

Integralni pristup analizi rizika i inženjeringu vrednosti

OGNJEN R. ANĐELIĆ, Univerzitet u Beogradu,

Fakultet organizacionih nauka, Beograd

ZORAN M. RAKIĆEVIĆ, Univerzitet u Beogradu,

Fakultet organizacionih nauka, Beograd

VALENTINA N. NIKOLIĆ, Univerzitet u Beogradu,

Fakultet organizacionih nauka, Beograd

Stručni rad

UDC: 005.22

005.52:005.334

005.52:330.133.1

DOI: 10.5937/tehnika2001094A

Analiza i inženjering vrednosti sa jedne strane i analiza rizika sa druge strane predstavljaju dva veoma značajna pristupa čija primena nailazi na široku prihvaćenost u različitim naučnim oblastima. U ovom radu biće izložene mogućnosti kombinovanja ove dve metodologije, zarad obuhvatnijeg pristupa prilikom rešavanja poslovnih problema. Sagledavanjem koncepta i načela na kojima se zasnivaju ovi pristupi uočava se mogućnost njihove integracije u realizaciji projekata. Široke mogućnosti kombinovanja metoda ove dve oblasti biće prikazane na primeru kombinovanja FAST i FMEA metode, gde je prikazano kako se za neznatno povećanje vremena mogu postići benefiti obe ove metode, na primeru iz automobilske industrije, konkretno na primeru ručice za vrata automobila.

Ključne reči: Inženjering vrednosti, analiza rizika, FAST metoda, FMEA metoda

1. UVOD

Mogućnost integrisanja metodologije vrednosti odnosno upravljanje vrednostima (engl. Value Management - VM) u kombinaciji sa procenom rizika i upravljanjem rizikom (engl. Risk Management - RM) pomenuta je još 1993. godine na inicijativu uprave jedne gradske luke koja je zahtevala primenu inženjeringa vrednosti, koja bi bila dopunjena primenom procene rizika [1]. Profesor L. Griffin sa Univerziteta u Arizoni ističe da pitanje više nije da li navedene metodologije treba koristiti, već da njihove procese treba integrisati, budući da su zadaci upravljanja rizikom i vrednostima međusobno povezani i trebalo bi se obavljati paralelno.

Glavna ideja za integraciju RM i VM leži u postizanju optimizacije vrednosti na projektu koji za predmet ima analizu rizika. Sprovedena su brojna istraživanja koja su pokazala da su ove tehnike toliko kompatibilne i komplementarne, da bi dalji nastavak njihove upotrebe odvojeno mogao dovesti samo do nepotrebnog gubitka vremena i resursa. OGC (engl. Office of Government Commerce, Malaysia) predlaže da

bi aktivnosti VM trebalo da se sprovedu prve, kako bi se utvrdilo šta tačno predstavlja vrednost za konkretni posao, a nakon toga da se identifikuju mogući rizici koje preferirana rešenja problema mogu nositi sa sobom [1]. U radu će biti prikazan jedan od načina na koji je moguće kombinovati tehnike i metode RM i AV, konkretno na primeru kombinovane FAST/FMEA metode. Ovu metodu prethodno su pominjali autori Wixson i Stromberg [2] u sklopu šire analize i u kombinaciji sa drugim metodama, ali u njihovom radu nije detaljno prikazan proces sprovedena ove konkretne metode.

2. SVRHA KOMBINOVANJA INŽENJERINGA VREDNOSTI I UPRAVLJANJA RIZIKOM

Upravljanje rizikom može se definisati kao organizovan i sveobuhvatan metod usmeren ka analizi, identifikaciji i reagovanju u odnosu na faktore rizika kako bi se postigli zacrtani ciljevi [3]. Takođe, upravljanje rizikom se smatra za jednu od najuspešnijih inženjerskih metodologija za rešavanje problema, smanjenja troškova i poboljšanja performansi. Kombinovanje inženjeringa vrednosti sa upravljanjem rizikom rezultira optimizacijom troškova, balansiranjem između rizika i vrednosti umesto inkrementalnog pristupa koji može dovesti do suvišnih aktivnosti, i nepovezanih aktivnosti [4]. Komparativni pristup između navedenih metodologija najbolje je predstaviti tabelarnim

Adresa autora: Ognjen Anđelić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, Jove Ilića 154

e-mail: andjelic.ognjen21@gmail.com

Rad primljen: 26.12.2019.

Rad prihvaćen: 22.01.2020.

pristupom pomoću kojeg je najlakše uočiti koje su to sličnosti i razlike između navedenih metodologija, prilikom primene i tokom pojedinih projektnih aktivnosti u kojima se primenjuju oba pristupa (tabela 1).

U istraživanju kritičnih kontigentnih faktora za primenu alata kvaliteta u proizvodnji motora i traktora [5], zastupljenost analize rizika u obliku primene FMEA metode je mnogo veća nego kod analize i inženjeringa vrednosti.

Tabela 1. Komparativna analiza [1]

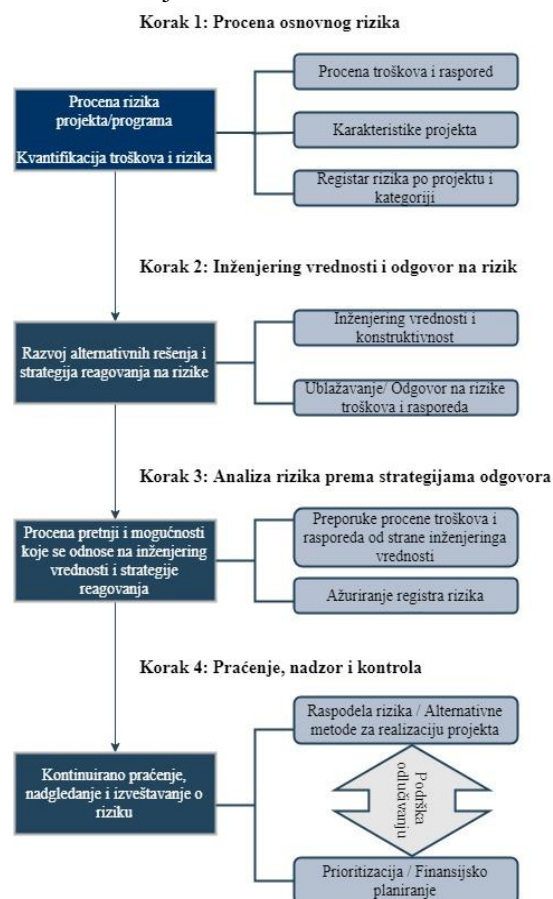
Inženjering vrednosti	Upravljanje rizicima
Sistematski proces, sproveden po fiksnom planu i na efikasan način, obuhvaćen u <i>Job Plan</i> -u.	Sistematski proces, koji se sastoji od 3 različite faze: identifikacija rizika, analiza rizika i odgovor na rizik.
Multidisciplinarni tim u kreativnim radionicama, koji se smatraju grupnim aktivnostima.	Multidisciplinarni tim u kreativnim radionicama, koji se smatraju grupnim aktivnostima.
Korišćenje <i>brainstorming</i> -a kao tehnike za prepoznavanje rešenja koja zadovoljavaju potrebne funkcije.	Korišćenje <i>brainstorming</i> -a kao tehnike za prepoznavanje rizika koji mogu da utiču na performanse projekata.
Sredstvo za definisanje ciljeva projekta.	Proces koji obezbeđuje da na ciljeve projekta ne utiču budući neizvesni događaji.
Donosi vrednost projektu definisanjem jasnih ciljeva, uspostavljanjem komunikacije između različitih strana, sprečavanjem sukoba i eliminisanjem nepotrebnih troškova.	Projektu dodaje vrednost kroz obezbeđivanje efikasnog upravljanja svim rizicima, sprečavanjem ili smanjenjem budućeg rizika koji utiče na ciljeve projekta.
Potrebno je uključivanje iskusnih posrednika koji će voditi članove grupe unutar procesa.	Potrebno je uključivanje iskusnih posrednika koji će voditi članove grupe unutar procesa.
Potrebna je kreativnost za generisanje alternativnih rešenja i ispunjavanje potrebnih funkcija.	Zahteva kreativnost za prepoznavanje potencijalnih rizika i reagovanje na rizike.
Evolucija iz tvrdog pristupa u meki pristup kao što je rešavanje problema, komunikacija, razumevanje i izgradnja tima.	„Meka“ paradigma upravljanja rizikom, stavljanjem naglaska na ljudski aspekt i kvalitativna pitanja.

3. INTEGRATIVNI PRISTUP RM I VE

Brojni autori su teoretski utvrdili da se integracija između dve prepoznate metodologije može objasniti preko koraka prikazanih na slici 1. Naime, u pitanju su procena osnovnog rizika, inženjering vrednosti i

odgovor na rizik, analiza rizika prema strategijama odgovora i praćenje, nadzor i kontrola.

U prvom koraku, osniva se registar rizika, tj. skladište svih identifikovanih rizika, najčešće u obliku baze podataka ili dokumentacije. Na osnovu osnovane baze podataka moguće je dobiti uvid u uticaj rizika i parametre na koje identifikovani rizici utiču.



Slika 1 - Proces integracije inženjeringa vrednosti i upravljanja rizikom, prilagođeno prema [6]

U drugom koraku, identifikuju se i objašnjavaju pristupi koji se koriste u analizi i evidenciji procene rizika identifikovanih u prvom koraku. U ovom koraku se jasno definišu faze radionice inženjeringa vrednosti. Pored inženjeringa vrednosti, i ovom koraku fokus se stavlja na ublažavanje rizika, gde je cilj smanjenje verovatnoće pojavljivanja negativnih rizika i pretnji, kao i povećanje dobiti na osnovu pozitivnih mogućnosti [6].

U trećem koraku, kada su mogući rizici u potpunosti objašnjeni i razmotreni, i svi mogući uzroci i efekti rizika poznati, može se doneti odluka o načinu odgovora na rizik, koji se javlja u jednom ili više sledećih oblika [6]:

- Izbegavanje rizika
- Redukovanje (eliminacija) rizika
- Prenos rizika

- Zadržavanje/prihvatanje rizika

Na posletku, u četvrtom koraku, od suštinske je važnosti da se ključni rizici aktivno prate, kako bi se osigurali svi planirani finansijski ciljevi. Ovo praćenje podrazumeva, između ostalog, i procenu efikasnosti izabranih odgovora, tehnika i postupaka upravljanja rizikom koje su utvrđene u okviru plana upravljanja rizikom [6].

5. MOGUĆNOST KOMBINOVANJA VM I RM

Jedna od metoda koja se koristi za sprovođenje funkcionalne analize, integralnog dela analize i inženjeringa vrednosti na intuitivan način jeste tehnika funkcionalne sistemske analize FAST (engl. Function Analysis System Technique). Sa druge strane, analiza načina i efekata otkaza, FMEA (engl. Failure Modes and Effects Analysis) tehnika procenjuje rizik koji je vezan za proizvod, proces ili projekat, ocenjujući načine na koji otkaz može nastati, njegove posledice, kao i razloge nastanka istih, ukazujući na to koji delovi proizvoda, procesa ili projekta mogu biti problematični prilikom životnog veka istog.

Za potrebe ovog rada fokus je na primeni proizvodne FMEA tehnike, mada je sama tehnika veoma često korišćena za identifikaciju i procenu rizika različitih procesa ili događaja. U tom slučaju, procena posledica se svodi na procenu štete koja bi bila naneta stanovništvu, objektima i životnoj sredini u zahvaćenoj okolini [7].

Mogućnost kombinovanja pomenutih metoda se može sagledati preko sledećeg: FAST i FMEA tehnika koriste prednosti grupnog rada. Osnivanjem grupe za FAST tehniku suštinski nastaje i grupa sposobna da izvrši celokupan FMEA proces, štedeći tako vreme. Ukoliko bi ista grupa sprovela obe tehnike, neposredno

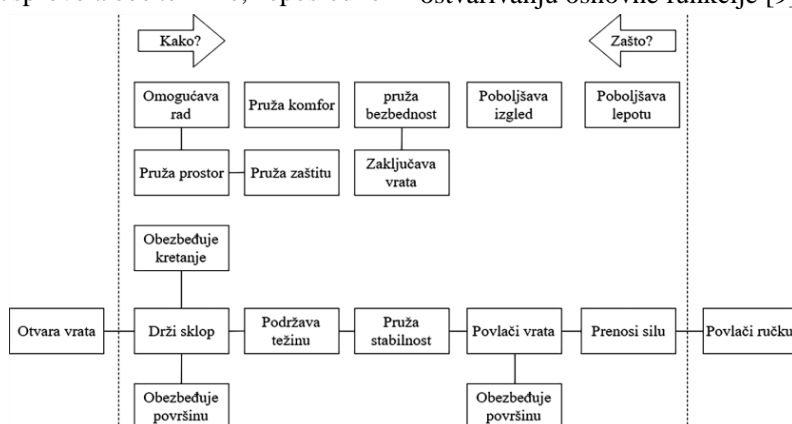
bi se negirala jedna od glavnih nedostataka FMEA metode, nedostatak informacija i znanja o samom proizvodu. Ukoliko tim istovremeno sprovede FAST i FMEA tehniku, obezbeđuje se da FMEA bude sprovedena u početnim fazama projektovanja, eliminišući prekasno sprovođenje iste.

Naposletku, imamo nedostatak da FMEA tehnika oduzima previše vremena prilikom sprovođenja. Jedan od razloga je to što je za sprovođenje bilo koje vrste FME analize potrebno obezbediti da svaki član tima ima razumevanje razmatranog proizvoda ili procesa. Ukoliko postoji tim koji već ima ova znanja, svi vremenski trošci ovog tipa se otpisuju, i za isto ili, što je realnije, malo više vremena, moguće je sprovesti obe metode.

U daljem nastavku rada biće prikazano kako ove dve metode mogu biti kombinovane na način koji obezbeđuje da se za neznatno povećanje vremena dobiju koristi obe metode, i postigne sniženje troškova proizvodnje uz povećanje pouzdanost finalnog proizvoda. Kombinacija FMEA/FAST predstavlja jedan od suštinskih mogućnosti kombinovanja metodologija VM i VR.

5.1. FAST dijagram

Jedan od najpopularnijih i najlakših načina za sprovođenje funkcionalne analize jeste kroz metod kreiranja FAST dijagrama. Čarls Bajdvej predstavio je ovaj koncept 1965. godine [8]. Metod FAST dijagrama je tehnika koja je razvijena kako bi se ustanovile, klasifikovale i evaluirale funkcije proizvoda (ali i procesa, usluga i projekata) pomoću funkcionalnog blok dijagrama u skladu sa kako/zašto logikom. Rezultat procesa izrade FAST dijagrama jeste hijerarhijsko postavljanje funkcija na osnovu njihovih važnosti pri ostvarivanju osnovne funkcije [9].



Slika 2 - FAST dijagram ručke za automobile, prilagođeno prema [9]

Osnovna klasifikacija funkcija na primarne i sekundarne je modifikovana i prilagođena prema autoru Dell'Isola [10], tako da obuhvata i neophodne sekundarne funkcije, najčešće vezane za pravne propise ili marketinške aktivnosti. Klasifikacija funkcija vodi ka

lakšem sagledavanju funkcija koje nedostaju, a ustanovljavanje značenja i značaja određenih funkcija direktno sledi iz kreiranja FAST dijagrama [11]. Primer FAST dijagrama tradicionalne ručke za automobile na vratima dat je na slici 2.

5.2. FMEA prednosti i nedostaci

Procedure identifikacije otkaza, kao što je analiza načina nastajanja i efekata otkaza, koriste se kako u svrhu kontrole kvaliteta, tako i za detekcije potencijalnih načina otkaza još u ranoj fazi projektovanja proizvoda, ali čak i nakon lansiranja proizvoda na tržište [12].

Konkretno, FMEA metoda, kao induktivna metoda sprovođenja kvalitativne analize pouzdanosti i rizika sistema od najvišeg do najnižeg nivoa [13], ustalila se u mnogim industrijama kao primarna za identifikaciju i procenu rizika.

FMEA je tehnika kreirana da identifikuje potencijalne načine otkaza nekog proizvoda ili procesa pre nego što se on zaista i dogodi, kako bi se procenio rizik koji takav događaj nosi sa sobom. Najbolji rezultati primene ove metode dobijaju se ukoliko se ona implementira prilikom samog projektovanja proizvoda ili procesa. FMEA tim određuje, analizirajući moguće načine otkaza, efekat koji svaki od tih otkaza može imati na sam proces ili proizvod, i njihovom evaluacijom rangira i identifikuje ključne tačke otkaza [14].

FMEA tehnika može biti primenjena na bilo koji proces ili deo procesa, kao i na bilo koji sklop proizvoda ili deo tog sklopa kako bi projektanti mogli da otklone uočeni otkaz [15]. Kako bi se izračunao rizik FMEA tehnikom, rizik se rastavlja na tri komponente koje se ocenjuju, a množenjem njihovih ocena dobija se ukupna ocena rizika, predstavljena kroz broj prioriteta rizika, tj. RPN (engl. Risk Priority Number).

Neki od benefita koji se postižu primenom projektne FME analize su [16]:

- Detekcija potencijalnih kritičnih i značajnih karakteristika;
- Identifikacija potencijalnih načina otkaza i rangiranje u odnosu na njihov utisak na krajnjeg korisnika;
- Uspostavljanje prioriteta za poboljšanje projekatnskih rešenja već u fazi projektovanja;
- Davanje uvida u planiranje efektivnih načina testiranja dizajna i razvojnih programa;
- Obezbeđivanje okruženja u kojem je poželjno preispitivanje trenutnog dizajna;

Iako FMEA tehnika pruža njenom korisniku mnoge prednosti, ona nije idealna tehnika, te sa sobom nosi i određene nedostatke. FMEA zavisi od subjektivne analize inženjera i iskustva i znanja inženjera, što su informacije koje su poznate malom broju ljudi koji su radili na projektovanju proizvoda [17]. Takođe, nedostatak standarda ocene rizika često dovodi do manjka podrške top menadžmenta, što dovodi do smanjenja produktivnosti tima i postignutih rezultata. U idealnom slučaju, FMEA tehnika bi trebalo da bude sprovedena

što je moguće ranije. Jedan od glavnih limitirajućih faktora prilikom projektovanja i testiranja proizvoda jeste vreme [18], a sama FMEA je tehnika koja oduzima mnogo vremena i zahteva određeni napor. Kao posledica toga, FMEA je često primenjena previše kasno, i samim tim ne utiče na sam dizajn proizvoda ili procesa [19].

6. PRIMER KOMBINOVANJA FAST I FMEA

U nastavku biće prikazano na koji način hibridna metoda FAST/FMEA može biti korišćena u fazi dizajniranja, ili u ovom slučaju, redizajniranja proizvoda. Primer koji je korišćen i prethodno predstavljen na FAST dijagramu je ručka na vratima automobila (Slika 2). Ručka na vratima automobila se sastoji iz više različitih delova koji vrše jednu ili više funkcija prikazanih na dijagramu. Pregled nekih delova ručke i funkcija po delovima dat je tabelom 2 [9]. Ovdje su prikazani svi potrebni ulazni podaci za FMEA tehniku. U prvom koraku fokus se može staviti na primarne funkcije delova sklopa. Ukoliko je neophodna detaljnija analiza, isti postupak se može primeniti na sekundarne funkcije.

U tabeli 3 je data FMEA na primeru ručke na vratima automobila. Podaci koji su korišćeni u tabeli 3, nisu rezultat analize otkaza već su dati od strane autora kako bi se pokazala primena metode. Sa ovim dodatnim informacijama, proces kreiranja ideja (engl. brainstorming) može biti usmeren na takva rešenja koja će umanjiti ili otkloniti rizik vezan za određeni proizvod.

Tabela 2. Funkcije ručke na vratima automobila

Deo	Funkcija	Primarna	Sekundarna
Spoljna ručica	Poboljšava izgled		X
	Obezbeđuje površinu	X	
	Pružna stabilnost		X
	Pružna zaštitu		X
Baza	Osigurava kretanje	X	
	Pružna stabilnost	X	
	Drži sklop	X	
	Drži ručku		X
Drška	Obezbeđuje rad		X
	Otvora vrata	X	
	Obezbeđuje površinu		X
	Pružna stabilnost		X
	Prenosi silu	X	
	Povlači ručicu		X
	Pružna ergonomiju		X

Analizom priložene FMEA tabele, u ovom primeru evidentno je da najveći individualni rizik sa sobom nosi funkcija prenosa sile, vezane za dršku, sa

7. ZAKLJUČAK

Poznavanje metodologije upravljanja rizikom, smatra se značajnom prednošću kada je u pitanju identifikacija neželjenih događaja i reagovanja na iste. Sa druge strane, inženjering vrednosti kao prepoznata metodologija za smanjenje troškova uz najviši nivo performansi i poboljšanje kvaliteta, usmeren je na analizu funkcija predmeta ili procesa radi utvrđivanja najbolje vrednosti koja podrazumeva obavljanje osnovne funkcije uz najniže ukupne troškove.

Dve prepoznate metodologije, upravljanje rizikom i inženjering vrednosti, već duži niz godina nailaze na pojedinačnu primenu. Međutim, detaljnije sprovedenim istraživanjima i analizama moguće je zaključiti da u zavisnosti od cilja organizacije, u većini slučajeva bolje koristiti kombinaciju spomenutih metodologija, nego njihovu individualnu primenu. Naime, kombinovanje dva procesa u okviru jednog projekta praktično je i logično kada obe metode dele iste resurse. Prema tome, u ovom radu se prikazuje mogućnost integracije modela upravljanja rizicima i inženjeringa vrednosti.

Mogućnosti povezivanja su prikazane i na hipotetičkom primeru, kroz FMEA i FAST tehniku, kao i mogućnosti kombinovanja ove dve tehnike u jednu metodu koja za cilj ima istovremenu analizu rizika i funkcionalnosti u dizajnu nekog proizvoda. Takođe, u radu je predstavljen proces kombinovanja ove dve tehnike na primeru proizvoda iz automobilske industrije.

Ograničenja ovog istraživanja zasnivaju se na tome da je obrađen hipotetički primer, dakle, primer sa pretpostavljenim ocenama pouzdanosti i rizika koje svaka od posmatranih komponenti nosi sa sobom. Samim tim, kao dalji rad u ovoj oblasti, prirodno se nameće testiranje i dokumentovanje rezultata primene predložene metode prilikom rešavanja konkretnog poslovnog problema.

Važno je napomenuti i to da je primer bio zasnovan na redizajnu proizvoda. Međutim, i FAST i FMEA tehnika dopuštaju analizu kako proizvoda tako i procesa, te se sličan pristup može iskoristiti ne samo u proizvodnim, već i u procesnim industrijama.

LITERATURA

- [1] Abdul-Karim S, B, Lowe D, J, Abduk-Rahman H, Wang C, Yahya I, A, & Shen G, Q, Integrating risk and value management using IRVM workshops: Case studies in infrastructure projects in UK. *Scientific Research and Essays* Vol. 6(12), pp. 2470-2479, 2011.
- [2] Wixson J. R, & Stromberg H, *A Value Management Approach to Improving Quality* (ICP/JOU-05-00825) (No. ICP/CON-06-01187). Idaho Completion Project (ICP), 2005.
- [3] Bahamid R. A, & S. I. Doh, A review of risk management process in construction projects of developing countries. *Materials Science and Engineering Conference Series*. Vol. 271. No. 1. 2017.
- [4] Sabzkohi B, A, & Pourrostam T, Integrated model of Value Engineering and Risk Management approaches in empowerment projects (the exterior design). *International Journal of Advances in Mechanical and Civil Engineering*, ISSN: 2394-2827, Volume 3, Issue-3, 2016.
- [5] Spasojević-Brkić V, Klarin M, & Ivanović G, Uticaj kontingentnih faktora na primenu alata kvaliteta, *FME Transactions*, Vol. 37(3), pp. 143-149, 2009.
- [6] Feili H, R, Nasiri S, & Akar N, Integrating Risk Management and Value Engineering in the Development of Renewable Energy Project, *Conference: 6th International Symposium on Advances in Science and Technology*, At Kuala Lumpur, Malaysia, 2012.
- [7] Nišić D. D, Knežević D. N, Sijerković N. Đ, Pantelić, U. R, Banković M. V, Uporedna procena rizika eksploatacije stare i nove deponije pepela i šljake Termoelektrana Kostolac, po hidrološkom scenariju. *Tehnika*, 71(5), pp. 677-684, 2016.
- [8] Wixson J. R, *Function Analysis and Decomposition using Function Analysis Systems Technique*. Lockheed-Martin Idaho Technologies Company, Inc, 1999.
- [9] Abdullah A, Adesta E, Implementation Of Functional Analysis Using Value Analysis Value Engineering (VAVE), *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, Vol. 10, (21), pp. 10072-10076, 2015.
- [10] Dell'Isola A, *Value Engineering: Practical Applications for Design, Construction, Maintenance and operations*. R.S. Means Company, Inc., 1997.
- [11] Younker D, *Value Engineering, Analysis and Methodology*. Marcel Dekker, Inc., 2003.
- [12] Arunajadai S, Uder S, Stone R, Tumer I, *Failure Mode Identification through Clustering Analysis*. Quality And Reliability Engineering International, Vol. 20(5), pp. 511-526, 2004.
- [13] Čatić D, FMEA u fazi razvoja proizvoda. *Tehnika*, Vol. 58(3), pp. 9-16, 2009.
- [14] Lipol L, Haq J, Risk Analysis Method: FMEA/FMECA in the Organizations, *International Journal of Basic & Applied Sciences*, Vol. 11(5), pp. 74-82, 2011.
- [15] Mandelbaum J, Hermes A, Parker D, Williams H, *Value Engineering Synergies with Lean Six Sigma*. CRC Press, 2012.

- [16]Raytheon Company. *Design Failure Modes and Effects Analysis, DFMEA With Suppliers*, 2007.
- [17]Teoh P. C, Case K, Failure modes and effects analysis through knowledge modeling. *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 153, pp. 253-260, 2004.
- [18]The International Marine Contractors Association (IMCA). *Guidance on Failure Modes & Effects Analyses (FMEAs)*, 2002.
- [19]Chao L, Ishii, K. Design Process Error Proofing: Failure Modes And Effects Analysis of the Design Process, *Journal of Mechanical Design*, Vol. 129(5), pp. 491-501, 2007.

SUMMARY

INTEGRAL APPROACH TO RISK ANALYSIS AND VALUE ENGINEERING

Value analysis and engineering, on one hand, and risk analysis, on the other, are two very significant approaches whose application is widely accepted in various scientific fields. This paper will highlight the possibilities of combining the two methodologies for a more comprehensive approach to solving business problems. Considering the concepts and principles on which these approaches are based, it is possible to integrate them during project implementation. The broad possibilities of combining the methods of these two fields will be illustrated by the combination of the FAST and FMEA methods, where it is shown how, with a slight increase in time, the benefits of both of these methods can be achieved, with an example from an automotive industry, in particular, the example of a car door handle.

Key words: *Value engineering, risk analysis, FAST method, FMEA method*