	-0,1228	0,4430
Банка Поштанска штедионица	0,4278	0,3404	0,7041
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2352	-0,2842	0,4563
Директна банка	-0,2301	-0,3754	0,4899
<i>Erste</i> банка	-0,0849	-0,1333	0,5237
<i>Eurobank</i>	0,1315	0,1228	0,5480
<i>Expobank</i>	-0,3364	-0,3474	0,4574
<i>Halkbank</i>	0,0567	0,0316	0,5003
Комерцијална банка	-0,3657	-0,3474	0,4262
Моби банка	-0,0360	-0,0842	0,4892
<i>NLB</i> банка	-0,3731	-0,3965	0,4464
<i>OTP</i> банка	0,0324	0,0632	0,5185
<i>ProCredit</i> банка	-0,1824	-0,1263	0,4454
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3125	0,3018	0,5746
<i>Sberbank</i>	0,2462	0,3088	0,5665
Српска банка	0,2393	0,1789	0,5657
<i>UniCredit</i> банка	-0,0735	0,0491	0,4602

Табела 20. Вредности композитних индекса у четвртном кварталу 2009. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,0980	-0,0386	0,4825
АИК банка	0,4057	0,4246	0,5845
Алта банка	0,4517	0,4667	0,6216
<i>Banca Intesa</i>	-0,1923	-0,1018	0,4481
Банка Поштанска штедионица	0,4051	0,3158	0,6460
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,0354	-0,1228	0,4654
Директна банка	-0,2539	-0,4105	0,4576
<i>Erste</i> банка	0,0616	-0,0246	0,5072
<i>Eurobank</i>	0,1510	0,2035	0,5264
<i>Expobank</i>	-0,3686	-0,3404	0,4276
<i>Halkbank</i>	-0,0642	-0,0737	0,4766
Комерцијална банка	-0,2884	-0,2632	0,4156
Моби банка	-0,1870	-0,2281	0,4580
<i>NLB</i> банка	-0,3568	-0,3965	0,4242
<i>OTP</i> банка	0,0325	0,0737	0,5143
<i>ProCredit</i> банка	-0,3072	-0,2456	0,4179
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3011	0,2596	0,5833
<i>Sberbank</i>	0,2474	0,2912	0,5311
Српска банка	0,1459	0,1579	0,5040
<i>UniCredit</i> банка	-0,0499	0,0526	0,4497

Табела 21. Вредности композитних индекса у првом кварталу 2010, године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,1425	-0,0632	0,4511
АИК банка	0,3726	0,3825	0,5269
Алта банка	0,3790	0,3825	0,5587
<i>Banca Intesa</i>	-0,2299	-0,1333	0,4186
Банка Поштанска штедионица	0,4807	0,3860	0,6676
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,3653	-0,4246	0,4171
Директна банка	-0,1748	-0,3298	0,4835
<i>Erste</i> банка	-0,0426	-0,1158	0,4729
<i>Eurobank</i>	0,2185	0,2491	0,4796
<i>Expobank</i>	0,0072	0,0175	0,4865
<i>Halkbank</i>	-0,1678	-0,1649	0,4330
Комерцијална банка	-0,1878	-0,1649	0,4383
Моби банка	-0,1696	-0,1544	0,4485
<i>NLB</i> банка	-0,2280	-0,2877	0,4196
<i>OTP</i> банка	0,0485	0,1123	0,4950
<i>ProCredit</i> банка	-0,2483	-0,2316	0,4044
<i>Raiffeisen</i> банка	0,2488	0,2175	0,5780
<i>Sberbank</i>	0,2046	0,2912	0,5124
Српска банка	0,1062	0,0421	0,4905
<i>UniCredit</i> банка	-0,1094	-0,0105	0,4384

Табела 22. Вредности композитних индекса у другом кварталу 2010, године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,0739	-0,0175	0,4436
АИК банка	0,3651	0,3719	0,5445
Алта банка	0,3912	0,3895	0,5655
<i>Banca Intesa</i>	-0,2074	-0,1123	0,4140
Банка Поштанска штедионица	0,5110	0,4175	0,6810
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1474	-0,2561	0,4300
Директна банка	-0,1082	-0,2702	0,4785
<i>Erste</i> банка	-0,0255	-0,1123	0,4575
<i>Eurobank</i>	0,1079	0,1368	0,4777
<i>Expobank</i>	-0,2843	-0,2281	0,4037
<i>Halkbank</i>	-0,2004	-0,1754	0,4136
Комерцијална банка	-0,1138	-0,0807	0,4406
Моби банка	-0,3434	-0,2947	0,3806
<i>NLB</i> банка	-0,1981	-0,2386	0,4255
<i>OTP</i> банка	-0,0529	0,0246	0,4455
<i>ProCredit</i> банка	-0,1431	-0,1649	0,3987
<i>Raiffeisen</i> банка	0,2180	0,1789	0,5431
<i>Sberbank</i>	0,2443	0,3439	0,4875
Српска банка	0,0623	0,0035	0,4913
<i>UniCredit</i> банка	-0,0014	0,0842	0,4420

Табела 23. Вредности композитних индекса у трећем кварталу 2010, године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	0,0171	0,0351	0,4516
АИК банка	0,3181	0,3263	0,5214
Алта банка	0,3864	0,3895	0,5727
<i>Banca Intesa</i>	-0,0644	0,0140	0,4297
Банка Поштанска штедионица	0,3539	0,2877	0,6783
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,3296	-0,4175	0,3985
Директна банка	-0,2103	-0,3579	0,4266
<i>Erste</i> банка	-0,0343	-0,0877	0,4480
<i>Eurobank</i>	0,0878	0,1333	0,4858
<i>Expobank</i>	-0,1562	-0,1439	0,4571
<i>Halkbank</i>	-0,1753	-0,1509	0,4162
Комерцијална банка	-0,1223	-0,0772	0,4226
Моби банка	-0,3470	-0,3368	0,3799
<i>NLB</i> банка	-0,1488	-0,1965	0,4246
<i>OTP</i> банка	-0,0978	-0,0140	0,4470
<i>ProCredit</i> банка	-0,2136	-0,1754	0,4036
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3239	0,3158	0,5348
<i>Sberbank</i>	0,2555	0,3193	0,5260
Српска банка	0,0597	-0,0211	0,4848
<i>UniCredit</i> банка	0,0971	0,1579	0,4587

Табела 24. Вредности композитних индекса у четвртном кварталу 2010, године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	0,0293	0,0281	0,4601
АИК банка	0,2769	0,3088	0,5123
Алта банка	0,3961	0,3965	0,5728
<i>Banca Intesa</i>	-0,0452	0,0140	0,4368
Банка Поштанска штедионица	0,4825	0,3825	0,6579
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2477	-0,3368	0,4210
Директна банка	-0,0868	-0,2421	0,4732
<i>Erste</i> банка	-0,0183	-0,0632	0,4543
<i>Eurobank</i>	0,0239	0,1193	0,4655
<i>Expobank</i>	-0,1559	-0,1193	0,4217
<i>Halkbank</i>	-0,2051	-0,1754	0,4099
Комерцијална банка	-0,0839	-0,0632	0,4335
Моби банка	-0,5599	-0,5123	0,3532
<i>NLB</i> банка	-0,1418	-0,2035	0,4419
<i>OTP</i> банка	0,0814	0,0877	0,4851
<i>ProCredit</i> банка	-0,2328	-0,2105	0,4048
<i>Raiffeisen</i> банка	0,0931	0,0982	0,4918
<i>Sberbank</i>	0,0865	0,1825	0,4621
Српска банка	0,1566	0,0772	0,5274
<i>UniCredit</i> банка	0,1511	0,2316	0,4597

Табела 25. Вредности композитних индекса у првом кварталу 2011. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	0,1272	0,1439	0,4580
АИК банка	0,0956	0,1088	0,4719
Алта банка	0,4086	0,3895	0,5612
<i>Banca Intesa</i>	-0,0828	-0,0211	0,4190
Банка Поштанска штедионица	0,4442	0,3228	0,6566
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2959	-0,3860	0,4111
Директна банка	-0,0263	-0,1754	0,5141
<i>Erste</i> банка	-0,0018	-0,0386	0,4380
<i>Eurobank</i>	0,1174	0,1544	0,4584
<i>Expobank</i>	-0,1479	-0,1333	0,4560
<i>Halkbank</i>	-0,2515	-0,2421	0,4003
Комерцијална банка	-0,0847	-0,0632	0,4240
Моби банка	-0,5284	-0,4982	0,3621
<i>NLB</i> банка	-0,2582	-0,3123	0,4189
<i>OTP</i> банка	-0,1203	-0,0281	0,4398
<i>ProCredit</i> банка	-0,2100	-0,1509	0,3946
<i>Raiffeisen</i> банка	0,2874	0,2667	0,4990
<i>Sberbank</i>	0,3060	0,4000	0,5161
Српска банка	0,0503	0,0140	0,4615
<i>UniCredit</i> банка	0,1708	0,2491	0,4448

Табела 26. Вредности композитних индекса у другом кварталу 2011. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	0,1499	0,1754	0,4665
АИК банка	-0,0580	-0,0596	0,4648
Алта банка	0,4040	0,3614	0,5809
<i>Banca Intesa</i>	-0,1172	-0,0632	0,4299
Банка Поштанска штедионица	0,5053	0,4000	0,6580
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2974	-0,3860	0,4195
Директна банка	-0,0881	-0,2070	0,5070
<i>Erste</i> банка	-0,0592	-0,0877	0,4445
<i>Eurobank</i>	0,1099	0,1579	0,4771
<i>Expobank</i>	-0,1700	-0,1754	0,4266
<i>Halkbank</i>	-0,2355	-0,2281	0,4307
Комерцијална банка	-0,1788	-0,1754	0,4283
Моби банка	-0,4856	-0,4526	0,3703
<i>NLB</i> банка	-0,2738	-0,3228	0,4349
<i>OTP</i> банка	-0,0506	-0,0175	0,4517
<i>ProCredit</i> банка	-0,2505	-0,1789	0,4150
<i>Raiffeisen</i> банка	0,2842	0,2807	0,4997
<i>Sberbank</i>	0,2910	0,3965	0,4974
Српска банка	0,1571	0,1474	0,5061
<i>UniCredit</i> банка	0,3635	0,4351	0,4792

Табела 27. Вредности композитних индекса у трећем кварталу 2011. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,0443	0,0175	0,4550
АИК банка	0,1186	0,0982	0,4787
Алта банка	0,3781	0,3368	0,5888
<i>Banca Intesa</i>	-0,0864	-0,0211	0,4374
Банка Поштанска штедионица	0,4504	0,3474	0,6473
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,4325	-0,5053	0,3950
Директна банка	-0,0372	-0,1614	0,5080
<i>Erste</i> банка	-0,1026	-0,1614	0,4415
<i>Eurobank</i>	0,1387	0,1684	0,4976
<i>Expobank</i>	-0,0753	-0,1123	0,4294
<i>Halkbank</i>	-0,1550	-0,1544	0,4284
Комерцијална банка	-0,0859	-0,0982	0,4348
Моби банка	-0,4230	-0,3825	0,3729
<i>NLB</i> банка	-0,2627	-0,3123	0,4379
<i>OTP</i> банка	-0,2941	-0,2246	0,4195
<i>ProCredit</i> банка	-0,1402	-0,0702	0,4412
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3333	0,3368	0,5067
<i>Sberbank</i>	0,2694	0,3509	0,5016
Српска банка	0,2625	0,2667	0,5414
<i>UniCredit</i> банка	0,1883	0,2807	0,4752

Табела 28. Вредности композитних индекса у четвртном кварталу 2011. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	0,0118	0,0386	0,4651
АИК банка	0,1424	0,1614	0,4912
Алта банка	0,3948	0,3649	0,6057
<i>Banca Intesa</i>	-0,0503	0,0140	0,4617
Банка Поштанска штедионица	0,4761	0,3719	0,6494
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2610	-0,3368	0,4276
Директна банка	-0,0514	-0,1754	0,5197
<i>Erste</i> банка	-0,0849	-0,1053	0,4552
<i>Eurobank</i>	0,1541	0,1649	0,5214
<i>Expobank</i>	-0,2027	-0,2105	0,4337
<i>Halkbank</i>	-0,1473	-0,1614	0,4420
Комерцијална банка	-0,1824	-0,1789	0,4340
Моби банка	-0,4994	-0,4456	0,3642
<i>NLB</i> банка	-0,3815	-0,4702	0,4256
<i>OTP</i> банка	-0,0966	-0,0526	0,4396
<i>ProCredit</i> банка	-0,0932	-0,0175	0,4629
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3433	0,3544	0,5302
<i>Sberbank</i>	0,1663	0,2596	0,5011
Српска банка	0,1873	0,1474	0,5541
<i>UniCredit</i> банка	0,1748	0,2772	0,4848

Табела 29. Вредности композитних индекса у првом кварталу 2012. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,1594	-0,0702	0,4203
АИК банка	0,1634	0,1579	0,4544
Алта банка	0,3773	0,3439	0,5493
<i>Banca Intesa</i>	-0,0577	0,0070	0,4283
Банка Поштанска штедионица	0,4963	0,3965	0,6255
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,3635	-0,4351	0,3954
Директна банка	-0,0306	-0,1579	0,4626
<i>Erste</i> банка	-0,1248	-0,1368	0,4159
<i>Eurobank</i>	0,1641	0,1579	0,4571
<i>Expobank</i>	-0,2014	-0,2070	0,4234
<i>Halkbank</i>	-0,0614	-0,0737	0,4202
Комерцијална банка	-0,1593	-0,1474	0,4099
Моби банка	-0,3718	-0,3544	0,3565
<i>NLB</i> банка	-0,3023	-0,3649	0,4196
<i>OTP</i> банка	-0,2467	-0,2140	0,4076
<i>ProCredit</i> банка	-0,0615	0,0351	0,4211
<i>Raiffeisen</i> банка	0,1528	0,2000	0,4637
<i>Sberbank</i>	0,2542	0,3158	0,4710
Српска банка	0,2513	0,1965	0,5064
<i>UniCredit</i> банка	0,2812	0,3509	0,4580

Табела 30. Вредности композитних индекса у другом кварталу 2012. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,1437	-0,0632	0,4270
АИК банка	0,1502	0,1544	0,4837
Алта банка	0,3237	0,2807	0,5829
<i>Banca Intesa</i>	0,0484	0,1053	0,4483
Банка Поштанска штедионица	0,4740	0,3719	0,6293
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2501	-0,3439	0,4352
Директна банка	-0,0571	-0,1825	0,5005
<i>Erste</i> банка	-0,0621	-0,0912	0,4407
<i>Eurobank</i>	0,2224	0,2000	0,4903
<i>Expobank</i>	-0,1860	-0,2105	0,4475
<i>Halkbank</i>	-0,3013	-0,2561	0,4097
Комерцијална банка	-0,1367	-0,1088	0,4176
Моби банка	-0,4749	-0,4596	0,3645
<i>NLB</i> банка	-0,1788	-0,2386	0,4518
<i>OTP</i> банка	-0,2227	-0,2246	0,4268
<i>ProCredit</i> банка	-0,1184	-0,0316	0,4367
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3268	0,3754	0,5078
<i>Sberbank</i>	0,1842	0,2772	0,4675
Српска банка	0,2581	0,1930	0,5463
<i>UniCredit</i> банка	0,1440	0,2526	0,4506

Табела 31. Вредности композитних индекса у трећем кварталу 2012. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,0042	0,0667	0,4487
АИК банка	0,1957	0,2175	0,5076
Алта банка	0,3491	0,2982	0,6067
<i>Banca Intesa</i>	0,0323	0,0982	0,4626
Банка Поштанска штедионица	0,4576	0,3509	0,6021
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,3458	-0,3930	0,4288
Директна банка	-0,0236	-0,1333	0,4923
<i>Erste</i> банка	0,0082	-0,0421	0,4622
<i>Eurobank</i>	0,2241	0,2351	0,5046
<i>Expobank</i>	-0,2651	-0,2947	0,4266
<i>Halkbank</i>	-0,1966	-0,1649	0,4315
Комерцијална банка	-0,1614	-0,1368	0,4350
Моби банка	-0,5040	-0,4947	0,3725
<i>NLB</i> банка	-0,1665	-0,2526	0,4609
<i>OTP</i> банка	-0,3024	-0,3018	0,4292
<i>ProCredit</i> банка	-0,1933	-0,0877	0,4443
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3115	0,3719	0,5010
<i>Sberbank</i>	0,2141	0,3053	0,4817
Српска банка	0,1017	0,0211	0,5066
<i>UniCredit</i> банка	0,2686	0,3368	0,4778

Табела 32. Вредности композитних индекса у четвртном кварталу 2012. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	0,0133	0,0772	0,4505
АИК банка	0,1798	0,1965	0,5282
Алта банка	0,1021	0,1053	0,5770
<i>Banca Intesa</i>	0,1472	0,2000	0,4838
Банка Поштанска штедионица	0,0765	-0,0140	0,5556
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2407	-0,2877	0,4412
Директна банка	0,0131	-0,1053	0,5170
<i>Erste</i> банка	-0,0033	-0,0316	0,4700
<i>Eurobank</i>	0,3733	0,3579	0,5389
<i>Expobank</i>	-0,0311	-0,0561	0,4566
<i>Halkbank</i>	-0,2279	-0,1754	0,4346
Комерцијална банка	0,0386	0,0561	0,4761
Моби банка	-0,5232	-0,5193	0,3628
<i>NLB</i> банка	-0,0454	-0,1754	0,4821
<i>OTP</i> банка	-0,2067	-0,2246	0,4462
<i>ProCredit</i> банка	-0,0926	0,0140	0,4691
<i>Raiffeisen</i> банка	0,2734	0,3228	0,5173
<i>Sberbank</i>	0,1016	0,2035	0,5069
Српска банка	-0,0810	-0,1719	0,4826
<i>UniCredit</i> банка	0,1330	0,2281	0,4667

Табела 33. Вредности композитних индекса у првом кварталу 2013. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,2671	-0,2247	0,3972
АИК банка	0,1428	0,1649	0,4984
Алта банка	0,3123	0,2880	0,5809
<i>Banca Intesa</i>	0,0783	0,1436	0,4595
Банка Поштанска штедионица	0,0983	-0,0036	0,5191
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1670	-0,2033	0,4315
Директна банка	-0,1168	-0,2557	0,4900
<i>Erste</i> банка	-0,1758	-0,1758	0,4283
<i>Eurobank</i>	0,3298	0,3160	0,4925
<i>Expobank</i>	-0,2271	-0,2418	0,4236
<i>Halkbank</i>	-0,0948	-0,0595	0,4260
Комерцијална банка	0,1216	0,1436	0,4608
Моби банка	-0,5406	-0,5261	0,3422
<i>NLB</i> банка	-0,0545	-0,1470	0,4654
<i>OTP</i> банка	-0,0667	-0,0806	0,4426
<i>ProCredit</i> банка	0,0881	0,1469	0,4245
<i>Raiffeisen</i> банка	0,2337	0,2944	0,4957
<i>Sberbank</i>	0,2514	0,3646	0,4788
Српска банка	-0,1107	-0,1893	0,4503
<i>UniCredit</i> банка	0,1647	0,2454	0,4681

Табела 34. Вредности композитних индекса у другом кварталу 2013. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,0969	-0,0596	0,4400
АИК банка	0,1384	0,1404	0,5065
Алта банка	0,1911	0,1860	0,5331
<i>Banca Intesa</i>	0,0979	0,1579	0,4635
Банка Поштанска штедионица	0,0687	-0,0386	0,5167
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1857	-0,2140	0,4286
Директна банка	-0,0853	-0,2316	0,4829
<i>Erste</i> банка	-0,0372	-0,0667	0,4508
<i>Eurobank</i>	0,3423	0,3263	0,5096
<i>Expobank</i>	-0,1203	-0,1754	0,4590
<i>Halkbank</i>	-0,1608	-0,1193	0,4213
Комерцијална банка	0,0757	0,0947	0,4606
Моби банка	-0,5511	-0,5439	0,3509
<i>NLB</i> банка	-0,1993	-0,3018	0,4699
<i>OTP</i> банка	0,0089	-0,0105	0,4580
<i>ProCredit</i> банка	-0,1116	0,0175	0,4254
<i>Raiffeisen</i> банка	0,4533	0,4877	0,5251
<i>Sberbank</i>	0,2568	0,3719	0,4916
Српска банка	-0,1835	-0,2351	0,4369
<i>UniCredit</i> банка	0,0987	0,2140	0,4602

Табела 35. Вредности композитних индекса у трећем кварталу 2013. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,1119	-0,0772	0,4492
АИК банка	0,2651	0,2632	0,5297
Алта банка	0,1383	0,1018	0,5472
<i>Banca Intesa</i>	0,0561	0,1228	0,4775
Банка Поштанска штедионица	-0,0382	-0,1333	0,5114
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2442	-0,2491	0,4323
Директна банка	-0,1066	-0,2561	0,4863
<i>Erste</i> банка	-0,1723	-0,1649	0,4443
<i>Eurobank</i>	0,1636	0,1789	0,5124
<i>Expobank</i>	-0,1575	-0,1930	0,4668
<i>Halkbank</i>	-0,2264	-0,1649	0,4257
Комерцијална банка	0,0638	0,0947	0,4705
Моби банка	0,0622	-0,0421	0,4942
<i>NLB</i> банка	-0,1543	-0,2667	0,4625
<i>OTP</i> банка	-0,0394	-0,0421	0,4529
<i>ProCredit</i> банка	-0,1697	-0,0526	0,4470
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3223	0,3754	0,5198
<i>Sberbank</i>	0,2518	0,3684	0,5299
Српска банка	-0,2550	-0,3088	0,4390
<i>UniCredit</i> банка	0,3523	0,4456	0,4957

Табела 36. Вредности композитних индекса у четвртном кварталу 2013. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,0758	-0,1088	0,4555
АИК банка	0,1177	0,1228	0,5258
Алта банка	0,1092	0,1088	0,5350
<i>Banca Intesa</i>	0,0330	0,1053	0,4787
Банка Поштанска штедионица	-0,0307	-0,1053	0,5179
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2175	-0,2035	0,4394
Директна банка	-0,1159	-0,2667	0,4721
<i>Erste</i> банка	-0,1568	-0,1368	0,4522
<i>Eurobank</i>	0,1991	0,2456	0,5387
<i>Expobank</i>	0,0649	0,0281	0,4787
<i>Halkbank</i>	-0,1691	-0,1263	0,4346
Комерцијална банка	0,1119	0,1614	0,4790
Моби банка	0,0966	-0,0246	0,5443
<i>NLB</i> банка	-0,3346	-0,4526	0,4097
<i>OTP</i> банка	0,0085	-0,0105	0,4649
<i>ProCredit</i> банка	-0,0495	0,0702	0,4674
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3012	0,3404	0,5355
<i>Sberbank</i>	0,1465	0,2386	0,5144
Српска банка	-0,2906	-0,3333	0,4184
<i>UniCredit</i> банка	0,2520	0,3474	0,5001

Табела 37. Вредности композитних индекса у првом кварталу 2014. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,0647	-0,0211	0,4461
АИК банка	0,1824	0,1684	0,5127
Алта банка	0,0485	0,0386	0,4983
<i>Banca Intesa</i>	0,2383	0,3123	0,4752
Банка Поштанска штедионица	-0,0181	-0,0912	0,4931
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2561	-0,2456	0,4164
Директна банка	-0,0343	-0,1649	0,5021
<i>Erste</i> банка	-0,1058	-0,0982	0,4440
<i>Eurobank</i>	0,1297	0,1649	0,4809
<i>Expobank</i>	0,0047	-0,0667	0,4871
<i>Halkbank</i>	-0,1087	-0,0842	0,4309
Комерцијална банка	-0,0710	-0,0035	0,4442
Моби банка	0,0462	-0,0211	0,5221
<i>NLB</i> банка	-0,1581	-0,3053	0,4580
<i>OTP</i> банка	-0,0788	-0,1018	0,4492
<i>ProCredit</i> банка	0,1217	0,2140	0,4387
<i>Raiffeisen</i> банка	0,2578	0,3193	0,4966
<i>Sberbank</i>	0,1441	0,2421	0,4919
Српска банка	-0,4346	-0,5018	0,4094
<i>UniCredit</i> банка	0,1567	0,2456	0,4656

Табела 38. Вредности композитних индекса у другом кварталу 2014. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	0,0498	0,0842	0,4720
АИК банка	0,1890	0,1825	0,5175
Алта банка	0,1116	0,0982	0,5007
<i>Banca Intesa</i>	0,0963	0,1719	0,4754
Банка Поштанска штедионица	-0,0535	-0,1228	0,4888
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2485	-0,2526	0,4111
Директна банка	-0,0173	-0,1298	0,5045
<i>Erste</i> банка	-0,2120	-0,2175	0,4309
<i>Eurobank</i>	0,3408	0,3614	0,5256
<i>Expobank</i>	-0,1506	-0,1895	0,4336
<i>Halkbank</i>	-0,1996	-0,1719	0,4250
Комерцијална банка	0,0601	0,0737	0,4716
Моби банка	0,2164	0,1298	0,5539
<i>NLB</i> банка	-0,1173	-0,2667	0,4672
<i>OTP</i> банка	0,0843	0,1053	0,4622
<i>ProCredit</i> банка	-0,0248	0,0807	0,4385
<i>Raiffeisen</i> банка	0,2398	0,3053	0,5011
<i>Sberbank</i>	0,0363	0,1298	0,4798
Српска банка	-0,5242	-0,6000	0,3934
<i>UniCredit</i> банка	0,1234	0,2281	0,4639

Табела 39. Вредности композитних индекса у трећем кварталу 2014. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,0340	0,0000	0,4547
АИК банка	0,2907	0,2947	0,5403
Алта банка	0,1251	0,0982	0,5160
<i>Banca Intesa</i>	0,3902	0,4246	0,5132
Банка Поштанска штедионица	0,0360	-0,0316	0,5101
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2974	-0,2596	0,4035
Директна банка	0,0641	-0,0596	0,5173
<i>Erste</i> банка	-0,1219	-0,1509	0,4497
<i>Eurobank</i>	0,2053	0,2140	0,5305
<i>Expobank</i>	-0,1909	-0,2246	0,4306
<i>Halkbank</i>	-0,1293	-0,0912	0,4420
Комерцијална банка	-0,0501	-0,0175	0,4692
Моби банка	0,1845	0,1018	0,5426
<i>NLB</i> банка	-0,1888	-0,3333	0,4545
<i>OTP</i> банка	-0,1120	-0,1228	0,4532
<i>ProCredit</i> банка	-0,0643	0,0456	0,4477
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3618	0,4456	0,5221
<i>Sberbank</i>	0,0988	0,2035	0,4915
Српска банка	-0,6815	-0,7544	0,3646
<i>UniCredit</i> банка	0,1136	0,2175	0,4875

Табела 40. Вредности композитних индекса у четвртном кварталу 2014. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	0,0779	0,1156	0,5072
АИК банка	0,2148	0,2488	0,5567
Алта банка	0,1358	0,1223	0,5464
<i>Banca Intesa</i>	0,1489	0,2420	0,5232
Банка Поштанска штедионица	0,1850	0,0987	0,5800
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2186	-0,2065	0,4491
Директна банка	0,1133	-0,0281	0,5555
<i>Erste</i> банка	-0,2047	-0,2277	0,4753
<i>Eurobank</i>	0,2467	0,2348	0,5424
<i>Expobank</i>	-0,4249	-0,4175	0,4292
<i>Halkbank</i>	-0,1811	-0,1435	0,4539
Комерцијална банка	-0,0088	0,0317	0,5090
Моби банка	0,1964	0,0977	0,5679
<i>NLB</i> банка	-0,0959	-0,2528	0,4773
<i>OTP</i> банка	-0,2138	-0,2138	0,4638
<i>ProCredit</i> банка	-0,1303	-0,0138	0,4713
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3082	0,3858	0,5372
<i>Sberbank</i>	-0,0301	0,0806	0,4583
Српска банка	-0,1446	-0,2772	0,4868
<i>UniCredit</i> банка	0,0260	0,1228	0,4906

Табела 41. Вредности композитних индекса у првом кварталу 2015. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,0128	-0,0035	0,4938
АИК банка	0,1025	0,1368	0,5423
Алта банка	0,2368	0,2246	0,5671
<i>Banca Intesa</i>	0,2791	0,3263	0,5245
Банка Поштанска штедионица	0,0657	-0,0316	0,5557
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,3237	-0,2947	0,4224
Директна банка	0,0117	-0,0877	0,5100
<i>Erste</i> банка	-0,1022	-0,0912	0,4652
<i>Eurobank</i>	0,3517	0,3474	0,5383
<i>Expobank</i>	-0,3929	-0,4000	0,4303
<i>Halkbank</i>	-0,1778	-0,1509	0,4499
Комерцијална банка	-0,0833	-0,0772	0,4938
Моби банка	-0,0146	-0,1439	0,5504
<i>NLB</i> банка	0,1653	0,0632	0,5205
<i>OTP</i> банка	-0,1658	-0,1333	0,4504
<i>ProCredit</i> банка	-0,1255	-0,0105	0,4383
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3133	0,3719	0,5272
<i>Sberbank</i>	-0,1247	-0,0596	0,4552
Српска банка	-0,0727	-0,1509	0,4948
<i>UniCredit</i> банка	0,0699	0,1649	0,4908

Табела 42. Вредности композитних индекса у другом кварталу 2015. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,0096	0,0000	0,5110
АИК банка	0,1539	0,1860	0,5503
Алта банка	0,1421	0,1088	0,5580
<i>Banca Intesa</i>	0,1729	0,2246	0,5226
Банка Поштанска штедионица	0,0989	0,0035	0,5763
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,3240	-0,3088	0,4329
Директна банка	-0,0461	-0,1509	0,5106
<i>Erste</i> банка	-0,1011	-0,1018	0,4836
<i>Eurobank</i>	0,4441	0,4596	0,5668
<i>Expobank</i>	-0,4022	-0,4105	0,4388
<i>Halkbank</i>	-0,1636	-0,1509	0,4596
Комерцијална банка	-0,0515	-0,0491	0,5073
Моби банка	-0,0123	-0,1368	0,5609
<i>NLB</i> банка	0,1916	0,1228	0,5405
<i>OTP</i> банка	-0,1315	-0,1053	0,4641
<i>ProCredit</i> банка	-0,1731	-0,0526	0,4423
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3409	0,4070	0,5484
<i>Sberbank</i>	-0,2040	-0,1649	0,4560
Српска банка	-0,0075	-0,0667	0,5306
<i>UniCredit</i> банка	0,0821	0,1860	0,5052

Табела 43. Вредности композитних индекса у трећем кварталу 2015. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,0260	-0,0070	0,5097
АИК банка	0,1106	0,1684	0,5493
Алта банка	0,0956	0,0456	0,5445
<i>Banca Intesa</i>	0,1016	0,1544	0,5139
Банка Поштанска штедионица	0,0902	0,0000	0,5743
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2836	-0,2632	0,4271
Директна банка	-0,0338	-0,1649	0,5153
<i>Erste</i> банка	-0,1161	-0,1158	0,4857
<i>Eurobank</i>	0,4482	0,4737	0,5749
<i>Expobank</i>	-0,2769	-0,2982	0,4573
<i>Halkbank</i>	-0,2963	-0,2632	0,4544
Комерцијална банка	-0,1223	-0,1158	0,5046
Моби банка	-0,0776	-0,2000	0,5683
<i>NLB</i> банка	0,1472	0,0772	0,5386
<i>OTP</i> банка	-0,1014	-0,0807	0,4780
<i>ProCredit</i> банка	-0,1012	0,0175	0,4590
<i>Raiffeisen</i> банка	0,4729	0,5298	0,5799
<i>Sberbank</i>	0,0115	0,0281	0,4982
Српска банка	-0,0709	-0,1158	0,5383
<i>UniCredit</i> банка	0,0285	0,1298	0,5131

Табела 44. Вредности композитних индекса у четвртном кварталу 2015. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,2013	-0,2246	0,4851
АИК банка	0,1096	0,2000	0,5336
Алта банка	0,1449	0,0596	0,5691
<i>Banca Intesa</i>	0,2792	0,3299	0,5492
Банка Поштанска штедионица	0,1982	0,1052	0,5783
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,3540	-0,3368	0,4074
Директна банка	-0,0926	-0,2106	0,5194
<i>Erste</i> банка	-0,1236	-0,1018	0,4764
<i>Eurobank</i>	0,3757	0,4246	0,5721
<i>Expobank</i>	-0,3859	-0,4000	0,4319
<i>Halkbank</i>	-0,1908	-0,1544	0,4744
Комерцијална банка	-0,1343	-0,1403	0,5074
Моби банка	-0,0827	-0,2106	0,5536
<i>NLB</i> банка	0,1026	0,0350	0,5351
<i>OTP</i> банка	-0,1003	-0,0807	0,4765
<i>ProCredit</i> банка	-0,1076	0,0035	0,4540
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3309	0,3754	0,5637
<i>Sberbank</i>	-0,0056	0,0105	0,5037
Српска банка	0,2411	0,2140	0,6200
<i>UniCredit</i> банка	-0,0035	0,1018	0,5158

Табела 45. Вредности композитних индекса у првом кварталу 2016. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,0144	-0,0281	0,4962
АИК банка	0,1449	0,2105	0,5235
Алта банка	0,0395	0,0035	0,5244
<i>Banca Intesa</i>	0,0389	0,0702	0,4898
Банка Поштанска штедионица	0,1221	0,0035	0,5408
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2494	-0,2351	0,4090
Директна банка	-0,1397	-0,2456	0,5251
<i>Erste</i> банка	-0,1370	-0,1298	0,4492
<i>Eurobank</i>	0,2337	0,2667	0,5260
<i>Expobank</i>	-0,4472	-0,4526	0,3962
<i>Halkbank</i>	-0,1673	-0,0912	0,4506
Комерцијална банка	-0,0758	-0,0842	0,4864
Моби банка	0,0207	-0,1474	0,6099
<i>NLB</i> банка	0,0060	-0,0386	0,4996
<i>OTP</i> банка	-0,0813	-0,0596	0,4555
<i>ProCredit</i> банка	-0,0921	0,0105	0,4315
<i>Raiffeisen</i> банка	0,4128	0,4316	0,5587
<i>Sberbank</i>	0,0982	0,1053	0,4961
Српска банка	0,3124	0,3298	0,5961
<i>UniCredit</i> банка	-0,0250	0,0807	0,4761

Табела 46. Вредности композитних индекса у другом кварталу 2016. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	0,0384	0,0667	0,5126
АИК банка	0,2807	0,3614	0,5387
Алта банка	0,0217	-0,0070	0,5414
<i>Banca Intesa</i>	0,2149	0,2211	0,5202
Банка Поштанска штедионица	0,2025	0,0596	0,5485
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2574	-0,2561	0,4049
Директна банка	-0,1378	-0,2596	0,4983
<i>Erste</i> банка	-0,1716	-0,1509	0,4453
<i>Eurobank</i>	0,3037	0,3193	0,5318
<i>Expobank</i>	-0,4751	-0,4737	0,4006
<i>Halkbank</i>	-0,0486	0,0421	0,4723
Комерцијална банка	-0,0783	-0,1193	0,4920
Моби банка	-0,1402	-0,3088	0,5261
<i>NLB</i> банка	0,1122	0,0596	0,5098
<i>OTP</i> банка	-0,2344	-0,2140	0,4488
<i>ProCredit</i> банка	-0,1269	-0,0351	0,4260
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3759	0,4211	0,5434
<i>Sberbank</i>	0,0618	0,0561	0,4967
Српска банка	0,0292	0,0877	0,4936
<i>UniCredit</i> банка	0,0291	0,1298	0,4950

Табела 47. Вредности композитних индекса у трећем кварталу 2016. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,0661	-0,0491	0,5053
АИК банка	0,2306	0,3404	0,5402
Алта банка	0,2600	0,2000	0,5430
<i>Banca Intesa</i>	0,0869	0,1123	0,5069
Банка Поштанска штедионица	0,1749	0,0421	0,5542
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2001	-0,1860	0,4090
Директна банка	-0,0806	-0,2035	0,4928
<i>Erste</i> банка	-0,1540	-0,1298	0,4538
<i>Eurobank</i>	0,2850	0,2982	0,5393
<i>Expobank</i>	-0,4698	-0,4737	0,3417
<i>Halkbank</i>	-0,0923	-0,0211	0,4715
Комерцијална банка	-0,0601	-0,1158	0,5001
Моби банка	-0,2154	-0,3719	0,4583
<i>NLB</i> банка	0,0354	0,0175	0,4946
<i>OTP</i> банка	-0,1774	-0,1509	0,4637
<i>ProCredit</i> банка	-0,1050	-0,0035	0,4353
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3513	0,4035	0,5603
<i>Sberbank</i>	-0,0167	-0,0105	0,4962
Српска банка	0,2502	0,2246	0,5712
<i>UniCredit</i> банка	-0,0369	0,0772	0,4922

Табела 48. Вредности композитних индекса у четвртном кварталу 2016. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,1896	-0,1930	0,4815
АИК банка	0,2738	0,3439	0,5492
Алта банка	0,1673	0,1474	0,5553
<i>Banca Intesa</i>	0,3030	0,3158	0,5434
Банка Поштанска штедионица	0,0535	-0,1088	0,5234
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1973	-0,1825	0,4082
Директна банка	-0,0983	-0,1825	0,5077
<i>Erste</i> банка	-0,1470	-0,1053	0,4557
<i>Eurobank</i>	0,3038	0,3193	0,5476
<i>Expobank</i>	-0,4845	-0,4912	0,3447
<i>Halkbank</i>	-0,1110	-0,0737	0,4724
Комерцијална банка	-0,1630	-0,2140	0,4938
Моби банка	-0,1594	-0,3053	0,4644
<i>NLB</i> банка	-0,0916	-0,1088	0,4850
<i>OTP</i> банка	-0,0599	-0,0281	0,4712
<i>ProCredit</i> банка	-0,1287	-0,0140	0,4430
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3767	0,4246	0,5582
<i>Sberbank</i>	0,0497	0,0456	0,5068
Српска банка	0,3145	0,3228	0,5827
<i>UniCredit</i> банка	-0,0120	0,0877	0,4852

Табела 49. Вредности композитних индекса у првом кварталу 2017. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,2058	-0,2175	0,4727
АИК банка	0,2263	0,2877	0,5169
Алта банка	0,1275	0,0912	0,5140
<i>Banca Intesa</i>	0,0018	0,0246	0,4874
Банка Поштанска штедионица	0,0333	-0,0667	0,4915
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1613	-0,1509	0,3867
Директна банка	0,1190	0,0246	0,5444
<i>Erste</i> банка	-0,1479	-0,1368	0,4368
<i>Eurobank</i>	0,2580	0,2702	0,5172
<i>Expobank</i>	0,0046	0,0526	0,5204
<i>Halkbank</i>	-0,1780	-0,1544	0,4430
Комерцијална банка	-0,0316	-0,0316	0,4855
Моби банка	-0,0936	-0,2456	0,5022
<i>NLB</i> банка	-0,1335	-0,1158	0,4492
<i>OTP</i> банка	-0,0396	-0,0105	0,4496
<i>ProCredit</i> банка	-0,2624	-0,1544	0,4163
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3445	0,3684	0,5381
<i>Sberbank</i>	0,0850	0,0632	0,4832
Српска банка	0,1216	0,0877	0,5632
<i>UniCredit</i> банка	-0,0678	0,0140	0,4788

Табела 50. Вредности композитних индекса у другом кварталу 2017. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,2032	-0,1544	0,4795
АИК банка	0,2420	0,3228	0,5278
Алта банка	0,1259	0,0596	0,5350
<i>Banca Intesa</i>	0,0966	0,0772	0,5108
Банка Поштанска штедионица	0,1147	0,0175	0,5251
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1703	-0,1789	0,3915
Директна банка	-0,0947	-0,2070	0,5244
<i>Erste</i> банка	-0,1405	-0,1368	0,4481
<i>Eurobank</i>	0,3299	0,3404	0,5309
<i>Expobank</i>	0,0842	0,1789	0,5066
<i>Halkbank</i>	-0,1574	-0,1333	0,4463
Комерцијална банка	0,0174	0,0596	0,4990
Моби банка	-0,2675	-0,3965	0,4786
<i>NLB</i> банка	-0,1536	-0,1123	0,4613
<i>OTP</i> банка	-0,1096	-0,0877	0,4552
<i>ProCredit</i> банка	-0,2736	-0,1860	0,4129
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3640	0,3789	0,5586
<i>Sberbank</i>	0,1007	0,0667	0,4973
Српска банка	0,2012	0,1228	0,5434
<i>UniCredit</i> банка	-0,1064	-0,0316	0,4745

Табела 51. Вредности композитних индекса у трећем кварталу 2017. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,1480	-0,0947	0,4827
АИК банка	0,3448	0,4035	0,5486
Алта банка	0,0445	0,0035	0,5218
<i>Banca Intesa</i>	0,0378	0,0105	0,5147
Банка Поштанска штедионица	0,1225	0,0246	0,5326
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1494	-0,1614	0,4001
Директна банка	0,1499	0,1298	0,5674
<i>Erste</i> банка	-0,1981	-0,2140	0,4540
<i>Eurobank</i>	0,2322	0,2386	0,5319
<i>Expobank</i>	0,1929	0,2491	0,5201
<i>Halkbank</i>	-0,2979	-0,2702	0,4479
Комерцијална банка	0,0756	0,0947	0,5150
Моби банка	-0,1713	-0,3088	0,4594
<i>NLB</i> банка	-0,1115	-0,1228	0,4702
<i>OTP</i> банка	-0,1491	-0,1193	0,4594
<i>ProCredit</i> банка	-0,3291	-0,2421	0,4212
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3800	0,4140	0,5476
<i>Sberbank</i>	0,0818	0,0491	0,4989
Српска банка	-0,0614	-0,1158	0,5065
<i>UniCredit</i> банка	-0,0461	0,0316	0,4783

Табела 52. Вредности композитних индекса у четвртном кварталу 2017. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,1762	-0,1368	0,4862
АИК банка	0,4137	0,4807	0,5567
Алта банка	-0,0049	-0,0316	0,5104
<i>Banca Intesa</i>	0,2180	0,1930	0,5266
Банка Поштанска штедионица	0,1514	0,0491	0,5628
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1949	-0,2035	0,3927
Директна банка	0,0198	0,0561	0,5530
<i>Erste</i> банка	-0,1766	-0,1789	0,4526
<i>Eurobank</i>	0,2732	0,2877	0,5371
<i>Expobank</i>	0,2271	0,2702	0,5348
<i>Halkbank</i>	-0,1956	-0,1860	0,4437
Комерцијална банка	0,0245	0,0421	0,5183
Моби банка	-0,1907	-0,3298	0,4331
<i>NLB</i> банка	-0,1961	-0,2175	0,4629
<i>OTP</i> банка	-0,1636	-0,1193	0,4557
<i>ProCredit</i> банка	-0,3074	-0,2281	0,4248
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3436	0,3404	0,5675
<i>Sberbank</i>	0,1029	0,0596	0,5114
Српска банка	-0,0138	-0,0667	0,5068
<i>UniCredit</i> банка	-0,1545	-0,0807	0,4787

Табела 53. Вредности композитних индекса у првом кварталу 2018. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	0,0284	0,0702	0,4845
АИК банка	0,2948	0,3193	0,5176
Алта банка	0,0657	0,1123	0,4913
<i>Banca Intesa</i>	0,2224	0,1860	0,5068
Банка Поштанска штедионица	-0,0068	-0,0561	0,5324
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1927	-0,1789	0,3885
Директна банка	0,1197	0,0456	0,4935
<i>Erste</i> банка	-0,2475	-0,2667	0,4245
<i>Eurobank</i>	0,2901	0,2842	0,5052
<i>Expobank</i>	-0,0018	0,0211	0,4994
<i>Halkbank</i>	-0,1432	-0,1193	0,4488
Комерцијална банка	0,0891	0,0842	0,5018
Моби банка	-0,0931	-0,2667	0,4644
<i>NLB</i> банка	-0,3503	-0,3754	0,4260
<i>OTP</i> банка	-0,0821	-0,0175	0,4370
<i>ProCredit</i> банка	-0,2851	-0,1789	0,4080
<i>Raiffeisen</i> банка	0,4491	0,4702	0,5421
<i>Sberbank</i>	0,0573	0,0246	0,4916
Српска банка	-0,0670	-0,1228	0,4961
<i>UniCredit</i> банка	-0,1470	-0,0351	0,4606

Табела 54. Вредности композитних индекса у другом кварталу 2018. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,0355	0,0175	0,4806
АИК банка	0,3484	0,3544	0,5263
Алта банка	0,2083	0,3158	0,5080
<i>Banca Intesa</i>	0,2008	0,1719	0,5062
Банка Поштанска штедионица	0,1408	0,0281	0,5391
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2317	-0,2070	0,3832
Директна банка	-0,0621	-0,1298	0,4811
<i>Erste</i> банка	-0,2752	-0,2982	0,4227
<i>Eurobank</i>	0,2395	0,2491	0,5104
<i>Expobank</i>	-0,1678	-0,1789	0,4763
<i>Halkbank</i>	-0,2534	-0,2281	0,4448
Комерцијална банка	0,1382	0,1404	0,5034
Моби банка	-0,1309	-0,3053	0,4501
<i>NLB</i> банка	-0,3238	-0,3439	0,4331
<i>OTP</i> банка	-0,0239	0,0596	0,4441
<i>ProCredit</i> банка	-0,2611	-0,1579	0,4125
<i>Raiffeisen</i> банка	0,4102	0,4316	0,5376
<i>Sberbank</i>	0,1883	0,1368	0,4954
Српска банка	-0,0632	-0,1263	0,5139
<i>UniCredit</i> банка	-0,0458	0,0702	0,4714

Табела 55. Вредности композитних индекса у трећем кварталу 2018. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,1441	-0,1018	0,4723
АИК банка	0,1985	0,2175	0,5266
Алта банка	0,1783	0,2667	0,5036
<i>Banca Intesa</i>	0,2115	0,1789	0,5075
Банка Поштанска штедионица	0,1300	0,0386	0,5408
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1215	-0,1053	0,4166
Директна банка	0,0204	-0,0807	0,4909
<i>Erste</i> банка	-0,3177	-0,3123	0,4233
<i>Eurobank</i>	0,2775	0,2982	0,5241
<i>Expobank</i>	-0,1537	-0,1754	0,4854
<i>Halkbank</i>	-0,1842	-0,1684	0,4698
Комерцијална банка	0,0811	0,0877	0,5151
Моби банка	-0,1304	-0,3018	0,4458
<i>NLB</i> банка	-0,3063	-0,2807	0,4400
<i>OTP</i> банка	-0,0237	0,0526	0,4464
<i>ProCredit</i> банка	-0,3572	-0,2737	0,4107
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3824	0,4035	0,5397
<i>Sberbank</i>	0,0964	0,0596	0,4972
Српска банка	0,0492	-0,0175	0,5598
<i>UniCredit</i> банка	0,1133	0,2140	0,4987

Табела 56. Вредности композитних индекса у четвртном кварталу 2018. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,1587	-0,1404	0,4750
АИК банка	0,2689	0,2912	0,5317
Алта банка	0,1370	0,1860	0,5049
<i>Banca Intesa</i>	0,2332	0,2000	0,5195
Банка Поштанска штедионица	0,1029	0,0140	0,5688
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1553	-0,1509	0,4203
Директна банка	0,0628	0,0456	0,5215
<i>Erste</i> банка	-0,2255	-0,1930	0,4281
<i>Eurobank</i>	0,2264	0,2316	0,5213
<i>Expobank</i>	-0,2552	-0,2702	0,4817
<i>Halkbank</i>	-0,1597	-0,1509	0,4741
Комерцијална банка	0,1573	0,1649	0,5311
Моби банка	-0,1261	-0,2912	0,4369
<i>NLB</i> банка	-0,3262	-0,3123	0,4307
<i>OTP</i> банка	-0,0102	0,0596	0,4534
<i>ProCredit</i> банка	-0,3094	-0,2351	0,4154
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3416	0,3579	0,5602
<i>Sberbank</i>	0,0640	0,0351	0,4987
Српска банка	0,1363	0,0561	0,5421
<i>UniCredit</i> банка	-0,0039	0,1018	0,4940

Табела 57. Вредности композитних индекса у првом кварталу 2019. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,1870	-0,1754	0,4557
АИК банка	0,3046	0,3579	0,5226
Алта банка	0,0675	0,1053	0,4861
<i>Banca Intesa</i>	0,2204	0,2351	0,4984
Банка Поштанска штедионица	0,0698	-0,0386	0,5703
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1552	-0,0982	0,4050
Директна банка	0,1519	0,0702	0,5307
<i>Erste</i> банка	-0,3595	-0,3193	0,4125
<i>Eurobank</i>	0,2589	0,2807	0,5053
<i>Expobank</i>	-0,1639	-0,1930	0,4779
<i>Halkbank</i>	-0,0362	-0,0386	0,4640
Комерцијална банка	0,0808	0,0561	0,5090
Моби банка	0,1406	-0,0175	0,5808
<i>NLB</i> банка	-0,4370	-0,4421	0,4109
<i>OTP</i> банка	-0,0438	0,0456	0,4436
<i>ProCredit</i> банка	-0,3151	-0,2632	0,4111
<i>Raiffeisen</i> банка	0,4052	0,4140	0,5479
<i>Sberbank</i>	0,1284	0,1298	0,4887
Српска банка	-0,0879	-0,1439	0,5347
<i>UniCredit</i> банка	-0,0426	0,0351	0,4861

Табела 58. Вредности композитних индекса у другом кварталу 2019. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,1224	-0,1439	0,4617
АИК банка	0,2130	0,2772	0,5039
Алта банка	0,0622	0,0912	0,4880
<i>Banca Intesa</i>	0,1916	0,2140	0,4871
Банка Поштанска штедионица	-0,1051	-0,2246	0,5157
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1615	-0,1018	0,3929
Директна банка	-0,0812	-0,1333	0,4632
<i>Erste</i> банка	-0,3314	-0,3263	0,4058
<i>Eurobank</i>	0,3668	0,3754	0,5163
<i>Expobank</i>	-0,2782	-0,3053	0,4568
<i>Halkbank</i>	0,1024	0,1158	0,4727
Комерцијална банка	0,1507	0,1544	0,5146
Моби банка	0,1153	-0,0351	0,5486
<i>NLB</i> банка	-0,4283	-0,4667	0,3943
<i>OTP</i> банка	-0,0191	0,0526	0,4396
<i>ProCredit</i> банка	-0,3171	-0,2561	0,4008
<i>Raiffeisen</i> банка	0,4210	0,4351	0,5453
<i>Sberbank</i>	0,0987	0,1228	0,4783
Српска банка	-0,0698	-0,1123	0,5198
<i>UniCredit</i> банка	0,1923	0,2667	0,4912

Табела 59. Вредности композитних индекса у трећем кварталу 2019. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,0281	-0,0526	0,4760
АИК банка	0,2775	0,3509	0,5286
Алта банка	0,1125	0,1368	0,4885
<i>Banca Intesa</i>	0,1659	0,1930	0,4871
Банка Поштанска штедионица	0,1546	0,0632	0,5456
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1219	-0,0561	0,4004
Директна банка	-0,1266	-0,2632	0,4853
<i>Erste</i> банка	-0,3061	-0,2737	0,4337
<i>Eurobank</i>	0,2526	0,2386	0,5114
<i>Expobank</i>	-0,2177	-0,2561	0,4698
<i>Halkbank</i>	-0,0424	-0,0070	0,4696
Комерцијална банка	0,1441	0,1544	0,5250
Моби банка	0,0824	-0,0596	0,5529
<i>NLB</i> банка	-0,4635	-0,4667	0,3932
<i>OTP</i> банка	0,0410	0,0982	0,4619
<i>ProCredit</i> банка	-0,3050	-0,2211	0,4052
<i>Raiffeisen</i> банка	0,4258	0,4421	0,5450
<i>Sberbank</i>	0,0424	0,0105	0,4965
Српска банка	-0,1121	-0,1298	0,5215
<i>UniCredit</i> банка	0,0247	0,0982	0,4882

Табела 60. Вредности композитних индекса у четвртном кварталу 2019. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,1056	-0,1158	0,4763
АИК банка	0,2503	0,3544	0,5301
Алта банка	0,1144	0,1298	0,5007
<i>Banca Intesa</i>	0,1843	0,2316	0,4888
Банка Поштанска штедионица	0,2152	0,1509	0,5715
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,2283	-0,1509	0,3949
Директна банка	-0,0600	-0,1719	0,4825
<i>Erste</i> банка	-0,2517	-0,2351	0,4352
<i>Eurobank</i>	0,2414	0,2105	0,5246
<i>Expobank</i>	-0,1857	-0,2561	0,4779
<i>Halkbank</i>	-0,0462	-0,0246	0,4754
Комерцијална банка	0,2180	0,2456	0,5289
Моби банка	0,0370	-0,1368	0,5534
<i>NLB</i> банка	-0,4918	-0,4807	0,3975
<i>OTP</i> банка	-0,0699	-0,0386	0,4560
<i>ProCredit</i> банка	-0,2648	-0,2000	0,4081
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3411	0,3333	0,5456
<i>Sberbank</i>	-0,1354	-0,1298	0,4664
Српска банка	0,1037	0,0737	0,5267
<i>UniCredit</i> банка	0,1338	0,2105	0,5053

Табела 61. Вредности композитних индекса у првом кварталу 2020, године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,0540	-0,0667	0,4687
АИК банка	0,2833	0,3649	0,5224
Алта банка	-0,0773	-0,1018	0,4760
<i>Banca Intesa</i>	0,0982	0,1439	0,4754
Банка Поштанска штедионица	0,2835	0,1930	0,5512
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1369	-0,0667	0,4075
Директна банка	-0,2081	-0,2842	0,4639
<i>Erste</i> банка	-0,2065	-0,1544	0,4299
<i>Eurobank</i>	0,3186	0,3053	0,5261
<i>Expobank</i>	-0,2747	-0,3123	0,4751
<i>Halkbank</i>	-0,2017	-0,1895	0,4568
Комерцијална банка	0,2516	0,2667	0,5298
Моби банка	0,1673	-0,0351	0,5805
<i>NLB</i> банка	-0,4139	-0,4105	0,4029
<i>OTP</i> банка	-0,0487	0,0246	0,4495
<i>ProCredit</i> банка	-0,1753	-0,1018	0,4121
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3586	0,3754	0,5355
<i>Sberbank</i>	0,0399	0,0070	0,4818
Српска банка	-0,0467	-0,0947	0,5248
<i>UniCredit</i> банка	0,0429	0,1368	0,4824

Табела 62. Вредности композитних индекса у другом кварталу 2020, године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	0,0412	0,0105	0,4831
АИК банка	0,2566	0,3298	0,5195
Алта банка	0,1021	0,0211	0,5007
<i>Banca Intesa</i>	0,2541	0,2842	0,4861
Банка Поштанска штедионица	0,1665	0,0982	0,5182
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1907	-0,1333	0,3777
Директна банка	-0,1237	-0,1684	0,4626
<i>Erste</i> банка	-0,2623	-0,2246	0,4160
<i>Eurobank</i>	0,3568	0,3825	0,5177
<i>Expobank</i>	-0,2818	-0,3088	0,4680
<i>Halkbank</i>	-0,2002	-0,1719	0,4448
Комерцијална банка	0,1010	0,1123	0,5084
Моби банка	0,0212	-0,1684	0,5529
<i>NLB</i> банка	-0,3249	-0,3228	0,4045
<i>OTP</i> банка	-0,0110	-0,0105	0,4465
<i>ProCredit</i> банка	-0,2779	-0,2070	0,3961
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3332	0,3684	0,5141
<i>Sberbank</i>	0,1035	0,1474	0,4842
Српска банка	-0,1743	-0,2316	0,5048
<i>UniCredit</i> банка	0,1108	0,1930	0,4866

Табела 63. Вредности композитних индекса у трећем кварталу 2020, године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	-0,0898	-0,1333	0,4693
АИК банка	0,3060	0,3930	0,5182
Алта банка	-0,0293	-0,0702	0,4918
<i>Banca Intesa</i>	0,2813	0,3088	0,4933
Банка Поштанска штедионица	0,0538	0,0035	0,4917
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1746	-0,1263	0,3943
Директна банка	-0,0564	-0,0772	0,4656
<i>Erste</i> банка	-0,1167	-0,0982	0,4338
<i>Eurobank</i>	0,2196	0,2351	0,5056
<i>Expobank</i>	-0,2396	-0,2947	0,4683
<i>Halkbank</i>	-0,1136	-0,0807	0,4538
Комерцијална банка	0,1005	0,0982	0,5162
Моби банка	0,0282	-0,1579	0,5469
<i>NLB</i> банка	-0,1421	-0,1439	0,4188
<i>OTP</i> банка	-0,0251	-0,0175	0,4474
<i>ProCredit</i> банка	-0,3123	-0,2456	0,3953
<i>Raiffeisen</i> банка	0,3358	0,3754	0,5369
<i>Sberbank</i>	0,1202	0,1298	0,4879
Српска банка	-0,1767	-0,2316	0,5023
<i>UniCredit</i> банка	0,0310	0,1333	0,4820

Табела 64. Вредности композитних индекса у четвртном кварталу 2020. године

Банка	Композитни индекс пословне успешности банака	Композитни индекс - једнаки тежински коефицијенти	Композитни индекс добијен линеарном агрегацијом
<i>Addiko</i> банка	0,0080	-0,0406	0,4814
АИК банка	0,3560	0,4027	0,5334
Алта банка	-0,0412	-0,0986	0,5143
<i>Banca Intesa</i>	0,2686	0,3183	0,5046
Банка Поштанска штедионица	0,1118	0,0787	0,5061
<i>Credit Agricole</i> банка	-0,1563	-0,0795	0,3857
Директна банка	0,0007	-0,0093	0,4711
<i>Erste</i> банка	-0,2407	-0,2296	0,4206
<i>Eurobank</i>	0,3219	0,3105	0,5242
<i>Expobank</i>	-0,2961	-0,3797	0,4525
<i>Halkbank</i>	-0,0878	-0,0157	0,4564
Комерцијална банка	0,1071	0,1009	0,5213
Моби банка	0,0934	-0,0653	0,5491
<i>NLB</i> банка	-0,3843	-0,3809	0,3902
<i>OTP</i> банка	-0,1774	-0,1773	0,4326
<i>ProCredit</i> банка	-0,2975	-0,1984	0,3886
<i>Raiffeisen</i> банка	0,2547	0,3052	0,5257
<i>Sberbank</i>	0,0713	0,0759	0,4912
Српска банка	0,0607	-0,0048	0,5384
<i>UniCredit</i> банка	0,0271	0,0874	0,4786

Биографија аутора

Ивана Марјановић рођена је 05.03.1989. године у Алексинцу. Основне академске студије на Економском факултету Универзитета у Нишу завршила је 2012. године. Мастер рад под називом „Вишекритеријумски методи и модели одлучивања у јавним набавкама“ одбранила је 2013. године на истом факултету оценом 10. Мастер рад под називом „Вишекритеријумска анализа пословања осигуравајућих компанија у Републици Србији“ одбранила је 2019. године на Економском факултету, Универзитета у Београду.

Проглашена је за најбољег студента прве године Економског факултета у Нишу школске 2008/2009 године, и за најбољег студента треће године Економског факултета у Нишу школске 2010/2011 године. Проглашена је за најбољег дипломираног студента смера рачуноводство у 2012. години од стране Савеза рачуновођа и ревизора Србије. Добитник је Константиновог признања за 2013. годину, које додељује град Ниш у сарадњи са компанијом Филип Морис (*Philip Morris International*) најбољим студентима Универзитета у Нишу.

Била је ангажована као демонстратор вежби на Економском факултету у Нишу почев од школске 2013/2014. године. Такође, била је ангажована и као истраживач-приправник у Иновационом центру Универзитета у Нишу. Од октобра 2019. године ради на Економском факултету у Нишу, најпре као сарадник у настави, а затим као асистент на Катедри за рачуноводство, математику и информатику.

Аутор и коаутор је више од педесет радова објављених у научним и стручним часописима и презентованим на конференцијама у земљи и иностранству. Учесник је више међународних научних скупова из области квантитативне економске анализе и операционих истраживања. Била је ангажована на неколико пројеката Одбора за економске науке САНУ спроведених у оквиру активности Огранка САНУ у Нишу. Тренутно је ангажована на *Horizon Europe* пројекту *UR-DATA* (број пројекта 101059994) и *Erasmus+* пројекту *Enhancing Skills for Sustainable and Eco-Friendly Tourism* (2021-1-RS01-KA220-VET-000028060).



Универзитет у Нишу
Економски факултет

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем да је докторска дисертација, под насловом **Вишекритеријумски приступ креирању композитних индекса пословне успешности банака у Републици Србији**, која је одбрањена на Економском факултету Универзитета у Нишу:

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да ову дисертацију, ни у целини, нити у деловима, нисам пријављивао/ла на другим факултетима, нити универзитетима;
- да нисам повредио/ла ауторска права, нити злоупотребио/ла интелектуалну својину других лица.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци, који су у вези са ауторством и добијањем академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада, и то у каталогу Библиотеке, Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Нишу, као и у публикацијама Универзитета у Нишу.

У Нишу, 20/06/2022. године

Аутор дисертације: Ивана Марјановић

Потпис аутора дисертације _____



Универзитет у Нишу
Економски факултет

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНОГ И ЕЛЕКТРОНСКОГ ОБЛИКА
ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Име и презиме аутора: Ивана Марјановић

Наслов дисертације: **Вишекритеријумски приступ креирању композитних индекса
пословне успешности банака у Републици Србији**

Ментор: проф. др Јелена Ј. Станковић

Изјављујем да је штампани облик моје докторске дисертације истоветан
електронском облику, који сам предала за уношење у Дигитални репозиторијум
Универзитета у Нишу.

У Нишу, 20/06/2022. године

Потпис аутора дисертације _____



Универзитет у Нишу
Економски факултет

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Никола Тесла“ да, у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, унесе моју докторску дисертацију, под насловом: **ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКИ ПРИСТУП КРЕИРАЊУ КОМПОЗИТНИХ ИНДЕКСА ПОСЛОВНЕ УСПЕШНОСТИ БАНАКА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ.**

Дисертацију са свим прилозима предала сам у електронском облику, погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију, унету у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons), за коју сам се одлучила.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прераде (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

У Нишу, 20/06/2022. године

Аутор дисертације Ивана Марјановић

Потпис аутора дисертације _____