

UPRAVLJANJE RIZIKOM U OBLASTI ODRŽAVANJA ENERGETSKIH SISTEMA

Živoslav Adamović¹ Božo Ilić² Dejan Spasić³ Nenad Janjić⁴

Rezime: Identifikovanje rizika daje informacije koje omogućavaju da se otkriju važni rizici koji mogu nepovoljno uticati na proizvodnju. Da bi identifikovali rizike ekipe održavanja sprovode seriju razgovora da bi odredili verovatnoću pojave neželjenih događaja kao i posledica koje mogu uzrokovati ti neželjeni događaji. Cilj ovog rada jeste da prikaže kako se može vršiti upravljanje rizikom u oblasti održavanja energetskih sistema.

Ključne reči: Rizik, održavanje, energetski sistemi, železara, negativne posledice

RISK MANAGEMENT IN THE FIELD OF MAINTENANCE OF ENERGY SYSTEMS

Abstract: Risk identification provides information that makes it possible to detect important risks that may adversely affect production. To identify risks, maintenance teams conduct a series of interviews to determine the likelihood of occurrence of adverse events as well as the consequences that these adverse events may cause. The aim of this paper is to show how risk management can be performed in the field of energy system maintenance.

Key words: Risk, maintenance, energy systems, ironworks, negative consequences

1. UVOD

U suštini mogu se dati tri različite definicije rizika korišćenih u različitom kontekstu:

- verovatnoća pojave nekog neželjenog događaja,
- negativne posledice tog događaja ili
- izmerena procena verovatnoće i posledica događaja.

Odluke se i danas donose sa određenom dozom rizika i to ponekad direktno na bazi iskustva, a ponekad koristeći istorijske podatke koji su se generacijski prenosili i to tako da se vremenom doza učešća rizika u tim odlukama i nepovoljan ishod smanjuje sa sticanjem iskustva.

Međutim, zato što postoje brojni različiti koncepti analize rizika, u zavisnosti od toga za koju se profesionalnu oblast vrši analiza rizika (npr. u osiguranju rizik ukazuje na nastanak nepovoljnog ishoda, u području poslovnih finansija rizik ukazuje na opasnost od novčanog gubitka u poslovanju, u mašinskim i elektro postrojenjima rizik se ogleda u ispadu sistema i slično), postoji više različitih tumačenja pojma „rizik“.

IEC (International Electrotechnical Commission) standard za izvođenje analize rizika (IEC60300.3 .9:1995) definiše rizik kao „kombinaciju frekvencije ili verovatnoće pojave i posledica specificiranog slučajnog događaja“. Postavljanjem pitanja „Koliki je rizik“, realno su postavljena tri pitanja:

- Šta se može dogoditi?
- Koliko se to često dešava?
- Kakve su posledice ukoliko se to dogodi?

Prvo pitanje upućuje na mogući neželjeni scenario, drugo na verovatnoću da se taj scenario dogodi, dok je treće povezano sa njegovim posledicama.

¹Dr, Univerzitet u Beogradu i Fakultet primenjenih nauka Niš, e-mail: zivoslav.adamovic@gmail.com

²Dr, Visoka tehnička škola strukovnih studija u Novom Sadu, Školska 1, e-mail: ilic@vtsns.edu.rs

³Dr, Megatrend univerzitet Beograd, e-mail: Dr, Visoka tehnička škola strukovnih studija u Novom Sadu, Školska 1, e-mail: weldspad@yahoo.com

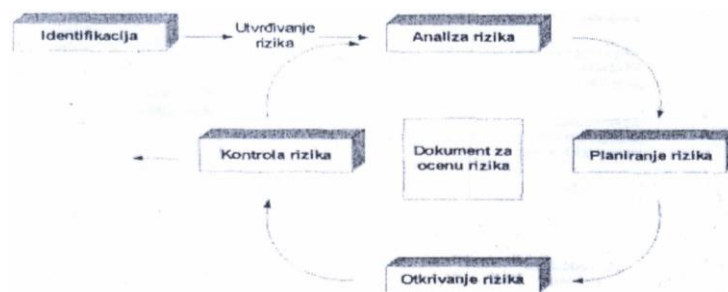
⁴Dr, Visoka tehnička škola strukovnih studija u Novom Sadu, Školska 1, e-mail: janjic@vtsns.edu.rs

18. KONFERENCIJA SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM RIZIK I BEZBEDNOSNI INŽENJERING

Termin rizika se ne može definisati na osnovi nastale štete usled ispada određene komponente u procesu rada, već je od značaja i verovatnoće pojave ovog neželjenog događaja. Iz tog razloga definicija rizika obuhvata obe ove velicine „posledicu“ ispada sistema i „verovatnocu“ njegove pojave.

2. UPRAVLJANJE RIZIKOM

Procesi upravljanja rizikom u oblasti tehničkih sistema mogu se prikazati kao na slici 1.



Slika 1. Procesi upravljanja rizikom

Identifikovanje rizika daje mogućnosti, načine reagovanja i informacije koje omogućavaju timu da otkrije vazne rizike koji mogu nepovoljno uticati na projekat. Da bi identifikovali rizike, članovi tima sprovode seriju „brainstorming“ diskusija i otvorenih razgovora da bi odredili važnost rizika za projekat. Da bi se olakšao ovaj proces faktori rizika se grupišu po raznim oblastima. U okviru svake oblasti faktori mogu dalje biti grupisani u kategorije kao što su faktori misije i ciljeva, donosioca odluka, rukovodioca organizacije i raspoloživih novčanih sredstava i troškova. Ciljevi identifikacije rizika su stvaranje liste rizika koja treba da pokrije sve delove projekta. Identifikacija rizika može se sprovoditi po rasporedu (napr. dnevnom, nedeljnom ili mesečnom), cilju (u planu projekta), ili događaju (značajnim negativnim dešavanjima u poslovanju, tehnologiji, organizacionim ili ekološkim uslovima). Aktivnosti identifikacije rizika treba da se sprovode povremeno, prema ciljevima koje određuje tip projekta [1]-[3].

Najčešće se podaci o rizicima smeštaju u tabele ili baze podataka i to [4,5]:

- Identifikator rizika - naziv rizika koji ga jednoznačno određuje.
- Izvor rizika - izvor može biti određen po centralnoj oblasti (način razvoja softvera, razvoj infrastrukture), ili po kategoriji (misija i ciljevi, donosioci odluka) i po faktorima (politički uticaj, stabilnost organizacije).
- Okolnosti - ovde se opisuju okolnosti koje vode pojavi gubitaka.
- Posledice - kvalifikuje i kvantifikuje štetu koja će nastati ako se rizik realizuje.
- Verovatnoća - opisuje verovatnoću da će se pojaviti šteta prouzrokovana realizacijom nekog rizika. Verovatnoća se izražava vrednostima 1, 2 i 3 koje odgovaraju 25, 50 i 75 procenata, respektivno.
- Moć rizika - šteta za projekat koja će nastati u slučaju realizacije rizika, izražava se u evrima ili brojevima od 1 do 5, koji ukazuju na njihov intenzitet.
- Izloženost riziku - obuhvata paralelnu analizu moći i verovatnoće rizika. Rezultat se dobija množenjem vrednosti za ova dva pokazatelja.
- Sadržaj rizika - služi da se detaljnije objasni rizik i problemi koje on za sobom povlači.
- Povezanost rizika - lista identifikatora rizika koji služe da se ukaže na međusobno povezane rizike.

3. METODE ZA ANALIZU RIZIKA

Kada je izabrana metoda analize, cilj je da se identifikuju opasnosti i opišu moguće sekvence neželjenih događaja i faktori koji mogu dovesti do toga. Metoda determiniše proces identifikacije opasnosti. Neke od metoda su kvalitativne, dok druge mogu da pruže i kvantitativnu estimaciju.

Postoje dva različita pristupa sistemske analize i identifikacije opasnosti: indukcioni i dedukcioni. Indukcioni zasniva razmatranje od pojedinačnog slučaja do generalnog zaključivanja, dok dedukcioni ide u suprotnom smeru od generalnog do specifičnog. U globalu, induktivne metode se primenjuju da determinišu koja su stanja sistema (uobičajeno stanja otkaza) moguća, počev od inicijalnog događaja definišu se posledice; deduktivne metode se koriste da determinišu kako posmatrano stanje (uobičajeno stanja otkaza) može da se realizuje, tj. počev od neželjenog događaja, definišu se uzroci [6], [7].

PHA (Preliminary Hazard Analysis) je gruba induktivna i kvalitativna metoda za identifikaciju potencijalne opasnosti. Liste praćenja potencijalnih opasnih elemenata i situacija pružaju pomoć pri sprovođenju PHA. Za uspešno izvođenje analize neophodno je formiranje tima sastavljenog od eksperata koji su „familijarni“ sa datim sistemom. Svaki identifikovani neželjeni događaj se posebno analizira kako bi se opisali mogući uzroci, posledice i verovatnoće. Posledice mogu takođe biti izdvojene npr. u one koje imaju uticaja na okolinu, zdravlje ljudi i ekonomiju i shodno tome se razlucito ocenjuju.

Nakon toga, posledice i verovatnoće se rangiraju prema svojoj težini. Analiza proizvodi preliminarni kvalitativni dokument o mogućim neželjenim događajima s obzirom na identifikovane izvore rizika. PHA ne identifikuje specifične komponente koje mogu da prouzrokuju štete većih razmera, ali može poslužiti kao osnova za buduću analizu sa nekom od metoda (FMEA, FMECA i HAZOP) [8], [9].

HAZOP (Hazard and Operability Analysis) je kvalitativna i induktivna metoda za sistematičnu analizu načina na koji mogu da nastanu devijacije u sistemu, odnosno za analizu potencijala rizika te devijacije. Bazirana na dijagramu toka sistema, i skupu vodećih reči ili scenarija, analiza rezultuje u identifikaciji opasnosti ili operacionalnih problema. Osnovni koncept HAZOP studije je da preuzme potpuni opis sistema i ispita svaki njegov deo kako bi otkrio do kakvih devijacija može doći u postojećem dizajnu i koji su uzroci i posledice te devijacije. Analiza daje kvalitativnu dokumentaciju o sistemskim devijacijama sa predlogom bezbedonosnih mera i za njihovo praćenje [10], [11].

4. SISTEM UPRAVLJANJA RIZIKOM U OBLASTI ODRŽAVANJA ENERGETSKIH SISTEMA

4.1. Održavanje energetskih sistema

Energetski sistemi predstavljaju pravi izazov za održavaoce tehničkih sistema, jer su svojim brzim razvojem, u tehničkom smislu, probudili stagnaciju tehničkih sistema za održavanje, metode i tehnike održavanja i razvili tehničku, pogotovu preventivnu dijagnostiku sistema. Naučnici, stručnjaci, inženjeri i tehničko osoblje koje se bavi tehničkom dijagnostikom i preventivnim održavanjem u industriji i van nje, skoro da istim elanom i motivacijom otkriva inovira nove-stare postupke nebi li predupredio svaki otkaz ili moguću havariju na energetskom sistemu. Pri tom se svakako oseća potreba smanjenja rizika od otkaza sistema, ali i osiguranja imovine energetskog tehničkog sistema, resursa, radne i životne sredine [1].

Efekti održavanja tehničkih sistema najbolje se prate preko logističkih parametara: pouzdanosti, raspoloživosti i gotovosti, funkcionalne podobnosti, pogodnosti održavanja i troškova (ekonomske efikasnosti). Svaki logistički parametar je međusobno povezan sa drugim i ima svoju ekonomsku cenu.

Upravljanje sistemom održavanja tehnoloških sistema obuhvata: planiranje i sprovođenje postupaka aktivnosti održavanja koji su identifikovani, predviđeni projektom tehnološkog sistema ili su posledica otkaza tehničkog sistema. U proceduri upravljanja održavanjem tehnoloških sistema je i segment sigurnosti rada sistema i zaštita radne i životne sredine.

4.2. Havarija na turboduvaljki u pogonu energetika (Železara Smederevo)

U toku proizvodnog procesa na lopaticama turboduvaljke broj 3 u pogonu Energetika desila se havarija, kao posledica starenja ili zamora materijala od kojeg su napravljene lopatice.

Često, problem nastaje kod nekvalitetne industrijske vode, koja služi za hlađenje ulja i turbovazduha, a koja u sebi sadrži materije koje štetno utiču na materijal od kojeg su napravljene lopatice. Nastanak korozije, probijanje lopatica, zavrtnjeva na gornjem poklopcu turboduvaljke ili slično predstavlja osnov nastanka havarije na lopaticama, a time i na turboduvaljki [1].

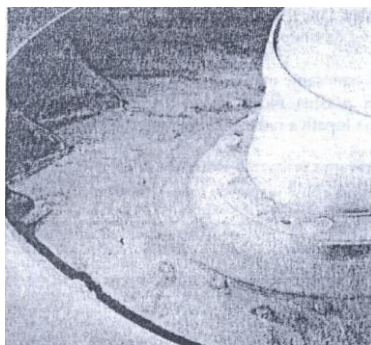
Turboduvaljka proizvodi i šalje turbovazduh prema pogonu Visoka peći pod pritiskom od 2,75 bara. Takav turbovazduh, pomoću gasnih gorionika uduvava se u peć radi pospešivanja procesa proizvodnje sirovog tečnog gvožđa.

Havarije izazivaju oštećenja tehničkih sistema u okviru tehnološkog sistema, kao što su elektro motori, hidraulična i creva za hlađenje u zonama sekundarnog hlađenja i slično.

4.3. Posledice havarije na turboduvaljki za životnu sredinu

Kao posledica nerada turboduvaljke broj 3 je smanjenje proizvodnje turbo vazduha u pogonu Energetika, do prestanka isporuke turbovazduha pogonu Visoka peći smanjenje proizvodnje gvožđa u daljem proizvodnom toku. Za pogon Energetika, havarija na turboduvaljki broj 3, slika 2, izazvaće veće angažovanje ostatka instalisanih tehničkih sistema, turboduvaljke 1 i 2 vanredne aktivnosti planskog održavanja turboduvaljke broj 3.

Za samu proizvodnju, vreme stajanja te turboduvaljke označiće se gubitkom u proizvodnji. Gubici u proizvodnji čelika mogu biti značajni, jer će izazvati pad temperature i slabije sagorevanje koksa u Visokoj peći, zalivanje, odnosno pregorevanje vrha duvnica za uduvavanje toplog vazduha, a to će svakako imati za posledicu i gubitak prirodnih resursa: struje, vode i ostalo [1].



Slika 2. Havarija na lopaticama turboduvaljke

Mere za smanjenje mogućnosti havarije na turboduvaljkama su: kontinualno praćenje stanja lopatica korišćenjem svih mogućih metoda kontrole, kontrola svih vrsta medija koji su u vezi sa turboduvaljkama kao i otklanjanje uočenih slabosti u radu turboduvaljki.

Povrede radnika proizvodnje i održavanja su retke, a smrtne povrede radnika nisu moguće. Rad turboduvaljki se ipak ocenjuje kao rizičan i retko nepredvidljiv. U slučaju pogona Energetika, u vreme dvadesetogodišnjeg praćenja stanja tehničkih sistema, nije zabeležen nijedan havarijski slučaj, mada je bilo predhavarijskih situacija, bez značajnijih materijalnih gubitaka.

4.4. Havarija na radnom kolu ventilatora za otprašivanje livne platforme Visoke peći (Železara Smederevo).

Livna platforma, u vreme izlivanja tečnog gvožđa, zaprašena je česticama grafita, prašine i gasovima koji izlaze zajedno sa tečnim metalom. Na livnoj platformi se nalaze livci i ostalo tehnološko osoblje zbog kojih sve te materije treba odstraniti iz njihove radne i životne sredine. Zato

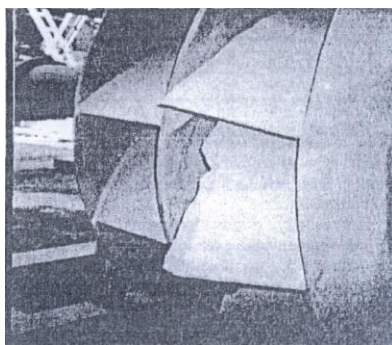
18. KONFERENCIJA SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM RIZIK I BEZBEDNOSNI INŽENJERING

su u centralnoj stanici za otprašivanje instalirana tri centrifugalna dvostrujna ventilatora za otpršivanje livne platforme [1].

Ventilator za usisavanje gasova AH-24×2-0,62 radi sa graničnom brzinom obrtanja 750 o/min i snagom od 800 kW. Radno kolo ventilatora je prečnika 2400 mm, širine 1120 mm. Lopatice, ima ih šesnaest sa jedne i šesnaest sa druge strane zavaruju se na disku i naglavku. Usled dejstva abrozivnih materija, stranih tela i svega onog što se nađe u atmosferi na livnoj platformi, a podložno je usisavanju u sistemu za otprašivanje, utiće na stanje lopatica radnog kola manje ili više. Lopatice radnog kola izlažu se abrozivnom dejstvu, hemijskom i fizičkom dejstvu. Ovo poslednje ima za posledice odvarivanje lopatica, lom ili prskanje dela lopatice izloženog fizičkom dejstvu.

Ne retko se dešava da dođe do nesaosnosti vratila radnog kola i elektromotora ili neupravnosti vratila i samog radnog kola, što izaziva zadržavanje, nagomilavanje ili nanošenje manje ili više količine prašine na delovima lopatica prema disku. Ta prašina može izazvati ostećenja lopatica do odvarivanja, odnosno otpadanja lopatica radnog kola i do pravih havarijskih sistuacija, slika 3 i slika 4.

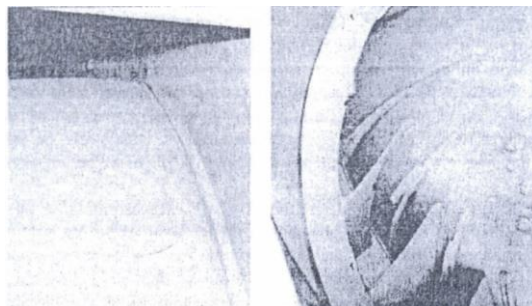
Posledice havarije radnog kola ventilatora se kategorizuje u manje havarije tehnoloških sistema. Sanacija havarije traje nekoliko dana, a ostala dva ventilatora su radila bez problema.



Slika 3. Havarije na radnom kolu ventilatora [1]

4.5. Posledice po životnu sredinu

Ventilatori za otprašivanje gasova i prašine sa livne platforme nalaze se u neposrednoj blizini livne hale, ali dovoljno udaljeni da ne ometaju rad pri izlivanju tečnog gvozdā. Uisni cevovod i prihvatači prašine i gasova su na livnoj platformi odakle se cela količina gasa transportuje do elektrofiltera, skrubera i izlaznih cevovoda, izlazne instalacije. Prilikom izlivanja tečnog gvozdā stvori se prašina i do nekoliko tona težine, a gasova koji izlaze zajedno sa tečnim gvozdem je više hiljada kubnih metara. Pored ugljenmonoksida, ugljendioksida, metana ima sumpordioksida, azota, visokopečnog gasa, metana, hlora. Svi ti gasovi, zajedno sa prašinom, treba da se, pomoću ventilalora, transportuju preko prečistača, elekfrofiltera i skrubera, u atmosferu, naravno prečišćeni - bez imalo zagađenja ili sa zagađenjem u dozvoljenoj količini.



Slika 4. Havarije na radnom kolu ventilatora

18. KONFERENCIJA SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM RIZIK I BEZBEDNOSNI INŽENJERING

U slučaju da dođe do havarije na jednom ili više ventilatora predhodna funkcija bila bi ugrožena, to jest, nastalo bi zagađenje na livnoj platformi. Da ne bi došlo do ugrožavanja rada Visoke peći, na platformi su napravljeni otvori u zidu i na krovnoj konstrukciji tako da se u nastaloj havarijskoj situaciji sva količina prašine i gasa, kao lakšeg medija podiže i prirodnim putem odlazi u atmosferu.

U havarijskim slučajevima ta zagađenja radne i životne sredine prelazila su dozvoljene granice i po nekoliko desetina puta.

U zavisnosti od dužine trajanja, visine materijalne štete i drugih štetnih posledica, kao i od dužine zastoja rada tehnološkog sistema, havarijski događaji se svrstavaju u tri kategorije: havarija prve kategorije, havarija druge kategorije i havarija treće kategorije. Sve tri kategorije havarijskih događaja definisani su: Pravilnikom o havarijama. Poslovne jedinice su obavezne da sačine Uputstava o delovanju u toku havarijskih događaja u kojima se tačno definiše pravo i obaveza svakog izvršioca u nastaloj situaciji [1].

4.6. Postupci za evidentiranje i rešavanje havarijskih događaja

U slučaju havarije, nezavisno od njene kategorije, propisuje se postupak za njeno rešavanje, obaveštava nadležni direktor i formiraju se Komisije za isleđivanje havarijskih situacija.

Stalni članovi komisije svih kategorija havarije su predstavnici Sektora Bezbednost koji rade na poslovima zaštite radne i životne sredine, zaštite na radu i od požara i predstavnici osiguravajućeg društva.

Isleđivanje havarije ima za cilj da [4], [5]:

- ustanovi karakter havarije (opis),
- ustanovi uzrok havarije,
- ustanovi gubitak u proizvodnji,
- utvrdi materijalnu štetu prouzrokovanu havarijom,
- pokrene postupak radi nadoknade štete od Osiguravajućeg društva,
- predloži optimalno tehničko rešenje za sanaciju havarije,
- utvrdi odgovornost za prouzrokovanje havarije i td.

Osnovna evidencija o havarijama vodi se na nivou tehnološkog proizvodnog sistema, prilagođena efikasnijoj analizi radi preduzimanja mera sprečavanja ponavljanja istih havarija.

Havarije prve i druge kategorije prijavljuju se organima MUP-a i nadležnom sudu, dok se havarije treće kategorije prijavljuju samo odgovornim licima u okviru metalurškog proizvodnog sistema, u skladu sa odredbama Pravi1nika.

Komisije za isleđivanje i sanaciju havarije dužne su da sačine izveštaj o havariji u sledećim rokovima:

- za havariju prve kategorije do 30 dana,
- za havariju druge kategorije do 10 dana i
- za havariju treće kategorije do 7 dana.

Osnovna evidencija o havarijskim događajima vodi se na nivou poslovnih i proizvodnih jedinica.

Evidencija o havarijskim situacijama vodi se radi interne upotrebe, ali može poslužiti i eksterno drugim proizvodnim sistemima ili radi upoznavanja javnosti o posledicama koje mogu nastati usled havarije.

Pouzdanost tehničkih sistema, dobra organizacija održavanja i preventivni inženjering svakako će dati dobre rezultate u zaštiti radnika i zaštiti sredstava za rad.

5. ZAKLJUČAK

Analiza rizika je postupak kojem je cilj ustanoviti „ranjivosti“ sistema, uočiti potencijalne opasnosti (rizike) te na odgovarajući način kvantifikovati moguće posledice da bi se mogao odabrati najdelotvorniji način zaštite, odnosno proceniti opravdanost uvođenja dodatnih „protivmera“.

18. KONFERENCIJA SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM RIZIK I BEZBEDNOSNI INŽENJERING

Analizom rizika moraju se utvrditi sledeće činjenice:

- kritični resursi i njihova vrednost (relativna ili novčana),
- pregled mogućih opasnosti i verovatnoće njihove pojave,
- potencijalni gubici koje prouzrokuje ostvarenje opasnosti,
- preporučene protivmere (nadzor) i zaštita.

Na temelju dobijenih rezultata potrebno je odlučiti kakve protivmere treba preduzeti.

Postoje tri mogućnosti delovanja koje nisu međusobno isključive:

- smanjenje rizika.
- prenos rizika i
- prihvatanje rizika.

Jedini vazan parametar pri odabiru načina delovanja je isplativost za preduzeće. Smanjenje rizika predstavlja proces u kojem se na temelju provedene analize rizika nastoje provesti odgovarajuće protivmere i uvesti sigurnosni nadzor da bi se zaštitili resursi organizacije.

U tom postupku nastoji se smanjiti verovatnoća opasnosti ili njen uticaj na proces.

Ukoliko se pokaže isplativijim, rizik je moguće preneti na treću stranu (npr. Osiguravajuće društvo). Isto tako moguće je da implementacija protivmera ili prenos rizika nisu isplativi. U tom slučaju preduzeće može odlučiti da prihvati rizik, odnosno troškove koji iz toga proizilaze.

Jedini pristup koji u upravljanju rizikom nije prihvatljiv je ignorisanje ili zanemarivanje rizika. Treba znati da je upravljanje rizikom kontinualan proces te da se odnos vrednosti resursa, ranjivosti i opasnosti s vremenom menja [1].

6. LITERATURA

- [1] Adamović, Ž.; Jovanov, G.; Meza, S.: *Upravljanje rizikom*, Univerzitet u Novom Sadu, 2008.
- [2] Andrijanic, I.; Klasic, K.: *Tehnika osiguranja i reosiguranja*, Zagreb, 2002.
- [3] Arthur, C.; Michel, E.; Peter, C.: *Risk Management and Insurance*, Irwin/Me - Graw-Hill, International Editions, 1998.
- [4] Coker, A. O.; Smith, I. A.; Higgins, S.; Cameron, D. C.: *Computer-based Failure Mode and Effects Analysis for Quality Management - A Case Study*, 1989.
- [5] Dorfman, M.: *Risk Management and Insurance*, 6th edition, 1998.
- [6] Fusek, G.: *Upravljanje rizikom u osiguranju*, Svijet osiguranja, broj 4/2005.
- [7] Gustavson, T.: *Risk Management and Insurance*, 10th edition, South-Western College Publication, International Thompson Publishing, USA, 1998.
- [8] George, E.; Rejda, *Principles of Risk Management and Insurance*, Ninth Edition, Addison Wesley, Boston, 2005.
- [9] Haimes, Y.: *Risk modeling, assessment and management*, John Wiley and Sons, New York, 1998.
- [10] Pravilnik o havarijama, Interni dokument Železare Smederevo
- [11] *Risk In an Industrial Society -Theory and Practice*, October 2002.