Workplace and Process Safety in Next Generation Europe - Teaching for Learning Safety4EU

Project No. 101126832

Coordinator: Dr Milan Protić

Co-funded by the European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Co-funded by the European Union

Workplace and Process Safety in Next Generation Europe - Teaching for Learning Safety4EU

L4 - Process Safety Larning from Case Histories

Retrospektiva i predviđanje sistema bezbednosti procesa

Dr Milan Protić

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Co-funded by the European Union

Bhopal..... BP Teksas Citi.... Piper Alpha Longford..... Titanik..... Chernobil.....

Nema sumnje da ste čuli bar za neku od ovih katastrofa.

Predmet istraživanja, izveštaja, knjiga i filmova.

Veliki ljudski i materijalni (ekološki) troškovi.

Iskustvo nam nameće zaključak da je katastrofa mogla biti sprečena.

Struka u oblasti bezbednosti procesa ima zadatak da detaljno prouči sve elemente uzroka nastanka katastrofa.

Stečena znanja i iskustva treba da spreče ovakve pojave i pretvore retrospektivu u predviđanje.

Pravilno postavljen sistem bezbednosti procesa zasnovan na proceni rizika, propisi, uputstva, kodeksi i standardi pružaju okvir za bezbedan rad i u industrijama sa najvećim rizikom.

Međitim, incidenti se i dalje dešavaju...

BASIC INFORMATION

Co-funded by the European Union

U mnogim slučajevima iskustva incidenata i katastrofa **ostavljaju trajne posledice** za aktere.

Inženjeri često prelaze u oblast bezbednosti ili postaju eksperti za različite oblasti u kojima su incidenti verovatni.

U nekim slučajevima izazivaju trajni osećaj odgovornosti ili krivice...

Šta je sa mlađim generacijama....da li i one moraju da prolaze kroz tragična iskušenja da bi došli do saznanja i iskustava...

Zato je važno **analizirati različite studije slučaja**.

Na taj način se **razmenjuju znanja i iskustva i otkrivaju nadostaci** u sistemu upravljanja bezbednošću, čime se sprečava nastanak sličnih incidenata u budućnosti.

Co-funded by the European Union

Retrospektiva događaja treba da koncipira i **svojevrsno predviđanje adekvatnog sistema bezbednosti** u sektorima kao što su: hemijska industrija, transport, rudarstvo, nafta i gas, nuklearna postrojenja itd.

Većina incidenata se mogu okarakterisati kao tehnološki incidenti.

Međutim, oni uključuju dublju analizu.....od kvara opreme, ljudskog faktora i najrazličitijih okolnosti...

Retrospektiva događaja ukazuje na važnost analize opasnosti, upravljanja promenama, planiranja i reagovanja u vanrednim situacijama i ostalih elemenata bezbednosti procesa zasnovanih na riziku.

Iskustvo pokazuje da iako je **usklađenost sa standardima i propisima** za specifičnu industriju ostvarena u najvećoj meri....**nije dovoljno da se pod nekim okolnostima spreči incident**.

Co-funded by the European Union

Primera ima mnogo.....u materijalu je analizirano više slučajeva kao što su:

- eksplozija u West Fertilizer Company, SAD
- eksplozija LABORATORIJA T2, FLORIDA, SAD
- HOECHST nekontrolisana hemijska reakcija, Nemačka
- eksplozija i požar, MAINE & ATLANTIC RAILWAY, Quebec, Kanada
- havarija cevovoda i požar, Pacifička kompanija za gas i električnu energiju, Kalifornija
- požar, eksplozija i ispuštanje toksičnih materija, Naftna buština, Meksički zaliv, SAD
- isticanje HF, HUBE GLOBAL COMPANY, Gumi, Južna Koreja
- eksplozija nuklearne elektrane, FUKUŠIMA DAIČI, Japan

Na osnovu analiza slučajeva date su i preporuke.

Pokazalo se da je primena ovih preporuka u najvećem broju slučajeva sprečila pojavu incidenata (čak i ako nije bilo promene standarda ili propisa u potpunosti)

Co-funded by the European Union

Intenzivan rast industrije krajem XX i početkom XXI veka, naročito na dalekom istoku, Kini, Indiji...

Masovna industrijalizacija, prljave tehnologije, jeftina radna snaga, nedostatak ekoloških i bezbednosnih standarda stvaraju uslove za nastanak neželjenih incidenata, ponekad sa katastrofalnim posledicama po ljude, imovinu i životnu sredinu...

U teoriji bezbednosti, početak 2000-ih donosi ***Smernice za bezbednost procesa zasnovane na riziku*** *i prelazak na novi model upravljanja bezbednošću procesa*.

Postoji 20 elemenata bezbednosti procesa zasnovanih na riziku, svrstanih u 4 grupe (stuba):

Stub 1	**Posvećenost bezbednosti procesa**
Stub 2	**Razumevanje opasnosti i rizika**
Stub 3	**Upravljanje rizikom**
Stub 4	**Učenje iz iskustva**

Co-funded by the European Union

Stub 1: Posvećenost bezbednosti procesa

elementi bezbednosti procesa

Posvećenost bezbednosti procesa

- **1. Kultura bezbednosti procesa**
- **2. Usklađenost sa standardima**
- **3. Kompetentnost za bezbednost procesa**
- **4. Uključivanje radne snage**
- **5. Pristup zainteresovanih strana**

Co-funded by the European Union

Stub I – Posvećenost bezbednosti procesa

Predstavlja osnovu izvrsnosti u teoriji bezbednosti procesa.

Organizacije se generalno ne poboljšavaju bez snažnog vođstva i čvrste posvećenosti.

Stub čini 5 elemenata:

1. Kultura bezbednosti procesa

- zajednički skup vrednosti, normi i uverenja. Može se izraziti kao "*Kako radimo*", "*Šta očekujemo*" i "*Kako se ponašamo kada niko ne gleda„*.

2. Usklađenost sa standardima

- zahteva identifikaciju, razvoj i primenu standarda.
- treba razviti standarde kako za novoizgrađenu i postojeću opremu.
- Standardi mogu biti interni i eksterni, nacionalni i međunarodni kodeksi i standardi, kao i propisi i zakoni lokalne jurisdikcije.

Co-funded by the European Union

3. Kompetentnost za bezbednost procesa

- stvaranje, razvoj i održavanje znanja o bezbednosti procesa;
- kontinuirano usavršavanjee znanja i kompetencija; dostupnost informacija o bezbednosti procesa ljudima kojima su potrebne;
- dosledna primena i inovacija znanja za bezbednost na radu.

4. Uključivanje radne snage

Podrazumeva aktivno učešće kompanija i izvođača u projektovanju, razvoju, implementaciji i kontinuiranom unapređenju bezbednosti procesa na radnom mestu.

5. Pristup zainteresovanih strana

Omogućava da informacije o bezbednosti budu relevantne za najširi sloj organizacija, uključujući lokalne zajednice, lokalne službe za hitne slučajeve i kompanije iz industrije.

Co-funded by the European Union

Stub 2: Razumevanje opasnosti i rizika

elementi bezbednosti procesa

Razumevanje opasnosti i rizika

→ **6. Upravljanje procesnim znanjem**

→ **7. Identifikacija opasnosti i analiza rizika**

Co-funded by the European Union

Stub II - Razumevanje opasnosti i rizika

Organizacije koje razumeju opasnosti i rizike adekvatno raspodeljuju materijalne i ljudske resurse u cilju upravljanja rizicima.

Stub čine 2 elementa:

6. Upravljanje procesnim znanjem

Uključuje aktivnosti oko sastavljanja, katalogiziranja i omogućavanja dostupnosti informacija o bezbednosti.

U aktivnosti treba uključiti i razumevanje informacija (ne samo prikupljanje podataka).

7. Identifikacija opasnosti i analiza rizika

Obuhvata sve aktivnosti uključene u identifikaciju opasnosti i procenu rizika u objektima, tokom njihovog životnog ciklusa, sa ciljem da se rizicima za zaposlene, javnost i okruženje upravlja u okviru toleracija rizika.

Co-funded by the European Union

Stub 3: Upravljanje rizikom

elementi upravljanja rizikom

Upravljanje rizikom

- 8. Operativni postupci
- 9. Bezbedna radna praksa
- 10. Funkcionalnost i pouzdanost opreme
- 11. Upravljanje ugovorenim uslugama
- 12. Osposobljavanje i osiguranje učinka
- 13. Upravljanje promenama
- 14. Operativna spremnost
- 15. Sprovođenje operacija
- 16. Upravljanje u hitnim slučajevima

Co-funded by the European Union

Stub III - Upravljanje rizikom

Fokusira se na tri pitanja:

- *siguran rad i održavanje procesa koji predstavljaju rizik,*
- *upravljanje promenama u procesima kako bi se osiguralo da rizik ostane prihvatljiv,*
- *preventiva, reagovanje i upravljanje incidentima.*

Stub čini 9 elemenata:

8. Operativni postupci

Operativni postupci zahtevaju pisana uputstva za sve faze operacije, uključujući rutinske, nerutinske i hitne.

Dobre procedure opisuju proces, opasnosti, alate, zaštitnu opremu i elemente kontrole tako da operateri razumeju opasnosti, mogu potvrditi da se kontrole primenjuju i da se proces realizuje na očekivani način.

Co-funded by the European Union

9. Bezbedna radna praksa

Pokriva nerutinski rad i često podrazumeva dozvole. Popunjava prazninu između procesa rada i održavanja u odnosu na opasnosti i rizike koji se javljaju u toku rada.

10. Funkcionalnost i pouzdanost opreme

Predstavlja sistemsku primenu postupaka pregleda, provere, ispitivanja i održavanja opreme i naročito sistema bezbednosti na opremi, u funkcionalnom i ispravnom stanju.

11. Upravljanje ugovorenim uslugama

Predstavlja sistem kontrola koji obezbeđuje da podrška servisnih službi, bezbedan rad postrojenja i bezbedno poslovanje kompanije obezbeđuju ličnu bezbednost zaposlenih.

Element uključuje izbor, nabavku, korišćenje i praćenje ugovorenih usluga.

Co-funded by the European Union

12. Osposobljavanje i osiguranje učinka

Uključuje praktična uputstva o procesu rada, zahtevima i metodama za obavljanje radnih zadataka.

Osiguranje učinka je pokazatelj da su zaposleni razumeli obuku i da je mogu primeniti u praktičnim situacijama.

13. Upravljanje promenama (MOC Management of change)

MOC osigurava da promene u procesu rada ne dovode do novih opasnosti ili povećanje rizika.

Ovo uključuje postupke pregleda i autorizacije predloženih promena u konstrukciji opreme, radnim operacijama, organizaciji itd.

Ovim se obezbeđuje da zaposleni pre implementacije budu adekvatno obavešteni o promenama i procedurama vezanim za radni proces i mere bezbednosti.

Co-funded by the European Union

14. Operativna spremnost

Osigurava da se radna operacija realizuje u bezbednim uslovima i da je spremna da se ponovno pokrene.

15. Sprovođenje operacija

Predstavlja izvršavanje operativnih i upravljačkih zadataka na sistemski i promišljen način. Od zaposlenih se očekuje da radne obaveze obavljaju sa pažnjom, promišljeno, uz primenu znanja i veština, zdravog rasuđivanja i osećaj odgovornosti.

Sprovođenje operacija i operativna disciplina usko su povezani sa organizacijom i kulturom rada.

16. Upravljanje u hitnim slučajevima

- planiranje mogućih hitnih slučajeva;
- osiguranje resursa za izvršenje plana;
- vežbanje i poboljšanje plana;
- osposobljavanje ili informisanje zaposlenih, izvođača radova, organa lokalne samouprave i koordinaciju sa svim zainteresovanim službama.

Co-funded by the European Union

Stub 4: Učenje iz iskustva

elementi bezbednosti procesa

Učenje iz iskustva

- **17. Istraga incidenta**
- **18. Merenje i metrika**
- **19. Revizija**
- **20. Analiza menadžmenta i kontinuirano unapređenje**

Co-funded by the European Union

Stub IV - Učenje iz iskustva

Uključuje identifikaciju i prenošenje znanja u cilju obučavanja drugih. Učenje bazira na unutrašnjim i spoljašnjim izvorima informacija.

Stub čine 4 elemenata:

17. Istraga incidenta

Uključuje istraživanje incidenata i podataka koji pokazuju trendove u incidenatima sa ciljem identifikacije obrasca ponavljanja incidenata.

- upravljanje dokumentacijom i preporukama na osnovu istraživanja.

18. Merenje i metrika

Utvrđuju učinak indikatora za praćenje efikasnosti sistema bezbednosti zasnovanog na rizicima.

Ukazuju koje osnovne indikatore koje treba pratiti, prikupljati podatke i šta raditi sa informacijama kako bi se osigurao odgovarajući efikasan sistem bezbednosti zasnovan na rizicima.

Co-funded by the European Union

19. Revizija

Ima za cilj ocenjivanje sprovođenja i efikasnosti sistema upravljanja.

Ukazuje na slabosti, nedostatke i daje preporuke za poboljšanje sistema upravljanja.

20. Analiza menadžmenta i kontinuirano unapređenje

Rutinska procena funkcionalnosti sistema upravljanja u odnosu na planirane rezultate poslovanja i efikasnost.

Predstavlja stalnu aktivnost "due diligence" (*stalna pažnja*) koja podrazumeva ***praćenje*** od strane uprave između svakodnevnih radnih aktivnosti i formalnih periodičnih revizija.

Co-funded by the European Union

LJUDSKI RAD

Često se istrage o incidentima završavaju nalazom o "ljudskoj grešci".

Pravo pitanje je: zašto je čovek preduzeo tu radnju, a zatim i niz drugih pitanja:

Da li je operater obavljao posao na najbolji mogući način?

Da li je situaciji doprinela neogovarajuća ergonomija opreme i okruženja ?

Da li je operater bio pod pritiskom zbog zahteva za povećanom proizvodnjom?

Da li nije bio dovoljno upoznat o mogućim bezbednosnim izazovima u toku rada?

Zaključujemo da je ponašanje zaposlenog posledica sistema upravljanja koji definiše poslovanje kompanije, odnosno kulture bezbednosti procesa, uključivanje radne snage i obuka, primena procedura itd.

Učenje iz incidenata podrazumeva da nam je u centru pažnje čovek i da je sve što radimo namenjeno njogovoj zaštiti.

Samo tada će naš sistem upravljanja bezbednošću imati efekat na smanjenje i sprečavanje pojave incidenata.

Co-funded by the European Union

ORGANIZACIJA IZLAGANJA

Retrospektiva najvažnijih grupa incidenata uz prepoznavanje grešaka u sistemu upravljanja koje su doprinele nastanku incidenata i katastrofa.

Studije slučaja se odnose na incidente:

- sa hemijskim reakcijama
- sa požarima
- sa eksplozijama
- ispuštanja otrova u životnu sredinu
- u transportu
- nenaftne/hemijske incidente

U realnosti mnogi incidenti obuhvataju dve ili više kategorija: *na primer, nekontrolisana hemijska reakcija može izazvati ispuštanje otrovnih supstanci ali i požar i eksploziju.*

Takođe, oslobađanje otrovnih, zapaljivih ili eksplozivnih supstanci može izazvati požar i eksploziju sa nesagledivim posledicama po ljude i materijalna sredstva i životnu sredinu itd.

Co-funded by the European Union

Workplace and Process Safety in Next Generation Europe - Teaching for Learning Safety4EU

L4 - Process Safety Larning from Case Histories

Incidenti sa hemijskim reakcijama

Dr Milan Protić

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Co-funded by the European Union

U osnovi bezbednog rada hemijske industrije leži sigurnost odvijanja hemijskih reakcija.

Međutim inidenti se i dalje dešavaju....

Statistički:

- oko 29% incidenata rezultira pojavom smrtnih slučajeva
- 37% rezultira emisijom toksičnih gasova
- više od 50% uključuje hemikalije koje nisu u potpunosti obuhvaćene propisima
- 36% je posledica hemijske nekompatibilnosti
- 35% je posledica neželjenih reakcija
- 10% je posledica osetljivosti materijala na toplotu ili mehanički uticaj
- 70% se događa u hemijskoj industriji, 30% u drugim industrijama
- više od 65% se događa u skladištima ili drugoj procesnoj opremi
- 25% se događa u hemijskim reaktorima

Co-funded by the European Union

NEKONTROLISANA HEMIJSKA REAKCIJA I EKSPLOZIJA LABORATORIJA T2, FLORIDA, SAD, 2007

Nekontrolisana hemijska reakcija tokom proizvodnje metilciklopentadienil-mangan-trikarbonila (MCMT) u Laboratoriji T2, rezultirala je havarijom reaktora 19.12.2007.

U nastaloj eksploziji poginula su 4 radnika (zaposlena u laboratoriji) T2, a povređeno je 32 (28 ljudi u obližnjim preduzećima).

Komadi reaktora pronađeni su 2 km dalje od mesta eksplozije.

Oštećena su 32 objekta.

Eksplozija se čula na rastojanju od 24 km, u centru Džeksonvila na Floridi.

Procena je da je eksplozija ekvivalentna eksploziji 635 kg TNT.

Nakon analize incidenta, Komitet za hemijsku bezbednost je preporučio da se u studijske programe hemijskog inženjerstva uključi sadržaj koji se odnosi na prepoznavanje opasnosti i rizika od moguće hemijske reakcije kroz „kontrolu hemijskih, fizičkih i/ili bioloških procesa (*uključujući i opasnosti povezane sa tim procesima*).

Co-funded by the European Union

Opis

Laboratorija T2 je otvorena 1996. kao postrojenje za proizvodnju rastvarača.

Osnovali su ga hemijski inženjer i hemičar.

Na početku rada, jedan od proizvoda bila je mešavina kupljenog MCMT-a, aditiva za benzin.

2004. god., počela je proizvodnja MCMT, koji postaje osnovni proizvod do 2007.

Nekontrolisana reakcija se dogodila na početku procesa proizvodnje MCMT-a.

Reakcija između metilciklopentadien (MCPD) dimera, natrijuma i dietilen glikol dimetil etra (DEDM).

MCPD i DEDM su ubačeni u reaktor zapremine 9,3m3, a zatim je dodat natrijum kroz ventil na vrhu reaktora (slika 2-3).

Reaktor se zagrevao mineranim uljem temperature 182°C (topljenje natrijuma), čime se pokreće reakcija za stvaranje metilciklopentena.

Nusprodukt reakcije je vodonik koji se ispuštao na rasteretnom ventilu.

Na temperaturi 99°C, pokrenut je mešač (do tog vremena natrijum se rastopio).

Na temperaturi 149°C, grejanje je isključeno.

Kako je reakcija egzotermna, hlađenje je uključeno na temperaturi od 182°C.

Co-funded by the European Union

Šta se dogodilo.

Zaključeno je da je nedostatak hlađenja neposredni uzrok nekontrolisane reakcije.

Zašto se to dogodilo.

Nefunkcionalost sistema hlađenja (potrebnog za kontrolu egzotermne reakcije), može se dogoditi iz više razloga:

- gubitak vode iz napojnog voda
- odvodni ventil ostavljen otvoren ili delimično otvoren
- kvar na motornom pogonu ventila
- blokada u dovodnom vodu (kvar senzora temperature ili nakupljanje nečistoće u omotaču reaktora.

Bez hlađenja temperatura raste.

Naknadna ispitivanja pokazuju da je došlo do druge egzotermne reakcije (na 199°C) koja je bila intenzivnija od prve.

Za drugu reakciju opslužioci nisu znali.

Reakcija je stvorila pritisak od 41,4 bar, dovoljan za havariju reaktora.

Co-funded by the European Union

Propusti u sistemu upravljanja

stub I. Posvećenost bezbednosti procesa

1. Kultura bezbednosti procesa.

Analize pokazuju da vlasnici T2 nisu razumeli bezbednost procesa i kako izgraditi snažnu kulturu bezbednosti procesa.

2. Poštovanje standarda

T2 nije bio u skladu sa standardima. Nema pisanih dokaza da je T2 imao definisan ulaz u ograničeni prostor, zaključavanje/označavanje, ličnu zaštitnu opremu i program osposobljavanja zaposlenih.

3. Kompetencija za sigurnost procesa

T2 su pokrenuli ljudi koji nisu imali iskustva u projektovanju i vođenju procesa koji uključuju hemijske reakcije.

Reakcije su testirane u laboratorijskim uslovima na ograničenim količinama reagenasa (1 litar) pri čemu se nije uočila značajna egzotermna reakciju.

Međutim, priroda egzotermnih reakcija oslobađa energiju reda veličine 3. stepena prečnika reaktora, a površina prenosa tolote povećava se sa kvadratom prečnika.

To znači da se oslobađanje toplotne energije dešava znatno brže od mogućnosti sistema za hlađenje, što se nije videlo u laboratorijskim uslovima.

Co-funded by the European Union

stub II. Razumevanje opasnosti i rizika

7. Identifikacija opasnosti i analiza rizika.

Iako je konstruktor reaktora preporučio da T2 uradi probna ispitivanja i Studiju o proceni rizika, to nije učinjeno.

Nije odgovoreno na pitanja: šta se događa ako je temperatura previsoka? ili šta ako hlađenje nije dovoljno?

Odgovori na ova pitanja doprineli bi formiranju procedura i dodatnom tehničkom opremanju u slučaju da se takve pojave dogode.

Uprkos tome, sistem reagovanja se odnosio samo na maksimalnu brzinu produkcije vodonika u radu.

Proverom se ustanovilo da je druga egzotermna reakcija bila toliko brza da se reaktor nije mogao zaštititi preko rasteretnih ventila.

Co-funded by the European Union

stub III. Upravljanje rizikom

13. Upravljanje promenama

Već posle jedne godine proizvodnje, produkcija u T2 povećana je za jednu trećinu, bez bezbednosnih provera.

16. Upravljanje hitnim slučajevima

T2 nije upozorio hitne službe na prisutnost MCMT-a na terenu što je bilo važno, jer je MCMT otrovan pri udisanju i agresivan u dodiru s kožom.

Co-funded by the European Union

stub IV. Učenje iz iskustva

17. Istraga incidenta

Pre eksplozije, došlo je do neočekivanih egzotermnih reakcijaja u tri od prvih deset serija tokom prvog koraka proizvodnje kada je proces usmeren na glavni reaktor.

Nakon prve egzotermne reakcije (u seriji 1), sistem je održavan dodatnim hlađenjem.

Nekontrolisane egzotermne reakcije su se međutim dogodile u serijama 5 i 10, pri čemu zaposleni nisu prepoznali da je i u prethodnim reakcijama moglo doći do ozbiljnih posljedica.

Co-funded by the European Union

3. HOECHST nekontrolisana reakcija, GRIESHEIM, NEMAČKA, 1993.

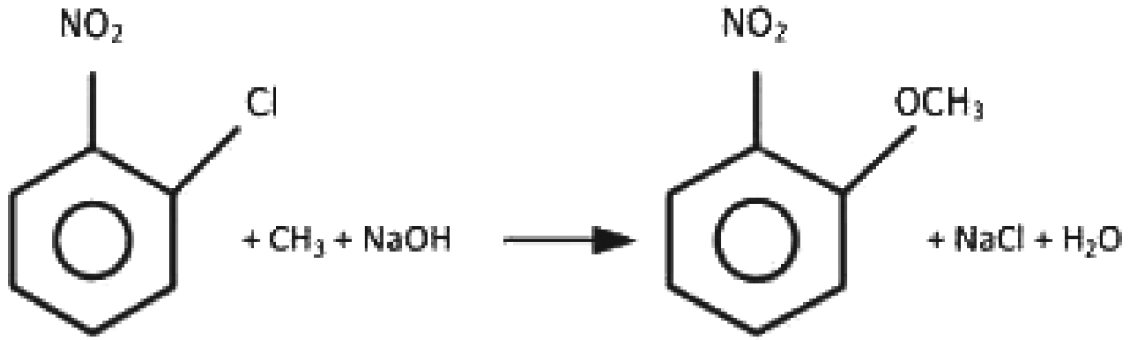
22. februara 1993. u fabrici Hoechst, dogodio se incident u čijoj osnovi je neželjeno otvaranje reaktorskog sigurnosnog ventila pod pritiskom.

Tom prilikom je 10 tona smeše oslobođeno u okolinu, pri čemu je žutim nanosom prekriveno 30 hektara površine.

Događaj je bio povod za donošenje smernica za prepoznavanje i prevazilaženje egzotermnih reakcija 1994. godine.

Smernice su uticale na dalji rad hemijske industrije u Nemačkoj, a pritisak medija je bio jedan od razloga za povlačenje kompanije Hoechst iz hemijske industrije.

Opis Posmatrana hemijska reakcija između 1-hloro-2-nitrobenzena (poznat kao 2-hloronitrobenzen) i kaustične sode, produkuje orto-nitroanizol:



Slika 3-1. Sekvenca egzotermne reakcije (oslobođena toplotna energija 140 kJ/mol) 2-hloronitrobenzena.

Co-funded by the European Union

Procedura

Proces se odvijao u reaktoru zapremine 36 m3, na temperaturi od 80°C i pritisku 10 bar.

Metanol i 2-hloronitrobenzen su dodati u reaktor uz mešanje.

Nakon dodavanja hemikalije, mešalica je isključena i nivo smeše u reaktoru proveravan je kroz kontrolni otvor.

Zatim je mešač ponovo pokrenut i smeša zagrejana na 80°C (176°F) uz dodatak azota, pri čemu je pritisak u reaktoru dostigao 3 bara.

Ovo je smanjilo koncentraciju kiseonika na 8%, pri čemu je kiseonik neophodan za sprečavanje neželjene sekundarne reakcije.

U narednom koraku, dodat je metanol i kaustična soda uz hlađenje sa ciljem održavanja temperature reaktora na 80°C.

Co-funded by the European Union

Što se dogodilo

Tokom tehnološkog procesa, operateri su dogrevali reaktor kako bi održali temperaturu od 80°C umesto da vrše hlađenje što je u tom delu tehnološkog procesa bilo uobičajeno.

Nakon dodavanja metanola i kaustične sode, izvršeno je uzorkovanje serije.

Pri tome, operateri otkrivaju da je mešač isključen i pokušavaju da ga startuju.

U trenutku uključivanja mešača, reakcija je već postala nekontrolisana, pri čemu je temperatura porasla na 160°C i pritisak na 16 bara.

Reaktor je imao ventil sigurnosti podešen na 16 bar, i on se tom prilikom otvorio pri čemu je sadržaj reaktora izašao van.

Co-funded by the European Union

Zašto se to dogodilo

Istragom je utvrđeno da mešač nije ponovo pokrenut nakon provere nivoa.

Ovo je dovelo do nagomilavanja materijala koji nije pomešan i koji nije reagovao u unutrašnjosti reaktora.

Uzorak koji je uzet, pokazao je samo 45% konverzije 2- hloronitrobenzena.

Zbog toga je više od polovine punjenja bilo dostupno za reakciju. Ponovo pokretanje mešača uzrokovalo je da cela smeša odmah stupi u reakciju.

Ova egzotermna reakcija je dodatno podsticana dogrevanjem reaktora.

Dodatni problem je bio što je visoka temperatura pokrenula sekundarnu dekompozicionu reakciju koja ima toplotu reakcije od 390 kJ/mol, dodatno ubrzavajući egzotermnu reakciju i povećanje pritiska u reaktoru.

Co-funded by the European Union

Propusti u sistemu upravljanja

stub I. Posvećenost bezbednosti procesa

3. Kompetencija za sigurnost procesa

Neposredni uzrok ovog incidenta, ponovno pokretanje zaustavljenog mešača, bio je uzrok incidenata i u drugim hemijskim industrijama.

Konstruktori procesa su prepoznali opasnost i predvideli aktiviranje alarma.

Međutim alarm se nije uključio jer je mešač bio isključen.

Ali, konstruktori nisu predvideli dodatne zaštitne mere kao što je sprečavanje dopunskog zagrevanja u slučaju kada je mešač isključen.

Odokativna provera nivoa preko kontrolnog otvora je nesiguran metod kontrole reakcije.

Operater može biti izložen toksičnim parama pri otvaranju otvora, a zapaljive pare mogu izaći u radni prostor. Ovakve procese treba regulisati automatski.

Konstrukcija sigurnosnog ventila nije predviđena za nekontrolisane reakcije uz oslobađanje velikih količina toksičnog materijala.

Zato je izuzetno opasna reakcija eskalirala sa značajnim posledicama po životnu sredinu.

Co-funded by the European Union

stub II. Upravljanje rizikom

12. Obuka i osiguranje performansi

Otvaranje delimično napunjenog reaktora od strane operatera postavlja pitanje kakvu vrstu obuke su operateri imali pre pokretanja reakcije.

Da li su znali da smanjeno oslobađanje toplote predstavlja znak da je reakcija u problemu?

Ako su bili svesni posledica, onda se pogrešna odluka o nastavku procesa pripisuje rukovodiocu operacije.

15. Sprovođenje operacija

Nastavak dodavanja 2-hloronitrobenzena i dodavanje toplote kada je potrebno hladiti, ukazuje na loše rukovođenje operacijom.

Zašto je operater zaboravio da pokrene mešač?

Moguće je da operateri nisu bili pravilno obučeni ili da nisu reagovali kako treba, ili možda nije sprovedena studija identifikacije opasnosti procesa.

U egzotermnom procesu, operateri bi trebalo da budu obučeni da zaustave proces i zatraže stručnu podršku ako proces ne funkcioniše normalno.

Sprovođenje operacija se odnosi na sve: menadžere, konstruktore, operatere i tehničare.

Tehničko osoblje je moralo da osmisli dodatne mere zaštite kako bi dovođenje toplote moglo da bude realizovano samo ako je mešač uključen.

Co-funded by the European Union

DRUGI INCIDENTI

U nastavku su pomenuti neki od incidenata reaktivnim hemijskim supstancama:

- Eksplozija cisterne Rohm & Haas, Teesside, Velika Britanija, 3. januar 1976;
- Eksplozija pesticida kompanije Bartlo Packaging Inc., West Helena, Arkansas, 8. maj 1997;
- Eksplozija u kompaniji Napp Technologies Inc., Lodi, New Jersey, 21. april 1995;
- Eksplozija u kompaniji Concept Sciences Inc., Allentown, Pennsylvania, 19. februar 1999;
- Eksplozija u Nissan corporation, Japan, 10. jun 2000;
- Eksplozija u kompaniji Morton International, Inc., Paterson, New Jersey, 8. april 1998;
- Eksplozija u AN-a kompaniji Azote de France, Toulouse, Francuska, 21. septembar 2001.
- Eksplozija hemijske fabrike Synthron LLC, Morganton, Severna Karolina, SAD, 31. januar 2006.
- Bayer CropScience, nekontrolisana reakcija i eksplozija posude pod pritiskom, Institut Zapadna Virginia, SAD, 28. avgust 2008.

Co-funded by the European Union

Workplace and Process Safety in Next Generation Europe - Teaching for Learning Safety4EU

L4 - Process Safety Larning from Case Histories

Incidenti u transportu

Dr Milan Protić

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Co-funded by the European Union

Incidenti u transportu

Incidenti vezani za bezbednost procesa obuhvataju brojne incidente u transportu, u sektorima kopnenog, pomorskog i vazdušnog saobraćaja.

Transportni incidenti se mogu dogoditi bilo gde duž transportnih koridora i mogu uticati na životnu sredinu ali i na stanovnike naseljenih mesta sa velikim posledicama.

Mnogi incidenti na cevovodima na primer, posledica su korišćenja opreme za kopanje (bageri), godinama pre samog incidenta.

Imajući u vidu gabarite mreže cevovoda, planiranje i upravljanje vanrednim situacijama može biti zahtevno jer curenje može nastati bilo gde.

To znači da je važno da se lokacija incidenta može precizno odrediti i da se povezane službe i ljudi mogu brzo obavestiti.

Neki od incidenata ističu dva važna elementa sprovođenja operacija: **pregled očekivanja** i **kako postupiti kada operacija ne izgleda regularno**.

Osnovno je da ako postoji očekivanje da operater reaguje na određeni način, onda takve informacije treba jasno navesti, implementirati i testirati.

Istovremeno, ako operater radi na zadatku i nešto jednostavno ne izgleda regularno, tada bi trebalo pratiiti sled: **zaustavi se, razmisli, proveri, planiraj odgovarajuće sledeće korake, a zatim nastavi**.

Co-funded by the European Union

6 EKSPLOZIJA I POŽAR, MAINE & ATLANTIC RAILWAY, QUEBEC, KANADA, 2013.

Uvod

Rano ujutru 6. jula 2013. godine, voz Montreal, Maine & Atlantic (MMA) Railway-a posle 7 milja od početne stanice, blizu grada Lac-Megantic iskočio je iz šina.

Voz je prevozio sirovu naftu, a nastali požar i eksplozije fatalno su povredile 47 osoba, uništile 40 zgrada i 53 vozila.

Protiv 3 zaposlena podignuto je 47 optužbi za nemar, a kompanija je proglasila bankrot.

Incident je izazvao obimne diskusije o bezbednosti u železničkom transportu sirove nafte, što je rezultiralo pravilom DOT u maju 2015. sa ciljem povećanja bezbednosti pri transportu zapaljivih tečnosti.

Co-funded by the European Union

Opis

Voz MMA-002 putovao je iz Farnhama, Quebec, do Brownville Junctiona, Maine.

Voz dug 1.433 m se sastojao od 72 vagona koji su prevozili 7,7 miliona litara sirove nafte (UN1267).

Neposredno pre ponoći 5. jula 2013. godine, voz je parkiran u gradu Nantes.

Transport sirove nafte železnicom značajno je porastao, a broj vagona koji su prevozili naftu 2014. godine povećao se za više od 500% u poređenju sa brojem vagona iz 2008. godine.

Prevožene frakcije sirove nafte imale su manju gustinu i veći udeo laganih frakcija ugljovodonika.

Co-funded by the European Union

Šta se dogodilo

Mašinovođa je zaustavio voz na nizbrdici na glavnom koloseku. Koristio je automatske kočnice i aktivirao kočnice na lokomotivi i krajnjem vagonu, a zatim je počeo da aktivira ručne kočnice i isključuje vuču lokomotive.

Testirao je ručnu kočnicu oslobađajući automatske kočnice lokomotive, ali nije oslobodio nezavisne vazušne kočnice lokomotive.

U komuniciji sa kontrolorom železničkog saobraćaja napomenuo je mehaničke poteškoće, ali i višak dima i gubitak snage u glavnom motoru.

Odlučili su da ove probleme rešavaju sledećeg jutra i Mašinovođa je otišao na noćni odmor.

Taksista je primetio dim iz izduvne cevi, ali je Mašinovođa izjavio da je obavestio kompaniju o problemu.

Pred ponoć, prijavljen je požar na vozu u Nantesu.

Šef stanice se sastao sa vatrogasnom službom i tada je isključen dovod goriva za lokomotivu i elektro-prekidači lokomotive.

Voz je ostavljen preko noći bez pokrenutih motora.

Tokom narednog sata, pritisak u sistemu kočenja se smanjio i voz je počeo da se kreće nizbrdo dostigavši brzinu od preko 105 km/h.

Putovao je 11,6 km do grada Lac-Megantic gde se i dogodila velika tragedija.

Co-funded by the European Union

Zašto se dogodilo

Za vozove ove dužine, parkirane na nagnutom terenu, MMA postupak za parkiranje vozova propisuje aktiviranje 9 ručnih kočnica i dodatne ručne kočnice.

Najbolja praksa Kanadskih železnica predviđa aktiviranje 40% svih ručnih kočnica voza.

Samo sedam ručnih kočnica postavljeno je na ovom vozu, a mašinovođa je nepravilno izvršio test kočenja bez oslobađanja vazdušnih kočnica lokomotive.

Kada su vatrogasci reagovali na požar voza u Nantesu, isključili su lokomotivu prema vatrogasnom postupku; međutim, nisu pratili postupak parkiranja voza na nagnutom terenu.

Nisu kontaktirali mašinovođu.

Co-funded by the European Union

S obzirom da lokomotiva nije bila u pokretu (radu), vazduh u sistemu kočenja je počeo da opada, i sat vremena kasnije voz je počeo se okrenuo.

Dostigao je brzinu od 105 km/h na koloseku u gradu Lac-Meganticu gde je predviđena brzina samo 24 km/h.

U vreme incidenta, korišćeni su standardni vagoni DOT-111 za zapaljive tečnosti.

Zbog povećane proizvodnje derivata nafte došlo je do povećanja broja vagona u jednoj kompoziciji.

Vagoni DOT-111 nisu mogli da izdrže udare prilikom izlaska iz šina u Lac-Meganticu.

Co-funded by the European Union

Propusti u sistemu upravljanja

I. Posvećenost bezbednosti procesa

2. Poštovanje standarda

MMA je zahtevao postavljanje određenog broja ručnih kočnica u zavisnosti od broja železničkih vagona i nagiba pri parkiranju.

Voz MMA-002 nije bio u skladu sa ovim zahtevom.

Dodatno, provera efikasnosti kočnica nije izvršena ispravno jer je provera sprovedena sa aktiviranim vazdušnim kočnicama.

Standardi, bilo da su opšti ili kompanijski, moraju biti poštovani.

U suprotnom, rad na osnovu ličnog iskustva ili procene u nekim situacijama može da dovede do katastrofalnih posledica.

Co-funded by the European Union

II. Upravljanje rizikom

10. Integritet i pouzdanost opreme

Lokomotiva je imala je probleme sa motorom u oktobru 2012. godine, i popravka je izvršena.

Dva dana pre incidenta u Lac-Meganticu, mašinovođa je prijavio probleme sa istim motorom koji je prekomerno ubrzavao.

Kada je lokomotiva parkirana u Nantesu, taksista je primetio dim i prskanje ulja, ali su mašinovođa i kontrolor železničkog saobraćaja smatrali da to može da sačeka do jutra da se reši.

Isti taj motor bio je jedini koji je ostao u pogonu i bio je jedini izvor vazdušnog pritiska za parkirani voz.

Nakon incidenta, testovi su pokazali da je ležaj pukao kada je prirubnica bila previše zategnuta nakon nestandardnog popravka u oktobru.

Popravke treba obavljati prema uputstvima.

Snalaženje sa materijalom koji je dostupan i prekomerno zatezanje vijaka često su zabeleženi u izveštajima o nesrećama.

Problemi sa opremom koja je popravljena trebalo bi da budu prijavljeni i istraženi kako bi se osiguralo da je oprema pogodna za dalju upotrebu.

Co-funded by the European Union

13 Upravljanje promenama

Incident predstavlja primer postepene promene u industriji tokom niza godina. Industrija je generalno bila zadovoljna performansama vagona DOT-111.

Međutim, došlo je do promena u vezi sa brojem vagona u jednoj kompoziciji, količinama i karakteristikama nafte koja se transportuje.

To nije prepoznato na vreme sve dok nije došlo do incidenta.

Železnička kompanija MMA nije izvršila adekvatnu procenu rizika kada su počeli da transportuju velike vozove sa zapaljivih materijala.

Posebno, MMA nije procenio rizik od u sistema rada sa jednim izvršiocem, kao i rizik od parkiranja vozova pod nagibom.

Procena rizika mogla je da preporuči dodatnu tehničku zaštitu:

- upotrebu automatskog pokretanja motora pri niskom pritisku vazduha
- nadogradnju softvera koja bi automatski primenio hitno kočenje pri dostizanju niskog pritiska vazduha, pre nego što bi vazduh potpuno nestao.

Co-funded by the European Union

16 Upravljanje hitnim situacijama

Brza reakcija na hitnu situaciju sa vozom u plamenu bila je prilika da se zaustavi incident.

Nažalost, ova prilika je propuštena jer mašinovođa nije bio obučen i kvalifikovan da pomogne vatrogasnoj službi.

Vanredna situacija se ne može proglasiti da je pod kontrolom bez kvalifikovanog lica.

Na primer, kod požara u kući, vatrogasno odeljenje može sarađivati sa kompanijom za snabdevanje energijom da utvrdi da li je požar pod kontrolom.

Sa opremom za rad, da bi se situacija proglasila bezbednom treba konsultovati stručnjake iz odgovarajućih oblasti.

Co-funded by the European Union

HAVARIJA CEVOVODA I POŽAR, Pacifička kompanija za gas i električnu energiju, Kalifornija 2010.

Uvod

9. septembra 2010. godine, došlo je do pucanja državnog gasovoda kompanije Pacific Gas and Electric (PG&E) u stambenom području San Bruna, Kalifornija.

Oslobađanje procenjenih 1.3 miliona standardnih kubnih metara gasa rezultiralo je kraterom dugim 22 metra i širokim 8 metara.

Usledio je požar koji je izazvao brojne povrede i smrt osam ljudi, uništavanje 38 i oštećenje 70 kuća. (slika 6.5-1).

Zakonodavac je izdao Savetodavni bilten o potrebi osiguranja tačnosti podataka sa detaljima proračuna maksimalnog dozvoljenog radnog pritiska.

Kongres je predstavio nekoliko zakona kojima je pojačao nadzor nad bezbednošću gasovoda.

Co-funded by the European Union

Pozadina slučaja

PG&E pruža usluge snabdevanja prirodnim gasom i električnom energijom za petnaest miliona ljudi u Kaliforniji.

PG&E-ove gasne instalacije uključuju više od 77.500 km gasovoda.

Gasovod na kome je zabeležen incident polazi sa Milpitas terminala i proteže se 74km do Martin stanice i uključuje 3 glavna gasovoda i 6 poprečnih veza između gasovoda.

Nadzorni centar za kontrolu i prikupljanje podataka (SCADA) nalazi se u PG&E-ovom sedištu u San Francisku i upravlja radom sistema.

U prošlosti PG&E je 2008. imao eksploziju gasovoda u Rancho Cordova i curenje gasovoda 1981. u San Francisku.

Co-funded by the European Union

Šta se dogodilo

Oko 3,5 sata pre pucanja, započeti su radovi na neprekidnom napajanju el. energijom na Milpitas terminalu. Tehničar na terminalu bio je u kontaktu sa (SCADA) centrom.

Stigla je informacija da se u slučaju gubitka el. napajanja, ventili na dolaznim cevovodima automatski zatvaraju, pa su blokirali ventile u otvorenom položaju.

Tokom rada, lokalna kontrolna tabla ostala je bez napajanja i radnici su počeli da traže alternativni izvor napajanja.

Naknadna istraga je pokazala da su nestabilni naponi iz napajanja izazvali pogrešne signale pritiska, što je dovelo do potpunog otvaranja regulacionih ventila.

Manje od sat vremena pre incidenta, SCADA centar je prikazao preko 60 alarma u kratkom vremenu.

Shvatili su da SCADA centar nije dobijao tačne podatke i prepoznali da je ceo sistem bio pod prevelikim pritiskom.

Co-funded by the European Union

Gasovod je pukao na spoju dva kratka segmenta cevi i gas se zapalio formirajući veliki požar. PG&E je trebalo 95 minuta da zaustavi protok gasa.

Policija iz San Bruna stigla je za 1 minut, a vatrogasci za 2 minuta, a intervencija je uključila 900 ljudi.

Gašenje požara nastavljeno je 2 dana nakon zaustavljanja protoka gasa.

Zašto se to dogodilo

Iz tehničke dokumentacije se vidi da na gasovodu iz 1948. god. postoji 209 zavarenih spojeva podvrgnutih radiografiji, od kojih 15 nije prošlo test a nekoliko je bilo „na granici".

Također su postojale beleške o oštećenjima i popravkama prilikom izgradnje. Gasovod je testiran na 6,9 bar, i ispitivan sa rastvorom sapuna i vode na zavarenim spojevima u trajanju od 48 sati.

Godine 1956, PG&E je premestio 564 metra gasovoda od prvobitne linije iz 1948. kako bi se omogućila izgradnja stambenog naselja.

Pri tome nisu dostavljeni građevinski zapisi i zapisi o testiranjima.

Co-funded by the European Union

Ovaj deo gasovoda zabeležen u GIS-u, naveden je kao bešavna čelična cev API 5L X42 sa debljinom zida od 1 cm.

Međutim Informacije GIS-a bazirane na knjigovodstvenim zapisima nisu se slagale sa inženjerskim zapisima i cev nije bila bešavna.

PG&E je kasnije izjavio da bi u vreme kada je ova cev kupljena, sve cevi širine 30 inča bile sa uzdužnim šavom.

Gasovod se na mestu pucanja sastojao od 6 kratkih segmenata cevi.

Naknadno testiranje je pokazalo da neki od segmenata nisu ispunjavali zahteve materijala a u varovima su pronađene višestruke greške.

Godine 2008, grad San Bruno je angažovao izvođača da zameni postojeću kanalizacionu cev širine 6 inča sa polietilenskom cevi širine 10 inča, korišćenjem metode pneumatskog pucanja cevi (koristi se glava za pucanje koja razbija i gura postojeću cev istovremeno uvlačeći novu cev).

Pre i posle ove operacije, gasovod je pregledan i nalaz je bio uredan.

Međutim, pravila nalažu minimalna rastojanja mesta pucanja od drugih komunalnih instalacija.

Utvrđeno je da vibracije tla izazvane ovim pucanjem mogu deformisati segmente okolnih instalacija što se i dogodilo.

Co-funded by the European Union

<u>Propusti u sistemu upravljanja</u>

Razumevanje opasnosti i rizika

6. Upravljanje znanjem o procesima

Podaci GIS-a zasnovani su na pogrešnim knjigovodstvenim podacima. To je dovelo do pogrešnih podataka o vrsti cevi, vrsti vara i starosti cevi.

Kasnije uvedene preporuke ukazuju na važnost provere sistema, obim ispitivanja i uslove održavanja.

7. Identifikacija opasnosti i analiza rizika

Izveštaji pokazuju da je PG&E imao brojna curenja zbog grešaka u zavarivanju još od 1948. godine.

PG&E je imao praksu upravljanja rizikom koja se bazirala na verovatnoći i posledicama kvarova.

Nivo grešaka se zasnivao na iskustvima iz industrije i nije bio optimističan.

I pored toga, program upravljanja PG&E je ignorisao potenicjalne kvarove usled korozije, konstrukcije i grešaka u proizvodnji.

Co-funded by the European Union

III. Upravljanje Rizikom

10. Integritet i pouzdanost opreme

Sistem upravljanja integritetom gasovoda PG&E bio je neadekvatan. Bazirao se na nepreciznim informacijama i nije razmatrao poznate defekte varova prilikom procene rizika.

Takođe PG&E je imao neadekvatne metode inspekcije koje nisu mogle otkriti defekte varova.

Loš nadzor u projektu iz 1956. rezultiralo je ugradnjom neadekvatnih i loše zavarenih cevi.

Neadekvatan program upravljanja integritetom gasovoda nije uspeo da detektuje loš kvalitet zavarivanja.

Sistemi upravljanja integritetom se baziraju na tačnim podacima i omogućavaju adekvatno upravljanje rizicima.

Co-funded by the European Union

16. Upravljanje vanrednim situacijama

Kompaniji PG&E su nedostajale adekvatne procedure za upravljanje vanrednim situacijama velikih razmera, uključujući i elemente komandovanja.

Kontrolni sistemi PG&E-a prouzrokovali su kašnjenja u identifikovanju lokacije pucanja gasovoda.

Takođe, nedostatak automatskih ventila za zatvaranje ili ventila sa daljinskim upravljanjem odložio je obustavu protoka gasa.

Procedure za odgovor na hitne situacije treba da obuhvate sve hitne situacije, male i velike.

Pored toga, trebalo bi uspostaviti operativne planove za rešavanje situacija kada informacije ili sistemi u hitnim slučajevima budu van funkcije.

Co-funded by the European Union

Workplace and Process Safety in Next Generation Europe - Teaching for Learning Safety4EU

L4 - Process Safety Larning from Case Histories

Ekološki incidenti i incidenti sa ispuštanjem otrova

Dr Milan Protić

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Co-funded by the European Union

Definicija bezbednosti procesa prema CCPS-u (Center for Chemical Process Safety) uključuje požare, eksplozije i ispuštanja toksičnih materija.

Međutim, mnogo više pažnje se posvećuje razumevanju rizika od požara i eksplozija nego rizicima od toksičnosti.

Sa druge strane, ispuštanja toksičnih materija su dovela do nekih od izuzetno štetnih incidenata.

Toksične materije mogu difundovati kroz različite materijale, kretati se na velike udaljenosti i zadržavati dugi niz godina.

Koliko god neki od incidenata bili veliki, uzročnici mogu biti prilično banalni.

U ovom delu izlaganja, opisana su dva incidenta.

Co-funded by the European Union

5. BUŠOTINA BP MAKONDO / TRANSOCEAN DEEPWATER HORIZON - POŽAR, EKSPLOZIJA I ISPUŠTANJE TOKSIČNIH MATERIJA, MEKSIČKI ZALIV, SAD, 2010.

Sažetak

Oko 21:50 sati, 20. aprila 2010. godine, neotkriveni priliv ugljovodonika eskalirao je u eksploziju na platformi Deepwater Horizon na bušotini Macondo.

U postupku privremenog napuštanja bušotine postavljena je cementna barijera.

Urušavanje cementne barijere doveo je do prodora ugljovodonika uz bušotinu do platforme, što je rezultiralo eksplozijom.

Neposredno nakon eksplozije, ugljovodonici koji su se preko vodova za odušak gasa izlili na platformu, takođe su se zapalili.

Dotok ugljovodonika je održavao požar na platformi sve do potonuća platforme 22. aprila.

11 osoba je poginulo, a 17 je ozbiljno povređeno.

Tokom sledećih 87 dana, procenjeno je da je 5 miliona barela nafte ispušteno iz bušotine Macondo u Meksički zaliv.

Ovo je bio jedan od najgorih ekoloških incidenata u istoriji SAD-a.

Posledice incidenta bile su razorne po ekonomiju regiona obale Meksičkog zaliva, a studije o uticaju na životnu sredinu i danas traju.

Co-funded by the European Union

BP, Transocean i MOEX Offshore LLC (vlasnik 10% bušotine) pristali su na plaćanje kazne:

5,5 milijardi dolara prema Zakonu o čistoj vodi (BP)

8,1 milijardu dolara za štetu prirodnom resursu (BP)

600 miliona dolara za druga potraživanja (BP)

4 milijarde dolara kazne za krivična dela (BP)

90 miliona dolara za kršenje Zakona o čistoj vodi (MOEX)

400 miliona dolara kao kaznu po Zakonu o čistoj vodi (Transocean Deepwater Inc.)

Incident je doveo do reorganizacije propisa o bušotinama na moru i formiranje:

- Kancelarije za prirodne resurse, odgovorne za koordinaciju prihoda;
- Agencije za planiranje resursa i zakup;
- Agencije za bezbednost i zaštitu životne sredine (BSEE)

Co-funded by the European Union

Opis

Bušotina Macondo je bila u vlasništvu kompanije **BP**.

Transocean je bio vlasnik i operater platforme Deepwater Horizon.

Halliburton je bio odgovoran za nadgledanje bušotine i operacije cementiranja.

Cameron, angažovan od strane Transocean-a, bio je odgovoran za testiranje i popravke uređaja za sprečavanje izlivanja, bezbednost i zaštitu životne sredine.

Angažovani su i drugi podizvođači ali nisu imali značajniju ulogu.

Proces

U vreme incidenta, bušotina je bila privremeno zatvorena ali sa namerom da se kasnije ponovo otvori za proizvodnju.

Ovaj postupak se naziva privremeno napuštanje.

Čelična cev visoke čvrstoće (oplata) postavljena je u bušotinu (18-19. aprila) radi osiguranja integriteta bunara i omogućavanja buduće proizvodnje.

Dno bušotine se nalazilo se u slojevitoj peskovitoj zoni.

Co-funded by the European Union

Šta se dogodilo

19. aprila započelo je cementiranje. Svrha cementiranja je bila da zatvori bunar i spreči protok ugljovodonika iz bunara.

Cementiranje je praćeno upoređivanjem količine materijala koji ulazi u bunar sa onim što izlazi.

Operateri su bili uvereni da su registrovali potpuni povrat viška unetog materijala, što ukazuje na uspešan proces cementiranja.

Nakon završetka cementiranja, izvršen je pozitivan test integriteta bušotine da bi se proverila propusnost bušotine.

Bušotina je imala pozitivan test, ali on ne garantuje zaptivenost bušotine na samom dnu.

Zatim je izvršen test na pritisak koji je posle nekoliko negativnih rezultata pokazao pozitivan rezultat.

Poslednji test koji se odnosi na vezivanje cementa je otkazan sa uverenjem da je injektiranje cementne barijere uspelo.

Posada je ubrzo počela pripreme za napuštanje bušotine.

Co-funded by the European Union

Procedura predviđa da se bušotina povremeno prati, posebno neželjeni priliv ugljovodonika u bušotinu.

Tokom vremena, zapremina u nekim tankovima i jamama je rasla do trenutka izlivanja.

Na platformi su počele da se aktiviraju alarmi.

Osoblju je naređeno da napusti platformu 12 minuta nakon što se oglasio prvi alarm.

U hitnim situacijama za zatvranje bušotine koristio se uređaj BOP visok 17 m i težak 400 tona.

BOP je imao ramove promenljivog otvora (VBR) konstruisane za zaptivanje bušotine i prstenove konstruisane za zatvaranje cevi za bušenje (slika 5-2).

Posada je aktivirala ramove i prstenove ali ne i poseban ram za presecanje i zatvaranje bušotine.

Svi aktivirani uređaji nisu uspeli da zatvore bušotinu.

Co-funded by the European Union

Zašto se to dogodilo

BP je razmatrao nekoliko opcija za zatvaranje bušotine, međutim, nije izvršena odgovarajuća procena rizika za izabrani plan.

Tokom bušenja, došlo se do značajnih slojeva mulja (blata) u formaciji.

Inženjeri BP-a i Halliburton proučavali su način cementiranja koji bi minimizirao mogući prodor ugljovodonika kroz ove slojeve.

Koristili su drugačiju smešu cementa nego što je prvobitno planirano (penastu smešu cementa koja se ubrizgava sa mehurićima azota, ali ispitivanje nije sprovedeno.

Kasnije istrage su pokazale da smeša cementa nije bila stabilna.

Zaključili su da je procedura cementiranja uspela sa efikasnošću od 96,1%, ali je to bio pogrešno.

Realna efikasnost je bila oko 89-91%.

Poslednji test vezivanja cementa nije ni sproveden.

Co-funded by the European Union

Tokom napuštanja platforme, bušotina je trebalo da bude nadgledana u cilju detekcije priliva ugljovodonika koji se u stvari dešavao kroz priliv mulja (blata).

Iz tog razloga dešavanja nisu sagledana realno, a nivo jame je porastao za 15,8m3 za samo 15 minuta.

Posada je pokušala da smanju pritisak otvaranjem bušotine ali ugljovodonici su potisnuli mulj i izbacili ga na platformu.

Izlivanje je moglo biti usmereno van platforme (Slika 5.2), što bi smanjilo verovatnoću paljenja, ali su procedure bile isuviše komplikovane (10 koraka).

Operateri se pratili uputstva, ali im nikada nije rečeno da isključe motore, a kasnije je utvrđeno da su motori verovatni izvor paljenja.

Funkcija BOP-a hitnom režimu je izostala zbog eksplozije i neispravnosti elektromagnetnih ventila i nedostatka rezervnog napajanja.

Co-funded by the European Union

Propusti u sistemu upravljanja

I Posvećenost bezbednosti procesa

1. Kultura bezbednosti procesa

Karakteristike dobre kulture bezbednosti procesa uključuju uspostavljanje okruženja za učenje i postavljanje pitanja.

Samouverenost je sprečila posadu da prepozna negativan test pritiska što je direktan nedostatak okruženja za učenje i postavljanje pitanja.

Dodatno, u nedeljama koje su prethodile izlivanju 20. aprila, tim BP Macondo je doneo niz operativnih odluka koje su smanjile troškove i povećale rizik bez adekvatne procene rizika.

2. Usklađenost sa standardima

Ni BP ni Transocean nisu adekvatno implementirali svoje politike upravljanja bezbednošću procesa, a smernice za upravljanje promenama nisu bile poštovane.

Posada na Macondo bušotini nije primenila tehnike za upravljanje rizicima koji bi trebalo da pokažu da je rizik sveden na najmanju moguću meru.

Co-funded by the European Union

III Upravljanje rizikom

8. Radne procedure

Posada na platformi Deepwater Horizon nije imala adekvatnu proceduru za testiranje cementne barijere.

Posada stoga nije imala kriterijum za odlučivanje da li je test pozitivan i koje akcije treba preduzeti nakon negativnog testa.

10. Integritet i pouzdanost sredstava

BOP nije bio adekvatno korišćen i jedan od svakog para sistema solenoida nije bio operativan u trenutku izlivanja.

BOP je bio van roka za preventivno održavanje prema preporukama dobavljača.

11. Upravljanje podizvođačima

Angažovano je mnogo podizvođača što je stvaralo poteškoće u komunikaciji.

Jedna od zaštita protiv izlivnja je praćenje uslova u bušotini što je bio posao podizvođača.

On nije bio uključen u komunikacije tokom testiranja i svoju ulogu je pasivizirao.

Co-funded by the European Union

13. Upravljanje promenama

Postupak privremenog napuštanja je nekoliko puta menjan, ali nije izvršena revizija MOC-a (Management of Change) za bilo kakve promene.

Promene su uključivale korišćenje penušavog cementa (za koji je poznato da je manje stabilan od nepenušavog cementa) i cementa koji je preostao iz prethodne bušotine.

15. Sprovođenje operacija

Opasni procesi bi trebalo da budu projektovai sa višestrukim sigurnosnim mehanizmima.

Istraga je pokazala da su BOP-ovi imali efikasnost od 55%.

Ovo je primer loše inženjerske konstrukcije i nepouzdanog mehanizma zaštite.

Transocean se oslanjao na reakciju operatora na zvučne alarme umesto na automatsko isključenje za svoje najkritičnije sigurnosne mehanizme.

Kašnjenje u aktiviranju opšteg alarma i neuspeh u gašenju dva radna dizel generatora, (verovatan izvor paljenja), pokazuju propust u sprovođenju operacija.

Co-funded by the European Union

IV Učenje iz iskustva

17. Istraga incidenata

Izlivanje na bušotini ukazuje na potrebu učenja iz iskustva.

Nešto slično (povećanje pritiska) se dogodilo i 8. marta 2010 i nije otkriveno 30 minuta.

Otkrivanje i reakcija na povećanje pritiska ključni su elementi rada na bušotinama.

Ovakvo dešavanje je trebalo da se detaljno istraži i izvuku pouke.

Takođe, 2008. se desio sličan izliv na platformi BP-a na Kaspijskom moru i bio je posledica lošeg cementiranja.

U decembru 2009. dogodio se sličan događaj kompanije Transocean u UK.

Iz svih ovih događaja menadžment nije izvukao zaključke i doneo procedure za podizanje nivoa bezbednosti.

Co-funded by the European Union

ISTICANJE HF u HUBE GLOBAL COMPANY, GUMI, JUŽNA KOREJA, 2012.

Sažetak

Septembra 2012. godine, 8,8 tona fluorovodonične kiseline (HF) iz fabrike Hube Global u Gumiju, Južna Koreja, oslobođeno je u okolinu.

Incident je prouzrokovao 5 smrtnih slučajeva, 18 povreda, potrebu medicinskog zbrinjavanja za 3000 stanovnika, 212 hektara oštećenih useva, i pomor velikog broja domaćih životinja.

Incident je podstakao Korejsku vladu da kreira „Sveobuhvatni plan za hemijsku bezbednost“.

Takođe, pokrenute su promene koje promovišu saradnju između hitnih službi, uključujući i vladine agencije.

Co-funded by the European Union

Hube Global je zajedničko južnokorejsko-kinesko preduzeće sa sedištem u Seulu koje obezbeđuje sirovine za elektronsku, hemijsku, farmaceutsku i biotehnološku industriju.

Proces

Fluorovodonična kiselina se koristi kao sirovina u različitim industrijama.

HF je izuzetno toksična, a izloženost može biti fatalna ili izazvati ozbiljnu štetu na koži, plućima, srcu, kostima i nervnom sistemu.

Šta se dogodilo

Incident se dogodio tokom istovara cisterne za isporuku HF-a kada je posuda za isporuku bila pod pritiskom.

Sigurnosna video kamera snimila je dva radnika na vrhu posude za pijem HF.

Pretpostavka je da je izvršilac otvorio ventil pre nego što je veza bila završena

Oslobađanje oko 8 tona HF obuhvatilo je radnike.

Co-funded by the European Union

Propusti u Sistemu Upravljanja

I Posvećenost Bezbednosti Procesa

2. Usaglašenost sa Standardima

Hube Global nije bio obuhvaćen sistemom Upravljanja Bezbednošću Procesa (PSM) uspostavljenog za sprečavanje velikih industrijskih nesreća.

Ministarstvo zaštite životne sredine zahtevalo je da osoba zadužena za rukovanje opasnim materijalima, poput fluorovodonične kiseline, kontroliše curenje upotrebom protivsredstava.

Međutim, Hube Global nije bio opremljen sredstvima za kontrolu curenja HF kiseline.

Kompanije bi trebale da se pridržavaju propisa o bezbednosti procesa, uključujući zahteve za izveštavanje i reagovanje u hitnim situacijama.

Co-funded by the European Union

5. Dijalog sa Zainteresovanim Stranama

Prema Zakonu o Kontroli Toksičnih Hemikalija, stanovnici u blizini su morali da budu unapred informisani o Planu za samopreventivu i zaštitu.

Međutim, Hube Global nije u javnost davao informacije vezane za proizvodnju.

Posledica je bila neinformisanost stanovnika da Hube Global rukuje opasnim materijalima.

Kompanije bi morale da neposrednom okruženju koje bi moglo biti pogođeno požarima, eksplozijama ili dejstvu toksičnih materija obezbede sve relevantne informacije o opasnostima, postupanjima i merama zaštite.

Co-funded by the European Union

III Upravljanje Rizikom

16. Upravljanje vanrednim situacijama

Vatrogasci koji su prvi reagovali na incident u Hube Globalu nisu bili svesni opasnosti od HF kiseline.

Prvi vatrogasci su nosili tipičnu opremu za gašenje požara (nije prikladno).

Rukovaoci i interventni timovi moraju da imaju odgovarajuću opremu za ličnu zaštitu kako bi mogli da adekvatno postupaju u datoj situaciji.

U vreme nesreće, ni gradska uprava ni Hube Global, nisu imali zalihu gašenog kreča, sredstva koje se koristi za neutralizaciju kiseline.

Gašeni kreč je primenjen tek dan kasnije.

Takođe u tim prilikama se može koristiti i voda za pranje HF oblaka iz vazduha.

Lokalna vatrogasna služba zatražila je podršku od vojske; međutim, vojska je odbila zahtev jer nesreća nije bila teroristički napad.

Nakon nesreće, Nacionalni institut za hemijsku bezbednost poboljšao je saradnju među vladinim agencijama koje su povezane sa hemijskom bezbednošću.

Reagovanje u hitnim situacijama se mora uvežbavati.

Co-funded by the European Union

Drugi incidenti

Mogu se pomenuti i sledeći incidenati sa izlivanjem hemikalija i toksičnih materijala:

- ICMESA incident ispuštanja dioksina, Seveso, Italija, 10. jul 1976.

- Union Carbide ispuštanje metil izocianata, Bhopal, Indija, 3. decembar 1984.

- Marathon Oil rafinerija, ispuštanje fluorovodonične kiseline HF, Texas City, Texas, 30. oktobar 1987.

- Potonuće "Erike", Biskajski zaliv, Francuska, 12. decembar 1999.

- Motiva Enterprises LLC, curenje sumporne kiseline iz rezervoara, Delaware City, Delaware, 17. jul 2001.

Workplace and Process Safety in Next Generation Europe - Teaching for Learning Safety4EU

L4 - Process Safety Larning from Case Histories

Incidenti koji nisu povezani sa naftom / hemijskim supstancama

Dr Milan Protić

Co-funded by the European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Co-funded by the European Union

UVOD

Učenje iz iskustva nije vezano samo za incidenate u industriji.

Segment ne-industrijskih incidenata je veoma zastupljen i duboko vezan za uticaj kulture bezbednosti procesa.

Iako su se incidenti događali u industrijama koje nemaju striktnu primenu bezbednosti procesa, bilo je potrebno takođe upravljati opasnostima i rizicima.

Kultura za efikasno upravljanje rizicima nedostajala je nekada u kompanijama, nekada kod pratećih kompanija a nekada i kod uprave.

Bez snažne kulture za upravljanje opasnostima i rizicima, ostali elementi podrške bezbednom radu počinju da se urušavaju.

Osnovu reagovanja u vanrednim situacijama čini planiranje.

Treba identifikovati različite scenarije, proceniti resurse potrebne za upravljanje vanrednom situacijom i teorijski i praktično uvežbavati timove za reagovanje u vanrednim situacijama u cilju provere efikasnosti usvojenog plana.

Co-funded by the European Union

EKSPLOZIJA NUKLEARNE ELEKTRANE FUKUŠIMA DAIČI, JAPAN, 2011.

Sažetak

Marta 2011. godine zabeležen je jedan od najvećih zemljotresa u blizini obale Japana.

To je izazvalo cunami koji je prouzrokovao više od 1.500 smrtnih slučajeva, više od 6.000 povređenih, i nekoliko stotina nestalih.

Talasi cunamija su poplavili svih 6 reaktora nuklearne elektrane Fukušima Daiči.

U narednim danima, reaktori su se pregrejali, a radioaktivni materijal je oslobođen u okolinu.

Stanovništvo je evakuisano u radijusu od 20 km.

Nikakvi ljudski gubici nisu direktno povezani s incidentom, ali se od nesreće beleži značajan porast raka štitne žlezde.

Nezavisna komisija za istragu o nuklearnoj nesreći u Fukušimi pokrenula je reforme i u oblasti proizvodnje el. energije iz nuklearnih kapaciteta.

Co-funded by the European Union

Opis

Nakon naftne krize 1970-ih, Japan je prešao na diverzifikaciju svojih izvora energije.

Do 2010. godine, nuklearna energija je obezbeđivala 29% ukupne proizvodnje el. energije u Japanu.

Na severoistočnoj obali Japana nalazi se 5 nuklearnih elektrana, a Fukušima Daiči je u nadležnosti Tokyo Electric Power Company (TEPCO).

Proces

Konstrukcija Fukušima Daiči koristi reaktore sa ključalom vodom.

Reaktori predstavljaju zatvoreni sistem.

Voda ključa u reaktoru, proizvodeći paru koja pokreće turbine za proizvodnju električne energije.

Nakon upotrebe, para se kondenzuje uz upotrebu hladne okeanske vode, a zatim se ponovo dovodi u reaktor, (slika 7-1).

Co-funded by the European Union

Šta se dogodilo

Veliki zemljotres se dogodio u 16:46, sa magnitudom 9,0 stepeni Rihtera.

Trajao je više od 2 minuta, prouzrokujući štetu na infrastrukturi.

Blokovi 1, 2 i 3 su bili u pogonu u trenutku zemljotresa i automatski su se isključili zbog seizmičkog pokreta.

Cunami izazvan zemljotresom, imao je talase koji su stigli 40 minuta nakon početnog udara.

Talas visine od 14 do 15 metara preplavio je zidine Daiči elektrane i poplavio celo područje, prouzrokujući značajnu štetu, gubitak napajanja, gubitak kontrole reaktora...

Nakon zemljotresa, TEPCO je uspostavio centar za hitne intervencije u Tokiju i centar za hitne intervencije na lokaciji Daiči.

Evakuacija se odvijala naredna tri dana.

Co-funded by the European Union

Zašto se dogodilo

Nakon što su ubačene kontrolne šipke za kontrolu brzine nuklearne fisije i zaustavljanje reakcije i dalje je nastavljeno generisanje toplote.

Sistemi za hlađenje pokreću se i kontrolišu pomoću električne energije.

Zemljotres je oštetio spoljašnje napajanje, što je rezultiralo potpunim gubitkom napajanja postrojenja el. energijom.

Taj gubitak napajanja odvojio je reaktore od njihovih turbina, što je rezultiralo povećanjem temperature i pritiska u reaktorima.

Operateri su sledili odgovarajuće procedure za zemljotres i gubitak napajanja u gašenju, izolaciji i aktiviranju sistema za hlađenje.

Cunami je poplavio reaktore i turbine pri čemu je prekinuto hlađenje jer nije bilo upumpavanja rashladne morske vode.

Takođe je oštećena električna oprema, dizel-generatori i distributivna mreža što je onemogućilo napajanje el. energijom (osim jednog bloka).

DC struja je obezbeđena kao dodatni rezervni izvor u hitnim situacijama, ali su baterije poplavljene, pa je i ovaj izvor napajanja bio neupotrebljiv.

Co-funded by the European Union

To je prouzrokovalo nemogućnost praćenja pritiska u reaktoru, nivoa vode i procesa hlađenja jezgra reaktora kod tri bloka.

Pretpostavljeno je pregrevanje jezgra, i naređena je evakuacija 11. marta u 21:23 sati.

U 23:00 sata, radijacija je detektovana izvan blokova.

12. marta su ulagani napori da obezbedi voda za hlađenje i napajanje el. energijom, ali sa malim uspehom.

U 15:30 sati 12. marta, eksplozija u jednom bloku je oštetila snabdevanje vodom i napajanje el. energijom u hitnim slučajevima, pri čemu je došlo do naglog povećanja radijacije.

Zbog toga je proširena zona evakuacije na 20 km.

13. marta, visoki nivoi radijacije detektovani su na drugom bloku.

14. marta, nova eksplozija uzrokuje dodatne povrede ljudi i oštećenje opreme.

15. marta, došlo je do eksplozije u još dva bloka.

Centar za hitne intervencije naredio je evakuaciju svih blokova zbog zabeleženih visokih radijacija.

U radijusu od 20 i 30 km, stanovništvu je naređeno je da ostanu u skloništima.

Co-funded by the European Union

Propusti u Sistemu Upravljanja

I Posvećenost bezbednosti procesa

3. Kompetentnost u bezbednosti procesa

Japanska komisija za nezavisnu istragu o Fukušimi zaključila je da je nedostajalo znanje, obuka, inspekcijski nadzor i uputstva.

To ukazuje na nedostatak kompetentnosti u bezbednosti procesa kako bi se podržale dobre prakse u svakom od ovih područja.

Bez razumevanja bezbednosti procesa, odluke i akcije povećavaju rizik od incidenata.

Dijalog sa zainteresovanim stranama

Komisija je takođe zaključila da je dogovor između vladinih regulatornih tela i TEPCO-a bio koren incidenta.

Vladine agencije su optužene da su promovisale nuklearnu energiju na račun bezbednosti.

Uprava nije obezbedila poboljšanja i unapređenja planova u vanrednim situacijama, iako su bili svesni nedostataka.

Co-funded by the European Union

II Razumevanje Opasnosti i Rizika

7. Identifikacija Opasnosti i Analiza Rizika

Nuklearna industrija je prepoznata po korišćenju probabilističke analize rizika.

Nuklearna elektrana Fukušima prvobitno je konstruisana da izdrži zemljotres magnitude 8.

Iako je potencijal zemljotresa prepoznat i uvažen kroz konstruisanje, to je bilo nedovoljno za zemljotres magnitude 9 koji se dogodio duž Pacifičkog vatrenog prstena i nije adekvatno sagledan kroz procenu rizika.

Prepoznata je mogućnost gubitka snabdevanja el. energijom, kao i potencijal cunamija, ali je potcenjen.

Međutim, verovatnoća da ovi događaji mogu istovremeno da se dese nije dobro procenjena.

Logično je predvideti da jedan događaj može izazvati sledeći, pa je njihovo istovremeno pojavljivanje verovatno.

To je uslovilo da operaterima nisu pružene odgovarajuće procedure.

Co-funded by the European Union

III Upravljanje Rizikom

16. Upravljanje vanrednim situacijama

Uloge i odgovornosti različitih regulatornih tela i agencija uključenih u odgovor na hitne situacije nisu bile jasne.

To je otežalo situaciju u nuklearnoj elektrani Fukušima.

Pripremljenost za vanredne situacije i upravljanje krizama nedostajala je tokom godina, što je rezultiralo konfuzijom i neefikasnim upravljanjem u uslovima vanredne situacije.

Efikasan odgovor na vanredne situacije zavisi od identifikacije potencijalne vanredne situacije, planiranja i uspostavljanja sistema za upravljanje događajem ukoliko se desi.

Co-funded by the European Union

EKSPLOZIJA RAZMENJIVAČA TOPLOTE, WILLIAMS OLEFINS, LUZIJANA, SAD, 2013.

Sažetak

Juna 2013. godine, razmenjivač toplote na frakcionoj kuli u postrojenju Williams Geismar Olefins pukao je zbog širenja tečnog propana.

Razmenjivač nije imao adekvatnu vezu sa ventilom sigurnosti za rasterećenje pritiska.

Oslobođeni propan se zapalio, što je uzrokovalo veliki požar.

Dogodila su se 2 smrtna slučaja, a 167 ljudi je povređeno.

Postrojenje je bilo van pogona 18 meseci.

Troškovi zbog prekida rada i popravki iznosili su 343 miliona dolara (osigurano) plus 73 miliona dolara (neosigurano).

Williams je platio 34 miliona dolara zbog tužbi po osnovu incidenta.

Co-funded by the European Union

Opis

Williams Companies poseduje kapacitete u prirodnom gasu, gasovodima i postrojenjima za preradu u Severnoj Americi.

Williams je 199. god. kupio postrojenje Geismar Olefins izgrađeno 1967. godine.

U vreme incidenta, postrojenjem su zajednički upravljali Williams Olefins i Saudi Basic Industries Corporation (SABIC).

Proces

Postrojenje je imalo frakcionu kulu za propilen, konstruisanu da razdvoji propilen (gornji proizvod) od propana (donji proizvod).

Frakcionu kulu su opsluživala dva spoljna razmenjivača toplote.

Topla voda za hlađenje na 85°C (u cevima razmenjivača) isparavala je smešu propana (95% propan, ostatak propilen), u međucevnom prostoru.

Co-funded by the European Union

Tehnologija i konstrukcija predviđa da oba razmenjivača toplote (RT) rade istovremeno.

2001. su instalirani zaporni ventili kako bi se koristio samo jedan RT.

Drugi RT je postavljen kao rezerva u slučaju da se drugi servisira ili čisti (slika 4-2).

Šta se dogodilo

Na dan incidenta, RT A je bio u radu, a RT B je bio rezervni.

Protok prema RT A je opao zbog zaprljanosti.

Pretpostavlja se da je otvoren ventil za napajanje vodom za hlađenje RT B.

Tri minuta nakon što je voda za hlađenje počela da se dovodi do RT B, došlo je do eksplozije (slika 4-3), paljenja i pojave vatrene lopte.

Co-funded by the European Union

Zašto se dogodilo

Kada je sistem modifikovan 2001. godine (kako bi radio sa jednim razmenjivačem), postavljeni su zaporni ventili između RT i kolone.

Postavljanje ovih zapornih ventila omogućilo je odvajanje RT od kolone.

To je bio slučaj sa RT B koji nije bio u upotrebi.

Tokom 16 meseci koliko je RT B bio van upotrebe, verovatno je došlo do prodora propana RT kroz ventil između dna kolone i RT.

Druga mogućnost je da je ventil možda nenamerno otvoren.

Kada je vruća voda za hlađenje ušla u RT B, tečni propan je počeo da se širi.

Unutrašnji pritisak u RT je počeo da raste sve dok nije premašio maksimalni dozvoljeni radni pritisak RT.

Co-funded by the European Union

Propusti u Sistemu Upravljanja

III Upravljanje Rizikom

8. Radni Postupci

Postrojenje nije imalo proceduru za puštanje razmenjivača toplote (RT) u rad.

Umesto toga, postrojenje se oslanjalo na opštu proceduru za ponovno pokretanje RT.

Specifična procedura za ovakve RT mogla je imati proveru položaja ventila pre ponovnog pokretanja kao i propisani redosled otvaranja ventila pre puštanja vode za hlađenje.

10. Integritet i pouzdanost opreme

Zaprljanost RT bio je poznati problem, što se dešava često u industrijama gde se intenzivno koriste.

Osnovno je da zaporne ventile nikada ne treba postavljati tako da mogu odvojiti posudu pod pritiskom od sistema za rasterećenje pritiska.

Co-funded by the European Union

13. Upravljanje Promenama

Pregled je obavljen posle instalacije ventila.

Po pregledu, mogućnost odvajanja RT od kolone nije bila identifikovana i zato promena nije ažurirana.

15. Sprovođenje Operacija

Osoblje postrojenja koristilo je ček-liste kako bi obavilo pre-sigurnosni pregled pre pokretanja.

Čekliste su sadržavale pitanja:

- da li je potrebno da ventili budu fiksirani u otvorenom stanju (slika 4-4)
- da li su operativni postupci trebali da budu ažurirani ili
- da li je potrebna bilo kakva obuka operatera.

Odgovori na ova pitanja bili su "**ne**".

Postojalo je pitanje koje je glasilo „bojleri su povezani, da li zaporne ventile treba fiksirati kao otvorene. Odgovora nije biilo. Ovo ukazuje na **loše sprovođenje operacija.**