

# **OSNOVE VARSTVA PRI DELU**

M. K.

## 2 Uvod

- V vsakdanjem življenju smo izpostavljeni vsem vrstam tveganj
- Pri večini tveganj ima ključno vlogo človek, tako kot povzročitelj tveganj ali pa kot dejavnik, ki ta tveganja lahko zmanjša
- Vse prevečkrat vlogo človeka na eni strani podcenjujemo in na drugi strani precenjujemo
- Varnostne analize se dostikrat osredotočijo na tehnologijo, predpise in standarde, ki zagotavljajo tehnološko varnost, isto časa pa človeka omenjajo bolj obrobno
- Enaka tehnološka oprema z različnimi ekipami operaterjev in vzdrževalcev lahko predstavlja glede tveganja popolnoma drug sistem

## 3 Uvod

- Čeprav izsledki znanosti in tehnologije ustvarjajo vedno boljše življenjske pogoje, pa je v družbi vedno prisoten strah pred tveganji, ki jih razvoj prinaša
- Upravičenost tega strahu potrjujejo nezgode, ki polnijo naslovne strani časopisov
- ***Code of Professional Practice on Engineers and Risk Code of Professional Practice on Engineers and Risk Issues Issues*** (1. marec 1993) v Veliki Britaniji opredeli kakšen odnos mora imeti inženir do tveganj, izdal ***Engineering Council, Council, Lloyd's Register Lloyd's Register in Health & Safety Executive Health & Safety Executive***
- ***Guidelines on Risk Issues Guidelines on Risk Issues*** predstavljajo navodila in razlago pravilnika, kako ga razumeti in uporabljati v praksi, izdal ***Engineering Council Engineering Council in Lloyd's Register Lloyd's Register***

## 4 Koga vse zanima ukvarjanje s tveganji

- \*Navodila za delo s tveganji Inženirji
  - Inženirske organizacije
  - Lastniki/zaposljevalci in menedžerji
  - Javnost
  - Vlada
  - Sindikati
  - Mediji
  - Izobraževanje in usposabljanje*

## 5 Točke pravilnika

- ***Profesionalna odgovornost***
- ***Zakonodaja***

- *Obnašanje*
- *Pristop*
- *Presoja*
- *Komunikacija*
- *Menedžment*
- *Strokovno usposabljanje*
- *Zavedanje javnosti*

## **6 Priporočila za vključitev tematike tveganja na tehnične fakultete**

- Štiri predavanja po eno uro, ki se jih podpre z
- Dvema primeroma po štiri ure in
- Ena vajo štiri ure za izdelavo enostavne analize *HAZOP* ali *FMEA*

## **7 Aktivnosti upravljanja s tveganjem**

ZUNANJI FAKTORJI –javnost, zakonodaja

POLITIKA DO TVEGANJA

IDENTIFIKACIJANEVARNOSTI

OCENA TVEGANJA -analiza tveganja, vrednotenje tveganja

NADZOR TVEGANJA –odločanje, implementacija, preverjanje učinka

8

1  
10  
30  
600

## **9 NEVARNOST**

*Varnostne pregrade*

Fenomenologija nezgode

## **10 Različna tveganja imajo skupni imenovalec**

Tveganje za varnost in zdravje

Tveganje za okolje

Tveganje za aktivnost

Stroški

## **11 Koncepti izogibanja tveganjem**

- Zakonodajni pristop

- Psihološki pristop
- Inženirski pristop

## **12 Inženirski pristop**

- Trije nivoji obrambe
- Varnostni faktorji
- Princip varne odpovedi

## **13 Trije nivoji obrambe**

- Inženirski nadzor nad tveganjem
- Administrativni nadzor ali delovni nadzor
- Osebna varovalna sredstva

## **14 Princip varne odpovedi**

- Splošni princip varne odpovedi
- Princip varne odpovedi z redundanco
- Princip najhujšega dogodka

## **15 Projektni principi**

- Eliminiraj
- Nadomesti
- Varuj
- Vgradi bariere
- Posvari osebj
- Uporabi opozorilne znake
- Uporabi filtre
- Projektiraj odsesovanje
- Upoštevaj človeški vmesnik

## **16 Analitski pristop**

FMEA / FMECA

Analiza načinov odpovedi in njihovih učinkov/ kritičnosti

## **17 FMEA**

- Failure Mode and Effects Analysis
- Analiza načinov odpovedi in njihovih učinkov
- FMEA raziskuje odpovedi komponent samih in jo običajno izvaja posameznik

## **18 Namen FMEA**

- Namen je identificirati komponente pri katerih se zahteva sprememba:
  - pri projektu,
  - obratovanju,
  - nadzorovanju

–ali vzdrževanju

Zaradi zmanjšanja tveganja, zaradi posledic posameznih odpovednih stanj

## **19 FMECA**

- Failure Mode and Effects Criticality Analysis (FMECA)
- Analiza načinov odpovedi in kritičnosti njihovih učinkov, je nadgradnja FMEA analize z namenom, da bi razvrstili potencialne načine odpovedi glede na združen vpliv njegove resnosti in verjetnosti odpovedi na osnovi najboljših razpoložljivih podatkov.

## **20 Postopek izvedbe FMEA/FMECA**

- Definiraj sistem za analizo in njegovo želeno zanesljivost
- Skonstruiraj funkcionalne in zanesljivostne sheme (če je potrebno) za prikaz povezav pod sklopov in komponent
- Zabeleži predpostavke na katerih bo temeljila analiza in definicije posameznih odpovednih stanj
- Popiši komponente, identificiraj njihova odpovedna stanja in kjer je potrebno tudi pogostosti odpovedi
- Izpolni FMEA delovne liste in analiziraj posledice posameznega odpovednega stanja na delovanje sistema
- Vključi rangiranje resnosti in pogostosti odpovedi kjer je potrebno v delovne liste in oceni vpliv posameznega odpovednega stanja na obnašanje sistema.
- Preglej delovne liste in identificiraj kritično opremo in izdelaj priporočila za izboljšave ter opredeli mesta, kjer je potrebna nadaljnja analiza

## **21 FMEA / FMECA delovni listi**

- FMEA se lahko izvaja na različne načine v odvisnosti od namena analize
- Izdelujejo se ponavadi v tabelaričnem formatu, ki podpira sistematičen pristop k delu

## **22 FMEA delovni listi**

## **23 FMECA delovni listi**

## 24 FMECA kritičnost

- ~Nivo 1 Manjši -brez posebnega učinka
- ~Nivo 2 Večji -nekaj zmanjšanja delovne učinkovitosti
- ~Nivo 3 Kritičen -pomembno zmanjšanje funkcionalnega delovnega učinka s takojšnjo spremembo obratovalnega stanja sistema
- ~Nivo 4 Katastrofalen -popolna izguba sistema z vključeno veliko materialno škodo ter smrtne žrtve med obratovalnim osebjem ter/ali okoljske posledice

## 25 FMECA pogostost odpovedi

- odpovedi/leto Zelo nizka < 0,01
- odpovedi/leto Nizka 0,01 do 0,1
- odpovedi/leto Srednja 0,1 do 1,0
- odpovedi/leto Visoka > 1

## 26 FMECA upoštevanje obremenitev

### Okoljski faktor obremenitve (k1)

- Splošni okoljski pogoji k1
- Idealni stacionarni pogoji 0,1
- Delovanje brez vibracij, kontrolirano okolje 0,5
- Povprečni industrijski pogoji 1,0
- Kemijska tovarna 1,5
- Črpalna ploščad/ladja 2,0
- Cestni transport 3,0
- Železniški transport 4,0

### Obratovalni faktor obremenitve (k2)

- Imenska obremenitev komponente (%) k2

## 27 Primer drevesa odpovedi

## 28 Drevesa odpovedi

- Logično modeliranje s tehniko dreves odpovedi
- Kaj je napaka in kaj okvara?
- Vsaka okvara je napaka, vsaka napaka pa ni nujno okvara
- Izdelava drevesa odpovedi: (je tako umetnost kot znanost in pride preko izkušenj)
  - definicija sistema
  - izbor glavnega dogodka
  - priporočljivo je slediti logično pot od ponora do izvora
  - ugotovitev dogodkov, ki lahko direktno povzročijo uresničitev glavnega dogodka

## 29 Drevesa odpovedi

- Dostikrat se je težko odločiti kaj je odpoved in ali je nek del opreme odpovedal
- Nekateri delijo odpovedi glede na:
  - Vzrok**: napačna uporaba, inherentna slabost opreme
  - Čas**: nenadna odpoved, počasna degradacija
  - Stopnja**: delna odpoved, popolna odpoved
  - Kombinacija**:
    - Katastrofalna: odpoved je nenadna in popolna
    - Degradacija: odpoved je postopna in delna

## 30 Drevesa odpovedi

- Primarna odpoved**
  - se zgodi, če oprema odpove pri pogojih za katere je bila predvidena
- Sekundarna odpoved**
  - se zgodi, če oprema odpove pri pogojih za katere ni bila predvidena
- Komandna odpoved**
  - oprema sicer deluje, vendar v napačnem času ali na napačnem kraju

## 31 Drevesa odpovedi

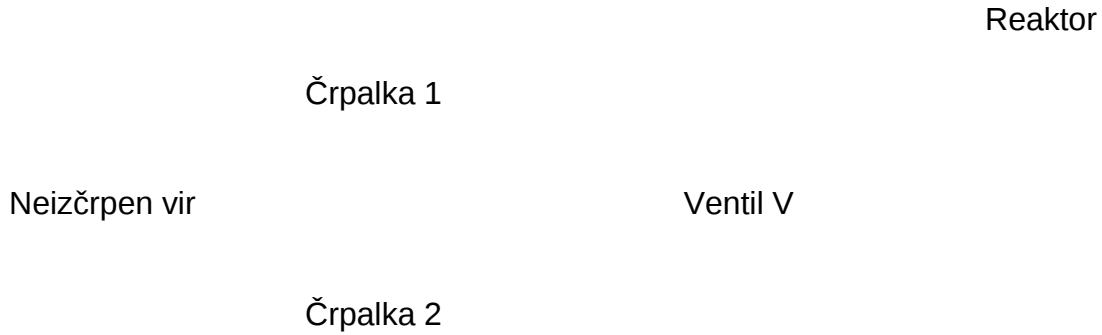
- Pasivne odpovedi**
  - se nanašajo na pasivne komponente kot so žice, cevovodi kot tudi nosilci mehanskih obremenitev
  - pasivna komponenta se običajno smatra kot mehanizem za prenos izhoda ene aktivne komponente na vhod druge aktivne komponente
- Aktivne odpovedi**
  - aktivne komponente prispevajo k funkciji sistema na dinamičen način s spreminjanjem na nek način obnašanje sistema

## 32 Drevesa odpovedi

- Odpoved v delovanju
- Odpoved delovanja na zahtevo

- Delovanje pred zahtevo
- Nadaljnje delovanje po prenehanju zahteve

### **33 Primer redukcije drevesa okvar**



### **34 Primer redukcije drevesa okvar**

### **35 Reducirana oblika istega drevesa**



## **36 Ključne informacije**

### **Razumevanje tveganja**

Kako pogosto se lahko zgodi?  
Kaj gre lahko narobe?  
Kakšne so posledice?

### **Osnova za analizo tveganja**

Zgodovinska izkušnja  
Analitične metode  
Znanje in intuicija

## **37 Proces analiz tveganja**

### **×Kvalitativne tehnike**

#### **Ocena frekvence**

Modeliranje učinkov

#### **Ocena posledic**

Modeliranje vzrokov

Identifikacija nevarnosti

= Kvalitativno rangiranje priporočil

### **×Kvantitativne tehnike**

#### **Ocena frekvence**

Ocena verjetnosti

#### **Ocena posledic**

Ocena vplivov

Ocena tveganja •**Absolutna in relativna tveganja**

•**Glavni prispevki k tveganju**

•**Primerjava z drugimi tveganji**

=Kvantitativna ocena ugodnosti in stroškov alternativ za zmanjšanje tveganja

## **38 Meje v katerih se dogaja vodenje procesa**

Meja ekonomske zmožnosti

Meja nesprejemljive delovne obremenitve

Meja definirana z uradno delovno prakso  
Prava varnostna meja

## 39 Človek kot ključni dejavnik tveganja

- Človeku pripisujejo krivdo za nezgodo v kar okoli 80 % vseh nezgod
- Pri ukvarjanju z varnostjo moramo ločiti **človeške napake**, ki imajo relativno kratek domet od **organizacijskih**, ki imajo veliko daljnosežnejše posledice
- V sistemu ukvarjanja z varnostjo ni več moderno govoriti o **človeškem faktorju**, ki se ga uporabi ponavadi tedaj, ko hočemo krivdo za nezgodo prevaliti na človeka
- Pri organizacijah je zelo važno kakšen je pretok informacij po posameznih nivojih vodenja in kako med posameznimi nivoji vodenja
- Želimo imeti na razpolago pravo informacijo, ko jo potrebujemo in ne biti preplavljeni z množico nepotrebnih informacij
- Organizacijske napake: **velike napake** in **napake presoje**

## 40 Hierarhija organizacijskih napak Organizacijske napake

### \*Velike napake

Komunikacije

Miselni problemi

Človeške omejitve

Informacija ne razpoložljiva

Cilji ne razpoložljivi

Nezgodni spodrseljaj

Napačen model

Resnična nevednost

Nepremišljeno obnašanje

### \*Napake pri odločanju

Slaba individualna presoja

Dobra individualna presoja

Nepremišljeno obnašanje

Zloraba informacij

Zloraba ciljev

Slabi cilji

Napačen odnos do tveganja

Napačno učenje

Zavrnitev informacij

Kršitev ciljev

Nerazumevanje ciljev

## 41 Varnost socio-tehnoloških sistemov

- Varnost *socio-tehnoloških sistemov* ni vezana samo na eno sfero, ampak se varnostni aspekti širijo po celotni strukturi družbe
- **Odločanje** na različnih ravneh v družbi vpliva na **varnost** na določenem segmentu družbe
- **Tehnologija** gre naprej z veliki koraki pri čemur ji **znanost o vodenju** in **regulativa** težko sledita
- Govori se o uporabi menedžmenta **druge** generacije na tehnologiji **pete** generacije
- V dinamični družbi je zahteva, da se naredi »**več z manj**«

## 42

### **Okoljski stresorji**

Spreminjanje politične klime in javno zavedanje  
Spreminjanje tržnih razmer in finančni pritisk  
Spreminjanje kompetence in nivojev izobrazbe  
Hiter razvoj in spremembe tehnologije

### **Raziskovalne discipline**

Politične Znanosti

Pravo

Sociologija

Ekonomija

Teorija odločanja

Organizacijska teorija

Sociologija

Industrijski inženiring

Management in Organizacija

Psihologija

Človeški faktorji

Interakcija Človek-Stroj

Strojništvo

Kemijsko inženirstvo

Elektrotehnika

**Vlada** Varnostni pregledi Nezgode Analize

**Parlament** Poročila o nezdodah

**Družba** Pregled delovanja

**Uprava** Zapisi in delovna poročila

**Zaposleni** Zaznamki in podatki

**Delo** Nevaren proces

## 43 Inženir v socio-tehnološkem sistemu

- Inženir **mora** v sistemu zasledovati in odkrivati tako tehnološke kot organizacijske razpoke
- Na njih **opozarjati** vodstvene kadre
- Znati jim mora **predočiti** nevarnosti skozi prizmo **stroškov**
- Sicer se bo tržno naravnana **družbai** zgubila pri zasledovanju samo proizvodnih ciljev in **pozabila na varnost in okolje**
- Zato **mora poznati** metode za **oceno tveganja**, da jih bo znal pravočasno uporabiti

## 44 Vodenje tveganja

Management- Vodenje tveganja kemičnih procesnih tovarn

### Načrtovanje

- Določi cilje
- Oceni zakonske zahteve
- Sprejmi kriterije sprejemljivosti tveganja
- Izdelaj načrt programa

### Analiza

- Izberi tehnike
- Identificiraj nevarnosti
- Izdelaj analizo tveganja
- Oceni tveganje
- Identificiraj glavne dejavnike tveganja
- Izvedi analizo občutljivosti

### Obvladovanje

- Identificiraj opcije za zmanjšanje tveganja
- Oceni zmanjšanje tveganja za opcije
- Oceni stroške za življenjski cikel opcij
- Izberi opcijo/je z najboljšim razmerjem strošek/korist

### Nadzor

- Razvij strategije nadzora
- Implementiraj program pregledov
- Zagotovi povratne informacije projektantom/operaterjem
- Identificiraj spremembe, kjer je potrebno ponovno oceniti tveganje

### Komunikacija

- Zagotovi informacije za odločanje na vseh vodstvenih nivojih
- Dokumentiraj rezultate v razumljivi obliki
- Poudari predpostavke in omejitve

## **45 Metode analiz tveganja**

### **Metode identifikacije nevarnosti**

Pregled literature

Kaj - če analiza

Varnostni pregled

Kontrolnik

Skupinsko razglabljanje

HAZOP

FMEA

### **Metode za oceno pogostosti**

Podatki o odpovedih

Analiza dreves odpovedi

Analiza dreves dogodkov

FMEA

Analiza človeške zanesljivosti

Analiza napak s skupnim vzrokom

Analiza zunanjih dogodkov

### **Metode za oceno posledic**

Modeli izvorne sestave

Atmosferski disperzijski modeli

Udarni modeli in modeli toplotnega sevanja

Modeli širjenja onesnaženja v vodi

Modeli učinkov

Modeli blaženja posledic

### **Metode za oceno tveganja**

Matrika tveganja

F-N krivulje

Profil tveganja

Krivulje enakega tveganja

Gostota porazdelitve tveganja

Indeksi tveganja

## 46 Zaključek

V novejšem času *razvoj človeka prehiteva* in zaradi tega se ne more sproti prilagajati novim tehnološkim dosežkom

Človeku kot *ključnemu* elementov *socio-tehnološkem* sistemu je potrebno dopustiti, da svoje prednosti kot so *inventivnost*, *iznajdljivost* in *fleksibilnost* izkoristi tudi na področju varnosti tako, da mu damo tisto vlogo v procesu, ki jo lahko opravlja, namesto da ga *silimo*, da opravlja opravila za katera ima najmanj sposobnosti in za katera ga *nismo niti ustrezno usposobili*

## 47 Literatura

- *Code of Professional Practice, Engineers and Risk Issues Code of Professional Practice, Engineers and Risk Issues*, The Engineering Council, Health and Safety Executive, Lloyd's Register, 1993
- *Guidelines on Risk Issues Guidelines on Risk Issues*, Engineering Council, Lloyd's Register, 1993
- ACSNI Human Factors Study Group Third Report (1993): *Organising Organising for safety safety*, Advisory Committee the Safety of Nuclear Installations, Health and Safety Commission April 1993
- Reason J. (1990): *Human Error Human Error*, Cambridge University Press, Cambridge 1990
- Reason J. (1997): *Managing the Risks of Organizational Accidents Managing the Risks of Organizational Accidents*, Ashgate, Aldershot UK, 1997
- J. Rasmussen: *Risk Risk Management Management in a in a Dynamic Dynamic Society Society: A : A Modelling Modelling Problem Problem*, Safety Science Vol. 27, No. 2/3 pp183-213, Elsevier Science 1997