

МОДЕЛ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ КОМПЕТЕНЦИЈА ЕКСПЕРАТА У ОБЛАСТИ ВОЈНИХ НАУКА

Душко З. Тешић¹
Дарко И. Божанић²

Достављен: 10. 02. 2024.

Језик рада: Српски

Кориговано: 27.02. и 16. 03. 2024.

Тип рада: Оригинални научни рад

Прихваћен: 22. 03. 2024.

DOI број: 10.5937/vojdela2401001T

Поред тога што свака наука има свој предмет, теорију, језик и методе, мора имати и свој јединствен начин за одређивање компетенција експерата из одређене области. Овај рад проучава начин одређивања компетенција експерата када је предмет истраживања у области војних наука.

Ради идентификације утицаја појединачних елемената на компетентност експерта, формиран је модел за дефинисање њене оцене. Како би се дошло до коначних вредности значајности елемената компетентности експерта, коришћене су различите субјективне методе засноване на рангирању и методе вишекритеријумског одлучивања FUCOM (Full Consistency Method), CODAS (Combinative Distance based Assesment), COPRAS (Complex Proportional Assessment), ARAS (Additive Ratio. Assessment) и CoCoSo (Combined. Compromise Solution), као и оператор EWAA (Einstein weighted arithmetic average) за агрегацију групних одлука. Сагласност експерата постигнута је помоћу коефицијента конкордације, док је за сам поступак анкетирања експерата коришћена Делфи метода.

Предложени модел је тестиран на илустративном примеру, где је доказана валидност модела и могућност његове примене у реалној ситуацији. Овај рад треба да пружи помоћ истраживачима из области војних наука, који у свом истраживању користе експертско оцењивање.

Кључне речи: *компетенције, експерти, војне науке, конкордација, EWAA, FUCOM, CODAS, COPRAS, ARAS, CoCoSo*

¹ Универзитет одбране у Београду, Војна академија, Београд, Република Србија, tesic.dusko@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-5277-3270>.

² Универзитет одбране у Београду, Војна академија, Београд, Република Србија, <https://orcid.org/0000-0002-9657-0889>.

За решавање проблема одлучивања, који је сложен и има интердисциплинарни карактер, и у којем је неопходно третирати непрецизне и неодређене информације, као једини прихватљиви начин намеће се експертско оцењивање, односно ангажовање експерата из одређене области (Milićević, 2014, p. 11; Milošević & Marček, 2019; Jasikovic, 2019). Прве студије које су обухватале експертско оцењивање појавиле су се средином XX века у области клиничке психологије (Phelps, 1977, p. 3) и у наредним годинама овај начин решавања проблема постаје један од „основних научних метода анализе сложених неформализованих проблема” (Milićević, 2014: 11). Циљ овог начина оцењивања јесте да се дође до потпунијих или нових информација о проблему истраживања, како би се доносиоцу одлуке помогло у процесу одлучивања (Milićević, 2014, p. 11).

Бројни аутори, поред претходно наведених, у својим истраживањима бавили су се експертским оцењивањем. Тако Бич (Beach, 1975) у студији о експертском оцењивању у условима неизвесности поставља питање: „Како високо мотивисан, искусан појединац у оперативном окружењу у својој области стручности, уз одговарајуће повратне информације у вези са претходним предвиђањима и одлукама, изводи инференцијалне и задатке доношења одлука, и да ли се његов учинак може на било који начин побољшати?”. Одговор на то питање управо лежи у експертском оцењивању, односно пружању помоћи доносиоцу одлуке помоћу мишљења експерата. Фелпс и Шанто (Phelps & Shanteau, 1978) констатују да у различитим областима, приликом доношења одлука, „од доносиоца одлука се захтева да интегришу информације из неколико извора”, односно експерата. У свом истраживању о експертском мерењу и механичким комбинацијама, Ајнхорн (Einhorn, 1972) говори о чињеници „да у ситуацијама где ’објективне’ мере нису доступне, мора се користити експертско мишљење или расуђивање”. Према Хелмеру (Helmer, 1967: 1), „постоје многи случајеви у којима се одлуке морају заснивати, не на резултатима теоријске анализе, већ на интуитивном просуђивању било којих експерата за одређено питање”, како због не постојања јединствене теорије за то, тако и због тога што проблем који се решава „може укључивати морал поред чињеничних аспеката, а тиме и преференције поред података”.

Према Милићевићу (2014: 12), неки од основних појмова у области која се бави експертским оцењивањем су: „експерт, експертиза, експертско оцењивање, методе експертских оцена, експертске оцене, експертско мишљење и други”. Под појмом експерта, према Литваку (2004: 241 у Milićević, 2014: 12), подразумева се „специјалиста у конкретној предметној области који: има неопходно знање и искуство; у оквиру своје компетенције може дати оцену објекта експертизе” и др., од кога се захтева „да комбинује информације из више различитих извора у одлуку или оцену” (Slovic, 1969), односно „професионалац квалификован у области” истраживања „који је позван да анализира, процењује и на основу теоријског знања и практичног искуства даје мишљење о разматраном проблему” (Milićević, 2014: 74). Експертско оцењивање, према Милићевићу (2014: 18), представља процедуру „добијања оцене проблема на основу групног (или ин-

дивидуалног) мишљења експерата”. Методе експертских оцена представљају „утврђивање мишљења стручњака и формирање потребних информација на основу њих, њена анализа се врши помоћу логичких и математичко-статистичких метода” (Divina et al., 2019), односно „методе организације рада са експертима и обраде мишљења експерата, израђених у количинској и/или квалитативној форми са циљем припреме информације за доношење одлуке”. Према Бенинију и сарадницима (Benini et al., 2017: 16), експертска мишљења представљају „мишљења која експерти дају у контексту одлуке”. Да би се експертска мишљења агрегирала, односно да би се сагледао утицај сваког појединачног експерта на коначну одлуку, неопходно је дефинисати вредности (оцене) њихових компетенција.

Циљ овог рада јесте да се применом метода вишекритеријумског одлучивања и других начина одређивања тежинских коефицијената критеријума (елемената оцене компетенција експерата), дефинишу нови, који ће бити засновани на експертским мишљењима и њиховој агрегацији, приликом истраживања у области војних наука, уважавајући специфичности ове научне области.

Опис проблема

Аутори на различит начин приступају одређивању компетенција (квалитета) експерата. Међутим, не мали број њих се слаже да се оцена компетенције састоји од: објективне процене, процене извора аргументације и субјективне процене (Ђоровић, 2003, р. 155, Воžанић, 2016, р. 40; Ковачевић, 2020, р. 119; Сакловић, 2021, р. 156; Вајрами, 2022, р. 193). Објективна процена представља утицај индивидуалних (објективних) података о експерту на његову компететност. Процена извора аргументације указује на који начин одређени фактори утичу на његово мишљење. Трећи елемент компетенције експерта односи се на самопроцену експерта у познавању области истраживања и представљају субјективне податке.

У највећем броју истраживања, за потребе формирања коначне оцене компетенције експерата (K), коришћен је следећи математички израз (Ђоровић, 2003, р. 155, Воžанић, 2016, р. 40; Ковачевић, 2020, р. 119; Сакловић, 2021, р. 156; Вајрами, 2022, р. 193):

$$K = w_d K_d + w_a K_a + w_s K_s, \quad (1)$$

где w означава тежински коефицијент сваког елемента оцене компетенције, K_d – објективну процену, K_a – факторе који утичу на формирање мишљења и K_s – субјективну процену.

Аутори у својим истраживањима углавном користе два приступа прорачуну објективног коефицијента компетенције (K_d). У првом начину (Милићевић, 2014: 103) прорачун се врши применом израза (2):

$$K_d = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^9 C_i w_i, \quad (2)$$

где C_i представља индивидуалну црту експерта, а w_i тежински коефицијент индивидуалне црте.

Други, најчешће примењивани приступ (Ђорović, 2003: 158; Воžаниć, 2016: 41) представља прорачун објективног коефицијента компетенције, применом израза (3):

$$K_{\partial} = \frac{1}{10} \frac{\sum_{i=1}^n C_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \quad (3)$$

С обзиром на то да аутори приликом одређивања коначне компетенције аутора, као и при процени индивидуалних црта експерата, углавном преузимају постојеће тежинске коефицијенте елемената (сегмената, критеријума, црта) компетенција, а да се они могу одредити ангажовањем других експерата који су се бавили и баве методологијом експертског оцењивања (Милићевић, 2014, р. 94), овај рад има за циљ одређивање тежинских коефицијената елемената оцене компетенције експерата и индивидуалних црта експерата, које сачињавају објективну процену, као и дефинисање нове методологије за одређивање коначних оцена компетенција експерата, које ће бити прилагођене истраживањима из области војних наука. Битно је напоменути да предмет овог рада није усмерен ка утврђивању валидности постојећих црта индивидуалних компетенција, већ се само разматра њихов утицај на коначну оцену компетенције експерата, док ће наведена валидност бити предмет будућих истраживања аутора.

Ради унапређења постојеће методологије за дефинисање оцена компетенција експерата, дефинисан је модел који се састоји од пет фаза, где свака фаза има више корака које је потребно спровести како би се остварио циљ истраживања (слика 1).



Слика 1 – Модел за одређивање компетенција експерата који је коришћен у истраживању

Опис коришћења метода

На основу постојећег стања у области истраживања (Ђоровић, 2003: 155-160; Воžанић, 2016, pp. 38-44; Ковачевић, 2020, pp. 113-123; Сакловић, 2021, pp. 156-157; Вајраги, 2022, pp. 192-196) и потребе за формулисањем методологије за одређивање компетенција експерата и њихових оцена у области војних наука, приступљено је дефинисању модела који ће третирати ову област. Поштујући фазе и кораке модела представљене на слици 1, израђен је упитник за анкетирање експерата, применом Делфи методе.

Метода Делфи настала је средином XX века у корпорацији РАНД (The RAND Corporation) са циљем постизања консензуса у експертској групи (Dalkey & Helmer, 1963), односно „као алат за предвиђање будућих догађаја користећи серију интензивних упитника испресецаних повратним информацијама контролисаног мишљења” (Custer et al., 1999). Метода и начин њене примене описан је у различитим студијама (Linstone, 1985, p. 626; Муџибовић, 2003, pp. 110-112; Eret, 2017; Воžанић, 2016, p. 45).

Код експертског оцењивања неопходно је обезбедити сагласност експертских оцена. Анализа сагласности експертских оцена, за потребе овог рада, врши се применом коефицијента конкордације и одређивањем оцене значаја предметног коефицијента помоћу χ^2 расподеле (Milićević, 2014, pp. 111-112; Podvezko, 2007). Аутори су се определили за овај начин провере сагласности експерата због специфичности проблема истраживања у раду и броја експерата који су узели учешће у предметном истраживању. Наиме, уколико се врши поређење мишљења два експерта, за одређивање њихове сагласности користи се коефицијент корелације, док је код већег броја експерата прикладније коришћење коефицијента конкордације (Podvezko, 2007; Milićević, 2014, p. 110; Chegodaev, 2010).

Према Подвеску (Podvezko, 2007), мишљења експерата треба да буду у форми ранга, а уколико нису, неопходно их је прелиминарно рангирати. У наставку текста наводи се објашњење примене ове методологије одређивања сагласности експертских оцена према Подвеску (Podvezko, 2007).

Нека је скуп експертских оцена $D = \|d_{ij}\|$, $i = (\overline{1, m})$, $j = (\overline{1, r})$, где је i број елемената који се оцењују, а j број експерата. Уколико у рангирању постоје два иста ранга, оба се представљају као њихова аритметичка средина. Коефицијент конкордације усмерен је ка суми рангова одређеног елемента који су сви експер-

$$d_i = \sum_{j=1}^r d_{ij}, i = (\overline{1, m}), \quad (4)$$

односно сума (S) добија се помоћу израза (5):

$$S = \sum_{i=1}^m (d_i - \bar{d})^2, \quad (5)$$

где је средња вредност (\bar{d}):

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^r d_{ij}}{m} \quad (6)$$

Уколико се претпостави да су сви експерти оценили све елементе на исти начин, онда је најзначајнији елемент прворангиран, а сума рангова овог елемента у оценама свих експерата је једнака r , док сума другорангираног има вредност $2r$ итд., а сума последњег рангираног rm , што представља идеалну ситуацију конкордације. Сума рангова m посматраних елемената, оцењених од r експерата, може се представити на следећи начин:

$$\sum_{i=1}^m d_i = \frac{1}{2} rm(m+1), \quad (7)$$

где је средња вредност (\bar{d}):

$$\bar{d} = \frac{1}{2} r(m+1). \quad (8)$$

На основу претходно наведеног и израза (5), највећа могућа вредност суме (S_{max}) добија се помоћу израза (9):

$$S_{max} = \frac{r^2 m(m^2 - 1)}{12}. \quad (9)$$

Најмања вредност суме (S_{min}) била би у случају да је сума свих елемената оцењених од стране свих експерата једнака, и тада је $S = 0$. На основу свега претходно наведеног, коефицијент конкордације (W) може се приказати изразом (10):

$$W = \frac{12S}{r^2 m(m^2 - 1)}, \quad (10)$$

где коефицијент конкордације при постојању сагласности експертских оцена тежи вредности 1, док при апсолутној неусаглашености има вредност 0.

Одређивање оцене значаја коефицијента конкордације, за број елемената које експерти оцењују $m \leq 7$, врши се помоћу претходно дефинисаних табличних вредности χ^2 расподеле, на основу степена слободe и поверења (Milićević, 2014, p. 111; Podvezko, 2007), док се за број елемената које експерти оцењују $m > 7$, одређује помоћу χ^2 расподеле, према изразу (11):

$$\chi^2 = Wr(m-1) = \frac{12S}{rm(m+1)} \quad (11)$$

са степеном слободe $m - 1$ (Podvezko, 2007).

Уколико постоје вредности елемената које су исто рангиране, њихова вредност постаје вредност аритметичке средине оба, а вредност χ^2 расподеле одређује се према изразу (12):

$$\chi^2 = \frac{12S}{rm(m+1) - 1 / (m-1) \sum_{j=1}^r T_j}, \quad (12)$$

где се индикатор везаних рангова (T_j) добија помоћу израза (13):

$$T_j = \sum_p^{H_j} (t_p^3 - t_p), \quad (13)$$

где је H_j број једнаких рангова j -тог експерта, а t_p број једнаких рангова у експертској групи.

Уколико је таблична вредност критичне расподеле χ_{kr}^2 , за степен слободе $m - 1$, (Podvezko, 2007), мања од вредности χ^2 која је добијена применом израза (11) или (12), онда су експертске оцене усаглашене, односно постоји консензус експерата. До табличних вредности критичне расподеле χ_{kr}^2 може се доћи и уз помоћ софтвера Мајкрософт офис ексел (Microsoft Office Excel), коришћењем формуле (Elfeki, 2018):

$$\text{CHISQ.INV.RT(probability,deg_freedom)}. \quad (14)$$

У случају да не постоји сагласност експертских мишљења, а да би се ипак дошло до њихове коначне сагласности, експерти чија мишљења, и поред додатног усаглашавања, значајно одступају од мишљења других експерата одбацују се и поново се врши прорачун конкордације, до постизања сагласности.

Експертска мишљења су агрегирана помоћу EWAA оператора (Deveci et al., 2023), израз (15).

$$EWAA\{x_1, x_2, \dots, x_j\} = \sum_{j=1}^e x_j^e \frac{\prod_{j=1}^e (1 + f(x_j^e))^q - \prod_{j=1}^e (1 - f(x_j^e))^q}{\prod_{j=1}^e (1 + f(x_j^e))^q + \prod_{j=1}^e (1 - f(x_j^e))^q}, \quad (15)$$

где $\{x_1, x_2, \dots, x_j\}$ представља скуп експертских мишљења, где је $q = 1 / e$ када сви експерти (e) имају исту оцену компетенције, односно $q = w^e$ када имају различите оцене компетенције (w^e).

До вредности тежинских коефицијената елемената експертске оцене долази се помоћу методе FUCOM (Pamućar et al., 2018). Она је, због једноставног математичког апарата и поузданих излазних резултата, до сада примењена у великом броју истраживања за дефинисање тежинских коефицијената критеријума. Више о методи и њеној примени у различитим областима, може се видети у (Pamućar et al., 2018; Božanić et al., 2019; Stević & Brković, 2020; Božanić et al., 2021; Ocampo, 2022; Radovanović et al., 2023).

Прорачун тежина индивидуалних црта експерата, у оквиру објективне процене, извршен је помоћу субјективних метода применом рангирања, односно помоћу следећих метода (Milićević & Žirac, 2012): инверзних тежина (МИТ), цен-

троида рангова (МЦР), линеарних тежина са променљивим коефицијентом смера (МЛТ), геометријских тежина (МГТ) и суме рангова (МСР). Коначне вредности тежина добијене су агрегацијом тежина добијених сваком од претходно наведених метода, применом EWAA оператора.

Специфичност истраживачког проблема условила је коришћење метода вишекритеријумског одлучивања CODAS (Keshavarz Ghorabae et al., 2016; Alkan & Kahraman, 2024), COPRAS (Zavadskas et al., 2008; Mishra et al., 2024), ARAS (Zavadskas & Turskis, 2010; Chen et al., 2023) и CoCoSo (Yazdani et al., 2019; Badi et al., 2023) за рангирање елемената индивидуалних црта објективне процене, док је коначни ранг добијен агрегирањем рангова наведених метода помоћу EWAA оператора (Deveci et al, 2023). Тежински коефицијенти елемената индивидуалних црта експерата добијени су на исти начин као и код елемената објективне процене.

Приликом агрегирања експертских мишљења, сагласност експерта проверавана је коефицијентом конкордације. Мишљења експерата која су знатно одступала од мишљења других експерата одбацивана су.

Коначна оцена компетенције експерата добија се применом израза (16):

$$K = w_o K_o + w_f K_f + w_s K_s, \quad (16)$$

где су: o – објективна процена, f – фактори који утичу на експертско мишљење, s – субјективна процена, w – тежински коефицијент елемента оцене, а K – прорачуната вредност сваког елемента. Објективна процена састоји се од 10 индивидуалних црта, које су представљене у табели 1, док се елементи индивидуалних црта могу наћи у (Milićević, 2014; Božanić, 2016; Đorović, 2003).

Табела 1

Индивидуалне црте експерата у области војних наука (прилагодио аутор према: Milićević, 2014, pp. 99-103; Božanić, 2016, p. 41; Đorović, 2003, p. 155)

Индивидуална црта експерта
K_o^1 – Степен образовања
K_o^2 – Радни стаж
K_o^3 – Актуелна дужност
K_o^4 – Досадашње дужности
K_o^5 – Објављени научни и стручни радови
K_o^6 – Стручна активност ван радног места
K_o^7 – Добијене награде

Индивидуална црта експерта
K_o^8 – Просечна службена оцена
K_o^9 – Учешће у борбеним дејствима
K_o^{10} – Учешће у решавању задатака у вези са проблемом истраживања

Фактори који утичу на мишљење експерта обухватају изворе који имају утицај на експерта, са степеном утицаја, док субјективна процена представља самооцену степена познавања области истраживања. У наставку рада приказани су резултати истраживања и дискусија добијених резултата.

Резултати дискусија

За потребе овог рада анкетирано је 25 експерата који су се у својим истраживањима бавили облашћу експертског оцењивања. Ради се о бившим и садашњим официрима и наставницима Војне академије Универзитета одбране у Београду, докторима наука из различитих области, у различитим изборним звањима. Од њих је тражено да рангирају елементе оцене, елементе објективне процене и елементе сваке појединачне индивидуалне црте експерта, као и да дефинишу њихову значајност у односу на прворангирани елемент, на сваком нивоу.

Након обраде резултата анкете, а применом коефицијента конкордације, изрази (4)-(14), мишљења четири експерта су одбачена због великог одступања од мишљења других експерата, чиме је сагласност постигнута. Даљи прорачуни засновани су на експертским мишљењима 21 експерта $E=(E_1, E_2, \dots, E_{21})$.

Уважавајући фазе и кораке предложеног модела, приступљено је дефинисању тежинских коефицијената елемената оцене компетенције помоћу методе FUCOM. Сагледавајући експертска мишљења, формиране су три групе експерата са идентичним мишљењем у погледу значајности елемената. За сваку од група, применом EWAA оператора, израз (15), агрегиране су значајности елемената. С обзиром на то да је предмет истраживања управо дефинисање оцене експертских компетенција, свим експертима је додељена иста вредност оцене, тако да њихово мишљење подједнако утиче на коначну одлуку. Дефинисањем тежинских коефицијената елемената за сваку групу и агрегацијом добијених вредности, такође помоћу EWAA оператора, дефинисане су коначне вредности тежина елемената оцене компетенције (табела 2).

Табела 2

Конечне вредности тежинских коефицијената елемената оцене компетенције експерата у области војних наука

Елеменат	Тежине (w)
Објективна процена (K_o)	0,418
Фактори који утичу на формирање мишљења (K_f)	0,321
Субјективна процена (K_s)	0,261

Добијени тежински коефицијенти разликују су у односу на претходна истраживања, односно смањен је утицај елемената објективне процене (који је имао велики утицај на коначну оцену – 60% учешћа у одлуци), а повећан утицај осталих елемената оцене, док је ранг остао исти. Након дефинисања тежина основних елемената оцене (табела 2), приступа се дефинисању тежина елемената објективне процене.

С обзиром на то да постоји сагласност експертских мишљења по питању значајности (ранга) индивидуалних црта које сачињавају објективну процену, што је прорачунато помоћу коефицијента конкорације, изрази (4)-(14), за сваког експерта су прорачунати тежински коефицијенти индивидуалних црта помоћу субјективних метода (Милићевић & Џурас, 2012). Вредности тежина индивидуалних црта, за све експерте, по методама, као и добијене вредности за сваку од метода, агрегиране су применом EWAA оператора, израз (15), чиме је добијен коначни ранг и тежине индивидуалних црта експерата (табела 3).

Табела 3 – Ранг индивидуалних црта и њихове тежине

Индивидуална црта експерта	МЛТ (w)	МИТ (w)	МЦП (w)	МСП (w)	МГТ (w)	EWAA (w)	Ранг
K_o^1 Степен образовања	0,125	0,199	0,189	0,145	0,198	0,171	1
K_o^2 Радни стаж	0,092	0,069	0,071	0,085	0,069	0,078	7
K_o^3 Актуелна дужност	0,095	0,073	0,078	0,091	0,076	0,082	6
K_o^4 Досадашње дужности	0,113	0,112	0,124	0,123	0,126	0,12	4

Индивидуална црта експерта	МЛТ (w)	МИТ (w)	МЦР (w)	МСР (w)	МГТ (w)	EWAA (w)	Ранг
K_o^5 Објављени научни и стручни радови	0,1	0,072	0,082	0,1	0,078	0,086	5
K_o^6 Стручна активност ван радног места	0,086	0,057	0,056	0,074	0,051	0,065	9
K_o^7 Добијене награде	0,075	0,046	0,039	0,056	0,035	0,05	10
K_o^8 Просечна службена оцена	0,085	0,071	0,066	0,074	0,064	0,072	8
K_o^9 Учешће у борбеним дејствима	0,109	0,129	0,127	0,116	0,128	0,122	3
K_o^{10} Учешће у решавању задатака у вези са проблемом истраживања	0,12	0,172	0,168	0,136	0,175	0,154	2

Као и што се може видети из табеле 3, ранг (значајност) индивидуалних црта се разликује у односу на претходна истраживања. Иако је црта „Степен образовања“ и даље најзначајнија, индивидуалне црте „Учешће у решавању задатака у вези са проблемом истраживања“ и „Учешће у борбеним дејствима“ су, у односу на претходна истраживања, повећале своју значајност и сада су другорангирана и трећерангирана црта, што је и природно, с обзиром на то да се ради о предмету истраживања из области војних наука.

Следећи корак представља одређивање тежинских коефицијената елемената сваке индивидуалне црте што је спроведено на сличан начин као и при дефинисању тежина индивидуалних црта, односно на следећи начин:

1. прво су одређени (агрегирани) рангови које су одредили експерти за сваки елемент, помоћу метода CODAS, ARAS, COPRAS и CoCoSo, где су: уместо критеријума у вишекритеријумском моделу дефинисани експерти, уместо тежинских коефицијената критеријума дефинисане оцене експертских компетенција (једнаке), а карактер критеријума (експерата) је расходног (Cost) типа;

2. затим су рангови добијени помоћу метода вишекритеријумског одлучивања агрегирани помоћу EWAA оператора, израз (15), чиме су добијени коначни рангови елемената индивидуалних црта;
3. по добијању коначних рангова, применом субјективних метода (Milićević & Žuras, 2012), одређени су тежински коефицијенти елемената, сваком од метода, а добијени резултати, такође, агрегирани EWAA оператором. Наведеном агрегацијом добијене су коначне вредности тежина елемената индивидуалних црта експерата.

Коначне вредности тежинских коефицијената елемената индивидуалних црта које сачињавају објективну процену представљени су у табели 4.

Табела 4

Коначне вредности елемената индивидуалних црта (t представља број индивидуалне црте)

	K_o^1	K_o^2	K_o^3	K_o^4	K_o^5	K_o^6	K_o^7	K_o^8	K_o^9	K_o^{10}
K_o^{t1}	0,304	0,166	0,331	0,283	0,331	0,368	0,304	0,420	0,283	0,331
K_o^{t2}	0,207	0,124	0,166	0,194	0,224	0,244	0,207	0,271	0,162	0,223
K_o^{t3}	0,156	0,092	0,223	0,148	0,166	0,176	0,156	0,186	0,181	0,166
K_o^{t4}	0,121	0,331	0,124	0,092	0,124	0,126	0,121	0,123	0,098	0,124
K_o^{t5}	0,092	0,223	0,092	0,072	0,091	0,086	0,092		0,076	0,092
K_o^{t6}	0,070	0,064	0,064	0,117	0,064		0,07		0,106	0,064
K_o^{t7}	0,050			0,055			0,05		0,055	
K_o^{t8}				0,039					0,039	

Након добијања вредности тежина свих индивидуалних црта и њихових елемената неопходно је прорачунати вредност објективне процене експерта. Вредност објективне процене (K_o) прорачунава се по изразу:

$$K_o = \sum_{i=1}^{10} K_o^i, \quad (17)$$

где се вредности индивидуалних црта (K_o^i) добијају на следећи начин:

- 1) за тежинске коефицијенте индивидуалних црта K_o^4 , K_o^6 и K_o^7 :

$$K_o^i = \sum_{j=1}^n w_o^{ij}, \tag{18}$$

где n представља број елемената индивидуалне црте, а w_o^{ij} тежински коефицијент сваког појединачног елемента;

2) за тежинске коефицијенте индивидуалних црта $K_o^1, K_o^2, K_o^3, K_o^5, K_o^8, K_o^9$ и K_o^{10} :

$$K_o^i = \sum_{j=1}^n v_o^{ij}, \tag{19}$$

где n представља број елемената индивидуалне црте, а v_o^{ij} модификовану вредност тежинског коефицијента сваког појединачног елемента, која се добија применом израза (20):

$$v_o^{ij} = \frac{w_o^{ij}}{w_o^{ij+}}, \tag{20}$$

где w_o^{ij+} представља максималну вредност тежинских коефицијената елемената индивидуалне црте експерата.

Укупна оцена компетедије експерта добија се применом израза (16). Вредности фактора који утичу на експертско мишљење K_f добијају се збиром дефинисаних тежина сваког елемента у оквиру фактора који одговарају изворима утицаја на експертско мишљење (табела 5).

Табела 5

Фактори који утичу на експертско мишљење (прилагодио аутор према: Milićević, 2014, p. 98; Božanić, 2016, p. 185; Đorović, 2003, p. 158)

Извор утицаја на мишљење експерта	Степен утицаја			
	1 – висок	2 – средњи	3 – низак	4 – нема утицаја
Теоретска анализа	0,25	0,2	0,1	0
Искуство (мирнодопско)	0,25	0,2	0,1	0
Искуство (из борбених дејстава)	0,3	0,2	0,1	0
Домаћи радови	0,05	0,05	0,05	0
Иностранни радови	0,05	0,05	0,05	0
Степен развоја у иностранству	0,05	0,05	0,05	0
Интуиција	0,05	0,05	0,05	0

Вредност субјективне процене представља самопроцену (самоевалуацију) експерта у познавању предмета истраживања коју експерт усваја из скупа

$K_s \in \{0.1, 0.2, \dots, 1\}$, где вредност $0,1$ представља најмањи, а 1 највећи степен познавања области.

Неопходно је да оцена експертске компетенције буде већа од $0,5$, како би се могло констатовати да је експерт компетентан из области истраживања; у супротном се мишљења овог експерта не разматрају (Воžанић, 2016, р. 44; Ђорговић, 2003, р. 160). Такође, за коришћење оцена компетенција експерата, у различитим методама за агрегацију групних одлука, оцене добијене предложеном методологијом могу се нормализовати адитивном нормализацијом (Srđević & Kolarov, 2005), тако да задовоље услов $\sum_{e=1}^l K^e = 1$, где је e број експерта, K^e оцена компетенције експерта, а l укупан број експерата. У наставку рада извршено је тестирање предложене методологије, у циљу валидације.

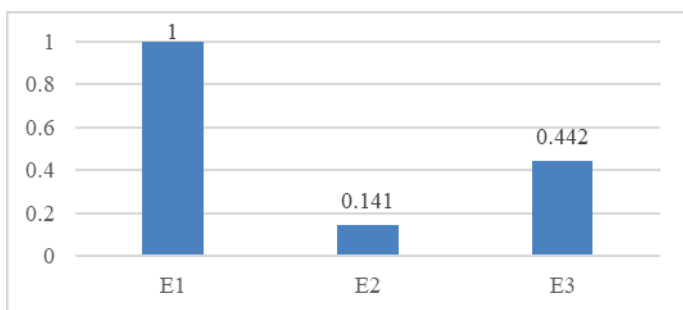
Тестирање модела

Нека су три експерата из области $E = (E_1, E_2, E_3)$ идентификовани за решавање проблема одлучивања. Опис квалификација, фактори који утичу на њихово мишљење и субјективна оцена наведени су у табели 6. Први експерт има максималне перформансе, други минималне, а трећи перформансе мало изнад просека.

Табела 6 – Опис квалификација експерата, фактори који утичу на њихово мишљење и субјективна оцена

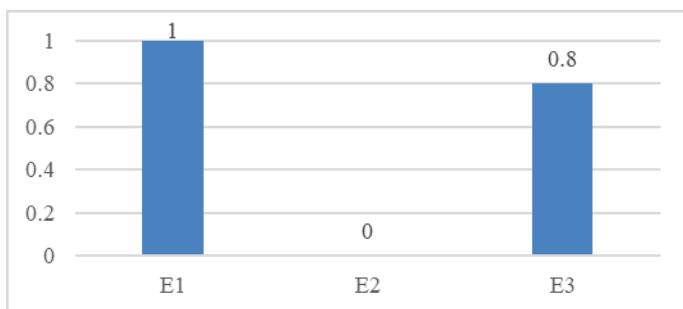
	K_o	K_f	K_s
E_1	<p>Експерт је доктор наука, са радним искуством преко 30 година; тренутно на дужности начелника Управе у МО; до сада је прошао све дужности на свим нивоима командовања и руковођења и наставник је на Војној академији; има објављену књигу; председник је Савета рода; члан је Редакцијског одбора научно-стручних часописа и члан научног савета; члан је стручног удружења, учествовао је у изради прописа који регулишу област истраживања; завршио је курс у трајању од најмање четири месеца; учествовао је на бројним симпозијумима и саветовањима у својству аутора и излагача; награђиван је на свим нивоима командовања и руковођења, као и на свим нивоима, од државног до међународног; последња службена оцена му је 5,00; учествовао је у борбеним дејствима преко три године, у активностима везаним за проблем истраживања; учествовао је у вежбама у миру које су биле у вези са предметом истраживања.</p>	<p>Висок степен утицаја свих извора на експертско мишљење.</p>	1
E_2	<p>Експерт је завршио средњу војну школу и ради ефективно три године; на дужности је командира одељења; обављао је и дужност четног старешине; до сада није објављивао радове, нити је члан било каквог удружења, савета и сл.; није учествовао на конференцијама нити саветовањима; до сада није награђиван, а последња службена оцена му је 2,45; није учествовао у борбеним дејствима нити вежбама које су биле у вези са предметом истраживања.</p>	<p>Нема утицаја ни једног извора на експертско мишљење.</p>	0,1
E_3	<p>Експерт је завршио КШУ, са радним искуством од 25 година; тренутно је на дужности команданта батаљона; до сада је прошао све дужности до нивоа батаљона, укључујући и дужност заменика командата; има објављен један рад на конференцији; члан је Савета рода и учествовао је у изради прописа који регулишу област истраживања; учествовао је на једној научној конференцији у својству аутора и излагача; награђиван је на свим нивоима командовања и руковођења, закључно са командантом КоВ-а; последња службена оцена му је 4,52; учествовао је у борбеним дејствима око 3 месеца, али активности нису биле везане за проблем истраживања; учествовао је на 4-5 вежби у миру које су биле у вези са предметом истраживања.</p>	<p>Средњи степен утицаја теоретске анализе и искуства; средњи степен утицаја радова, иностраног развоја и интуиције.</p>	0,8

На основу података из табеле 6 и применом израза (11)-(20), као и вредности дефинисаних тежинских коефицијената елемената објективне оцене (табеле 3 и 4), добијају се следеће вредности објективне оцене експерата (слика 2).



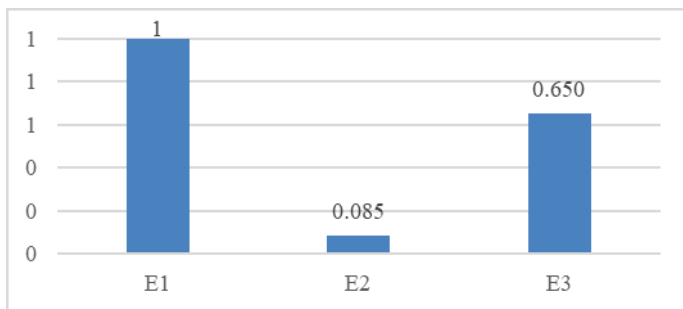
Слика 2 – Вредности објективне процене експерата (K_o)

Узимајући у обзир податке из табела 5 и 6 добијају се вредности фактора који утичу на експертска мишљења (слика 3). Субјективна процена (K_s) наведена је у табели 6, за сваког експерта.



Слика 3 – Вредности фактора који утичу на експертско мишљење (K_f)

Применом израза (16) долази се до коначне оцене компетенције експерата (слика 4).



Слика 4 – Коначне вредности оцена компетенције експерата (K)

На основу података са слике 4 може се закључити да експерт 2 нема потребне компетенције да би учествовао у решавању предметног проблема одлучивања, с обзиром на то да је његова оцена компетенције мања од 0,5. Остала два експерта су компетентна.

Такође, на основу илустративног примера, верификована је предложена методологија у односу на улазне податке. Експерт са максималним перформансама има максималну вредност оцене компетенције, док експерт са минималним перформансама има минималну оцену.

Закључак

Полазећи од ранијих истраживања у области експертског оцењивања, специфичности научне области војне науке, као и анализом постојећих модела за дефинисање компетенција, формиран је унапређени и делом иновирани модел за прорачун оцене компетенција експерата. До тог модела дошло се истраживањем које је обухватило ангажовање немалог броја експерата који су се до сада бавили експертским оцењивањем и применом различитих метода вишекритеријумског одлучивања и других метода за одређивање тежинских коефицијената критеријума и агрегацију групних одлука, као и методологије за утврђивање сагласности експерата.

Анализом добијених резултата потврђена је потреба за спровођење овог истраживања, с обзиром на то да су поједини елементи оцене компетенције експерата специфични за војне науке остварили много већи утицај на коначну одлуку, у односу на постојеће методологије. Предложени модел је тестиран на илустративном примеру, где је доказана валидност методологије.

Приказани модел могуће је даље унапређивати кроз преиспитивање индивидуалних црта објективне процене, као и њихових елемената. У овом раду се закључује да је постојећи начин дефинисања компетенција могуће користити, али да приказани модел пружа бољу и јаснију „слику” експерта. Такође, изводи се закључак да се наведени модел може користити у реалним ситуацијама када се примењује експертско оцењивање и када је предмет истраживања у области војних наука.

Литература

[1] Alkan, N., & Kahraman, C. (2024). CODAS extension using novel decomposed Pythagorean fuzzy sets: Strategy selection for IOT based sustainable supply chain system. *Expert Systems with Applications*, 237, 121534.

[2] Badi, I., Stević, Ž., & Bouraima, M. B. (2023). Overcoming obstacles to renewable energy development in Libya: An MCDM approach towards effective strategy formulation. *Decision Making Advances*, 1(1), 17-24.

[3] Bajrami, Š. (2022). *Model upotrebe Rečne flotile u operaciji pomoći civilnim organima vlasti u slučaju poplava*. Doktorska disertacija. Vojna akademija Univerziteta odbrane u Beogradu.

[3] Beach, B. H. (1975). Expert judgment about uncertainty: Bayesian decision making in realistic settings. *Organizational Behavior and Human Performance*, 14(1), 10-59.

[5] Benini, A., Chataigner, P., Noumri, N., Parham, N., Sweeney, J., & Tax, L. (2017). *The Use of Expert Judgment in Humanitarian Analysis – Theory, Methods, Applications*. Geneva: Assessment Capacities Project - ACAPS. Preuzeto: 4. novembra 2023, sa https://reliefweb.int/attachments/05a1180c-b673-3f1c-a51e-cedbf0a08f4b/acaps_expert_judgment_-_full_study_august_2017.pdf

[6] Božanić, D. (2016). *Model podrške odlučivanju pri savlađivanju vodenih prepreka u napadnoj operaciji kopnene vojske*. Doktorska disertacija. Vojna akademija Univerziteta odbrane u Beogradu.

[7] Božanić, D., Milić, A., Tešić, D., Salabun, W., & Pamučar, D. (2021). D numbers–FUCOM–fuzzy RAFSI model for selecting the group of construction machines for enabling mobility. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*, 19(3), 447-471.

[8] Bozanic, D., Tešić, D., & Kočić, J. (2019). Multi-criteria FUCOM–Fuzzy MABAC model for the selection of location for construction of single-span bailey bridge. *Decision making: applications in management and engineering*, 2(1), 132-146.

[9] Chegodaev, A. I. (2010). Mathematical methods for analyzing expert assessments. *Bulletin of Samara State Economic University*, 2(64), 130-135.

[10] Chen, X., Zhou, B., Štilić, A., Stević, Ž., & Puška, A. (2023). A Fuzzy–Rough MCDM Approach for Selecting Green Suppliers in the Furniture Manufacturing Industry: A Case Study of Eco-Friendly Material Production. *Sustainability*, 15(13), 10745.

[11] Custer, R. L., Scarcella, J. A., & Stewart, B. R. (1999). The modified Delphi technique–A rotational modification. *Journal of Vocational and Technical Education*, 15(2), 50-58.

[12] Dalkey, N., & Helmer, O. (1963). An Experimental Application of the DELPHI Method to the Use of Experts. *Management Science*, 9(3), 458-467.

[13] Deveci, M., Pamucar, D., Gokasar, I., Köppen, M., Gupta, B. B., & Daim, T. (2023). Evaluation of Metaverse traffic safety implementations using fuzzy Einstein based logarithmic methodology of additive weights and TOPSIS method. *Technological Forecasting and Social Change*, 194, 122681.

[14] Divina T. V., Petrakova E. A., & Vishnevsky M. S. (2019). Basic methods for analyzing expert assessments. *Economics and business: theory and practice*, (7), 42-44.

[15] Đorović, B. (2003). *Istraživanje projektovanja organizacione strukture upravnih organa saobraćajne službe*. Doktorska disertacija. Vojna akademija u Beogradu, Odsek logistike.

[16] Einhorn, H. J. (1972). Expert measurement and mechanical combination. *Organizational Behavior and Human Performance*, 7(1), 86-106.

- [17] Elfeki, A. (2018). Chi Square Table made by Excel. Preuzeto: 4. novembra 2023, sa https://www.researchgate.net/publication/329523269_Chi_Square_Table_made_by_Excel.
- [18] Eret, L. (2017). Neka razmatranja o primjeni Delfi metode u kvalitativnim istraživanjima odgoja i obrazovanja. *Školski vjesnik*, 66 (1), 77-93.
- [19] Helmer, O. (1967). *Systematic use of expert opinions*. Santa Monica, CA: RAND Corporation. Preuzeto 5. novembra 2023, sa <https://www.rand.org/pubs/papers/P3721.html>.
- [20] Jasikovac, M. (2019). The process of decision-making in crises. *Vojno delo*, 71(1), 55-69.
- [21] Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2016). A new combinative distance-based assessment (CODAS) method for multi-criteria decision-making. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 50(3), 25-44.
- [22] Kovačević, N. (2020). *Model procene rizika upotrebe pontonirskih jedinica u vanrednim situacijama*. Doktorska disertacija. Vojna akademija Univerziteta odbrane u Beogradu.
- [23] Linstone, H. A. (1985). *The Delphi Technique*. In Environmental impact assessment, technology assessment, and risk analysis: contributions from the psychological and decision sciences (pp. 621-649). Berlin, Heidelberg: Springer.
- [24] Litvak, B. G. (2004). *Экспертные технологии в управлении*. Moskva: Delo.
- [25] Miladinović, V. (1992). Primena metoda ekspertskih mišljenja u prognoziranju i pripremi za donošenje odluka. *Vojnotehnički glasnik*, 40(3), 237-247.
- [26] Milićević, M. (2014). *Ekspertska ocenjivanje*. Beograd: Medija centar „Odbrana”.
- [27] Milićević, M. R., & Župac, G. Ž. (2012). Subjektivni pristup određivanju težina kriterijuma. *Vojnotehnički glasnik*, 60(2), 48-70.
- [28] Milošević, S. J., & Marček, J. (2019). Development of the managerial competences of officers based on their assessment of the expression of the educational needs and the opinions of the experts on the possibilities of their fulfilment. *Vojno delo*, 71(1), 144-163.
- [29] Mishra, A. R., Alrasheedi, M., Lakshmi, J., & Rani, P. (2024). Multi-criteria decision analysis model using the q-rung orthopair fuzzy similarity measures and the COPRAS method for electric vehicle charging station site selection. *Granular Computing*, 9(1), 1-20.
- [30] Ocampo, L. (2022). Full consistency method (FUCOM) and weighted sum under fuzzy information for evaluating the sustainability of farm tourism sites. *Soft Computing*, 26(22), 12481-12508.
- [31] Pamučar, D., Stević, Ž., & Sremac, S. (2018). A new model for determining weight coefficients of criteria in MCDM models: Full consistency method (FUCOM). *Symmetry*, 10(9), 393.
- [32] Phelps, R. H. (1977). *Expert livestock judgment: A descriptive analysis of the development of expertise*. Doctoral thesis. Kansas State University.
- [33] Phelps, R. H., & Shanteau, J. (1978). Livestock judges: How much information can an expert use?. *Organizational Behavior and Human Performance*, 21(2), 209-219.

- [34] Podvezko, V. (2007). Determining the level of agreement of expert estimates. *International Journal of Management and Decision Making*, 8(5/6), 586.
- [35] Radovanović, M., Božanić, D., Tešić, D., Puška, A., Hezam, I., & Jana, C. (2023). Application of hybrid DIBR-FUCOM-LMAW-Bonferroni-grey-EDAS model in multicriteria decision-making. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*, 21(3), 387-403.
- [36] Saković, R. (2021). *Model upravljanja performansama Ministarstva odbrane i Vojske Srbije u funkciji sprovođenja planskih dokumenata sistema odbrane Republike Srbije*. Doktorska disertacija. Beograd: Vojna akademija.
- [37] Slovic, P. (1969). Analyzing the expert judge: A descriptive study of a stockbroker's decision process. *Journal of Applied Psychology*, 53(4), 255–263.
- [38] Srđević, B., & Kolarov, V. (2005). Varijantna AHP vrednovanja dispozicija crpnih stanica na slivnom području. *Vodoprivreda*, 37(216-218), 203-214.
- [39] Stević, Ž., & Brković, N. (2020). A novel integrated FUCOM-MARCOS model for evaluation of human resources in a transport company. *Logistics*, 4(1), 4.
- [40] Yazdani, M., Zarate, P., Kazimieras Zavadskas, E., & Turskis, Z. (2019). A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision*, 57(9), 2501-2519.
- [41] Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and economic development of economy*, 16(2), 159-172.
- [42] Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A., Turskis, Z., & Tamošaitiene, J. (2008). Selection of the effective dwelling house walls by applying attributes values determined at intervals. *Journal of civil engineering and management*, 14(2), 85-93.

S u m m a r y

The research on determining the competences of experts in the field of Military Sciences represents a significant contribution to the understanding of the specificity and importance of expert evaluation in that field. Considering the complexity and seriousness of research problems in this area, it is necessary to have a clearly defined model for assessing the competences of experts in order to ensure the relevance and quality of research results.

First, it is important to emphasize that each scientific discipline requires its own approach, theoretical framework, language and methodology. In the context of Military Sciences, where researchers are often faced with complex questions and problems, it is crucial to develop a model that will adequately evaluate experts based on the specific requirements of this field.

This paper deals with determining the competences of experts in Military Sciences investigates the influence of individual elements on their competence. A model was created to define the assessment of expert competence, and research was conducted to identify the impact of each individual element. Various subjective ranking methods

were used, as well as multi-criteria decision-making methods such FUCOM (Full Consistency Method), CODAS (Combinative Distance based Assesment), COPRAS (Complex Proportional Assessment), ARAS (Additive Ratio. Assessment) and CoCoSo (Combined. Compromise Solution), as well as the EWAA (Einstein weighted arithmetic average) operator for aggregation of group decisions.

To achieve agreement among experts, the Delphi method was applied, while the concordance coefficient was used to assess the degree of agreement between their ratings. All these steps enabled the formation of a valid model that was tested on an illustrative example, demonstrating its applicability in real life.

This paper represents a significant contribution to the scientific field of Military Science, providing support to researchers who rely on expert judgment in their research. The developed model not only provides a model for evaluating the expertise of experts, but also opens the door for further research and improvement of methodology in this area. The precise determination of experts' competencies contributes to a deeper understanding of military issues and to the improvement of security and efficiency in this key sector. The implementation of this model enables the systematic assessment of experts' competencies, providing a comprehensive approach to the complexity and specificity of Military Sciences. This research not only contributes to the improvement of expert evaluation, but also to a wider understanding and improvement of the field of Military Sciences. Its application encourages a more complete and efficient approach to the challenges facing this field, thus contributing to its further development and improvement.

Key words: *competences, experts, Military Sciences, concordance, EWAA, FUCOM, CODAS, COPRAS, ARAS, CoCoSo*

© 2024 Аутори. Објавило *Војно дело* (<http://www.vojnodelo.mod.gov.rs>). Ово је чланак отвореног приступа и дистрибуира се у складу са лиценцом Creative Commons (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



MODEL FOR DETERMINING COMPETENCES OF EXPERTS IN THE FIELD OF MILITARY SCIENCE

Duško Z. Tešić¹
Darko I. Božanić²

Достављен: 10. 02. 2024.

Језик рада: Енглески

Кориговано: 27.02. и 16. 03. 2024.

Тип рада: Оригинални научни рад

Прихваћен: 22. 03. 2024.

DOI број: 10.5937/vojdelo2401001T

In addition to the fact that every science has its subject matter, theory, language and methods, it has to have its unique manner of determining the competence of experts in a certain field. This paper studies the manner of determining the competence of experts when the subject of research belongs to the field of Military Science.

To identify the influence of individual elements on the competence of an expert, a model has been formed to define the evaluation of the competence. In order to arrive at a final value of the significance of elements of expert's competence, different subjective methods were used founded on ranking method and Full Consistency Method (FUCOM), Combinative Distance Based Assessment (CODAS), Complex Proportional Assessment (CORPAS), Additive Ratio Assessment (ARAS) and Combined Compromise Solution (CoCoSo), as well as the operator Einstein weighted arithmetic average for the aggregation of group decisions. The concurrence of experts was achieved by means of concordance coefficient, while Delphi method was used for the experts surveying process.

The proposed model was tested on an illustrative example which proved the validity of the model and the possibility of its application in a real-life situation. This paper should provide assistance to researchers in the field of Military Science who use expert evaluation in their research.

Key words: *Competences, experts, Military Science, concordance, EWAA, FUCOM, CODAS, COPRAS, ARAS, CoCoSo*

¹ The University of Defence in Belgrade, Military Academy, Belgrade, The Republic of Serbia, tesic.dusko@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-5277-3270>.

² The University of Defence in Belgrade, Military Academy, Belgrade, The Republic of Serbia, <https://orcid.org/0000-0002-9657-0889>.

Introduction

To resolve the issue of decision-making, which is complex and interdisciplinary in its character, where it is necessary to process imprecise and ambiguous information, expert evaluation imposes as the sole acceptable solution, i.e. the engagement of expert in a certain field (Milićević, 2014, p. 11; Milošević & Marček, 2019; Jasikovac, 2019). The first studies that included expert evaluation appeared in the middle of 20th century in the field of clinical psychology (Phelps, 1977, p. 3) and in the years to follow, this manner of resolving problems became one of “the fundamental scientific methods for the analysis of complex non-formal problems” (Milićević, 2014: 11). The purpose of this method of evaluation is to arrive at more complete or new information about the problem of the research, in order to assist a decision-maker in decision-making process (Milićević, 2014, p. 11).

Numerous authors, apart from the previously mentioned, dealt with the expert evaluation in their research. Hence, Beach (Beach, 1975) in his study on the expert evaluation in the situation of uncertainty asks the question: “How does a highly motivated, experienced individual in an operational environment in his field of expertise, with appropriate feedback regarding previous predictions and decisions, performs inferential and decision-making tasks, and can his performance be enhanced in any way?” The answer to that question lays precisely in expert evaluation, i.e. providing assistance to a decision-maker by means of experts’ opinion. Phelps and Shanteau (Phelps & Shanteau, 1978) assert that in different fields, when making decisions, “a decision-maker is expected to integrate information from several sources”, or experts. In this research on expert measuring and mechanical combinations, Einhorn (Einhorn, 1972) speaks about the fact “that in situations where “objective” measures are not available, one has to use expert opinion and judgement”. According to Helmer (Helmer, 1967: 1), “there are many cases where decisions must be based, not on results of theoretic analysis, but on intuitive judgement of any experts on certain matter”, both because of the lack of a unique theory on the matter, and because the problem that is to be solved “may include morale apart from factorial aspects, and with that, the preferences along with data”.

According to Milićević (2014: 12), some of the fundamental notions in the field dealing with expert evaluation are: “expert, expertise, expert evaluation, methods of expert assessment, experts’ assessment, expert opinion and other”. According to Litvak (2004: 241 in Milićević, 2014: 12), the notion of an expert implies “a specialist in a concrete subject field who: possesses necessary knowledge and experience; who can evaluate the subject of expertise in the framework of his competence” and other, who is expected “to combine information obtained from several sources into a decision or evaluation” (Slovic, 1969), or “a professional qualified in the field” of research “who is competent to analyse, assess and give opinion on the basis of theoretic knowledge and practical experience related to the problem at hand” (Milićević, 2014: 74). According to Milićević (2014: 18), expert evaluation represents a procedure of “obtaining assessment of a problem on the basis of a group (or individual) opinion of experts”. Methods of experts’ assessments represent “determining expert opinion and the generation of required information on the basis of that opinion, and its analysis is

conducted using logical and mathematical-statistical methods (Divina et al., 2019), or “methods of the organisation of work with experts and processing experts’ opinions, produced in quantitative and/or qualitative form with a view of preparing information for decision making”. According to Benini and associates (Benini et al., 2017: 16), expert opinions represent “opinions that experts give in the context of a decision”. To aggregate expert opinions, meaning, or to observe the influence of each individual expert on the final decision, it is necessary to define the values (evaluations) of their competence.

The purpose of this paper is, by employing the method of multicriteria decision making and other ways of determining weight coefficient of criteria (elements of the evaluation of experts’ competence), to define new ones, that will be based on expert opinions and their aggregation, when conducting research in the field of Military Science, acknowledging the specificities of this scientific field.

Problem description

Authors approach determining the competence (quality) of experts differently. However, not a small number of them agrees that the evaluation of competence consists of : objective evaluation, evaluation of argumentation sources and subjective evaluation (Đorović, 2003, p. 155, Božanić, 2016, p. 40; Kovačević, 2020, p. 119; Saković, 2021, p. 156; Bajrami, 2022, p. 193). Objective evaluation represents the influence of individual (objective) information about an expert on his competence. The evaluation of argumentation sources points to the manner in which certain factors influence his opinion. The third element of expert’s competence relates to the self-assessment of the expert regarding the knowledge of the field of research and it represents subjective data.

In the majority of researches, and for the purpose of generating the final evaluation of expert competence (K) the following mathematical expression is used (Đorović, 2003, p. 155, Božanić, 2016, p. 40; Kovačević, 2020, p. 119; Saković, 2021, p. 156; Bajrami, 2022, p. 193):

$$K = w_d K_d + w_a K_a + w_s K_s , \quad (1)$$

Where w designates the weight coefficient of each element of competence evaluation, K_d - objective evaluation, K_a - factors that influence the opinion generation and K_s - subjective evaluation.

In their researches, authors mainly use two approaches to the calculation of objective coefficient of competence (K_d). In the first approach (Milićević, 2014: 103) the calculation is done by using the expression (2):

$$K_d = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^9 C_i w_i , \quad (2)$$

Where C_i represents an individual trait of an expert, and w_i represents weight coefficient of the individual trait.

The second, most often used approach (Đorović, 2003: 158; Božanić, 2016: 41) represents the calculation of objective competence coefficient by using the expression (3):

$$K_o = \frac{1}{10} \frac{\sum_{i=1}^n C_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \quad (3)$$

Having in mind that authors, when determining the final competence of an authors, and when evaluating individual traits of experts, predominantly take over existing weight coefficients of competence elements (segments, criteria, traits), and that they can be determined through the engagement of other experts who used to deal or who deal with the methodology of expert evaluation (Milićević, 2014, p. 94), this paper aims to determine weight coefficients of elements of experts' competence evaluation and individual traits of experts, which make an objective evaluation, as well as to define new methodologies of determining final evaluation of experts' competence that will be adapted to researches in the field of Military Science. It is important to note that the subject of this work is not aimed at defining the validity of existing traits of individual competence, but it analyses their influence on the final evaluation of experts' competence, while the said validity is to be the subject of future research of the author.

To enhance the existing methodology of defining evaluation of experts' competence, a model is defined consisting of five stages, where each phase encompasses several steps that are necessary to be implemented in order to achieve the goal of the research (Figure 1).

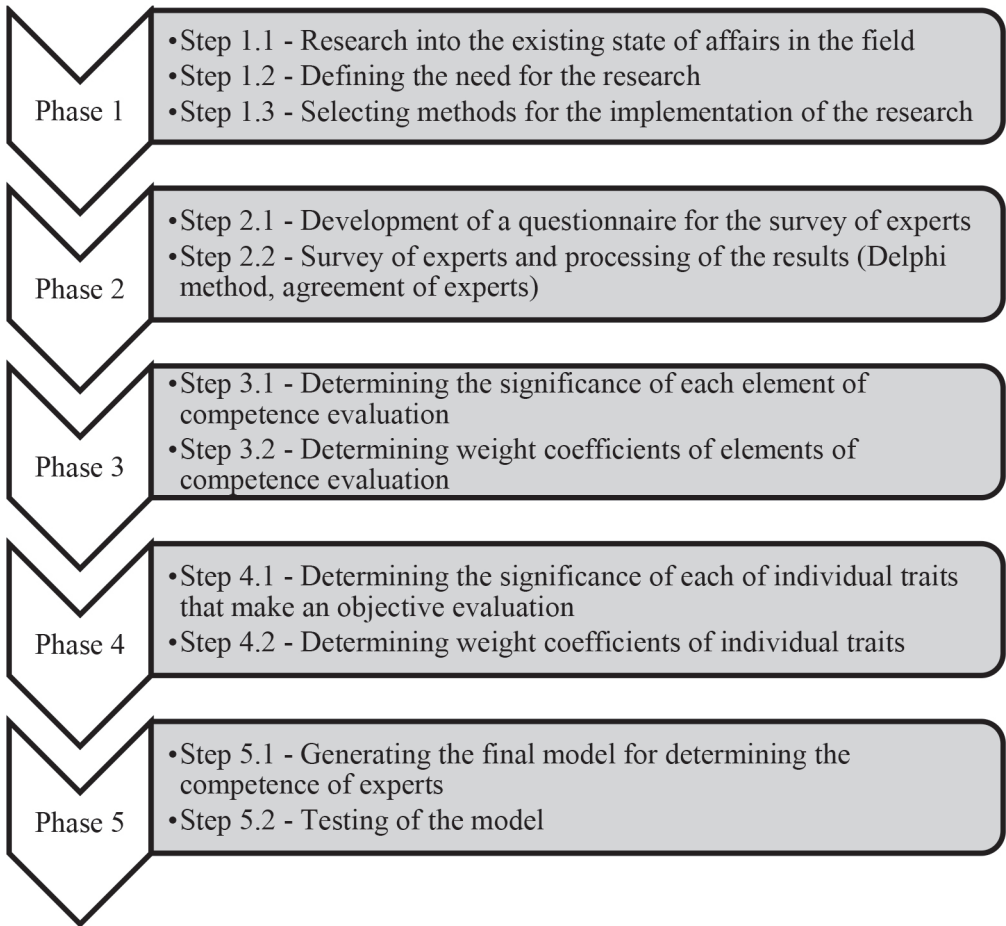


Figure 1 – Model for determining the competences of experts that was used in the research

Description of methods used

On the basis of the existing state in the field of research (Đorović, 2003: 155-160; Božanić, 2016, pp. 38-44; Kovačević, 2020, pp. 113-123; Saković, 2021, pp. 156-157; Bajrami, 2022, pp. 192-196) and the need to formulate the methodology for determining the competence of experts and their evaluations in the field of Military Science, the defining of the model that will treat this area was initiated. Following the phases and steps of the model presented in Figure 1, a questionnaire was produced for the survey of experts using Delphi method.

The Delphi method was created in the middle of 20th century in the RAND Corporation with a view of achieving consensus within an expert group (Dalkey & Helmer, 1963), i.e. "as a tool for the prediction of future events using a series of intensive questionnaires interspersed with feedback information of control opinion" (Custer et al., 1999). The method and the manner of its use is described in different studies (Linstone, 1985, p. 626; Mučibabić, 2003, pp. 110-112; Eret, 2017; Božanić, 2016, p. 45).

With expert evaluation, it is necessary to ensure the concurrence of experts' assessments. The analysis of the concurrence of experts' assessments, for the purpose of this work, is done through the application of the coefficient of concordance and determining the evaluation of the significance of the subject coefficient using χ^2 distribution. The authors opted for this manner of testing the concurrence of experts because of the specificities of the problem of the research in the paper, and the number of experts who had taken part in the given research. Namely, if opinions of two experts are compared, correlation coefficient is used to determine their concurrence, while in the case of a greater number of experts, it is more appropriate to use the concordance coefficient (Podvezko, 2007; Milićević, 2014, p. 110; Chegodaev, 2010).

According to Podvezko (Podvezko, 2007), experts' opinions should be presented in a form of ranking, and if not, their preliminary ranking is necessary. In the continuation the application of this methodology for determining .

In a set of experts' assessments $D = \|d_{ij}\|$, $i = (\overline{1, m})$, $j = (\overline{1, r})$, where i designates the number of elements that are evaluated, and j is the number of experts. If there are two same ranks in the ranking, both are represented as their arithmetical average. The concordance coefficient is directed towards the sum of ranks of a certain element that all experts have evaluated:

$$d_i = \sum_{j=1}^r d_{ij}, i = (\overline{1, m}), \quad (4)$$

and the sum (S) is derived using the expression (5):

$$S = \sum_{i=1}^m (d_i - \bar{d})^2, \quad (5)$$

Where the intermediate value is (\bar{d}):

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^r d_{ij}}{m} \quad (6)$$

If it is supposed that all the experts have evaluated all elements in the same manner, then the most significant element is ranked first, and the sum of ranks of this element in the evaluations of all the experts is equal r , while the sum of the second-ranked element has the value $2r$ and so on, while the sum of the last ranked element is rm , which represents an ideal situation of concordance. The sum of ranks m of the elements observed, evaluated by r experts, can be presented in the following manner:

$$\sum_{i=1}^m d_i = \frac{1}{2} rm(m+1), \quad (7)$$

Where the intermediate value is (\bar{d}):

$$\bar{d} = \frac{1}{2} r(m+1). \quad (8)$$

On the basis of the previously given, and the expression (5), the greatest possible value of the sum (S_{max}) is derived using the expression (9):

$$S_{max} = \frac{r^2 m(m^2 - 1)}{12}. \quad (9)$$

The least value of the sum (S_{min}) would be derived if the sum of all elements evaluated by all the experts is equal, and then it is $S = 0$. On the basis of everything previously mentioned, the concordance coefficient (W) can be presented by the expression (10):

$$W = \frac{12S}{r^2 m(m^2 - 1)}, \quad (10)$$

where the concordance coefficient, when there is the concurrence of experts' assessments, tends to the value 1, while in the case of absolute non-concordance it has the value 0.

Determining the evaluation of the significance of concordance coefficient, for the number of elements evaluated by the experts $m \leq 7$, is done using previously defined tabular values χ^2 distribution, on the basis of the degree of freedom and confidence (Milićević, 2014, p. 111; Podvezko, 2007), while the number of elements evaluated by the experts $m > 7$, is determined using χ^2 raspodele, distribution, according to the expression (11):

$$\chi^2 = Wr(m-1) = \frac{12S}{rm(m+1)} \quad (11)$$

with the degrees of freedom $m - 1$ (Podvezko, 2007).

If there are values of elements with same ranking, their value becomes the value of arithmetical average of the both, and the value of χ^2 distribution is defined in accordance with the expression (12):

$$\chi^2 = \frac{12S}{rm(m+1) - 1 / (m-1) \sum_{j=1}^r T_j}, \tag{12}$$

Where the indicator of tied ranks (T_j) is derived using the expression (13):

$$T_j = \sum_p^{H_j} (t_p^3 - t_p), \tag{13}$$

where H_j is the number of equal ranks of j^{th} expert, and t_p designates the number of equal ranks in the expert group.

If the tabular value of the critical distribution χ_{kr}^2 , by a degree of freedom $m - 1$, (Podvezko, 2007), less than the value χ^2 which is derived by using the expression (11) or (12), then the experts' assessments are in concurrence, meaning that there is the consensus among the experts. The tabular values of the critical distribution can be derived χ_{kr}^2 by means of the software Microsoft Office Excel by using the formula (Elfeki, 2018):

$$CHISQ.INV.RT(probability, deg_freedom). \tag{14}$$

In case that there is no concurrence of expert opinions, and yet their final concurrence is to be reached, the experts, whose opinions, notwithstanding additional harmonisation, significantly deflect from the opinion of other experts, are dismissed, and the calculation of concordance is repeated until the concurrence is reached.

The expert opinions are aggregated using EWAA operators (Deveci et al., 2023), expression (15).

$$EWAA\{x_1, x_2, \dots, x_j\} = \sum_{j=1}^e x_j^e \frac{\prod_{j=1}^e (1 + f(x_j^e))^q - \prod_{j=1}^e (1 - f(x_j^e))^q}{\prod_{j=1}^e (1 + f(x_j^e))^q + \prod_{j=1}^e (1 - f(x_j^e))^q}, \tag{15}$$

where $\{x_1, x_2, \dots, x_j\}$ represents the set of expert opinions, where $q = 1/e$ is when all the experts (e) have the same evaluation of competence, or $q = w^e$ when they have different evaluations of competence (w^e).

The value of weight coefficient of elements of experts' assessment is derived using FUCOM method (Pamučar et al., 2018). Because of simple mathematic apparatus and reliable output results, the method has been used so far in a large number of researches for defining weight coefficients of the criteria. More information on the method and its implementation in different fields can be found in (Pamučar et al., 2018; Božanić et al., 2019; Stević & Brković, 2020; Božanić et al., 2021; Ocampo, 2022; Radovanović et al., 2023).

The calculation of the weight of individual traits of experts, in the framework of objective evaluation, is done using subjective methods by the application of ranking, and by means of the following methods (Milićević & Župac, 2012): inverse weighting (IWM), centroid ranking (CRM), linear weight with variable direction coefficient (LWM), geometric weights (GWM) and rank sum (RSM). The final values of weights were derived by the aggregation of weights obtained through each of the abovementioned methods, using EWAA operator.

The specificity of the research problem conditioned the use of methods of multicriteria decision making CODAS (Keshavarz Ghorabae et al., 2016; Alkan & Kahraman, 2024), COPRAS (Zavadskas et al., 2008; Mishra et al., 2024), ARAS (Zavadskas & Turskis, 2010; Chen et al., 2023) and CoCoSo (Yazdani et al., 2019; Badi et al., 2023) for the ranking of elements of individual traits of objective evaluation, while the final ranking was achieved through the aggregation of ranks of the given methods using EWAA operator (Deveci et al, 2023). The weight coefficients of elements of individual traits of experts were derived in the same manner as with the elements of objective evaluation.

While aggregating experts' opinions, the concurrence of experts was checked by the concordance coefficient. Experts' opinions that significantly deviated from the opinions of other experts were rejected.

The final evaluation of the competence of experts is derived using the expression (16):

$$K = w_o K_o + w_f K_f + w_s K_s, \quad (16)$$

where: o - stands for objective evaluation, f - stands for factors that influence experts' opinion, s - is subjective evaluation, weight coefficient of assessment element, and K - stands for the calculated value of each element. The objective evaluation consists of 10 individual traits, represented in the Table 1, while the elements of individual traits can be found in (Milićević, 2014; Božanić, 2016; Đorović, 2003).

Table 1

Individual traits of experts in the field of Military Science (adapted by the author according to: Milićević, 2014, pp. 99-103; Božanić, 2016, p. 41; Đorović, 2003, p. 155)

Individual trait of an expert
K_o^1 – Level of education
K_o^2 – Reckonable service
K_o^3 – Current duty
K_o^4 – Previous duties
K_o^5 – Published scientific and professional papers

Individual trait of an expert
K_o^6 – Expert activities outside working place
K_o^7 – Rewards received
K_o^8 – Average service evaluation
K_o^9 – Participation in combat actions
K_o^{10} – Participation in the performance of tasks related to the research problem

Factors that influence expert's opinion encompass sources that influence the expert, with the degree of influence, while subjective evaluation represents the self-evaluation of the degree of knowledge in the field of research. In the continuation of the paper, the research results are presented as well as a discussion on the obtained results.

Results and discussion

For the purpose of this paper, 25 experts were surveyed who dealt with expert evaluation in their research. They are former and present officers and professors of the Military Academy of the University of Defence in Belgrade, doctorate degree-holders in different fields, and different titles. They were requested to rank elements of evaluation, elements of objective evaluation and elements of each individual trait of an expert, and to define their significance in relation to the first-ranking element at each level.

After the survey results had been processed, by applying concordance coefficient, expressions (4)-(14), opinions of four experts were rejected because of a great deviation from opinions of other experts, which enabled reaching the concurrence. Further calculation was based on expert opinions of 21 experts $E=(E_1, E_2, \dots, E_{21})$.

Acknowledging the phases and steps of the proposed model, defining weight coefficient of elements of competence evaluation was carried out by means of FUCOM method. Analysing expert opinions, three groups of experts who shared identical opinion regarding the significance of the elements. For each of the groups, significance of elements was aggregated by applying EWAA operators, expression (15). Having in mind that the subject of the research is to define evaluation of expert competence, all experts were assigned the same evaluation value so that their opinion would have equal influence on the final decision. By defining weight coefficients of elements for each group and through the aggregation of derived values, also by means of EWAA operators, final values were defined of the weight of elements of competence evaluation (Table 2).

Table 2
The final values of the weight coefficients of the elements of the assessment of the competence of experts in the field of Military Science

Element of	Weight (w)
Objective evaluation (K_o)	0,418
Factors that influence the forming of opinion (K_p)	0,321
Subjective evaluation(K_s)	0,261

The derived weight coefficients differ in relation to previous researches, meaning that the influence of the elements of objective evaluation (which used to greatly influence the final evaluation - 60% participation in the decision), but the influence of other evaluation elements was increased, while the ranking remained the same. After defining the weight of fundamental elements of evaluation (Table 2) defining of the weight of elements of objective evaluation was carried out.

Having in mind that there is the concurrence of expert opinions regarding the significance (ranking) of individual traits that make an objective evaluation, which was calculated using concordance coefficient, expressions (4)-(14), subjective methods were used to calculate weight coefficients of individual traits for each expert. The values of weights of individual traits, for all experts, by methods, as well as derived values for each of the methods, were aggregated by means of EWAA operator, expression (15), through which the final ranking was obtained as well as the weights of individual traits of experts (Table 3).

Table 3
Rank of individual traits and their weights

Individual trait of an expert	LWM (w)	IWM (w)	CRM (w)	RSM (w)	GWM (w)	EWAA (w)	Rank
K_o^1 Level of education	0,125	0,199	0,189	0,145	0,198	0,171	1
K_o^2 Reckonable service	0,092	0,069	0,071	0,085	0,069	0,078	7
K_o^3 Current duty	0,095	0,073	0,078	0,091	0,076	0,082	6
K_o^4 Previous duties	0,113	0,112	0,124	0,123	0,126	0,12	4

Individual trait of an expert	LWM (w)	IWM (w)	CRM (w)	RSM (w)	GWM (w)	EWAA (w)	Rank
K_o^5 Published scientific and professional papers	0,1	0,072	0,082	0,1	0,078	0,086	5
K_o^6 Expert activities outside working place	0,086	0,057	0,056	0,074	0,051	0,065	9
K_o^7 Rewards received	0,075	0,046	0,039	0,056	0,035	0,05	10
K_o^8 Average service evaluation	0,085	0,071	0,066	0,074	0,064	0,072	8
K_o^9 Participation in combat actions	0,109	0,129	0,127	0,116	0,128	0,122	3
K_o^{10} Participation in the performance of tasks related to the research problem	0,12	0,172	0,168	0,136	0,175	0,154	2

As it can be seen in Table 3, rank (the significance) of individual traits differ in comparison to previous research. Though the trait "Level of education" still is the most significant, individual traits "Participation in the performance of tasks related to the research problem" and "Participation in combat actions" have, when compared to previous researches, increased their significance and now they are second and third-ranking traits, which is only natural, having in mind that the subject of research belongs to the field of Military Science.

The next step is to determine weight coefficients of the elements of each individual trait which was done in a similar way to defining the weights of individual traits, in the following manner:

1. first, (aggregated) ranks were defined that were determined by experts for each element using methods CODAS, ARAS, COPRAS and CoCoSo, where: in multicriteria model experts were defined instead of the criteria, evaluation of expert competence (as equal) were defined instead of weight coefficient of the criteria, and the criteria character (of experts) was of cost type.
2. then, the ranking, obtained using the method of multicriteria decision making, was aggregated using EWAA operators, expression (15), by which final ranking of the elements of individual traits was obtained;

3. after obtaining the final ranking, subjective methods (Milićević & Župac, 2012) were applied to determine weight coefficients of elements, whereat each of the methods was used, and the results that were obtained were also aggregated using EWAA operator. Through said aggregation, final values of the weights of the elements of individual traits of experts were obtained.

The final values of the weight coefficients of the elements of individual traits which make the objective evaluation are given in Table 4.

Table 4
Final values of the elements of individual traits (*t* represents the number of individual traits)

	K_o^1	K_o^2	K_o^3	K_o^4	K_o^5	K_o^6	K_o^7	K_o^8	K_o^9	K_o^{10}
K_o^{t1}	0,304	0,166	0,331	0,283	0,331	0,368	0,304	0,420	0,283	0,331
K_o^{t2}	0,207	0,124	0,166	0,194	0,224	0,244	0,207	0,271	0,162	0,223
K_o^{t3}	0,156	0,092	0,223	0,148	0,166	0,176	0,156	0,186	0,181	0,166
K_o^{t4}	0,121	0,331	0,124	0,092	0,124	0,126	0,121	0,123	0,098	0,124
K_o^{t5}	0,092	0,223	0,092	0,072	0,091	0,086	0,092		0,076	0,092
K_o^{t6}	0,070	0,064	0,064	0,117	0,064		0,07		0,106	0,064
K_o^{t7}	0,050			0,055			0,05		0,055	
K_o^{t8}				0,039					0,039	

After obtaining the value of the weights of all individual traits and their elements, it is necessary to calculate the value of the objective evaluation of an expert. The value of the objective evaluation (K_o) is calculated using the expression:

$$K_o = \sum_{i=1}^{10} K_o^i, \tag{17}$$

where the values of individual traits (K_o^i) are derived in the following manner:

- 1) for weight coefficients of individual traits K_o^4 , K_o^6 and K_o^7 :

$$K_o^i = \sum_{j=1}^n w_o^{ij}, \tag{18}$$

where n represents the number of elements of an individual trait, w_o^{ij} is the weight coefficient of each individual element;

2) for weight coefficients of individual traits $K_o^1, K_o^2, K_o^3, K_o^5, K_o^8, K_o^9$ and K_o^D :

$$K_o^i = \sum_{j=1}^n v_o^{ij}, \tag{19}$$

where n represents the number of elements of an individual trait, while v_o^{ij} is modified value of the weight coefficient of each individual element, which is obtained by applying expression (20):

$$v_o^{ij} = \frac{w_o^{ij}}{w_o^{ij+}}, \tag{20}$$

where w_o^{ij+} represents the maximal value of weight coefficients of the elements of the individual trait of experts.

The overall evaluation of the competence of experts is derived using the expression (16). Values of factors that influence expert opinion K_f are obtained by adding defined weights of each element in the framework of the factors responding to the sources of influence on expert opinion (Table 5).

Table 5

Factors influencing expert opinion (adapted by the author according to: Milićević, 2014, p. 98; Božanić, 2016, p. 185; Đorović, 2003, p. 158)

Source of the influence on expert's opinion	Degree of influence			
	1 – high	2 – medium	3 – low	4 – no influence
Theoretical analysis	0,25	0,2	0,1	0
Experience (peacetime)	0,25	0,2	0,1	0
Experience (in combat actions)	0,3	0,2	0,1	0
Papers in the country	0,05	0,05	0,05	0
Papers abroad	0,05	0,05	0,05	0
Degree of development abroad	0,05	0,05	0,05	0
Intuition	0,05	0,05	0,05	0

The value of subjective evaluation represents the self-evaluation of an expert in terms of the knowledge of the research subject, which the expert adopts from the set $K_s \in \{0.1, 0.2, \dots, 1\}$ where value 0.1 represents the lowest, and 1 the highest degree of the knowledge of the field.

It is necessary for the evaluation of expert competence to be higher than 0.5, in order to state that the expert is competent in the field of research; otherwise, the opinions of this expert are not taken into consideration (Božanić, 2016, p. 44; Đorović, 2003, p. 160). Also, in order to use the evaluation of experts' competence, in different methods for the aggregation of group decisions, the evaluations obtained through a proposed methodology can be normalised by additive normalisation (Srđević & Kolarov, 2005), so that they meet the condition $\sum_{e=1}^n K^e = 1$, where n is the number of experts,

K^e is the evaluation of expert's competence, and 1 is the overall number of the experts. In the continuation of the paper, the testing of the proposed methodology is carried out for the purpose of validation.

Testing of the model

Let there be three experts in the field of $E = (E_1, E_2, E_3)$ who are identified to resolve a decision-making problem. The description of qualifications, factors that influence their opinion and subjective evaluation are given in Table 6. The first expert has maximal performance, the second minimal, and the third's performance is little above the average.

Table 6

Description of experts' qualifications, factors influencing their opinion and subjective assessment

	K_o	K_f	K_s
E_1	The expert holds a doctorate degree, with more than 30 years of work experience, currently serving as a Head of Department within the MoD; until the present, he was assigned to all duties at all levels of command and management, and he teaches at the Military Academy; he has published a book; he is the President of the branch board; he is a member of the Editorial board of scientific-professional journals and a member of a scientific council; he is a member of an association of experts, who participated in the drawing up of regulations governing the field of research; he has completed a course that lasted at least four months; he has participated in numerous symposiums and counselling as an author and lecturer; he has been rewarded at all levels of command and management, and at all levels, both national and international; his last service evaluation was 5,00; he was participating in combat actions for three years, performing activities related to the problem of the research; he has participated in peacetime exercises that were related to the subject of the research.	A high degree of influence of all sources on the expert's opinion.	1
E_2	The expert has completed a high vocational military school, and has been working effectively for three years; he performs the duty of a squad commander; he has been assigned as company quartermaster sergeant; up till now he has not published any papers, nor is he a member of any association, council and similar; he has not participated at conferences or counselling; he has not been rewarded so far, and his last service evaluation was 2.45; he has not participated in combat actions or exercises related to the subject of research.	There is no influence of any source on the expert's opinion.	0,1
E_3	The expert has completed the Command-Staff Course, with 25 years of work experience; he is currently assigned as a battalion commander; up till now, he has been assigned to all the duties up to battalion level, including the duty of deputy commander; he has published one paper at a conference; he is a member of the branch board and he has participated in the drawing up of regulations governing the field of research; he has participated in one scientific conference as an author and lecturer; he has been rewarded at all levels of command and management, including rewards from the Army Commander; his last service evaluation was 4.52; he was participating in combat actions for about three months, but the activities he performed were not related to the problem of the research; he has participated in 4-5 peacetime exercises related to the subject of the research.	Medium degree of influence of theoretical analysis and experience: medium degree of the influence of papers, international development and intuition.	0,8

On the basis of data given in Table 6, and through the use of expression (11)-(20), and values defined by weight coefficients of objective evaluation elements (Tables 3 and 4), the following values of the objective evaluation of the experts have been derived (Figure 2).

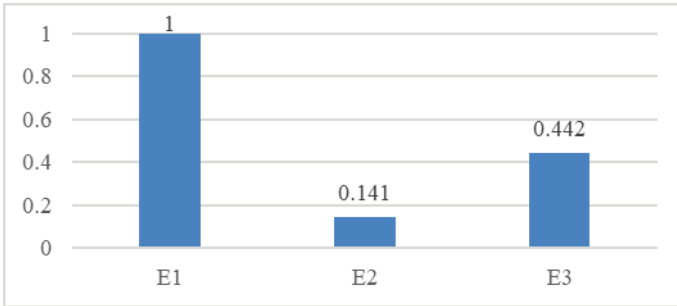


Figure 2 – Values of the objective assessment of experts (K_o)

Taking into account the data from Tables 5 and 6 the values are obtained of the factors influencing experts' opinions (Figure 3). Subjective evaluation (K_s) is given in the Table 6 for each expert.

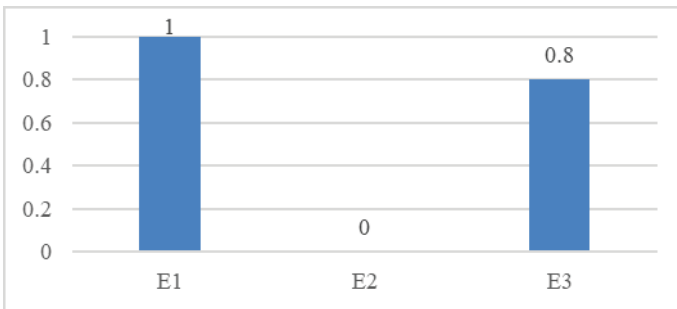


Figure 3 – Values of factors influencing expert opinion (K_f)

Through the application of expression (16) the final evaluation of experts' competence is obtained (Figure 4).

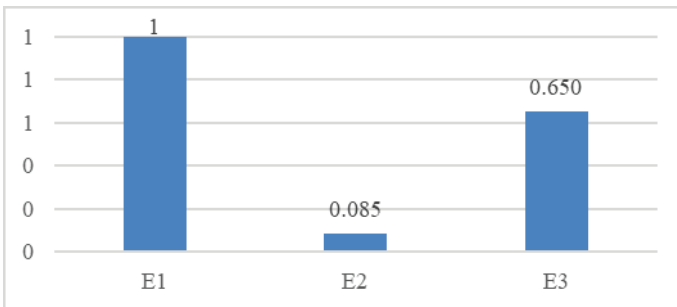


Figure 4 – The final values of the experts' competence ratings (K)

On the basis of the data from Figure 4, it can be deduced that expert 2 does not have sufficient competences to participate in the solving of the given decision-making problem, having in mind that his evaluation of competence is less than 0.5. The other two experts are competent.

Also, on the basis of the illustrative example, the suggested methodology was verified that is in relation to input data. The expert with maximal performance has the maximal value of competence evaluation, while the expert with minimal performance has the minimal evaluation value.

Conclusion

Starting from earlier researches conducted in the field of evaluation of experts, and the specificities of the field of Military Science, and through the analysis of the existing competence defining models, an improved and partially innovative model has been generated to calculate the evaluation of experts' competence. The model was developed through research that included the engagement of not a small number of experts who had been dealing with expert evaluation and application of different methods of multicriteria decision-making and other methods to determine weight coefficients of criteria and the aggregation of group decisions, as well as the methodology for determining the concurrence among experts.

The analysis of obtained results confirmed the need for the conduct of this research, given that certain elements of the evaluation of experts' competence specific to Military Science have had much greater influence on the final decision in comparison to the existing models. The suggested model was tested on an illustrative example, which proved the validity of the methodology.

It is possible to further enhance the presented model through the review of individual traits of objective evaluation, and their elements. The conclusion of this paper is that it is possible to use the existing manner of defining competence, but the presented model offers a better and clearer "image" of an expert. In addition, a conclusion is drawn that the said model can be used in real life situations where expert evaluation is applied and when the subject of research belongs to the field of Military Science.

Literature

[1] Alkan, N., & Kahraman, C. (2024). CODAS extension using novel decomposed Pythagorean fuzzy sets: Strategy selection for IOT based sustainable supply chain system. *Expert Systems with Applications*, 237, 121534.

[2] Badi, I., Stević, Ž., & Bouraima, M. B. (2023). Overcoming obstacles to renewable energy development in Libya: An MCDM approach towards effective strategy formulation. *Decision Making Advances*, 1(1), 17-24.

[3] Bajrami, Š. (2022). *Model upotrebe Rečne flotile u operaciji pomoći civilnim organima vlasti u slučaju poplava*. Doktorska disertacija. Vojna akademija Univerziteta odbrane u Beogradu.

[3] Beach, B. H. (1975). Expert judgment about uncertainty: Bayesian decision making in realistic settings. *Organizational Behavior and Human Performance*, 14(1), 10-59.

[5] Benini, A., Chataigner, P., Noumri, N., Parham, N., Sweeney, J., & Tax, L. (2017). *The Use of Expert Judgment in Humanitarian Analysis – Theory, Methods, Applications*. Geneva: Assessment Capacities Project - ACAPS. Preuzeto: 4. novembra 2023, sa https://reliefweb.int/attachments/05a1180c-b673-3f1c-a51e-cedbf0a08f4b/acaps_expert_judgment_-_full_study_august_2017.pdf

[6] Božanić, D. (2016). *Model podrške odlučivanju pri savlađivanju vodenih prepreka u napadnoj operaciji kopnene vojske*. Doktorska disertacija. Vojna akademija Univerziteta odbrane u Beogradu.

[7] Božanić, D., Milić, A., Tešić, D., Salabun, W., & Pamučar, D. (2021). D numbers–FUCOM–fuzzy RAFSI model for selecting the group of construction machines for enabling mobility. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*, 19(3), 447-471.

[8] Bozanic, D., Tešić, D., & Kočić, J. (2019). Multi-criteria FUCOM–Fuzzy MABAC model for the selection of location for construction of single-span bailey bridge. *Decision making: applications in management and engineering*, 2(1), 132-146.

[9] Chegodaev, A. I. (2010). Mathematical methods for analyzing expert assessments. *Bulletin of Samara State Economic University*, 2(64), 130-135.

[10] Chen, X., Zhou, B., Štilić, A., Stević, Ž., & Puška, A. (2023). A Fuzzy–Rough MCDM Approach for Selecting Green Suppliers in the Furniture Manufacturing Industry: A Case Study of Eco-Friendly Material Production. *Sustainability*, 15(13), 10745.

[11] Custer, R. L., Scarcella, J. A., & Stewart, B. R. (1999). The modified Delphi technique–A rotational modification. *Journal of Vocational and Technical Education*, 15(2), 50-58.

[12] Dalkey, N., & Helmer, O. (1963). An Experimental Application of the DELPHI Method to the Use of Experts. *Management Science*, 9(3), 458-467.

[13] Deveci, M., Pamucar, D., Gokasar, I., Köppen, M., Gupta, B. B., & Daim, T. (2023). Evaluation of Metaverse traffic safety implementations using fuzzy Einstein based logarithmic methodology of additive weights and TOPSIS method. *Technological Forecasting and Social Change*, 194, 122681.

[14] Divina T. V., Petrakova E. A., & Vishnevsky M. S. (2019). Basic methods for analyzing expert assessments. *Economics and business: theory and practice*, (7), 42-44.

[15] Đorović, B. (2003). *Istraživanje projektovanja organizacione strukture upravnih organa saobraćajne službe*. Doktorska disertacija. Vojna akademija u Beogradu, Odsek logistike.

[16] Einhorn, H. J. (1972). Expert measurement and mechanical combination. *Organizational Behavior and Human Performance*, 7(1), 86-106.

- [17] Elfeki, A. (2018). Chi Square Table made by Excel. Preuzeto: 4. novembra 2023, sa https://www.researchgate.net/publication/329523269_Chi_Square_Table_made_by_Excel.
- [18] Eret, L. (2017). Neka razmatranja o primjeni Delfi metode u kvalitativnim istraživanjima odgoja i obrazovanja. *Školski vjesnik*, 66 (1), 77-93.
- [19] Helmer, O. (1967). *Systematic use of expert opinions*. Santa Monica, CA: RAND Corporation. Preuzeto 5. novembra 2023, sa <https://www.rand.org/pubs/papers/P3721.html>.
- [20] Jasikovac, M. (2019). The process of decision-making in crises. *Vojno delo*, 71(1), 55-69.
- [21] Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2016). A new combinative distance-based assessment (CODAS) method for multi-criteria decision-making. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 50(3), 25-44.
- [22] Kovačević, N. (2020). *Model procene rizika upotrebe pontonirskih jedinica u vanrednim situacijama*. Doktorska disertacija. Vojna akademija Univerziteta odbrane u Beogradu.
- [23] Linstone, H. A. (1985). *The Delphi Technique*. In Environmental impact assessment, technology assessment, and risk analysis: contributions from the psychological and decision sciences (pp. 621-649). Berlin, Heidelberg: Springer.
- [24] Litvak, B. G. (2004). *Экспертные технологии в управлении*. Moskva: Delo.
- [25] Miladinović, V. (1992). Primena metoda ekspertskih mišljenja u prognoziranju i pripremi za donošenje odluka. *Vojnotehnički glasnik*, 40(3), 237-247.
- [26] Milićević, M. (2014). *Ekspertsko ocenjivanje*. Beograd: Medija centar „Odbrana”.
- [27] Milićević, M. R., & Župac, G. Ž. (2012). Subjektivni pristup određivanju težina kriterijuma. *Vojnotehnički glasnik*, 60(2), 48-70.
- [28] Milošević, S. J., & Marček, J. (2019). Development of the managerial competences of officers based on their assessment of the expression of the educational needs and the opinions of the experts on the possibilities of their fulfilment. *Vojno delo*, 71(1), 144-163.
- [29] Mishra, A. R., Alrasheedi, M., Lakshmi, J., & Rani, P. (2024). Multi-criteria decision analysis model using the q-rung orthopair fuzzy similarity measures and the COPRAS method for electric vehicle charging station site selection. *Granular Computing*, 9(1), 1-20.
- [30] Ocampo, L. (2022). Full consistency method (FUCOM) and weighted sum under fuzzy information for evaluating the sustainability of farm tourism sites. *Soft Computing*, 26(22), 12481-12508.
- [31] Pamučar, D., Stević, Ž., & Sremac, S. (2018). A new model for determining weight coefficients of criteria in MCDM models: Full consistency method (FUCOM). *Symmetry*, 10(9), 393.
- [32] Phelps, R. H. (1977). *Expert livestock judgment: A descriptive analysis of the development of expertise*. Doctoral thesis. Kansas State University.
- [33] Phelps, R. H., & Shanteau, J. (1978). Livestock judges: How much information can an expert use?. *Organizational Behavior and Human Performance*, 21(2), 209-219.

- [34] Podvezko, V. (2007). Determining the level of agreement of expert estimates. *International Journal of Management and Decision Making*, 8(5/6), 586.
- [35] Radovanović, M., Božanić, D., Tešić, D., Puška, A., Hezam, I., & Jana, C. (2023). Application of hybrid DIBR-FUCOM-LMAW-Bonferroni-grey-EDAS model in multicriteria decision-making. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*, 21(3), 387-403.
- [36] Saković, R. (2021). *Model upravljanja performansama Ministarstva odbrane i Vojske Srbije u funkciji sprovođenja planskih dokumenata sistema odbrane Republike Srbije*. Doktorska disertacija. Beograd: Vojna akademija.
- [37] Slovic, P. (1969). Analyzing the expert judge: A descriptive study of a stockbroker's decision process. *Journal of Applied Psychology*, 53(4), 255–263.
- [38] Srđević, B., & Kolarov, V. (2005). Varijantna AHP vrednovanja dispozicija crpnih stanica na slivnom području. *Vodoprivreda*, 37(216-218), 203-214.
- [39] Stević, Ž., & Brković, N. (2020). A novel integrated FUCOM-MARCOS model for evaluation of human resources in a transport company. *Logistics*, 4(1), 4.
- [40] Yazdani, M., Zarate, P., Kazimieras Zavadskas, E., & Turskis, Z. (2019). A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision*, 57(9), 2501-2519.
- [41] Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and economic development of economy*, 16(2), 159-172.
- [42] Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A., Turskis, Z., & Tamošaitiene, J. (2008). Selection of the effective dwelling house walls by applying attributes values determined at intervals. *Journal of civil engineering and management*, 14(2), 85-93.

Summary

The research on determining the competences of experts in the field of Military Sciences represents a significant contribution to the understanding of the specificity and importance of expert evaluation in that field. Considering the complexity and seriousness of research problems in this area, it is necessary to have a clearly defined model for assessing the competences of experts in order to ensure the relevance and quality of research results.

First, it is important to emphasize that each scientific discipline requires its own approach, theoretical framework, language and methodology. In the context of Military Sciences, where researchers are often faced with complex questions and problems, it is crucial to develop a model that will adequately evaluate experts based on the specific requirements of this field.

This paper deals with determining the competences of experts in Military Sciences investigates the influence of individual elements on their competence. A model was created to define the assessment of expert competence, and research was conducted to identify the impact of each individual element. Various subjective ranking methods

were used, as well as multi-criteria decision-making methods such FUCOM (Full Consistency Method), CODAS (Combinative Distance based Assessment), COPRAS (Complex Proportional Assessment), ARAS (Additive Ratio. Assessment) and CoCoSo (Combined. Compromise Solution), as well as the EWAA (Einstein weighted arithmetic average) operator for aggregation of group decisions.

To achieve agreement among experts, the Delphi method was applied, while the concordance coefficient was used to assess the degree of agreement between their ratings. All these steps enabled the formation of a valid model that was tested on an illustrative example, demonstrating its applicability in real life.

This paper represents a significant contribution to the scientific field of Military Science, providing support to researchers who rely on expert judgment in their research. The developed model not only provides a model for evaluating the expertise of experts, but also opens the door for further research and improvement of methodology in this area. The precise determination of experts' competencies contributes to a deeper understanding of military issues and to the improvement of security and efficiency in this key sector. The implementation of this model enables the systematic assessment of experts' competencies, providing a comprehensive approach to the complexity and specificity of Military Sciences. This research not only contributes to the improvement of expert evaluation, but also to a wider understanding and improvement of the field of Military Sciences. Its application encourages a more complete and efficient approach to the challenges facing this field, thus contributing to its further development and improvement.

Key words: *competences, experts, Military Sciences, concordance, EWAA, FUCOM, CODAS, COPRAS, ARAS, CoCoSo*

© 2024 The Authors. Published by Vojno delo (<http://www.vojnodelo.mod.gov.rs>). This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

