

ПРИМЉЕНО: 23. 9. 2013.			
ОРГ. ЈЕД.	БРОЈ	ПРИЛОГ	БРОЈ ЛИСТА
13/1	1998	15	

УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ  
ЕКОНОМСКИ ФАКУЛТЕТ  
НАУЧНО-НАСТАВНО ВИЈЕЋЕ  
БАЊА ЛУКА

## ИЗВЕШТАЈ

о оцјени урађене докторске дисертације кандидата мр Жељка В. Рачића

### Подаци о Комисији за оцјену урађене докторске дисертације

На основу члана 32. Правилника о научно-наставном раду за стицање звања магистра наука и доктора наука, те приједлога Комисије за постдипломски студиј и докторате, Научно-наставно вијеће Економског факултета, на сједници одржаној 10.11.2011. године број: 01-2114-I-7/11, донијело је Одлуку о именовању Комисије за оцјену урађене докторске дисертације кандидата мр Жељка В. Рачића под насловом: „Вишеатрибутивно одлучивање-методе, примјена, очекивани правци развоја“.

Састав Комисије је сљедећи:

1. Проф. др Станко Станић, редовни професор, ужа научна област Операциона истраживања, Економски факултет Универзитета у Бањој Луци, предсједник.
2. Проф. др Миливој Крчмар, редовни професор, ужа научна област Актуарство, Економски факултет Универзитета у Бањој Луци, члан.
3. Проф. др Васо Драговић, редовни професор, ужа научна област Статистичка анализа, Економски факултет Универзитета у Источном Сарајеву, члан.

Комисија је детаљно проучила урађену докторску дисертацију мр Жељка В. Рачића под насловом: „Вишеатрибутивно одлучивање-методе, примјена, очекивани правци развоја“ и у пуној међусобној сагласности подноси Вијећу овај Извјештај.

### 1. УВОДНИ ДИО ОЦЈЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Докторска дисертација кандидата мр Жељка В. Рачића, дипл. ек. под насловом „Вишеатрибутивно одлучивање-методе, примјена, очекивани правци развоја“ има 251 страницу основног текста, компјутерски сложеног и форматираниог, формата А4, проред 1,5, маргина 2 cm, осим лијеве 3,5 cm, 48.015 ријечи са 333.672 карактера са размацама, 287.373 карактера без размака и 8.633 редова, преглед садржаја, списак коришћене литературе на 9 страница из 136 извора, попис табела са 30 хронолошки пописаних табела на 2 странице, попис графика са 40 хронолошки пописана графика и слика на 2 странице.

Предметна докторска дисертација подијељена је на девет међусобно усклађених цјелина, од којих су у првој садржана уводна разматрања у вези са темом докторске тезе, праћена са седам радних дијелова који чине теоријско-аналитички дио докторске тезе, а девети дио је синтеза резултата са закључцима и препорукама, док је на крају рада дат попис литературе, табела, графика и слика.

Након Увода, који дефинише предмет, циљ, хипотетички оквир и методе истраживања, наслови осталих поглавља предметне докторске тезе су слиједећи:

1. Историјат одлучивања,
2. Процес одлучивања,
3. Вишекритеријумска оптимизација,
4. Вишеатрибутивно одлучивање,
5. Методе за процјену опција у условима извјесности,
6. Методе за процјену опција у условима ризика и неизвјесности и ризика,
7. Стохастички МАУМ,  
Закључак;  
Литература;  
Попис табела;  
Попис графика;  
Попис слика.

Рад је у основи, садржајно и концептуално, компонован од слиједећих дијелова. У уводном дијелу рада разматра се предмет и циљ истраживања у оквиру докторске дисертације, јасно постављајући основну и помоћне хипотезе, те се наводе потребне научне методе да се достигну циљеви истраживања.

У другом дијелу, дат је приказ историјата теорије одлучивања, као и опис нормативне теорије одлучивања, дескриптивне теорије одлучивања и теорије изгледа.

Трећи дио рада објашњава процес одлучивања који је у основи спознајни процес, који се састоји од препознавања проблема и избора могућих рјешења која воде до жељеног стања. Наводи се да процес одлучивања представља централни, најважнији дио процеса рјешавања проблема.

У четвртом дијелу дефинисан је проблем вишекритеријумске оптимизације, дат је преглед развоја метода вишекритеријумске оптимизације и приступи рјешавању проблема вишекритеријумске оптимизације. На крају овог дијела рада, описане су неке основне карактеристике вишекритеријумског одлучивања и вишеатрибутивног одлучивања и наведене основне класе метода карактеристичне у савременом одлучивању.

Пети дио се фокусира на главну хипотезу ове дисертације, која тврди да примјена метода вишеатрибутивног одлучивања омогућава доносиоцима одлука тачније и потпуније информације у циљу унапређења процеса доношења одлука. На крају овог дијела, закључује се да се неконзистентност избора метода вишеатрибутивног одлучивања не јавља због фиксних пондера атрибута, већ зависи од типа функционалне везе између два облика атрибута, приходни и расходни и од врсте примјене нормализације (просте, линеарне и векторске нормализације).



У шестом дијелу представљене су методе које се користе у условима извјесности, када су све опције прецизно дефинисане по свим атрибутима. Прва од њих, најједноставнија, SMART метода, комбинује метод директне процјене (за одређивање функције вриједности за сваки атрибут засебно) са процјеном односа (као поступком утврђивања пондера), при чему користи адитивни модел. У раду су приказане три варијанте ове методе. Слиједећа група метода, нешто сложенијих од SMART-а, међу собом се разликују не само по начину одређивања вриједности појединих атрибута, већ и по процедури њиховог "агрегирања". Тако се прва метода заснива на претпоставци прецизно мјерљивих вриједности атрибута (на интервалној скали), које се пондеришу, а затим се критеријум избора добија примјеном једног од три модела (адитивног, мултипликативног или мултилинеарног). Друга метода се базира на ординално мјерљивим вриједностима, а вриједност критеријума израчунава се на основу адитивног или мултипликативног модела. Трећа метода уводи најригорознију претпоставку кардиналне мјерљивости, не само по појединим атрибутима, већ и између атрибута. Овдје се претпоставља да је ДО способан да врши прецизна поређења између опција, у којима ће недостатке по неком атрибуту поредити (компензирати) са предностима по другим. На крају овог дијела рада приказана је примјена MADM метода у условима извјесности, проблеми примјене и ограничења резултата ове групе метода.

У реалним ситуацијама чест је случај да ДО врши избор између опција чије вриједности атрибута нису са сигурношћу познате, већ у зависности од реализованих околности, оне узимају неку од могућих вриједности. Проблеми избора у тзв. условима ризика или неизвјесности рјешавају се методама које су предмет анализе у седмом дијелу рада. Ове методе стављају акценат на чињеницу да су могуће вриједности опција неизвјесне и да би поступци конструкције функције корисности морали да одразе специфичност проблема. У литератури се предлаже употреба метода које представљају комбинацију процедуре промјенљиве вјероватноће (за конструкцију функција корисности за сваки атрибут засебно), са поступком сигурног еквивалента (за конструкцију тежина), при чему се најчешће користи мултипликативни модел. Као критеријум избора користе се очекиване корисности опција и бира опција са највећом очекиваном корисношћу (очекивана корисност сваке опције се израчунава множењем корисности њених реализација у појединим околностима са вјероватноћом јављања ових околности). У оквиру овог дијела рада, представљени су очекивани правци развоја теорије вишеатрибутивног одлучивања.

У осмом дијелу рада дат је приказ стохастичког вишеатрибутивног метода корисности и његова примјена за процјену опција у условима ризика и неизвјесности. Указано је на предности стохастичког вишеатрибутивног метода корисности (ближи су реалности), као и на недостатке (аналитички тешка техника, субјективне процјене учинка сваког атрибута).

У посљедњем деветом дијелу, у складу са налазима у претходних осам дијелова, дефинисане су кључне детерминанте и тврдње, односно још једном је указано на квалитете и ограничења приказаних метода.



## 2. УВОД И ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

Проблем одлучивања се дефинише као проблем избора једне из скупа расположивих опција, које доносилац одлука (ДО) оцјењује на основу већег броја карактеристика (атрибута). Сваку опцију ДО дефинише вектором њених вриједности по изабраним атрибутима, при чему разлике у значају појединих атрибута изражава кроз различите тежинске коефицијенте (пондере) атрибута. Кандидат мр Жељко В. Рачић је уз приказ, анализу и критичку компарацију до сада кориштених техника и метода, презентовао резултате примјене метода вишеатрибутивног одлучивања (MADM). Циљ овог рада је приказ најпознатијих техника и метода насталих у оквиру вишеатрибутивног одлучивања као сегменту вишекритеријумске оптимизације, анализа предности и недостатака сваке од њих, те указивање на могуће правце даљег развоја ове области.

Вишеатрибутивна теорија одлучивања бави се управо поступцима одређивања оптималне из скупа расположивих опција, који се заснивају на оцјењивању опција по изабраном скупу атрибута различитог значаја. Свака опција се оцјењује једном нумеричком вриједношћу, затим се оцјене пореде и идентификује најбоља. Проблем прецизног израчунавања оцјене сваке опције је веома сложен, из најмање два разлога: први је што су атрибути међу собом неупоредиве величине (то су особине опција које изражавамо у различитим јединицама мјере), а други, што је тежинске коефицијенте (тј., релативан значај појединих атрибута) тешко прецизно утврдити и нумерички истражити.

Рад је посвећен и методама помоћу којих се проблем неупоредивости различитих атрибута настоји ријешити увођењем концепта корисности у анализу. У оквиру операционих истраживања постоји велики број метода намијењених изборима између сложених опција. Неки од њих се базирају на концепту корисности, док се други методи примјењују на вриједностима које добијамо једноставним математичким трансформацијама емпиријских података (тзв. нормализацијама). Њима се емпиријске вриједности атрибута пресликавају на скалу  $[0,1]$ . Опције се затим оцјењују примјеном различитих процедура које, због различитих приступа проблему, могу имати и различита рјешења. Мада поступци нормализације значајно олакшавају и убрзавају примјену различитих метода (будући да омогућавају примјену рачунарских програма), они, нажалост, значајно деформишу податке и нису адекватна замјена за корисност. Кандидат мр Жељко В. Рачић је констатовао да управо због проблема прецизне квантификације (кардиналних корисности и/или тежинских коефицијената) рјешења метода вишеатрибутивне анализе би требало да прати њихова „провјера“, односно испитивање осјетљивости резултата. Анализом осјетљивости испитује се да ли је добијени резултат стабилан (и у којој мјери) на промјене вриједности тежинских коефицијената и кардиналних корисности атрибута. Али, на основу свега реченог, било би погрешно да закључимо да присутни проблеми настају искључиво због несавршености обичних доносилаца одлука. Узроке неконзистентности рјешења можемо наћи и у логици избора појединих метода, због чега и у овој области постоје критеријуми за испитивање логичке конзистентности њихових рјешења. Мада се на њима кандидат мр Жељко В. Рачић није задржавао, презентовао је да они несумњиво наглашавају значај *мета одлучивања*, тј. промишљеног избора процедуре којом ћемо вршити избор. Зато примјени ових метода треба да претходи упознавање са њиховом суштином и посебно са њиховим слабостима.



Кандидат је у докторској дисертацији користио новију домаћу и страну литературу, уз помоћ које је успјешно образложио неопходност примјене метода вишеатрибутивног одлучивања (MADM).

### **3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА**

За потребе истраживања користили су се бројни извори и обимна документација. Основно ограничење овог и сличних истраживања је одсуство универзално дефинисаних подјела и карактеристика метода вишеатрибутивног одлучивања којима се описују поједине компоненте теорије одлучивања. У настојању да се ови проблеми превазиђу у што већој мјери, примијењен је приступ у коме је дат ауторов допринос даљим истраживањима. Опређељење за овакав приступ мотивисано је жељом да се будућим истраживачима омогући валидна методолошка основа за поређење резултата, као и да се омогући што већа упоредивост MADM са резултатима међународних истраживања из ове области. У истраживању су коришћени примарни и секундарни подаци. Примарни подаци су прикупљени у сврху конкретног истраживања, а секундарни представљају податке прикупљене у сврху која се разликује од конкретног истраживања.

Избор метода научног истраживања је незаобилазно, фундаментално питање које се поставља прије сваког истраживања. Ниједан метод или група метода не дају готов "рецепт" за рјешење свих проблема. У овом раду кандидат мр Жељко В. Рачић је примијенио комбинацију познатих научних метода за обраду и анализирање података.

Истраживање у овом раду извршено је примјеном одговарајућих научних метода, као што су аналитичка и компаративна. Аналитичка метода коришћена је у циљу детаљне разраде постојећих рјешења, док је компаративна метода омогућила сагледавање разлике и сличности између појединих метода (рјешења) и указала је на могућа побољшања у теорији одлучивања.

На основу провјерених модела и метода који су коришћени у овој тези, логично је очекивати да су и добивени резултати истраживања поуздани, јер су засновани на реалним и провјерљивим претпоставкама и поткријепљени довољно логичним интерпретацијама. То увјерење произилази и из чињенице да су резултати јасно приказани и документовани.

### **4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

Интерпретацију резултата истраживања кандидат мр Жељко В. Рачић је извео у неколико тематски раздвојених цјелина. Појмовним, теоријским и практичним разграничењима посвећена је посебна пажња. Разлог којим се кандидат руководио је чињеница да многа рјешења и појмови везани за проблематику вишеатрибутивног одлучивања немају адекватну интерпретацију и тумачења. Недостатак цјеловитих и обухватних (критичких) анализа, везаних за ову проблематику, условио је да се у научним и стручним публикацијама и доступним документима многи појмови и рјешења интерпретирају слободно и без неопходног осврта на већ постојећа



ограничења и рјешења. Методе вишеатрибутивног одлучивања су уобичајене у контексту рјешавања сложених проблема доношења одлука. Како се анализа спроводи и који се методи користе, директно детерминишу квалитет одлуке и омогућавају да се иста образложи и брани. Полазећи од тога, у овом раду систематизовано је више подјела метода вишеатрибутивног одлучивања; на прецизан и свеобухватан начин и предложена нова подјела метода вишеатрибутивног одлучивања. Наведени методи имају различит степен примјене из више разлога. Главни разлози су да постоје двије школе мишљења, америчка и европска, које фаворизују различите класе метода, што је даље повезано са борбом разних фирми за превласт на тржишту намјенског софтвера за подршку одлучивању.

У литератури се поступцима нормализације поклања мало пажње, а на основу информација којима располажемо, нежељени ефекти нормализација нису до сада озбиљније анализирани. Кандидат наводи да је разлог специфичан третман који процедуре нормализације имају у методама вишеатрибутивног одлучивања; оне се, наиме, прихватају као својеврстан допринос објективнијем вредновању опција. Нормализовани подаци у методама вишеатрибутивног одлучивања представљају замјену за субјективне оцјене атрибута од стране доносиоца одлука. Пошто их израчунавамо на основу математичких трансформација емпиријских података, стиче се утисак да су избори засновани на нормализованим вриједностима „објективни“. Због тога се анализа осјетљивости резултата до сада бавила искључиво утицајима тежинских коефицијената на коначне изборе, док је могући утицај нормализације у потпуности занемарен; при томе су, по свему судећи, деформације изазване нормализацијом података приписиване утицајима тежинских коефицијената и њиховом неизбјежном субјективизму. Други разлог може бити примјена компјутерских програма која веома убрзава и олакшава примјену метода вишеатрибутивног одлучивања, али, по правилу, прекида увид корисника у међурезултате, или га чини површним, смањујући тако шансе да се неприхватљиве деформације емпиријских података примијете. Кандидат указује на деформације емпиријских вриједности које су последица нормализација и које доводе у питање примјену нормализованих вриједности као базе за одлучивање. Досадашњи резултати показују да нормализација вриједности значајно утиче на коначне изборе и да је један од основних узрока неконзистентности резултата метода вишеатрибутивног одлучивања.

У овом раду, наведени су само неки од аргумената за развој стохастичког МАUM-а, предности (ближи су реалности), недостаци (аналитички тешка техника, субјективне процјене нивоа учинака промјенљивих атрибута) као и поступак рјешавања. Комплексност истраживања проистиче из врло различитих теоријских поставки и практичних анализа о проблемима са којима се сусрећу доносиоци одлука.

Посљедњих година све су чешће упоредне анализе којима аутори настоје да открију оне карактеристике проблема избора које условљавају једнакост, односно разлике у рјешењима појединих метода вишеатрибутивног одлучивања. Не спорећи њихов значај, кандидат закључује да, ипак, ове анализе и њихови резултати не говоре ништа о рационалности понуђених рјешења; наиме, чињеница да више метода сугерише исти избор још увијек није довољна гаранција њиховог „квалитета“. То указује на потребу да се фаза избора методе вишеатрибутивног одлучивања (тзв. фаза мета-одлучивања) лиши присутне произвољности, односно, да се поступак избора методе одлучивања објективизира.



Трендови даљег развоја метода и техника операционих истраживања воде ка фазификацији метода операционих истраживања примјеном фази логике и теорије фази скупова. Теорија фази скупова представља погодан математички апарат за моделирање различитих процеса у којима доминира неизвјесност, субјективност и неодређеност. Умјесто „чврстих“ и прецизних вриједности прихватају се и обрађују „меке“ – расплинуте вриједности и покушавају се обухватити непрецизности и неодређености које су иманентне човјеку, као што су мишљење и резонување – засновани на ријечима. Сем тога, крајем XX вијека уведена је и нова рачунарска дисциплина, као алтернатива класичној вјештачкој интелигенцији, под називом рачунарска интелигенција, (енг. computational intelligence), заснована на soft computing-у, тј. меком рачунарству, које представља основу рачунарске интелигенције, односно скуп методологија које омогућавају концептуализацију, дизајн и примјену интелигентних система. Главни фактори меког рачунарства су: фази логика, неурорачунарство, генетско рачунарство и пробаблистичко рачунарство. Ово истраживање, како је то и назначено у наслову теме докторске дисертације, допринијеће развоју теорије и методологије вишеатрибутивног одлучивања у настојању да се помогне доносиоцима одлука код избора оптималне управљачке одлуке. Резултати истраживања би могли бити од вишеструке користи како доносиоцима одлука, тако и перспективним оснивачима малих, иновативних фирми и академској заједници која је заинтересована за даље истраживање у овој области. Концепт вишеатрибутивног одлучивања и његова примјена представља теоријску и експерименталну основу за даља истраживања.

## 5. НАУЧНИ ДОПРИНОС

Истраживачки карактер рада предодређује његов научни допринос. Резултат овог рада огледа се у критичкој анализи техника и метода насталих у оквиру вишеатрибутивног одлучивања. У том смислу, учињен је покушај да се бар неке од ових недоследности превазиђу. Посебан допринос овог рада развоју науке о одлучивању је и продубљивање стохастичности вишеатрибутивног проблема и његова примјена.

Поред чињенице да су у оквиру операционих истраживања предложени бројни методи избора, можемо рећи да сваки показује одређене слабости и не представља савршено поуздану основу за избор. Стога, допринос овог рада је јасније сагледавање сложене структуре преференција доносилаца одлука.

Научни опис ове области вишекритеријумске оптимизације је важан у сагледавању стања и даљих праваца развоја теорије одлучивања. С обзиром на наведену чињеницу, кандидат мр Жељко В. Рачић је показао да се на пољу развоја вишеатрибутивног одлучивања, уз примјену савремених техника, може битно унапредити процес доношења одлука.

Наравно, рад није могао да понуди одговоре на сва питања, али ће садржајем и структуром допринијети да се на адекватан начин сагледа значај и примјена метода MADM.



## 6. ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ

Полазећи од резултата истраживања обављених у оквиру ове докторске тезе, могуће је извући закључак да је полазна хипотеза да примјена метода вишеатрибутивног одлучивања омогућава доносиоцима одлука тачније и потпуније информације у циљу унапређења процеса доношења одлука, у потпуности потврђена. Неке од будућих активности захтијевају додатна научна истраживања, која су по својој природи мимо обухвата ове тезе. Кандидат је указао да се та истраживања првенствено односе на увођење рационалности метода MADM, гдје је потребно дефинисати критерије за оцјену метода вишеатрибутивног одлучивања. Кандидат наводи да узроке неконзистентности рјешења можемо наћи и у логици избора појединих метода, због чега и у овој области постоје критеријуми за испитивање логичке конзистентности њихових рјешења. Комисија коју је Научно-наставно вијеће Економског факултета Универзитета у Бањој Луци именовало на својој сједници одржаној 10.11.2011. године за оцјену урађене докторске дисертације кандидата мр Жељка В. Рачића под насловом: „Вишеатрибутивно одлучивање-методе, примјена, очекивани правци развоја“, извршила је детаљно изучавање поднијете докторске тезе и овај Извјештај формирала према садржају и упутствима из Обрасца број 3 прописаног од стране Сената Универзитета у Бањој Луци Одлуком о форми и садржини пријаве теме за израду докторске тезе, извјештаја о оцјени подобности теме и кандидата за израду докторске тезе и извјештаја о оцјени урађене докторске тезе бр. 05-276-XLIII-17/11 од 27.01.2011. године.

Имајући у виду све што је напријед наведено, предлажемо Научно-наставном вијећу Економског факултета у Бањој Луци да прихвати овај извјештај и одобри јавну одбрану докторске дисертације кандидата мр Жељка В. Рачића, дипл. ек. под насловом „Вишеатрибутивно одлучивање-методе, примјена, очекивани правци развоја“.

Бања Лука, 11.07.2013. године

### ПОТПИС ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

1. Проф. др Станко Станић, редовни професор, ужа научна област Операциона истраживања, Економски факултет Универзитета у Бањој Луци, предсједник.

2. Проф. др Миливој Крчмар, редовни професор, ужа научна област Актуарство, Економски факултет Универзитета у Бањој Луци, члан.

3. Проф. др Васо Драговић, редовни професор, ужа научна област Статистичка анализа, Економски факултет Универзитета у Источном Сарајеву, члан.