



VREDNOVANJE I IZBOR VARIJANTI LOGISTIČKIH PROJEKTA

EVALUATION AND SELECTION OF VARIANTS OF LOGISTICS PROJECTS

Zoran Čekerevac

Poslovni i pravni fakultet „Union – Nikola Tesla“ Univerzitet iz Beograda,
Beograd, Srbija

Jelena Maletić

Tehnička škola GSP, Beograd, Srbija

©MESTE

JEL Category: **C52, C63, R41**

Apstrakt

Danas se svaki subjekt planiranja neminovno konfrontira sa određenim problemima odlučivanja prvenstveno zbog toga što se danas nudi veliki broj alternativa u svakoj oblasti, a potom i zbog potrebe izbora takvih rešenja koja obezbeđuju na tržištu neophodnu efektivnost kao osnovni uslov opstanka i daljeg razvoja. U pristupu problemu planiranja veoma je važno stavljanje akcenta na strukturiranje celine kako se ne bi izgubio pregled stanja kao polazne osnove za donošenje optimalne odluke ali i olakšanje u pristupu rešavanja čitavog procesa planiranja. Konvencionalni pristup planiranju kod izbora varijanti dugo se temeljio isključivo na poređenju troškova. Kod kompleksnih problema ovaj pristup nije dovoljan, jer se svi aspekti ne mogu monetarno izraziti pa se tim ugrožava objektivnost zbog zanemarivanja značajnog uticaja kvalitativnih aspekata problema. Osnovni problem pri odlučivanju je neophodnost, uprkos višedimenzionalnosti u realnim uslovima, svođenja celine na određenu strukturu. Ovaj korak prvo obuhvata izbor objekata tj. potencijalnih varijantnih rešenja. Pod pretpostavkom da se pristupa izboru jedne od više varijanti u idealnom slučaju postupak se diferencira na sledeće korake: određivanje kriterijuma za posmatrane varijante; opis i prikazivanje varijanti (utvrđivanje stepena zadovoljenja pojedinih kriterijuma); poređenje posmatranih varijanti i njihovo vrednovanje; i izbor jedne varijante. U radu su naglašene neke metode vrednovanja, koje se u Srbiji i okruženju ne koriste, ili se retko koriste, a bitne su jer daju dobre rezultate i pouzdane su kod izbora varijanti logističkih projekata.

Ključne reči: logistika, metode, kriterijumi, vrednovanje, izbor

Abstract

Nowadays, every planning entity inevitably confronts certain problems of decision-making, firstly, because there is offered a wide range of

Adresa autora zaduženog za korespondenciju:

Zoran Čekerevac

[✉ zoran@cekerevac.eu](mailto:zoran@cekerevac.eu)



alternatives in every field, and secondly, as the need for choosing such solutions that provide the necessary effectiveness as a basic condition of survival and further development on the market. In approaching the planning problem, it is very important to put emphasis on structuring the whole so as not to lose the overview of the situation as the starting point for making an optimal decision, and, also, facilitating the approach to solving the entire planning process. The conventional approach to planning for variant selection has long been based exclusively on cost comparison. In complex problems, this approach is not sufficient because all aspects cannot be expressed in monetary terms, thereby objectivity is jeopardized due to the significant impact of qualitative aspects of the problem. The basic problem of decision-making is, despite the multidimensionality in realistic conditions, the reduction of the whole into a certain structure. This step first includes the choice of objects i.e. potential variant solutions. If there is choosing one of several variants, ideally, the process is differentiated into the following steps: determining the criteria for the observed variants; description and presentation of variants (determining the degree of satisfaction of certain criteria); comparison of observed variants and their evaluation; and choice of one of the variants. The paper emphasizes some valuation methods that are not used, or they are used rarely, in Serbia and surrounding countries, although they are important because they give good results and are reliable in choosing the variant of logistic projects.

Keywords: logistics, methods, criteria, valuation, choice

1. PREGLED METODA ZA OCENU STANJA SISTEMA

Prema (Davidović B., 2016), u poslednjih nekoliko godina, ponuđeno je više od 100 (prema nekim izvorima čak i više od 300) različitih alata i tehnika za ocenu stanja i modeliranje logističkih sistema, kao što su: 3M, 5A, 5S, 7A, *Advanced Planning Systems*, *DFMA*, *DFSS*, *Durchlaufzeitenanalyse*, *KVP*, *Logistikaudit Beschreibung Milk Run*, *Mind Map*, *Mind Set*, *Multimomentaufnahme*, *Netzplantechnik*, *Nutzwertanalyse*, *Muda*, *Nuri*, *Mura*, i dr. Neki od takvih metoda se koriste i u Srbiji i okruženju, a to su, pre svih: *ABC/XYZ* analize, *Brainstorming*, *Brainwriting*, *CRM*, *Cross Docking*, *Design for Six Sigma*, *ECR*, *FMEA*, *Heijunka*, *HoQ*, *House of Quality*, *Ishikawa-Diagramm*, *Jidoka*, *JIS*, *JIT*, *Kaizen*, *Kanban* i dr. Neke metode stavljaju poseban akcent na određene negativne elemente sistema. Npr, 3M, ideje metoda Mura, Muri i Muda prilično su jednostavne: kad se razvija i upravlja sistemom posebna pažnja se ukazuje na izbegavanje nepotrebnih varijacija i neujednačenosti unutar toka (Mura), na sprečavanje preopterećenja bilo kog radnog sredstva ili osobe koja radi u sistemu (Muri), i na identifikaciji nepotrebnih aktivnosti koji stvaraju gubitke ili „neupotrebljene veštine“ (Muda).

Mnogi problemi, koji egzistiraju u procesima logistike mogu da se opišu kao problemi više-kriterijumske optimizacije. Najčešće korišćene metode u praksi i srpskoj literaturi jesu su: max-

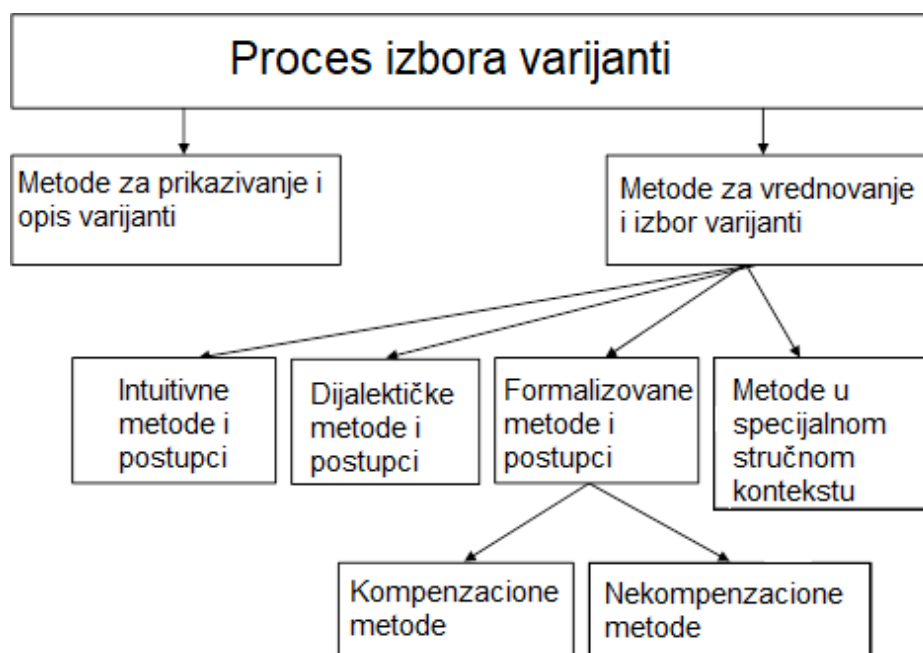
max, max-min, Hurwiczova (kombinacija max-max i max-min metoda), SAW (*Simple Additive Weighting Method*), TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*), AHP (*Analityc Hierarchy Process ili Analytical Hierarchy Process*), PROMETHEE (*Preference Ranging Organization METHod of Enrichment Evaluation*), ELECTRE (*ELimination Et Choice Translating REality*), disjunktivna, konjuktivna, kao i neke koje se u Srbiji još ne koriste, ili vrlo retko koriste: ARAS, CORPAS, ORESTE, AVMIX, REGIME, NAIDE, MAUT, WSM, itd. Nisu sve metode podjednako teorijski i praktično značajne u logistici.

Proces izbora varijanti u osnovi se sastoji iz dve grupe metoda: metode za prikazivanje i opis varijanti i metode za vrednovanje i izbor varijanti, slika 1. Prva grupa metoda, obuhvata poznate statističke metode, ček liste, razne oblike vrednosnih dijagrama i dr. Ček lista predstavlja najjednostavniji način prezentacije relevantnih aspekata posmatranja nekog sistema ili procesa. Preko ček liste se formiraju katalogi relevantnih aspekata za pripremu i proveru pojedinih varijanti. Ček liste se individualno prilagođavaju za dobijanje odgovora na određena pitanja. Ove liste se obično koriste za orijentaciju ili kao podloga u određenim projektima na različite načine. Nasuprot metodama koje zahtevaju višefazni tj. kompleksan postupak, dolaženje do rešenja primenom ček liste je prilično lagan zbog svoje jednostavnosti. Ovom tehnikom se mogu postići

tačnost iskaza, dobra prezentacija, potpunost podataka kao i brz pregled podataka.

Vrednosni dijagrami služe vizuelnom prikazivanju rezultata dobijenih preko ček lista ili drugih oblika prikupljenih podataka. U zavisnosti od zadatka moguće je formiranje različitih vrednosnih dijagrama. Najčešće se koriste kružni i polarni dijagrami, bar karte i drugi oblici histograma. Ukoliko u analizi varijanti figuriše relativno mali broj kriterijuma najčešće se koriste polarni

dijagrami, koji se formiraju tako što se iz centra (pola) koordinatnog sistema povlači onoliko krakova koliko ima kriterijuma K_1, K_2, \dots, K_N . Značaj, tj. težinski faktor, određenog kriterijuma se uzima u obzir preko rastojanja od pola putem zvezdastog prikaza. Mera pogodnosti određene varijante je određena težinskim faktorima pojedinih kriterijuma i stepenom ujednačenosti poliedra koji nastaju spajanjem karakterističnih tačaka.



Slika 1. Šematski prikaz strukture različitih metoda za vrednovanje varijanti
Izvor: Muller-Herbers S.(2007)

Kod metoda za vrednovanje varijanti, uočljive su dve dimenzije. Prva dimenzija obuhvata sistematičnu pripremu podataka i informacija za odlučivanje (varijante, kriterijumi i vrednovanje kriterijuma). Druga dimenzija se odnosi na metode koje se bave utvrđivanjem značaja kriterijuma i njihovoj sistematičnoj pripremi za odlučivanje. Dolazak do kriterijuma koji su pogodni za vrednovanje varijanti nije jednostavan. Oni se utvrđuju spontano ili preko određenih postupaka. Za utvrđivanje kriterijuma obično se koriste različite metode (brainstorming, ekspertne metode, analiza vrednosnog stabla i dr.). Obe ove dimenzije ne doprinose redukovanju složenosti, odnosno multidisciplinarnosti, problema kod izbora varijanti, ali su značajna potpora, tj. dopuna pri izboru varijanti. One kao takve neće biti predmet daljeg razmatranja.

Metode za izbor varijanti, po pravilu, prvenstveno sadrže određene elemente za njihovo opisivanje. Ti elementi mogu da budu namenjeni samo za strogo određene metode, a mogu da imaju i opštiji karakter. Metode su osmišljene tako, da obezbeđuju pomoć u proceni pojedinih varijanti po pitanju potencijala pri rešavanju specifičnih problema odlučivanja. Ova potpora je neophodna, jer u situaciji kada postoji više varijanti i kriterijuma ne može se lako sagledati kojoj varijanti treba dati prednost. Polazeći od stvarnog uticaja tj. značaja pojedinih kriterijuma ove metode formalizovanim koracima obezbeđuju sagledavanje stepena zadovoljenja pojedinih kriterijuma kao i mogućnost poređenja posmatranih varijanti, one ne samo što daju pripremu podataka i informacija odlučujućih za izbor već i za celovito sprovođenje postupka odlučivanja.

2. METODE ZA VREDNOVANJE I IZBOR VARIJANTI

Kod metoda za vrednovanje i izbor varijanti postoje četiri osnovne vrste metoda: *intuitivne*, *dijalektičke*, *formalizovane* i metode *specijalnog stručnog koncepta* (Muller-Herbers S.,2007). Ova podela se ne može konsekvantno i u potpunosti prihvatiti, jer se kod određenih metoda primenjuju i elementi metoda iz neke druge grupe. Najodređenija polarizacija je između intuitivnih i formalizovanih metoda. Kod intuitivnih metoda vrednovanje je zasnovano na opštem stepenu poznavanja problema, odnosno postupak vrednovanja nije zasnovan na jasno utvrđenim kriterijumima već je odluka o izboru varijante manje više spontana. *Brainstorming*, *Metoda 635*, *Delphi-Metoda* i *Synthetic*, predstavljaju karakterističnu grupu čisto intuitivnih pristupa. Kod *Brainstorming* metode pri rešavanju problema formira se tim od najviše 15 eksperata iz različitih oblasti ali istog hijerarhijskog nivoa koji u procesu rasprave iznose različite predloge rešenja u trajanju ne više od jednog časa (60 min). Metoda 635 predviđa formiranje tima od šest osoba sa ciljem da koncipiraju tri predloga rešenja koja dalje prosleđuju drugom timu od pet osoba koji imaju zadatak da dopune tj. unaprede pomenute predloge. Delphi metoda se sprovodi kroz tri procesa vrednovanja i kontinuiranog unapređenja rešenja u toku svakog procesa. Kod *Synthetic* metode, primenjuje se analogija iz oblasti polutehničkih i netehničkih oblasti kako bi se došlo do principa za rešenje problema. Vrlo poznat primer primene ove metode je unapređenje konstrukcije podmornica, tj. smanjenja otpora kretanja koje su izvršili američki stručnjaci jer su iskoristili anatomske karakteristike delfina koji ispod kože ima sunderasti sloj koji eliminiše otpore turbulencije pri kretanju.

Nasuprot intuitivnom postupku kod *formalizovanih metoda* i postupaka primenjuju se jasno utvrđeni koraci koji se sprovedu prema određenom algoritmu. Pri planiranju se koristi mnoštvo formalizovanih metoda kao i niz različitih metodskih parcijalnih koraka u kojima se pored egzaktnih pokazatelja koriste i intuitivne komponente. Kod formalizovanih metoda uočljivo je i dodatno diferenciranje na dve grupe metoda i to kompenzacione i nekompenzacione. Kompenzacione metode počivaju na pretpostavci

da se pojedini relevantni kriterijumi za odlučivanje mogu izjednačavati. Zbog toga se kod kompenzacionih metoda često govori o supstituciji kriterijuma. Najpoznatiji primer u primeni ove operacije se sreće kod metode "Analize korisnost" u kojoj se stepen zadovoljenja određenog kriterijuma može transformisati, tj. manja vrednost određenog kriterijuma se može kompenzovati višom vrednošću drugog kriterijuma. Ova transformacija na prvi pogled može da izgleda kao dragocena prednost, ali ovo uproščavanje sadrži u sebi i određene opasnosti. Pri sprovođenju ovog postupka može se desiti, da dve i više varijanti imaju približno isti stepen zadovoljenja kriterijuma, ali kako u ovakvom postupku razlike ne mogu da budu jasno izdiferencirane rezultat može da bude pod znakom pitanja. Bitno je istaći, da kompenzacione operacije treba primenjivati onda kada postoji uporedivost između različitih kriterijuma vrednovanja i kada je to svrsishodno. Kod nekompenzacionih metoda izjednačavanje odnosno preračunavanje kod različitih kriterijuma u osnovi se ne praktikuje. U ovoj grupi metoda vrednovanje se ne sprovodi na bazi opšteg nivoa poznavanja problema već preko računskih vrednosti objedinjavanjem parcijalnih vrednosti koje pokazuju stepen zadovoljenja određenog kriterijuma od strane pojedinih varijanti.

Posebnu vrstu čine *dijalektičke metode*. Formiranje podloge za odlučivanje kod ove vrste metoda ne počiva na intuitivnom ili formalizovanom postupku već nastaje utvrđivanjem posebnih obeležja koja se određuju preko obrade usmenih argumenata o pojedinim varijantama, njihovim dobrim i lošim karakteristikama. Prednosti i nedostaci za pojedine varijante su predstavljeni u vidu teza i antiteza. Tu su i *metode specijalnog stručnog konteksta* koje spadaju u posebnu grupu metoda. One se razvijaju specijalno za konkretne tipove zadataka, kao što su: Metod formiranja eksternih timova QA (*Quality Assessment*), BQA (*Benefit-Consequence Analysis*), Ekološka analiza rizika i dr.

2.1. Intuitivne metode

U intuitivne metode se svrstavaju metode kod kojih se značaj određene varijante u procesu planiranja utvrđuje na osnovu ukupnog stepena

poznavanja problema. Ovakav pristup počiva na ubeđenju da je moguće jedan ili više kriterijuma integrisati u jedan opšti zaključak za potrebe orijentacije u postupku rešavanja, tj. utvrđivanje preferentnog rasporeda u ocenjivanju varijanti. Procena kod ove metode je manje više spontana u pogledu procene bitnih aspekata za odlučivanje. Razvijeno je nekoliko postupaka koji će ukratko biti opisani.

Kod *postupka razvrstavanje na klase*, potencijalne varijante se u prvom koraku razvrstavaju u različite klase. Nakon ove operacije pozicija pojedinih varijanti se određuje intuitivno. Prikaz elemenata za razvrstavanje varijanti po klasama, je dat u određenom redosledu:

- u potpunosti odgovara zahtevima,
- uslovno odgovara zahtevima,
- u maloj meri odgovara zahtevima,
- ne odgovara zahtevima.

Kao i kod drugih metoda dodeljivanje poena-težina, vrednovanje počiva na raspodeli poena čiji se broj prethodno utvrdi kao budžet (npr. 100). Nakon raspodele poena po varijantama, varijante bez poena se eliminišu iz daljeg postupka analize. U cilju razvrstavanja atraktivnih varijanti u odnosu na druge, varijante se razvrstavaju prema rang u takođe intuitivno.

Kod *postupka poređenja parova*, varijante se najpre po parovima međusobno porede kako bi se iz skupa varijanti odredila najpovoljnija varijanta. Postupak započinje tako što se dve varijante porede, npr. A i B, a nakon izbora povoljnije od ove dve, nastavlja sa poređenjem sa drugim varijantama. Ova operacija se sprovodi kroz poređenje parova sve do poslednje varijante kada se dobija i najpovoljnije rešenje. Nepovoljnije varijante nakon opisanog ciklusa se isključuju iz daljeg postupka. Ova procedura se označava kao "*King-of-the-Mountain*" postupak. Uprkos mnogim slabostima, ova metoda u praksi nalazi široku primenu u smislu da novo selektovane alternative dovode do odvajanja tj. prevazilaženja status kvo-a. Atraktivnost ovog postupka leži njegovoj jednostavnosti kao i brzini dolaženja do potrebnog odgovora pri selekciji. Bitna pretpostavka u primeni ovog postupka leži u činjenici, da se poređenje može sprovesti samo sa jedinstvenim kriterijumom, npr. troškovima. Vrednovanje se ne može realizovati sa mešovitim kriterijumima, tj.

kod prisustva većeg broja različitih kriterijuma. Treba napomenuti da ovakav proces odlučivanja ne obezbeđuje potpuno transparentnu sliku, jer izlazni rezultat ukazuje samo na najpogodnije rešenje, tj. varijantu. U slučaju da se želi odgovor koja je druga varijanta po stepenu povoljnosti postupak se mora ponoviti.

Postupak matrice poređenja parova, omogućuje sistematično međusobno poređenje varijanti i to jednovremeno, a ne sukcesivno, jedna za drugom, tabela 1.

Tabela 1. Matrica poređenja parova (Weinreich, 1978)

Varijante	A	B	C	D	E	F	G
A	X						
B	A	X					
C	A	C	X				
D	A	B	C	X			
E	A	B	C	D	X		
F	F	B	F	F	F	X	
G	A	B	G	G	G	G	X
Učestanost davanja prvenstva	5	4	3	1	0	4	4
Rang	1	2	3	4	5	2	2

Poređenje se može realizovati na dva načina i to: svaka varijanta iz čeonog reda se poredi sa svim varijantama iz čeonog kolone ili svaka varijanta iz čeonog kolone sa svim varijantama iz čeonog reda.

Nakon poređenja varijante rezultati se unose u polja matrice. Postupak poređenja se ne mora dva puta sprovesti, kod poređenja po kolonama koristi se donji deo matrice, a kod poređenja po redovima koristi se gornja polovina matrice. Nezavisno od načina poređenja, rezultati se preslikavaju prema dijagonalnoj srednjoj osi matrice. U donjim redovima matrice rangirane su varijante prema učestanosti davanja prednosti određenoj varijanti za svaku varijantu od (A-G), tabela 1. Na prvom mestu se nalazi varijanta sa najvećom učestanošću davanja prednosti. U prikazanom primeru to je varijanta A, takođe se uočava da je veći broj varijanti u istom rang u tj. drugom rang u

(varijante B, F i G). Pri daljem diferenciranju varijanti, koje je neophodno u slučaju kada postoji više varijanti sa visokim rangom i kada je svaki rang zastupljen samo jedanput, poređenje se mora nastaviti kako bi se izdvojila najbolja varijanta od ostalih. Nivo angažovanja subjekta planiranja kod ovog na prvi pogled prostog postupka nije zanemarljiv, jer se mora uporediti najmanje $n(n-1)/2$ parova varijanti. Ova metoda predstavlja graničan slučaj diferenciranja primenom intuitivnog i formalizovanog postupka, jer, kao što se može uočiti, izbor varijante počiva na veoma sistematizovanom procesu.

2.2. Dijalektičke metode

Kao što je u opisu pregleda metoda naglašeno, kod ove metode svaka predložena varijanta u projektu se odmerava argumentovano kroz utvrđivanje prednosti i nedostataka (teza i antiteza). Bitnu pretpostavku za adekvatno diferenciranje mišljenja o predloženim varijantama u projektu, ovom metodom pored plana argumenata i strategije, prednost predstavlja stvaranje timske povoljne radne atmosfere jer jedino u tom slučaju se može ostvariti visok nivo transparentnosti u procesu vrednovanja.

Jedna od dijalektičkih je *Pro et Contra – metoda*. Iskustva sa učesnicima na raznim skupovima koji se bave ocenom projekata su pokazale da grupne diskusije imaju tendenciju favorizovanja određenih predloga projekata bez argumenata i bez uzimanja u obzir određenih nedostataka. Kako bi se uzele u obzir sve činjenice u postupku razmatranja pribegava se formiranju dve grupe predloga, tako da se u jednu grupu svrstaju svi predlozi koji imaju afirmativan karakter, a u drugu se svrstavaju predlozi koji sadrže negativne argumente (Kühnapfer J., 2014). Ovakav postupak diferenciranja argumenata je poznat kao Pro-Contra metoda. Primena ove metode se odvija u nekoliko koraka preko primene Pro-Contra kataloga. U prvoj fazi moderator prezentuje listu (tabelu) sa dve kolone. U prvoj koloni su prezentovani Pro (prednosti), a u drugoj Contra (nedostaci) argumenti projekta. Nakon prezentacije ove liste učesnici rasprave stimulirani od stvarne moderatora u diskusiji iznose pozitivne i negativne argumente sa

proizvoljnim redosledom pri razmatranju projekta. Na kraju ovog dela rasprave moderator formira katalog argumenata. U drugoj fazi se po grupama vrednuju argumenti i raspoređuju u nov katalog prema njihovom rangom. Na ovaj način se dolazi do Pro - Contra bilansa za predloženi projekat. Ukoliko se ovaj proces sprovodi za više predloženih projekata utvrđeni rangovi za prednosti i nedostatke se u daljem postupku porede za različite predloge projekata. Na ovaj način, preko utvrđene strukture bilansa, može se intuitivno doći do odgovora na pitanje koji je projekat u prednosti, čime se rešava dilema.

2.3. Formalizovane metode

Formalizovane metode, u osnovi sadrže dve grupe metoda: kompenzacione i nekompenzacione. U kompenzacione metode, spadaju težinsko vrednovanje parova i metod analize korisnosti čija će suština ovde biti objašnjena.

Težinsko vrednovanje parova odnosno varijanti, koristi princip međusobnog poređenja parova preko matrice poređenja na sistematičan način i sprovodi se kroz tri faze. U prvoj fazi, za prethodno definisane kriterijume shodno odabranim alternativama (varijantama) utvrđuju se težinski faktori za svaki kriterijum. U drugoj fazi se međusobno porede odabrane varijante pa se na osnovu utvrđene prednosti međusobnim poređenjem varijanti takođe utvrđuju njihovi težinski faktori tj. težinski faktori alternativa. Na bazi kriterijuma koji nose svoj težinski faktor u trećoj fazi se porede alternative odnosno varijante na osnovu čega se na kraju određuje rang svake od posmatranih alternativa. Težinski faktor kriterijuma se određuje tako, što se za prethodno utvrđene kriterijume u matrici međusobnim poređenjem kriterijuma dodeljuju vrednosti "1", što označava davanje prednosti posmatranom kriterijumu, ili "0", što označava nedavanje prednosti. U pretposlednjoj koloni matrice sa desne strane sumirane su dodeljene brojevi prednosti poređenja kriterijuma, na osnovu ovih vrednosti i ukupnog broja poređenih parova određen je relativan značaj odnosno težinski faktor svakog kriterijuma (poslednja kolona), čime je završena prva faza, tabela 2.

Tabela 2. Težinski faktori za poređenje kriterijuma (Kannheiser, W.,1990)

Kriterijumi	Uspešnost kriterijuma								Broj davanja prednosti	Težinski faktor
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Eficientno ponašanje	-	1	1	1	1	1	1	1	7	0,25
Troškovi	0	-	0	1	1	0	1	1	4	0,14
Pouzdanost	0	1	-	1	0	0	1	1	4	0,14
Lakoća održavanja	0	0	0	-	0	0	1	1	2	0,07
Kapacitet	0	0	1	1	-	0	1	1	4	0,14
Sigurnost	0	1	1	1	1	-	1	1	6	0,14
Angažovanje radne snage	0	0	0	0	0	0	-	1	1	0,11
Potrošnja energije	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01
Ukupan broj poređenja									28	100,00

Za drugu fazu vrednovanja, prikazana je matrica u kojoj se međusobno porede tri odabrane varijante (A, B i C) prema definisanim kriterijumima pri čemu se za svaku varijantu određuje njen težinski faktor dodeljivanjem prednosti za svaku posmatranu varijantu. Dati primer pokazuje, da je za kriterijum eficientnost ponašanja specifičan

varijantni težinski faktor za varijantu A (0,67) jer je varijanti A u poređenju sa varijantama B i C, data dva puta prednost u odnosu na ukupan broj varijanti što je 2/3, dakle 0,67. Težinski faktor za varijantu B je (0) a za varijantu C težinski faktor je 0,33, tabela 3.

Tabela 3. Vrednovanje alternativa shodno kriterijumima (Kannheiser, W.,1990)

Kritrijumi		Alternative			Davanje prednosti	Težinski faktor
		B	C	A		
Eficientnost ponašanja	A	1	1	-	2	0,67
	B	-	0	0	0	0,00
	C	1	-	0	1	0,33
Troškovi	A	1	0	-	1	0,33
	B	-	1	0	1	0,33
	C	0	-	1	1	0,33
Pouzdanost	A	1	0	-	1	0,33
	B	-	1	0	1	0,33
	C	0	-	1	1	0,33
Lakoća održavanja	A	1	1	-	2	0,67
	B	-	1	0	1	0,33
	C	0	-	0	0	0,00
Kapacitet	A	1	1	-	2	0,67
	B	-	1	0	1	0,33
	C	0	-	0	0	0,00

Kriterijumi		Alternative			Davanje prednosti	Težinski faktor
		B	C	A		
Angažovanje radne snage	A	1	0	0	1	0,33
	B	-	1	0	1	0,33
	C	0	-	1	1	0,33
Potrošnja energije	A	1	1	-	2	0,67
	B	-	0	0	0	0,00
	C	1	-	1	1	0,33

U trećoj fazi postupka vrednovanja varijanti, formira se jedna matrica u kojoj su u kolonama prikazane varijante, a u redovima kriterijumi sa ciljem da se utvrdi koja varijanta najbolje ispunjava odabrane kriterijume, tabela 4. Multipliciranjem specifičnog varijantnog težinskog faktora i težinskog faktora kriterijuma, i kasnijim sumiranjem rezultata dolazi se do odgovora koja je varijanta u prednosti, tj. koja je varijanta najpovoljnija. U datom primeru kriterijum,

eficijentnost ponašanja ima specifičan kriterijumski težinski faktor čija je vrednost 0,25 (iz tab.2), a alternativa A specifičan varijantni težinski faktor 0,67 (iz tab.3), multipliciranjem ove dve vrednosti $0,25 \cdot 0,67$ dobija se ukupan težinski faktor tj. stepen ispunjenja kriterijuma od strane varijante A, tabela 4. Varijanta sa najvećom sumarnom vrednošću najbolje zadovoljava zadate uslove, tj. kriterijume, a to je u datom primeru varijanta A.

Tabela 4. Utvrđivanje optimalne varijante (Kannheiser, W., 1990)

Kriterijumi	Varijanta A	Varijanta B	Varijanta C
Eficientnost ponašanja	0,17	0,00	0,08
Troškovi	0,05	0,05	0,05
Pouzdanost	0,05	0,05	0,05
Lakoća održavanja	0,05	0,02	0,00
Kapacitet	0,09	0,05	0,00
Sigurnost	0,00	0,14	0,07
Angažovanje radne snage	0,01	0,01	0,01
Potrošnja energije	0,00	0,00	0,00
Ukupno	0,42	0,32	0,26

Prikazani metod izbora optimalne varijante na izvestan način predstavlja karakterističan metodološki postupak u kojem su rezultati vrednovanja varijanti transformisani sa nekvantitativnim diferenciranjem kriterijuma u kvantitativan iskaz rezultata poređenja.

Kao alternativni pristup koristi se metoda analize korisnosti (MAK), kao numerička pretpostavka ukusa preference različitih ljudi, a formira se u situacijama suočavanja donosioca odluke prema riziku i neizvesnosti. Kod ove metode metodika

počiva na optimalnom raspoređivanju alternativa na osnovu "koncepta korisnosti" koji je u oblasti planiranja poznat kao *metoda analize korisnosti (benefit, utility, worth-analysis)*. Ova metoda se bitno razlikuje od metode *vrednosne analize (value-analysis)* koja se primarno bavi sistematskim snižavanjem troškova pri razvoju novih proizvoda ili usluga korišćenjem posebne klase metoda za pospešivanje kreativnosti. Metoda analize korisnosti je bazirana na subjektivnoj proceni vrednosti niza odabranih alternativa čije cilj formiranje njihove preferentne

liste od strane subjekta odlučivanja na osnovu uređenog multidimenzionog sistema ciljeva (ciljnih kriterijuma). Određivanje ciljeva je kreativan proces i rezultat tog procesa je formiranje tzv. kataloga ciljeva. Pri formiranju sistema ciljeva neophodno je njihovo hijerarhijsko uređenje od vrha nadole (*top-down*). Cilj na najvišem nivou se definiše kao globalni (glavni) a na nižim nivoima hijerarhije sledi se princip razlaganja kompleksnih ciljeva na parcijalne, tj. pojedinačne. U ovom procesu kao relevantno pitanje se postavlja koji je broj ciljeva celishodan. Iskustvo ukazuje da je skup od 10 do 20 ciljeva dovoljan za fragmentaciju i rasvetljavanje problema sa različitih aspekata.

Rangiranje u cilju dobijanja preferentne liste alternativa se sprovodi utvrđivanjem ukupne vrednosti sabiranjem parcijalnih koristi za svaku posmatranu alternativu. Utvrđena korist je rezultat jedinstvenog vrednovanja značaja pojedinih ciljeva kao i stepena zadovoljenja tih ciljeva od strane svake posmatrane alternative. Dobijena skala vrednosti alternativa predstavlja ličnu interpretaciju subjekta odlučivanja u postupku vrednovanja. Ovako utvrđena korist shodno osnovnoj definiciji „analize korisnosti“, predstavlja brojčano izražen bezdimenzionalni indeks pozicioniranja određene alternative u procesu vrednovanja. Rešenje na bazi koncepta vrednosti ne treba bezuslovno shvatiti kao optimalno rešenje u matematičko funkcionalnom smislu. Optimalnost u ovom postupku je utvrđena primenom subjektivnog vrednosnog sistema utemeljenog na bazi iskustva i nivoa poznavanja određenih oblasti od strane aktera odlučivanja. Zbog jednostavne primene ova metoda je u sistemskoj tehnici našla široku primenu kao veoma operativan postupak za vrednovanje alternativa u procesu planiranja. Ova metoda je primarno namenjena vrednovanju većeg broja alternativa koje treba analizirati sa aspekta multidimenzionalnog sistema ciljeva.

Polazeći od logike odlučivanja bazirane na direktnom vrednovanju alternativa, metoda analize korisnosti se realizuje preko sledećih koraka (Zangemeister, C., 2014):

1. Definisane ciljeva (ciljnih kriterijuma); u ovoj fazi primaran zadatak je pronalaženje svih ciljeva koji u suštini predstavljaju relevantne kriterijume za odlučivanje pri rešavanju postavljenog problema. Definisane ciljeva je više umeće nego

nauka. Kod njihovog definisanje je najvažnije dobijanje upotrebljivog rezultata. Pri određivanju ciljeva treba zadovoljiti zahteve koji podrazumevaju njihovu zaokruženost tj. potpunost, mogućnost vrednovanja, relevantnost, stabilnost i minimiziranje broja ciljeva.

- **potpunost**, pri definisanju ciljeva ni jedan relevantan aspekt ne sme da bude ispušten odnosno problem treba da bude u potpunosti obuhvaćen skupom ciljeva,
- **mogućnost vrednovanja**, svaki kriterijum pri sprovođenju postupka izbora najpovoljnijeg rešenja mora da bude vrednovan. Vrednovanje, po pravilu, podrazumeva egzistenciju materijalne i stručne podloge,
- **relevantnost**, za vrednovanje posmatranih alternativa svaki od odabranih ciljeva treba da ima određeni signifikantan značaj. Objektivno utvrđivanje relevantnih kriterijuma nije lako jer kod većine problema ne postoji etalon za precizno određivanje relevancije,
- **stabilnost**, značaj cilja iz odabranog skupa sa protokom vremena se po pravilu menja čime se zbog nestabilnosti ugrožava objektivnost izbora posmatranih alternativa

2. Određivanje značaja odnosno težinskog faktora za odabrane kriterijume; nakon utvrđivanja relevantnih ciljeva odnosno kriterijuma neophodno je utvrditi značaj tj. težinski faktor za svaki odabrani kriterijum preko koga bi se rangirale posmatrane alternative. Težinskim faktorom se definiše relativan značaj pojedinačnih kriterijuma shodno tome odmeravanje ovog značaja podrazumeva da je suma svih faktora u analizi 100%. Za utvrđivanje relativnog značaja kao normirane veličine se koriste vrednosti 1,100 i/ili 1000.

3. Utvrđivanje stepena zadovoljenja postavljenih kriterijuma od strane odabranih alternativa; za skaliranje stepena zadovoljenja kriterijuma mogu se koristiti različiti skale i to: nominalna, ordinarna, intervalna i tzv. racionalna skala ili skala odnosa.

Nominalno skaliranje je veoma grubo i kao takvo ima najniži merni nivo sa aspekta mogućnosti definisanja iskaza. Pomenutim iskazom se konstatuje dali je nešto istodobno ili različito i može da bude označen imenom, klasom ili tipom objekta pri čemu je odgovor izražen preko dve klase da ili ne (0 ili 1). Kod ovog postupka nisu

moguće bilo kakve računске operacije s obzirom da se ovim postupkom izražavaju samo relacije ekvivalencije. Ovaj postupak ne zahteva posebnu tehniku. Prednost nominalnog skaliranja je što ne zahteva veliko angažovanje i što obezbeđuje brzo klasiranje alternativa.

Ordinarnim skaliranjem objekat, tj. alternativa, se raspoređuje prema određenom rangu. Iskaz u rangiranju može da bude: jednak, različit ($=$; \neq). Objekat takođe može da bude raspoređen po sistemu veći - manji ($>$; $<$). Ordinarna skala ne obezbeđuje informacije o distanci pojedinih rangiranih mesta. Nivoi rangiranja u ordinarnoj skali se ne mogu posmatrati kao brojevi pa se ne mogu primeniti ni matematičke operacije u obradi problema. Brojčana vrednost u ovoj vrsti skaliranja predstavlja oblik kvantifikacije koji više predstavlja "verbalni" pokazatelj.

Intervalno skaliranje. Ovaj tip skaliranja spada u kategoriju tzv. metričkih skala za razliku od prethodno opisanih. Kod metričke skale rezultat merenja je izražen brojčanom vrednosti na osnovu koji se na mernoj skali iskazuje preferentni odnos između posmatranih alternativa. Kod intervalne skale rastojanje između pojedinih nivoa ima istu vrednost. Za utvrđivanje polazne (nulte) tačke nema striktnih pravila. Polazna tačka se određuje u zavisnosti od načina izražavanja kriterijuma tj. ciljnih vrednosti. Obično se odabira relativna nula koja pri odmeravanju kriterijuma ne predstavlja stvarnu "nulu". Razlika između mernih vrednosti na intervalnoj skali se utvrđuje empirijski tako da diferencija bude svrsishodna. Merne vrednosti se mogu obrađivati preko matematičkih operacija.

Racionalno skaliranje se zasniva na jednoznačno izabranim mernim jedinicama. Početna (nulta) tačka predstavlja "apsolutnu nulu" odnosno svrsishodno odabranu polaznu tačku. Sa jednoznačno utvrđenim mernim vrednostima mogu je izvoditi sve matematičke operacije. Kako je intervalno i racionalno skaliranje bazirano na metričkom principu ova dva načina skaliranja se još definišu i kao kardinalno skaliranje.

Sinteza prethodno opisanih koraka predstavlja završnu fazu primene metode analize korisnosti, odnosno izbor najpovoljnije alternative sa aspekta rešenja postavljenog zadatka. Sinteza se praktično svodi na sumiranje svih parcijalnih

korisnosti za sve posmatrane alternative u odnosu na odabrane ciljeve tj. ciljne kriterijume. Izbor pravila za sintezu agregiranih koristi zavisi od primenjenog načina skaliranja alternativa u odnosu na ciljne kriterijume. Ukupna korist za ordinarni sistem skaliranja, koji se najčešće i koristi, se određuje odnosom:

$$N_i = \sum_{z=1}^r n_{iz} g_z \quad \sum_{z=1}^r g_z = 1, \text{ gde su:}$$

N_i - korisnost alternative " i", n_{iz} - parcijalna korisnost alternative " i" u odnosu na kriterijum " z", g_z - težinski faktor kriterijuma " z".

Primer izbora optimalnog rešenja primenom MAK, može da se odnosi na izbor sistema za upravljanje nalogima, adresama, zahtevima ili zadacima u TPS procesima i dr. Prikaz parcijalnih ciljeva je iz svrsishodnih razloga uprošćen, tabela 5. Kod vrednovanja je korišćena skala "1" (nizak nivo ispunjenja cilja odnosno ciljnog kriterijuma) sve do "5" (najviši nivo ispunjenja cilja). Primenom opisanih koraka u primeni metode analize korisnosti dobijeni rezultat nakon sinteze utvrđenih parcijalnih korisnosti pokazuje da je u ovoj analizi dominantnija alternativa A_2 , odnosno da predstavlja optimalno rešenje u skladu sa postavljenim premisama postupka izbora rešenja.

Primena metode analize korisnosti pored svojih prednosti i lakoće u primeni ima i određene nedostatke. Iz jednostavnosti primene ove metode proizilazi i opasnost da se svim potrebnim aspektima odlučivanja ne posveti potrebna pažnja. Kod ove metode, kompleksan problem odlučivanja se dekomponuje korišćenjem sledeća tri principa.

Prvi princip se bazira na aksiomu nezavisnosti alternativa. Redosled preferentnosti određene grupe alternativa mora da bude nezavisan od njihovog broja. Pri formiranju redosleda preferencije treba da budu zadovoljene sledeće pretpostavke:

- subjekt odlučivanja treba objektivno da formira jednoznačan redosled preferencije u odnosu na objekte vrednovanja,
- zbog velikog broja iteracija pri aplikaciji postupka vrednovanje mora da bude konstantno sa aspekta definisanja preferencije.

Tabela 5. Primer aplikacije izbora povoljne alternative metodom analize
 korisnosti (Arnold D., Furmans K., 2009)

Glavni cilj	Tež. faktor za grupu ciljeva	Niže rangirani ciljevi	Tež. faktor za niže. rang. ciljeve	Stepen zadovolj. A ₁	Stepen zadovolj. A ₂	A ₁ Σ	A ₂ Σ
Funkcionalnost	50%	Z ₁₁	10%	5	4	0,5	0,4
		Z ₁₂	20%	3	3	0,6	0,6
		Z ₁₃	10%	2	3	0,2	0,3
		Z ₁₄	5%	1	2	0,05	0,1
		Z ₁₅	5%	4	2	0,02	0,1
Ergonomija	15%	Z ₂₁	5%	5	1	0,25	0,05
		Z ₂₂	5%	3	1	0,15	0,05
		Z ₂₃	5%	2	5	0,1	0,25
Fleksibilnost	25%	Z ₃₁	5%	4	4	0,2	0,2
		Z ₃₂	10%	1	3	0,1	0,3
		Z ₃₃	10%	1	4	0,1	0,4
Servis	10%	Z ₄₁	3%	2	3	0,06	0,9
		Z ₄₂	5%	1	5	0,05	0,25
		Z ₄₃	2%	1	5	0,02	0,1
	100%					2,58	3,19

Primena metode analize korisnosti pored svojih prednosti i lakoće u primeni ima i određene nedostatke. Iz jednostavnosti primene ove metode proizilazi i opasnost da se svim potrebnim aspektima odlučivanja ne posveti potrebna pažnja. Kod ove metode, kompleksan problem odlučivanja se dekomponuje korišćenjem sledeća tri principa.

Prvi princip se bazira na aksiomu nezavisnosti alternativa. Redosled preferentnosti određene grupe alternativa mora da bude nezavisan od njihovog broja. Pri formiranju redosleda preferencije treba da budu zadovoljene sledeće pretpostavke:

- subjekt odlučivanja treba objektivno da formira jednoznačan redosled preferencije u odnosu na objekte vrednovanja,
- zbog velikog broja iteracija pri aplikaciji postupka vrednovanje mora da bude konstantno sa aspekta definisanja preferencije.

Drugi princip pri rešavanju problema takođe pretpostavlja i nezavisnost između ciljnih kriterijuma vrednovanja. Značaj jednog od ciljeva (kriterijuma) treba da bude potpuno nezavisan u odnosu na ostale ciljeve u sklopu definisanog sistema ciljeva kao baze za odlučivanje.

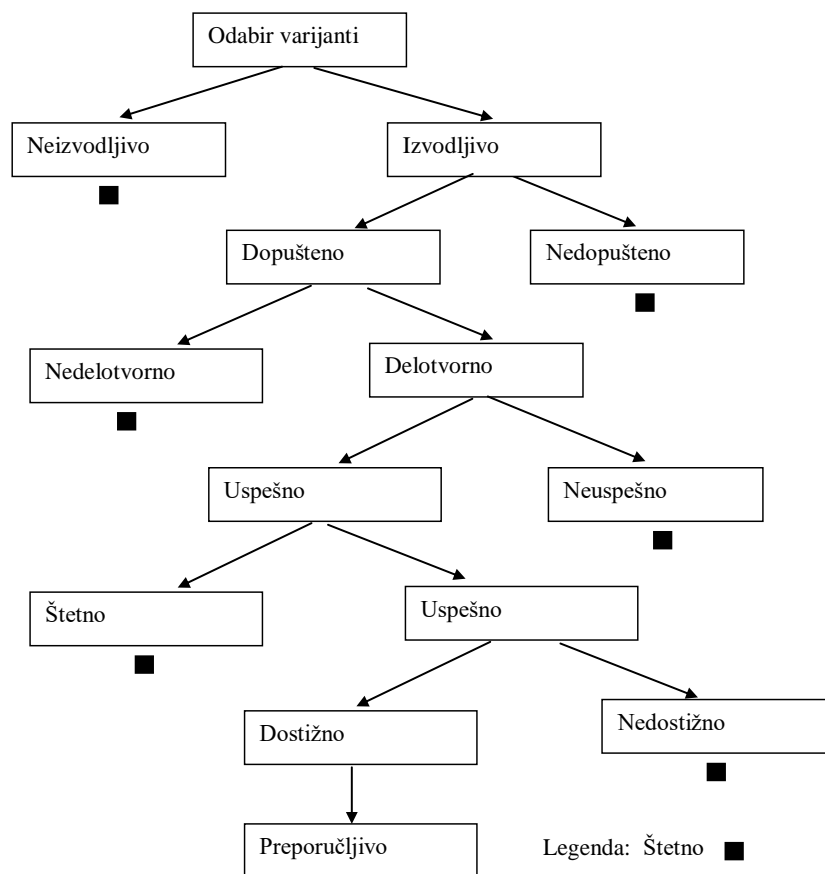
Treći princip polazi od pretpostavke da je pri agregaciji ukupne korisnosti na parcijalne zadovoljen uslov da je korisnost linearna i monotono rastuća funkcija tj. da je dopušteno sabiranje parcijalni korisnosti.

Zadovoljenje ovih principa u praksi nesumnjivo može da bude samo delimično ispunjeno. Ovaj se problem ublažava odnosno prevazilazi postavljanjem adekvatnih granica za kriterijume vrednovanja. Pri vrednovanje se polazi od toga da je cilj zadovoljen samo onda kada dostiže minimalnu granicu.

Treba pomenuti i neke nekompenzacione metode, kao što su: Kaskadno analiziranje aspekata, Nedominantno alternativan metod, Eksplicitna

procena prema Štraseru i dr. Za nekompezacione metode pri vrednovanja određene varijante je karakteristično da se ne primenjuje princip konfrontiranja prednosti i mana, već se kod svake varijante sistematski prosuđuje uticaj nedostataka u odnosu na prednosti. Pojedini autori ovaj postupak opisuju kao "filtriranje" varijanti.

Postupak za izbor se sprovodi tako što se prethodno definiše filter za odlučivanje koji obuhvata relevantne aspekte preko kojih se postiže redukcija varijanti sve dotle dok se ne utvrdi relativno najpovoljnija varijante koje može da se prihvati kao rešenje.



Slika 2. Raster za odabir varijante na kaskadnom principu (Heidemann, 1995)

Jedna od metoda za redukciju broja varijanti u postupku izbora rešenja na bazi tzv. filtriranja je kaskadni princip čiji su osnovni koraci u postupanju dati na slici 2.

Ovaj princip se zasniva na formiranju rastera odlučivanja u kome su osnovni aspekti postavljeni u obliku rastera preko koga se realizuje trijaža za svaki posmatrani aspekt po principu (da ili ne) odnosno ispunjava ili ne ispunjava.

5. ZAKLJUČAK

Kod primene opisanih metoda za izbor varijanti poređenje počiva na kriterijumima za vrednovanje. Za procenu tj. vrednovanje objekta (varijante) odabiraju se kriterijumi koji na adekvatan način karakterišu posmatrani objekat shodno osnovnom cilju istraživanja.

Izbor kriterijuma se mora sprovoditi sa neophodnom pažnjom kako bi se stvorila kvalitetna baza za odlučivanje. Veoma bitno za izbor varijanti je, da se posmatrani objekti odnosno varijante mogu međusobno upoređivati na bazi njihovih svojstava. Svaki objekat poseduje različita svojstava. Svojstava potiču od konstitutiva objekta. Nema objekta bez svojstava. Iskaz o objektu je iskaz o njegovim svojstvima. Ovakav iskaz jezikom logike se formulišu kao predikati logike koji predstavljaju pomoćno sredstvo tj. sredstvo za prikazivanje obeležja. Obeležje ne opisuje samo određeno svojstvo već modalitet određenog obeležja. Modalitet definiše sve uslovljenosti koje proizilaze iz određenih prilika tj. način na koji nešto postoji.

CITIRANI RADOVI

- Arnold D., Furmans K. (2009) „*Materialfluss in Logistiksystemen*“, 6., erweiterte Auflage, VDI. Springer.
- Davidović B. (2016) „*Modeliranje i odlučivanje u logističkim procesima*“, Agm knjiga, Beograd.
- Heidemann C. (1995) „*Methodologie der Regionalplanung*“, 3. Vorabausgabe 4/92; Karlsruhe, (Diskussionspapier des Instituts für Regionalwissenschaft der Universität Karlsruhe Nr. 16).
- Kannheiser W. (1990) „*Methoden der Ingenieurpsychologie; in: Enzyklopädie der Psychologie*“, Band 2 Ingenieurpsychologie, Göttingen.
- Kühnapfer J.(2014) „*Nutzwertanalyse in Marketing und Vertrieb*“. Springer Verlags. Wiesbaden.
- Muller-Herbrs S.(2007) „*Methoden zur Beurteilung von Varianten*“, Universitat Stuttgart.
- Weinreich H.(1978) „*Vademecum der Bewertung und Auswahl von Produktideen*“, Battlle Institut. Frakfurt.
- Zangemeister C, (2014) „*Nutzwertanalyse in der Systemtechnik*“, Verlag: Zangemeister & Partner, Hamburg.

Datum prve prijave: 23.12.2017.
Datum prijema korigovanog članka: 02.02.2018.
Datum prihvatanja članka: 15.03.2018.

Kako citirati ovaj rad? / How to cite this article?

Style – APA Sixth Edition:

Čekerevac, Z., & Maletić, J. (2018, Apr 15). Vrednovanje i izbor varijanti logističkih projekata. (Z. Čekerevac, Ed.) *FBIM Transactions*, 6(1), 11-23. doi:10.12709/fbim.06.06.01.02

Style – Chicago Sixteenth Edition:

Čekerevac, Zoran, and Jelena Maletić. 2018. "Vrednovanje i izbor varijanti logističkih projekata." Edited by Zoran Čekerevac. *FBIM Transactions (MESTE)* 6 (1): 11-23. doi:10.12709/fbim.06.06.01.02.

Style – GOST Name Sort:

Čekerevac Zoran and Maletić Jelena Vrednovanje i izbor varijanti logističkih projekata [Journal] // *FBIM Transactions* / ed. Čekerevac Zoran. - Toronto - Belgrade : MESTE, Apr 15, 2018. - 1 : Vol. 6. - pp. 11-23.

Style – Harvard Anglia:

Čekerevac, Z. & Maletić, J., 2018. Vrednovanje i izbor varijanti logističkih projekata. *FBIM Transactions*, 15 Apr, 6(1), pp. 11-23.

Style – ISO 690 Numerical Reference:

Vrednovanje i izbor varijanti logističkih projekata. **Čekerevac, Zoran and Maletić, Jelena**. [ed.] Zoran Čekerevac. 1, Toronto - Belgrade : MESTE, Apr 15, 2018, *FBIM Transactions*, Vol. 6, pp. 11-23.