

AKCIDENTI I UPRAVLJANJE RIZIKOM

4. Upravljanje i kontrola rizika

dr Viktor Pocajt, red. prof, vpocajt@tmf.bg.ac.rs

dr Maja Đolić, docent, mdjolic@tmf.bg.ac.rs

ISO STANDARDI

- Internacionalna organizacija za standarde (engl. **International Organization for Standardization, ISO**) je najveća svetska organizacija za razvoj standarda.
- Nevladina organizacija predstavlja **mrežu od 163 članice (države)** sa sedištem u Ženevi, Švajcarska.
- ISO nema autoritet da nametne primenu standarda; države mogu da usvoje ISO standarde – pre svega u oblasti zdravlja, bezbednosti u uticaja na životnu sredinu – kao zakonski obavezne, ili da se pozivaju na njih u zakonskim propisima.
- **Iako su ISO standardi dobrovoljni, vremenom su postali obavezan zahtev tržišta** (na pr. ISO 9001).

FORMALIZOVANI SISTEMI

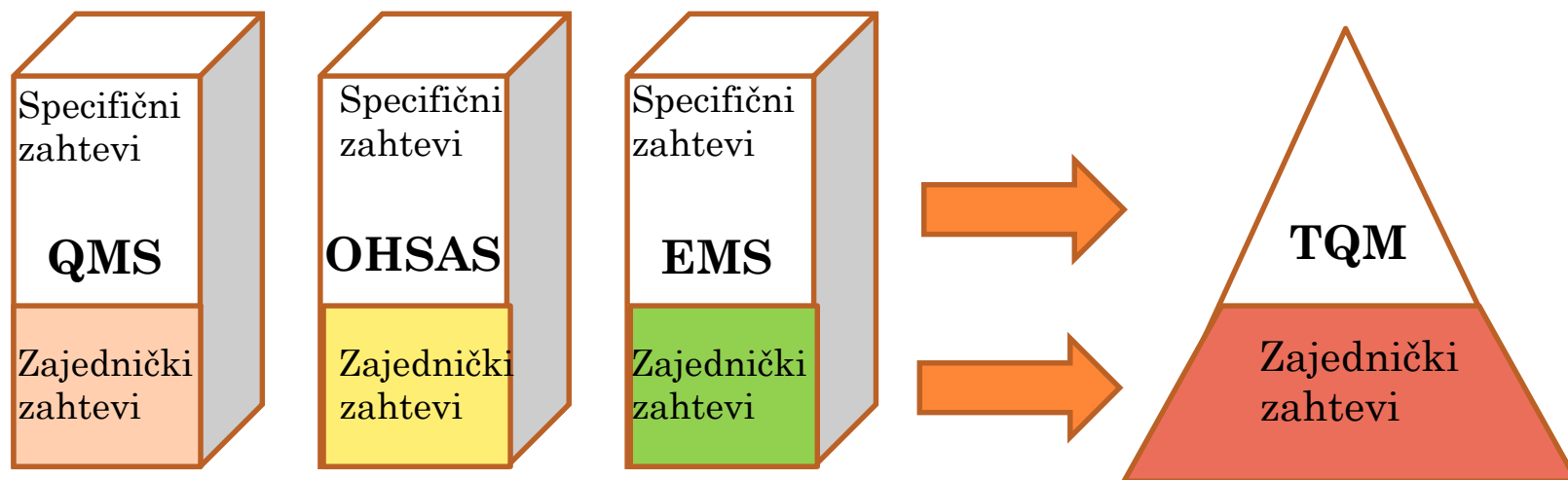
UPRAVLJANJA RIZIKOM

- **Standard ISO 31000:2009** – Upravljanje rizikom, principi i smernice (Risk management – Principles and Guidelines)
- **Standard ISO 45001:2018** – Sistem menadžmenta bezbednošću i zdravljem na radu (Occupational Health & Safety)

Standard OHSAS 18001:1999 – sistem upravljanja zaštitom zdravlja i bezbednošću na radu (Occupational Health & Safety Assessment Series).

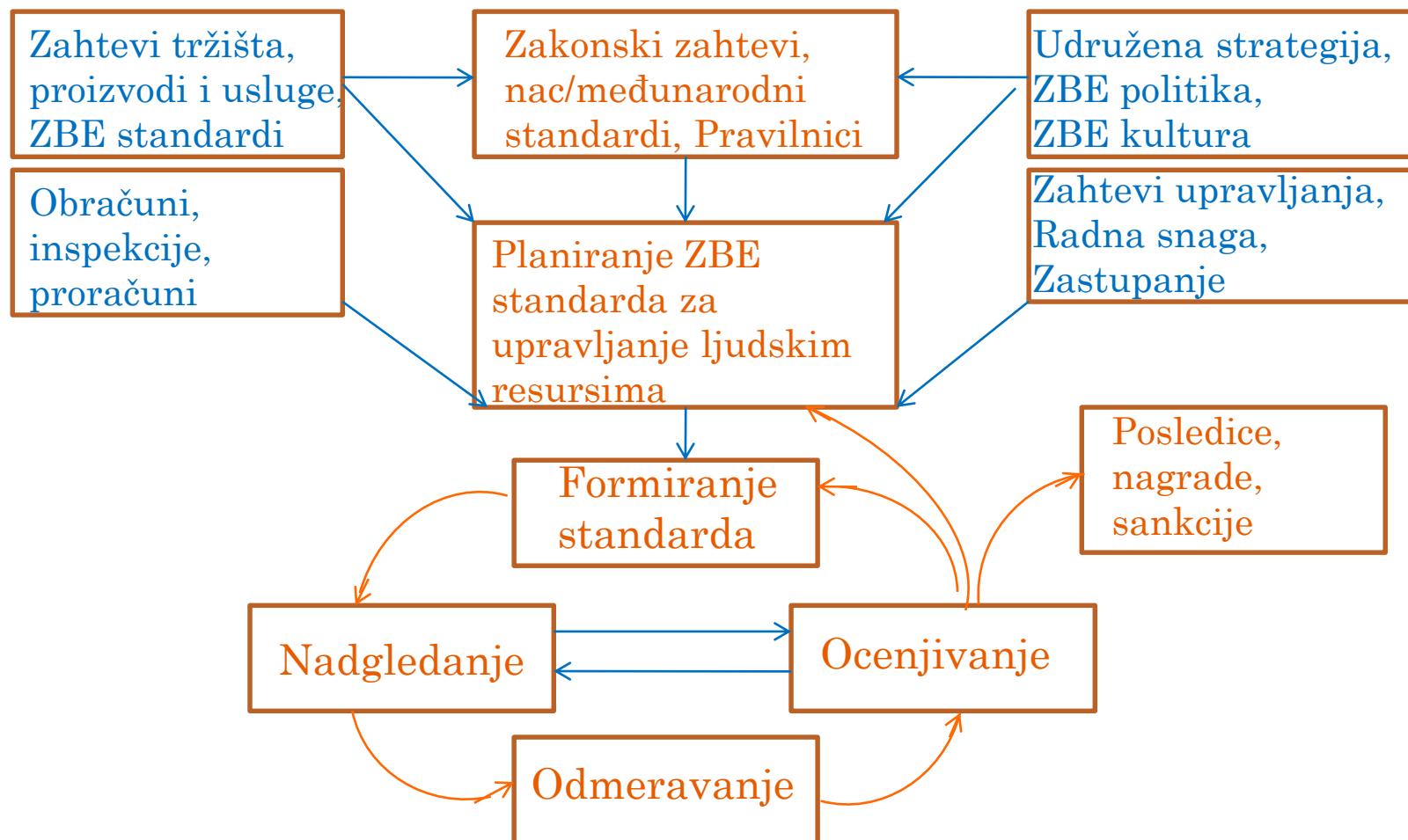
INTEGRISANI SISTEM UPRAVLJANJA (TQM)

- TQM, Total Quality Management
- QMS, Quality Management System
- EMS, Environmental Management System



MODEL INTEGRISANOG PRISTUPA UPRAVLJANJA RIZIKOM

- Zimolong 1999. god, model testiran u hemijskoj industriji u Nemačkoj (3 naučno-istraživačke institucije)
- Model integriše zdravstvene, bezbednosne i ekološke (ZBE) rizike i obuhvata aktivnosti koje imaju za cilj formiranje standarda



PREDNOSTI I OGRANIČENJA PRISTUPA ZA UPRAVLJANJE RIZIKOM

- VELIKA BRITANIJA

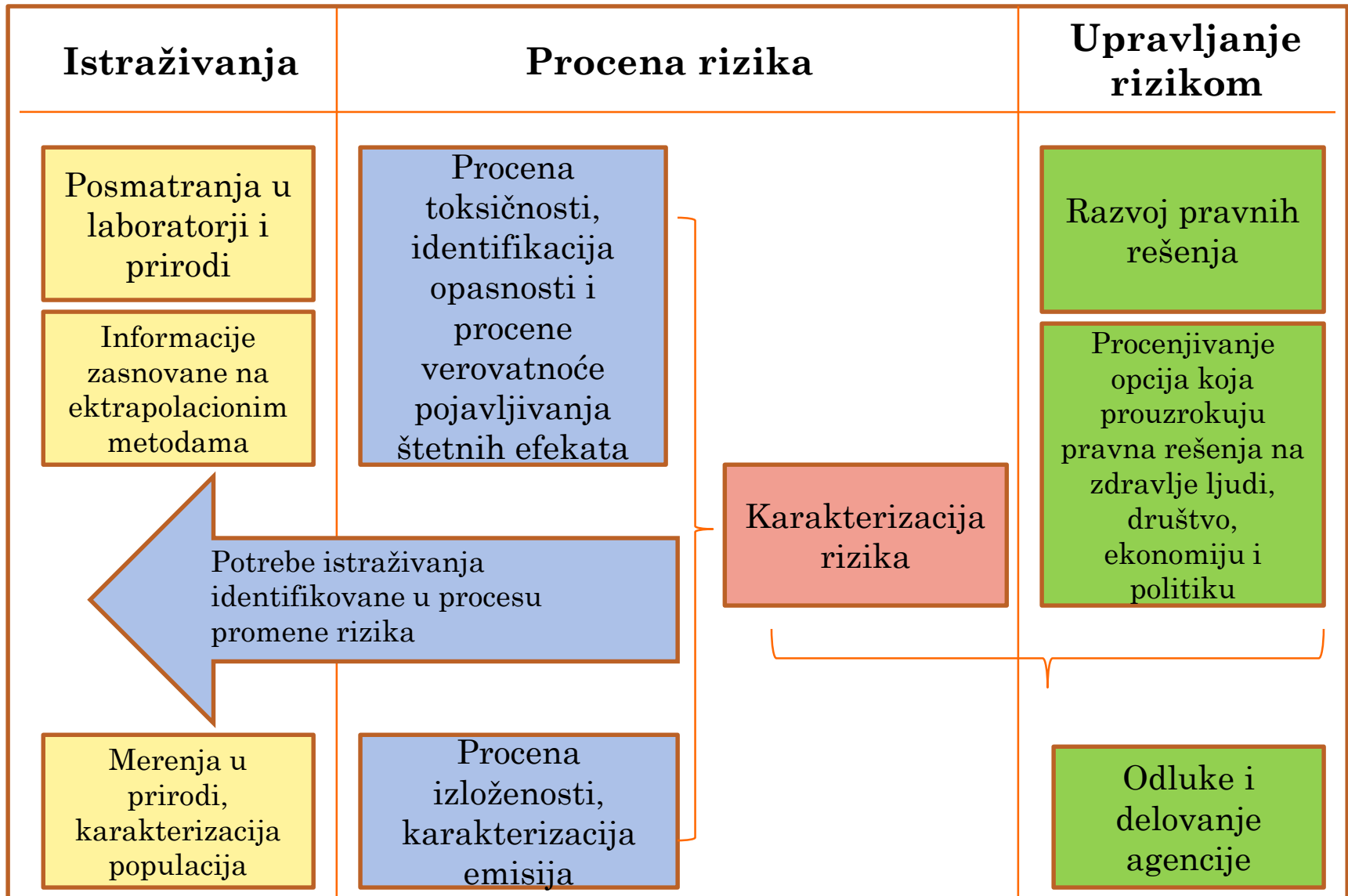
- **Standard BS 7750**, 1992. godina – Specifikacija za ekološke menadžment sisteme (engl. Specification for Environmental Management System).
- Cilj standarda – da svakom preduzeću pruži mogućnost da svoj sistem upravljanja unapredi i dopuni kroz usvajanje javno priznatog sistema upravljanja zaštitom životne sredine.



- SAD

- 1983. god Nacionalni istraživački savet (engl. National Research Council, NRC) razvio je pristup za upravljanje rizikom
- **NRC pristup**: detaljno struktuiran, proceduralno rigorozan, predstavlja osnovu za stvaranje standarda za zaštitu ž.s.
- NRC pristup upravljanja rizikom – **zvanični protokol sa bitnim pravnim statusom**
- Environmental Protection Agency, EPA prihvatila NRC (visoke vrednosti emisija zagađujućih materijala u ž.s.)
- 1993. god. Vlada SAD je zatražila pravnu reformu kako bi se pomerila ka fleksibilnijem sistemu za upravljanje rizikom

PRISTUP NRC ZA UPRAVLJANJE RIZIKOM



- KANADA

- 1990. god Odsek za zaštitu zdravlja (engl. Health Protection Branch, HPB) razvio je **HPB pristup** za upravljanje rizikom – Određivanje rizika: Model za procenu rizika i upravljanje rizikom
- Koncept: **naučno zasnovana metodologija za procenu rizika neizbežno sadrži i nasleđene socijalne osnove**
- Smernica u zaštiti zdravlja stanovništva od opasnosti iz okoline, kao što su hemijski zagađivači i zatrovana hrana
- Kanadska asocijacija za standardizaciju (Canadian Standard Association – CSA): standard CAN/CSA-Q850-97, **manje zahtevan od NRC pristupa.**

- AUSTRALIJA

- Standard AS/NZS 4360:2004 obuhvata 5 osnovnih modula za upravljanje rizikom:
 - 1) utvrđivanje konteksta
 - 2) identifikacija rizika
 - 3) analiza rizika
 - 4) ocena rizika
 - 5) tretman rizika
- Kontrola i pregled, **komunikacija i konsultovanje** predstavljaju značajan aspekt upravljanja rizikom jer obezbeđuju razumevanja odluka i postupaka u vezi sa rizikom.
- Koncept otvoren za **razmenu neformalnih informacija** između zainteresovanih strana

SISTEM EU ZA UPRAVLJANJE ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE I AUDIT (EVRO-EMAS SISTEM)

- Inicijativa Evropske unije koja je stupila na snagu 1995. godine: **Eco-Management and Audit Scheme – EMAS**
- Cilj je podsticanje stalnog poboljšanja zaštite ž.s. u javnim i privatnim preduzećima.
- **Osnovni EMAS princip je prevencija uzroka**, odnosno da se minimizira verovatnoća nastanka događaja koji bi mogao imati negativan uticaj na ž.s.
- Za razliku od BS 7750, EMAS se ne odnosi na preduzeće u celini, već na sasvim određenu lokaciju preduzeća.

AKCIDENTI I UPRAVLJANJE RIZIKOM KAO INSTRUMENT UPRAVLJANJA ZAŠTITOM Ž.S.

- Rizik u životnoj sredini (*engl.* **Ecological risk, Environmental risk**) može se definisati kao verovatnoća da će neka aktivnost, direktno ili indirektno, izazvati opasnost po životnu sredinu i zdravlje ljudi.
- Rizici u ž.s. mogu se podeliti na **prirodne i antropogene**. Prirodni su oni čiji nastanak nije vezan sa ljudskom aktivnošću (prirodne katastrofe i pojave koje imaju negativne posledice na ž.s, stanovništvo i razvoj društvene zajednice).
- **Procena rizika –kvalitativna i kvantitativna procena** verovatnoće po ljudsko zdravlje, sigurnost i funkcionisanje eko-sistema.

DEFINICIJE

- **Upravljanje rizikom je** aktivnost koja obuhvata donošenje odluka kako i na koji način sprovesti određene akcije radi zaštite životne sredine, a što se prvenstveno zasniva na rezultatima procene rizika i sagledava se u ostvarivanju određenih ciljeva.
- Složena i izuzetno specifična aktivnost koja zahteva **multidisciplinarnan pristup**, i predstavlja kompleksan skup mera, postupaka i aktivnosti koje imaju za cilj smanjenje verovatnoće nastanka rizika i mogućih posledica, radi stvaranja uslova pod kojima rizik može biti sveden na prihvatljiv nivo.
- **Optimalni izbor preventivnog delovanja koje daje minimalni rizik.**



UPRAVLJANJE RIZIKOM

Glavni zadatak procesa upravljanja ekološkim rizikom (eng. *Environmental Risk Management*) je **reagovanje na identifikovani rizik.**

To obuhvata:

Formulisanje
jasne politike i
plana
upravljanja

Sprovođenje
politike i
predviđenih
aktivnosti



UPRAVLJANJE EKOLOŠKIM RIZIKOM

- Upravljanje ekološkim rizikom sastoji se od sledećih koraka:
 - 1) Utvrđivanje ciljeva
 - 2) Identifikacija rizika i pretnji
 - 3) Analiza ekološkog rizika – grupisanje rizika na kritične, važne i manje važne (nevažne) grupe
 - 4) Razmatranje alternative i izbor metoda za upravljanje ekološkim rizikom
 - 5) Primena odabranih metoda upravljanja, monitoring i praćenje efikasnosti primenjenih metoda (uz eventualne izmene).

CILJEVI UPRAVLJANJA RIZIKOM

- **Opšti ciljevi** upravljanja ekološkim rizikom koji upravo i usmeravaju politiku i planove upravljanja ekološkim rizikom obuhvataju:
 - Potrebu za ispunjavanjem zakonskih obaveza i regulatornih kriterijuma,
 - Ekonomsku održivost,
 - Obezbeđenje kvaliteta životne sredine,
 - Očuvanje kvaliteta života ljudi.



PROCES UPRAVLJANJA RIZIKOM

- Upravljanje ekološkim rizikom predstavlja proces **odabira** između određenih **regulativnih i neregulativnih instrumenata i alternativa** za reagovanje na identifikovane ekološke rizike.
- Za ocenu određenih alternativnih rešenja donosioci ekoloških odluka pored informacija iz analize, procene i vrednovanja rizika, razmatraju i:
 - tehnološku izvodljivost,
 - troškove sprovođenja politike i
 - ekonomske, socijalne i političke posledice.



PROCES UPRAVLJANJA RIZIKOM

\Preduzeće generalno ima dužnost da u svim procesima osigura upravljanje ekološkim rizicima.

Opšte mere uključuju:

- **Identifikaciju** opasnosti i procenu rizika
- Sprečavanje (**minimiziranje**) rizika
- Osiguranje **informacija o rizicima** za interesne grupe
- Osiguranje **obuke** za radnike i sve one na koje se ugrožavanje može odraziti
- Uspostavljanje optimalne **zaštite** od ugrožavanja
- Uspostavljanje **organizacije upravljanja** zaštitom ž.sr. i način primene potrebnih mera
- Osiguranje **planova** za vanredne prilike



UPRAVLJANJE RIZIKOM ISO 31000:2009

- Upravljanje je širi pojam od procene rizika i obuhvata:
 - 1) **Procenu rizika**: utvrđivanje da li postoji neprihvatljiv rizik i, u slučaju da postoji, identifikacija daljih aktivnosti koje je potrebno sprovesti.
 - 2) **Procenu mogućnosti intervencije**: evaluacija izvodljivih mogućnosti za sprovođenje mera intervencije.
 - 3) **Sprovođenje mera prevencije**: mere za sprečavanje nastanka rizika.
 - 4) **Reagovanje na udes**: mere intervencije.



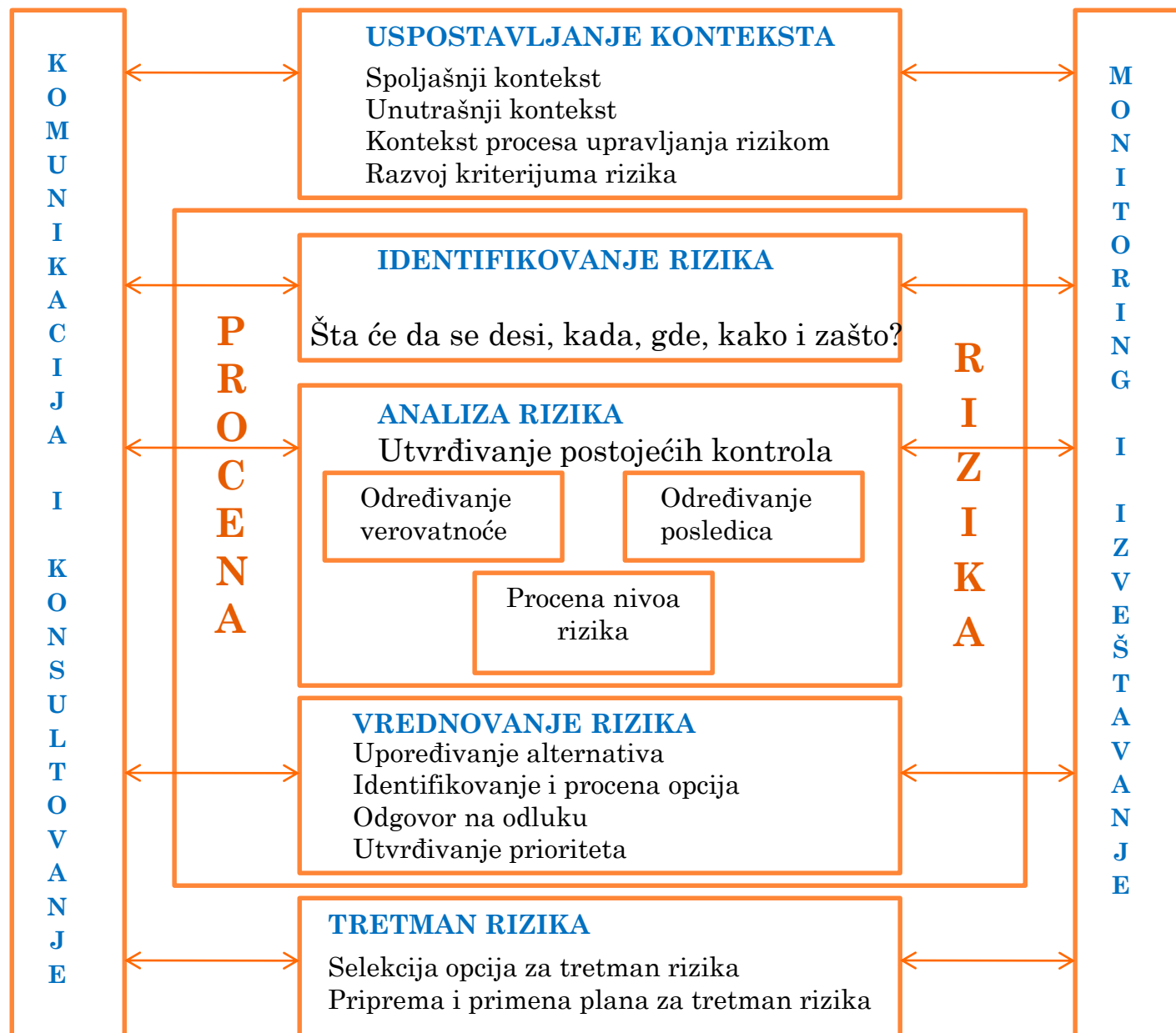
STANDARDI ISO 31000 – PRINCIPI U PRAKSI

- **Standard ISO 31000** preporučuje da organizacija razvija, implementira i stalno unapređuje okvir čija je svrha **integracija procesa upravljanja rizicima u kompanji** (u procesima upravljanja, definisanja strategije i planiranja, procesima izveštavanja, korporativnoj kulturi i dr).
- **Enterprise Risk Management, ERM**
- Implementacijom ISO 31000, kompanije mogu imati sledeće koristi: povećanje verovatnoće ostvarivanja postavljenih poslovnih ciljeva, podsticanje proaktivnog delovanja menadžmenta, unapređenje sposobnosti identifikacije pretnji i šansi, smanjenje gubitaka i efikasno korišćenje resursa, unapređenje zdravlja i bezbednosti zaposlenih...

PRINCIPI UPRAVLJANJA RIZIKOM PREMA STANDARDU ISO 31000:2009

- Upravljanje rizikom **stvara vrednost**
- Upravljanje rizikom **sastavni je deo organizacionih procesa**
- Upravljanje rizikom je **deo donošenja odluka**
- Upravljanje rizikom **eksplicitno se bavi neizvesnostima**
- Upravljanje rizikom je **sistematično, strukturisano i blagovremeno**
- Upravljanje rizikom zasniva se **na najboljim dostupnim informacijama**
- Upravljanje rizikom je **prilagođeno organizaciji**
- Upravljanje rizikom uzima **u obzir ljudski faktor**
- Upravljanje rizikom je **dinamično, iterativno i reaguje na promene.**

PRISTUP UPRAVLJANJA RIZIKOM ISO31000:2005



ISO 31010:2009

UTVRĐIVANJE KONTEKSTA UPRAVLJANJA RIZIKOM

○ Definisane okvira u kojima se rizik posmatra

- 1) **Unutrašnje okruženje:** razumevanje strategije, svrhe i ciljeva sistema, poznavanje strukture, tehnologije i organizacione kulture, znanje o potencijalnim izvorima rizika (ljudi, procesi, kapital) i dr.
- 2) **Spoljašnje okruženje:** okruženje u kome sistem egzistira – političko, poslovno, finansijsko, konkurentno, socijalno, kulturno; mogućnosti i načini ostvarivanja saradnje i međusobne komunikacije
- 3) **Planiranje rizika:** definisanje svrhe i cilja, definisanje vrste i obima aktivnosti, utvrđivanje nivoa rizika, identifikacija resursa, zadataka i odgovornosti različitih subjekata uključenih u proces upravljanja rizikom i u proces donošenja odluka, obrazovanje i obuka, **utvrđivanje metoda analiza..**

Pristup za upravljanje rizikom prema standardu ISO31000:2009 formiran je sa ciljem da pomogne organizacijama da integrišu upravljanje rizikom u svoj sistem upravljanja.

ISO 31010:2009

METODE ZA PROCENU RIZIKA

- Metode za identifikaciju rizika (brejnstorming, ček-liste, analiza opasnosti i operabilnosti, "šta-ako" analiza, Delfi metod, procena ljudske pouzdanosti, procena ekološkog rizika....
- Metode za analizu rizika – kvalitativna, polukvantitativna ili kvantitativna procena verovatnoće (analiza stabla otkaza; analiza načina, efekata i kritičnosti otkaza; analiza uzroka i posledice, procena ljudske pouzdanosti, procena ekološkog rizika....
- Metode za analizu posledice - analiza stabla događaja, analiza opasnosti i operabilnosti, analiza načina, analiza uzroka i posledice, analiza scenarija, matrice verovatnoće i posledice, procena ljudske pouzdanosti, procena ekološkog rizika....

ISO 31010:2009

METODE ZA PROCENU RIZIKA

- Tehničkih rizika
- Ljudskih grešaka
- Ekoloških rizika
- Upravljačke delatnosti

ISO 31010:2009

IZBOR METODE ZA PROCENU RIZIKA

- Zavisi od:
 - Mogućnosti same metode
 - Kompleksnosti procesa
 - Stepena organizacije
 - Iskustva sa samim procesom
 - Stepena neodređenosti problema (kvalitet raspoloživih informacija)
 - Resursa koji su neophodni za sprovođenje analize i procene rizika
 - Obim i dubina analize...

ISO 31010:2009

METODE ZA PROCENU RIZIKA (2)

Red. Br.	Metode za procenu rizika	Tehničkih sistema	Ljudske pouzdanosti	Za analizu akcidenata	Upravljačke delatnosti
1.	Analiza energije (Energy Analysis, EA)	X 			
2.	Analiza odstupanja (Deviation Analysis, DA)			X	
3.	Analiza opasnosti i operabilnosti (Hazard and Operability Analysis – HAZOP)	X 			
4.	Analiza funkcije bezbednosti (Safety Function Analysis – SFA)			X	
5.	Analiza načina i efekata (i kritičnosti/detekcije) otkaza (Failure Mode and Effects (and Criticlity/Detection) Analysis – FMEA/FMECA/FMEDA)	X 			

ISO 31010:2009

METODE ZA PROCENU RIZIKA (3)

Red .Br.	Metode za procenu rizika	Tehničkih sistema	Ljudske pouzdanosti	Za analizu akcidenata	Upravljačke delatnosti
6.	Metoda procene i redukcije ljudske greške (Human Error Assessment and Reduction Technique – HEART)		X		
7.	Analiza stabla otkaza (Fault Tree Analysis – FTA)	X 			
8.	Analiza stabla događaja (Event Tree Analysis – ETA)	X 			
9.	Apsolutna verovatnoća procene (Absolute Probability Judgement – APJ)		X		
10	Analiza promena (Change Analysis – CA)			X	

ISO 31010:2009

METODE ZA PROCENU RIZIKA (4)

Red .Br.	Metode za procenu rizika	Tehničkih sistema	Ljudske pouzdanosti	Za analizu akcidenata	Upravljačke delatnosti
11.	Metoda indeksa verovatnoće uspeha (Success Likelihood Index Method – SLIM)		X		
12.	Propust menadžmenta i stablo rizika (Management Oversight and Risk Tree – MORT)				X
13.	Analiza bezbednosti rada (Job Safety Analysis – JSA)			X	
14.	Metoda za predviđanje nivoa ljudske greške (Technique for Human Error Rate Prediction – THERP)		X		
15.	Audit (Audits – in general)				X

ISO 31010:2009

METODE ZA PROCENU RIZIKA (5)

Red .Br.	Metode za procenu rizika	Tehničkih sistema	Ljudske pouzdanosti	Za analizu akcidenata	Upravljačke delatnosti
16.	Kompleksna metoda za procenu nivoa ukupne opasnosti od akcidenta (The complex method for Assessment of Overall Hazard of An Accident – CMA)			X	
17.	Sistem upravljanja bezbednošću, zdravljem i zaštitom životne sredine (Safety, Health and Environmental Management – SHE-MS)				X
18.	Evolucija akcidenta i metod barijere (Accident Evolution and Barrier Method – AFR)			X	
19.	Metoda parnog poređenja (Paired Comparison - PC)		X		

ISO 31010:2009

METODE ZA PROCENU RIZIKA (6)

Red .Br.	Metode za procenu rizika	Tehničkih sistema	Ljudske pouzdanosti	Za analizu akcidenata	Upravljačke delatnosti
20	Međunarodni sistem normiranja bezbednosti (International Safety Rating System – ISRS)				X
21.	Dijagram bezbednosne barijere (Safety Barrier Diagram – SBD)	X			
22.	Metoda dijagrama uticaja (Influene Diagrams Approach – IDA)		X		
23.	Studija kulture bezbednosti, opasnosti i operabilnosti (Safety Culture Hazard and Operability Study - SCHAZOP)				X
24.	Metoda pouzdanosti ljudske kognitivnosti (Human Cognitive Reliability - HCR)		X		

ISO 31010:2009

METODE ZA PROCENU RIZIKA (7)

Red .Br.	Metode za procenu rizika	Tehničkih sistema	Ljudske pouzdanosti	Za analizu akcidenata	Upravljačke delatnosti
25.	Diagram uzrok – posledica (Cause – Consequence Diagram – CCD)	X			
26.	Sistemsko predviđanje i redukcija ljudske greške (Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach – SHERPA)		X		
27.	Matrica verovatnoće i posledica (Consequence/Probability Matrix)	X			
28.	Empirijska tehnika za procenu greške operatora (Tecnica Empirica Stimo Errori Operatori – TESEO)		X		

ISO 31010:2009

METODE ZA PROCENU RIZIKA (8)

Red. Br.	Metode za procenu rizika	Tehničkih sistema	Ljudske pouzdanosti	Za analizu akcidenata	Upravljačke delatnosti
29.	Sekvenciranje multilinearne događaja (Multilinear Events Sequencing - STEP)			X	
30.	Kognitivna pouzdanost i metoda analize greške (Cognitive Reliability and Error Analysis Method – CREAM)		X		
31.	Metode analize posledice (Consequence Analysis Models – CAM)	X			

METODE ZA PROCENU TEHNIČKIH SISTEMA

1. Analiza energije (**Energy Analysis, EA**)
2. Analiza opasnosti i operabilnosti (**Hazard and Operability Analysis – HAZOP**)
3. Analiza načina i efekata (i kritičnosti/detekcije) otkaza (**Failure Mode and Effects (and Criticality/Detection) Analysis – FMEA/FMECA/FMEDA**)
4. Analiza stabla otkaza (**Fault Tree Analysis – FTA**)
5. Analiza stabla događaja (**Event Tree Analysis – ETA**)
6. Dijagram bezbednosne barijere (**Safety Barrier Diagram – SBD**)
7. Diagram uzrok – posledica (**Cause – Consequence Diagram – CCD**)
8. Matrica verovatnoće i posledica (**Consequence/Probability Matrix**)
9. Metode analize posledice (**Consequence Analysis Models – CAM**)

METODE ZA PROCENU TEHNIČKIH SISTEMA

- Koriste se za:
 - Identifikaciju energije u analiziranim sistemima
 - Identifikaciju opasnosti i njihovo operativno otklanjanje
 - Identifikaciju načina otkaza i potencijalnih efekata na sistem
 - Formiranje grafoanalitičkog modela otkaza tehničkih sistema ili
 - Modelovanje neželjenog događaja kroz identifikaciju sekvenci događaja.

ANALIZA ENERGIJE (ENERGY ANALYSIS, EA)

- Proučavanje sistema u fazi njegove eksploatacije
- Sa ciljem da pruži sliku svih energija koje imaju potencijal da prouzrokuju štetu u radnoj i životnoj sredini
- Ključni deo modela su sistemi zaštite, tj. barijere
- Barijere (postoje u sistemu ili se mogu naknadno postaviti) imaju zadatak da spreče energiju da dođe u kontakt sa osobom i izazove povredu, i/ili oštećenja materijalnih i prirodnih dobara (Hollnagel, 1999).

METODOLOGIJA EA

- **Priprema** (definisanje granica analiziranog sistema; prikupljanje info o objektu koji se razmatra)
- **Strukturisanje** (podela sistema na odgovarajuće delove, od kojih se svaki analizira ponaosob)
- **Identifikacija energije** (za svaki deo sistema identifikuju se svi izvori ili skladišta energije)
- **Procena rizika** (svaka energija može imati različite posledice)
- **Predlog mera zaštite** (studija o energijama za koje su neophodne mere zaštite)
- **Zaključak**

Potencijalna energija Osoba na visini Objekat na visini Urušavanje konstrukcije Rukovanje, podizanje	Grejanje i hlađenje Topli i hladni objekti Tečne supstance Para ili gas Hemijske reakcije Kondenzovani gas
Kinetička energija Pomeranje delova mašine Leteći objekti Vozilo	Požar i eksplozija Zapaljive supstance Eksplozivi: materijal, para ili gas, prah Hemijska reakcija (npr. Egzotermne kombinacije, nečistoće)
Rotacioni pokreti Delovi mašine Prenos energije Valjak/cilindar	Hemijski uticaj Otrovno Korozivno Zagušljivo Zarazno
Uskladišteni pritisak Gas Para Tečnost Razlika pritisaka Napregnuti materijali	Zračenje Akustično Elektromagnetno Svetlosno, uključujući infra i ultra jonizujuće
Električna energija Električni napon Kondenzator Baterija Struja (indukovano skladištenje i grejanje) Magnetno polje	Razno Ljudsko kretanje Statičko naelektrisanje operatera Oštre ivice Opasne tačke (npr. Između roirajućih valjaka) Zatvoren prostor

PRIMER SKALE ZA PROCENU RIZIKA KOD EA

Ocena rizika	Opis	Komentar
0	Zanemarljiv rizik	Energija ne može izazvati nikakve značajne posledice
1	Prihvatljiv rizik, nisu potrebne dodatne mere	Energija može izazvati posledice, ali su barijere adekvatne
2	Preporučuju se dodatne mere	Barijere se moraju poboljšati
3	Neophodne zaštitne mere	Ozbiljne posledice i neadekvatne barijere

MERE ZAŠTITE I ODGOVARAJUĆA ALTERNATIVNA REŠENJA - EA

Mere zaštite	Primer rešenja
Energija	
1. Eliminisanje energije	Rad na zemlji umesto na visini Spuštanje pokretne trake na prizemni nivo Uklanjanje opasnih hemikalija
2. Ograničenje energije	Manipulisanje lakšim objektima Manji rezervoari za supstance Redukovanje brzine
3. Alternativna rešenja za povećanje bezbednosti	Manje opasne hemikalije Instalacije za praćenje graničnih vrednosti Ventil za smanjenje pritiska
4. Preventiva (eliminisanje ekstremnih vrednosti energije)	Kontrola opreme Instalacije za praćenje graničnih vrednosti Ventil za smanjenje pritiska
5. Sprečavanje oslobađanja energije	Rezervoar dovoljne izdržljivosti Zaštitne ograde na pokretnim platformama
6. Redukcija (kontrola) energije	Sigurnosni ventil Ispuštanje gasova Kočnica na rotirajućim cilindrima

MERE ZAŠTITE I ODGOVARAJUĆA ALTERNATIVNA REŠENJA

Mere zaštite	Primer rešenja
Razdvajanja	
7. Razdvajanje objekata od protoka energije	
U prostoru	Jednosmerni saobraćaj Razdvajanje pešačkog i motornog saobraćaja Razdvajanje opasnih područja
U vremenu	Raspored opasnih aktivnosti izvan regularnog radnog vremena
8. Obezbeđivanje izvora energije	Zaštita za mašine Električna izolacija Toplotna izolacija
Zaštita objekata	
9. Oprema i sredstva za ličnu zaštitu	Zaštitna obuća, šlemovi....
10. Eliminisanje posledica u slučaju akcidenta	Instalacije za sprečavanje protoka energije Zaustavljanje pogona u slučaju opasnosti Tuševi Specijalizovana oprema za oslobađanje osobe (ukoliko se zaglavi i sl)

ANALIZA OPASNOSTI I OPERABILNOSTI (HAZARD AND OPERABILITY ANALYSIS – HAZOP)

- Metoda razvijena ranih 70. godina za potrebe hemijske, procesne i energetske industrije, gde su uključeni različiti oblici fluida i njihovo kretanje kroz procese
- Naziv **HAZOP** uveden je 1983. godine
- **CHAZOP** (Control HAZards and operability analysis or Computer HAZard and Operability analysis)
- Prvobitno razvijena radi predviđanja opasnosti i probleme kod novih, nestandardnih tehnologija
- Koristi se u svakom stadijumu životnog ciklusa sistema

VRSTE HAZOP STUDIJA

- Preliminarna HAZOP studija se radi u I fazi projekta (u fazi definisanja projekta potrebno je izvršiti analizu i izraditi studiju opasnosti)
 - Ček lista potencijalnih opasnosti: požar, eksplozija, detonacija, toksičnost, korozija, radijacija, buka, vibracija, štetne materije, povrede od elek. struje itd.
- Glavna HAZOP studija se radi u fazi "zamrznutog" projekta kada su glavne opasnosti već otkrивene
 - Studija analizira projektna rešenja, sa ciljem da otkrije moguća odstupanja od namere, kao i potencijalne opasnosti i operative teškoće.
- HAZOP povezuje identifikaciju rizika i korektivne mere.

PROCEDURA SPROVOĐENJA HAZOP

Definicija

Definisati okvir i ciljeve
Definisati odgovornosti
Izabrati tim

Planiranje studije

Sakupiti podatke
Usaglasiti forme zapisa
Proceniti vreme
Napraviti raspored

Sprovođenje analize

Podeliti sistem na delove
Izabrati deo i definisati namenu dizajna
Identifikovati posledice i uzroke
Identifikovati mehanizme zaštite,
detekcije i indikacije
Identifikovati moguće mere korekcije
Usaglasiti akcije, ponoviti za svaki
element, a zatim za svaki deo sistema

Dokumentovanje i praćenje

Zapis o sprovedenoj analizi
Zaključiti analizu
Ponovo proučiti neki deo sistema
Napraviti konačni izlazni izveštaj



PROCESNA ODSUPANJA I PRIMENA VODEĆIH REČI

Vrsta odstupanja	Vodeća reč	Primer za primenu u energetici i procesnoj industriji	Primer za primenu u sistemima automatskog upravljanja
Negativno	NE	Nije postignuto ono što se nameravalo	Nema podataka, ili signal ne prolazi
Promena količine	VIŠE MANJE	Količina je veća (npr. Viša temperatura) Količina je manja (npr. Niža temperatura)	Podaci prolaze u većoj/manjoj količini od potrebne
Promena količine	Isto kao Deo od	Prisutne nečistoće Istovremeno se dešava neka druga operacija/korak Samo deo od potrebnog je postignut	Pojavljuju se neki dodatni ili lažni signali Podaci ili signali nisu kompletni
Zamena	Povratno Nije to nego je	Povratni tok u cevovodu Povratne hem. Reakcije Rezultati drugačiji od očekivanog (npr. Pogrešan materijal)	Normalno nije primenljivo Podaci ili kontrolni signali su netačni
Vrema	Ranije Kasnije	Hlađenje/filtriranje se desilo ranije/kasnije od planiranog	Signali dolaze suviše rano/kasno u odnosu na zadato vreme
Nalog ili sekvenca u procesu	Pre Posle	Nešto se desilo prerano/prekasno kao sekvenca (npr. mešanje ili grejanje)	Signali dolaze mnogo ranije/kasnije nego što to zahteva sekvenca

OSNOVNE GENERIČKE HAZOP VODEĆE REČI ZA PROCESNU, HEMIJSKU INDUSTRIJU I PROIZVODNJU ENERGIJE

NO FLOW	NEMA PROTOKA
REVERSE FLOW	POVRATNI TOK
MORE FLOW	VEĆI PROTOK
LESS FLOW	MANJI PROTOK
MORE LEVEL	VIŠI NIVO
LESS LEVEL	NIŽI NIVO
MORE PRESSURE	VEĆI PRITISAK
LESS PRESSURE	MANJI PRITISAK
MORE TEMPERATURE	VIŠA TEMEPARATURA
LESS TEMPERATURE	NIŽA TEMPERATURA
MORE VISCOSITY	VEĆI VISKOZITET
LESS VISCOSITY	MANJI VISKOZITET
COMPOSITION CHANGE	PROMENA SASTAVA
CONTAMINATION	KONTAMINACIJA

OSNOVNE GENERIČKE HAZOP VODEĆE REČI ZA PROCESNU, HEMIJSKU INDUSTRIJU I PROIZVODNJU ENERGIJE

NO FLOW	NEMA PROTOKA
RELIEF	RASTEREĆENJE
INSTRUMENTATION SAMPLING	INSTRUMENTALNO UZORKOVANJE
COROSION/EROSION	KOROZIJA/EROZIJA
SERVICE FAILURE	OTKAZALO IZVRŠENJE
ABNORMAL OPERATION	ABNORMALNA OPERACIJA
MAINTENANCE	ODRŽAVANJE
IGNITION	UKLJUČIVANJE (PALJENJE)
SPARE EQUIPMENT	REZERVNA OPREMA
SAFETY	BEZBEDNOST

Prema: Grozdanović i Stojiljković, 2013

PREDNOSTI & OGRANIČENJA HAZOP-A

○ Prednosti:

- Obezbeđuje sredstva za sistematsko i temeljno ispitivanje sistema, procesa ili procedura
- Generiše rešenja i preporuke za tretman rizika
- Odnosi se na širok spektar sistema, procesa i procedura
- Dozvoljava eksplicitno razmatranje uzroka i posledice ljudske greške
- Dokumentuje proces, analiza je proverljiva (podložna kontroli)

○ Ograničenja :

- Zahteva dobro definisanje sistema, procesa, procedura
- Detaljna analiza može biti dugotrajna i skupa
- Detaljna pitanja dizajna, a manje na operativna
- Oslanja se na stručnost projektanta
- Fokusira se na jedan događaj, uzročnik odstupanja

ANALIZA NAČINA I EFEKATA (I KRITIČNOSTI/DETEKCIJE) OTKAZA (FAILURE MODE AND EFFECTS (AND CRITICALITY/DETECTION) ANALYSIS – FMEA/FMECA/FMEDA

- Razvijena je za vojsku SAD, procedura MILP-1629 nazvana "Procedure for performing a Failure mode, Effects and Criticality Analysis"
- Datira od 1949. godine, a sredinom 60. godina u okviru zadatka NASE bila korišćena u projektima avio i svemirske tehnike
- 80. ih godina – auto industrija, alat za upravljanje totalnim kvalitetom (Total Quality Management)
- 90. ih godina – Six sigma alat.
- FMEA kvalitativno analizira sve moguće načine otkazivanja komponenti sistema, posledice i mogućnosti izbegavanja otkaza
- Sistem ili podsistem se razlaže na pojedinačne delove, poddelove i komponente

ŠTA JE SIX SIGMA?

- Six sigma sistem meri defekte u procesu i normalizuje ih tako da može da se napravi poređenje između procesa
- **Philip Crosby – tvorac zero defekta (ZD)**
 - "Stvarni problemi koji su kreirani u glavama ljudi poput virusa koji je dugo potrajao bili su da su greške neminovne i koncentracija treba da bude na što ranijoj detekciji i dinamičkoj korekciji"
 - "Moje razmišljanje je bilo da menadžment šalje pogrešnu poruku ljudima time što im kaže da se očekuje da s vremena na vreme urade loše stvari"
 - "ZD je osnovni koncept menadžmenta, a ne motivacije radnika"

PODRUČJE PRIMENE FMEA

- U fazi projektovanja (za identifikovanje dodatnih zaštitnih elemenata koji se lako mogu uključiti u nacrt projekta)
- U fazi izgradnje (za ocenu promene opreme izazvane promenama na terenu)
- U fazi eksploatacije (za ocenu postojećeg postrojenja i za identifikovanje postojećeg pojedinačnog otkaza koji predstavlja potencijalni akcident; ili dopuna HAZOP-u)

PRIMER SKALE ZA OCENU EFEKATA (POSLEDICA) PREMA FMEA

Ocena	Efekat (opisno)	Efekat na sistem	Efekat na ljude	Efekat na vozila	Efekat na proces proizvodnje
10	Katastrofal an	Prestanak rada sistema	Smrt	Veoma veliki otkaz	Kritičan
8	Značajan	Značajna oštećenja sistema	Ozbiljne povrede	Veliki otkaz	Značajan
6	Srednji	Sistem delimično ne radi	Značajne povrede	Značajan otkaz	Umeren
4	Nizak	Mala oštećenja sistema	Male povrede	Mali otkaz	Mali
2	Bez efekta	Bez efekta	Bez povrede	Bez efekta	Bez Efekta

Prema: Grozdanović i Stojiljković, 2013; Zeljković, 2010.

METODE ZA PROCENU LJUDSKE POUZDANOSTI

1. Metoda apsolutne verovatnoće pouzdanosti (**Absolute Probability Judgement – APJ**)
2. Metoda parnog poređenja (**Paired Comparisons – PC**)
3. Metoda procene i redukcije ljudske greške (**Human Error Assessment and Reduction Technique – HEART**)
4. Metoda za predviđanje nivoa ljudske greške (**Technique for Human Error Data Prediction - THERP**)
5. Metoda indeksa verovatnoće uspeha (**Success Likelihood Index Method – Slim**)
6. Metoda dijagrama uticaja približavanja (**Influence Diagram Approach – IDA**)
7. Metoda pouzdanosti ljudske kognitivnosti (**Human Cognitive Reliability – HRC**)
8. Empirijska tehnika za procenu grešaka operatora (**Tecnica Empirica Stima Errori Operatori – TESEO**)

KVANTIFIKACIJA LJUDSKE POUZDANOSTI

- Sve metode za kvantifikaciju ljudske pouzdanosti zasnivaju se na **izračunavanju verovatnoće ljudske greške** (Human Error Probability – HEP), što je mera ljudske pouzdanosti.

$$\text{HEP} = n/N, \text{ gde je}$$

n – broj događaja konkretne greške (greške čoveka)

N – broj mogućnosti, tj. aktivnosti da se ta greška dogodi.

METODE ZA ANALIZU AKCIDENATA

1. Analiza odstupanja (**Deviation Analysis, DA**)
2. Analiza funkcije bezbednosti (**Safety Function Analysis – SFA**)
3. Analiza promena (**Change Analysis – CA**)
4. Analiza bezbednosti rada (**Job Safety Analysis – JSA**)
5. Kompleksna metoda za procenu nivoa ukupne opasnosti od akcidenta (**The complex method for Assessment of Overall Hazard of An Accident – CMA**)
6. Evolucija akcidenta i metod barijere (**Accident Evolution and Barrier Method – AFR**)
7. Sekvenciranje multilinearne događaja (**Multilinear Events Sequencing - STEP**)

PODELA AKCIDENATA (UDESA)

- Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj (The Organization for Economic Cooperation and Development, OECD) najveće udese klasifikuje kao (prema: Stanković, Stanojević, Berberović, 1996):

tehnološke katastrofe

sa 25 ili više mrtvih

velike udese

sa 5 ili više mrtvih

značajne udese

sa 3 ili više mrtvih

- Prema OECD, u svetu se svakoga dana dogodi 30-35 hemijskih udesa manjeg ili većeg obima

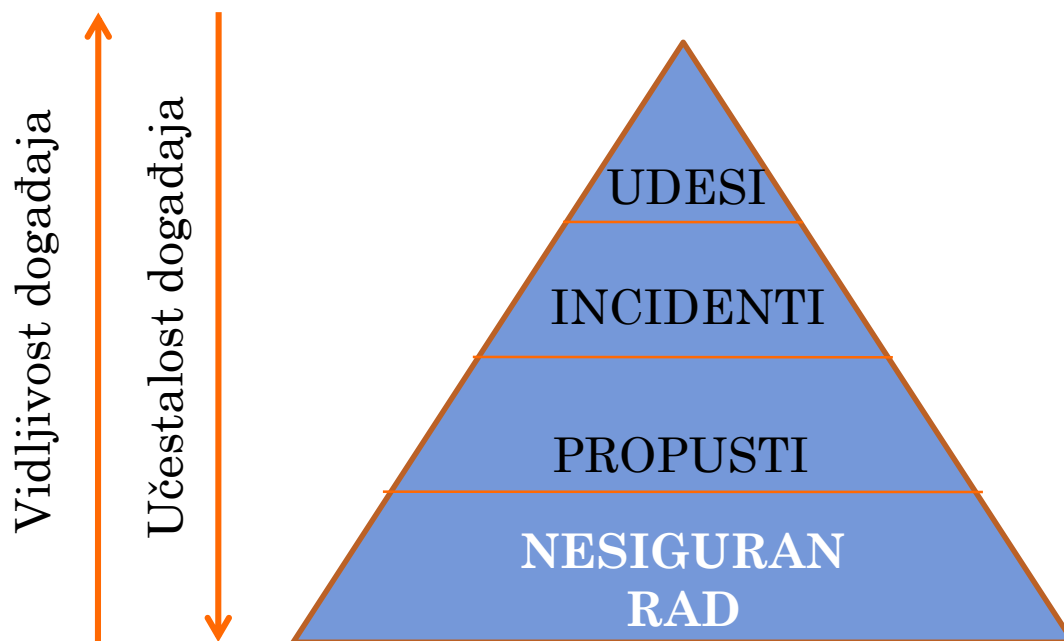
Međuvladina organizacija, osnovana 1960. godine sa sedištem u Parizu sa ciljem obnove Evrope nakon Drugog svetskog rata. Članice (34 evropske i neevropske zemlje): Francuska, Turska, Nemačka, Velika Britanija, Sjedinjene Države, Kanada, Španija, Italija, Švajcarska, Švedska, Grčka, Holandija, Portugal, Norveška, Belgija, Austrija, Luksemburg, Island, Australija, Meksiko, Novi Zeland i dr...

U REPUBLICI SRBIJI

- Prema podacima **Ministarstva zaštite životne sredine Republike Srbije**, u našoj zemlji je pre uvođenja sankcija 1992. godine godišnje **registrovano 20-25 hemijskih udesa** manjeg obima, koji najčešće nisu prelazili okvire industrijskog kompleksa.
- Osnovni uzrok ovih udesa vezan je za **ljudske greške (62%)**, a manji deo za **zastarelu tehnologiju (20%)**.

TEORIJE O NESREĆAMA - LEDENI BREG

- Prema teoriji Ledeni breg nesiguran rad je ključna komponenta, koja u kombinaciji sa drugim nepovoljnim okolnostima, tj. propustima dovodi do nesreće.



ANALIZA AKCIDENATA (UDESA)

- Pri analizi udesa, klasifikaciji i oceni nivoa udesa, u razmatranje se mogu uzeti i sledeći pokazatelji:
 - Broj poginulih neposredno pri udesu
 - Broj umrlih u periodu nakon povređivanja i oboljevanja
 - Broj povređenih (na nivou individualnosti)
 - Ukupan broj povređenih
 - Karakter moralno-psihičkih trauma
 - Narušavanje složenih uslova života naselja
 - Karakter štete nanete životnoj sredini
 - Finansijski gubici

METODE ZA PROCENU RIZIKA UPRAVLJAČKE DELATNOSTI

1. Propust menadžmenta i stablo rizika (**Management Oversight and Risk Tree – MORT**)
2. Audit (**Audits – in general**)
3. Sistem upravljanja bezbednošću, zdravljem i zaštitom životne sredine (**Safety, Health and Environmental Management – SHE-MS**)
4. Međunarodni sistem normiranja bezbednosti (**International Safety Rating System – ISRS**)
5. Studija kulture bezbednosti, opasnosti i operabilnosti (**Safety Culture Hazard and Operability Study - SCHAZOP**)

INFORMACIONI SISTEMI UPRAVLJANJA RIZIKOM U RADNOJ I ŽIVOTNOJ SREDINI

