

ПРИМЕНА МЕТОДА ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКОГ ОДЛУЧИВАЊА У НАБАВНОЈ ФУНКЦИЈИ СИСТЕМА ОДБРАНЕ КОРИШЋЕЊЕМ СОФТВЕРА *EXPERT CHOICE*

Милосав Терзић

Министарство одбране Републике Србије
Управа за буџет и финансије – Рачуноводствени центар

Ефикасност реализације финансијског плана Министарства одбране директно зависи од степена сагласности поступка планирања и поступка извршења одобрених буџетских средстава. Највећи део извршења оперативних и инвестиционих издатака спроводи се у поступку јавних набавки. Одлучивање и избор најповољнијег добављача у поступку јавних набавки представља кључни проблем чије решавање треба да буде усмерено ка обезбеђивању ефикасне и делотворне употребе одобрених средстава.

У раду је наглашен значај вишекритеријумског одлучивања и представљен поступак примене методе Аналитичких хијерархијских процеса. Коришћењем софтвера *Expert Choice* и практично је приказана примена те методе и карактеристичних критеријума при одлучивању о избору најповољнијег добављача.

Кључне речи: *набавке, методе вишекритеријумског одлучивања, избор добављача, Expert Choice.*

Увод

Набавке за потребе система одбране извршавају се закључивањем уговора са добављачима по одређеној методологији која мора бити у складу са *Законом о јавним набавкама* и *Законом о облигационим односима*. Извршење набавне функције је веома сложен и свеобухватни поступак који чини један од основних и највећих компоненти материјалног и финансијског пословања у реализацији одобрених буџетских средстава за потребе система одбране. Набавна функција обухвата велики број различитих активности, веза и односа, почев од планирања, финансирања, истраживања тржишта, уговарања и реализације извршења набавки.

Сложеност набавки посебно је наглашена у великим системима као што је Министарство одбране и Војска – представљају велике потрошаче, који захтевају разноврстан асортиман, прописан и стандардизован квалитет, континуитет у снабдевању, присутност на целом простору Србије и тако даље. У тако сложеном процесу набавни органи морају обезбедити планиране количине и врсте добара – прописаног квалитета, у предвиђеном периоду, од сигурних добављача, по повољним условима. Све то је праћено с ограниченим финансијским средствима и временом.

Министарство одбране посебну пажњу поклања начину коришћења средстава и њиховој употреби, тражећи такву организацију и начине располагања средствима како би се са ограниченим средствима постигао максималан учинак. То намеће потребу да се извршењу набавки приступа плански, систематски и рационално, коришћењем савремених метода, модела и техника у одлучивању и избором најповољнијег добављача.

Карактеристике и методе вишекритеријумског одлучивања

О значају одлучивања у организационим системима говорили су и писали многи аутори при чему се сви слажу у једном, да је одлучивање само један од најважнијих и најчешћих задатака сваког руководиоца и да (без претеривања може се рећи) највећи део свог радног времена руководиоца посвећује процесу доношења одлука. С обзиром на хијерархијску организацију Војске значај наредбодавца, у процесу доношења одлуке – само добија на значају.

Одлука је избор једне од разматраних могућности – алтернатива¹ и представља решење конфликтне ситуације у којој се одређују правци даљег деловања. Неке одлуке треба донети одмах, без обзира на резултате дискусија и анализа. Друге се ослањају на озбиљно урађене анализе и разматрања различитих аспеката² њихових последица. Анализа проблема одлучивања је релативно нова област у теорији одлучивања која омогућава системску анализу комплексних проблема одлучивања. Основни циљ анализе одлучивања је да се помогне доносиоцу одлуке у налажењу најбољег дозвољеног решења неког проблема систематском анализом већег броја алтернатива које стоје на располагању.

¹ Лат. *alternativa*, избор, опредељивање за једну од могућности, Милан Вујаклија, *Лексикон страних речи и израза*, Просвета, Београд, 2002, стр. 35.

² Лат. *aspectus*, изглед, гледиште нечега, *Исто*, стр. 80.

У теорији одлучивања развијен је велики број метода и техника које су нашле примену у решавању проблема реалног света одлучивања, које су класификоване у две велике групе: методе једнокритеријумског одлучивања и методе вишекритеријумског одлучивања (ВКО). Методе из групе једнокритеријумског одлучивања или методе операционих истраживања, карактерише добијање оптималног решења које даје највећу вредност једне критеријумске функције присуством одговарајућег скупа ограничења. У групу тих метода спадају: линеарно програмирање, транспортне методе, нелинеарно, динамичко програмирање, мрежно планирање, теорија игара и друго.

Методе ВКО, налазе се у фази бурног развоја и њих карактерише доношење одлуке у случајевима постојања више критеријума који су често међусобно конфликтни. То је и највећа предност ВКО у односу на методе које користе само један критеријум при одлучивању, јер је у пракси веома мали број проблема на које утицај има само један фактор, односно у чију би се оптимизацију укључио само један критеријум. Заједничке карактеристике за проблеме који се могу решавати применом ВКО су:

- присуство више критеријума (функција циља, функција критеријума) за одлучивање;
- постојање више алтернатива (решења) за избор;
- неупоредивост јединица мере критеријума и
- присуство процеса пројектовања или избора решења

Решења ове врсте проблема су пројектовање најбоље акције или избор најбоље акције из скупа претходно дефинисаних акција. На основу заједничке карактеристике пројектовање или избор, проблеми ВКО могу се систематизовати у две групе:

- вишециљно одлучивање (ВЦО) и
- вишеатрибутивно одлучивање (ВАО).

Уобичајено је да се проблеми ВЦО називају „добро структурирани проблеми“, а проблеми ВАО „лоше структурирани проблеми“. За вишециљно одлучивање (ВЦО), као велику групу метода ВКО, која се користи за „добро структуриране проблеме“, карактеристично је да до сада развијене методе имају следеће заједничке особине:

- скуп циљева који могу бити квантификовани;
- скуп добро дефинисаних ограничења и
- процес добијања информација (експлицитних или имплицитних) о идентификованим циљевима (који нису квантификовани).

Последња особина је посебно значајна (јер већину реалних циљева је веома тешко квантификовати) па је за коришћење метода из ове групе (ВЦО), потребно располагати процесом који би био у стању да обезбеди одређени ниво квантификације свих циљева. Постоје бројне методе за решавање модела ВАО, а посебно су познате методе *ELECTRA*, *PROMETHEE*, *VIKOR* и *AHP* (аналитички хијерархијски процеси).

Типичан начин приказивања проблема ВАО јесте матрична форма вредности критеријума за поједине алтернативе. Модел вишеатрибутивног одлучивања има следећу општу математичку поставку:

$$(\max)\{f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x), n \geq 2\}$$

уз ограничења $x \in A = [a_1, a_2, \dots, a_m]$, где су:

n – број критеријума (атрибута), $j = 1, 2, \dots, n$;

m – број алтернатива (акција), $i = 1, 2, \dots, m$;

f_j – критеријуми (атрибути), $j = 1, 2, \dots, n$;

a_i – алтернативе (акције) за разматрање, $i = 1, 2, \dots, m$ и

A – скуп свих алтернатива (акција).

При томе су познате и вредности f_{ij} сваког разматраног критеријума f_j добијене са сваком од могућих алтернатива a_i :

$$f_{ij} = f_j(a_i), \forall (i, j); i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

Једна од фаза у процесу одлучивања припада и формирању модела за проблеме који се решавају. Реч *модел* у савременом свету користи се практично свакодневно. Под моделом се најчешће подразумева „...апстракција нечега за шта ми верујемо да постоји као део реалности“³ при чему је битно да модел никада не може бити потпуно верна слика те реалности. Модели морају обухватити само битне особине појаве или проблема који представљају, а да при томе занемаре читав низ детаља те исте појаве. У вези с тим, треба истаћи предности које се добијају од модела неког реалног проблема или појаве. Користи од коришћења модела:⁴

1. омогућавају анализу и експериментисање са сложеним проблемима,
2. обезбеђују економисање ресурсима који се користе за анализу дате појаве,
3. време за анализу дате појаве се значајно смањује и
4. обезбеђује се концентрација на битне карактеристике појаве.

Једнокритеријумски модели заснивају се на тврдим егзактним подацима о систему и његовом окружењу, који су у пракси били релативно слабо заступљени. Разлог за релативно слабу прихваћеност тих модела није само неупућеност потенцијалних корисника, већ што сви они претпостављају значајно упрошћену слику света и приморавају корисника да прилагођава реалност моделу, а не обрнуто. Код вишекритеријумског одлучивања, фаза моделирања је критична тачка са којом се мора бити веома опрезан, јер се на тај начин смањује ризик за доношење погрешне одлуке.

³ Чупић, Милутин и други: *Менаџмент*, Факултет организационих наука, Београд, 1996, стр. 673.

⁴ Исто, стр. 674.

Трансформација атрибута

Подаци за конкретан проблем ВАО могу бити квантитативни (бројни) и квалитативни (описни). Услед тога, неопходно је извршити одговарајуће трансформације атрибута. Поред тога, пожељно је извршити трансформацију атрибута када су подаци такве природе да отежавају решавање модела (велики и мали бројеви у целом моделу или за неке критеријуме). За решавање модела ВАО значајни су следећи аспекти:

- квантификација квалитативних атрибута,
- модификација атрибута истог критеријума,
- нормализација и линеаризација атрибута и
- дефинисање тежинских коефицијената критеријума.

Квантификација квалитативних атрибута

Решавање модела ВАО, у случајевима да има и квалитативних (описних) података, потребно је превести у бројчане податке. У ту сврху се користе варијанте скала трансформација, као што је линеарна скала трансформације:



Модификација атрибута истог критеријума

Ова модификација може да олакша решавање модела и најчешће је потребно усагласити висину бројних вредности критеријума, односно превести захтев да се одреди минимална вредност неког критеријума у одређивање максималне вредности модификованог (супротног) критеријума. У моделу остају непромењени односи ако се у оквиру истог критеријума на одређени начин модификују вредности свих алтернатива, при чему остаје непромењена и природа разматраног критеријума – максимизација или минимизација. То се постиже на два начина:

- ако се вредности алтернатива одређеног критеријума помноже или поделе са подесно одабраним позитивним бројем k и
- ако се вредности алтернатива увећају за подесно одабрани број z или се умање.

У моделу остају непромењени односи, али се мења природа критеријума (минимизација се преводи у максимизацију и обрнуто) ако се у оквиру истог критеријума изврше следеће операције:

- ако се поделе или помноже вредности свих алтернатива са негативним бројем (-1) и
- ако се од подесно одабраног броја одузму вредности свих алтернатива.

Нормализација и линеаризација атрибута

У неком од корака за решавање модела ВАО већина ефикасних метода врше одговарајућу нормализацију атрибута. При томе она може бити:

1. *векторска*, где се сваки вектор – врста одлучивања подели са својом нормом, при чему се добија нормализована вредност n_{ij} , нормализоване матрице одлучивања N и
2. *линеарна*, где се вредност неког критеријума подели његовом максималном вредношћу.

Дефинисање тежинских коефицијената

При решавању реалних проблема, критеријуми најчешће немају исти степен значајности, па је потребно да доносилац одлуке дефинише факторе значајности појединих критеријума користећи одговарајуће тежинске коефицијенте (тежине) или пондере за критеријуме. Ако збир тежинских коефицијената износи 1, то су онда нормализоване тежине. Доносилац одлуке субјективно дефинише тежинске коефицијенте па је потребно анализирати решења у зависности од могућих реалних варијанти.

Методe вишеатрибутивног одлучивања

Класични квантитативни модели за подршку одлучивању заснивају се на тврдим, егзактним подацима о систему и његовом окружењу и слабо су прихваћени од корисника. Разлог за релативно слабу прихваћеност тих модела није само неупућеност корисника, већ и то што представљају веома упрошћену слику реалног света.

У условима брзе размене информација, појавио се систем за подршку одлучивању намењен слабо структурираним проблемима (какви су готово сви проблеми одлучивања). Укључивање меких података (процена, прогноза, експертске оцене) у оптимизационе моделе суштински је нови приступ раније познатим концептима у теорији и пракси одлучивања. Реалност и

примењивост проблематике ВАО условила је брз и континуиран развој метода ВАО. Због тога се данас располаже моћним скупом метода, које су у стању да решавају већину реалних проблема ВАО.

Аналитички хијерархијски процеси (АХП) представљају алат у анализи одлучивања, креиран ради пружања помоћи доносиоцима одлуке у решавању комплексних проблема одлучивања у којима учествује већи број доносилаца одлуке, већи број критеријума и у вишеструким периодима.

Процес решавања проблема одлучивања често је изузетно комплексан због присуства конфликтних циљева међу расположивим критеријумима или алтернативама. Проблем је изабрати алтернативу која ће на најбољи начин задовољити скуп циљева. Подручје примене ове методе је вишекритеријумско одлучивање где се на основу дефинисаног скупа критеријума и вредности атрибута за сваку алтернативу врши избор најприхватљивије, тј. приказује се потпуни поредак њене важности у моделу. Ради лакше примене методе развијен је, и за конкретан пример у раду биће коришћен, оригиналан софтверски алат из класе система за подршку одлучивању *EXPERT CHOICE*.⁵

Метода АХП заснива се на концепту баланса који се користи за одређивање свеукупне релативне значајности скупа атрибута, активности или критеријума. То се може постићи структурирањем било ког комплексног проблема одлучивања који укључује доносиоца одлуке, више критеријума и више периода у већи број хијерархијских нивоа. Релативне тежине се додељују у облику серије матрица поређења парова, а затим се користи систем за подршку одлучивања који те тежине користи за евалуацију⁶ атрибута на најнижем нивоу целокупне хијерархије. На тај начин схваћен процес коришћења методе АХП чине четири фазе:

1. структурирање проблема,
2. прикупљање података,
3. оцењивање релативних тежина и
4. одређивање решења проблема.

Фаза структурирања састоји се од декомпоновања било ког комплексног проблема одлучивања у серију хијерархија, где сваки ниво представља мањи број управљивих атрибута. Они се затим декомпоњују у други скуп елемената који одговара следећем нивоу.

Прикупљањем података и њиховим мерењем отпочиње друга фаза методе АХП. Доносилац одлуке додељује релативне оцене у паровима атрибута, једног хијерархијског нивоа, и то за све нивое целокупне хијерархије.

⁵ *Expert Choice* је заштићени знак компаније Expert Choice, Inc. – The Decision Support Software Company, 4922 Ellsworth Avenue, Pittsburgh, PA 15213, USA

⁶ Evaluation (фр.) одређивање вредности (Милан Вујаковић: *Лексикон страних речи и израза*, Просвета, Београд, 2002, стр. 246).

У вези с тим, користи се најпознатија скала девет–тачака, која је представљена у табели 1. По завршетку овог процеса, добија се одговарајућа матрица упоређивања по паровима који одговарају сваком нивоу хијерархије.

Процена релативних тежина јесте трећа фаза методе АХП где се матрица поређења, по паровима, преводи у проблеме одређивања сопствених вредности, ради добијања нормализованих и јединствених сопствених вектора, са тежинама за све атрибуте на сваком нивоу хијерархије.

Табела 1 – Скала девет тачака

Скала	Објашњење / Рангирање
9	апсолутно најзначајније / најпожељније
8	веома снажно ка апсолутно најзначајнијем / најпожељнијем
7	веома снажно ка веома значајном / пожељном
6	снажно ка веома снажном
5	снажније више значајно / пожељно
4	слабије ка више снажнијем
3	слабије више значајно / пожељније
2	подједнако ка слабијем вишем
1	подједнако значајно / пожељно
0.50	подједнако ка слабијем мањем
0.33	слабије мање значајно / пожељно
0.25	слабије ка снажно мањем
0.20	снажно мање значајно / пожељно
0.17	снажно ка веома снажно мањем
0.14	изузетно снажно мање значајно / пожељно
0.13	веома снажно ка апсолутно мањем
0.11	Апсолутно најмање значајно / пожељно

За добијање сопствених вектора може се искористити процедура која се састоји од следећих корака:

- корак 1. – извршити поређење критеријума у паровима;
- корак 2. – пронаћи суму свих елемената у свакој колони;
- корак 3. – поделити елементе сваке колоне са сумом те колоне, која је добијена у претходном кораку и

корак 4. – наћи суму свих елемената по сваком реду и потом одредити средњу вредност сваког реда (поделити суму са бројем критеријума). Колона која се састоји од тако добијених средњих вредности представља нормализовани сопствени вектор. На такав начин се добија учешће или важност сваког критеријума у моделу.

Одређивање решења проблема подразумева налажење тзв. композитног нормализованог вектора. Након што се одреди вектор редоследа вредности критеријума у моделу, у наредном кругу потребно је да се одреди, у оквиру сваког посматраног критеријума, редослед важности алтернатива у моделу, с обзиром на исту процедуру.

Пошто се изврши процена свих алтернатива по појединим критеријумима приступа се свеукупној синтези проблема у којој је потребно помножити њено учешће у оквиру критеријума са релативном тежином критеријума и то за све критеријуме, а затим добијене вредности сабрати за сваку алтернативу посебно. Сабирањем ових вредности добијају се укупна учешћа (тежине) за сваку алтернативу, чиме је одређен композитни нормализовани вектор.

Рангирање алтернатива врши се на основу вредности укупних тежина и то тако да највиши ранг добија алтернатива са највећом укупном тежином.

Карактеристике софтвера *Expert Choice*

Софтвер *Expert Choice* омогућава решавање проблема вишекритеријумског рангирања применом матрице одлучивања са квантификованим вредностима критеријума и релативних тежина критеријума, као и вредности критеријума по појединим алтернативама a_{ij} . Софтвер сабира вредности a_{ij} за сваки j -ти критеријум и приказује збир

$$s_j = \sum_{i=1}^m a_{ij},$$

а затим трансформише матрице a_{ij} у елементе:

$$a_{ij}^* = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^m a_{ij}}, \quad (j = 1, \dots, n).$$

Након унесених вредности за све критеријуме приступа се синтези проблема и одређивању коначног решења. Синтеза проблема је иста као и када се вредности алтернатива у погледу критеријума одређују методом поређења. Софтвер *ЕС* пружа могућност комбиновања два основна начина дефинисања модела:

1. уношењем података из матрица одлучивања и
2. поређењем парова алтернатива.

Поред рангирања алтернатива софтвер *ЕС* пружа и следеће могућности:

1. сваком чвору може да се придружи датотека са жељеним информацијама о процесу решавања проблема путем информационог екрана;
2. испитивање утицаја промена вредности алтернатива или критеријума на коначну одлуку;
3. решење путем „шта – ако“ анализе;
4. анализу осетљивости преко прорачуна и приказивање односа промена приоритета алтернатива као функције значаја критеријума. На овај начин доносиоцима одлуке пружена је могућност испитивања различитих скупова алтернативних решења;
5. групног одлучивања где сваки учесник даје процене за област у којој је експерт, а затим се врши заједничка синтеза;
6. решавање проблема већег броја алтернатива, када је поређење у паровима компликовано, коришћењем посебног модула софтвера *ЕС* који је назван *Ratings*.

На основу изнетог може се закључити да метода АХП и софтвер *ЕС* омогућавају дефинисање структуре модела са више нивоа за критеријуме. Основна карактеристика АХП методе представља могућност да се на вербалан или нумерички начин, односно графички врше поређења парова критеријума и парова алтернатива, што у односу на друге методе представља замену за дефинисање тежинских коефицијената критеријума односно вредности критеријума за алтернативе.

Ефикасна софтверска реализација методе АХП у процесу формирања модела у *Expert Choice* као и графичког приказивања решења, динамичке анализе, градијентне анализе, анализе перформанси доводи до једноставне примене и лакшег прихватања од стране корисника.

Систем за подршку одлучивања у набавној функцији

Сврха процеса одлучивања је да се дође до одлуке којом би се испунили одређени захтеви и циљеви. У условима брзе размене информација, све мање расположивог времена за процес доношења одлуке дошло се до новог приступа оптимизације у одлучивању. У тим условима појавио се систем за

подршку одлучивања (СПО) који је намењен слабо структурираним проблемима, а такви су готово сви проблеми одлучивања. Укључивање „меких“ података (као што су процене, прогнозе, експертске оцене) у оптимизационе моделе представља суштински нов приступ у теорији и пракси одлучивања.

За СПО се може рећи да представљају информационе системе који пружају подршку у решавању слабо структурираних проблема, црепећи из постојећих система оне информације које су битне за процес одлучивања. То значи да је акценат на систему за доношење одлуке који се састоји од корисника – доносиоца одлуке који је суочен са неким задатком у организационом окружењу и који употребљава СПО. Сврха СПО је да подржи доносиоца одлуке, а не да га замени. У вези с тим, СПО не доноси одлуке аутоматски, већ само обезбеђује анализу и подршку потребну за конкретније одлучивање. Пошто је намењен одлучивању, СПО покушава да интегрише тековине науке о управљању (менаџмент) и традиционалне функције обраде података. Он садржи алгоритме логичких и рационалних процеса путем којих он класификује, упоређује и формира информације за одлучивање. На слици 1, приказан је концептуални модел одлучивања за коришћење СПО у набавној функцији.



Слика 1 – Концептуални модел одлучивања коришћењем СПО

О СПО као интегратору информатичких и управљачких функција Бечејски каже да је: „... акценат СПО на флексибилности и адаптивности у процесу одлучивања на четири нивоа:

- могућност корисничког приступа проблемској анализи на њему одговарајући начин;
- способност модификовања конфигурације СПО као спремности за препознавање групе проблема са којима се сусреће;

– допуштање довољно великих промена које би захтевале потпуно различит СПО и

– могућност еволуирања која прате промене у основним елементима технологије на којој је СПО базиран⁷.

Спајањем информатичких и управљачких функција настају два основна ресурса са којима доносилац одлуке остварује дијалог у процесу одлучивања, а то су подаци и моделирање. У концептуалном приступу СПО су пролазили неколико нивоа подршке доносиоцу одлука:

1. *пасивна* подршка – кориснику пружа алат без обзира на наметање стила и мешања у његов начин рада;

2. *традиционална* подршка – алати, као подршка за „шта – ако“ проблеме, омогућавају кориснику и оно што до тада није могао у анализи проблема одлучивања;

3. *продужена* подршка – СПО је асистент и консултант, он познаје домен одлучивања и врши евалуацију избора доносиоца одлуке;

4. *нормативна* подршка – доминантан је процес одлучивања, где се спроводи експлицитна методологија анализе, где је улога доносиоца одлуке сведена углавном на дефинисање улаза и спецификацију проблема.⁸

Тенденцију нормативне подршке као алати СПО, имају експертни системи, који укључују знања из специфичних подручја. Према Милићевићу експертни системи могу да се дефинишу као: „... системи базирани на знању пошто се граде на основу познатих чињеница и одговора на различите ситуације. Они покушавају да примене резултате истраживања у области вештачке интелигенције на проблеме доношења одлука имитирајући способности и расуђивања људи експерата у одређеном подручју. Експертски системи су софтверски системи који покушавају да дају тип савета који би се нормално очекивао од експерата. Они дијагностикују проблеме, препоручују алтернативна решења, износе разлоге за своје дијагнозе и препоруке и чак могу учити из искуства додавајући информације проистекле из решавања сличних проблема њиховој садашњој бази знања“.⁹

Основни циљ СПО и експертних система је у основи исти, јер је намена обају система повећање квалитета одлучивања, али постоје и разлике: циљ СПО је да подржи корисника код доношења (слабо структурираних) одлука, при томе се обезбеђује брз и једноставан приступ до података, модела и знања, а циљ експертног система је да обезбеди кориснику закључак или одлуку која је тачна у свако доба или бар тачнија од било које друге одлуке

⁷ Бечејски-Вујаклија, Драгана: *Информатика* (лекција), Војнотехничка академија, Београд, 1995, стр. 2.

⁸ Исто, стр. 15

⁹ Милићевић, Весна: *Стратегијско пословно планирање – менаџмент приступ*, Факултет организационих наука, Београд, 1997, стр. 122. и 123.

коју би корисник донео без обзира на експертни систем. У вези с тим, СПО помаже при одлучивању, док експертни систем „одлучује“ и не може се применити код слабо структурираних процеса одлучивања.

Неоспорно је да је рад набавних органа значајан фактор за постизање што повољнијих услова купопродаје. Избор најповољнијег добављача, као једне од алтернатива, при задатим критеријумима, представља реални проблем за чије решење може да се користи метода АХП применом софтвера *Expert Choice*.

Избор и опис карактеристичних критеријума

Претходно дефинисање проблема, „Избор добављача“, у целини се поклапа са првом фазом методе АХП, тј. структурирањем проблема, па је утолико избор методе детерминисан природом проблема. Карактер проблема, „Избор добављача“, захтева примену критеријума са квантитативним и квалитативним исказом, јер је немогуће да се одреде квантитативни искази за остале услове, осим цене, које добављачи дају у својим понудама. Могућа је примена критеријума хијерархијски устројених на више нивоа и оних на једном нивоу. Разматрани су критеријуми на три нивоа, где један ниво представљају критеријуми, други ниво представљају подкритеријуми, а трећи ниво добављачи као алтернативе. При „Избору добављача“ узети су карактеристични критеријуми и поткритеријуми:

K_1 – рок испоруке:

K_{11} – испорука пре плаћања и

K_{12} – испорука након плаћања;

K_2 – укупна цена;

K_3 – услови плаћања:

K_{31} – плаћање вирманом,

K_{32} – плаћање обезбеђено банкарском гаранцијом или акцептним налогом и

K_{33} – авансно плаћање;

K_4 – квалитет производа;

K_5 – гарантни рок;

K_6 – бонитет добављача:

K_{61} – сарадња и

K_{62} – традиција

У примеру „Избор добављача“ биће извршен избор од четири понуде, од исто толико добављача.

Критеријум K_1 – рок испоруке треба да обезбеди реализовање набавке у погледу времена и потреба команди и јединица. Неусклађени рокови испоруке са потрошњом могу да изазову прекид у снабдевању или стварању већих залиха, него што је планирано. Тај критеријум има два подкритеријума и то испорука пре плаћања и испорука након плаћања. Са становишта Војске као купца, рок испоруке треба да буде што краћи па зато он представља тип критеријума минимизације.

Критеријум K_2 – цена је један од најважнијих елемената набавки и купопродајних уговора уопште. Потребно је стално вршити анализу цена без обзира на њену сложеност. Анализа цена које се формирају под дејством тржишног механизма, односно закона понуде и потражње јесте веома сложена. Не треба занемарити и анализу цена које се не формирају под дејством тржишног механизма, где делује и низ других ванекономских фактора што се посебно односи на набавке средстава наоружања и војне опреме. И критеријум цена припада типу критеријума минимизације.

Критеријум K_3 – услови плаћања представља захтев добављача за начин плаћања који може да буде након испоруке или пре ње. Такође, добављачи могу да траже и давање аванса за финансирање производње. Подкритеријуми тог критеријума су K_{31} – плаћање вирманом, K_{32} – плаћање обезбеђено банкарском гаранцијом или акцептним налогом, K_{33} – авансно плаћање. Тај критеријум припада типу критеријума максимизације који има квалитативно одређење као повољан, неповољан или прихватљив.

Критеријум K_4 – квалитет је такође битан елемент при извршењу набавки и избору добављача. Квалитет предмета набавке и њихова функционалност и трајност зависе од квалитета израде. Економске последице због лошег или неодговарајућег квалитета најчешће су што таква средства неће моћи у потпуности (или делимично) да буду употребљена за намењене сврхе. Квалитет покретних ствари пре њихове набавке треба утврдити с обзиром на два општа квалитативна својства: техничко-технолошког и функционалног. И тај критеријум припада типу критеријума максимизације и одређен је квалитативним обележјима.

Критеријум K_5 – гарантни рок представља тип критеријума минимизације и он се односи на средства набавке која имају технички карактер. Обично се даје у броју месеци или година, а у примеру биће разматран квалитативним обележјима.

Критеријум K_6 – досадашња пословна сарадња представља значајан услов при избору добављача. При једнаким осталим условима критеријум досадашње пословне сарадње добиће на значају. Тај критеријум припада типу максимизације и дефинише се квалитативним обележјима. Подкритеријуми тог критеријума су K_{61} – сарадња и K_{62} – традиција.

Након свестраног разматрања приспелих понуда од добављача потребно је извршити њихово рангирање и избор најповољнијег и приступити уговарању извршења набавке. Тај задатак биће олакшан коришћењем софтверског алата *Expert Choice*, као у примеру који је приказан следећом матрицом одлучивања где су:

од D_1 до D_4 – представљени добављачи (алтернативе) и

од K_1 до K_6 – представљени критеријуми (атрибути).

$$O = \begin{pmatrix} & K_1 & K_2 & K_3 & K_4 & K_5 & K_6 \\ D_1 & \text{веома} & 3,0 & \text{повољан} & \text{веома} & \text{повољан} & \text{врло} \\ & \text{повољан} & & & \text{висок} & & \text{висок} \\ D_2 & \text{повољан} & 2,6 & \text{веома} & \text{висок} & \text{веома} & \text{висок} \\ & & & \text{повољан} & & \text{повољан} & \\ D_3 & \text{просечно} & 2,6 & \text{просечно} & \text{просечан} & \text{повољан} & \text{просечан} \\ & \text{повољан} & & \text{повољан} & & & \\ D_4 & \text{повољан} & 2,7 & \text{просечно} & \text{висок} & \text{веома} & \text{висок} \\ & & & \text{повољан} & & \text{повољан} & \end{pmatrix} \cdot 10^6$$

Претходну матрицу одлучивања потребно је квантификовати помоћу скале девет тачака:

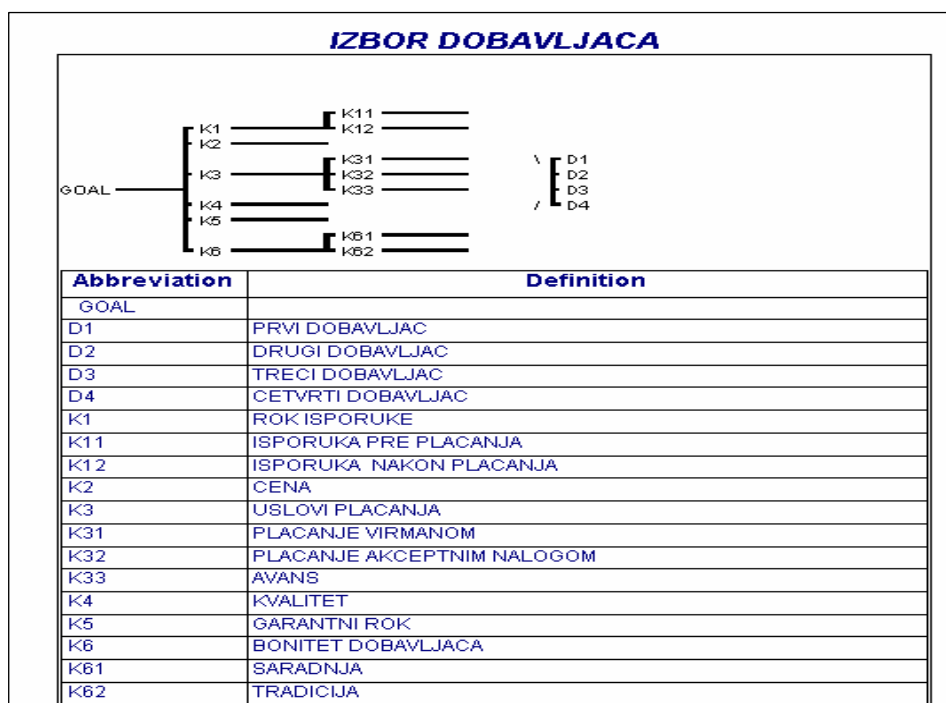
$$O = \begin{pmatrix} & K_1 & K_2 & K_3 & K_4 & K_5 & K_6 \\ D_1 & 9 & 3 & 7 & 9 & 3 & 9 \\ D_2 & 7 & 2,6 & 9 & 7 & 9 & 7 \\ D_3 & 5 & 2,6 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ D_4 & 4 & 2,7 & 5 & 7 & 9 & 7 \end{pmatrix}$$

Након тога, може се прећи на креирање модела и решавање проблема „Избора добављача“.

Избор најповољнијег добављача применом софтвера *Expert Choice*

Софтвер *Expert Choice* има у основи методу хијерархијских аналитичких процеса као и могућност да се у процесу анализе и припремања одлука моделира хијерархијска структура проблема. За креирање нове датотеке, односно модела, потребно је најпре дати ново име датотеци и опис њеног циља. У том случају дат је назив „Избор добављача“.

Након тога софтвер је спреман за конструкцију модела, па се на *ЕС* стабло уносе чворови и сви критеријуми. Затим је потребно зауставити гранање на овом нивоу дрвета. Као једно од ограничења софтвера наводи се његова могућност да сваки чвор може имати највише седам излазних чворова. Разлог за то је искључиво графичке природе и то ограничење може се превазићи коришћењем другог модула.



Слика 2 – Потпуно *ЕС* стабло са критеријумима, подкритеријумима и алтернативама

Након уноса критеријума приступа се уносу подкритеријума и алтернатива. Како су сви критеријуми и подкритеријуми пропраћени истим алтернативама може да се искористи опција понављања свих алтернатива. На тај начин завршено је конструисање *ЕС* стабла посматраног проблема „Изора добављача“ који је приказан на слици 2, са свим критеријумима, подкритеријумима и алтернативама.

Следећи корак у коришћењу софтвера јесте процена приоритета, најпре критеријума између себе у оквиру циља, а потом и свих алтернатива – добављача (између себе) у оквиру сваког критеријума. Уношење тих процена

могуће је учинити на вербални начин, односно нумерички. Сами приоритети се одређују на бази резултата упоређивања у паровима, или коришћењем тзв. директне спецификације, која је типична за истраживање „шта – ако“ питања – односе се на промене приоритета који су већ установљени коришћењем приступа упоређивања у паровима. При уношењу последње процене добијају се приоритети по значају у односу на циљ – „Избор добављача“ за све критеријуме што је приказано матрицом поређења на слици 3.

IZBOR DOBAVLJACA					
Compare the relative IMPORTANCE with respect to: GOAL					Node: 0
	K2	K3	K4	K5	K6
K1	(4,0)	(3,0)	(2,0)	(2,0)	2,0
K2		3,0	3,0	2,0	4,0
K3			(3,0)	2,0	3,0
K4				1,0	4,0
K5					3,0

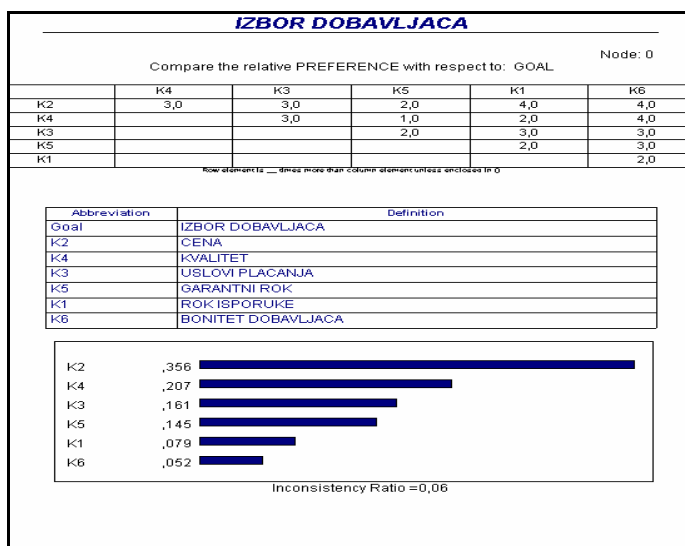
Row element is __ times more than column element unless enclosed in 0

Abbreviation	Definition
Goal	IZBOR DOBAVLJACA
K1	ROK ISPORUKE
K2	CENA
K3	USLOVI PLACANJA
K4	KVALITET
K5	GARANTNI ROK
K6	BONITET DOBAVLJACA

Слика 3 – Матрица упоређивања критеријума

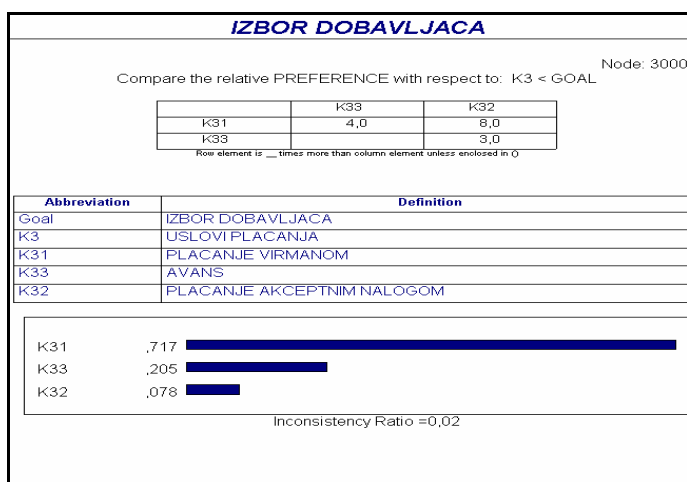
Добијени су несортирани подаци за вредности приоритета, а команда *sort* обезбеђује њихово сортирање према вредности приоритета што је приказано на слици 4. Из добијених података видљиво је да највећи приоритет има критеријум K_2 – цена 0,356, затим следе критеријуми K_4 , K_3 , K_5 , K_1 , а најмању вредност приоритета има K_6 – бонитет добављача.

Важно је скренути пажњу на вредност односа неконсистентности (*Inconsistency Ratio*) – има вредност 0,06 а приказује се са решењима за приоритете. Тај однос се по оригиналној АХП методи назива индекс конзистентности који би имао вредност 0 (нула) када би све наше процене биле конзистентне. У реалном свету многе ствари нису конзистентне па ни софтвер не инсистира на корисничковој перфектној конзистентности процењивања.



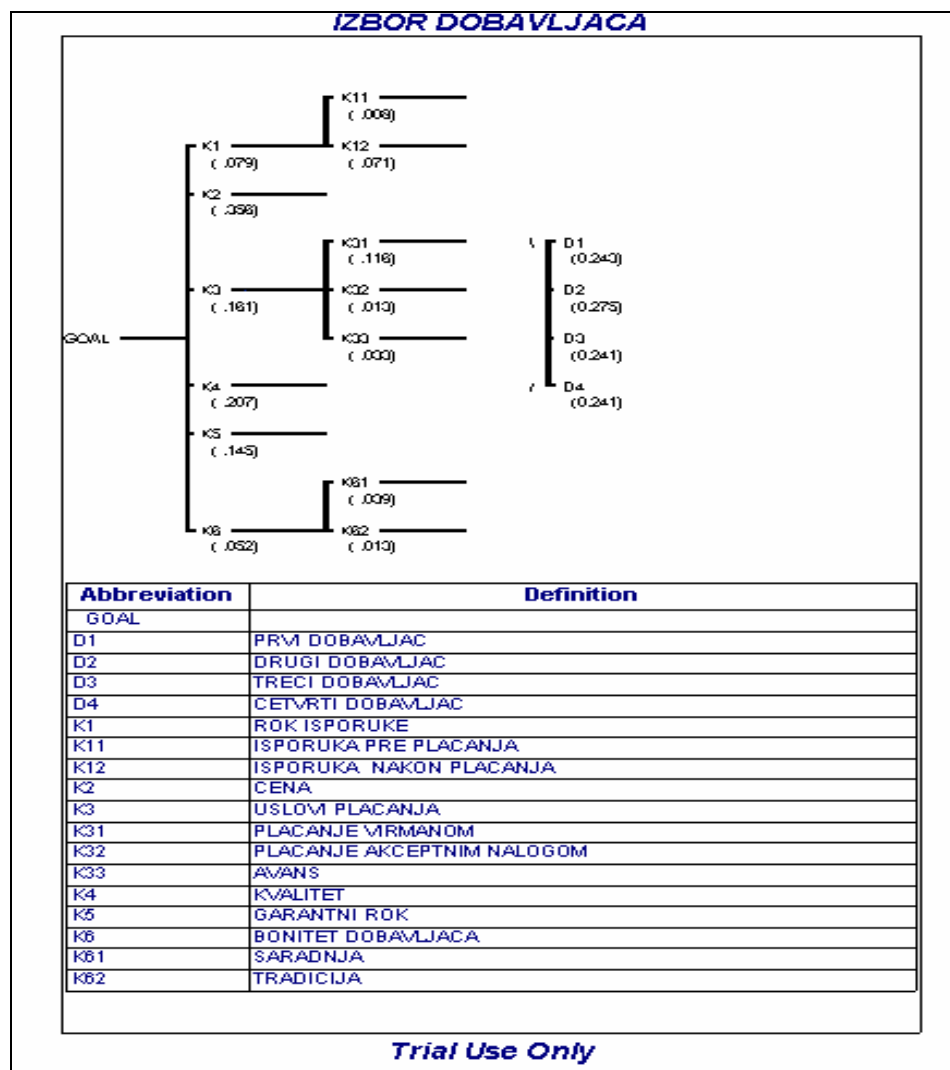
Слика 4 – Сортирани приоритети свих критеријума

Сматра се да је дозвољен степен неконсистентности доносиоца одлуке до десет одсто. Ако је та вредност након прорачуна већа од 0,1 то може бити последица грешке при уносу података, зато је потребно преконтролисати претходни поступак и по установљеној потреби преиспитати ваљаност унетих података што се посебно односи на процену при упоређивању критеријума. На кориснику софтвера јесте одлука да ли ће прихватити информацију о вредности степена конзистентности.



Слика 5 – Сортирани приоритети подкритеријума K₃₁, K₃₂, K₃₃ у односу на критеријум K₃

Након процењивања приоритета критеријума прелази се на процењивање приоритета подкритеријума у односу на критеријуме. На слици 5, сортирани су приоритети подкритеријума K_{31} , K_{32} , K_{33} у односу на критеријум K_3 – услови плаћања. Ту је видљиво да код тог критеријума највећу важност има подкритеријум K_{31} плаћање вирманом – такав начин је најповољнији јер су остали начини плаћања далеко неповољнији.



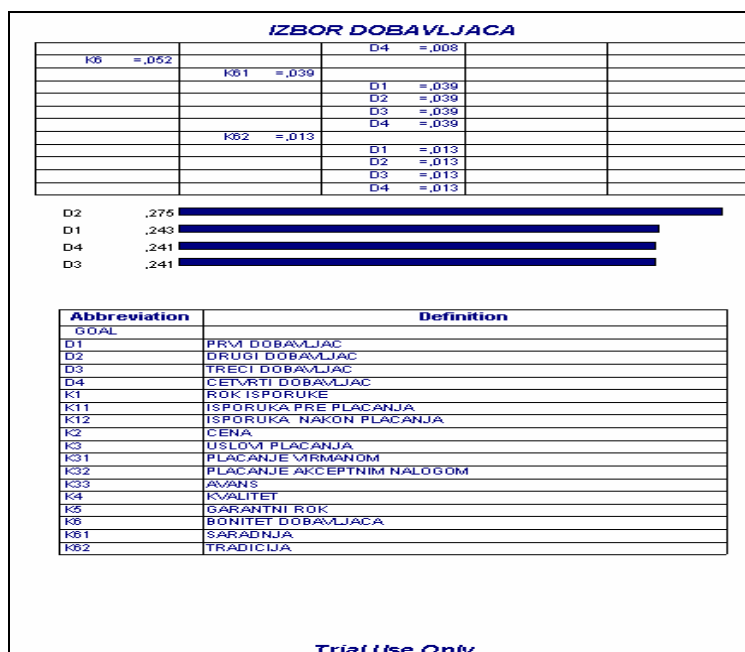
Слика 6 – Формирано ЕС стабло са свим приоритетима

Када је завршен процес процењивања критеријума и подкритеријума понавља се слична процедура процењивања свих алтернатива, у нашем случају свих добављача. После уношења последње процене софтвер ће аутоматски израчунати релативне приоритете за све алтернативе у односу на критеријуме и подкритеријуме.

Потпуно исти поступак понавља се и за остале критеријуме, да би се добили одговарајући локални приоритети свих алтернатива у односу на друге критеријуме и подкритеријуме. На слици 6, приказано је комплетно *EC* стабло са вредностима свих приоритета.

Синтеза одлуке о избору добављача

До свеукупне одлуке о избору најповољнијег добављача долази се на основу процеса синтезе, који подразумева рачунање, за сваку алтернативу – добављача, суме глобалних приоритета за све критеријуме и подкритеријуме. Тако је добијено решење разматраног проблема где софтвер даје коначну препоруку о избору најповољнијег добављача и то најпре у форми детаља за сваки дефинисани ниво по свим критеријумима, а потом и свеобухватно као на слици 7, где је приказан само други екран са свеукупним резултатима синтезе.



Слика 7 – Сортирани детаљи и свеукупни резултати синтезе (други екран)

Са проценама (које су напред учињене) добијен је резултат да је најбоље изабрати добављача D_2 , а затим следе D_1 , D_4 и D_3 . Одговарајући приоритети су 0,275; 0,243; 0,241 и 0,241 чији збир износи 1. Учињене процене су релативно коректне, јер је индекс конзистентности мањи од 10% и износи 0,06.

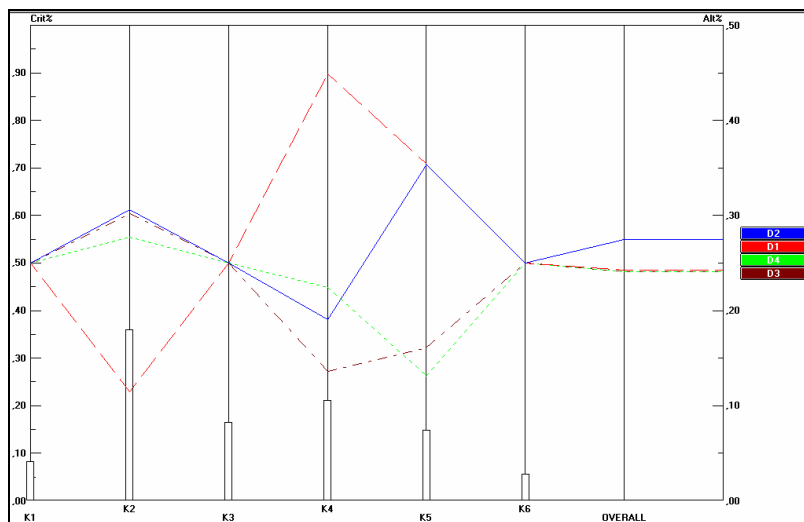
У вези с тим, завршен је основни део примене и начина функционисања софтвера *ЕС*, односно један од аспеката методе АХП: како се уносе процене за критеријуме, подкритеријуме и алтернативе и како се врши свеукупна синтеза проблема – „Избора добављача“.

Поред приказаног начина поређења парова алтернатива софтвер *ЕС* омогућава уношење једним критеријумима бројчаних (апсолутних) вредности за алтернативе. Наравно, могућа је и њихова комбинација, при чему треба водити рачуна о одговарајућој трансформацији критеријума минимизације у одговарајући тип критеријума максимизације. У вези с тим, у новој трансформисаној матрици одлучивања врши се упоређивање и максимизација свих критеријума.

Такође, софтвер *ЕС* располаже опцијом – информациони екран, који се може придодати сваком чвору модела. Опција информациони екран омогућава да се сваком чвору придружи датотека у коју се могу уносити жељене информације о процесу решавања проблема. Те информације могу бити:

- објашњења појединости при самом моделирању;
- објашњења о проценама које су дате и
- информације из неких других датотека.

При самом коришћењу информационог екрана постоје и одређена ограничења о њиховом чувању у датотекама, на истом диску где је и *ЕС* модел, као и то да се информациони екрани могу креирати пошто је структура модела комплетирана.



Слика 8 – Анализа осетљивости перформанси свих критеријума

Софтвер *ЕС* има особину за анализу осетљивости (због које је веома значајан), јер пружа једну од најбољих могућности доносиоцима одлука, а то је да могу испитивати различите скупове алтернативних решења. Анализа осетљивости врши прорачун и приказује односе промена приоритета алтернатива као функције значаја критеријума што је и приказано на слици 8.

Графички приказ анализе осетљивости, може се креирати за сваки критеријум испод позиционираног чвора. Код анализе осетљивости независна променљива је приоритет критеријума у распону од 0 до 1, а зависне променљиве су приоритети алтернатива. На тај начин се добија графички приказ динамичке анализе осетљивости чији су резултати исти са ранијим резултатима који су добијени на основу обичне синтезе. Динамичка осетљивост приказује како промена приоритета једног критеријума утиче на приоритете алтернатива, односно на решење. Реч је о изузетној особини софтвера да доносиоцима одлука пружи управо онакав алат какав им је потребан при анализи алтернативних одлука.

На основу примене методе АХП и коришћења софтвера *ЕС* у избору најповољнијег добављача у поступку извршења јавних набавки од стране набавних органа у Министарству одбране и Војсци Србије значајно би се смањили трошкови и побољшали ефекти улагања финансијских средстава при набавци наоружања и војне опреме и осталих неопходних покретних средстава за потребе система одбране.

Закључак

Поступак јавних набавки може се извршити на различите начине у односу на економске критеријуме. У вези с тим, битно је изнаћи варијанту извршења набавке која задовољава тражени квалитет и рок с обзиром на најмање трошкове. То значи да су за квалитетно одлучивање, у односу на економске критеријуме, неопходне анализе и процене трошкова за сваку разматрану варијанту. Да би се постигла економска ефикасност набавки неопходно је уважавање савремених научних метода и њене примене, посебно метода операционих истраживања као и коришћење рачунарске технике при избору добављача.

Поред тога, може се поуздано утврдити да је примена савремених метода вишекритеријумског одлучивања и одговарајућих софтверских решења у повећању ефикасности набавне функције могућа и да се у практичном спровођењу набавки могу користити методе које ће доприносити ефикасности у одлучивању у набавној функцији.

Литература

1. Боровић, С., Николић, И.: Вишекритеријумска оптимизација – методе, примена у логистици, софтвер, Центар војних школа ВЈ, Београд, 1996.
2. Бечејски-Вујаклија, Д.: Информатика (лекција), Војнотехничка академија, Београд, 1995.
3. Вујаклија, М.: Лексикон страних речи и израза, Просвета, Београд, 2002.
4. Милићевић, В.: Стратегијско пословно планирање – менаџмент приступ, Факултет организационих наука, Београд, 1997.
5. Чупић, Милутин и други: Менаџмент, Факултет организационих наука, Београд, 1996.
6. Закон о јавним набавкама, Службени гласник, бр. 116, Београд, 2008.

Датум пријема чланка: **15. 12. 2009.**

Датум прихватања чланка за објављивање: **22. 01. 2010.**