

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; Saković, 2021, р. 156; Bajrami, 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; Saković, 2021, р. 156; Bajrami, 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 (Milićević, 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 mr , 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 компетенције 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.

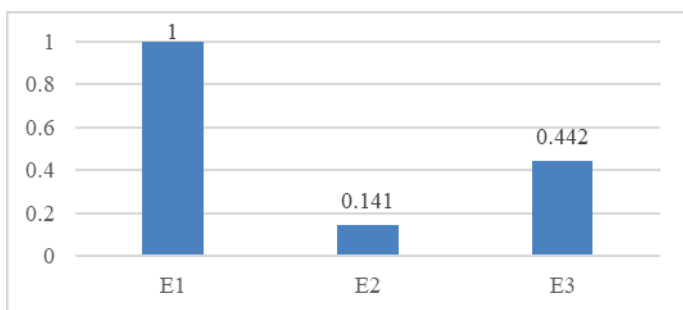
Тестирање модела

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

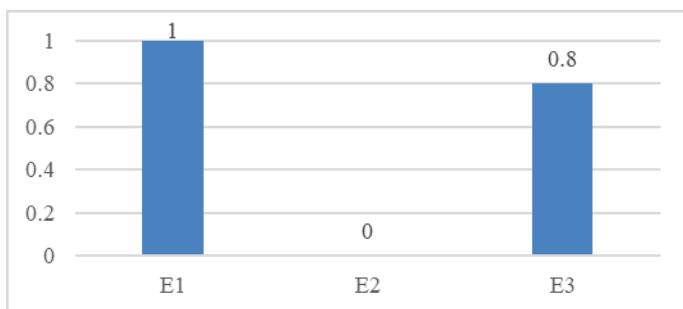
	K_o	K_f	K_s
E_1	<p>Експерт је доктор наука, са радним искуством преко 30 година; тренутно на дужности начелника Управе у МО; до сада је прошао све дужности на свим нивоима командовања и руковођења и наставник је на Војној академији; има објављену књигу; председник је Савета рода; члан је Редакцијског 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).



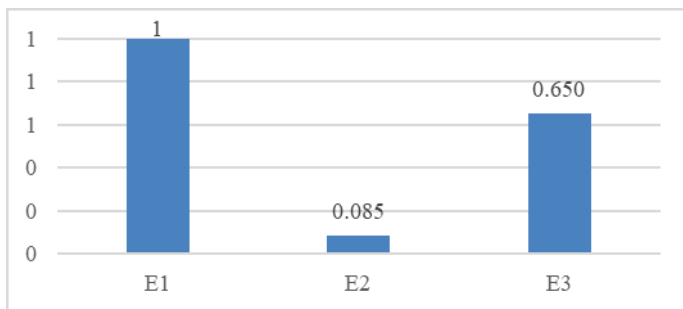
Слика 2 – Вредности објективне процене експерата (K_o)

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 prognoziraju 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.

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/>).

