

ANALIZA NESREĆA U RAFINERIJI TESORO MARTINEZ

Štern, Mario

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:165865>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-30**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu
Odjel Sigurnosti i zaštite
Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Mario Štern

ANALIZA NESREĆA U RAFINERIJI TESORO MARTINEZ

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2020.

Karlovac University of Applied Sciences
Safety and Protection Department
Professional graduate study of Safety and Protection

Mario Štern

ACCIDENT ANALYSIS IN TESORO MARTINEZ REFINERY

Final paper

Karlovac, 2020.

Veleučilište u Karlovcu
Odjel Sigurnosti i zaštite
Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Mario Štern

ANALIZA NESREĆA U RAFINERIJI TESORO MARTINEZ

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Lidija Jakšić, mag.ing.cheming.

Karlovac, 2020.



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Trg J.J.Strossmayera 9
HR-47000, Karlovac, Croatia
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510
Fax. +385 - (0)47 - 843 – 579



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Specijalistički studij: Sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita od požara

Karlovac, 2020.

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Mario Štern

Matični broj: 0420418023

Naslov: Analiza nesreća u rafineriji Tesoro Martinez

Opis zadatka: Cilj ovog završnog rada je prepoznati buduće potencijalne probleme i nedostatke u radnom ciklusu u svrhu sprečavanja nezgoda radnika i materijalnih troškova.

Ovim radom bit će rekonstruirani događaji koji su se desili 12. veljače i 10. ožujka 2014. godine u rafineriji Tesoro Martinez. Događaji će biti razrađeni korak po korak kako bi se prikazalo što je bilo uzrokom događaja te koje su sve posljedice ovih događaja na radnike i tvrtku.

Bit će prikazan radni proces rafinerije te kultura sigurnosti u rafineriji Tesoro Martinez i odnos vodstva prema radnicima.

Zadatak zadan:
Lipanj 2020.

Rok predaje rada:
Rujan 2020.

Predviđeni datum obrane:
Rujan 2020.

Mentor:

Lidija Jakšić, mag.ing.cheming., predavač

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

mr.sc. Snježana Kirin, viši predavač

PREDGOVOR:

Ovim se putem zahvaljujem svom stručnom osoblju i profesorima sa Specijalističkog diplomskog stručnog studija sigurnosti i zaštite, koji su nam prenijeli svoje znanje iz područja zaštite od požara, a posebno mentorici Lidiji Jakšić, mag.ing.cheming., koja je pružila svoju stručnu pomoć pri njegovoj izradi u teškim vremenima koja su zahvatila svijet sa Covidom 19.

Sam izbor Jakšić kao mentorice bio je rezultat njezinog pristupa prema studentima, spremna i odlučna pomoći u objašnjenju nečeg nepoznatog.

Zahvaljujem se i svojoj ustanovi u kojoj radim Dom za starije osobe Sv. Josip Zagreb što mi je omogućila i imala razumijevanje za moje izbjavanje sa posla i tako omogućila uspješan završetak mojeg studiranja.

Hvala Vam!

Mario Štern

SAŽETAK

U svrhu zaštite zdravlja i života ljudi potrebno je znati pravila ponašanja u opasnom području radnoga mjesta. Tvrtke moraju biti osviještene i imati potrebno vodstvo da se brinu o svojim radnicima. Zdrav i siguran radnik je najbolji radnik.

Cilj ovog rada je prepoznati buduće potencijalne probleme i nedostatke u radnom ciklusu u svrhu sprečavanja nezgoda radnika i materijalnih troškova. Ovim radom bit će rekonstruirani događaji koji su se desili 12. veljače i 10. ožujka 2014. godine. Bit će prikazano što je bio uzrok i koje su posljedice imali radnici, a koje tvrtka. Govorit će se o kulturi sigurnosti u rafineriji Tesoro Martinez i kako se vodstvo odnosilo prema radnicima. Također će biti prikazano je li je bitan samo prihod odnosno zarada ili i zdravlje radnika. Navedeni incidenti bit će razrađeni korak po korak kako bi se prikazao način na koji je došlo do njihova nastanka te je li nastanak štetnog događaja mogao izbjeći i po kojoj cijeni.

Cljučne riječi: *alkilacija, zavarivanje, požar, osnovna zaštitna oprema, sumporna kiselina, kontrola sigurnosti*

ABSTRACT

In order to protect the health and lives of people, it is necessary to know the rules of conduct in the dangerous area of the workplace. Companies need to be aware and have the necessary leadership to take care of their workers. A healthy and safe worker is the best worker.

The aim of this paper is to identify future potential problems and shortcomings in the work cycle in order to prevent worker accidents and material costs. This work will reconstruct the events that took place on February 12 and March 10, 2014. It will be shown what was the cause and what the consequences were for the workers and which for the company. There will be talk about the safety culture at the Tesoro Martinez refinery and how the leadership treated the workers. It will also be shown whether only income or earnings or the health of workers is important. These incidents will be elaborated step by step in order to show how they occurred and whether the occurrence of a harmful event could have been avoided and at what cost.

Key words: *alkylation, welding, fire, basic protective equipment, sulfuric acid, safety control*

SADRŽAJ:

ZAVRŠNI ZADATAK.....	I
PREDGOVOR	II
SAŽETAK	III
SADRŽAJ	IV
1. UVOD	1
2. RAFINERIJA TESORO MARTINEZ.....	3
2.1. Alkilacija i uloga sumporne kiseline	3
2.2. Kulturni pristup sigurnosti	4
2.3. Važna povijest nezgoda u Rafineriji.....	6
3. INCIDENT 12. veljače 2014.	9
3.1. Tehnička analiza	11
3.2. Analiza dizajna sustava za uzorkovanje sumporne kiseline	13
3.3. Sustavi za uzorkovanje u rafineriji Tesoro Martinez.....	14
3.3.1. Uzorci rafinerija u Teslini u Los Angelesu	19
3.3.2. Tvrtka X Uzorci rafinerija.....	20
3.3.3. Uzorak sustava rafinerije tvrtke Y	21
3.4. Ispitivanje opreme i odgađanje nadogradnji	22
3.4.1. Nedostupnost i nedovoljna upotreba OZO.....	23
3.4.2. Proizvodnja naspram sigurnosti	24
4. INCIDENT 10. ožujka 2014.....	25
4.1. Tehnička analiza.....	28
4.2. Organizacijska analiza	31
4.2.1. Zahtjevi za zasljepljivanje (zatvaranje)	32
4.2.2. Zahtjevi za uklanjanje tlaka, ispiranje i ispuštanje	34
4.2.3. Izolacija je poboljšana nakon incidenta	35
5. POSVEĆENOST MENADŽMENTA SIGURNOSTI RADNIKA	37
6. ZAKLJUČAK.....	42
7. LITERATURA	43
8. PRILOZI.....	44
8.1. Popis slika.....	44
8.2. Popis simbola	47

1. UVOD

Američki odbor za kemijsku sigurnost (CSB) istražio je dva sigurnosna incidenta u rafineriji Tesoro Martinez u Martinezu u Kaliforniji koja su uključivala sumpornu kiselinu u ozljede radnika. **12. veljače 2014.**, kvar mehaničkog integriteta ispuštao je sumpornu kiselinu u jedinici za alkilaciju, u kojoj su ozlijeđena dva zaposlenika rafinerije Tesoro Martinez. Tijekom incidenta otpušteno je oko 38 000 litara sumporne kiseline¹.

Dana **10. ožujka 2014.** sumporna kiselina se raspršila i spalila dva radnika na ugovoru dok su uklanjali cijevi u istoj jedinici za alkilaciju. CSB je utvrdio da je ovaj drugi incident dijelio slične uzroke s incidentom 1999. godine u istoj rafineriji, tada nazvanoj rafineriji Avon, čiji je vlasnik Tosco Corporation, što je rezultiralo četiri smrtna slučaja. Sličnosti između dva incidenta sugeriraju da rafinerija Tesoro Martinez nije učinkovito nastavila provoditi ili priopćavati važne pouke sigurnosti nakon incidenta u Toscu 1999. godine².

Safety Culture (sigurnosni postupci, kultura sigurnosti)

Kultura sigurnosti je tu kako bi se spriječile nezgode zbog procesa, uključujući ozljede radnika zbog ispuštanja sumporne kiseline. Kultura sigurnosti u rafineriji Tesoro Martinez stvorila je uvjete koji su potaknuli pojavu i ponavljanje incidentnih sigurnosnih događaja koji su tijekom nekoliko godina prouzročili ozljede radnika u rafineriji. Incidenti u veljači i ožujku 2014. dio su dugotrajnog obrasca ozljeda radnika uslijed ispuštanja sumporne kiseline u postrojenju od 2010. godine, s mnogim strukama koje sugeriraju da rafinerija učinkovito ne provodi pouke sigurnosti od nesreća. Oni također ilustriraju pitanja sigurnosti u rafineriji Tesoro Martinez, poput:

- Smanjivanje ozbiljnosti sigurnosnog incidenta procesa 12. veljače 2014. koji uključuje kemijske opekline za radnike i gubitak primarnog skladišta
- rutinska izloženost radnika za alkilaciju opasnim isparavanjima
- stavljanje iz sustava inherentno sigurnijih uzoraka kiselina iz uporabe
- Oslanjanje na neadekvatnu opremu jedinice privremenog alkiliranja

¹ CSB, SAD Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Case study, 12. veljače 2014. i 10. ožujka 2014. godine Acid release incidents, No. 2014-02-I-CA

² CSB, SAD Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Case study, 12. veljače 2014. i 10. ožujka 2014. godine Acid release incidents, No. 2014-02-I-CA

- propust da radnicima jedinice za alkilaciju ne osiguraju potrebnu i funkcionalnu osobnu zaštitnu opremu (OZO)
- dozvole nedostatnosti programa spremnosti što rezultira uočenim pritiskom na radnike jedinice za alkilaciju da ubrzaju posao
- neuspjeh u poduzimanju korektivnih radnji na adresi nalaza iz procjena sigurnosne kulture rafinerije
- Neučinkovito uključivanje i priopćavanje pouka iz prethodnih sigurnosnih incidenata
- povlačenje iz sigurnosnih programa za koje su radnici vjerovali da su djelotvorni
- Izvješća o pritisku na radnike jedinice za alkiliranje kako bi se smanjili troškovi trčeći pri nižim koncentracijama kiseline, ali bez odgovarajuće tehničke kontrole i infrastrukture potrebne za sigurno djelovanje u željenim uvjetima
- Ograničenje resursa za osoblje zbog brojnih ozljeda radnika i smanjenja radne snage
- Izvješća o povećanom pritisku uprave na radnike jedinica za alkilaciju kako bi se ubrzala obuka i kvalifikacije kako bi se popunile praznine u osobljem³.

³ CSB, SAD Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Case study, 12. veljače 2014. i 10. ožujka 2014. godine Acid release incidents, No. 2014-02-I-CA

2. RAFINERIJA TESORO MARTINEZ

Korporacija Tesoro započela je 1968. godine kao tvrtka za istraživanje i proizvodnju nafte. 1969. godine Tesoro je započeo s radom svoju prvu rafineriju u blizini Kenaija na Aljasci. Tvrtka Tesoro sada upravlja sa šest rafinerija u zapadnim Sjedinjenim Državama. Ove rafinerije imaju kombinirani kapacitet proizvodnje od oko 850 000 barela dnevno (bpd).

Rafinerija u Martinezu djeluje više od 80 godina. Glavni su mu proizvodi motorna goriva poput benzina i dizela. Tosco Corporation upravljala je rafinerijom (tada poznatom kao Avon) iz 1976.g, kada je Tosco rafineriju prodao Ultramar Diamond Shamrock, koja je zatim preimenovala rafineriju Avon u rafineriju Golden Eagle. Tada je Ultramar Diamond Shamrock prodao rafineriju Valeru 2002. godine, a brzo je Tesoro kupio rafineriju Zlatnog orla od Valera 2002. Godine 2013. Tesoro je taj objekt preimenovala u Rafineriju Tesoro Martinez⁴.

2.1. Alkilacija i uloga sumporne kiseline

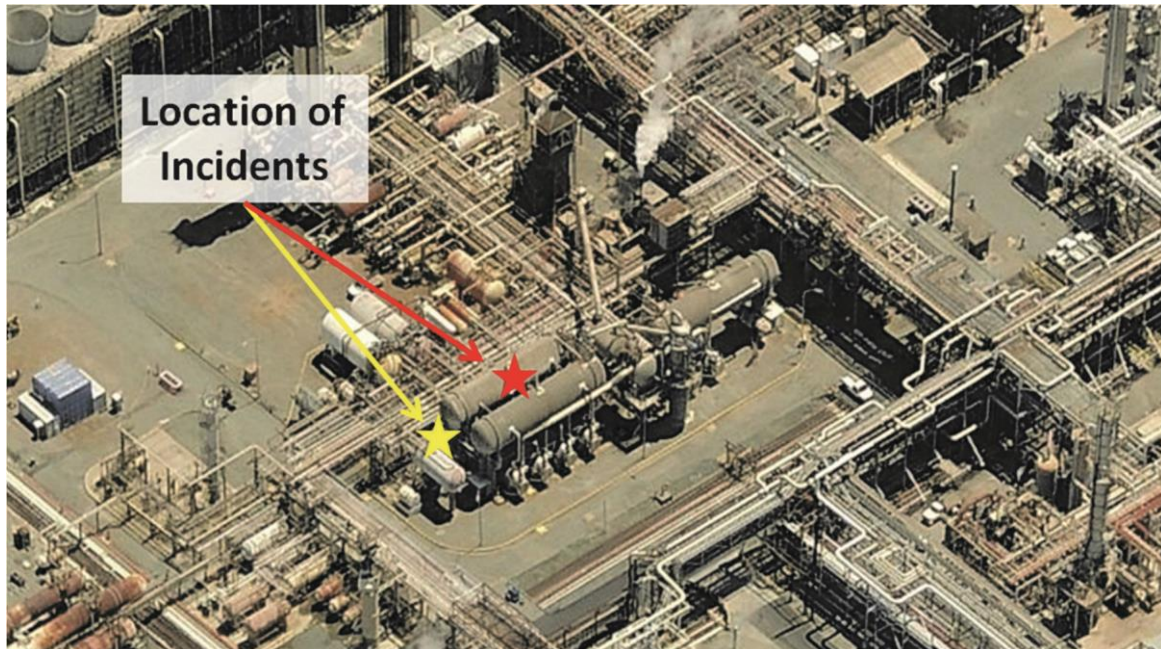
Postupak alkiliranja odvija se u jedinici alkiliranja rafinerije i događa se kada se izobutan kombinira sa laganim olefinima u prisutnosti katalizatora jake kiseline poput sumporne kiseline. Tesoro opisuje alkiliranje kao jedan od najvažnijih procesa u modernoj rafineriji, jer povećava proizvodnju benzina kombinirajući ugljikovodike male vrijednosti poput propana i butana, čime se dobiva vrhunska zaliha benzinske mješavine. Rezultat je visoka oktanska komponenta za miješanje benzina, poznata i kao visoko oktanski alkilat.

Potrošena sumporna kiselina jedinice za alkilaciju je visoko korozivna, reaktivna i može biti zapaljiva. U slučaju kontakta, sumporna kiselina može uzrokovati ozbiljne opekline kože, ozbiljna oštećenja oka i iritaciju dišnih puteva. Da bi se osiguralo da jedinica za alkiliranje djeluje u okviru svojih sigurnih radnih koncentracija sumporne kiseline (čvrstoća) mora se kontrolirati, što zahtijeva česta uzorkovanja i ispitivanja.

Američki odbor za kemijsku sigurnost (CSB) istražio je dva odvojena incidenta ispuštanja sumporne kiseline koja su se dogodila u veljači i ožujku 2014. u jedinici za alkilaciju rafinerije Tesoro Martinez u Martinezu u Kaliforniji. Incidenti su uzrokovali ozljede četvorice radnika, a

⁴ WIKIPEDIA the free encyclopedia , Golden Eagle Refinery (Martinez refinery), dostupno na: https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_Eagle_Refinery

dvojica su izgubili više od 150 dana rada. Incident u veljači uzrokovao je značajno oslobađanje, otprilike 38 000 litara, sumporne kiseline iz rezervoara od 378 000 litara koja sadrži sumpornu kiselinu i ugljikovodike. Na slici 1. prikazani su incidenti u rafineriji⁵.



Slika 1: Fotografija jedinice za alkilaciju rafinerije Tesoro Martinez koja prikazuje mjesto incidenta 12. veljače 2014. (žuta zvijezda) i 10. ožujka 2014. (crvena zvijezda) [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]

2.2. Kulturni pristup sigurnosti

CSB je utvrdio brojne nedostatke u sustavu upravljanja sigurnošću procesa u svojoj istrazi incidenata s sumpornom kiselinom u rafineriji Tesoro Martinez iz veljače i ožujka 2014. koji su bili uzročni incidenti. Ovo izvješće detaljno razmatra one u odjeljcima tehničke i organizacijske analize, ali u konačnici nastoji uokviriti mnoga pitanja u pogledu kulture sigurnosti procesa („sigurnosna kultura“) u rafineriji. Kao što ekspert za analizu industrijske sigurnosti i nesreća Andrew Hopkins u svojoj knjizi Sigurnost, kultura i rizik, perspektiva sigurnosne kulture „ne zamjenjuje perspektivu sustava, već je povećava. Nitko ne kaže,

⁵ CSB, SAD Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Case study, 12. veljače 2014. i 10. ožujka 2014. godine Acid release incidents, No. 2014-02-I-CA

"zanemarite sustave, sve što trebamo učiniti je ispraviti kulturu"; naprotiv, prava je kultura nužna da bi sigurnosni sustavi djelovali. "Andrew Hopkins nastavlja primjećujući kako se danas sigurnosnoj kulturi posvećuje veća pažnja, dijelom zbog" prepoznavanja ograničenja sustava upravljanja sigurnošću kao načina postizanja sigurnosti. "CSB je u svom istražnom izvješću BP Texas Cityja ustvrdio da su stručnjaci poput Hopkinsa i Jamesa Rezona istakli da su,, sigurnosna kultura, svijest o riziku i učinkovite organizacijske sigurnosne prakse pronađene u organizacijama visoke pouzdanosti (HR) 10 usko povezane, "[a] odnosit ćemo se na aspekte organizacijske kulture koji pogoduju sigurnosti." "CSB je dodao da su ovi stručnjaci primijetili:" sustavi upravljanja sigurnošću potrebni su za prevenciju, ali da je potrebno puno više za sprečavanje većih nesreća. Učinkovite organizacijske prakse, poput poticanja prijavljivanja incidenata i dodjele odgovarajućih resursa za siguran rad, potrebne su za uspješan rad sigurnosnih sustava. "Kao takav, dok izvještaj govori o mnogim pitanjima u smislu sigurnosne kulture, čitatelj bi trebao napomenuti te nastojati učiti iz mnogih sistemskih pitanja o kojima se raspravlja, jer su oni neophodni za sigurnost radnika⁶.

Kao što je rečeno u CSB-ovom izvješću o rafinerijama rafinerije tvrtke Tesoro Anacortes, Andrew Hopkins opisuje sigurnosnu kulturu kao "način na koji radimo stvari ovdje." Drugi jednostavno opisuju sigurnosnu kulturu kao "kako se organizacija ponaša kad je nitko ne promatra." CSB je utvrdio da su specifične slabosti sigurnosne kulture u rafineriji Tesoro Martinez, demonstrirane poviješću incidenata sumporne kiseline u postrojenju za alkilaciju, minimiziranjem ozbiljnosti incidentnih sigurnosnih događaja, neuspjehom da se nauče iz prošlih incidenata u rafineriji i provoditi važne pouke sigurnosti, uklanjanje sigurnije opreme za uzorkovanje sumporne kiseline, slaba rukovodstvena posvećenost strogim postupcima i postupcima i tolerancija izloženosti radnika nesigurnim uvjetima, uzrokovali su i incidenti s sumpornom kiselinom u veljači i ožujku 2014⁷.

⁶ CSB, SAD Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Case study, 12. veljače 2014. i 10. ožujka 2014. godine Acid release incidents, No. 2014-02-I-CA

⁷ CSB, SAD Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Case study, 12. veljače 2014. i 10. ožujka 2014. godine Acid release incidents, No. 2014-02-I-CA

2.3. Važna povijest nezgoda u Rafineriji

Dva prethodna veća incidenta sigurnosti procesa u rafineriji Martinez 1997. i 1999. rezultirala su saveznim istragama.

21. siječnja 1997. došlo je do eksplozije i požara u postrojenju za hidrotreker rafinerije Martinez (tada je bila u vlasništvu rafinerije Tosco Avon). Ovaj incident je rezultirao jednim smrtnim slučajem, 46 ozljeda radnika i sklonište u zajednici. EPA i OSHA istraživali su ovaj incident. EPA je u svojoj istrazi, između ostalog, utvrdila pitanja koja se tiču sigurnosne kulture, uključujući nedovoljne uvjete za podršku i poticanje zaposlenika da rade reaktore na siguran način i neadekvatan nadzor, što je oboje pridonijelo incidentu.

23. veljače 1999. godine četiri su radnika poginula, a jedan je teško povrijeđen kada se u sirovoj jedinici dogodio požar u rafineriji Avon. Radnici su pokušavali zamijeniti cijevi pričvršćene na 150 metara visokog tornja fraktionara, dok je procesna jedinica ostala u radu. Rukovodstvo rafinerije nije uspjelo formulirati plan za kontrolu poznatih opasnosti od rezanja u cjevovode koji sadrže zapaljivu naftu. Tijekom uklanjanja cjevovoda, nafta se pustila na susjedni vrući fraktionator i zapalila. Plamen je zahvatio petoricu radnika. Dok će se u ovom izvješću raspravljati, iako se promijenilo vlasništvo u rafineriji, nastavljene su neke nesigurne radne prakse ranije identificirane na gradilištu.

Tesoro je tolerirao brojne ozljede radnika sumpornom kiselinom tijekom petogodišnjeg razdoblja od 2010. do 2014. Ovi incidenti pružaju dokaz nedostataka u organizacijskim politikama i praksi rafinerije koja regulira siguran rad. Činjenica da su se ovi incidenti nastavili duže vrijeme pokazuje kulturu koja učinkovito ne daje prioritet sigurnosti radnika. CSB je pronašao mnoge zajedničke značajke koje ilustriraju veća pitanja sigurnosne kulture i koje sugeriraju da rafinerija ne provodi učinkovito poučavanje sigurnosti od nesreća.

Na primjer, CSB je identificirao povijest nedavnih ozljeda radnika sumporne kiseline navedene u nastavku⁸:

1. U lipnju 2010. godine, ugovorni radnik primio je kemijsku opekotinu od ispuštanja sumporne kiseline tijekom neprogramskog održavanja radi uklanjanja cjevovodne komponente

⁸ CSB, SAD Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Case study, 12. veljače 2014. i 10. ožujka 2014. godine Acid release incidents, No. 2014-02-I-CA

spojene na reaktor alkilacije. Tesorova istraga utvrdila je da je uzrok ovog incidenta nepropisna osobna zaštitna oprema (PPE) zbog vjerovanja da sumporna kiselina tada nije bila prisutna. Slično kao u incidentu od 10. ožujka 2014., ovaj cjevovod nije trebao sadržavati sumpornu kiselinu; umjesto toga, predviđeno je opskrba butana mehaničkim brtvama za jedan od miješalica reaktora alkilacije.

2. U kolovozu 2010. godine., curenje sumporne kiseline se zapalilo i radnik je ozlijeđen, kada je ispuštao iz cjevovodne komponente smještene iznad mjesta gdje je zaposlenik radio na susjednom cjevovodu.

3. U listopadu 2010. godine sumporna kiselina je spalila ugovornog radnika koji je pomagao u neprogramiranom održavanju radi izoliranja procesne posude kad se ispuštao niz opremu koja sadrži kiselinu.

4. U siječnju 2012. godine radnik Tesoroa ozlijeđen je i prevezen u bolnicu nakon incidenta ispuštanja kiseline iz pokvarene privremene pumpe. Stalno instalirana pumpa u ovom servisu nije bila u funkciji. Umjesto popravka trajne crpke, Tesoro je odlučio riješiti ugradnju privremene crpke koja nije kompatibilna sa sumpornom kiselinom. Prema evidencijama istraga događaja, Tesoro je instalirao tu privremenu pumpu bez upravljanja promjenama (MOC) 18, a crpka nije uspjela, jer nije bila pogodna za uslugu sumporne kiseline.

5. Kasnije u siječnju 2012.godine , ispuštanje sumporne kiseline spalilo je dva ugovorna radnika tijekom izvanrednog održavanja, izolirajući procesni spremnik u pripremi za veće aktivnosti održavanja.

6. U veljači 2012. godine sumporna kiselina je opekla ugovornog radnika tijekom izvanrednog održavanja radi zamjene ventila.

7. U kolovozu 2012. godine sumporna kiselina je spalila zaposlenika Tesoroa kada je iscurilo iz crijeva koje je bilo otkopčano iznad mjesta na kojem je radio.

8. Kasnije u kolovozu 2012. godine, gotovo osam mjeseci nakon ozljede kemijskim opeklinama iz siječnja 2012. s privremene crpke (incident br. 4 gore), crijevo do privremene crpke je puklo jer nije bilo prikladno za uslugu sumporne kiseline. U ovom incidentu ozlijeđena su dva radnika tvrtke Tesoro. Jedan je radnik zadobio kemijske opekotine na licu od sumporne kiseline, a drugi radnik ozlijedio je koljeno kad je kliznuo po prskanoj kiselini. Privremeno crijevo ostalo je u radu gotovo osam mjeseci, a nakon incidenta utvrđeno je da je nespojivo sa sumpornom kiselinom.

9. Također u kolovozu 2012. sumporna kiselina je raspršila zaposlenika Tesoroa radeći na ublažavanju istjecanja iz cijevovoda do jednog od reaktora jedinice alkilacije.

10. U rujnu 2012. sumporna kiselina ozlijedila je radnika koji je radio na ugovor tijekom raspršivanja iz cijevi u jedan od reaktora alkilacije tijekom neprogramiranog održavanja potrebnog za pripremanje reaktora za održavanje.

11. U siječnju 2013. sumporna kiselina je spalila ugovornog radnika dok je isključila crijevo za koje Tesoro zapisi kažu da nije bio u službi sumporne kiseline; radniku nepoznata kiselina je ušla u crijevo iz neočekivanog izvora.

12. U svibnju 2013. sumporna kiselina je raspršila zaposlenika Tesoroa radeći na instrumentima povezanim s reaktorom alkilacije. Ventil za curenje pritisnuo je sustav ugljikovodikom i sumpornom kiselinom.

13. U studenom 2013. sumporna kiselina je raspršila zaposlenika Tesoroa pripremajući cijevi sumporne kiseline za održavanje nakon kvara mehaničkog integriteta.

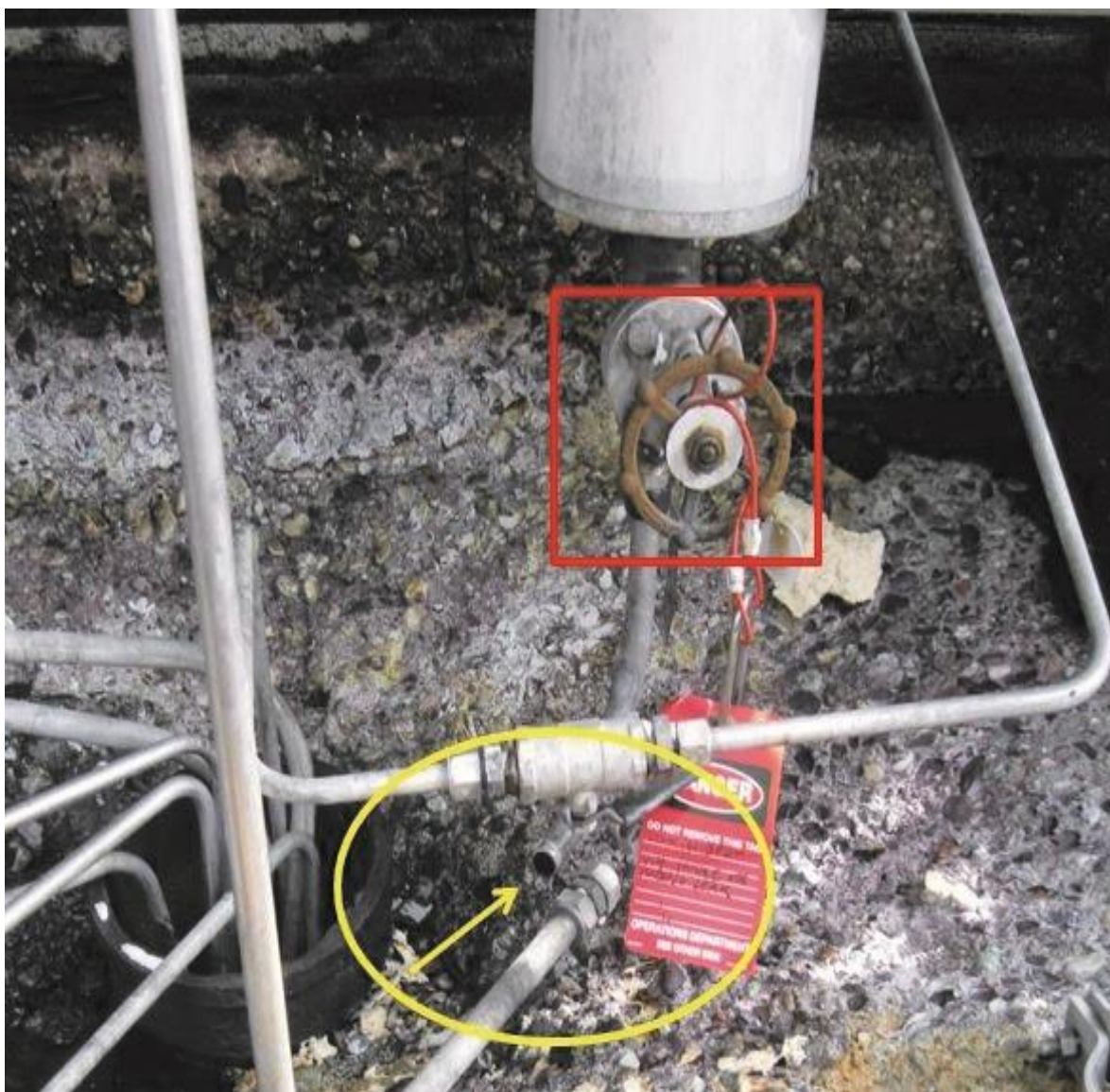
3. INCIDENT 12. veljače 2014.

12. veljače 2014., dvoje zaposlenika u rafineriji Tesoro Martinez u Martinezu u Kaliforniji, pretrpjelo je kemijske opekline prvog i drugog stupnja dok su radili na vraćanju sustava za uzorkovanje sumporne kiseline u postrojenju za alkilaciju rafinerije, odnosno nakon završetka održavanja. Kao što će biti dalje raspravljeno u nastavku, koncentrirana sumporna kiselina poprskala je dva radnika nakon otkazivanja mehaničkog integriteta priključka cijevi u blizini stanice za uzorkovanje kiseline.

Do incidenta je došlo kada su operateri otvorili ventil (slika 2) kako bi vratili sustav uzorkovanja kiseline natrag u pogon (slika 3). Ubrzo nakon što je u potpunosti otvorio ovaj ventil, cijev se direktno nizvodno od ventila raspala na priključku, prskajući dva operatera kiselinom. Operateri su odmah otišli do obližnjeg sigurnosnog tuša. Sve dok ispitanici nisu mogli izolirati sustav, kiselina je nastavila raspršivati se iz neispravne cijevi više od dva sata iz taložnika kiseline (rezervara) od gotovo 378 000 litara koji je bio pod velikim pritiskom i blizu temperature okoline od 10 stupnjeva celzijusa. To je rezultiralo otpuštanjem otprilike 38.000 litara sumporne kiseline.

U vrijeme incidenta, dvoje zaposlenika nosilo je osobnu zaštitnu opremu (OZO) prema pravilima tvrtke - kacigu za glavu, zaštitne cipele, naočale, jakna i kombinezoni otporni na vatru i rukavice. Međutim, ovaj OZO nije bio dovoljan da zaštiti od ozljede prskanjem kiselinom. Hitne pomoći prebacile su radnike helikopterom i hitnom vozilom u Regionalni centar za opekline UC Davis radi procjene i liječenja njihovih ozljeda od sumporne kiseline. Nijedan se zaposlenik nije vratio na posao preko 150 dana. Unatoč ozbiljnoj prirodi ozljeda zaposlenika i količini opasnih kemikalija koje se oslobađaju iz gubitka u zatvorenom prostoru, Tesoro izazvao je CSB na istragu incidenta, ali Tesoro nije uspio sačuvati ključne dokaze. Službenici korporacije Tesoro okarakterizirali su incident kao manji sigurnosni događaj, a ne kao sigurnosni incident.

Na temelju informacija - uključujući svjedočenje radnika alkilacijske jedinice - da jedinica nije bila sigurna, kalifornijski odjel zaštite na radu (Cal / OSHA) zahtijevalo je da postupak ostane obustavljen od 18. veljače 2014. do 28. veljače 2014., kada je Tesoru dovršeno oduzimanje predmeta identificiranih u nalogu za zabranu upotrebe. Cal / OSHA proces upravljanja sigurnošću procesa istražio je incident i izdao kazne u iznosu od 51.450 USD. Kazne su kasnije smanjene na tri opće i jednu ozbiljnu, uz ukupnu kaznu od 43.400 dolara.



Slika 2: Prikazuje cijev koja se odvojila (žuti oval) nakon otvaranja ventila (crveni kvadrat) kako bi se sustav uzorka vratio u servis nakon održavanja. Dvoje radnika ozlijeđeno je u ovom incidentu ispuštanja kiseline 12. veljače 2014. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]

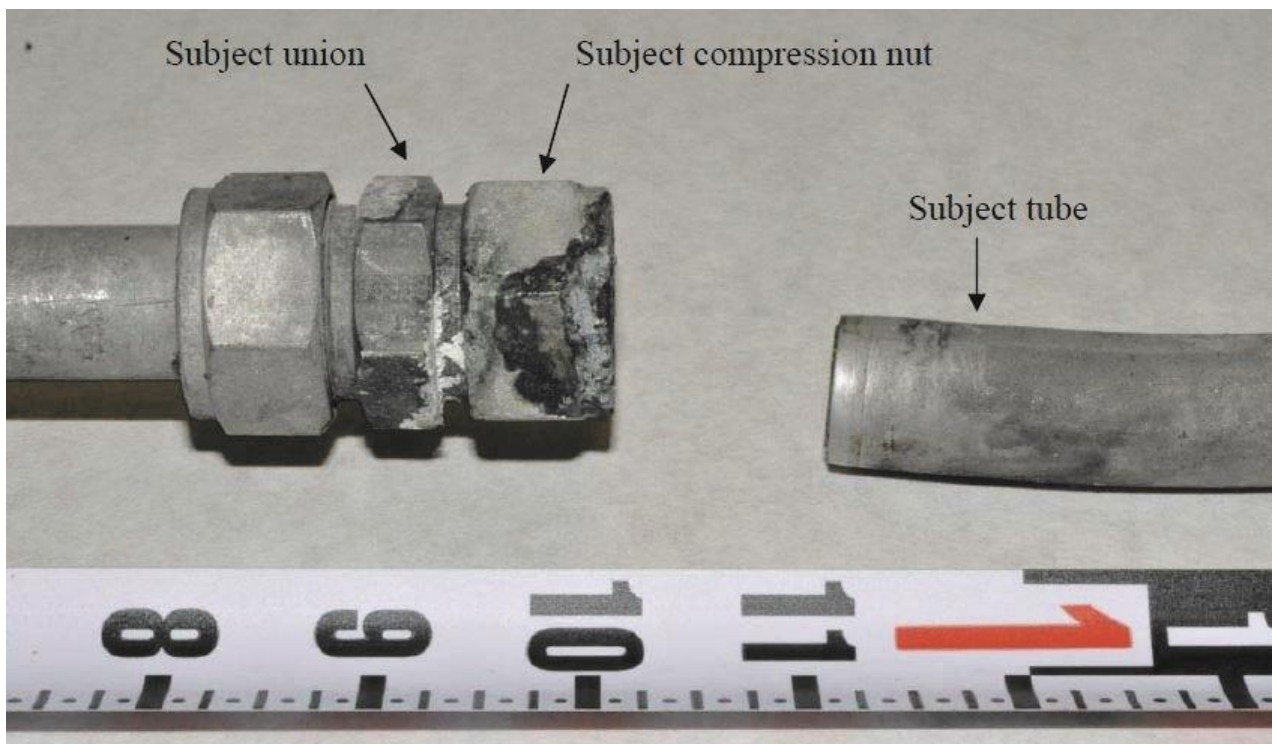


Slika 3: Fotografija prikazuje stanicu za uzorkovanje sumporne kiseline u rafineriji. Lijeva fotografija pokazuje uzorkovačku stanicu neposredno nakon incidenta 12.veljače 2014., a desna fotografija pokazuje stanicu nakon što su izvršeni popravci. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]

3.1. Tehnička analiza

Sustav za uzorkovanje koji je sudjelovao u incidentu 12. veljače 2014. godine prestao je s radom radi održavanja. Počevši od 26. studenog 2013. zbog curenja cijevi i nepravilno izrađenog spremnika za uzorke. Unatoč tome što sustav za uzorkovanje nije u funkciji, jedinica za alkiliranje nastavila je raditi kao i obično. Tesoro tehničko osoblje izvijestilo je CSB da ova uzorak stanica nije presudna za svakodnevni rad jedinice za alkilaciju. Davatelj licence za tehnologiju jedinice alkilacije preporučuje uzorkovanje ove kiseline jednom dnevno kako bi se potvrdilo da instrumenti i kontrole pravilno rade. Tesoro je izvršio održavanje na sustavu za uzorke 10. i 11. veljače 2014., što je uključivalo i zamjenu spremnika. Zbog nedostataka u programu održavanja, uključujući nedostatke u planiranju, dokumentaciji i komunikaciji, Tesoro nije učinkovito popravio niti testirao cijev prije stavljanja u uporabu.

U sporazumu između CSB-a, Cal / OSHA-e i Tesoro-a, CSB je naručio Anamet, Inc., tvrtku za inženjering materijala i laboratorijsko ispitivanje, da provede ispitivanja na propalom cijevi (slika 4). CSB je 15. kolovoza 2014. objavio izvješće o tehničkoj procjeni s detaljnim rezultatima ispitivanja i zaključcima⁹. U izvješću je zaključeno da je ispuštanje sumporne kiseline 12. veljače 2014. nastalo kao posljedica neuspjeha priključka cijevi od nehrđajućeg čelika koji se raspao zbog nedovoljnog zatezanja između cijevi i kompresijskog spoja na stanici za uzorkovanje sumporne kiseline.



Slika 4: Fotografija spoja cijevi koja je propustila sumpornu kiselinu i rezultirala je incidentom 12.veljače 2014. Ova fotografija potječe iz izvještaja CSB-ove tehničke procjene koja utvrđuje da je kompresijski spoj bio nedovoljno zategnut. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]

⁹ CSB, SAD Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Case study, 12. veljače 2014. i 10. ožujka 2014. godine Acid release incidents, No. 2014-02-I-CA

Nakon incidenta 12. veljače 2014., radnici u održavanju također su pronašli neadekvatno zategnuti kompresioni spoj za susjednu stanicu za uzorke. Međutim, ovaj priključak cijevi se nije pokvario tijekom pokretanja kao i drugi konektor, jer je cijev bila pričvršćena na betonskom zidu, držeći ga na mjestu.

3.2. Analiza dizajna sustava za uzorkovanje sumporne kiseline

Kao što je CSB raspravljao u mnogim svojim izvješćima o istragama, učinkovita primjena inherentno sigurnijeg dizajna i hijerarhije kontrole ključni su za smanjenje rizika i sprečavanje većih nesreća. U siječnju 2010., rafinerija Tesoro Martinez uložila je značajna financijska ulaganja u ono što je rafinerija tvrdila da je robusniji, „inherentno sigurniji“ sustav uzorkovanja, koji rafinerija tada nije uspjela izvršiti i ukloniti iz upotrebe. 12. veljače 2014. radnici su stavili, stariji, loše dizajnirani sustav, u službu kad se incident dogodio. CSB napominje da, iako se incident 12. veljače 2014. nije dogodio tijekom uzorkovanja kiseline, razlike u postupcima Tesoro Martinez i radnim postupcima održavanja značilo je da će radnici testirati na propusnost cijevi i pribornice u uzorku sustava koji su izvučeni iz upotrebe, ali ne i cijevi i spojnice u starom sustavu koji se vraćaju u uporabu. Rukovodstvo rafinerije Tesoro Martinez i dalje se oslanjalo na stariji sustav uzorkovanja za koji su, kako su priznali, predstavljali veći rizik za radnike.

Da bi naučio kako druge tvrtke koje upravljaju rafinerijama s jedinicama alkilacije sumporne kiseline kontroliraju opasnosti od uzorkovanja kiselina, CSB je zatražio i dobio suradnju od dvije lokalne rafinerije - tvrtke X i tvrtke Y. Pregled CSB-a tih sustava uzoraka tih tvrtki pokazao je superiornu opremu za uzorkovanje kroz učinkovitija primjena hijerarhije kontrola. Uzorci sustava obje tvrtke isticali su inženjerske kontrole (poput snažnijeg cjevovoda) uz administrativne kontrole (poput OZO).

3.3. Sustavi za uzorkovanje u rafineriji Tesoro Martinez

Sustavi za uzorkovanje sumporne kiseline u rafineriji Tesoro Martinez pažljivo su izlagali operatere kako bi se izbjegli rizici. Čak i kada se provodilo onako kako je namijenio Tesoro, postupak uzorkovanja stvorio je opasni oblak bijele pare koji se vjerojatno sastoji od kiselog plina i para ugljikovodika kada se materijal istisnuo iz taložitelja kiseline do procesne kemijske kanalizacije. Ovo predstavlja očiti respiratorni rizik za operatere koji sudjeluju u uzorkovanju. Uz to, zbog opasnosti koje je predstavljala ova stanica za uzorkovanje, postupak uzoraka kiseline u rafineriji Tesoro Martinez zahtijevao je operatere da evakuiraju radnike u blizini iz područja prije pokretanja postupka uzorkovanja. Umjesto da reinvestira postupak uklanjanja oblaka pare, Tesoro je postavio vreće za napuhavanje oko otvora za odvod procesa kako bi smanjio veličinu oblaka pare stvorene postupkom uzorkovanja (slika 5).



Slika 5: Fotografija s lijeve strane prikazuje vreću s protupožarnim pokrivačem koja pokriva procesni odvod kanalizacije na jednoj od stanica uzoraka sumporne kiseline u rafineriji Tesoro Martinez. Fotografija desno prikazuje oblak bijele pare koji se oslobađa iz procesne odvodnje kad Tesorovi operatori provode postupak uzorkovanje sumporne kiseline. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]

Iako postupak uzorkovanja kiseline rafinerije Tesoro Martinez upozorava da su pare kiseline štetne ako se udahnu i da se treba koristiti izniman oprez da se spriječe iritacije ili ozljede nastale isparenjima kiselina, Tesoro nije preporučio niti zahtijevao zaštitu dišnih puteva (slika 6). Tesoro operatori obavijestili su CSB da su tijekom uzorkovanja kiseline njihovi osobni monitori plina redovito alarmirali, ukazujući na prisutnost štetnog plina sumpor-dioksida. Nadalje,

Tesoro operatori obavijestili su CSB da su, unatoč činjenici da Tesoro Martinez zahtijeva četiri predmeta OZO, radnici su nosili samo naočale i kemijske rukavice. Radnici nisu koristili jaknu s kiselim odijelom kako je zahtijevao postupak, jer je Tesoro prestao naručivati ovaj predmet u svom inventaru za OZO. Operatori su također objasnili da, budući da se zaštitni štitnik za lice miješa u način na koji naočale pričvršćuju za kacigu operatora, nikad nisu nosili štitnike.

	Standard P.P.E. is required (refer to R&SI 11-1).
	Additional P.P.E. requirements:
	Personal Protective Equipment is required during sampling:
PERSONAL	Face shield
PROTECTIVE	Goggles
EQUIPMENT	Chemical gloves
	Acid suit jacket
	Operator must know the location of the closest safety shower at all times.

Slika 6: . Izvadak iz postupka uzorkovanja sumporne kiseline tvrtke Tesoro u kojem se navode detalji osobne zaštitne opreme (OZO). Radnici tvrtke Tesoro obavijestili su CSB da su od četiri predmeta OZO-a koje zahtijeva Tesoro, zapravo samo naočale i kemijske rukavice. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]

Nakon incidenta 12. veljače 2014., Tesoro je nadgradio zahtjeve za OZO tijekom uzorkovanja kiseline, uključujući kompletno odijelo s kiselinom i respirator za pročišćavanje zraka (slika 7).



Slika 7: Fotografije operatera u rafineriji Tesoro Martinez koji uzima uzorak sumporne kiseline. Ove fotografije snimljene su nakon incidenta 12. veljače 2014. s novim zahtjevima za zaštitu osobnih podataka. Tesorovom sustavu za uzorkovanje sumporne kiseline potrebna su dva odvojena jednosatna čekanja kako bi se ugljikovodici mogli otpustiti u atmosferu. Uz potencijalno izlaganje tekućoj kiselinu, postupak uzorkovanja izlaže operatera ugljikovodičnim parama i parama sumporne kiseline. Nakon incidenta Tesoro je nadgradio zahtjeve za zaštitu osoblja koji su uključivali respirator i zaštitno odijelo za cijelo tijelo. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]

U svojoj procjeni rizika od procesa (2009), Tesoro je procijenio rizike uzorkovanja sumporne kiseline. Tesorova PHA dokumentacija ukazuje da je PHA tim utvrdio da je opasnost od uzorkovanja mogla imati ozbiljnu povredu izgubljenog radnog dana, za koju su predviđali da će se dogoditi u roku od 20 godina. Tesoro-ova matrica rizika PHA identificira ovu kombinaciju ozbiljnosti i učestalosti "niskog rizika". PHA tim je naveo PPE kao jedino zaštitno sredstvo koje je neophodno za ublažavanje opasnosti od ozljeda radnika, unatoč činjenici da nisu bile dostupne sve OZO potrebne postupkom. Osim toga, radnici nisu mogli koristiti neki od potrebnih OZO-a zbog nekompatibilnosti štitnika za lice, kacige i naočala. U svom PHA iz 2013. godine, Tesoro nije posebno procijenio opasnosti od stanica uzoraka sumporne kiseline. Umjesto toga, kontrolni popis ljudskih faktora korišten je za pokrivanje uzoraka. Pitanja na popisu nisu ocijenila opasnosti sustava uzorkovanja i bila su ograničena na ocjenu problema koji uključuju pristupačnost, poput blizine sigurnosnih tuševa, stanica za pranje očiju i prijevoza uzoraka s povišenih mjesta. Stoga, malo je vjerojatno da će pokrenuti učinkovitu procjenu opasnosti sustava uzorkovanja sumporne kiseline. Osim toga, u izvješću inspekcije okruga Contra Costa nakon incidenta 12. veljače 2014. zaključeno je da ni jedinica za alkilaciju iz 2009. i 2012. PHA nisu adekvatno procijenile opasnosti povezane s stanicama za uzorke kiseline¹⁰.

Tesoro je u lipnju 2009. odobrio projekt ugradnje novih sustava uzoraka s zatvorenom petljom (Slika 8). Tesoro je dizajnirao ove sustave kao značajnu nadogradnju na postojećim stanicama za uzorke, s ciljem da, između ostalih važnih razloga, minimizira izloženost operatera sumpornoj kiselini prilikom uzorkovanja. Tesoro je izjavio da je ovaj novi dizajn inherentno sigurniji od postojećeg uzorka. Tesorovi zapisi o poboljšanju dizajna pokazuju:

"Dizajn uzorkovanja zatvorene petlje je svojstveno siguran i zaštitit će operatere od izloženosti jakoj sumpornoj kiselini prilikom uzorkovanja."

„Novi uzorak za uzorkovanje zatvorene petlje jednostavan je za upotrebu i uključuje upotrebu samo dva ventila svaki put kad se uzima uzorak. Izolacijski ventil je na oprugu i mora se držati otvoren da bi se uzeo uzorak. "

Županija Contra Costa provela je inspekciju jedinice alkilacije u rafineriji Tesoro Martinez nakon toga. Izvješće na 145 stranica identificiralo je 50 regulatornih pitanja i razvilo 70 prijedloga za poboljšanje tvrtke Tesoro. 120 regulatornih i poboljšanja utvrđenih inspeksijskim

¹⁰ CSB, SAD Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Case study, 12. veljače 2014. i 10. ožujka 2014. godine Acid release incidents, No. 2014-02-I-CA

izvješćem okruga Contra Costa obuhvaćalo je širok raspon kategorija upravljanja sigurnošću procesa, uključujući: operativne postupke, mehanički integritet, upravljanje promjenama, istraga incidenta, informacije o sigurnosti procesa, analiza opasnosti procesa, aplikacije ljudskih faktora, siguran rad, upravljanje organizacijskim promjenama.

"Uzorci će biti smješteni u razini struka ili malo viši tako da se Operateri ne moraju savijati ili protezati da bi uzeli uzorak."



Slika 8: . Fotografija prikazuje jednu od nadograđenih stanica za uzorke koje je Tesoro instalirao radi smanjenja izloženosti operatera kiseline tijekom uzorkovanja. Tesoro nikada nije riješio pitanja pouzdanosti s tih stanica i stanice su stavljene van uporabe. Kao rezultat toga, one nisu bile u uporabi u vrijeme incidenta 12. veljače 2014. godine. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]

Pored poboljšanja sigurnosti, opravdanje koje je Tesoro naveo za ove nadograđene uzorke sustava obuhvaćalo je osiguranje usklađenosti s propisima o zaštiti okoliša i značajne godišnje uštede troškova od oko 300 000 USD. Unatoč značajnim troškovima kupnje i instaliranja poboljšanih uzoraka sustava, Tesoro zapisi pokazuju da bi nova oprema imala dvogodišnje vrijeme povrata. Tesoro je temeljen brzi povrat ove investicije na očekivanju tvrtke da će ovi novi sustavi za uzorke omogućiti operativno osoblje da dodatno smanji koncentraciju potrošene sumporne kiseline. Zbog problema s pouzdanošću ovih nadograđenih uzoraka, Tesoro je prestao nastojati da ih učini funkcionalnim i uzeo ih iz upotrebe. Ti su problemi uključivali začepljenje, pjenjenje prikupljenog uzorka i probleme s dovodom dušika. Prema izjavama radnika tvrtke Tesoro upućenim CSB-u, Tesoro Martinez je otpustio ugovornog inženjera odgovornog za identificiranje i ispravljanje problema s pouzdanošću uzorka sustava.

Slijedom toga, Tesoro se oslanjao na stare sustave uzoraka, čija je upotreba rezultirala incidentom ispuštanja sumporne kiseline u veljači 2014. u kojem su ozlijeđena dva radnika. Konačno, Tesoro se i dalje oslanjao na PPE kao metodu kontrole, što je manje učinkovita metoda od inženjerskih kontrola na hijerarhiji kontrola. Kako Tesoro nije pružio odgovarajuću OZO i poštivanje očekivanja OZO-a nije pojačano, uspostavljene su neadekvatne kontrole radi zaštite radnika od opasnosti od sumporne kiseline.

3.3.1. Uzorci rafinerija u Teslini u Los Angelesu

Tesorovi zapisi govore da sustav uzorkovanja kiseline jedinice alkilacije sumporne rafinerije u Rafineriji ima veći potencijal za izloženost operatera kiselinama od onih koji se koriste u drugoj Tesoro rafineriji u Kaliforniji, Tesorovoj rafineriji u Los Angelesu, koja koristi kućište oko sustava za uzorkovanje kako bi zaštitila operatere iz potencijalnog kiselinskog spreja (slika 9).



Slika 9: Fotografija uzorka sumporne kiseline u rafineriji Tesoro u Los Angelesu. Ovaj sustav uzorka uključuje kućište na mjestu uzorka radi zaštite operatera od potencijalnog prskanja kiselinom. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]

3.3.2. Tvrтка X Uzorci rafinerija

Oprema za uzorkovanje sumporne kiseline tvrtke X rafinerije (Slika 10) slična je inherentno sigurnijem sustavu koji je Tesoro instalirao, ali ga ukinuo iz uporabe. Tvrтка X pokrenula je napore na nadogradnji uzorka stanica za alkilaciju u 2012. Dizajn opravdanja za nadogradnju uključuje poboljšani dizajn koji bi bio sigurniji jer bi umanjio mogućnost izloženosti radnika sumpornoj kiselinu. Tvrтка X također koristi snažniji cijevni materijal zbog „izuzetno visoke“ korozivnosti sumporne kiseline. Tvrтка X je ove sisteme uzoraka instalirala 2013. godine, a CSB je saznao da iako su ovi problemi imali pouzdanosti slične onima koje je imao Tesoro Martinez, tvrtka X uspješno je prešla na svoje robusnije uzorke.



Slika 10: Fotografija uzorka sumporne kiseline u rafineriji tvrtke X. Fotografija s lijeve strane prikazuje tipičnu stanicu za uzorke koju radnici tvrtke X koriste za dobivanje uzoraka sumporne kiseline. Fotografija u gornjem desnom dijelu prikazuje tipičnu bocu s uzorcima, a fotografija u donjem desnom dijelu prikazuje bocu s uzorkom za postavljanje uzorka. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]

3.3.3. Uzorak sustava rafinerije tvrtke Y

Oprema za uzorkovanje kiseline u postrojenju za alkiliranje sumporne kiseline u rafineriji tvrtke Y također je robusnija od sustava u Tesoro Martinezu koji je sudjelovao u incidentu 12. veljače 2014. godine. Tvrtka Y oprema za uzorkovanje kiseline sastoji se prije svega od cjevovoda s samo kratkim presjekom cijevi koje se koriste za skupljanje uzorka kiseline (slika 11). Oprema za uzorkovanje (cjevovodi, ventili i cijevi) koju koristi tvrtka Y bolje je dizajnirana i održavana od opreme u rafineriji Tesoro Martinez (lijeva fotografija na slici 3).



Slika 11: Fotografija uzorka sumporne kiseline u rafineriji tvrtke Y. Fotografija prikazuje tipičnu stanicu za uzorkovanje sumporne kiseline u rafineriji. Žuti krug identificira mjesto na kojem operater dobiva uzorak kiseline. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]

3.4. Ispitivanje opreme i odgađanje nadogradnji

Tesoro zahtijeva od radnika da isprobaju cijev instrumenta za testiranje nakon ugradnje i prije početnog rada, ali nema zahtjeva za ispitivanjem nepropusnih cijevi, kao što su cijevi sustava uzoraka, nakon izmjena ili popravka. Pored toga, cijevi i veća oprema testirali bi se na propuštanje prije stavljanja u uporabu nakon radova na održavanju, ali cijevi poput onih za sustave za uzorkovanje kiseline nisu testirane na nepropusnost. Radnici na gradilištu prepoznali su odstupanje, ali nisu bili sigurni zašto je Tesoro na ovaj način diferencirao cijevi. Upitan zašto procesne cijevi nisu testirane prije stavljanja opreme u službu nakon neprogramskog

održavanja, kao što su popravci obavljani dan prije incidenta u veljači 2014., jedan je radnik rekao: „Ne znam zašto. Jednostavno nismo“.

Kao što je prethodno opisano, Tesoro je instalirao, ali je kasnije prekinuo napore kako bi implementirao robusniji sustav uzorkovanja sumporne kiseline. Izvlačenje uzoraka iz sustava koje je Tesoro instalirao da zaštiti radnike i nastavlja se oslanjati na stare sustave uzoraka koji su predstavljali nepotrebne rizike za operatere u smislu izloženosti kiselini, dodatno pokazuje slabu predanost sigurnosti.

Ova vrsta odlučivanja također je nastavila trend odlaganja završetka važnih nadogradnji opreme u rafineriji Tesoro Martinez, što je dovelo do naknadnih ozljeda radnika uslijed ispuštanja sumporne kiseline. Na primjer, dva dodatna incidenta ispuštanja kiseline koja su se dogodila u siječnju i kolovozu 2012. (koja su u uvodu navedena kao incidenti 4 i 8) dogodila su se kao posljedica zaustavljanja napora na popravljanju trajne opreme. Umjesto toga, Tesoro je ugradio privremenu opremu koja nije kompatibilna sa sumpornom kiselinom. U siječnju 2012. privremena crpka nije uspjela i ozlijedila je jednog radnika. No Tesorovo istraživanje incidenta u siječnju 2012. nije pokrenulo temeljit pregled opasnosti od privremene opreme i privremeno crijevo koje nije kompatibilno sa sumpornom kiselinom ostalo je na usluzi, ali je nakon toga u kolovozu 2012. propalo, ozlijedivši još dva radnika.

3.4.1. Nedostupnost i nedovoljna upotreba OZO

Kao što je gore spomenuto, operatori tvrtke Tesoro Martinez obavijestili su CSB da Tesoro nije uspio napraviti važan PPE, zaštitni omotač od kiselog odijela, koji je potreban postupcima uzorkovanja sumporne kiseline na raspolaganju operaterima. Kad se suoči s određenim sigurnosnim problemom, tvrtka s robusnom sigurnosnom kulturom koristi analizu opasnosti kako bi identificirala odgovarajuće kontrole kako bi umanjila i ublažila učinke tih opasnosti. Kultura koja potiče sigurnost trebala bi osigurati da kontrole poput postupaka odražavaju stvarnu praksu i rješavaju probleme s OZO-om kako bi radnici imali potrebnu opremu i da sve OZO bude funkcionalno. Traženi OZO bili su ili nisu dostupni ili se nisu ispravno uklopili, pa ih Tesoro radnici nisu nosili. Operatori jedinice za alkilaciju Tesora izjavili su da od četiri stavke OZO-a koje zahtijeva Tesoro nose samo naočale i kemijske rukavice. Radnici su izjavili da nisu koristili jaknu s kiselim odijelom koja je zahtijevana postupkom uzorkovanja, jer je

Tesoro prestao nositi ovaj predmet u svom popisu OZO nekoliko godina prije incidenta u veljači 2014. godine. Uz to, operatori nisu nosili potreban zaštitni štitnik za lice jer je ometao način naočala pričvršćenih na kacige operatora. Kao rezultat toga, operateri su naveli da nikada nisu nosili štitnike za lice.

3.4.2. Proizvodnja naspram sigurnosti

U Tesorovoj procjeni sigurnosne kulture za 2013. godinu, neki su komentari radnika prepoznali i druge slabosti - slabe sigurnosne vrijednosti i slabu posvećenost sigurnosti procesa. Radnici jedinice za alkilaciju Tesoro Martinez obavijestili su CSB da vjeruju da je kultura u rafineriji pogodovala proizvodnji zbog sigurnosti, a menadžment i radnici često oklijevaju da pokrenu obustavu. Operator tvrtke Tesoro rekao je CSB-u da je tijekom incidenta 12. veljače 2014. morao upotrijebiti svoj organ za zaustavljanje kako bi brzo isključio jedinicu i zanemario percipirani upravljački pritisak kako bi jedinica održala rad tijekom ispuštanja sumporne kiseline od 84.000 funti. Operator je znao da ako istekne kiselina, uslijedi zapaljivi ugljikovodični sloj na vrhu kiseline, što će vjerojatno rezultirati eskalacijom incidenta s mogućnošću eksplozije i požara. Međutim, neki radnici jedinice za alkiliranje obavijestili su CSB da neće svi radnici izvršavati ovlaštenja za zaustavljanje rada zbog povijesti opaženog odmazde u pogonu za izvršavanje ovlaštenja za zaustavljanje rada.

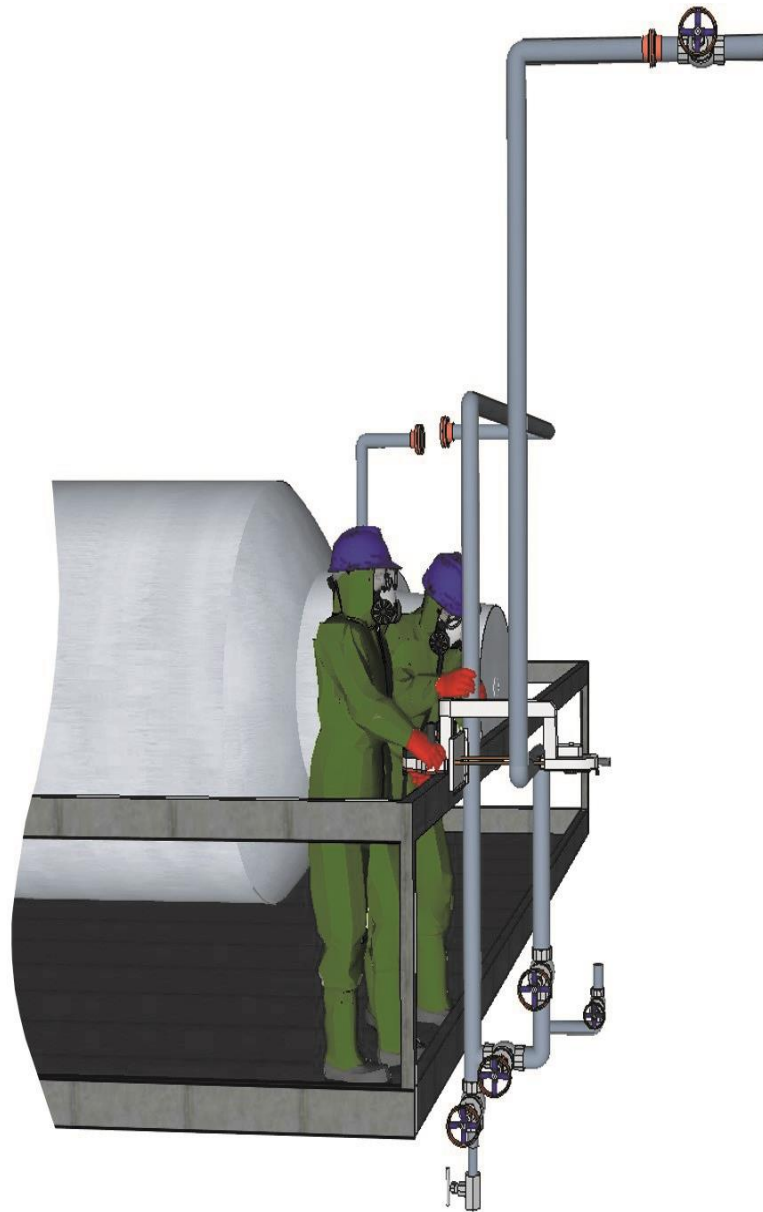
4. INCIDENT 10. ožujka 2014.

Dana 10. ožujka 2014. sumporna kiselina je raspršila dva ugovorna radnika dok su provodili planirana neprogramirana održavanja radi uklanjanja otprilike 15 m cijevi u istoj jedinici alkilacije. Sumporna kiselina je poprskala dvojicu radnika kada su urezali u cijev pomoću prijenosne tračne pile (slika 12, slika 13 i slika 14). U cjevovodima nije bilo adekvatno isušene procesne kemikalije i ostalo je pod pritiskom usprkos tome što je Tesoro izdao vruću radnu dozvolu za rezanje i uklanjanje dijela cijevi. Ovaj cjevovod obično nosi butansku tekućinu do mehaničkog brtvljenja miješalice reaktora alkilacije (miksera), ali ponekad je u njemu bila sumporna kiselina kada tlak alkilacijskog reaktora premaši dovodni tlak butana¹¹.

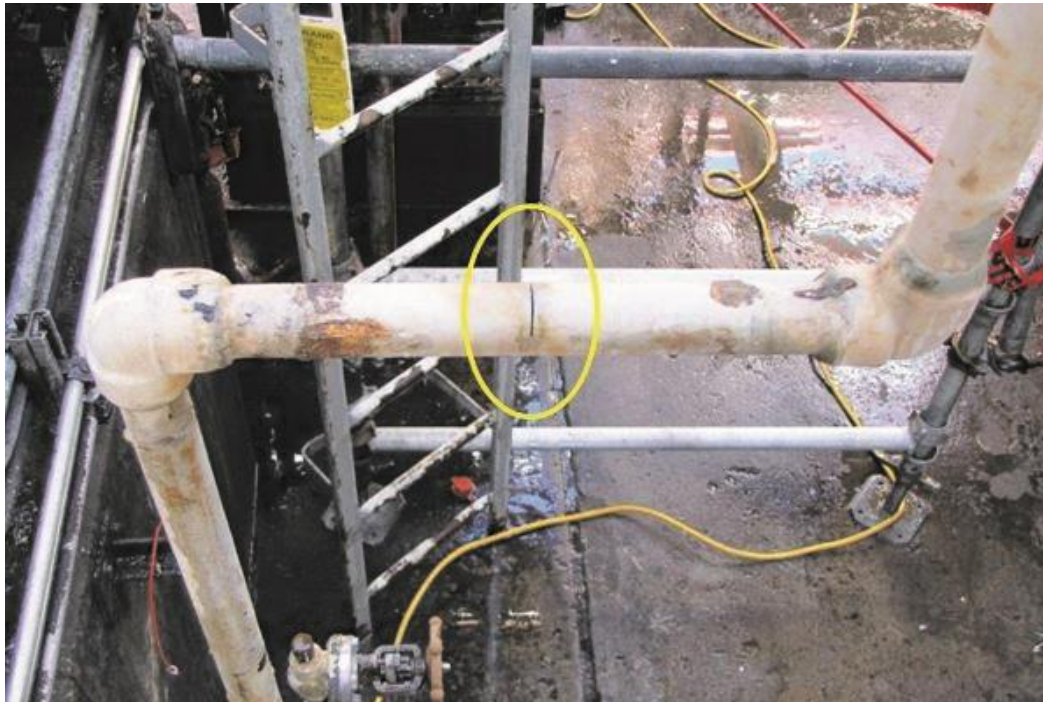
Iako su radnici za održavanje nosili zaštitna odijela tijekom izvođenja radova kao mjera opreza za potencijalnu zaostalu sumpornu kiselinu, kiselina ih je i dalje spalila. Prilikom evakuacije prostora gornji dio zaštitnog odijela radnika zapeo je za privremenu postavljenu radnu platformu i izložio glavu i vrat kiselini koja je prskala. Kiselina se ocijedila na vratu drugog radnika i spaljivala ga dok je uklanjao OZO-u tijekom dekontaminacije u sigurnosnom tušu. Hitna pomoć prevezla je oba radnika u lokalnu bolnicu na procjenu i liječenje njihovih ozljeda prvog i drugog stupnja kemijskih opekline.

Cal / OSHA PSM jedinica istražila je incident i izdala kazne u vrijednosti od 13.500 dolara izvođaču, a 45.970 dolara Tesoru.

¹¹ CSB, SAD Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Case study, 12. veljače 2014. i 10. ožujka 2014. godine Acid release incidents, No. 2014-02-I-CA



Slika 12: CSB prikaz radnika koji sijeku cijev od 1 inča butana neposredno prije incidenta prskanja sumpornom kiselinom 10. ožujka 2014. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]



Slika 13: Fotografija cjevovoda povezanih s incidentom 10. ožujka 2014. godine. Žuti oval prikazuje rez koji su radnici napravili pomoću tračne pile što je rezultiralo oslobađanjem kiseline. Na slici 14 je prikazan i položaj ovog cjevovoda. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]



Slika 14: Fotografija lokacije incidenta 10. ožujka 2014. godine. Kao što je prikazano na slici 12, na toj su privremenoj platformi skele bila dva radnika i rezali su cijev (žuti krug) prijenosnom tračnom pilu. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]

4.1. Tehnička analiza

Jedinica za alkilaciju rafinerije Tesoro Martinez sadrži nekoliko reaktora. Za održavanje održavanja, Tesoro periodično isključuje svaki reaktor, dok ostali reaktori i dalje rade. Kao rezultat, uprava rafinerije se redovito oslanja na jedan ventil za izolaciju butanskih cjevovoda. Ovaj dizajn je najmanje učinkovit pristup za osiguranje izolacije opasnog materijala i nije u skladu s Tesoro korporativnim i industrijskim standardima. Kao rezultat toga, dizajn izolacijskog sustava tvrtke Tesoro doprinio je incidentu 10. ožujka 2014. godine.

U vrijeme incidenta 10. ožujka 2014., ostali sustavi za miješanje reaktora alkilacije radili su s tekućim butanom koji je tekao iz procesne pumpe u miješalice za ove reaktorske sustave. Suprotno zahtjevima poduzeća, rafinerija je upotrijebila jedan izolacijski ventil kako bi spriječila ulazak tekućeg butana u cjevovod u sustavu cjevovoda. Tesoro je izolirao butanski cjevovod koji je sudjelovao u incidentu u ožujku 2014. s jednim ventilom i stavio ga u uporabu u prosincu 2013. Vjerojatno je da je sporo propuštanje kroz jedan izolacijski ventil postupno povećavalo tlak u butanskom cjevovodu do 150 psig između prosinca 2013. i ožujka 2014. Pritisak ovog butana uzrokovao je sumpornu kiselinu da istječe iz cijevi kada su radnici urezali u njega. CSB je od djelatnika jedinice za alkilaciju saznao da je Tesoro obično koristio izolaciju jednog ventila, a ne da zasljepljuje i ispire plinovod prije nego što je izvodio vruće radove koji su uključivali ono što je udovoljavalo definiciji rafinerije o „niskoenergetskim“ alatima¹².

Slika 15 dolje definira Tesoro Martinez terminologiju koja se koristi u njegovim pravilima koje se odnose na kontrolu opasne energije za operacije održavanja. Potpuno isušivanje, uklanjanje unutarnjeg pritiska i uklanjanje opasnog materijala ispiranjem ili drugim sredstvima trebalo je omogućiti radnicima da provjere je li cjevovod siguran kako bi se omogućilo rezanje i uklanjanje cijevi - posebno ako se rezanje dogodilo pravodobno, odmah nakon ispiranja. Rezanje cijevi 10. ožujka 2014., međutim, imalo je tromjesečno kašnjenje od trenutka isušivanja cjevovoda do rezanja.

¹² CSB, SAD Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Case study, 12. veljače 2014. i 10. ožujka 2014. godine Acid release incidents, No. 2014-02-I-CA

Hot Work - Any work that may be a source of ignition, including open flames, cutting and welding, sparking of electrical equipment, grinding, buffing, drilling, chipping, sawing, or other similar operations that create hot metal sparks or hot surfaces from friction or impact.

Isolation - The process by which a pipe, line, duct or confined space is removed from service and completely protected against the release of energy and material into the space by such means as: blanking or blinding; misaligning or removing sections of lines, pipes, or ducts; a double block and bleed system; lockout or tagout of all sources of energy; or blocking or disconnecting all mechanical linkages.

Blinding - The absolute closure of a pipe, line or duct by the fastening of a solid plate (i.e., a spectacle blind or skillet blind) that completely covers the bore and that is capable of withstanding the maximum expected pressure of the pipe, line or duct with no leakage beyond the plate.

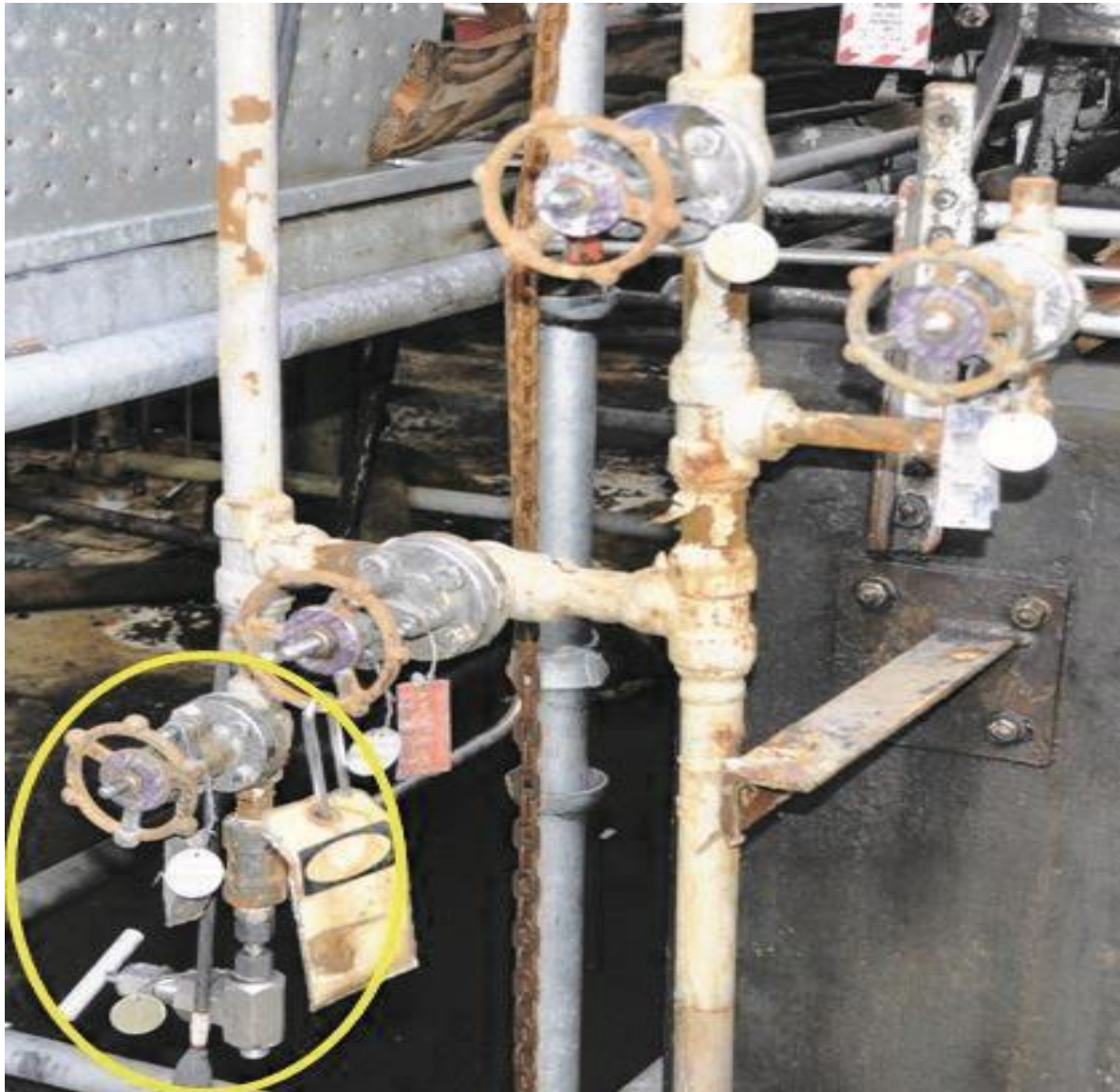
Double block and bleed - the closure of a line, duct, or pipe by closing and locking or tagging two in-line valves and by opening and tagging a drain or vent valve in the line between the two closed valves.

Slika 15: Definicije Tesora važne za kontrolu opasne energije prije izvođenja postupka održavanja, poput rezanja butanskih cijevi radi uklanjanja. Tesoro korporativni standard izvor je za definiciju vrućeg rada. Sve ostale definicije proizlaze iz rafinerijskih postupaka Tesoro Martinez. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]

Operator jedinice za alkilaciju Tesoro izjavio je CSB-u da je na dan incidenta shvatio (ispravno) da je "linija već jednom otvorena. Osim toga, sustav je na jednom kraju bio blindiran, a na drugom zatvoren, što mu nije dalo razloga da vjeruje da cijev već nije prazna i sigurna za radnike da ih mogu rezati i uklanjati. Bez obzira na to, prije izdavanja vruće radne dozvole za posao, rukovatelj je otvorio ispusni ventil povezan sa sustavom cjevovoda i promatrao je kako se čini da „ispupčenje“ pare butana dolazi iz ventila. Operater je zatim upotrijebio svoj plinomjer za obavljanje atmosferske provjere dodatnog protoka ugljikovodika iz ispusnog ventila i nije našao niti jedan.

Operator je objasnio: „Dakle, to je za mene značilo da je linija očišćena zbog toga što nisam imao manometar na toj liniji da utvrdim je li tamo stvarno bilo pritiska.“ Ugovorni radnici koji su prisutni su za rezanje i uklanjanje cjevovoda, a obojica su znali da je cijev radila i ranije, već su bili isključeni iz reaktora alkilacije sa instaliranom slijepom prirubnicom i vidjeli su da se odvodni ventil otvorio bez ugljikovodika na upravljačkom brojilu. Ti su čimbenici ojačali pojavu sigurnog stanja za obavljanje posla. Nakon incidenta, međutim, utvrđeno je da je odvodni cijev začepljen, sprječavajući protok kroz otvorene odvodne ventile, i kao rezultat

toga je operatoru i ugovornim radnicima pružio lažni osjećaj sigurnosti da je cijev pod tlakom i odvodnjavanjem njegovog sadržaja (slika 16).

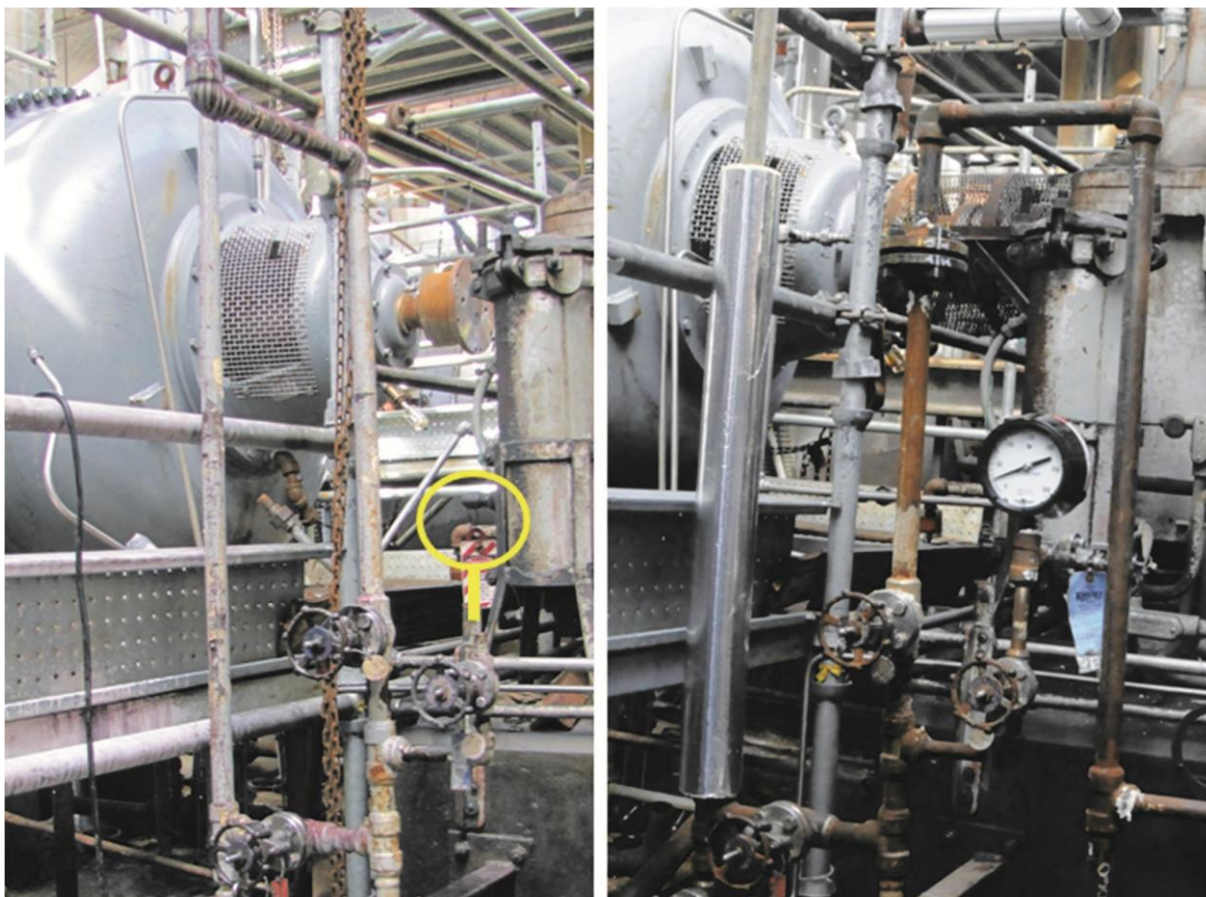


Slika 16: Fotografija odvodnih cjevovoda i ventila. Procjenom ove opreme nakon incidenta utvrđeno je začepljenje ovih cjevovodnih komponenti koje sprečavaju tekućinu da se slobodno odvodi kroz otvorene ventile. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]

4.2. Organizacijska analiza

Da bismo razumjeli incident od 10. ožujka 2014., također je potrebno razmotriti šire kulturne aspekte provođenja aktivnosti održavanja i rada u rafineriji Tesoro Martinez. Operatori jedinice za alkilaciju Tesora dosljedno su opisivali teško radno okruženje u kojem je rukovodstvo kritiziralo i čak istraživalo radnike zbog navodnog zadržavanja na održavanju, a radnici su doživljavali intenzivan pritisak kako ne bi odgodili radove na održavanju. Tesorovi su nadzornici provodili rutinske istrage kako bi utvrdili zašto su pripreme za posao uvijek dugo trajale, tj dulje nego što su nadzornici u početku vjerovali da je potrebno. To je uzrokovalo da radnici jedinice za alkilaciju osjećaju pritisak kako bi ubrzali rad i nisu poduzeli dodatne mjere opreza izvan uobičajenih koraka potrebnih za osiguranje da se posao sigurno pripremi za održavanje. Na pitanje zašto operateri možda ne trebaju vremena da izvedu dodatne korake koji bi mogli biti oprezni kako bi se osiguralo da se sustav učinkovito isprazni (kao što je, u ovom slučaju, izbacivanje ventila ili pritisak dušikom da provjere je li sustav spreman i siguran za održavanje), jedan je operater izjavio da će takve radnje *razljutiti menadžment*. Također je napomenuo da će ga *uprava pitati* zašto poduzima te potencijalno nepotrebne dodatne mjere opreza. Dakle, organizacijski ciljevi i prakse, usmjereni i podržani od strane uprave, stvarali su nervozu i pritisak u jedinici za alkilaciju koja je obeshrabrivala izvršavanje dodatnih radova, osim ako nije bilo jasnih naznaka opasnog stanja.

Kao rezultat toga, operator i izvođači nisu poduzeli nikakve dodatne korake da utvrde je li cjevovod pravilno isušen i bez tlaka. Svi dostupni dokazi upućuju na to da je cijev bila ispravno ispuštena i pod tlakom. U kombinaciji s činjenicom da indikator tlaka na ovom cjevovodu nije bio dostupan da upozori radnike na opasne uvjete (jer je indikator tlaka prethodno uklonjen i zamijenjen utikačem kao što je prikazano na slici 17), operater nije imao naznaku o opasno stanje - da je u cjevovodu ostao koncentrirani (94 mas.%) sumporne kiseline pod pritiskom.

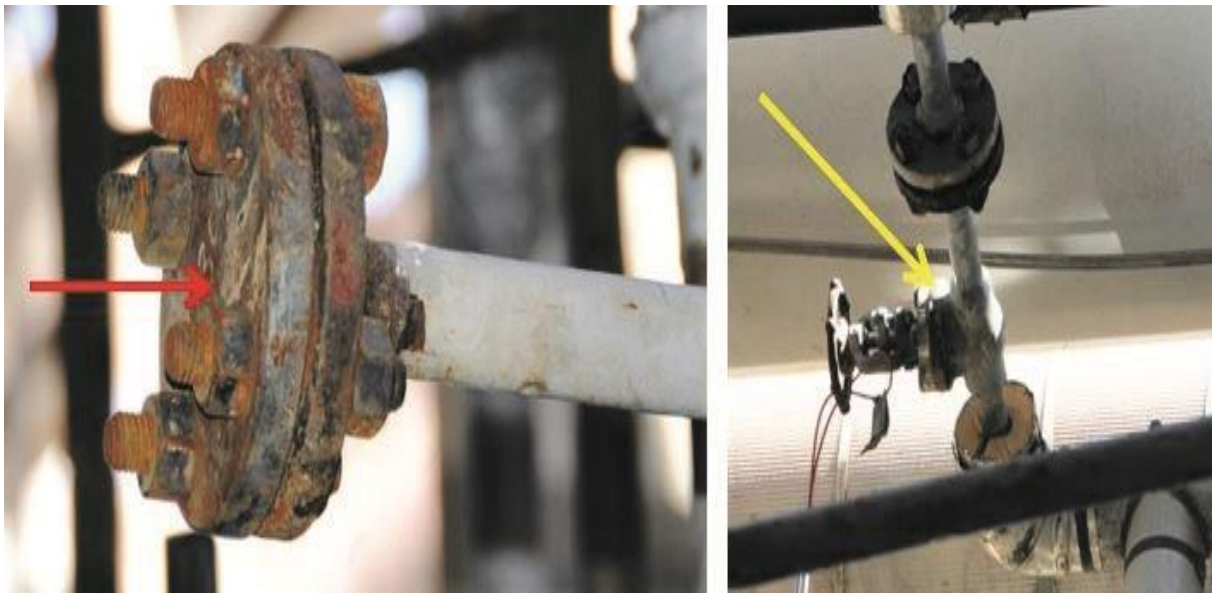


Slika 17: Fotografija cjevovoda povezanih s incidentom 10. ožujka 2014. (lijeva fotografija). Fotografija s desne strane prikazuje cjevovode nakon što su izvršeni popravci i ponovno postavljen indikator tlaka. Imajte na umu žuti krug na fotografiji s lijeve strane koji prikazuje mjesto na kojem je trebao biti indikator tlaka, ali je uklonjen. Da je ovaj indikator bio dostupan, mogao je upozoriti radnike da su cijevi pod tlakom. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]

4.2.1 Zahtjevi za zasljepljivanje (zatvaranje)

U prosincu 2013. radnici su isključili butanske cjevovode uključene u incident s reaktora alkilacije, a zatim postavili slijepu priрубnicu na strani reaktora u skladu s Tesoro standardima i dobrom industrijskom praksom, kao što je prikazano na slici 18. Na strani opskrbe butanom, međutim, Tesoro se oslanjao na jedan izolacijski ventil, umjesto da isključuje ili zatvara, suprotno korporativnim standardima. CSB je saznao da je to uobičajena praksa u postrojenju za alkilaciju rafinerije Tesoro Martinez tijekom vrućih radova koja je uključivala alate „niske energije“ koji su odgovarali konceptu mjesta *niskog rizika*. Tesoro Martinez politika definira *visokorizični* rad kao radna mjesta koja uključuju rad na sustavima visokog tlaka, visokom

vodikovom sulfidu, sumpornom dioksidu, amonijaku i procesnim tokovima iznad temperature automatskog paljenja. Politika nije pružila stvarnu definiciju *niskog rizika*. Radnici su obično razumjeli da se *nizak rizik* odnosi na sve što nije definirano kao *visoki rizik*. Radnici su zadatak koji je obavljen 10. ožujka 2014. smatrali *niskim rizikom* jer radite s alatom za rezanje slabe snage.



Slika 18: Fotografija izolacije cjevovoda u trenutku incidenta 10. ožujka 2014. godine
Fotografija s lijeve strane prikazuje izolaciju cjevovoda na strani reaktora. Slijepa prirubnica (crvena strelica) postavljena je u prosincu 2013. godine, kada je cijev odspojena iz reaktora alkilacije. Fotografija s desne strane (žuta strelica) prikazuje jedan ventil koji se koristio za izolaciju butana. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]

Tesorovi korporativni standardi, međutim, bili su više zaštitni od politike gradilišta i zahtijevali su od rafinerije Tesoro Martinez da izolira butansku liniju slijepim, a ne jednim izolacijskim ventilom. Zasljepljivanje je robusniji izolacijski pristup koji je trebao spriječiti da butan vrši pritisak na liniju. Prema Tesorovom korporacijskom standardu za inženjering za metalne cjevovodne sustave, izolacija pomoću jednog ventila nije dopuštena. Korporativni standard zahtijeva snažniji izolacijski pristup, poput zasljepljivanja ili dvostrukog blokade i krvarenja, u situacijama kada je potrebna "pozitivna izolacija". Pored toga, još jedan Tesoro korporativni

standard koji regulira zasljepljivanje i izolaciju omogućava samo izolaciju jednog ventila za cjevovod koji sadrži materijale niskog rizika, poput zraka ili vode.

4.2.2. Zahtjevi za uklanjanje tlaka, ispiranje i ispuštanje

Iako se rutinski ne izvodi, politika rafinerije Tesoro Martinez o zasljepljivanju i izolaciji zahtijeva zahtijevanje ispiranja cjevovoda prije obavljanja vrućih radova na sustavima, kao što je butanski cjevovod izrezan 10. ožujka 2014. godine.

Morate biti krajnji oprezni kako bi se osiguralo da su svi ugljikovodici eliminirani (tj. pare, pročišćavanje ili punjenje opreme u vodu).

Dozvola rukovodstva rafinerije za nepropisnu upotrebu jednog izolacijskog ventila spriječila je radnike da ispiru cjevovod prije obavljanja vrućih radova. Kao što je prikazano na slici 19 ispod, Tesorova korporativna zasljepljujuća politika predviđa dizajn cjevovoda koji uključuje dodatni ventil koji bi omogućio ispiranje vodom, dok jedan izolacijski ventil ne.

Kada su radnici otišli na mjesto rada kako bi prerezali i uklonili butanski cjevovod, nisu znali da je odvodni cijev interno začepljen, sprječavajući da zaostala sumporna kiselina unutar cijevi iscure kroz otvorene ventile. Da su radnici isprali cjevovod, vjerojatno je da bi identificirali začepljeni ventil za odvod kada bi pokušali ispustiti vodu. Osim toga, radnici su vjerovali da je cijev ispražnjena i pod tlakom. Vizualno opažajući da su ventili otvoreni, ne videći protok iz otvorenih cijevi za odvod i nemaju ugljikovodike otkrivene na mjeracu plina operatera tijekom atmosferske provjere, pružao je lažan osjećaj sigurnosti da je cjevovod siguran za rezanje.

Uz ispiranje butanskog cjevovoda, i politika rafinerije Tesoro Martinez i korporativni standard Tesoro zahtijevali su da se sustav isuš i ukloni unutarnji pritisak prije rezanja i uklanjanja vodova:

"Prije otvaranja linija ili opreme: Plinovi, ulja ili kemikalije moraju se ispustiti, oprati, parom ili pročistiti kako je primjenjivo."¹³

„Kada se koriste otvori za ozračivanje ili uklanjanje tlaka, pritisak se smanjuje otvaranjem visokotlačnih otvora ili ventilatora i osiguravajući da otvori za ozračivanje i ozračivanje nisu

¹³ Tesoro Martinez Refinery Kulture Safety

uključeni. To se može postići primjenom odgovarajućih alata za uklanjanje vodova i / ili instaliranjem manometra. "¹⁴

"Tlak se smanjuje na atmosferski ili onoliko blizu koliko je to praktično."¹⁵

Zbog činjenice da je politika rafinerije omogućila pojedinačne ventile za izolaciju, a radnici nisu mogli identificirati priključeni odvodni ventil, cijevi u vrijeme incidenta nije bilo sigurno prerezati.

4.2.3. Izolacija je poboljšana nakon incidenta

Dva dana nakon incidenta u ožujku 2014., Tesoro je izmijenio izolaciju za cjevovod tekućeg butana iz upotrebe izolacije s jednim ventilom do zasljepljivanja, snažniji izolacijski pristup koji je slijedio najbolje metode prakse detaljne u rafinerijskim postupcima, korporativnim standardima i industrijskim standardima (slika 19). Da je Tesoro slijedio vlastite standarde i preporučene prakse tijekom početne izolacije ovog butanskog cjevovoda od prosinca 2013., incident od 10. ožujka 2014. mogao se spriječiti.

¹⁴ Tesoro Martinez Refinery Kulture Safety

¹⁵ Tesoro Martinez Refinery Kulture Safety



Slika 19: Fotografija izolacije cijevi za opskrbu tekućim butanom u reaktoru alkilacije poslije incidenta. Ova fotografija prikazuje isti cjevovod prikazan na desnoj fotografiji na slici 18. Tesoro je dva dana nakon incidenta u ožujku izmijenio izolaciju cijevi tekućeg butana kako bi odgovarao praksi preporučenog u API-ju, zahtjevima Tesorovih korporativnih standarda i preporukama postupaka Tesoro Martinez odvajanjem i instaliranjem izolacije prirubnice na svakom kraju izoliranog cjevovoda. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]

5. POSVEĆENOST MENADŽMENTA SIGURNOSTI RADNIKA

CSB je utvrdio da kultura u postrojenju za alkiliranje rafinerije Tesoro Martinez nije dovoljno usredotočena na sigurnost procesa, što je bilo uzrok incidentima u veljači i ožujku 2014. godine. Sljedeći odjeljak bavi se sigurnosnom kulturom i nedostacima ljudskih faktora za koje je utvrđeno da CSB pridonose značajnom broju incidenata ispuštanja sumporne kiseline u rafineriji Tesoro Martinez posljednjih godina.

Neki su se radnici osjećali kako Cal / VPP vozi važna poboljšanja sigurnosti. Na primjer, napori za Cal / VPP utvrdili su da postoje velike razlike između korporativnih standarda i specifičnih postupaka na lokacijama Tesoro Martinez. Jedan takav jaz bio je da je postupak Tesoro Martinez dozvolio rezanje cijevi koje su izolirane iz postupka koristeći samo jedan izolacijski ventil, poput butanskih cijevi koji su sudjelovali u incidentu 10. ožujka 2014. u kojem su ozlijeđena dva radnika, a to je još uvijek Tesoro korporativni standard zabranio ovaj pristup. Revizija usklađenosti s PSM-om koju je proveo Tesoro u 2009. i 2012. nije utvrdila taj jaz. Osim toga, neki su radnici u komentarima na istraživanje o sigurnosnoj kulturi iz 2013. godine postavili pitanja u vezi s postupcima¹⁶.

Neki operatori jedinice za alkilaciju Tesoro Martinez rekli su da postoji "stalna bitka" s upravom koja želi smanjiti dotok kiseline u reaktore alkilacije. Kiseli odvodi značajno su zabrinutost za jedinice alkilacije sumporne kiseline, a mogu se pojaviti kada koncentracije kiseline padnu ispod radne granice. U ovim uvjetima s niskom kiselinom neželjene reakcije uzrokuju nestabilne biljne uvjete koji se obično nazivaju "kisela odvodnja." Kiseli događaji propadanja uzrokuju gubitak sposobnosti alkilacije i potencijal za oštećenje opreme što rezultira gubitkom primarne zaštite. Međutim, rad na niskim razinama kiselina koje su blizu granica rada je ekonomičniji. Kao rezultat, financijski je poticaj za rad s nižom kiselinom.

Prema operaterima jedinica za alkilaciju, Tesorovo upravljanje nastojalo je postići ekonomičniji rad i rutinski je guralo operatore da se približe tim granicama. U teoriji, nema ništa loše u ovom

¹⁶ CSB, SAD Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Case study, 12. veljače 2014. i 10. ožujka 2014. godine Acid release incidents, No. 2014-02-I-CA

pristupu, pod uvjetom da se to može učiniti sigurno. Operateri su, međutim, izjavili da vjeruju da postojeće kontrole jedinice alkilacije nisu dovoljne za upravljanje postupkom na rubu sigurnih radnih parametara i da jedinica nije stabilna u ovim uvjetima niske čvrstoće. Izvještaj inspekcije okruga Costa, proveden nakon incidenta ispuštanja kiseline u veljači 2014., primijetio je da operativni priručnik jedinice za alkilaciju Tesoroa pokazuje da su se epizode „kiselog odvikavanja“ događale u jedinici Zlatni orao više puta. “Tesorovi radnici obavijestili su CSB da je rafinerija doživjela nedavni incidenti s bježanjem kiselina u listopadu 2013. i u siječnju 2014. Radnici su izjavili CSB-u da su i ti incidenti rezultirali ubrzanom korozijom i curenjem u sustavu cijevi za istrošene kiseline što je pridonijelo ozljedama radnika uslijed opeklina sumporne kiseline. Za razliku od toga, kada je CSB ocjenjivao ostale obližnje rafinerije s jedinicama alkilacije sumporne kiseline, istražiteljima su pokazali napredniji upravljački sustav i druga značajna tehnološka poboljšanja. Ovi su sustavi omogućili ekonomičan rad uz zadržavanje dovoljne kontrole kako bi se izbjegli neželjeni događaji.

Tesoro je izvijestio da je njegova radna učinkovitost u 2013. bila najbolja u povijesti rafinerije, "s ekvivalentom tri ozljede koja se mogu evidentirati u otprilike 3,5 milijuna radnih sati." Iz različitih razloga koji su uključivali brojne ozljede radnika alkilacije, međutim, u vrijeme incidenta 10. ožujka 2014. godine bilo je popunjeno samo šest od 12 radnih mjesta operatera. Radnici jedinice za alkilaciju rekli su CSB-u da je ozljeda 2013. rezultirala pritiskom da popuni jaz s prekovremenim radom, što je rezultiralo time da su neki radnici imali čak 1300 sati prekovremenog rada tokom ispunjenja uloga svojih ozlijeđenih kolega. Osim toga, Tesoro zapisi pokazuju da su 2013. godine radnici jedinice za alkilaciju imali u prosjeku gotovo 800 sati prekovremenog rada, što je više od bilo kojeg od ostalih 15 jedinica u rafineriji i 180 posto iznad rafinerijskog prosjeka.

ISO smjernice za procjenu sigurnosne kulture uključuju dodjelu odgovarajućih resursa za sigurno obavljanje poslova kao još jedno usredotočeno područje za ocjenu učinkovite predanosti rukovodstva i vodstva. Zbog ograničenog broja kvalificiranih operatera u jedinici za alkiliranje, Tesoro je pokušao smanjiti potrebno osoblje za obavljanje nekih poslova, što bi tada povećalo opterećenje operatera. Neki operatori jedinice za alkilaciju koji obavljaju ove zadatke izjavili su da čvrsto vjeruju da je Tesoro u nekim situacijama otišao predaleko, a niska razina osoblja rezultirala je nesigurnim uvjetima. Kao rezultat toga, neki operateri su obavijestili CSB da su pribjegli potpisivanju dokumenata „pod prisilom“ ili nečemu sličnom da bi iskazali svoje neslaganje sa izmjenama.

Neki su operatori izjavili da su zbog malog broja kvalificiranih operatera u jedinici za alkilaciju primijetili ogroman pritisak kako bi ubrzali obuku kako bi se kvalificirali za položaj operatora alkilacije. CSB je saznao da, dok su stariji operatori koji su se kvalificirali prije šest do sedam godina obično imali do 12 mjeseci obuke kako bi se kvalificirali, Tesoro je nedavno vršio pritisak na operatore da se kvalificiraju za samo 44 dana. Neki operateri jedinice za alkilaciju vjeruju da je taj pritisak pridonio najmanje dvije nedavne ozljede operatera koje su se dogodile tijekom treninga. Uključujući incident od 12. veljače 2014., radnici jedinice za alkilaciju obavijestili su CSB da je u prethodnih šest mjeseci tijekom obuke u jedinici za alkilaciju došlo do četiri ozljede operatera. Jedan radnik je rekao, "Ali problem je u tome što oni tamo udaraju po guzici, pokušavajući se kvalificirati, pokušavajući izbjeći pisanje, jer imate ovaj prozor od 44 dana koji im dajete." u procjeni sigurnosne kulture iz 2013. također je odražavao intenzivan pritisak na dovršetak obuke.

„Dodajte 3 sata unakrsnog treninga za koji smo odgovorni svaki dan i to ne ostavlja puno vremena za upoznavanje i stvarno učenje jedinice. Ovo je pritisak koji osjećam kao operater. Razina mog stresa znatno se povećala. Uz to dodan stres i stalni pritisak nadzornika koji je bio zadužen za obuku, lako se nisam mogao usredotočiti na sigurnost dok obavljam posao operatora. "

„Prestanite žuriti sa treninzima i vršiti pritisak na ljude da se kvalificiraju na svoje radno mjesto. Osjećam se kao da treniram s pištoljem u glavu. Nekad sam volio ovaj posao, sada mrzim ovo mjesto. Netko će se ozlijediti jer sam toliko zabrinut zbog gubitka posla da sam spreman imati kvalifikaciju olovkom'. "

Operatori jedinice za alkilaciju Tesoro obavijestili su CSB da je do zastoja u radu došlo kada radnici za održavanje dobivaju dozvolu za obavljanje nekog posla, a operateri još nisu pripremili posao za održavanje. Priprema opreme treba mnogo vremena. Obično uključuje uklanjanje opasnih materijala, pranje, isušivanje, čišćenje i zaključavanje kako bi oprema bila sigurna prije izdavanja radne dozvole. Tesoro je razvio program "spremnosti za dozvolu" kako bi povećao efikasnost radova na održavanju. Kroz ovaj program Tesoro pruža operaterima noćne smjene popis radnih zadataka planiranih za sljedeći dan, kako bi mogli pripremiti poslove za održavanje.

Namjera ovog programa je povećati učinkovitost održavanja u dnevnoj smjeni. S ovim sustavom, operater dnevne smjene trebao bi samo provjeriti je li posao spreman, a ne voditi

pripreme. To omogućava operaterima noćne smjene sigurnost kako bi opremu učinili sigurnom i ublažili vremenski pritisak koji obično imaju operateri dnevne smjene. Ideja je bila dovoljno jednostavna, ali radnici jedinice za alkilaciju Tesora opisali su je kao "propali sustav."

Prema operaterima jedinica za alkilaciju, primarni problem je što je Tesoro samo obavijestio operatere noćne smjene oko 25 postotak dozvola koje zahtijevaju sigurnu pripremu opreme. Kao rezultat toga, radnici dnevne smjene i dalje su imali pritisak da pripreme mnoge poslove za održavanje koji su mogli biti pripremljeni tijekom prethodne noćne smjene.

Operateri vjeruju da se ne pripremaju dozvole kada radnici za održavanje izvrše radove koji su postali značajan problem na jedinici za alkilaciju. Kad radnici za održavanje ne mogu dobiti dozvolu jer stižu u kontrolnu sobu i pronalaze dugačak niz radnika koji već čekaju dozvolu, obavještavaju svog nadzornika o odgodi rada. Umjesto da učinkovito rješavaju probleme s programom spremnosti dozvole, operatori jedinice za alkilaciju obavijestili su CSB da su operativni nadzornici problem usmjerili na operatere i vršili pritisak na operatere da brže pripreme poslove. Percepcija da su operateri održavali radove na održavanju također je eskalirala u istrage u kojima su operateri izjavili da rukovodstvo kritički procjenjuje njihov rad.

Problem je kulminirao incidentom 10. ožujka 2014. kada je sumporna kiselina isprсила dva ugovorna radnika i poslala ih u bolnicu. Posao koji su radnici obavljali u to vrijeme nije bio na listi o spremnosti dozvole jer zahtijeva dozvolu za vrući rad (slika 20).

TESORO		Golden Eagle Refinery			
Permit Readiness Request Sheet					
Permit Request Date	Start Time	Unit / Short Work Description	Additional Work Description	Permit Type	Repeat?
03/10/2014	7 am	Alky / R-2	Remove Butane wash piping	Safe	New

Slika 20: Shema dozvole spremnosti tvrtke Tesoro. Ovo je izvadak iz dokumenta o spremnosti odobrenja koji se daje operacijama za priopćavanje potrebnih dozvola za održavanje održavanja 10. ožujka 2014. Kao što je navedeno u listu, planirano je samo sigurno radno odobrenje, dok je rezanje cijevi butana zapravo zahtijevalo dozvolu za vrući rad koja je zahtijevala od operatera za obavljanje dodatnih i neočekivanih poslova. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]

Kad je nadzornik za održavanje stigao i trebala mu je vruća radna dozvola umjesto sigurne radne dozvole, operater jedinice za alkilaciju prošao je šetnju sa supervizorom, pregledao

zaključavanje, otvorio ventil za odvod i provjerio ima li ugljikovodika. Radnici su naznačili da se poslovi počinju "gomilati", no radnici su osjećali pritisak kako bi se ostali poslovi održavanja kretali. Stoga je operator izdao dozvolu i skrenuo pozornost na sljedeći posao, koji, poput mnogih drugih radnih zadataka, također nije bio na listu spremnosti.

Kao što je prethodno raspravljano, na pitanje zašto operaterima možda neće trebati vremena da izvedu dodatne korake koji bi mogli biti razboriti kako bi se osiguralo da se sustav učinkovito isprazni, jedan je operator rekao da će takve radnje „namrštititi menadžment“. Također je napomenuo da njega bi uprava "ispitivala" zašto poduzima te potencijalno nepotrebne dodatne mjere opreza, iako su takve radnje mogle zaštititi radnike. U svjetlu poteškoća s programom za spremnost dozvole i rezultirajući pritisak na radnike, počinje se stvarati slika u vezi s tim zašto se nadzornici mogu namrštititi sigurnosnim aktivnostima i dodatnim mjerama opreza.

Na kraju, Tesoro nije učinkovito pripremio butan cijevi prije izdavanja vruće radne dozvole za održavanje, kako to zahtijeva Tesoro korporativni standard za zasljepljivanje i izolaciju. Tesoro je upotrijebio jedan ventil za izoliranje cjevovoda od butana koji još uvijek teče u druge radne reaktore. Cijevi su bile pod pritiskom te nisu isprane i odvodne radi uklanjanja opasnih zaostalih kemikalija. Ti su propusti doveli do incidenta 10. ožujka 2014. godine. Umjesto da odvoji vremena za učinkovitiju pripremu posla za održavanje, Tesoro se oslanjao na PPE, slabiju zaštitu za zaštitu od potencijalno opasnih materijala unutar cijevi, čiji propust je doveo do ozljeda ugovornih radnika.

Sigurnosna kultura u postrojenju za alkilaciju rafinerije Tesoro Martinez nije podržavala sigurniji postupak djelovanja, uključivši dodatne korake poput zasljepljivanja cijevi na butanskoj strani, provjere da li su odvodni ventili otvoreni i bez čepa, te ispiranje linije kako bi se osiguralo nije bio od ostataka opasnih kemikalija. To je točno unatoč činjenici da je linija obično nosila butan i da je bilo nekoliko dokumentiranih slučajeva sumporne kiseline koja se vraćala u liniju - od kojih je svaki, ako je prisutan, predstavljao jasan rizik za dva ugovorna radnika angažirana u rezanju cijevi. 10. ožujka 2014.

6. ZAKLJUČAK

Značajni nedostaci u procjeni rizika pridonijeli su obrascu incidenata izlaganja sumpornoj kiselini koji su se dogodili u postrojenju za alkilaciju rafinerije Tesoro Martinez između 2010. i 2014., uključujući dva incidenta koja su se dogodila u veljači i ožujku 2014., a koja su ukupno ozlijedila četiri radnika i u jednom su slučaju doveli do značajno oslobađanje sumporne kiseline. Ti su nedostaci uključivali Tesorovo odlaganje napora za rad sigurnijih sustava za uzorkovanje sumporne kiseline, toleranciju izloženosti radnika sumpornoj kiselini i kaustičnoj tijekom uzorkovanja, slabosti u praksi rada, politika i postupaka koji nisu obuhvaćeni postupkom i neuspjeh u rješavanju problema utvrđenih procjenom rizika. Pored toga, Tesoro se nije učinkovito bavio ili održavao trajne mjere zaštite kako bi spriječio veće nesreće i nije na odgovarajući način naučio važne lekcije o sigurnosti procesa.

Nadalje, procjene rizika, poput onih koje se trenutno zahtijevaju za rafinerije nafte i postrojenja za proizvodnju kemikalija u okrugu Contra Costa, Kalifornija, mogu pružiti kritički uvid u kulturne slabosti koje mogu doprinijeti sigurnosnim incidentima. Jednostavno prepoznavanje nedostataka sigurnosne kulture nije dovoljno. Učinkoviti programi kontinuiranog usavršavanja potrebni su za rješavanje slabosti u kulturi sigurnosti kako bi se spriječile značajne nesreće, ozljede radnika i potencijal za utjecaj u zajednici. CSB potiče tvrtku Tesoro da ojača svoje sustave upravljanja sigurnošću procesa i cjelokupnu sigurnosnu kulturu kako bi se pozabavio značajnim pitanjima sigurnosti procesa koje ova studija slučaja identificira kako bi zaštitila radnike i smanjila buduće rizike u nesreći.

Konačno, ovi incidenti također pokazuju važnost prikupljanja i analize pokazatelja sigurnosti procesa i provođenja preventivnih inspekcija od strane nadležnog tijela kako bi se osiguralo da rafinerije provode dobre sigurnosne prakse kako bi umanjile rizik od nesreće na ALARP. Preventivne inspekcije od presudnog su značaja za osiguravanje učinkovite provedbe korektivnih radnji nakon nesreće.

7. LITERATURA

- [1] CSB, SAD Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Case study, 12. veljače 2014. i 10. ožujka 2014. godine Acid release incidents, No. 2014-02-I-CA
- [2] CSB, SAD Chemical Safety and Hazard Investigation Board, dostupno na: <https://www.csb.gov/investigations/>, pristupljeno 11.05, 12.05, 13.05, 21.05.2020.
- [3] CSB, SAD Chemical Safety and Hazard Investigation Board, CSB Releases Final Report on Facility Safety Culture following a Series of Sulfuric Acid Releases at the Tesoro Martinez Refinery in California, dostupno na: <https://www.csb.gov/csb-releases-final-report-on-facility-safety-culture-following-a-series-of-sulfuric-acid-releases-at-the-tesoro-martinez-refinery-in-california/>, pristupljeno 10.05.2020.
- [4] ABC7 news, Federal report accuses Tesoro Martinez Refinery of lax safety culture dostupno na: <https://abc7news.com/news/federal-report-accuses-tesoro-martinez-refinery-of-lax-safety/1454623/>, pristupljeno 15.05., 18.05., 21.05.2020.
- [5] WIKIPEDIA the free encyclopedia , Golden Eagle Refinery (Martinez refinery), dostupno na: https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_Eagle_Refinery, pristupljeno 21.05.2020.

8. PRILOZI

8.1. Popis slika

- Slika 1: Fotografija jedinice za alkilaciju rafinerije Tesoro Martinez koja prikazuje mjesto incidenta 12. veljače 2014. (žuta zvijezda) i 10. ožujka 2014. (crvena zvijezda) [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]4
- Slika 2: Prikazuje cijev koja se odvojila (žuti oval) nakon otvaranja ventila (crveni kvadrat) kako bi se sustav uzorka vratio u servis nakon održavanja. Dvoje radnika ozlijeđeno je u ovom incidentu ispuštanja kiseline 12. veljače 2014. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]10
- Slika 3: Fotografija prikazuje stanicu za uzorkovanje sumporne kiseline u rafineriji. Lijeva fotografija pokazuje uzorkovačku stanicu neposredno nakon incidenta 12. veljače 2014., a desna fotografija pokazuje stanicu nakon što su izvršeni popravci. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]11
- Slika 4: Fotografija spoja cijevi koja je propustila sumpornu kiselinu i rezultirala je incidentom 12. veljače 2014. Ova fotografija potječe iz izvještaja CSB-ove tehničke procjene koja utvrđuje da je kompresijski spoj bio nedovoljno zategnut. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]12
- Slika 5: Fotografija s lijeve strane prikazuje vreću s protupožarnim pokrivačem koja pokriva procesni odvod kanalizacije na jednoj od stanica uzorka sumporne kiseline u rafineriji Tesoro Martinez. Fotografija desno prikazuje oblak bijele pare koji se oslobađa iz procesne odvodnje kad Tesorovi operatori provode postupak uzorkovanje sumporne kiseline. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]14
- Slika 6: . Izvadak iz postupka uzorkovanja sumporne kiseline tvrtke Tesoro u kojem se navode detalji osobne zaštitne opreme (OZO). Radnici tvrtke Tesoro obavijestili su CSB da su od četiri predmeta OZO-a koje zahtijeva Tesoro, zapravo samo naočale i kemijske rukavice. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]15
- Slika 7: Fotografije operatera u rafineriji Tesoro Martinez koji uzima uzorak sumporne kiseline. Ove fotografije snimljene su nakon incidenta 12. veljače 2014. s novim zahtjevima za zaštitu osobnih podataka. Tesorovom sustavu za uzorkovanje sumporne kiseline potrebna su dva odvojena jednosatna čekanja kako bi se ugljikovodici mogli otpustiti u atmosferu. Uz potencijalno izlaganje tekućoj kiselinu, postupak uzorkovanja izlaže operatera ugljikovodičnim parama i parama sumporne kiseline. Nakon incidenta Tesoro je nadgradio zahtjeve za zaštitu osoblja koji su uključivali respirator i zaštitno odijelo za cijelo tijelo. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]16

Slika 8: . Fotografija prikazuje jednu od nadograđenih stanica za uzorke koje je Tesoro instalirao radi smanjenja izloženosti operatera kiselinu tijekom uzorkovanja. Tesoro nikada nije riješio pitanja pouzdanosti s tih stanica i stanice su stavljene van uporabe. Kao rezultat toga, one nisu bile u uporabi u vrijeme incidenta 12. veljače 2014. godine. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]	18
Slika 9: Fotografija uzorka sumporne kiseline u rafineriji Tesoro u Los Angelesu. Ovaj sustav uzorka uključuje kućište na mjestu uzorka radi zaštite operatera od potencijalnog prskanja kiselinom. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]	20
Slika 10: Fotografija uzorka sumporne kiseline u rafineriji tvrtke X. Fotografija s lijeve strane prikazuje tipičnu stanicu za uzorke koju radnici tvrtke X koriste za dobivanje uzoraka sumporne kiseline. Fotografija u gornjem desnom dijelu prikazuje tipičnu bocu s uzorcima, a fotografija u donjem desnom dijelu prikazuje bocu s uzorkom za postavljanje uzorka. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]	21
Slika 11: Fotografija uzorka sumporne kiseline u rafineriji tvrtke Y. Fotografija prikazuje tipičnu stanicu za uzorkovanje sumporne kiseline u rafineriji. Žuti krug identificira mjesto na kojem operater dobiva uzorak kiseline. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA] ...	22
Slika 12: CSB prikaz radnika koji sijeku cijev od 1 inča butana neposredno prije incidenta prskanja sumpornom kiselinom 10. ožujka 2014. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]	26
Slika 13: Fotografija cjevovoda povezanih s incidentom 10. ožujka 2014. godine. Žuti oval prikazuje rez koji su radnici napravili pomoću tračne pile što je rezultiralo oslobađanjem kiseline. Na slici 14 je prikazan i položaj ovog cjevovoda. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]	27
Slika 14: Fotografija lokacije incidenta 10. ožujka 2014. godine. Kao što je prikazano na slici 12, na toj su privremenoj platformi skele bila dva radnika i rezali su cijev (žuti krug) prijenosnom tračnom pilu. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]	27
Slika 15: Definicije Tesora važne za kontrolu opasne energije prije izvođenja postupka održavanja, poput rezanja butanskih cijevi radi uklanjanja. Tesoro korporativni standard izvor je za definiciju vrućeg rada. Sve ostale definicije proizlaze iz rafinerijskih postupaka Tesoro Martinez. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]	29
Slika 16: Fotografija odvodnih cjevovoda i ventila. Procjenom ove opreme nakon incidenta utvrđeno je začepljenje ovih cjevovodnih komponenti koje sprečavaju tekućinu da se slobodno odvodi kroz otvorene ventile. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]	30
Slika 17: Fotografija cjevovoda povezanih s incidentom 10. ožujka 2014. (lijeva fotografija). Fotografija s desne strane prikazuje cjevovode nakon što su izvršeni popravci i ponovno postavljen	

indikator tlaka. Imajte na umu žuti krug na fotografiji s lijeve strane koji prikazuje mjesto na kojem je trebao biti indikator tlaka, ali je uklonjen. Da je ovaj indikator bio dostupan, mogao je upozoriti radnike da su cijevi pod tlakom. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]32

Slika 18: Fotografija izolacije cjevovoda u trenutku incidenta 10. ožujka 2014. godine Fotografija s lijeve strane prikazuje izolaciju cjevovoda na strani reaktora. Slijepa prirubnica (crvena strelica) postavljena je u prosincu 2013. godine, kada je cijev odspojena iz reaktora alkilacije. Fotografija s desne strane (žuta strelica) prikazuje jedan ventil koji se koristio za izolaciju butana. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]33

Slika 19: Fotografija izolacije cijevi za opskrbu tekućim butanom u reaktoru alkilacije poslije incidenta. Ova fotografija prikazuje isti cjevovod prikazan na desnoj fotografiji na slici 18. Tesoro je dva dana nakon incidenta u ožujku izmijenio izolaciju cijevi tekućeg butana kako bi odgovarao praksi preporučenog u API-ju, zahtjevima Tesorovih korporativnih standarda i preporukama postupaka Tesoro Martinez odvajanjem i instaliranjem izolacije prirubnice na svakom kraju izoliranog cjevovoda. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]36

Slika 20: Shema dozvole spremnosti tvrtke Tesoro. Ovo je izvadak iz dokumenta o spremnosti odobrenja koji se daje operacijama za priopćavanje potrebnih dozvola za održavanje održavanja 10. ožujka 2014. Kao što je navedeno u listu, planirano je samo sigurno radno odobrenje, dok je rezanje cijevi butana zapravo zahtijevalo dozvolu za vrući rad koja je zahtijevala od operatera za obavljanje dodatnih i neočekivanih poslova. [Proces safety culture case study Martinez, California, No. 2014-02-I-CA]40

8.2. Popis simbola

CSB – Chemical Safety and Hazard Investigation Board

OSHA – Occupational Safety and Health Administration

OZO, PPE – osobna zaštitna oprema

EPA – United States Environmental Protection Agency