

# PROCENA UGROŽENOSTI METODOM INDEKSA POŽARA I EKSPLOZIJE (F&EI) – DOW INDEKS

Risk Assessment with Fire and Explosion Index (F&EI) Method - DOW  
Index

Miroslav Gojić

d.o.o. Termoenergo inženjering, Beograd

IX Ex tribina  
PREVENTIVA

Fruška gora, 02.06.2017.

# Sadržaj

- 1 Uvod
- 2 F&EI indeks
- 3 Kraj

# Abstrakt

U Pravilniku o načinu izrade i sadržaju plana zaštite od požara autonomne pokrajine, jedinica lokalne samouprave i subjekata razvrstanih u prvu i drugu kategoriju, navedene su metode kojima se proverava ugroženost od požara i eksplozije. Jedna od tih metoda je i metod indeksa požara i eksplozije (F&EI) - DOW indeks, namenjena za procenu ugroženosti u industrijskim postrojenjima u kojima se radi sa zapaljivim i gorivim tečnostima i zapaljivim gasovima, kao i u drugim procesnim postrojenjima. U ovom radu dat je prikaz metode i njene primene. Metodom se dolazi do rangiranja procesnih postrojenja u zavisnosti od indeksa požara i eksplozije. Primenjuje se posle dimenzionisanja postrojenja i određivanja detalja.

## O metodi

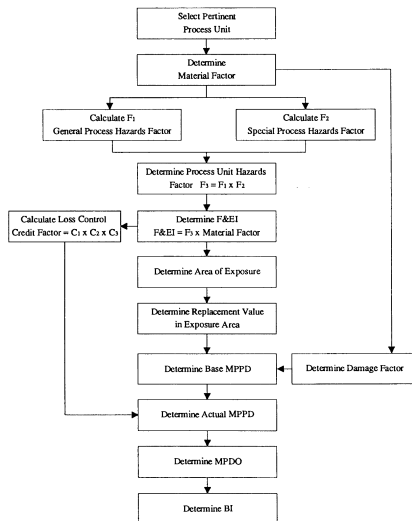
- DOW - Chemical Company
- FM - Chemical Occupancy Classification (1957)
- Fire and Explosion Index (F&EI)
- I - 1964
- VII - 1994 (2010) AIChE

F&EI metod se primenjuje u proceni rizika pri skladištenju i/ili procesuiraju zapaljivih, gorivih i reaktivnih materija. Omogućava direktan i jednostava pristup u određivanju potencijalnog izlaganja riziku postrojenja kao i predloge mera za zaštitu od požara i preventivne mere. Metod F&EI daje dobru osnovu za odlučivanje u analizi procene rizika i potrebu za detaljnijom analizom.

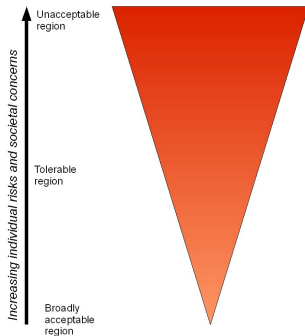
# Sadržaj F&EI metode

- šest opštih opasnosti od procesa
- dvanaest specijalnih opasnosti od procesa
- faktori kontrole gubitaka
  - devet procesnih kontrolnih faktora
  - četiri faktora izolacije (odvajanja) materije
  - devet faktora zaštite od požara

# Algoritam

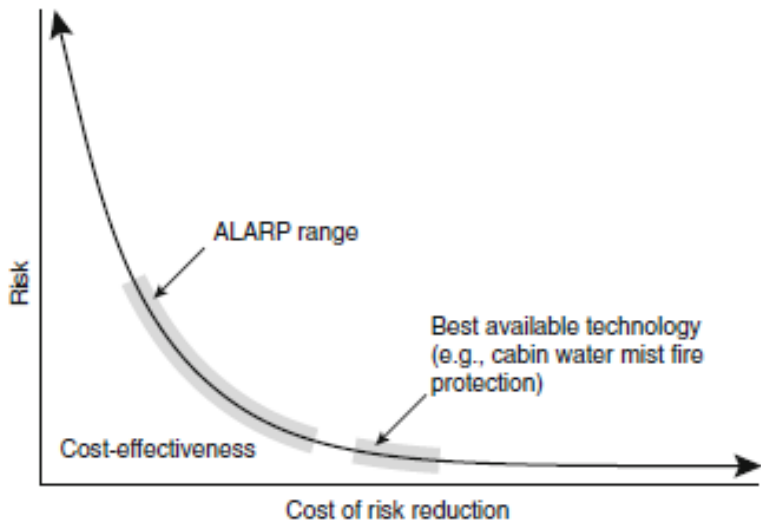


# ALARP



“as low as reasonably practicable“

# ALARP





## FIRE &amp; EXPLOSION INDEX

AREA / COUNTRY		DIVISION	LOCATION	DATE
SITE		MANUFACTURING UNIT	PROCESS UNIT	
PREPARED BY:		APPROVED BY: (Supervisor)	BUILDING	
REVIEWED BY: (Management)		REVIEWED BY: (Technology Center)	REVIEWED BY: (Safety & Loss Prevention)	
MATERIALS IN PROCESS UNIT				
STATE OF OPERATION		BASIC MATERIAL(S) FOR MATERIAL FACTOR		
___ DESIGN ___ START UP ___ NORMAL OPERATION ___ SHUTDOWN				
MATERIAL FACTOR (See Table 1 or Appendixes A or B) Note requirements when unit temperature over 140 °F (60 °C)				
<b>1. General Process Hazards</b>		Penalty Factor Range	Penalty Factor Used(1)	
Base Factor .....		1.00	1.00	
A. Exothermic Chemical Reactions		0.30 to 1.25		
B. Endothermic Processes		0.20 to 0.40		
C. Material Handling and Transfer		0.25 to 1.05		
D. Enclosed or Indoor Process Units		0.25 to 0.90		
E. Access		0.20 to 0.35		
F. Drainage and Spill Control _____ gal or cu.m.		0.25 to 0.50		
General Process Hazards Factor (F <sub>1</sub> ) .....				
<b>2. Special Process Hazards</b>				
Base Factor .....		1.00	1.00	
A. Toxic Material(s)		0.20 to 0.80		
B. Sub-Atmospheric Pressure (< 500 mm Hg)		0.50		
C. Operation In or Near Flammable Range		Inerted Not Inerted		
1. Tank Farms Storage Flammable Liquids		0.50		
2. Process Upset or Purge Failure		0.30		
3. Always in Flammable Range		0.80		
D. Dust Explosion (See Table 3)		0.25 to 2.00		
E. Pressure (See Figure 2)		Operating Pressure _____ psig or kPa gauge Relief Setting _____ psig or kPa gauge		
F. Low Temperature		0.20 to 0.30		
G. Quantity of Flammable/Unstable Material:		Quantity _____ lb or kg H <sub>C</sub> = _____ BTU/lb or kcal/kg		
1. Liquids or Gases in Process (See Figure 3)				
2. Liquids or Gases in Storage (See Figure 4)				
3. Combustible Solids in Storage, Dust in Process (See Figure 5)				
H. Corrosion and Erosion		0.10 to 0.75		
I. Leakage -- Joints and Packing		0.10 to 1.50		
J. Use of Fired Equipment (See Figure 6)				
K. Hot Oil Heat Exchange System (See Table 5)		0.15 to 1.15		
L. Rotating Equipment		0.50		
Special Process Hazards Factor (F <sub>2</sub> ) .....				
Process Unit Hazards Factor (F <sub>1</sub> x F <sub>2</sub> ) = F <sub>3</sub> .....				
Fire and Explosion Index (F <sub>3</sub> x MF = F&Ei) .....				

(1) For no penalty use 0.00.

## LOSS CONTROL CREDIT FACTORS

1. Process Control Credit Factor (C<sub>1</sub>)

Feature	Credit Factor Range	Credit Factor Used <sup>(2)</sup>	Feature	Credit Factor Range	Credit Factor Used <sup>(2)</sup>
a. Emergency Power	0.98		f. Inert Gas	0.94 to 0.96	
b. Cooling	0.97 to 0.99		g. Operating Instructions/Procedures	0.91 to 0.99	
c. Explosion Control	0.84 to 0.98		h. Reactive Chemical Review	0.91 to 0.98	
d. Emergency Shutdown	0.96 to 0.99		i. Other Process Hazard Analysis	0.91 to 0.98	
e. Computer Control	0.93 to 0.99				

C<sub>1</sub> Value<sup>(3)</sup> 2. Material Isolation Credit Factor (C<sub>2</sub>)

Feature	Credit Factor Range	Credit Factor Used <sup>(2)</sup>	Feature	Credit Factor Range	Credit Factor Used <sup>(2)</sup>
a. Remote Control Valves	0.95 to 0.98		c. Drainage	0.91 to 0.97	
b. Dump/Blowdown	0.96 to 0.98		d. Interlock	0.98	

C<sub>2</sub> Value<sup>(3)</sup> 3. Fire Protection Credit Factor (C<sub>3</sub>)

Feature	Credit Factor Range	Credit Factor Used <sup>(2)</sup>	Feature	Credit Factor Range	Credit Factor Used <sup>(2)</sup>
a. Leak Detection	0.94 to 0.98		f. Water Curtains	0.97 to 0.98	
b. Structural Steel	0.95 to 0.98		g. Foam	0.92 to 0.97	
c. Fire Water Supply	0.94 to 0.97		h. Hand Extinguishers/Monitors	0.93 to 0.98	
d. Special Systems	0.91		i. Cable Protection	0.94 to 0.98	
e. Sprinkler Systems	0.74 to 0.97				

C<sub>3</sub> Value<sup>(3)</sup> Loss Control Credit Factor = C<sub>1</sub> X C<sub>2</sub> X C<sub>3</sub>(<sup>3</sup>) =  (Enter on line 7 below)

## PROCESS UNIT RISK ANALYSIS SUMMARY

1. Fire & Explosion Index (F&EI).....	(See Front)	
2. Radius of Exposure.....	(Figure 7)	ft or m
3. Area of Exposure.....		ft <sup>2</sup> or m <sup>2</sup>
4. Value of Area of Exposure.....	(Figure 8)	SMM
5. Damage Factor.....	(Figure 8)	
6. Base Maximum Probable Property Damage – (Base MPPD) [4 x 5].....		SMM
7. Loss Control Credit Factor.....	(See Above)	
8. Actual Maximum Probable Property Damage – (Actual MPPD) [6 x 7].....		SMM
9. Maximum Probable Days Outage – (MPDO).....(Figure 9)		days
10. Business Interruption – (BI).....		SMM

<sup>(2)</sup> For no credit factor enter 1.00.<sup>(3)</sup> Product of all factors used.

Refer to Fire &amp; Explosion Index Hazard Classification Guide for details.

## MANUFACTURING UNIT RISK ANALYSIS SUMMARY

AREA / COUNTRY		DIVISION			LOCATION		
SITE		MANUFACTURING UNIT			TYPE OF OPERATION		
PREPARED BY		TOTAL MFG. UNIT REPLACEMENT VALUE			DATE		
Process Unit	Material Factor	F&EI	Value of Area of Exposure \$MM	Base MPPD <sup>1</sup> \$MM	Actual MPPD <sup>1</sup> \$MM	Days Outage MPDD <sup>2</sup>	B <sup>3</sup> Loss \$MM
Major Material							

<sup>1</sup> Maximum Probable Property Damage

<sup>2</sup> Maximum Probable Days Outage

<sup>3</sup> Business Interruption

## F&amp;EI

Faktor materijala ( <i>MF</i> )		16
1. Opšta opasnost od procesa	opseg:	vrednost:
Osnovni faktor	1,00	-
A Egzotermna hemijska reakcija	0,30 – 1,25	-
B Endotermni procesima	0,20 – 0,40	-
C Manipulacija materijalima	0,25 – 1,05	-
D Kontejnerske ili zatvorene jedinice	0,25 – 0,90	-
E Pristup	0,20 – 0,35	-
F Kontrola izlivanja i dreniranje (1000 m <sup>3</sup> )	0,25 – 0,50	-
Faktor opšte opasnosti od procesa ( <i>F</i> <sub>1</sub> )		-

2. Specijalna opasnost od procesa	-	-
Osnovni faktor	1,00	-
A Otrovni materijali	0,20 – 0,80	-
B Podpritisak (< 500 mm <i>Hg</i> )	0,50	-
C Rad pri opegu zapaljivosti (inertan / neinertan)	-	-
- skladište zapaljivih tečnosti i gasova	0,50	-
- poremećaji procesa ili otkazi	0,30	-
- u opsegu zapaljivosti	0,80	-
D Eksplozivne prašine	0,25 – 2,00	-
E Pritisak (radni: > 25 barg i sigurnosni: ×1.50)	grafik	-
F Niska temperatura	0,20 – 0,30	-
G Količina materije (količina: 700 000 m <sup>3</sup> pri 40 000 kJ/kg)	-	-
- tečnosti ili gasovi u procesu	grafik	-
- uskladištene tečnosti i gasovi	grafik	-
- prašine u procesu ili uskladištene	grafik	-
H Korozija i erozija	0,10 – 0,75	-
I Curenje, na spojevima	0,10 – 1,50	-
J Korištenje orvorenog plamena	grafik	-
K Izmenjivači sa uljem	0,15 – 1,15	-
L Rotacione mašine	0,50	-

Kontrola procesa ( $C_1$ )

opis	opseg	vrednost	opis	opseg	vrednost
a) sigurnosno napajanje	0,98	-	f) inertni gas	0,94 – 0,96	-
b) hlađenje	0,97 – 0,99	-	g) operativne procedure	0,91 – 0,99	-
c) kontrola eksplozije	0,84 – 0,98	-	h) reaktivne hemikalije	0,91 – 0,98	-
d) sigurnosno isključenje	0,96 – 0,99	-	i) ostale analize	0,91 – 0,98	-
e) upravljački sistem	0,93 – 0,99	-	$C_1$		-

Izolacija (odvajanje) materije ( $C_2$ )

opis	opseg	vrednost	opis	opseg	vrednost
a) upravljivi regulacioni ventili	0,96 – 0,98	-	c) dreniranje	0,91 – 0,97	-
b) prodivavanje / izduvavanje	0,96 – 0,98	-	d) blokade	0,98	-
$C_2$					0,88

Zaštita od požara ( $C_3$ )

opis	opseg	vrednost	opis	opseg	vrednost
a) detekcija curenja	0,94 – 0,98	–	f) vodena zavesa	0,97 – 0,98	–
b) konstrukcioni čelik	0,95 – 0,98	–	g) gašenje penom	0,92 – 0,97	–
c) voda za gašenje požara	0,94 – 0,97	–	h) ručni aparati i monitori	0,93 – 0,98	–
d) posebni sistemi	0,91	–	i) zaštita kablova	0,94 – 0,98	–
e) sprikler	0,74 – 0,97	–	$C_3$		0,70



### Ukupni rizik procesa

1.	Faktor požara i eksplozije	-
2.	Radius izloženosti	-
3.	Površina izloženosti	-
4.	Vrednost na površini izloženosti	-
5.	Faktor oštećenja	-
6.	Osnovna maksimalna šteta	-
7.	Faktor kontrole gubitaka	-
8.	Realna maksimalna šteta	-
9.	Maksimalan broj dana van pogona	-
10.	Troškovi zastoja	-

# F&EI- preventivne mere

- Odgovarajuće snabdevanje vodom za zaštitu od požara. Količina vode se određuje na osnovu zahteva za vodom u jedinici vremena i vremena koje proizilazi iz nagoreg scenarija koji se može očekivati. Zahtevi za vodom zavise od nadležnih institucija i mogu imati raspon od dvočasovnog do osmočasovnog požara.
- Konstruktivno projektovane posude, cevi, konstrukcije, ... .
- Sigurnosni ventili.
- Otpornost na koroziju ili dodaci.
- Odvajanje reaktivnih materijala u procesu.
- Uzemljenje električne opreme.
- Sigurna lokacija za distributivnu opremu električne energije.
- Normalna zaštita od gubitaka.
- Usaglašenost sa različitim standardima.
- Sistem merenja i regulacije sa SIL opremom.
- Pristupni putevi za voza u vredrednim situacijama i evakuacioni putevi za osoblje.
- Sistem drenaže za odvođenje prolivenih tečnosti i hemikalija.
- Primena izolacije na toplim površinama koje prelaze 80% vrednosti temperature paljenja ukoliko se nalaze u zoni zapaljivih gasova i para.
- Primena zakonske regulative o elektrotehničkim instalacijama.
- Ograničiti primenu staklenih uređaja i ekspanzionih spojnica u zonama opasnosti.
- Situacija postrojenja, visokorizične zone moraju biti označene.
- Zaštita cevi i kablova, kao i nosača, od uticaja požara.
- Pristup blokovskim ventilima i njihova ispravnost.
- Zaštita rashladnih tornjeva i prevencija gubitaka.
- Zaštita opreme koja koristi plamen protiv eksplozija i požara.
- Klasifikacija elektrotehničke opreme za zone opasnosti od eksplozije.
- Kontrolne sobe trebaju imati zidove otporne prema požaru najmanje 60 minuta.
- Revizijom procesa potrebno je utvrditi reaktivnost radnih fluida.
- Preporučuje se HAZOP studija za visokorizična postrojenja.

# Buncefield incident

- 11. decembar, 2005. godine
- **60 000 000 l** – voda za gašenje požara
- **750 000** – koncentrat za penu
- **1 000** – vatrogasaca
- **200** – vozila
- **10 000 000 GBP** – troškovi gašenje požara
- **32 h** – vreme gašenje požara
- **285** – inspektora i istražitelja
- **1 000 000 000 GBP** – ukupna šteta

# Zaključak

Metod F&EI prikazuje potencijalne gubitke elemenata postrojenja, identifikuje najkritičnije elemente i ukazuje na put smanjenja opasnosti od akcidenta. Koristan je alat koji se može koristiti zajedno sa drugim metodama za procenu rizika na procesnim elementima i daje jednostavne preporuke za smanjenje rizika i gubitaka. DOW - Chemical Company preporučuje metod F&EI i na već postojećim postrojenjima. Metod F&EI metod je usvojen u Srbiji, kao i drugim zemljama.

# Pitanja

P I T A N J A

# Kraj

HVALA NA PAŽNJI