

UNIVERZITET U NIŠU



FAKULTET ZAŠTITE NA RADU U NIŠU

dr Ljubiša Vučković

## ELEKTRIČNA ENERGIJA I RIZIK OD POŽARA I EKSPLOZIJA



Niš, 2007.

**UNIVERZITET U NIŠU  
FAKULTET ZAŠTITE NA RADU U NIŠU**

# **ELEKTRIČNA ENERGIJA I RIZIK OD POŽARA I EKSPLOZIJA**

dr Ljubiša Vučković, red. prof.

dr Ljubiša Vučković, red. prof. Fakulteta zaštite na radu u Nišu

## **ELEKTRIČNA ENERGIJA I RIZIK OD POŽARA I EKSPLOZIJA**

*Prvo izdanje*

### **Izdavač:**

*Fakultet zaštite na radu u Nišu, Niš, Čarnojevića 10a*

Odlukom Nastavo-naučnog veća Fakulteta zaštite na radu u Nišu, broj 03-199/9 od 07.04.2005. godine, rukopis je odobren za štampu.

### **Recenzenti:**

*dr Suzana Savić, red. prof. Fakulteta zaštite na radu u Nišu*

*dr Mihailo Petrović, red. prof. u penziji Fakulteta zaštite na radu u Nišu*

### **Za izdavača:**

*dr Dragan Spasić*

### **Tehnički uredio:**

*dr Ljubiša D. Vučković*

### **Štampa:**

*M. Kops Centar, Niš, Čarnojevića 10a*

CIP - Katalogizacija u publikaciji  
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

331.45/.46:621.3  
621.316.9

### **VUČKOVIĆ, Ljubiša**

Električna energija i rizik od požara i eksplozija / Ljubiša Vučković. - 1. izd. - Niš : Fakultet zaštite na radu, 2007. (Niš : M. Kops Centar). - 251 str. : graf. prikazi, tabele ; 25 cm

Tiraž 200. - Prilozi: str. 199-251. - Bibliografija: str. 191-198.

ISBN 978-86-80261-51-5

a) Zaštita na radu – Električna struja b) Zaštita od požara – Električni uređaji c) Električni uređaji – Zaštita  
COBISS.SR-ID 145728524

## .....SADRŽAJ

UVOD .....	9
1. SISTEMSKI PRISTUP OCENI OPASNOSTI NASTANKA POŽARA I EKSPLOZIJA OD ELEKTRIČNE ENERGIJE .....	13
1.1. Sistemski pristup, sistemska analiza i opšta teorija sistema .....	13
1.2. Osnovne karakteristike sistema .....	15
1.3. Neodređenost i degradacija sistema .....	19
1.4. Osnovi ocene rizika .....	22
1.4.1. Rizik sistema .....	22
1.4.2. Sistemski pristup proceni rizika .....	23
1.4.3. Zakonitosti pojave rizika .....	26
1.4.4. Pokazatelji rizika .....	28
1.5. Ocena rizika .....	28
1.5.1. Fazi ocena rizika .....	30
1.6. Sistem opasnosti požara i eksplozija od električne energije .....	35
2. ELEKTRIČNA ENERGIJA KAO UZORČNIK NASTANKA POŽARA I EKSPLOZIJA.....	37
2.1. Požari i eksplozije izazvani električnom energijom.....	37
2.2. Elementi analize opasnih stanja električne energije .....	38
2.2.1. Klasifikacija elemenata električne energije kao izvora paljenja.....	38
2.2.2. Analiza elemenata opasnosti električne energije kao izvora paljenja .....	38
2.2.3. Određivanje vrednosti parametara za identifikaciju opasnosti od električne energije.....	44
2.3. Analiza faktora opasnih stanja električne energije .....	54
2.3.1. Faktori pojave požarno opasnih parametara električne energije .....	54
2.4. Čovek kao uzrok pojave opasnih stanja električne energije.....	60
2.4.1. Čovek operator kao faktor rizika u tehnološkom sistemu.....	60
2.4.2. Faktori pouzdanosti čoveka-operatora .....	60
2.4.3. Ocena pouzdanosti operatora primenom parnog upoređivanja .....	64
3. OPASNOST OD POŽARA I EKSPLOZIJA PREMA VRSTI GORIVIH MATERIJIA .	67
3.1. Karakteristike i klasifikacija gorivih materija.....	67
3.1.1. Karakteristike gorivih materija .....	67
3.1.2. Klasifikacija zapaljivih i eksplozivnih materija.....	68
3.2. Podela ugroženog prostora na zone opasnosti .....	70
3.3. Metodološki pristupi određivanju zona opasnosti .....	72
3.3.1. Metodi za određivanje zona opasnosti .....	74
3.4. Određivanje ugroženosti prostora od požara i eksplozija.....	78
3.3.1. Parametri za određivanje rasprostiranja zona opasnosti.....	79
3.3.2. Izvori opasnosti ugroženih prostora.....	79
3.3.3. Proračun dimenzija ugroženog prostora .....	80
3.4. Uticaj ventilacije na određivanje granica zona opasnosti.....	92
3.4.1. Procena stepena ventilacije i njen uticaj na ugroženi prostor .....	94
3.4.1.1. Procena hipotetičke zapremine .....	94
3.4.2. Otvoreni prostor.....	95
3.4.2.1 Otvoreni prostori malih dimenzija.....	96
3.4.2.1 Procena vremena održavanja .....	96

3.4.3. Procena stepena ventilacije.....	97
4. METODI PROCENE RIZIKA NASTANKA POŽARA I EKSPLOZIJA OD	
ELEKTRIČNE ENERGIJE.....	101
4.0. Opšte o metodima za procenu rizika.....	101
4.0.1. Metodi ocene požarne opasnosti od električne energije.....	103
4.0.1.1. <i>Deterministički metodi ocene opasnosti požara i eksplozija od</i>	
<i>električne energije.....</i>	104
4.0.1.2. <i>Metodi ocene verovatnoće požarne opasnosti</i>	
<i>od električne energije.....</i>	105
4.0.1.3. <i>Metodi ekspertnih ocena.....</i>	106
4.0.1.4. <i>Metodi fazi logike.....</i>	107
4.0.1.5. <i>Kombinovani metodi.....</i>	109
4.0.1.5.1. <i>Metodi indeksa opasnosti.....</i>	109
4. 1. Preliminarni metodi ocene.....	113
4.1.1. Ocena opasnosti po sličnosti.....	115
4.1.2. Intuitivni metod ocene.....	116
4.2. Metod upitnika u oceni požarne opasnosti od električne energije.....	117
4.3. "Šta-Ako" analiza opasnosti.....	121
4.4. Pregled zaštite.....	126
4.5. Metod analize načina, efekata i kritičnosti okaza "FMECA".....	127
4.5.1. Osnovi primene FMECA metoda.....	127
4.5.2. Ograničenja i prednosti u primeni FMECA metoda.....	132
4.6. Metod stabla okaza.....	133
4.6.1. Osnovi primene metoda stabla okaza.....	133
4.6.2. Prednosti i ograničenja u primeni metoda stala otkaza.....	147
4.7. Metod bodovnog ocenjivanja nastanka požara i eksplozija	
od električne energije.....	149
4.8. Metod određivanja verovatnoće požara i eksplozija u objektima	
izazvanih dejstvom električne energije.....	157
4.9. Metod eksperimentalnog određivanja verovatnoće pojave	
požara u/od elektrotehničkih proizvoda.....	169
4.10. Deterministički metodi ocene opasnosti nastanka požara i eksplozija	
od električne energije.....	173
5. IZBOR METODA ZA OCENU OPASNOSTI NASTANKA	
POŽARA I EKSPLOZIJA OD ELEKTRIČNE ENERGIJE.....	177
5.1. Složenost problema izbora metoda.....	177
5.2. Faktori koji utiču na izbor metoda ocene požarne opasnosti.....	180
5.2.1. <i>Faktori uslova primene.....</i>	180
5.2.2. <i>Karakteristike metoda za ocenu požarne opasnosti</i>	
<i>od električne energije.....</i>	181
5.3. Postupci izbora metoda ocene požarne opasnosti.....	182
5.3.1. <i>Postupak izbora metoda na bazi tabelarne matrice.....</i>	183
5.3.2. <i>Višekriterijumski model izbora optimalnog metoda</i>	
<i>zasnovan na metodu Analitičkih hijerarhijskih procesa (AHP).....</i>	185
5.3.2.1. <i>Višekriterijumski model izbora optimalnog metoda za ocenu</i>	
<i>opasnosti nastanka požara i eksplozija od električne energije.....</i>	188
5.4. Zaključna razmatranja u izboru metoda ocene.....	190
Literatura.....	191
PRILOZI.....	199

Prilog I	Upitnici (ček liste) .....	201
Prilog II	Primena "FMECA" metoda za ocenu požarne opasnosti elektrouređaja .....	221
Prilog III	Primer metoda stabla otkaza kvarcne grejalice.....	224
Prilog IV	Oznake i simboli za konstrukciju stabla otkaza/događaja	227
Prilog V	Tabele za metod bodovnog ocenjivanja .....	228
Prilog VI	Primena metoda eksperimentalnog određivanja verovatnoće nastanka požara od elektrotehničkog proizvoda .....	236
Prilog VII	Primer optimalnog izbora metoda za ocenu opasnosti nastanka požara i eksplozija od električne energije primenom AHP metoda ..	239