

УПОТРЕБА АНАЛИТИЧКОГ ХИЈЕРАРХИЈСКОГ ПРОЦЕСА У ОДЛУЧИВАЊУ У ЈЕДИНИЦАМА НУКЛЕАРНО БИОЛОШКО ХЕМИЈСКЕ ОДБРАНЕ (НБХО)

Бранимир Вулевић
Војска Црне Горе / Универзитет у Београду,
Факултет организационих наука

Ефективна анализа и евалуација радиолошког детектора прије реализације набавке смањује трошкове, а касније пружа квалитетнију детекцију радиоактивног зрачења. Али, често није лако израдити квалитетну анализу и евалуацију, јер постоји више критеријума за одабир, који су обично у конфликту.

Аналитички хијерархијски процес (АХП) може послужити као веома добар алат за одлучивање у случајевима са проблемима који су дефинисани са више критеријума и више алтернатива. Успјешно се користи у многим подручјима одлучивања, па може бити коришћен и при доношењу одлука у војној организацији.

У раду је објашњен појам одлучивања, а наведени су модели, методе, технике и системи за подршку одлучивању. Затим, приказан је начин употребе аналитичког хијерархијског процеса апроксимативном процедуром и коришћењем софтверског програма „Expert choice“, у доношењу одлуке за одабир адекватног радиолошког детектора који би се користио у јединицама нуклеарно-биолошко-хемијске одбране (НБХО), а за детекцију, лоцирање и идентификацију одбачених (орфан) извора радиоактивности.

У раду је на најједноставнији начин објашњена употреба АХП и софтвера, на конкретном примеру одлучивања о избору радиолошког детектора, што је примјенљиво на доношење и осталих одлука у војној организацији.

Кључне речи: одлучивање, доносилац одлуке, модели, ризик, методе, технике, системи за подршку одлучивању, радиолошки детектор

Увод

Правовремено доношење исправних одлука је императив успјешног руковођења у организацијама. Одлука као коначан резултат процеса доношења одлука треба да докаже ефикасност процеса. Кроз историју се показало да и најбо-

ље стратегије и планови падају у воду, ако командир, односно лидер не може изда-ти јасна, прецизна и концизна наређења која су лако разумљива њиховим следбе-ницима.

Одлучивање је саставни дио свакодневице живота сваке индивидуе. И има сво-ју тежину код сваке одлуке, од оне најбаналније до оних круцијалних одлука. На ли-дерима је додатни притисак код доношења одлука, јер од њихових одлука не зави-се само они сами, већ често и егзистенција њихових следбеника и опстанак органи-зације. Код војних лидера тај притисак постаје додатно већи јер су њихови потчи-њени свакодневно у додиру са оружјем, експлозивима, опасним материјама и сл. Па се неријетко дешава да су људски животи један од елемената који зависе од лидерових одлука. Број менаџерских функција варира између три и седам у зави-сности од аутора који се бавио проблематиком. Одлучивање је саставни дио сваке од њих. А нарочито у војној организацији.

Лидери у организацијама највећи дио свог времена проводе у доношењу разли-читих одлука. Те, одлучивање представља значајну лидерску дјелатност. По дефиницији Речника српскохрватског књижевног језика¹ одлука је:

1. а) Чврста намјера, коначно решење
- б) Резултат договора, закључак
- в) Решење власти, наредба
2. Пресудан догађај, исход, свршетак
3. Одлучност, ријешеност

Одлучити значи:

1. а) Донијети одлуку, ријешити се на нешто
- б) Закључити, ријешити
2. Бити пресудан за нешто, ријешити коначан исход
3. Утицати на кога при доношењу одлуке, определијелити, навести, привољети

А одлучити се значи:

1. Одлучити
2. Од више могућности изабрати једну, определијелити се.

Последња дефиниција на најбољи начин описује суштину процеса одлучивања.² Које је по природи веома компликован и изразито интер-дисциплинаран процес.

Погрешна одлука може организацији начинити непоправљиву штету.³ Те је на до-носиоцу одлуке, из тог разлога, још већа одговорност. Доносилац одлуке⁴ је централ-на личност у процесу доношења одлуке и мора имати ауторитет. Доносилац одлуке, пак, не мора увијек бити неко са стратегијског нивоа одлучивања. Није неопходно да је из групе топ менаџера. Јер, одлуке је потребно доносити на свим нивоима (strate-шким, оперативном и тактичком). Анализа одлучивања омогућава системску анализу комплексних проблема одлучивања. За основни циљ има да пружи помоћ доносиоцу одлуке у налажењу најприкладнијег и најприступачнијег решења за дату ситуацију и то системском анализом већег броја алтернатива које су у оптицају.

¹ Речник српскохрватског књижевног језика, Матица Српска, Нови Сад, 1971.

² Чупић. М., Сукновић, М., *Одлучивање*, ФОН, Београд, 2010.

³ Ибид.

⁴ Доносилац одлуке може бити појединац или група људи.

Неодлучност је далеко мања када се индивидуа налази у малој групи и доприноси групном начину доношења одлука.⁵ Но, због једностарешинства и субординације најчешћи је случај да војни лидери морају сами доносити одлуке. Одлучивање је постало дио математичких наука данас.⁶ Једна од кључних активности процеса одлучивања је креирање модела. Јер, модел представља скуп логичких релација, квантитативних или квалитативних, које повезују релевантне карактеристике стварности, а које су битне за решавање датог проблема, односно за избор одлуке.⁷ Модели морају обухватити само битне особине појаве коју представљају и при томе не треба узимати читав низ детаља који описују појаву. Односно, ријетко када је потребно знати све о некој појави, већ само величине које су битне за дати ниво апстракције у анализи исте појаве.⁸

Користи од коришћења модела су:⁹

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

Модели се најчешће, у класичној теорији одлучивања приказују као скуп вектора:¹⁰

– Алтернатива (акција или стратегија) – **a**

– Могућих околности (или стања природе) – **s**

Избор одређене акције a_i , ($i = 1, 2, \dots, m$) у датим околностима s_j , ($j = 1, 2, \dots, n$) обезбеђује одређене ефекте. Матрица садржи $m \times n$ решења са различитим степеном ефикасности, од којих је потребно изабрати одговарајуће. Тако дефинисан модел се приказује матрицом ефикасности. За избор решења постоје одговарајуће методе и технике.

Метода је смишљено и планско поступање при раду ради постизања неког успјеха. А техника представља скуп правила којих се треба придржавати у раду неке дјелатности, нарочито с обзиром на употребу техничких средстава.¹¹

Најпростија подјела метода у процесу одлучивања би била на методе једнокритеријумског и вишекритеријумског одлучивања (ВКО). Методе из групе једнокритеријумског одлучивања карактерише добијање оптималног решења које даје највећу вриједност једне критеријумске функције присуством одговарајућег скупа ограничења. У групу тих метода спадају: линеарно, нелинеарно, цјелобројно, динамичко и хеуристичко програмирање, оптимално резервирање, мрежно планирање, теорија редова чекања, теорија игара итд.¹²

⁵Patalano, A., LeClair, Z., *The influence of group decision making on indecisiveness-related decisional confidence*, *Judgement and Decision Making*, Vol.6 No. 1, February 2011, str. 163–175

⁶ Figuera, J., Greco, S. and Ehrgott, M. (Eds) *Multiple Criteria Decision Analysis*, State of the Art Surveys, New York: Springer. 2005.

⁷ Rivett, P., *Principles of Model Building (The Construction of Models for Decision, Analysis)*, John Wiley and Sons, London, 1972.

⁸ Петрић, Ј., и др., *Методe планирања у сложеним организацијама удруженог рада*, Научна књига, Београд, 1982.

⁹ Чупић, М., Сукновић, М., *Одлучивање*, ФОН, Београд, 2010. стр 36.

¹⁰ Мора, А., *Инжењерско одлучивање*, Факултет техничких наука, Нови Сад, 1980.

¹¹ Вујаклија, М., *Лексикон страних речи и израза*, БИГЗ, Београд, 1986.

¹² Терзић, М., *Примена метода вишекритеријумског одлучивања у набавној функцији система одбране коришћењем софтвера „expert choice“*, Београд, Војно дело, пролеће 2010.

Методe вишекритеријумског одлучивања карактерише доношење одлуке у случајевима када на располагању стоји више критеријума, а који су врло често међусобно конфликтни. То је уједно и њихова највећа врлина. Јер скоро да се никада нећемо срести са проблемом који је под утицајем само једног фактора - који би се могао дефинисати само једним критеријумом.

Заједничке карактеристике проблема који се могу решавати применом ВКО су:¹³

- Већи број критеријума, односно атрибута, које мора креирати доносилац одлуке,
- Конфликт међу критеријумима, који је далеко најчешћи случај који се сусреће код реалних проблема,
- Неупоредиве јединице мјере (сваки критеријум, односно атрибут има различите јединице мјере),
- Пројектовање или избор. Решења ове врсте проблема (ВКО) су или пројектовање најбоље акције (алтернативе) или избор најбоље акције из скупа акција.

По овој карактеристици проблеми ВКО се даље могу класификовати у двије групе:

- Вишеатрибутивно одлучивање (ВАО), односно како се још назива и вишекритеријумска анализа (ВКА),
- Вишециљно одлучивање (ВЦО) .

Критеријум код ВЦО је дефинисан циљевима, а циљ је експлицитан, па се због тога проблеми ВЦО називају и добро структурираним проблемима. Док је атрибут имплицитан (лоше дефинисан), а број алтернатива неограничен. Примјењује се у пројектовању.

Критеријум код ВАО је дефинисан атрибутима, а циљ је имплицитан (лоше дефинисан) па се због тога проблеми ВАО називају и лоше структурираним проблемима. Атрибут је експлицитан, а број алтернатива ограничен. Примјењује се у избору односно евалуацији одлуке.

Карактеристичан облик приказивања проблема ВАО је у облику матрице. Гдје се из скупа алтернатива представљених на основу дефинисаних критеријума бира најприхватљивија алтернатива а . ВАО се математички може представити на следећи начин:

$$\begin{aligned} &(\max) \{f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)\}, n \geq 2; \\ &x \in A = [a_1, a_2, \dots, a_m]; \end{aligned}$$

гдје је:

n – број критеријума, j = 1, 2, ..., n;

m – број алтернатива, i = 1, 2, ..., m;

A – скуп свих алтернатива.

Атрибут (x_{ij}) зависи од критеријума и од алтернативе – дводимензионалан је. Представља се на следећи начин:

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

¹³ Hwang, C.L., Yoon, K., *Multiple Attribute Decision Making, Methods and Applications, A State of the Art Survey*, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, springer-verlag, Berlin. 1981.

Те, из претходно наведеног следи да свака вриједност атрибута зависи од j -тог критеријума и i -те алтернативе. Модел ВАО приказује се преко матрице одлучивања:

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

Сваки атрибут представља средство оцјене нивоа достизања једног критеријума (циља). Већи број атрибута треба да карактерише сваку акцију (алтернативу) које се бирају на основу изабраних критеријума од стране ДО.

Постоје бројне методе за решавање модела ВАО. Као најпознатије методе вишекритеријумске анализе (ВКА) издвајају се: метода „ELECTRE“, „PROMETHEE“, „VIKOR“ и метода аналитичког хијерархијског процеса (АХП).

Ризик је саставни дио процеса доношења одлука. Представља мјерљиву неизвјесност¹⁴ крајњег исхода донесене одлуке. На ДО је да прихвати и да настоји да могућност настајања нежељене последице сведе на најмању могућу мјеру. Дobar алат за повећавање квалитета одлучивања, уз умањење ризика од настајања нежељене последице, свакако представљају системи за подршку одлучивању. Но, они ипак не могу замијенити доносиоца одлуке. Могу му само пружити потребну подршку за доношење исправних одлука.

Аналитички хијерархијски процес

Аналитички хијерархијски процес је теорија мјерења кроз компарацију парова критеријума и парова алтернатива. Почива на пресуди експерта који додјељује приоритете критеријумима, односно алтернативама. И од самог проналаска служио је као изврстан алат за подршку одлучивању.

Да би се донијела одлука на организован начин за генерисање приоритета који су нам потребни, одлучивање је потребно подијелити у следеће четири фазе:¹⁵

1. Дефинисати проблем и одредити врсту захтјева.

2. Структурирати хијерархију одлучивања од циља одлучивања на врху, преко циљева из шире перспективе, затим кроз средње нивое (критеријуми по којима касније елементи зависе) до најнижег нивоа (који се обично представља као скуп алтернатива). Сваки од нивоа представља мањи број управљивих атрибута. А затим се декомпонују у други скуп елемената који одговара следећем нивоу. Те, метода АХП пружа изузетну флексибилност при помоћи код управљачких процеса одлучивања.

¹⁴ Knight, Frank., *Risk, Uncertainty and profit*, Reprint of economic classics, New York, 1964.

¹⁵ Saaty, T.L., *Decision making with the analytic hierarchy process*, International Journal of Services Sciences, Vol. 1, No. 1, 2008.

3. Конструисати матрицу поређења по паровима, са претходно прикупљеним подацима и њиховим мјерењем. Онај који врши евалуацију додјељује оцјене у паровима атрибутима једног хијерархијског нивоа, за дате атрибуте вишег хијерархијског нивоа.

4. Одредити релативне тежине елемената. Додјељују се тежине за сваки пар посебно. Као мјера колико је један пар атрибута значајнији од другог. Уколико постоје објективни подаци, онда је то најбољи пут одређивања тежина. Уколико пак не постоје објективни подаци, онај који врши евалуацију може тежине одредити субјективно. Матрица поређења, по паровима се преводи у проблеме одређивања сопствених вриједности, због добијања нормализованих и јединствених сопствених вектора, са тежинама за сваки атрибут, на сваком нивоу хијерархије.

Уколико су атрибути квалитативни, потребно их је конвертовати у квантитативну форму. За компарацију се користи скала којом се приказује колико је један елемент доминантан у односу на други, а према траженом атрибуту.

Табела 1 – Скала 9 тачака¹⁶

Скала	Дефиниција	Објашњење
9	апсолутна преференција	Докази фаворизују једну активност у односу на другу – највиши могући поредак афирмације
8	врло, врло јака преференција	
7	врло јака преференција	Активност је фаворизована веома снажно у односу на другу; њена доминација се показала у пракси
6	јака ка врло јакој преференцији	
5	јака преференција	Искуство и процјена снажно фаворизују једну активност у односу на другу
4	умјерена ка јакој преференцији	
3	умјерена преференција	Искуство и процјена благо фаворизује једну активност у односу на другу
2	слаба преференција	
1	једнака преференција	Двије активности подједнако доприносе у циљу

На основу наведене скале преференција, ДО поређењем по паровима дефинише тежине, као и нормализоване вриједности за све критеријуме. Подаци се могу прикупити и истраживањем.

¹⁶ Прилагођено према: Saaty, T.L., *Decision making- The analytic hierarchy and network processes (AHP/ANP)*, Journal Of Systems Science And Systems Engineering / Vol. 13, No. 1, March, 2004.

Проблеми који се решавају методом АХП могу се решавати апроксимативном процедуром, за неке примере са мање критеријума и алтернатива, што се може учинити рачунским путем – „пјешака“ или употребом програма „MS Excell“. Други начин је употребом специјализованог софтвера као што је софтвер „Expert Choice“.

Спектар радиолошких детектора је изузетно широк, а њихове могућности различите. Разликују се од произвођача до произвођача и од модела до модела. Спектар њихове примјене је такође различит и крајњем кориснику је често тешко одлучити који је најбоље користити.

Исти пример евалуације радиолошког детектора биће приказан кроз коришћење апроксимативне процедуре и кроз употребу софтвера „Expert Choice“. Пошто је одабир детектора често зависан и од мисије, биће разматран одабир најпогоднијег детектора за детекцију одбачених извора радиоактивности (тзв „орфан“). Даље, пошто критеријума има више, тешко би их било графички приказати, те ће они бити таксативно набројани и објашњени.

При избору детектора биће узети у обзир следећи критеријуми:

- К1-осјетљивост детектора (најнижи ниво детекције);
- К2-робусност (пошто се обично користе у пољским условима на неравном и неприступачном терену, а модерни детектори су технички савршени, потребно је да буду отпорни на падове и робусни, да се не би дошло у ситуацију да тако вриједно средство након једног пада престане да ради);
- К3-претрага (погодност детектора да открије и удаљене изворе радиоактивности);
- К4 -лоцирање (могућност одређивања тачног мјеста на коме се орфан налази);
- К5-детекција контаминације (огледа се у могућностима детектора да поред детекције гама зрачења има могућност и да открије алфа и бета честице на разним површинама, како би се на вријеме извршила детекција, а потом и правовремена деконтаминација, ради спречавања ширења контаминације на чисте површине);
- К6-мјерење јачине дозе зрачења (огледа се у могућности детектора да прикаже количину апсорбоване дозе у јединици времена. Иако је сваки појединац обавезно опремљен личним дозиметром који већ има могућност мјерења јачине дозе, и могућност подешавања аларма, овај критеријум нам показује јачину дозе у датом тренутку, и на одређеним удаљеностима од радиоактивног извора, у реалном времену);
- К7-идентификација (могућност да детектор открије радионуклеид и да прикаже спектар радиоактивности. Често ће се десити да након идентификације детектор прикаже да је открио више радиоизотопа, но анализом спектра енергетских вриједности може се закључити о ком радионуклеиду се ради. Уколико би мисија била дефинисана да поред претраге и детекције треба извршити и идентификацију орфан извора, овај критеријум би драстично добио на значају. Детектори који омогућавају идентификацију орфан извора и пружају могућност увида у спектар зрачења су на цијени);
- К8-маса детектора (пожељно је да детектор буде довољно лак како не би утицао на реализацију мисије, али није један од најбитнијих критеријума за одабир радиолошког детектора);
- К9-једноставност руковања (уколико се тим правовремено припреми за реализацију извиђања, и подеси границу аларма, овај критеријум није од велике важности).

Детектори (Д) који ће бити разматрани су следећи:

- Д1 – AN/VDR 02
- Д2 – RDS-100
- Д3 – Pack Eye
- Д4 – Inspector 1000
- Д5 – RadEye
- Д6 – Radiagem.

Квантификована матрица одлучивања би била следећа (представљена квантитативно у складу са Сатијевом скалом 9 тачака):

$$O = \begin{matrix} & \begin{matrix} K_1 & K_2 & K_3 & K_4 & K_5 & K_6 & K_7 & K_8 & K_9 \end{matrix} \\ \begin{matrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \\ D_4 \\ D_5 \\ D_6 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 8 & 9 & 7 & 7 & 5 & 9 & 1 & 7 & 5 \\ 9 & 9 & 7 & 9 & 9 & 9 & 1 & 5 & 5 \\ 8 & 5 & 9 & 3 & 1 & 9 & 1 & 5 & 7 \\ 9 & 7 & 9 & 9 & 1 & 9 & 9 & 5 & 7 \\ 8 & 7 & 7 & 7 & 1 & 9 & 1 & 9 & 9 \\ 9 & 5 & 5 & 7 & 9 & 9 & 1 & 5 & 5 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Матрица одлучивања се даље представља матрицом процјене, ради поређења критеријума сваког са сваким. Попуњава се тако што се у ћелије које су у пресеку два критеријума уноси преферирана вриједност од стране доносиоца одлуке, и то на тај начин да ако је ред важнији од колоне онда се уписује цио број, а ако је колона важнија од реда, онда реципрочна вриједност тога броја, односно разломак (овдје ће ради лакшег представљања у матрици инвертована вриједност броја бити представљена бројем у заграда). Хијерархијска структура представљена је следећом матрицом процјене:

	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9
k_1		2	4	4	2	2	2	3	6
k_2			2	2	2	2	2	3	5
k_3				2	2	2	2	3	5
k_4					2	2	2	3	5
k_5						(2)	(2)	3	5
k_6							(3)	3	5
k_7								3	5
k_8									2
k_9									

У ћелији гдје се пресијецају исти критеријуми у попуњавању прве матрице процјене није потребно уписивати ништа а у следећој матрици уписује се вриједност 1 (пошто према Сатијевој скали девет тачака означава једнаку преференцију, а критеријум упоређен са самим собом представља једнаку преференцију). Потребно је попунити матрицу у првом поређењу само у горњој десној дијагонали. А затим се прерачунава нова матрица процјене. И вриједности које су у заградама се представљају децималним бројем.

Матрица процјена:

	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9
k_1	1.0	2.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	3.0	6.0
k_2	0.5	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	5.0
k_3	0.25	0.5	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	5.0
k_4	0.25	0.5	0.5	1.0	2.0	2.0	2.0	3.0	5.0
k_5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	0.5	0.5	3.0	5.0
k_6	0.5	0.5	0.5	0.5	2	1.0	0.33	3.0	5.0
k_7	0.5	0.5	0.5	0.5	2	3	1.0	3.0	5.0
k_8	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	1.0	2.0
k_9	0.1667	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.5	1.0
Σ	3.9967	6.03	9.53	11.03	13.53	13.03	10.66	22.5	39

У следећем кораку сваки елемент претходне матрице се дијели са одговарајућим збиром своје колоне и резултат уписује умјесто елемента. Потом се сабирају све вриједности по редовима (Σ), а добијени збир се дијели са бројем критеријума и на тај начин се израчунава учешће (тежина, важност) сваког критеријума у моделу:

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	Σ	учешће
K1	0.2502	0.3317	0.4197	0.3626	0.1478	0.1535	0.1876	0.1333	0.1538	2.1575	0.2397
K2	0.1251	0.1658	0.2099	0.1813	0.1478	0.1535	0.1876	0.1333	0.1282	1.4468	0.1608
K3	0.0626	0.0829	0.1049	0.1813	0.1478	0.1535	0.1876	0.1333	0.1282	1.1964	0.1329
K4	0.0626	0.0829	0.0525	0.0907	0.1478	0.1535	0.1876	0.1333	0.1282	1.0533	0.1170
K5	0.1251	0.0829	0.0525	0.0453	0.0739	0.0384	0.0469	0.1333	0.1282	0.7408	0.0823
K6	0.1251	0.0829	0.0525	0.0453	0.1478	0.0767	0.0310	0.1333	0.1282	0.8371	0.0930
K7	0.1251	0.0829	0.0525	0.0453	0.1478	0.2302	0.0938	0.1333	0.1282	1.0535	0.1171
K8	0.0826	0.0547	0.0346	0.0299	0.0244	0.0253	0.0310	0.0444	0.0513	0.3839	0.0427
K9	0.0417	0.0332	0.0210	0.0181	0.0148	0.0153	0.0469	0.0222	0.0256	0.2417	0.0269

На основу учешћа (тежине/јачине) критеријума у моделу формира се Поредак (ранг) критеријума:

$$K1 = 0,2397$$

$$K2 = 0,1608$$

$$K3 = 0,1329$$

$$K7 = 0,1171$$

$$K4 = 0,1170$$

$$K6 = 0,0930$$

$$K5 = 0,0823$$

$$K8 = 0,0427$$

$$K9 = 0,0269$$

Када је израчунато учешће, односно важност сваког критеријума у моделу, онда се процјењују детектори у односу на сваки критеријум појединачно. Израчунава се учешће сваке алтернативе понаособ у оквиру задатог критеријума:

осјетљивост	Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6
Д1		(2)	1	(2)	1	(2)
Д2			2	1	2	1
Д3				(2)	1	(2)
Д4					2	1
Д5						(2)
Д6						

Прерађена табела упоређивања тежина у паровима:

осјетљивост	Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6
Д1	1	0.5	1	0.5	1	0.5
Д2	2	1	2	1	2	1
Д3	1	0.5	1	0.5	1	0.5
Д4	2	1	2	1	2	1
Д5	1	0.5	1	0.5	1	0.5
Д6	2	1	2	1	2	1
Σ	9	4.5	9	4.5	9	4.5

Рачунање сопственог вектора одговарајућих сопствених вриједности:

осјетљивост	Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6	Σ	учешће
Д1	0.1111	0.1111	0.1111	0.1111	0.1111	0.1111	0.6667	0.1111
Д2	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	1.3333	0.2222
Д3	0.1111	0.1111	0.1111	0.1111	0.1111	0.1111	0.6667	0.1111
Д4	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	1.3333	0.2222
Д5	0.1111	0.1111	0.1111	0.1111	0.1111	0.1111	0.6667	0.1111
Д6	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	0.2222	1.3333	0.2222

Поредак детектора по овом критеријуму:

Д2=Д4=Д6=0,2222

Д1=Д3=Д5=0,1111

На исти начин треба израчунати учешће сваке алтернативе и у следећем критеријуму:

робусност	Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6
Д1		1	5	3	3	5
Д2			5	3	3	5
Д3				(3)	(3)	1
Д4					1	3
Д5						3
Д6						

Прерађена табела поређења тежина у паровима:

робусност	Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6
Д1	1	1	5	3	3	5
Д2	1	1	5	3	3	5
Д3	0.2	0.2	1	0.3333	0.3333	1
Д4	0.3333	0.3333	3	1	1	3
Д5	0.3333	0.3333	3	1	1	3
Д6	0.2	0.2	1	0.3333	0.3333	1
Σ	3.0667	3.0667	18	8.6667	8.6667	18

Рачунање сопственог вектора одговарајућих сопствених вриједности:

робусност	Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6	Σ	учешћ
Д1	0.3261	0.3261	0.2778	0.3462	0.3462	0.2778	1.9000	0.3167
Д2	0.3261	0.3261	0.2778	0.3462	0.3462	0.2778	1.9000	0.3167
Д3	0.0652	0.0652	0.0556	0.0385	0.0385	0.0556	0.3185	0.0531
Д4	0.1087	0.1087	0.1667	0.1154	0.1154	0.1667	0.7815	0.1302
Д5	0.1087	0.1087	0.1667	0.1154	0.1154	0.1667	0.7815	0.1302
Д6	0.0652	0.0652	0.0556	0.0385	0.0385	0.0556	0.3185	0.0531

Поредак детектора по овом критеријуму:

$$Д1=Д2=0,3167$$

$$Д4=Д5=0,1032$$

$$Д3=Д6=0,0531$$

На исти начин је потребно упоредити све детекторе и по преосталим критеријумима. А затим за сваки детектор помножити учешће (важност) детектора у погледу датог критеријума, са тежином критеријума и то за сваки критеријум.

Избор детектора:

$$K1=0,2397$$

$$Д1=0,2397 \cdot 0,1111=0,0267 \quad |^{17}$$

$$Д2=0,2397 \cdot 0,2222=0,0533$$

$$Д3=0,2397 \cdot 0,1111=0,0267$$

$$Д4=0,2397 \cdot 0,2222=0,0533$$

$$Д5=0,2397 \cdot 0,1111=0,0267$$

$$Д6=0,2397 \cdot 0,2222=0,0533$$

$$K2=0,1608$$

$$Д1=0,1608 \cdot 0,3167=0,0509$$

$$Д2=0,1608 \cdot 0,3167=0,0509$$

$$Д3=0,1608 \cdot 0,0531=0,0085$$

$$Д4=0,1608 \cdot 0,1032=0,0166$$

$$Д5=0,1608 \cdot 0,1032=0,0166$$

$$Д6=0,1608 \cdot 0,0531=0,0085$$

Као што је приказано на примеру прва два критеријума, потребно је израчунати и за остале критеријуме. На крају се резултати који су добијени за детектор за сваки критеријум саберу и на тај начин се добију вриједности за све алтернативе.

¹⁷ 0,1111 је вриједност учешћа у датом критеријуму – што се може видјети из табеле "Рачунање сопственог вектора одговарајућих сопствених вриједности" за критеријум осјетљивост.

Добијени резултати су:

Д1	0.1561
Д2	0.2200
Д3	0.1186
Д4	0.2838
Д5	0.1332
Д6	0.1460

Из чега се добија следећа ранг листа детектора:

Д4	0,2838
Д2	0,2200
Д1	0,1561
Д6	0,1460
Д5	0,1332
Д3	0,1186

Даље ће бити приказан начин избора одлуке о најбољем детектору за дату активност употребом софтвера „Expert Choice“.

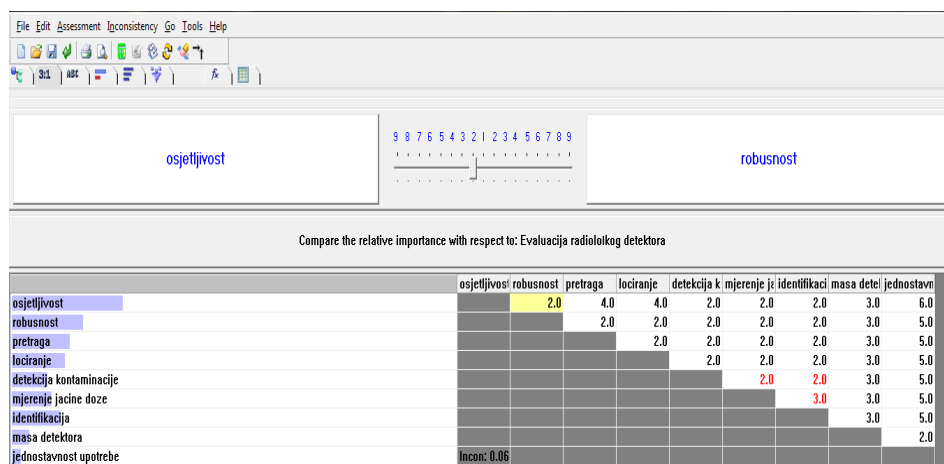
Софтвер „Expert Choice“ заснива се на примјени методе хијерархијских аналитичких процеса. Омогућава избор одлуке у проблемима вишекритеријумског одлучивања са квантитативно израженим вриједностима критеријума и алтернатива. Софтвер сабира вриједности алтернатива a_{ij} за сваки j -ти критеријум и приказује збир:

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

А затим елементе матрице a_{ij} трансформише у елементе:

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

У процесу анализе и припремања одлука постоји могућност да се моделира хијерархијска структура проблема. За креирање нове датотеке, односно модела, потребно је прво дати ново име датотеци и опис њеног циља. У овом случају то је „евалуација радиолошког детектора“. А потом се уписују критеријуми по којима ће бити разматрани детектори. У софтвер су унијети исти подаци који су коришћени у апроксимативној методи. Након тога се врши процјена приоритета критеријума, поређењем по паровима.



Слика 1 – Поређење критеријума по паровима

Вриједности које су у апроксимативној методи представљале реципрочну вриједност, и биле у матрици процјене представљене бројем у загради, овдје се виде исписане црвеном бојом. Софтвер након тога врши поређење критеријума по паровима, и омогућава графички приказ прегледа.



Слика 2 – Графички приказ критеријума поређаних по приоритетима.

У вриједностима учешћа (тежине/важности) критеријума учевају се мале разлике у односу на вриједности добијене рачунским путем у апроксимативној методи. Разлог за то је што је у апроксимативној методи вршено заокруживање на четири децимале у току рачунања, а софтвер користи тачне вриједности, без заокруживања.

Индекс конзистентности би имао вриједност 0 (нула) када би све наше процјене биле идеално конзистентне. Пошто ни у стварности многе ствари нису потпуно конзистентне ни софтвер не инсистира на корисничкој перфектној конзистентности процјењивања. У овом примеру индекс инконзистентности износи 0,06. А када је мањи од 0,10 сматра се да су процјене конзистентне и да је λ_{max} блиска идеалној вриједности коју процјењујемо. Ако је та вриједност након прорачуна већа од 0,1 то може бити последица грешке при уносу података, па је потребно преконтролисати

претходни поступак и по установљеној потреби преиспитати исправност унијетих података што се посебно односи на процјену при упоређивању критеријума. На кориснику софтвера је одлука да ли ће прихватити информацију о вриједности степена конзистентности.

Након добијања ранга критеријума, потребно је дефинисати и алтернативе. У овом случају алтернативе су модели детектора које евалуирамо. Те су у софтвер унијети исти подаци као и у претходном примеру.

А потом се врши процјењивање свих детектора у односу на значај сваког критеријума раније дефинисаног. Користе се исте скале рангова (у складу са Сатијевом скалом 9 тачака) као и у претходном примеру.



Слика 3 – Графички приказ приоритета детектора у односу на критеријум „осјетљивост“

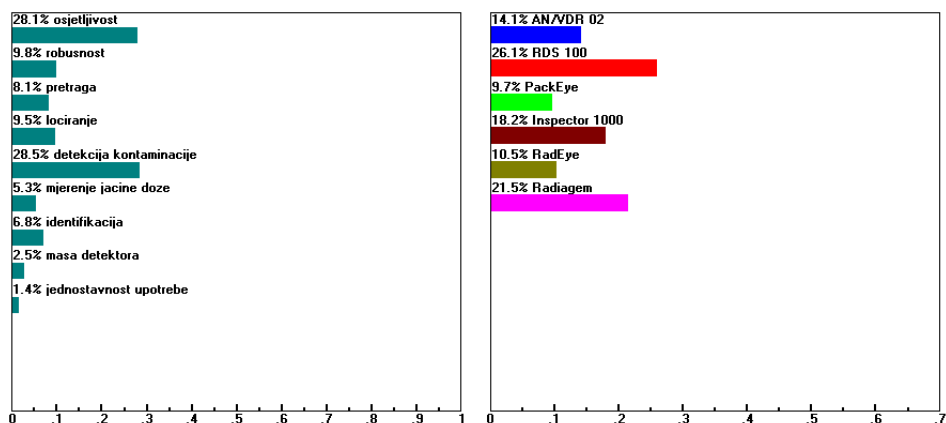
Коначна одлука о избору детектора добија се на основу процеса свеукупне синтезе проблема – рачунања за сваку алтернативу и сваки критеријум. И софтвер даје коначну препоруку избора детектора.



Слика 4 – Коначан поредак детектора

Са слике се види да је детектор дао исти предлог, који је добијен и апроксимативном методом. Али уз далеко мање времена потрошеног на прорачунима. Укупан индекс инконзистентности износи 0,04.

Софтвер *ЕС* даје могућност анализе осјетљивости, односно пружа могућност доносиоцима одлука, да испитају различите скупове алтернативних решења. Анализа осјетљивости врши прорачун и приказује односе промјена приоритета алтернатива као функције значаја критеријума. Односно простије речено, по завршеном прорачуну софтвер нам омогућава да, уколико то желимо, промијенимо однос критеријума по којима је извршено доношење одлуке. На конкретном примеру, највиши приоритет је имао критеријум „осјетљивост“, а софтвер нам сада пружа могућност да измијенимо вриједности сваког критеријума понаособ, и да поново разматрамо резултате у том новом односу.



Слика 5 – Графички приказ анализе осјетљивости

Са претходне слике се види могућност промјене вриједности критеријума, и затим другачији ранг детектора. Овај нови ранг детектора је креиран након промјене вриједности критеријумима „детекција контаминације“ и „осјетљивост“. Који би вјероватно имали највећу тежину када би се разматрало који детектор треба користити, у јединицама које су ангажоване на пословима деконтаминације, за провјеру контаминације.

Закључак

АХП као алат за подршку одлучивању један је од најраспрострањенијих и највише коришћених у процесу доношења одлука које су дефинисане са више критеријума и више алтернатива. Кориснику омогућава да комбиновањем критеријума и алтернатива одабере најбољу одлуку од више могућих.

Пошто су проблеми око одабира одговарајуће одлуке у јединицама одбране од Нуклеарног Биолошког и Хемијског оружја и у војној организацији често вишекритеријумског карактера, а критеријуми међусобно најчешће у конфликту, јавља се проблем избора праве одлуке односно правог решења за дату ситуацију. У раду је кроз конкретан пример употребљен аналитички хијерархијски процес – апроксимативни приступ и софтверски програм „Expert Choice“. А послужио је као веома практично средство за избор одговарајућег детектора за детекцију, лоцирање и идентификацију одбачених извора радиоактивног зрачења (орфан извора) и мјерење јачине дозе радиоактивног зрачења. У овом раду је приказана само једна од могућих примјена АХП. Свакако да му је поље примјене и у оквиру војних и организационих наука веома широко и разноврсно.

Литература

[1] Figuera, J., Greco, S. and Ehrgott, M. (Eds) *Multiple Criteria Decision Analysis, State of the Art Surveys*, New York: Springer. 2005.

[2] Hwang, C.L., Yoon, K., *Multiple Attribute Decision Making, Methods and Applications, A State of the Art Survey*, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, springer-verlag, Berlin. 1981.

- [3] Knight, Frank., *Risk, Uncertainty and profit*, Reprint of economic classics, New York, 1964.
- [4] Patalano, A., LeClair, Z., *The influence of group decision making on indecisiveness-related decisional confidence*, *Judgement and Decision Making*, Vol.6 No. 1, February 2011.
- [5] Rivett, P., *Principles of Model Building (The Construction of Models for Decision, Analysis)*, John Wiley and Sons, London, 1972.
- [6] Saaty, T.L., *Decision making – The analytic hierarchy and network processes (AHP/ANP)*, *Journal Of Systems Science And Systems Engineering / Vol. 13, No. 1, March, 2004.*
- [7] Saaty, T.L., *Decision making with the analytic hierarchy process*, *International Journal of Services Sciences*, Vol. 1, No. 1, 2008 .
- [8] Вујаклија, М., *Лексикон страних речи и израза*, БИГЗ, Београд, 1986.
- [9] Мора, А., *Инжењерско одлучивање*, Факултет техничких наука, Нови Сад, 1980.
- [10] Петрић, Ј., и др., *Методе планирања у сложеним организацијама удруженог рада*, Научна књига, Београд, 1982.
- [11] Речник српскохрватског књижевног језика, Матица Српска, Нови Сад, 1971.
- [12] Терзић, М., *Примена метода вишекритеријумског одлучивања у набавној функцији система одбране коришћењем софтвера „expert choice“*, Београд, Војно дело, пролеће/2010.
- [13] Чупић. М., Сукновић, М., *Одлучивање*, ФОН, Београд, 2010.