

NOV PRISTOP NAPOVEDOVANJA IN ODLOČANJA V PROCESU IZBIRE IN DELOVANJA NA CILJ

NEW APPROACH TO PREDICTION AND DECISION-MAKING IN THE TARGETING PROCESS

Povzetek Predmet raziskovanja so procesi odločanja na podlagi večkriterijskih odločitvenih modelov na podlagi mehke logike. Kot interdisciplinarno je področje uporabno tudi v vojaških procesih odločanja, kjer se že uporablja v tehniki vodenja različnih vojaških sistemov in procesih odločanja nabave specialnih vojaških sredstev. Zaznani so pristopi, ki so bližje obravnavani temi procesov odločanja in obvladujejo bolj celovita področja delovanja. Predvsem so z njimi že bile ocenjene grožnje delovanja in ovrednotene metode napovedovanja rezultatov. Kot neraziskane vojaške teme ostajajo procesi odločanja. Ti so zaradi svoje kompleksnosti nekoliko zahtevnejša tema in hkrati večji izziv. Realizacija sistema, ki na podlagi večkriterijskih odločitvenih modelov lažje, hitreje in uspešneje napove odločitveni proces, pa je osnovni cilj dela.

Ključne besede *Večkriterijski odločitveni model, ognjena podpora, GTOPSIS, proces izbire in delovanja na cilj, mehka logika.*

Abstract The subject of research is the processes of making decisions on the basis of multi-criteria decision models based on fuzzy logic. As an interdisciplinary field, it comes useful in military decision-making processes. In this respect, it is already being used in various military-oriented management systems and decision-making processes in the procurement of specialized military assets. Some approaches have been identified that are closer to the discussed subject of decision-making processes and control more comprehensive areas of operation. They have mainly been used to assess operation threats and evaluate result prediction methods. Decision-making processes thus remain a non-explored military issue. Due to their complexity, they remain a somewhat difficult topic and at the same time more challenging. The basic aim of this work is therefore the realization of a system, which uses multi-criteria decision-making models to facilitate, speed up and predict more successfully the decision-making process.

Key words *Multi-criteria decision-making model, fire support, GTOPSIS, targeting process, fuzzy logic.*

Uvod Skozi zgodovino so se vojaški poveljniki srečevali s problemom napovedovanja in odločanja sredi stalnih sprememb na bojišču. Sodobna tehnologija tega ni spremenila. Negotovost ostaja neizogiben element delovanja (Schmitt, 1998). Spremembe svetovnih političnih razmer silijo vojaške organizacije v širitev in spreminjanje načina izvajanja operacij. Zato obstaja stalna potreba po študiju procesa vojaškega odločanja. Raziskave temeljijo na procesih napovedovanja, sprejemanja odločitev in reševanju kompleksnih problemov. Te raziskave so še posebej pomembne danes, v zahtevnih operacijah visokega tveganja in tempa (O'Neill, 1996).

Značilen proces, ki se pojavlja na vseh ravneh poveljevanja v okviru skupnega načrtovanja in izvajanja operacij zagotavljanja miru je proces izbire in delovanja na cilj. Izbire in delovanje na cilj lahko opredelimo kot proces prednostne obravnave ciljev ob upoštevanju okolja, zmogljivosti in usklajevanju ustreznega učinka. Proces izbire in delovanja na cilj postaja vedno kompleksnejši in obsežnejši. Odločevalci se morajo ukvarjati z velikim številom podatkov in negotovosti. Za rešitev tega problema je treba izbrati kriterije, na podlagi katerih poteka izbor ciljev. Za zbiranje podatkov je treba določiti potrebne korake, razviti model odločanja in določiti pogoje izbire alternativ. Določiti je treba število udeležencev in definirati cilje.

Zaradi lastnosti podatkov o ciljih je odločitev izbire kriterijev in alternativ določena na podlagi mehkih vrednosti. Osnova za to je mehki večkriterijski odločitveni model (angl. FMCDM – Fuzzy Multi Criteria Decision Macking). Prikazan je postopek uporabe lingvističnih spremenljivk, pri čemer s FMCDM s skupinsko metodo določanja razvrstitve po podobnosti z idealno rešitvijo (angl. FGTOPSIS - The Fuzzy Group Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) izberemo najrentabilnejši cilj. Rezultat metode FGTOPSIS v modelu FMCDM nam razvrsti cilje po rentabilnosti glede na postavljene kriterije.

Za operacionalizacijo opisane metode je na novo razvit računalniški model napovedovanja in odločanja, ki povzema opisane lastnosti. Kot ustrezna praktična rešitev je delovna različica programa pod imenom Sistem lingvistično uteženih mehko logičnih dinamičnih odločitvenih grup (SLUMLDOG) dana kot mogoča rešitev procesa izbire in delovanja na cilj. Model za podporo procesa izbire in delovanja na cilj SLUMLDOG je razvit zaradi izboljšanja taktične ravni na podlagi intuitivnih pravil odločanja, ki so podlaga analitičnemu modelu.

1 DVA PRISTOPA K PROCESU NAPOVEDOVANJA IN ODLOČANJA

Analitično in intuitivno napovedovanje in odločanje sta splošna, zelo vplivna pristopa napovedovanja in sprejemanja odločitev.

Teorija analitičnega pristopa sprejemanja odločitev temelji na predpostavki, da se človek odloča po vzorcu formalnih postopkov, predvidenih v normativnih teorijah verjetnosti in logike (Gigerenzer, 1997). Razvijalci podpore vojaškega odločanja

pogosto izhajajo iz domneve, da dobro odločanje izhaja iz racionalnega pristopa, ki temelji na pričakovanih in optimalnih rezultatih.

V zadnjih letih je prišlo do spoznanja, da naravni procesi v realnem svetu bojevanja omejujejo človeške kognitivne sposobnosti izvajanja analitičnih procesov. To je privedlo do razvoja drugačnih pristopov, ki vključujejo tako imenovane naravoslovne ali intuitivne teorije odločanja (Dahl, 1996). Ta temelji na domnevi, da ljudje uporabljajo neformalne postopke ali hevristiko za sprejemanje odločitev v okviru omejitev razpoložljivega časa, informacije in sposobnosti kognitivne obdelave informacij.

Oba pristopa lahko združimo v učinkovit okvir za razumevanje vojaškega odločanja v najširšem pomenu.

1.1 Analitični pristop

Raziskovalci so v tradiciji analitičnih modelov poudarili izrecno izračunljive postopke za pridobivanje informacij (Anderson, 1990). Analitične teorije zahtevajo formalno primerjavo med alternativnimi možnostmi, ki uporabljajo premišljena in postopkovna pravila za njihovo ovrednotenje (Zsombok in drugi, 1997). Metode primerjave temeljijo na različnih vrstah zaporedij ali porazdelitev logičnih matematičnih algoritmov (Roe in drugi, 2001). Jedro predpostavk analitičnih teorij je, da je cilj odločanja doseči optimalno odločitev, ocenjeno na podlagi povprečnih vrednosti (Moser, 1990).

V zvezi z doseganjem optimalnosti je treba analizirati vse mogoče hipoteze, ker ni vnaprej znano, katera alternativa je optimalna (Hutchins, 1996).

Študije so pokazale, da odločevalci strokovno po navadi ustvarijo le nekaj rešitev pri reševanju kompleksnih problemov (Klein in drugi, 1995). Poleg tega pogosto ni mogoče zgraditi popolne zastopanosti problemskega prostora, vključno z ovrednotenjem ciljev in vrednosti mogočih izidov. To še posebej velja za kompleksne vojaške probleme (Todd in drugi, 2000). Ko problem ni preprost, lahko število parametrov in potencialnih možnosti ukrepanja presega zmogljivosti procesov obdelave podatkov v realnem času (Gigerenzer, 1996). Poraja se vprašanje smotrnosti uporabe analitičnih teorij v takšnih procesih (Hutchins, 1996). V realnem svetu se ukvarjajo z informacijami, ki so dvoumne, medsebojno povezane, prekrivane ali manjkajo. Takšne omejitve lahko povzročijo analitični teoriji nepremagljive ali malo verjetne možnosti kompetentnega odločanja (Gigerenzer in drugi, 1996).

1.2 Intuitivni pristop

V zadnjih letih so intuitivne teorije odločanja postale vpliven del odločanja v realnem svetu. Intuitivne teorije odločanja temeljijo na deskriptivni, namesto normativni metodi. Modele strategij vodijo izkušeni odločevalci, ki se spopadajo z realnimi problemi (Klein, 1997).

Lipshitz, Klein, Salas in Orasanu (2001) na primer poudarjajo osnove presoje kakovosti odločanja o vedenju, ki jih izražajo strokovnjaki, ne pa neki formalni model. Predpostavljamo, da uporabljajo odločevalci veliko manj formalne, vendar hitrejše strategije.

Prisotna so tri osnovna načela, na katerih temelji intuitivna teorija. Prvo je, da se odločitve sprejemajo zaporedno. Drugo načelo je, da se odločevalec opira predvsem na ustvarjanje možnosti in jih primerja s preteklimi izkušnjami. Tretje načelo je, da nosilci odločanja sprejmejo zadostno mero in ustavijo iskanje, ko je ugotovljen sprejemljiv način delovanja (Leedom in drugi, 1997). Vpliven primer intuitivnega pristopa k odločanju je Kleinov (1998) Recognition-primed decision (RPD) model ali model Prepoznavanja osnovnega odločanja. Tako kot vsi modeli intuitivnega odločanja se izogiba formalnih logičnih procesov in namesto tega poudarja ujemanje vzorcev procesov, v katerih odločevalec vrednoti razmere glede na izkušnje.

Glavni problem raziskave z intuitivnim pristopom k odločanju je na splošno nejasna raven, na kateri so oblikovani modeli. V resnici sta Todd in Gigerenzer (2001) trdila, da postopkov odločanja, uporabljenih v realnem okolju, formalno ni mogoče modelirati.

1.3 Sinteza pristopov odločanja na vojaškem področju

Obe teoriji sta sprejeti kot podpora napovedovanja in odločanja v različnih vojaških procesih (Cook in drugi 2007). Analitični modeli na splošno slabo opisujejo, kako ljudje sprejemajo odločitve, vendar so zelo razumljivi in predpisani. Koraki in procesi pri odločanju so jasno določeni in se navadno izvajajo kot računalniški programi.

Prednost intuitivne teorije je tesno povezana s procesi, ki jih odločevalci uporabljajo v resničnem svetu in se uporabljajo za dinamično, negotovo in visoko tvegano okolje, kot je prikazano v številnih študijah in dokumentih (Ross in drugi, 2004; FM 6-0, 2003). Intuitivni pristop je zagotovo bolj prilagojen razmeram, v katerih so čas in podatki omejeni. Intuitivne teorije so po svoji naravi bolj opisne in nezavezujoče, zaradi česar so učinkovite za razumevanje človekovega odločanja, manj pa za razvoj sistemov za pomoč in podporo dejanskega odločanja (Lipshitz in drugi, 2001).

Verjetno noben pristop k odločanju ne more v celoti pojasniti procesov sprejemanja odločitev v vseh situacijah. Ustrezen pristop k modelu odločanja je odvisen od posameznega operativnega procesa oziroma trenutnih potreb. Zato moramo sprejeti analitično in intuitivno odločanje kot različne vrste strategij odločanja.

Analitične strategije predstavljajo niz postopkov, ki se uporabljajo za pristop k optimalnosti. Intuitivne strategije predstavljajo bolj praktičen niz postopkov, ki ustrezajo razmeram omejenega časa, informacij in računalniške moči (Todd in drugi, 2000).

Ključni dejavnik izbire med analitično in intuitivno strategijo je, ali je mogoče sprejeti le izvedljivo rešitev ali pa zahtevamo optimalno rešitev. Analitične metode se ovrednotijo na podlagi izčrpnih, kvantitativnih in primerljivih podatkov. V intuitivnih metodah se možnosti ocenijo celostno skozi zaporedno primerjavo, ki je na splošno kakovostna, neprimerljiva in neizčrpna. Znane so različne vrste analitičnih postopkov in veliko različnih intuitivnih postopkov. Vsi se razlikujejo po stopnji formalizma (Markman in drugi, 2001).

Ker imamo pri strateškem načrtovanju več časa in razmeroma veliko količino visoko kakovostnih podatkov, so analitične strategije bolj primerne za to fazo delovanja.

Pri neposrednem taktičnem delovanju so se poveljniki prisiljeni zanašati na intuitivne metode, ker sta njihova čas in znanje omejena. Zanašanje na intuitivne strategije odločanja v taktičnih razmerah ni presenetljivo, saj zagotovijo hitro in učinkovito obdelavo podatkov (Caird-Daley in drugi, 2007).

Hkrati se zdi plodno razmišljanje o analitičnem in intuitivnem odločanju kot usklajevanje stilov, da bi se skupaj povečal učinek sprejemanja odločitev (Bryant in drugi, 2003).

2 IZBIRA IN DELOVANJE NA CILJ

Izbiri in delovanje na cilj lahko opredelimo kot proces prednostne obravnave ciljev ob upoštevanju okolja, zmogljivosti in usklajevanju ustreznega učinka (JP 3-60, 2007). Učinkovit proces izbire in delovanja na cilj je sposoben ustvariti različne vrste in obsege učinkov (FM 3-60, 2010). Namen učinkov izbire in delovanja na cilj je vplivanje na operativne rezultate, ki jih je mogoče razvrstiti v skupino neposrednih in posrednih učinkov (FM 3-24, 2006). Učinki so po navadi sestavljeni in končni rezultat je pogosto večji od vsote posameznih operativnih ukrepov (JP 3-14, 2009). Poveljnik bo za proces izbire in delovanja na cilj ustanovil namensko skupino. Pri organizaciji te skupine je treba upoštevati sposobnost za usklajevanje, sinhronizacijo in integracijo skupno usmerjene operacije (Paris in drugi, 2000).

V zadnjih letih je uporaba naprednih sistemov privedla do natančnejše zaznave in določanja ciljev, ki je skupaj z učinki novih sistemov še povečala zmožnosti izbire in delovanja na cilj z najmanjšim tveganjem, časom in izgubo sredstev (JP 3-0, 2006).

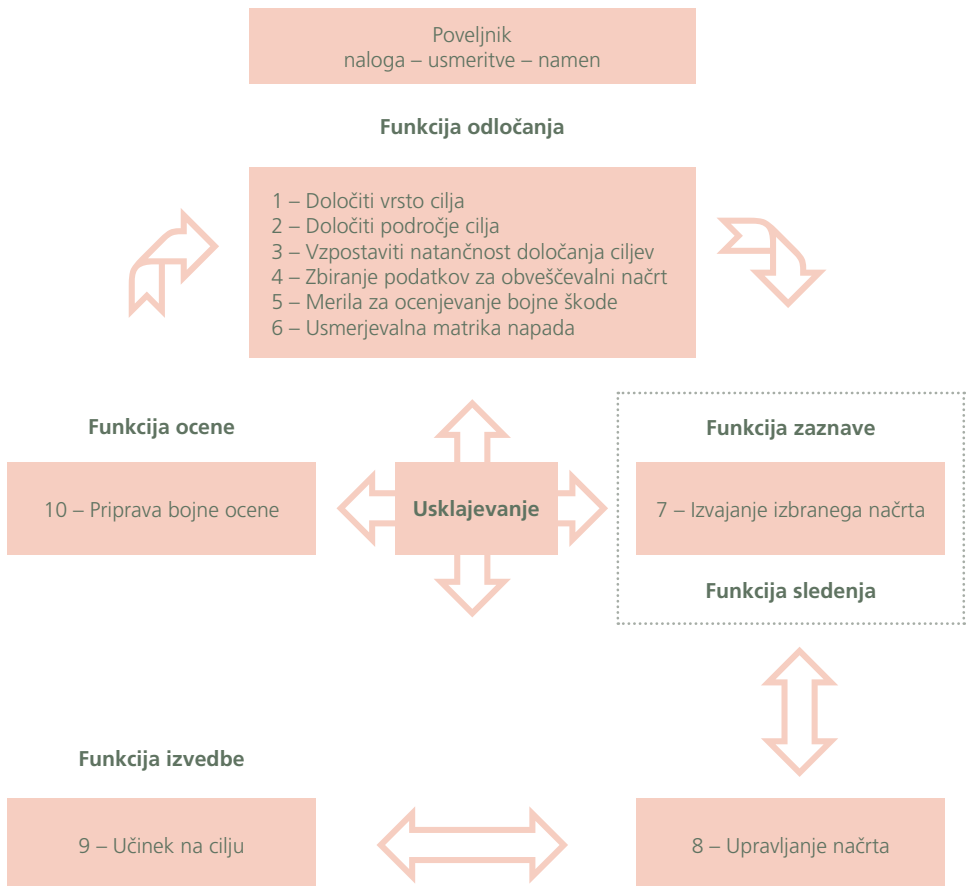
2.1 Metodologija izbire in delovanja na cilj

Poudarek je na prepoznavanju karakteristik ciljev, pri čemer definiramo cilje, ki nasprotniku zagotavljajo največjo prednost. Uspešen proces izbire in delovanja na cilj omogoča dosego namere poveljnika s sinhronizacijo med sistemi odkrivanja in sistemi napada na pravi cilj ob pravem času in kraju (JP 3-0, 2006).

Metodologija izbire in delovanja na cilj temelji na poveljniku in njegovi skupini, ki opravlja dinamičen proces izbire in delovanja na cilj s prilagodljivim ciklom

funkcij, znanih kot odločite se, zaznati/slediti, izvesti in oceniti (FM 5-19, 2006). Sinhronizacijo je najlažje doseči z rednimi namenski sestanki skupin. Če je treba, se sestava skupine prilagodi, tako da odraža osebjem in čas, ustrezno raven procesa izbire in delovanja na cilj glede na raven poveljevanja (Tobias in drugi, 2000). Postopek izbire in delovanja na cilj je prikazan na sliki 1.

Slika 1:
Cikel izbire in delovanja na cilj



3 VEČKRITERIJSKI ODLOČITVENI MODEL IZBIRE IN DELOVANJA NA CILJ

Pristop k napovedovanju in sprejemanju odločitev je lahko zelo različen. Izbira je odvisna od narave problema, časa, ekonomskih virov in sposobnosti odločevalcev (Dimovski, 2000). Učinkovit proces odločanja mora biti preprost, zanesljiv, prijazen do uporabnika in fleksibilen. Upoštevati mora subjektivne in objektivne dejavnike in sinergijo analitičnega in intuitivnega mišljenja (Hammond in drugi, 2000). Sprejemanje odločitev v kompleksnem okolju zahteva urejen in organiziran proces

razmišljanja, ki nas pripelje do pravih odločitev z metodo, ki nam omogočijo reševanje zapletenih problemov na preprost način (Saaty, 1999). Kadar rešujemo celovite probleme, pri katerih samo intuitivno odločanje ne zadošča, uporabimo več-kriterijske odločitvene modele (angl. MCDM - Multi Criteria Decision Macking). MCDM je zbirka metod odločanja, pri katerih upoštevamo več različnih kriterijev. Značilen je konflikt med kriteriji odločanja in sprejemljivosti alternativ (Čančer, 2003a). Za alternative se izberejo ustrezni kriteriji, po katerih so ocenjeni. Ustreznost alternative se nato oceni glede na več kriterijev hkrati (Omladič, 2002).

Ocena rentabilnosti cilja je eden od najpomembnejših procesov vojaškega poveljevanja in kontrole, saj njen rezultat podpira poveljnikovo odločitev in izbiro ustreznih alternativ. Številni raziskovalci so preučevali prepoznavanje ciljev (Deng in drugi, 2010) in groženj (Su in drugi, 2011), vendar je ocena ogroženosti še vedno odprto vprašanje.

Za pridobitev natančne ocene nevarnosti ciljev je potrebna kombinacija velike količine podatkov iz različnih senzorjev, kot tudi določitev različnih lastnosti in stopnje tveganj (Llinas in drugi, 1998). Informacije, ki jih ti senzori posredujejo, so pogosto nepopolni, negotovi in nejasni (Deng in drugi, 2006). Poleg tega je težko opredeliti natančno stopnjo nevarnosti zaradi omejitve časa in oteženega pridobivanja podatkov (Sengupta in drugi, 2000). Da lahko na ta način odločno obravnavamo nepopolne podatke, dokazujejo številne raziskave, ki so pomagale rešiti veliko problemov (Deng in drugi, 2011).

Glede na ugotovitve novo predlagani model procesa izbire in delovanja na cilj temelji na intervalu mehkih podatkov z metodo MCDM.

3.1 Značilnosti večkriterijske odločitvene analize

Za novo predlagani model je treba raziskati uporabo večkriterijskega odločitvenega modela pri procesu izbire in delovanja na cilj ter narediti ustrezen model MCDM. Pri raziskavi in razvoju ustreznega modela MCDM je velik poudarek predvsem na odločitvah odločevalcev pri določitvi posameznih lastnosti in meril (Terano in drugi, 1992). Prav tako operacije z lingvističnimi spremenljivkami, ki imajo za sabo bazo trikotnih števil, predstavljajo zelo preprost in razumljiv model, saj so lingvistične preference osnova problemov, ki jih rešujemo z mehko logiko. MCDM problem rešijo zelo učinkovito, kljub podatkom, ki so lahko dvoumni ali netočni (Klir in drugi, 1995). Danes je veliko procesov odločanja ustvarjenih v mehkem okolju (Chowdhury in drugi, 2006).

3.2 Modeli večkriterijske odločitvene analize

MCDM-modeli odločevanja so uporabni v širokem okolju. Obsegajo tehniko, ekonomijo, menedžment, vojsko, logistiko itn. Različni pristopi in tehnike so predvsem odvisni od zahtevnosti problema in končnega cilja. Analytic Hierarchy Process (AHP), Elimination and Choice Translating Reality (ELEKTRE), The

Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), A Preference Ranking Organisation Method (PROMETHE) in njihove izpeljanke pomenijo osnovne različice (Zadeh, 1995; Zadeh, 1996; Chen, 1992). Vse novejšje različice imajo tudi že mehko logični pristop (Saaty, 1988; Van Laarhoven in drugi, 1983; Buckley, 1985; Boender in drugi, 1989; Chang, 1992; Mikhailov in drugi, 2004). Prav tako poznamo že nekaj izpeljav skupinskega odločanja: Group AHP (GAHP), Group TOPSIS (GTOPSIS) (Chen in drugi, 2006).

Za novo predlagano metodo procesa izbire in delovanja na cilj je na podlagi analize potrebnih dejavnikov in razpoložljivih resursov izbrana ustrezna metoda odločanja. Postopek izbire ustreznega modela MCDM je za najprimernejšo metodo pokazal metodo TOPSIS. Osnovna ideja TOPSIS metode je, da najboljša alternativa nima le najkrajše razdalje do pozitivne idealne rešitve, ampak, da je ta alternativa istočasno tudi čim bolj oddaljena od negativne rešitve (Hwang in drugi, 1981).

Algoritem TOPSIS je uporaben za oceno rezultatov v sorodnem okolju. Podatki, uporabljeni v algoritmu, so številčni, tako da je tudi izhod količinski podatek (Jia X, 2009). Za ovrednotenje posameznih kriterijev in alternativ se uporabijo trikotna števila, ki definirajo mehke vrednosti (angl. FTOPSIS – Fuzzy TOPSIS) (Fu, 2008). Vzorčni linearen program za skupinski večkriterijski odločitveni model (angl. MCGDM - Multi Criteria Group Decision Macking) je predstavil Xu (2007). Opisanih je že nekaj tehnik določitve preference na podlagi idejnih rešitev TOPSIS tudi v primeru skupinskega odločanja znotraj MCGDM (GTOPSIS). Tako so ustrezno obravnavani vsi odločevalci. Jasno izraženi so tudi parametri posameznih kriterijev tako, da dobimo hitro, natančno in objektivno odločitev (Saghafian in drugi, 2005).

Tako je za novo predlagani model procesa izbire in delovanja na cilj na podlagi dosedanjih spoznanj predlagana metoda FGTOPSIS.

3.3 Proces izbire in delovanja na cilj z metodo MCGDM FGTOPSIS

Skupinski večkriterijski odločitveni model (MCGDM) spremlja te korake:

1. Določiti je treba število alternativ in kriterijev.
 Odločevalci določijo število alternativ in ustrezne kriterije. Na primer $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$ je seznam alternativ; $K = \{K_1, K_2, \dots, K_N\}$ je seznam kriterijev, in $A = \{a_{ij} \mid i=1,2, \dots, m; j=1,2, \dots, n\}$ je matrica odločitev, pri čemer je a_{ij} številska vrednost alternative i za kriterij j .
2. Ocena mehčanja ima dva koraka:
 - a) Izbrati niz vrednosti za določitev uteži posameznih kriterijev in določiti stopnje primernosti vsake alternative po kriterijih.
 - b) Oceniti in določiti uteži posameznih kriterijev in stopnjo ustreznosti vsake alternative.

Metodo FGTOPSIS spremljajo ti koraki:

1. Normalizacija mehke odločitvene matrice

V GTOPSIS metodi moramo vsako alternativo oceniti z enačbo 1.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}; \text{ kot } x = \text{matrika odločanja}; i=1,2, \dots, m; \text{ in } j=1,2, \dots, n \quad (1)$$

2. Ponderirano normalizirana mehko odločitvena matrica

Positivno idealno rešitev A^+ in negativno idealno rešitev A^- lahko določimo na podlagi ponderirano normalizirane ocene (y_{ij}) kot:

$$y_{ij} = w_j r_{ij}; \text{ kot } i=1, 2, \dots, m; \text{ in } j=1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

3. Določanje pozitivne in negativne idealne rešitve

Positivno idealno rešitev matrice računamo z enačbo 3, negativne idealne rešitve pa izračunamo na podlagi enačbe 4.

$$A_i^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+); \quad (3)$$

$$A_i^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-); \quad (4)$$

4. Razdalja vsake alternative do pozitivne in negativne idealne rešitve (Chen, 2000)

Razdalja med alternativo A_i in pozitivno idealno rešitvijo lahko izračunamo z enačbo 5:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij}^+ - y_{ij}^-)^2}; i=1,2, \dots, m. \quad (5)$$

Razdalja med alternativo A_i in negativno idealno rešitvijo lahko izračunamo z enačbo 6:

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_{ij}^-)^2}; i=1,2, \dots, m. \quad (6)$$

5. Določanje vrednosti preference za vsako alternativo

Vrednost preference za vsako alternativo (V_i) je podana kot:

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}; i=1,2, \dots, m. \quad (7)$$

3.4 Določanje kriterijev, alternativ in preference odločevalcev

Predlagani postopek za reševanje lahko strnemo v nekaj točk:

1. Določiti število alternativ in kriterijev

Iz tabele ciljev (baze) izberemo pet ciljev za izbrani proces izbire in delovanja na cilj. Ti cilji so izbrani kot najboljša mogoča alternativa, na njih se bo izvajal nadaljnji proces. Označimo jih s C1, C2, C3, C4, C5.

Določeni so bili štiri kriteriji, in sicer kot podlaga za določanje izbora ciljev. Kriteriji so izbrani iz procesa izbire in delovanja na cilj kot: K1 = vrsta cilja, K2 = velikost, K3 = odpornost, K4 = stopnja nevtralizacije.

2. Defniranje preferencije (uteženosti) odločevalcev
Odločevalci so opredeljeni kot skupina ekspertov. Označeni so z E1, E2, E3. Odločitev preferencije odločevalcev prepustimo poveljniku. Za izračun uteži je izbrana metoda lastnega vektorja.
3. Defniranje lingvističnih spremenljivk kriterijev, alternativ in ocena mehčanja
Najprej določimo lingvistične vrednosti rangiranja kriterijev in jim priredimo mehke vrednosti.

Tabela 1:
Lingvistične
ocene kriterijev

Lingvistične ocene kriterijev	
L	nizka
ML	srednje nizka
M	srednja
MH	srednje visoka
H	visoka
VH	zelo visoka

Tabela 2:
Mehke vrednosti
kriterijev

Mehke vrednosti kriterijev	
L	0, 0, 0,2
ML	0, 0,2, 0,4
M	0,2, 0,5, 0,7
MH	0,5, 0,7, 0,9
H	0,8, 0,9, 1
VH	0,9, 1, 1

Zberemo komplet lingvističnih ocen rangiranja kriterijev po vseh odločevalcih. Odločitev za kriterije je prikazana v tabeli 3.

Tabela 3:
Lingvistične
ocene
pomembnosti
kriterijev po
odločevalcih

Lingvistična ocena kriterijev			
Kriterij	E1	E2	E3
K1	MH	H	H
K2	MH	H	VH
K3	L	V	VH
K4	H	H	VH

Podobno določimo lingvistične ocene rangiranja alternativ in jim priredimo mehke vrednosti.

Tabela 4:
Lingvistične
ocene alternativ

Lingvistične ocene alternativ	
P	slab
MP	srednje slab
F	srednje
MG	srednje dober
G	dober
VG	zelo dober

Tabela 5:
Mehke vrednosti
alternativ

Mehke vrednosti alternativ	
P	0, 0, 3
MP	2, 3, 5
F	4, 5, 6
MG	6, 7, 8
G	8, 9, 10
VG	9, 10, 10

Zberemo komplet lingvističnih ocen odločevalcev o primernosti vsake alternative glede na utemeljenost kriterijev. Odločitev za posamezne alternative je prikazana v tabeli 6.

Tabela 6:
Lingvistične
ocene odlo-
čevalcev o
primernosti
alternativ glede
na kriterije

Lingvistične ocene odločevalcev o primernosti alternativ glede na kriterije				
Kriterij	Alternativa	E1	E2	E3
K 1	C1	F	F	MP
	C2	MP	MP	G
	C3	F	MG	F
	C4	F	VG	F
	C5	MP	G	MP
K 2	C1	MG	F	MP
	C2	G	MP	G
	C3	G	MG	MG
	C4	MG	VG	F
	C5	F	G	P
K 3	C1	G	F	MG
	C2	G	MP	G
	C3	F	MG	MG
	C4	VG	VG	F
	C5	MG	G	F
K 4	C1	VG	F	G
	C2	MP	MP	G
	C3	MP	MG	VG
	C4	MG	VG	MG
	C5	G	G	MG

3.5 Rezultati metode FGTOPSIS

Najprej se določijo uteži odločevalcev po metodi lastnih vektorjev. Po normalizaciji z enačbo 1 se dobijo naslednje vrednosti $E1=0,5474$, $E2=0,2627$ in $E3=0,1899$.

Mehke vrednosti kriterijev utežimo z vrednostmi posameznih odločevalcev na podlagi enačbe 2. Ponovimo postopek še za mehke vrednosti alternativ z enakim postopkom.

Določimo združeno uteženo vrednost kriterijev \hat{W} , kot $\hat{W}_j = (W_{j1}, W_{j2}, W_{j3})$,

kjer je: $W_{j1} = \text{Min} \{W_{jk1}\}$, $W_{j2} = 1/k \sum W_{jk2}$ in $W_{j3} = \text{Max} \{W_{jk3}\}$.

Podobno določimo tudi združeno uteženo vrednost alternativ kot $\check{R} = (a, b, c)$.

Dobljene vrednosti uporabimo za pridobitev skupne mehke odločitvene matrice, ki jo še normaliziramo in utežimo.

Pozitivna idealna rešitev (A^+) je izračunana z enačbo 3, negativna idealna rešitev (A^-) pa z enačbo 4. Rezultati so prikazani v tabeli 7.

Tabela 7:
Pozitivna idealna rešitev (A^+) in negativna idealna rešitev (A^-)

	y_1	y_2	y_3	y_4
Pozitivna idealna rešitev (A^+)	3,2845	5,4743	5,4743	5,4743
Negativna idealna rešitev (A^-)	0,1170	0	0	0,1640

Za izračun razdalje med alternativo d_i in njihovo idealno pozitivno in idealno negativno rešitvijo se uporabljata enačbi 5 in 6. Vrednost koeficienta bližine za vsako alternativo (angl. CCI- Closeness coefficient) se računa z uporabo enačbe 7. Dosežemo večjo vrednost alternative, večjo prednost ima alternativa C_i . Rezultat GTOPSIS izračuna je prikazan v tabeli 8.

Tabela 8:
Rezultat metode TOPSIS za ovrednotenje alternativ

Proces izbire in delovanja na cilj				
Alternative	d_i^+	d_i^-	CC_i	Mesto
C1	1,40201	1,09186	0,4378	1
C2	1,45416	0,96043	0,3977	3
C3	1,44007	0,87505	0,3779	5
C4	1,36847	1,04335	0,4325	2
C5	1,43422	0,93647	0,3950	4

Cilj z najvišjo vrednostjo in tako najboljša alternativa je C1, ki z vrednostjo $CC_i = 0,438$ (Deng-Feng, 2011) dosega po klasifikaciji koeficientov bližine sprejemljiv rezultat.

4 SLUMLDOG

Za novo predlagani model procesa odločanja je razvit računalniško podprt program, s katerim je omogočena uporabnikom enostavna in razumljiva izvedba celotnega procesa.

Model za podporo procesa izbire in delovanja na cilj SLUMLDOG je bil razvit za izboljšanje taktične ravni na podlagi intuitivnih pravil odločanja, ki so kot osnova analitičnemu modelu. Prednost takšne kombinirane metode napovedovanja je zmanjševanje vpliva subjektivnosti, predvsem če je takšen model izveden za skupinsko

odločanje. Poudarjene prednosti modela pred klasično metodo lahko strnemo v jasno strukturo programa, opredeljenost gradnikov in s tem vodenja odločevalcev skozi proces. Značilna je enostavnost uporabe in zaznan je občuten prihranek potrebne- ga časa in resursov. Te ugotovitve kažejo, da lahko model SLUMLDOG deluje kot močno orodje v rokah odločevalcev in prispeva k večjemu zaupanju, manjšemu obsegu dela in bolj učinkovitemu delovanju.

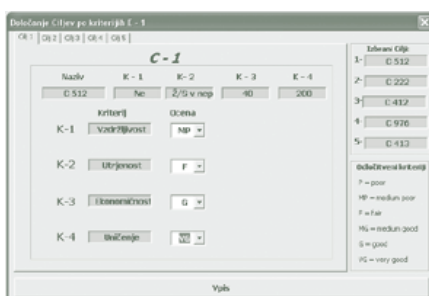
Glede na potrebe je k programu SLUMLDOG dodano nekaj funkcij, ki program napravijo bolj operativen in prijazen do uporabnika. Osnovni namembnosti izvajanja večkriterijske analize v procesu izbire in delovanja na cilj je na izbrani cilj dana možnost direktne izvedbe ognjene podpore z ustreznim ognjenim sistemom (možnost izbire med artilerijskimi in minometnimi sistemi). Ta del sistema se lahko avtonomno uporabi za izvedbo artilerijskega oziroma minometnega ognja, saj so upoštevana vsa artilerijska pravila streljanja. Dodane so varnostne funkcije, kot so varnostne cone in območje ciljev. Program je podprt tudi logistično, z vodenjem porabe streliva pri enotah in priložnih skladiščih. Končni rezultat pa je grafični prikaz naštetih funkcij, ki z vizualizacijo parametrov dodatno razjasni situacijo.

4.1 Osnovne funkcije programa SLUMLDOG

Osnovne funkcije so izbrane v menijskem oknu, iz katerega se dostopa do vseh menijev. Ti so: osnovni podatki, položaji, cilji, artilerijsko streljanje, načrti ognjev, analiza ciljev, varnostni ukrepi, logistična podpora, grafični pogled.

4.2 Nekaj pomembnih oken programa SLUMLDOG

Slika 2:
Določanje ciljev
po kriterijih



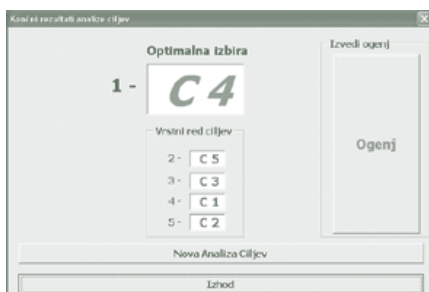
Določanje ciljev po kriterijih je okno, namenjeno določanju pomembnosti posameznega cilja (alternative) glede na določen kriterij. Na vrhu okna imamo prikazan posamezen cilj, za katerega trenutno poteka odločanje. Ko je določena pomembnost cilja po vseh kriterijih, izberemo v zavihku mape naslednji cilj. Za lažje delo imamo na desnem robu imena vseh analiziranih ciljev.

Slika 3:
Statusi vnosa



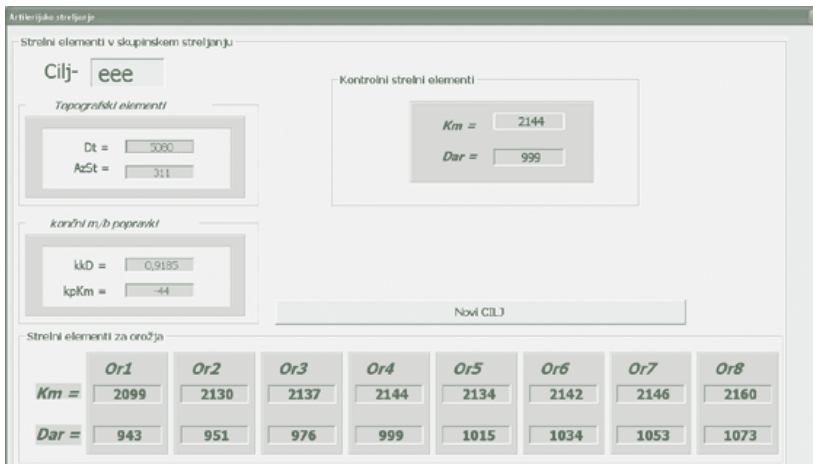
Okno nam omogoča celovit pregled opravljenega dela. Razdeljeno je na tri dele, od statusa vnosa uteži ekspertov, statusov vnosa uteži kriterijev do statusov vnosa pomembnosti ciljev glede na posamezen kriterij. Okno Pregled statusov nam omogoča spremljati trenutno stanje vnosov.

Slika 4:
Rezultati
analize ciljev



Končni rezultati analize ciljev je okno, v katerem so cilji razvrščeni po vrstnem redu uvrstitve. Prvi je poudarjen in pomeni optimalni izbor. Prav tako je mogoče izvesti takojšnje skupinsko streljanje na ta cilj. Cilj je odebeljeno prikazan tudi v grafičnem pogledu.

Slika 5:
Strelni elementi
v skupinskem
streljanju



Strelni elementi v skupinskem streljanju je okno, namenjeno prikazu strelnih elementov posameznih orožij glede na snop in AzFC. Z drugimi okni menija Artilerijsko streljanje zagotavlja popolno artilerijsko oziroma minometno podporo zagotavljanja ognjene podpore.

Slika 6:
Grafični pregled
programa
SLUMLDOG



Grafični del programa SLUMLDOG nam na delovni karti prikaže trenutno stanje. Stanje se dinamično spreminja glede na vnesene parametre. Zraven že naštetih funkcij prikaza priročnih skladišč, varnostnih con in območja cilja nam prikaže položaj trenutno izbranega cilja v procesu izbire in delovanja na cilj in v primeru izvedbe streljanja tudi položaj tega. Osnovna namena grafičnega prikaza sta spremljanje in kontrola izvedbe operacij.

Sklep Tradicionalno gledano se analitični in intuitivni pristop precej razlikujeta. Imata različne prednosti in pomanjkljivosti. Ne zdi se verjetno, da bo kateri od njiju koristen zgled za vse vidike vojaškega odločanja. Zato je treba prizadevanja usmeriti k uporabi pozitivnega trenda posameznega pristopa ali iskati skupne točke. Prizadevati si moramo pravilno definirati zahteve in omejitve. Te naj bodo osnova za določitev specifičnosti načina odločanja in strategijo, ki je najbolj primerna za nastale pogoje. S takšnim pristopom lahko bolje tehnološko podpremo in realiziramo učinkovite postopke odločanja v ustreznih razmerah, zato je smiselno, da se še naprej raziskujemo načini za podporo odločanja v negotovem vojaškem okolju.

Obraunavan proces izbire in delovanja na cilj je podvržen nenehnim spremembam in zahteva angažiranost velikega števila osebja. Zahteva pravilno opredelitev kriterijev glede na trenutno situacijo in vlogo, saj je od tega odvisna pravilna ocena ogroženosti. Pomeni kdaj, kje, zakaj in s čim bomo na cilj delovali.

Postavlja se smiselna potreba, da se takšen kontinuirano umsko in psihično zahteven proces, ki je nenehno podvržen ponavljajočim postopkom, izvede v obliki analitičnega in/ali intuitivnega modela z ustrežno informacijsko podporo.

Na primeru so združene najnovejše raziskave metod MCDM. Študija primera izbire in delovanja na cilj kaže, kako lahko uporaba MCDM uravnoteži različne procese napovedovanja in odločanja, neželenih stranskih učinkov in tveganj glede na omejene podatke, pridobljene iz različnih senzorjev. Bistven prispevek MCDM je pridobljene informacije senzorjev uspešno povezati z določenimi kriteriji in ponderji in določiti alternativo, ki v določenem trenutku predstavlja največjo grožnjo taktični ravni vodenja operacij.

Z operacionalizacijo modela s programom SLUMLDOG je zagotovljeno odločevalcem močno orodje za njihovo delo. Z uvajanjem novega modela v procesih napovedovanja in odločanja je zagotovljen učinkovit, robusten in uporabniku prijazen sistem za večkriterijsko analizo procesa izbire in delovanja na cilj, ki daje uporabniku podporo pri odločanju in temelji na metodi večkriterijske analize, algoritmičnih izbire in delovanja na cilj ter mehki logiki.

Cilj je predstaviti informacije za podporo odločanju v obliki, ki zmanjša vse neusklajenosti med prepoznavnimi značilnostmi odločevalcev kot nosilcu odločanja in sistemi za podporo odločanju. Hkrati zmanjšuje pomanjkljivosti sedanjega prikaza taktične ravni, ki določajo visoke zahteve za obdelavo informacij in presegajo omejitve človeškega spomina. Sistem sintetizira številčne podatke v grafičnem prikazu in olajša razlago prostorskih podatkov. Od predstavitve sintetiziranih podatkov v grafični obliki se pričakuje, da se zmanjša kognitivno-procesna obremenitev odločevalcev pri izvajanju ocene stanja, da nadomestijo manj zahtevne operacije s percepcijo bolj kompleksnih logičnih operacij. Namenjena je pomoči pri odločanju z zagotavljanjem informacij na način, ki kar najbolj zmanjša potrebo po ohranitvi informacij v spominu, zmanjša zahteve za obdelavo informacij, usmeri pozornost na najbolj

prednostne naloge, spomni na ukrepe, ki morajo biti opravljeni, pomaga pri sprejemanju odločitev pod stresom in podpira višjo stopnjo in razumevanje položaja.

Funkcije, ki jih v modelu obravnavamo kot prednosti sistema, so omejevanje človeških napak, usmerjanje pozornosti na visoko ovrednotene parametre (prednostni seznam kriterijev in alternativ) in opozorila na manjkajoče podatke in omogočanje prilagajanja sprejemanja odločitev glede na bojno stanje. Hkrati tekoče vrednotenje podatkov odločevalcu omogoča, da ohrani kontakt in primerjavo z najnovejšimi vrednostmi ovrednotenih kritičnih parametrov.

Odločanje v skupini je pogosto sestavni del uspešnega napovedovanja in odločanja. Kljub pomanjkanju konsenza ima vsak član svojo vlogo in deluje soodvisno v smeri skupnega cilja.

Danes se od sistemov za podporo odločanju zahteva, da se zagotovi sinergija človeških prednosti v povezavi s prednostmi, ki jih ponujajo sistemi. Sprejeti moramo tudi misel, da se omejitve, povezane s sedanjo generacijo samodejnih pomoči, ne morejo ustrezno razvijati na podlagi izkušenj v daljšem časovnem obdobju. Mnenje o omejenosti avtomatskih sistemov odločanja zarisuje značilnosti človeškega znanja, ki presegajo zmožnosti avtomatiziranih sistemov. Ti vključujejo človeško sposobnost za ustvarjalnost, prilagodljivost, vključevanje izkušenj analognega sklepanja in intuicije. Cilj sistemov je, da vedno izkoristijo prednosti človeka, skupaj s prednostmi, ki jih zagotavlja sistem za podporo odločanju.

Glede na množico različnih metod večkriterijskega odločanja bi bilo v nadaljevanju in ob primernem interesu smiselno razviti tudi primerjalne metode na enaki osnovi. Kaže razmisliti o optimističnih in pesimističnih mehko logičnih metodah. Kadar iz procesa izbire in delovanja na cilj preidemo v hipno intuitivno odločanje, je treba razmisliti o odločanju na podlagi klasične mehke logike, kjer se zdijo intuitivni procesi primerni za vhodno izhodne vrednosti mehke logike.

Prav tako kaže razmisliti o novih funkcijah programa SLUMLDOG, kot je izvedba programa z več integriranimi metodami odločanja, in o širitvi spektra odločitev, katerega trendi so vse bolj prisotni na vojaškem področju.

Literatura

1. Anderson, J. R., 1990. *The Adaptive Character of Thought*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
2. Boender, C., Graan, D., Lootsma, F., 1989. *Multi criteria decision analysis with fuzzy Pair-wise comparisons*. *Fuzzy Sets and Systems*, 29, str. 133–143.
3. Buckley, J., 1985. *Fuzzy Hierarchical analysis*. *Fuzzy Sets and Systems*, 17, str. 233–247.
4. Chang, D-Y., 1992. *Extent Analysis and Synthetic Decision, Optimization Techniques and Applications*. Singapore: World Scientific, 1, str. 352.
5. Bryant, D. J., Webb, R. D. G., McCann, C., 2003. *Synthesizing Two Approaches to Decision Making In Command And Control*. *Canadian Military Journal*.

6. Caird-Daley, A., Don, H., 2007. *Training decision making using serious games*. Human Factors Integration Defence Technology Centre.
7. Chen, S., Hwan, C., 1992. *Fuzzy multiple attribute decision making methods and applications*. Berlin: Springer.
8. Chen, C. T., Lin, C. T., Huang, S. F., 2006. *A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management*. *International Journal of Production Economics*, 102 (2), str. 289–301.
9. Chen, C. T., 2000. *Extension of TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment*. *Fuzzy Sets and Systems*, 114 (1), str. 1–9.
10. Chowdhury, S., Champagne, P., 2006. *Multi Criteria Decision Making in Fuzzy Environment*. *The Annual General Conference of the Canadian Society for Civil Engineering*. Canada, GC-073, str. 1–10.
11. Cook, M., Noyes, J., Masakowski, Y., 2007. *Decision Making in Complex Environments*. Hampshire: Ashgate Publishing Limited.
12. Čančer, V., 2003a. *Analiza odločanja - Izbrana poglavja*. Maribor: Ekonomsko-poslovna fakulteta.
13. Dahl, A. B., 1996. *Command dysfunction: Minding the cognitive war*. *School of Advanced Airpower Studies*, Alabama: Air University.
14. Deng, F. L., 2011. *Closeness coefficient based nonlinear programming method for interval-valued intuitionistic fuzzy multiattribute decision making with incomplete preference information*. *Applied Soft Computing*, 11 (4), str. 3402–3418.
15. Deng, Y., Su X. Y., Wang, D., Li, Q., 2010. *Target Recognition Based on Fuzzy Dempster Data Fusion Method*. *Defence Science Journal*, 60(5), str. 525–530.
16. Deng, Y., Shen, C., 2006. *Evaluating the main battle tank using fuzzy number arithmetic*. *Defence Science Journal*, 56(2), str. 251–257.
17. Deng, Y., Chan, T. S., Wu, Y., Wang, D., 2011. *A new linguistic MCDM method based on multiple criterion data fusion*. *Expert Systems with Applications*, 38(6), str. 6985–6993.
18. Dimovski, V., 2000. *Temelji organiziranja in odločanja*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
19. FM 3-24, *Counterinsurgency*, 2006.
20. FM 3-60, *The Targeting Process*, 2010.
21. FM 5-19, *Composite Risk Management*, 2006.
22. FM 6-0, *Mission command: Command and control of army forces*, 2003.
23. Gigerenzer, G., 1997. *Bounded rationality: Models of fast and frugal inference*. *Swiss Journal of Economics and Statistics*, 133, str. 201–218.
24. Gigerenzer, G., Goldstein, D. G., 1996. *Reasoning the fast and frugal way: Models of bounded rationality*. *Psychological Review*, 103, str. 650–669.
25. Llinas, J., Hall, D. L., 1998. *An introduction to multi-sensor data fusion*. *Proceedings of the 1998 IEEE International Symposium on Circuits and Systems*, 6, str. 537–540.
26. Hammond, J. S., Keeney, R. L., Raijfa, H., 2000. *Pametne odločitve. Praktični vodnik za sprejemanje boljših odločitev*. Ljubljana: Gospodarski vestnik.
27. Hutchins, S. G., 1996. *Principles for Intelligent Decision Aiding*. *Naval Command, Control and Ocean Surveillance Center*.
28. Hwang, C.L., Yoon, K., 1981. *Multiple Attribute Decision Methods and Applications*. Berlin: Springer.
29. Jia, X., 2009. *Comprehensive Evaluation on Green Productions based on TOPSIS Methodology*. *International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*, str. 570–572.
30. JP 1-02, *Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms*, 2001.
31. JP 3-14, *Space operations*, 2009.
32. JP 3-0, *Joint Operations*, 2006.

33. JP 3-60, *Joint Doctrine for Targeting*, 2007.
34. Klein, G., Wolf, S., Militello, L., Zsombok, C., 1995. *Characteristics of Skilled Option Generation in Chess. Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 62, str. 63–69.
35. Klein, G., 1997. *Nonlinear aspects of problem solving. Information and System Engineering*, 2, str. 194–204.
36. Leedom D. K., Adelman L., Murphy J., 1997. *Critical Indicators in Naturalistic Decision Making. Fourth Conference on Naturalistic Decision Making. Warrenton: Klein associates.*
37. Klein, G., 1998. *Sources of Power: How People Make Decisions. Cambridge ; MIT Press*, str. 1–30.
38. Klir, G., Bo, Y., 1995. *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications. New York: Prentice Hall.*
39. Lipshitz, R., Klein, G., Orasanu, J., Salas, E., 2001. *Taking Stock of Naturalistic Decision Making. Journal of Behavioral Decision Making*, 14, str. 331–352.
40. Markman, A. B., Gentner, D., 2001. *Thinking. Annual Review of Psychology*, 52, str. 223–247.
41. Mikhailov, L., Tsvetinov, P., 2004. *Evaluation of services using a fuzzy Analytic hierarchy process. Applied Soft Computing*, 5, 23–33.
42. Moser, P. K., 1990. *Rationality in Action: Contemporary approaches. New York: Cambridge University Press*, str. 19–40.
43. Omladič, V., 2002. *Matematika in odločanje. Ljubljana: DMFA-založništvo.*
44. O'Neill, J., 1996. *The Role of Problem-Solving in C3I Systems. Warwickshire, UK*, str. 348–355.
45. Paris, C. R., Salas, E., Cannon-Bowers, J. A., 2000. *Teamwork in multi-person systems: a review and analysis. Ergonomics*, 43(8), 1052–1075.
46. Roe. R. M., Busemeyer, J. R., Townsend, J. T., 2001. *Multialternative Decision Field Theory: A dynamic connectionist model of decision making. Psychological Review* 108(2), str. 370–392.
47. Ross, K. G., Klein, G. A., Thunholm, P., Schmitt, J. F., Baxter, H. C., 2004. *The Recognition-Primed Decision Model. Military Review*, 74, 6–10.
48. Saaty, T. L., 1999. *Decision making for leaders. The analytic hierarchy process for decisions in a complex world. Pittsburgh: RWS Publications.*
49. Saaty, T. L., 1988. *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process. Pittsburgh: RWS Publications.*
50. Saghaftian, S., Hejazi, SR., 2005. *Multi-criteria Group Decision Making Using a Modified Fuzzy TOPSIS Procedure. Proceedings of the International Conference on Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation, and International Conference Intelligent Agents, Web Technologies and Internet Commerce*, str. 57–62.
51. Tobias, L., Fletcher, D., 2000. *Handbook on research in training. New York: Macmillan Press*, str. 24–35.
52. Sengupta, A., Pal, T. K., 2000. *On comparing interval numbers. European Journal of Operational Research*, 127 (1), str. 28–43.
53. Schmitt, J. F., Klein, G., 1998. *Fighting in the fog: Dealing with battlefield uncertainty. Human*
54. *Performance in Extreme Environments*, 3, str. 57–63.
55. Su, X. Y., Zhao, Z. H., Zhang, H. J., Li, Z. Q., Deng, Y., 2011. *An Integrative Assessment of Risk in Agriculture System. Journal of Computational Information Systems*, 7, str. 9–16.
56. Terano, T., Asai, K., Sugeno, M., 1992. *Fuzzy Systems Theory and Its Applications. London: Academic Press.*

57. Todd, P. M., Gigerenzer, G., 2000. *Precis of Simple heuristics that make us smart*. *Behavioral and Brain Sciences*, 23, str. 727–780.
58. Todd, P. M., Gigerenzer, G., 2001. *Putting naturalistic decision making into the Adaptive Toolbox*. *Journal of Behavioral Decision Making*, 14, str. 353–384.
59. Van Laarhoven, P., Pedrycz, W., 1983. *Fuzzy Extensions for Saaty's priority Theory*. *Fuzzy Sets and Systems*, 11, str. 229–241.
60. Fu Y.G., 2008. *The TOPSIS Method of Multiple Attribute Decision Making Problem with Triangularfuzzy-avlued Weight*. *International Workshop on Modelling, Simulation and Optimization*, str. 11–14.
61. Xu, Z., 2007. *Multiple-Attribute Group Decision Making with Different Formats of Preference Information on Attributes*. *IEEE Transactions on Systems, MAN and Cybernetics Society*, 37(6), str. 1500–1511.
62. Zadeh, L., 1975. *The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning*. *Information Sciences*, 8(3), 199–249.
63. Zadeh, L., 1996. *Fuzzy logic=computing with words*. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 4(2), 103–111.
64. Zsombok, C.E., Klein, G., 1997. *Naturalistic decision making*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, str. 49–59.