

# Životna bezbednost prilikom eksploatacije i održavanja objekata za proizvodnju nafte i gasa

The image shows several oil pumpjacks (jack-o'-lanterns) in silhouette against a clear blue sky. The pumpjacks are arranged in a line, receding into the distance. The sky is a deep blue, suggesting dusk or dawn. The pumpjacks have long, angled arms and counterweights. The text is overlaid on the image in a white, outlined font.

**Radoslav D.  
Mičić, PhD**

## Sadržaj

1.	Osnovne postavke vezane za bezbednost i zaštitu na radu .....	12
1.1.	Šta je zaštita na radu i čime se bavi bezbednost i zaštita na radu ?.....	12
1.2.	Šta je životna bezbednost u procesu eksploatacije nafte i gasa?.....	12
1.3.	OH&S RIZIK .....	12
1.4.	Kako se sprovodi zaštita ljudi na radu? .....	13
1.5.	Zakon o zaštiti na radu u RS.....	14
1.6.	Ko uživa pravo na zaštitu na radu?.....	15
1.7.	Ko je dužan da obezbedi mere zaštite na radu i na koji način?.....	15
1.8.	Mere zaštite na radu .....	16
2.	Životna bezbednost, zdravlje i sigurnost na radu (EHS) .....	17
2.1.	Istorija životne sredine bezbednost i zdravlje .....	17
2.2.	Šta je istorija životne sredine zdravlje i bezbednost? .....	17
2.3.	Kakav je opšti pristup u upravljanju zaštitom životne sredine, zdravljem i bezbednošću na radu? .....	19
2.4.	Koje su smernice Zaštite životne sredine, zdravlja i bezbednosti? .....	19
2.4.1.	Smernice za zaštitu životne sredine: .....	19
2.4.2.	Zdravlje i bezbednost.....	19
2.4.3.	Zajedno zdravlje i bezbednost.....	20
2.4.4.	Izgradnja i prestanak rada .....	20
3.	Održivost.....	20
3.1.	Kako EHS utiče na održivost?.....	21
4.	Životna bezbednost, zdravlje i sigurnost na radu (EHS) u eksploataciji i preradi nafte i gasa .....	22
4.1.	Uvod .....	22
4.2.	Različiti koraci u eksploataciji nafte.....	23
4.2.1.	Ekstrakcija nafte .....	23
4.2.2.	Istraživanje i priprema lokaliteta (sajt) za eksploataciju .....	23
4.2.3.	Primarna proizvodnja .....	24

4.2.4.	Povećanje iscrpka nafte (EOR).....	26
4.2.5.	Sekundarna metoda proizvodnje nafte .....	27
4.2.6.	Tercijalna metoda proizvodnje nafte .....	28
4.2.7.	Metode smanjenja površinskog napona .....	28
4.2.8.	Eksploatacija prirodnog gasa .....	31
4.2.9.	Metode povećanja iscrpka gasa .....	33
4.3.	Zdravstveni efekti vezani za eksploataciju nafte .....	34
4.4.	Opasnosti vezane za bezbednost i zdravlje .....	34
4.4.1.	Bušenje .....	34
4.4.2.	Eksploatacija nafte.....	35
4.4.3.	Neke od hemikalija koje se koriste tokom eksploatacije nafte .....	36
4.5.	Toksično dejstvo hemikalija koje se koriste tokom eksploatacije nafte ..	41
4.5.1.	Toksično dejstvo zagađujućih supstanci zavisi od: .....	42
4.5.2.	Dospevanje otrova u organizam.....	42
4.5.2.1.	Dermalna adsorbpcija.....	43
4.5.2.2.	Prodiranje otrova u organizam respiratornim putem .....	43
4.5.2.3.	Digestivni put prodiranja otrova u organizam.....	43
4.5.3.	Kombinovano dejstvo ZS .....	44
4.5.4.	Nezavisno dejstvo.....	44
4.5.5.	Potencijalni sinergizam.....	44
4.5.6.	Aditivnost dejstva .....	44
4.5.7.	Antagonizam.....	45
4.5.8.	Podela štetnog dejstva .....	45
4.5.8.1.	Nadražujuće dejstvo .....	45
4.5.8.2.	Fibrogeno dejstvo .....	45
4.5.8.3.	Alergijsko dejstvo.....	46
4.5.8.4.	Delovanje na kožu.....	46
4.5.8.5.	Toksično dejstvo .....	46
4.5.8.6.	Mutageno dejstvo.....	46
4.5.8.7.	Kancerogeno dejstvo .....	46

4.5.8.8.	Embriotropno dejstvo.....	46
4.5.9.	Pokazatelji toksičnosti .....	47
4.6.	Toksične materije koje se upotrebljavaju i pojavljuju tokom eksploatacije nafte i gasa .....	47
4.6.1.1.	Vodonik sulfid (H <sub>2</sub> S) .....	48
4.7.	Hemijske reakcije i sinergijski toksični efekti .....	50
4.8.	Šta utiče na nastajanje zdravstvenih problema?.....	50
4.8.1.1.	Opasnost po zdravlje .....	50
4.9.	Karakteristični kontaminanti za pojedine metode poboljšanja iscrpka ...	50
4.10.	Načini uticaja toksičnih materija .....	51
4.11.	Zdravstveni efekti eksploatacije prirodnog gasa.....	54
5.	Zdravlje, sigurnost i upravljanje životnom sredinom u kontekstu: učenja iz incidenata .....	56
5.1.	Istraživanje incidenata, efikasna identifikacija uzroka i davanje preporuka za poboljšanje.....	56
5.1.1.	Zašto se treba istražiti nesreća i incident .....	56
5.1.2.	Pravni razlozi za istragu nesreća i incidenata .....	56
5.1.3.	Finansijski razlozi za istragu nesreća i incidenata.....	56
5.1.4.	Ostali razlozi za istragu nesreća i incidenata .....	57
5.2.	Koristi od istražnih radnji vezanih za nesreće i incidence.....	57
5.3.	Propusti i bliska mogućnost dešavanja opasnih pojava .....	58
5.4.	Kategorizacija incidenata.....	58
5.4.1.	Ishod – povreda .....	59
5.4.2.	Ishod – opasan događaj ili samo šteta .....	59
5.4.3.	Ishod – zamalo .....	59
5.5.	Obuka za istražni tim .....	60
5.6.	Istraga o nesreći/nezgodi .....	60
5.6.1.	Sakupljanje informacija – opservacione tehnike.....	61
5.6.1.1.	Sakupljanje informacija –tehnike intervjuisanja treba da uključe:	62
5.6.1.2.	Sakupljanje informacija –planovi:.....	62
5.6.1.3.	Sakupljanje informacija –fotografije: .....	62

5.6.1.4.	Sakupljanje informacija –relevantni zapisi i izvori informacija:	62
5.6.2.	Istraga nesreće/incidenta korak 2 – analiza informacija .....	63
5.6.3.	Istraga nesreće/incidenta korak 3 – identifikacija zahtevanih mera kontrole rizika .....	63
5.6.4.	Istraga nesreće/incidenta korak 4 – formiranje akcionog plana i njegova implementacija .....	63
5.6.5.	Istraga nesreće/incidenta– analiza uzroka .....	64
5.6.5.1.	Primer analize uzroka .....	65
5.6.5.2.	Nesreća/ incident - forma obrasca. ....	67
5.6.5.3.	Efikan sistem evidencije će: .....	67
5.6.6.	Važnost naučenih lekcija iz većih incidenata, upravljanja, kulturnih i tehničkih otkaza koji mogu dovesti do takvih incidenata .....	67
5.6.6.1.	Naučene lekcije.....	67
5.6.6.2.	Lokalno naučene lekcije.....	68
5.6.6.3.	Učenje lekcija šire .....	69
6.	Opasnosti karakteristične za naftu i gas.....	70
6.1.	Temperatura paljenja (Flash point).....	70
6.2.	Gustina pare (Vapor density).....	70
6.3.	Pritisak pare (Vapour pressure).....	70
6.4.	Zapaljivost (Flammability) .....	71
6.4.1.	Zapaljiv.....	71
6.4.2.	Veoma zapaljiv.....	71
6.4.3.	Izuzetno zapaljiv .....	71
6.5.	Požarni trougao .....	71
6.6.	Opseg zapaljivosti .....	72
6.7.	Toksičnost.....	72
6.8.	Iritacija kože.....	72
6.9.	Kancerigenost .....	73
6.10.	Svojstva i opasnosti različitih gasova povezanih s naftnim i gasnim poslovanjem .....	73
6.10.1.	Vodonik.....	73

6.10.2.	Vodoni sulfid (H <sub>2</sub> S).....	73
6.10.3.	Metan .....	74
6.10.4.	Tečni naftni gas (LPG, TNG) .....	74
6.10.5.	Utečnjeni prirodni gas .....	75
6.10.6.	Azot.....	75
6.10.7.	Kiseonik.....	75
6.11.	Karakteristike i opasnosti od pomoćnih materija i njihova kontrola ...	76
6.11.1.	Antipenušavci i anti-okvašivači.....	76
6.11.2.	Mikro-biocidi .....	76
6.11.3.	Sredstva za sprečavanje korozije.....	76
6.11.4.	Sredstva za hlađenje (Refrigerants).....	76
6.11.5.	Voda / para .....	77
6.11.5.1.	Zamrzavanje vode.....	78
6.11.5.2.	Morske vode .....	78
6.11.5.3.	Para.....	78
6.11.6.	Mercaptani .....	79
6.11.7.	Isplaka (tečnost za bušenje, Drilling muds (drilling fluid)).....	79
6.11.7.1.	Funkcije isplake.....	80
6.11.7.2.	Isplaka na bazi vode (WBM, Water Based Mud) .....	81
6.11.7.3.	Isplaka – uljana osnova (OBM, Oil Based Mud).....	81
6.11.7.4.	Isplaka na bazi sintetičkih materijala (SBM, Synthetic Based Muds)	81
6.11.8.	Muljevi sa niskom specifičnom aktivnošću (LSA) .....	81
6.11.8.1.	Oprema na kojoj se može naći talog .....	82
6.11.8.2.	Zaštitne mere koje smanjuju rizik radnika koji su izloženi mulju	83
7.	Tehnike upravljanja rizikom, koje se koriste u industriji nafte i gasa.....	84
7.1.	Svrha i upotreba tehnika procene rizika, kvalitativne i kvantitativne tehnike.....	84
7.1.1.	Uvod .....	84
7.1.2.	Šta je procena rizika i koja je njegova svrha? .....	84

7.1.3.	Procena rizika tehnikom od 5 koraka .....	85
7.1.3.1.	Procena rizika tehnikom od 5 koraka Korak 1: Identifikacija opasnosti	85
7.1.3.2.	Procena rizika tehnikom od 5 koraka Korak 2: Odlučite ko mogu biti oštećeni i kako .....	85
7.1.3.3.	Procena rizika tehnikom od 5 koraka Korak 3: Procena rizika i odluka o merama predostrožnosti .....	86
7.1.3.4.	Procena rizika tehnikom od 5 koraka Korak 4: Zapisivanje nalaza i implementacija .....	86
7.1.3.5.	Procena rizika tehnikom od 5 koraka Korak 5: Redovno pregledanje procene i ako je potrebno, ažuriranje .....	87
7.1.4.	Kvalitativna procena rizika.....	87
7.1.5.	Semikvantitativni procena rizika .....	88
7.1.5.1.	Polu kvantitativna procena rizika – rizik ocena / prioritizacija.	88
7.1.6.	Kvantitativna procena rizika .....	89
7.1.6.1.	Analiza istorijskih podataka .....	89
7.2.	Primena alata za upravljanje rizikom u identifikaciji i proceni rizika procesnih sistema u fazi projektovanja .....	90
7.2.1.	Uvod .....	90
7.2.2.	HAZID (Studija o Identifikacija opasnosti .....	90
7.2.2.1.	Liste za proveru opasnosti .....	91
7.2.2.2.	Prednosti kontrolne liste za opasnost .....	91
7.2.2.3.	Slabosti kontrolne liste za opasnost: .....	92
7.2.3.	HAZOP (Studija opasnost i operativnost, Hazard and Operability Study)	92
7.2.3.1.	Studija opasnosti i operativnosti (HAZOP) - Procesni vodič .....	94
7.2.3.2.	Studija opasnosti i operativnosti (HAZOP) - članovi tima.....	95
7.2.4.	FMECA (Režimi kvara i Analiza efekata i kritičnih faktora; Failure Modes and Effects and Criticality Analysis).....	96
7.2.5.	Smanjenje rizika na razumno vrednost, da bi se smanjila verovatnoća njegovog dešavanja, "toliko nisko koliko je razumno praktično moguće" (ALARP)	97
7.2.6.	Upravljanje rizicima od velikih incidenata .....	98

7.2.7.	Buncefield: Zašto se to dogodilo? .....	99
7.2.7.1.	Zaključci iz uviđaja .....	101
7.2.7.2.	Koristi od ovog izveštaja .....	101
7.2.7.3.	Opšti principi koji se mogu izvući iz ovog akcidenta i preporuka: 102	
7.3.	Sigurnost procesa vezanih za industrijske standarde, inherentna sigurnost i koncepti zasnovani na riziku, inženjerska uputstva i dobra praksa.....	103
7.3.1.	Proces povezan sa industrijskim standardima .....	103
7.3.2.	Inherentnost sigurnosti i rizika bazirana na konceptu dizajna .....	103
7.4.	Koncept realizacije opasnosti .....	104
7.4.1.	Uvod .....	104
7.4.2.	Naučene lekcije.....	106
7.5.	Koncept kontrole rizika uz korišćenje barijere .....	106
7.5.1.	Modeliranje barijera .....	106
7.5.2.	Mere kontrole na mestu za ublažavanje potencijalne izloženosti .	107
7.6.	Korišćenje modela kao što je termička izlazna snaga, eksplozivne zone za identifikacija rizika.....	108
7.6.1.	Uvod .....	108
7.6.2.	Bazenski/stacionarni požari (Pool fire).....	108
7.6.3.	Šikljajući požari (Jet fire).....	109
7.6.3.1.	7.6.3.1. Industrijska praksa u proceni opasnosti šikljajućeg plamena	110
7.6.4.	Flash požari i vatrene kugle .....	110
7.6.4.1.	Flash požari i modeliranje vatrene kugle.....	111
7.6.5.	Procena opasnosti od eksplozije .....	111
7.6.6.	Modelovanje sistema za procenu opasnosti od eksplozije .....	111
7.6.7.	Modelovanje procene posledica eksplozije.....	112
8.	Rad i održavanje postrojenja .....	113
8.1.	Integritet imovine, uključujući inspekciju, ispitivanje, održavanje, sprečavanje korozije, kompetentnost i obuku .....	113
8.1.1.	Integritet imovine - uvod.....	113
8.1.2.	Kritični elementi bezbednosti (SCE) .....	114



8.1.2.1.	Sigurnosni uređaji – blowout preventers ,protiv erupcijski uređaj, preventer .....	114
8.1.2.2.	Sisteme za zaštitu od požara (Fire deluge protection systems) 115	
8.1.2.3.	Sigurnosni ventili za isključivanje/izolovanje u slučaju potrebe (Emergency shutdown valves) Ventil za hitne slučajeve (ESDV) .....	116
8.1.2.4.	Sigurnosni elementi – sistemi za detekciju vatre i gasa .....	116
8.1.2.5.	Opis događaja, primer utvrđivanja razloga akcidenta:.....	117
8.1.3.	Sigurnosni elementi - sigurnosni pregled i testiranje .....	119
8.1.4.	Sigurnosni elementi – prevencija od korozije .....	120
8.1.5.	Sigurnosni elementi - trening i kompetentnost .....	121
8.2.	Održavanje zasnovano na smanjenju rizika i strategija inspekcije .....	123
8.2.1.	Održavanje zasnovano na riziku .....	123
8.2.1.1.	Održavanje na osnovu rizika – pregled.....	123
8.2.1.2.	Održavanje na osnovu rizika - inspekcija.....	124
8.2.1.3.	Održavanje zasnovano na riziku - održavanje .....	124
8.2.2.	Uslovi praćenja stanja opreme- održavanja .....	125
8.2.3.	Tehnike, principi i važnost sigurnog rada, standardne operativne procedure i održavanje.....	125
8.2.4.	Pregled bezbednosnih aktivnosti pre pokretanja postrojenja .....	125
8.3.	Kontrola izvora paljenja u toku održavanja i rada .....	128
8.3.1.	Potencijalni izvori paljenja.....	128
8.3.2.	Izvori paljenja – grejači sa direktnim grejanjem plamenom (peći), sistemi i procesi sa vrućim uljem/naftom (hot oil sistem) koji rade na temperaturi višoj od temperature samozapaljenja.....	130
8.3.3.	Izvori paljenja – munja/udar groma .....	130
8.3.4.	Izvori paljenja - vozila .....	131
8.4.	Čišćenje i oslobađanje od gasa; čišćenje; venting (rasterećenje); dreniranje vode, proizvoda, kiseonika i ne-kondenzabilnih i inertnih materija. 131	
8.4.1.	Postupci uklanjanja gasa i čišćenje od gasa.....	131
8.4.2.	Postupci inertizacije.....	132
8.4.3.	Operacije ventilacije .....	132

8.4.4.	Ispuštanje vode (dreniranje) .....	133
9.	Kretanje i zaustavljanje postrojenja (Start- up and shutdown).....	135
9.1.	Opasnost i kontrola vezana za bezbedno startovanjem i zaustavljanje postrojenja .....	135
9.1.1.	Sigurno pokretanje i zaustavljanje .....	135
9.1.1.1.	Sigurno pokretanje i zaustavljanje – radna uputstva i procedure	135
9.1.1.2.	Safe start- up and shutdown – termalni šok .....	137
9.1.2.	Primer pokretanja postrojenja (start- up) .....	138
9.1.3.	Zaustavljanje postrojenja (Shutdown).....	140
9.2.	Opasnosti i kontrola vezana za vodu i hidrate, njihovim prisustvo i uklanjanje .....	140
9.2.1.	Voda i hidrati - njihova prisustvo i uklanjanje .....	140
9.2.2.	Voda i hidrati - kontrole.....	141
9.2.3.	Uklanjanje vode .....	141
9.2.3.1.	Uklanjanje vode – gravitaciona separacija .....	142
9.2.3.2.	Uklanjanje vode - centrifugiranjem .....	142
9.2.3.3.	Uklanjanje vode apsorpcijom .....	142
9.2.3.4.	Uklanjanje vode - vakuumska dehidracija .....	143
9.2.3.5.	Uklanjanje vode stripovanjem vazduha .....	143
9.2.3.6.	Uklanjanje vode - grejanjem ulja .....	143
9.2.3.7.	Rekapitulacija metoda uklanjanja hidrata .....	144
9.3.	Opasnosti i kontrolne procedure vezane za testiranje, tehnički prijem i puštanje u rad.....	144
9.3.1.	Tehnički prijem – Prvo puštanje u rad (Commissioning) .....	144
9.3.1.1.	Prvo puštanje u rad (Commissioning)– Provera konfiguracije sistema (walking the line, obilaženje linija).....	145
9.3.1.2.	Prvo puštanje u rad (Commissioning)– Provera ispravnosti cevovoda i integriteta sistema .....	145
9.3.1.3.	Prvo puštanje u rad (Commissioning) – provera instrumentnog sistema	145
9.3.1.4.	Prvo puštanje u rad (Commissioning) – provjera alarma .....	146

9.3.1.5.	Prvo puštanje u rad (Commissioning) - ispiranje i čišćenje linija i ventila	146
9.3.1.6.	Prvo puštanje u rad (Commissioning) - inspekcija i procena pomoćne opreme .....	146
9.3.1.7.	Prvo puštanje u rad (Commissioning) - kalibracija ventila i instrumenata .....	146
9.3.1.8.	Prvo puštanje u rad (Commissioning) – Protokol za kretanje (Start-up)	146
9.3.1.9.	Prvo puštanje u rad (Commissioning) – Protokol za zaustavljanje (shutdown)	147
9.3.1.10.	Prvo puštanje u rad (Commissioning) - započinjanje ispitivanja (commissioning trials) .....	147
9.3.1.11.	Prvo puštanje u rad (Commissioning) – priključenje (hook up)	147
9.3.1.12.	Prvo puštanje u rad (Commissioning) – primopredaja (handover)	147

**W902062**

## 1. Osnovne postavke vezane za bezbednost i zaštitu na radu

### 1.1. Šta je zaštita na radu i čime se bavi bezbednost i zaštita na radu ?

Zaštita na radu obuhvata skup mera i aktivnosti usmerenih na stvaranje uslova koji obezbeđuju sigurnost na radu, na sprečavanje i otklanjanje opasnosti i štetnosti koje mogu da prouzrokuju povrede na radu, oboljenja i oštećenja zdravlja zaposlenih na radu ili u vezi sa radom, kao i na čuvanje života, zdravlja i radne sposobnosti zaposlenih.

Oblast bezbednosti i zaštite na radu je multidisciplinarna, sadrži pravni, finansijski, tehnički, zdravstveni, etički i druge aspekte.

### 1.2. Šta je životna bezbednost u procesu eksploatacije nafte i gasa?

Životna bezbednost i zdravlje na radu, tokom eksploatacije nafte i gasa, je izuzetno značajan i zahtevan segment rada svake naftne kompanije - bez obzira na vrstu delatnosti, pa tako i za proces (primenjenih) geoloških istraživanja i izvođenje geoloških istražnih radova.

Sistemskim pristupom bezbednosti i zdravlju na radu daje se potreban preventivni značaj svim fazama rada.

Ovakav pristup je definisan standardom OHSAS 18001 (Occupational Health & Safety Assessment Series) koji definiše zahteve za sistem menadžmenta zdravljem i bezbednošću na radu.

Zaštita zdravlja na radu je namenjena organizacijama koje su svesne značaja bezbednosti zdravlja svojih zaposlenih i stalno nastoje da unaprede i održavaju nivo fizičke, mentalne i društvene bezbednosti radnika svih zanimanja kao i sprečavanje njihovih povređivanja.

Implementacijom ovog standarda, preduzeće stiče poverenje zainteresovanih strana uveravajući ih da je rukovodstvo opredeljeno da ispunjava zahteve iz politike zaštite zdravlja i bezbednosti na radu, da je naglasak na preventivi, a ne na korektivnim merama, da je moguće pružiti dokaze o tome da se OHSAS odnosi na celu organizaciju, a ne samo na procese za koje postoje zakonski propisi ili zone velikih rizika, i da koncepcija OHSAS-a uključuje proces stalnog poboljšavanja.

### 1.3. OH&S RIZIK

Pod pojmom OH&S rizik podrazumeva se određena izloženost delovanju opasnostima i štetnostima koje svojom aktivnošću mogu dovesti do neželjenih posledica, što se u praksi manifestuje kao nastanak neke vrste štete zbog nastanka povrede na radu, smrtne povrede, profesionalnog oboljenja ili oboljenja u vezi sa radom.

Osnovna definicija OH&S rizika govori da rizik predstavlja kombinaciju verovatnoće pojave opasnog događaja ili izlaganja i ozbiljnosti povrede ili ugroženosti zdravlja koje može biti prouzrokovano opasnim događajem ili izlaganjem u vezi sa radom

[5]. OH&S rizici nisu kategorija koja nužno predstavljaju nešto loše oni jednostavno postoje, realni su, a u većini slučajeva moguće ih je i izbjeći. Rizik postoji u svakom radu, bilo da je reč o „izvođenju projekta geoloških istraživanja /geoloških istražnih radova“ ili o upravljanju proizvodnim procesom ili pružanju drugih usluga i njega se ne treba bojati, već je potrebno iznaći tehnička ili organizaciona rešenja za njegovo svodenje u prihvatljiv nivo koji se može kontrolisati [6].

U procesu geoloških istraživanja, kao »prethodnici« rударstvu, građevinarstvu i drugim delatnostima, vrlo često dolazi do povreda na radu i do smrtnih povreda, pogotovu u toku izvođenja geoloških, specifičnih istražnih radova (istražnog bušenja, geofizičkih/seizmičkih i drugih ispitivanja). Pri analizi OH&S rizika, potrebno je poći od činjenice da potpuna eliminacija rizika nije moguća, već da je reč o većem ili manjem nivou bezbednosti na radu, za čije rešavanje su zainteresovani država i njene institucije, poslodavci, vlasnici kapitala, različita udruženja i osiguravajuća društva, sindikati i pojedinci. Dakle, potreban interes za smanjenje šteta uzrokovanih OH&S rizikom, imaju svi aktivni subjekti jednog društva, a troškovi sprovođenja procesa procene su isplativi za društvo u celini. Procenom se štite ljudski životi, sprečavaju povrede na radu, obezbeđuje zdrava radna sredina, čime se uvećavaju produktivnost rada, proizvodnja, profit i progres društva u celini. Za očekivati je, da su mehanizmi rešavanja ovih problema, u oblasti preventive ostvaruju primenom preventivno - razvojnih programa i sistema upravljanja zaštitom zdravlja i bezbednosti na radu (OHSAS 18001: 2007) i adekvatnim merama za realizaciju OH&S politike i OH&S ciljeva [7].

#### 1.4. Kako se sprovodi zaštita ljudi na radu?

Zaštita ljudi na radu sprovodi se primenom OH&S procedura koje su u skladu sa OHSAS standardom.

Bezbednost i zdravlje (zaštita na radu, OH&S), takođe se često naziva i zdravlje i bezbednost (BZR, OHS), zdravlje na radu, [1] ili zdravlje i sigurnost na radnom mjestu (WHS), i predstavlja multidisciplinarnu oblast koja se bavi bezbednošću, zdravljem, i dobrobiti ljudi na poslu.

Da bi se primenile OH&S procedure potrebno je izvršiti procenu rizika u procesu koji se posmatra. Procenom OH&S rizika teži se kontrolisanju rizika radi uspostavljanja odgovornosti u procesu planiranja, projektovanja, izvođenja radova, izgradnji i eksploataciji „objekata“, kao i otklanjanja opasnosti i štetnosti od povreda na radu, profesionalnih oboljenja i oboljenja u vezi sa radom, a radi uspostavljanja sistema upravljanja zaštitom zdravlja i bezbednosti na radu (OHSAS).

Sprovođenje adekvatnih zakonskih odredbi i inspekcijuskog nadzora je preduslov postizanja kvaliteta u uspostavljanju i upravljanju sistemom zaštite zdravlja i bezbednosti na radu [1, 2, 3]. Za geološka istraživanja i izvođenje geoloških, specifičnih istražnih radova (geohemijskih, geofizičkih, istražnog bušenja...) ne bismo mogli sa potpunom sigurnošću kazati da je, u pogledu nadležnosti, zakonskih i podzakonskih rešenja, inspekcijuskog nadzora i potpuna.

Sistem upravljanja zaštitom zdravlja i bezbednošću na radu (OHSAS) je deo ukupnog sistema upravljanja [4, 5]. Istim se olakšava upravljanje OH&S rizicima, vrši njihovo prepoznavanjem i stvaraju pretpostavke za predviđanje njihovog delovanja, te je moguće govoriti o kategoriji kontrolisanog rizika.

Pravila pomoću kojih se kontroliše OH&S rizik čine mere, metode i alati kojima se OH&S rizik identifikuje, rangira, obrađuje, kontroliše, ograničava ili umanjuje.

Na ovaj način se preventivno deluje radi sprečavanja nastanka povreda na radu, profesionalnih oboljenja i oboljenja u vezi sa radom, smrtnih povreda u toku izvođenja geoloških istražnih radova, pri čemu se opasnosti i štetnosti svode na prihvatljiv nivo. potpuna.

Sistem upravljanja zaštitom zdravlja i bezbednošću na radu (OHSAS) je deo ukupnog sistema upravljanja [4, 5].

Istim se olakšava upravljanje OH&S rizicima, vrši njihovo prepoznavanjem i stvaraju pretpostavke za predviđanje njihovog delovanja, te je moguće govoriti o kategoriji kontrolisanog rizika. Pravila pomoću kojih se kontroliše OH&S rizik čine mere, metode i alati kojima se OH&S rizik identifikuje, rangira, obrađuje, kontroliše, ograničava ili umanjuje. Na ovaj način se preventivno deluje radi sprečavanja nastanka povreda na radu, profesionalnih oboljenja i oboljenja u vezi sa radom, smrtnih povreda u toku izvođenja geoloških istražnih radova, pri čemu se opasnosti i štetnosti svode na prihvatljiv nivo.

### 1.5. Zakon o zaštiti na radu u RS

U RS se zaštita na radu izvodi na osnovu Zakon o zaštiti na radu koja je objavljena u "Službenom glasniku RS", br.42 iz 91, kao i na osnovu dopuna Zakona o zaštiti na radu ("Službeni glasnik RS", br. 53 od 16. VII 1993, 67 od 30. VIII 1993, 48 od 20. VII 1994, 42 od 18. XI 1998. br. 42 od 18. VII 1991, 53 od 16. VII 1993, 67 od 30. VIII 1993, 48 od 20. VII 1994, 42 od 18. XI 1998.) [8]

Ovaj zakon se odnosi na sve oblasti u okviru: radnih odnosa, zaštite životne sredine, ličnog rada i dr. i u skladu je sa standardom OHSAS 18001 (Occupational Health & Safety Assessment Series).

Zaštita na radu obuhvata mere i sredstva koja su neophodna za ostvarivanje bezbednih uslova rada, i čijim se sprovođenjem obezbeđuje zaštita života i zdravlja ljudi na radu, u radnoj sredini od opasnosti i štetnosti.

Bezbedni uslovi rada ostvaruju se primenom savremenih tehničkih, organizacionih, zdravstvenih, socijalnih i drugih mera i sredstava zaštite na radu kojima se obezbeđuje:

1. da se radna sredina projektuje, izgrađuje i održava tako da se rad obavlja prema prirodi posla, primenom mera zaštite od opasnosti po život i zdravlje radnika;
2. da se radni uslovi prilagode fizičkim i psihičkim osobinama i sposobnostima radnika, a tehnologija i organizacija rada postave tako da radnik obavlja poslove u

optimalnom položaju;

2a da električne instalacije i instalacije fluida budu projektovane, izvedene i održavane u skladu sa tehničkim propisima, JU standardima i propisima o zaštiti na radu, na način koji obezbeđuje odgovarajuću sigurnost radnika;\*

3. da u radnim i pomoćnim prostorijama, odnosno na mestima rada hemijske, fizičke i biološke štetnosti ne budu iznad dozvoljenih granica, a mikroklima i osvetljenje u skladu sa propisanim normativima, tehničkim merama, JU standardima i propisima o zaštiti na radu za delatnost koja se obavlja u tim prostorijama i na tim radnim mestima;\*

4. da mašine, alati, oprema i druga tehnička sredstva budu projektovana, postavljena i upotrebljavana na način koji obezbeđuje odgovarajuću sigurnost radnika;

5. da se opasne materije, koje mogu prouzrokovati profesionalna oboljenja ili povrede na radu, mogu da upotrebljavaju samo u uslovima koji obezbeđuju odgovarajuću sigurnost radnika i zaštitu životne sredine;

6. da se sredstva i oprema lične zaštite upotrebljavaju samo kada ne postoji mogućnost primene drugih odgovarajućih mera zaštite na radu.

#### 1.6. Ko uživa pravo na zaštitu na radu?

Zaštitu na radu uživaju sva lica koja se nalaze u bilo kakvom odnosu sa pravnim i fizičkim licima. [8]

Pod ovim se podrazumeva da pravo na zaštitu na radu imaju:

1. radnici u preduzeću;
2. lica koja se po bilo kom osnovu nalaze na radu, učenici i studenti na praktičnoj nastavi i stručnoj praksi u preduzeću;
3. učenici, odnosno studenti u toku praktične nastave, ferijalne i stručne prakse u obrazovnim organizacijama (radionice, ekonomije, kabineti, laboratorije i dr.);
4. lica na stručnom osposobljavanju, prekvalifikaciji ili dokvalifikaciji;
5. lica na profesionalnoj rehabilitaciji;
6. učesnici dobrovoljnih i javnih radova organizovanih u opštem interesu (izgradnja puteva, vodovoda i sl.), omladinskih radnih akcija i takmičenja (proizvodna, sportska i dr.);
7. lica koja se nalaze na izdržavanju kazne dok rade u privrednoj jedinici ustanove za izdržavanje kazne (radionice, radilišta i sl.) i na drugom mestu rada.

#### 1.7. Ko je dužan da obezbedi mere zaštite na radu i na koji način?

Preduzeće je dužno da preduzima odgovarajuće mere za zaštitu zdravlja i bezbednost radnika, kao i da sprečava profesionalna oboljenja, i to:

1. da smanjuje rizike u procesu rada od mehaničkog povređivanja, opasnog dejstva električne struje, opasnih\* materija, eksplozije i sl.;

1a da na radnom mestu na kome se u tehnološkom procesu pojavljuju hemijske, fizičke i biološke štetnosti po zdravlje radnika, njihovu prisutnost otkloni ili svede u dozvoljene granice, a mikroklimu i osvetljenju obezbedi u skladu sa tehničkim propisima i JU standardima;\*\*

2. da prilagođava rad radniku, naročito u pogledu koncipiranja radnog mesta, izbora opreme i oruđa za rad, kao i metoda rada i proizvodnje radi ublažavanja jednoličnosti u procesu rada;

3. da kada je tehnički moguće, zameni opasne komponente u proizvodnji sa bezopasnim ili manje opasnim;

4. da sprovodi mere prevencije u tehnologiji, organizaciji rada i radnim uslovima;

5. da daje uputstva za rad sa odgovarajućim merama zaštite na radu radnicima, a za rad na radnim mestima na kojima postoji povećana mogućnost povređivanja ili pojave štetnosti po zdravlje radnika da uputstva daje u pisanom obliku;\*\*\*

6. da ceni zdravstveno stanje radnika i njihovu bezbednost pri radu;

7. da osposobljava\* radnika za bezbedan rad;

8. da preduzima odgovarajuće mere da se samo radnicima koji su dobili odgovarajuća uputstva dozvoljava pristup u zone opasnosti.

### 1.8. Mere zaštite na radu

Mere zaštite na radu mogu se klasifikovati u tri grupe:

- Opšte,
- Posebne i
- Prethodne.

Opšte mere su one koje se odnose na sve poslove i radne zadatke u svim delatnostima, a naročito na: investicione objekte, oruđa za rad, kretanje radnika na radu, transport, buku i vibracije, dejstvo električne energije, štetno zračenje, opasne i štetne materije, zdravstvene uslove na radu, pružanje prve pomoći radniku, spasavanje radnika i sredstva lične zaštite.

Posebne mere zaštite na radu određuju se za potrebne vrste tehnoloških procesa i poslova koji se ne smatraju opštim. Naime, radna mesta na kojima se i pored primene mera zaštite na radu tokom projektovanja, izgradnje i korišćenja objekata ne može eliminisati opasnost od povreda i profesionalnih oboljenja, imaju karakter mesta sa posebnim uslovima rada.

Prethodne mere zaštite na radu odnose se na investicione objekte namenjene za pomoćne i radne prostorije, investicione objekte gde se proces rada odvija na otvorenom prostoru (oruđa za rad na mehanizovan pogon), kao i sredstva lične zaštite.



## 2. Životna bezbednost, zdravlje i sigurnost na radu (EHS)

Jedan od glavnih razlika između EHS ( Environmental, Health and Safety), i OHS (Occupational Health & Safety) je u obimu regulative. Dok je obim H & S regulative, uopšte, ograničen na dobrobit ljudi u samo radnom mestu, zakoni životne sredine imaju proširenje granica izvan na radnog mesta i uglavnom se fokusiraju na dobrobit okoline, pa se njihova organizacija proširuje na globalni sistem.

Kompanije koje žele da bolje upravljaju životnom sredinom, investiraju u striktnu regulative vezane za upravljanje životnom sredinom, zdravljem i bezbednošću na radu, poznatim kao EHS regulativa. Sa stanovišta zaštite životne sredine, ova regulativa uključuje stvaranje sistematskog pristupa upravljanja otpadom, u skladu sa ekološkim propisima, ili smanjenje emisije ugljen-dioksida te kompanije. Uspešni EHS programi takođe uključuju mere za rešavanje ergonomije (nauka koja se bavi dizajnom proizvoda tako da oni najbolje budu prilagođeni ljudskom telu), kvaliteta vazduha i druge aspekte zaštite na radu koje bi mogle da utiču na zdravlje i dobrobit zaposlenih.

### 2.1. Istorija životne sredine bezbednost i zdravlje

Za vlasnike preduzeća, pored brige za kvalitet svojih proizvoda i robe, ključni faktori u uspostavljanju i održavanju uspešnog poslovanja su zaštita zdravlja, bezbednosti i zaštite životne sredine. U upravljanju aktivnostima vezanim za životnu sredinu, zdravlje i bezbednosti, postoje dva glavna cilja:

- 1 Smanjenje negativnih efekata koji mogu da imaju rizičan efekat na normalne uslove operativnog rada,
- 2 Da se spreči bilo koja vrsta nesreće ili incidenta zbog kojih bi moglo doći do neželjenih situacija u radnom okruženju.

Da bi se bolje razumeo koncept životne sredine, zdravlja i bezbednosti, mora se prvo saznati više o njegovoj istoriji. Nije dovoljno proučavati samo definicije i propise vezane za ovu temu, već je potrebno upoznati se sa njenim nastankom. Razumevajući svoje korene, možete da produbite saznanja o tome zašto i kako su životna sredina, zdravlje i bezbednost je bitan koncept na radnom mestu. Daljim proučavanjem se dobija dublji uvid u način i početak brige za životnu sredinu i zdravlje na radu i šta je pokrenulo njegovu ogromnu potrebu u oblasti rada.

### 2.2. Šta je istorija životne sredine zdravlje i bezbednost?

Upravljanje zaštitom životne sredine, zdravlja i bezbednosti ili EHS menadžment, formalno je uveden još 1985. godine u hemijskoj industriji. Razlog za njegov razvoj je posledica dva katastrofalne incidenata, bopalska (Bhopal) i Sevezo (Seveso) katastrofa.

Bopalska katastrofa, koja se desila se zbog curenja gasa iz postrojenja Union Carbide

India Limited (UCIL) fabrike pesticida u Bhopalu, Madhia Pradesh u Indiji, smatra se za najveću svetsku industrijsku katastrofu. [1]

Dogodila se u noći od 2-3 decembra 1984. godine i preko 500.000 ljudi bili su izloženi metil-izocijanatu (MIC) gasa i ostalim hemikalijama. Visoko toksična supstanca je našla svoj put do divljeg naselja koje se nalaze u neposrednoj blizini fabrike. [2]

Procene o broju smrtnih slučajeva variraju. Zvanični podatak je da je neposredni broj žrtava 2.259, a vlada Madhia Pradesh je evidentirala ukupno 3.787 smrtnih slučajeva koji su u vezi sa ispuštanjem gasa. [3]

Prema podacima nevladinih organizacija nakon same nesreće do danas od posledica je umrlo više od 25 000 ljud. Još 150 000 osoba i danas pati od hroničnih bolesti. Sama fabrika nikada nije do kraja uklonjena ni područje u potpunosti očišćeno, te se i danas, gotovo 30 godina posle nesreće, rađaju deca sa teškim fizičkim i mentalnim oštećenjima.

Seveso katastrofa je bila industrijska nesreća koja se dogodila oko 12:37 časova 10. jula 1976., u maloj hemijskoj fabrici oko 20 kilometara severno od Milana u Lombardiji, regionu u Italiji. Katastrofa je nastala kada je iz hemijskog postrojenja ICMESA za proizvodnju herbicida i pesticida u atmosferu je oslobođen gust oblak pare koji je sadržao oko 2 kg TCDD-a (2,3,7,8-tetraklorodibenzo-p-dioksina). Nošen vetrom dioksin se proširio po celom području da bi potom kišom bilo onešićeno oko 1800 hektara tla.

Zbog posledice trovanja lečeno je više od 2000 ljudi, a u tom području je znatno porasao i broj spontanih pobačaja u mesecima nakon katastrofe. Više od 80 000 životinja usmrćeno je zbog sprečavanja mogućih štetnih uticaja na ljude.

Ukupna šteta procenjuje se na više od 40 miliona evra.

Kod uvođenja prve regulative vezane za sigurnosti, zaštite životne sredine i zdravlja na radu utvrđeno je 8 osnovnih aspekata kojima se obezbeđuje sigurnosti, zaštita životne sredine i zdravlje, a vezani su za proizvodnju i postrojenja. Time je ustrojena "Responsible Care - odgovorna briga", svetska dobrovoljna inicijativa, koja je prihvaćena u oko 50 zemalja, kojom koordinira ICCA ili više formalno poznat kao Međunarodni savet hemijskih udruženja (the International Council of Chemical Associations).

Glavni koncepti upravljanja zaštitom životne sredine zdravlja i bezbednosti su u neprestanom rastu 1990-ih i mogu se naći u OHSAS 18001, dokumentu vezanom za zaštitu zdravlja i bezbednosti na radu i u ISO 14001 međunarodnom standardu za upravljanje životnom sredinom.

1998. godine, Međunarodna finansijska korporacija kreirala je smernice za upravljanje Životnom sredinom, zdravljem i sigurnošću.

### 2.3. Kakav je opšti pristup u upravljanju zaštitom životne sredine, zdravljem i bezbednošću na radu?

Opšti koncept zaštite životne sredine zdravlja i bezbednosti upravljanja je po međunarodnom standardu OHSAS 18001 i ISO 14001. Osnovu ove metodologije stvorio je V. Edvards Deming naziva "Plan-Do-Check-Act" ili PDCA. U daljem tekstu data je ova metodologija u kontekstu zaštite životne sredine zdravlja i bezbednosti:

Ona predstavlja plan, pravilno dokumentovanje EHS ciljeva organizacije i ciljeva u izjavi o privatnosti, popis i identifikacija ekoloških koncepata koji imaju uticaja na bezbednost i zdravlje na radu i bezbednosne rizike uključujući zahteve regulative.

Da, definišu ciljeve i predmet vezane za životnu sredinu, zdravlje i bezbednost, implementacijom odgovarajućih strateških inicijativa u cilju ostvarivanja rezultata u skladu sa zakonskim zahtevima organizacije

Provera, merenje i praćenje rezultata prema ciljevima, politikama, predmetu i pravnim aspektima

Akt, za preduzimanje mera za stalno unapređivanje životne sredine, zdravlje i sigurnost na radu.

### 2.4. Koje su smernice Zaštite životne sredine, zdravlja i bezbednosti?

#### 2.4.1. Smernice za zaštitu životne sredine:

- Otpad i nus-proizvodi
- Uštede energije
- Upravljanje otpadom
- Očuvanje voda
- Emisije u vazduh i kvalitet ambijentalnog vazduha
- Kontaminirano zemljište
- Kvalitet vode u okruženju i otpadnih voda
- Buka
- Materijali na kopnu i vodi
- Emisija energije
- Toplota / vibracija i zračenje
- Upravljanje opasnim materijama

#### 2.4.2. Zdravlje i bezbednost

- Posebne opasnosti okruženja
- PPE ili lična zaštitna oprema
- Komunikacija i obuka
- Opšti rad i dizajn objekta
- Biološka opasnost
- Hemijska opasnost
- Fizička opasnost

- Radiološka opasnost
- Praćenje-monitoring

#### 2.4.3. Zajedno zdravlje i bezbednost

- Prevencija od bolesti
- Bezbednost u saobraćaju
- Zaštita od požara
- Spremnost i brzina intervencije
- Transport opasnih materija
- Kvalitet vode i dostupnost
- Strukturni bezbednost projektne infrastrukture

#### 2.4.4. Izgradnja i prestanak rada

- Zdravlje i bezbednost lokalne zajednice
- Životna sredina
- Zdravlje i bezbednost

Razumevanjem ovog koncepta može se dodatno shvatiti njen značaj i zašto je stvoren za poboljšanje poslovanja.

### 3. Održivost

Održivost je sposobnost održavanja ravnoteže određenih procesa ili stanja u nekom sistemu. Danas se najčešće koristi u vezi s biološkim i ljudskim sistemom. U ekološkom smislu održivost se može definisati kao način po kojem biološki sistemi ostaju raznoliki i produktivni tokom vremena. Za ljude ona je potencijal za dugoročno održavanje blagostanja koje pak zavisi od blagostanja prirodnog sveta i odgovornoj upotrebi prirodnih resursa, pa se često koriste termin održivi razvoj.

Održivost je postao širok termin koji se može primeniti na skoro sve oblike života na Zemlji, od lokalnog do globalnog nivoa i kroz različite vremenske periode. Dugoživuće i zdrave močvare i šume primeri su održivih bioloških sistema. Nevidljivi hemijski ciklusi redistribuiraju vodu, kiseonik, azot i ugljenik unutar živih sam neživih sistema u svetu, te na taj način održavaju život milijonima godinama.

Kako se ljudska populacija na Zemlji povećavala, prirodni ekosistemi su nazadovali, a promene u ravnoteži prirodnih ciklusa imale su negativan učinak kako na ljude tako i na ostale žive sisteme [1].

Danas postoji bezbroj naučnih dokaza kako čovečanstvo živi na neodrživ način [1]. Povratak čovekove upotrebe prirodnih resursa unutar održivih granica zahtevaće veće kolektivne napore. Načini održivijeg življenja mogu da poprime mnoge oblike od reorganizacije životnih uslova (npr. ekosela, ekoopštine i održivi gradovi), ponovne procene ekonomskih sektora (permakultura, zelena gradnja, održiva

poljoprivreda) ili radne prakse (održiva arhitektura) upotrebom nauke zbog razvoja novih tehnologija (zelene tehnologije, obnovljiva energija) do prilagođavanja u individualnim životnim stilovima kojima se čuvaju prirodni resursi.

### 3.1. Kako EHS utiče na održivost?

Zbog brige vezane za održivosti, veštine i iskustvo vezani za EHS regulativu važniji su nego ikad. Naročita odgovornost pada na EHS lidere, koji postaju sve odgovorniji za osmišljavanje i sprovođenje strategija da bi kompanije funkcionisale u okviru usaglašenosti sa EHS regulativom.

Ove inicijative uključuju zadatke kao što su:

- Razvijanje i vodeći formalni program održivosti
- Stvaranje uspešnog unutrašnjeg partnerstva za integraciju EHS vrednosti i praksi u biznisu
- Komunikacija u okviru preduzeća vezana za rizike nastajanja problema sa ekološkom regulativom, zdravlje i bezbednošću
- Uspostavljanje globalnih korporativnih EHS standarda i prakse
- Javno izveštavanje napredka u širokom spektru inicijativa vezanih za EHS i održivosti
- Odogovaranje na interesne upite o performanse vezane za EHS i održivost svoje kompanije
- Rad sa lancem snabdevanja
- Globalna revizija
- Obezbeđivanje bezbednih i zdravih radnih mesta širom sveta

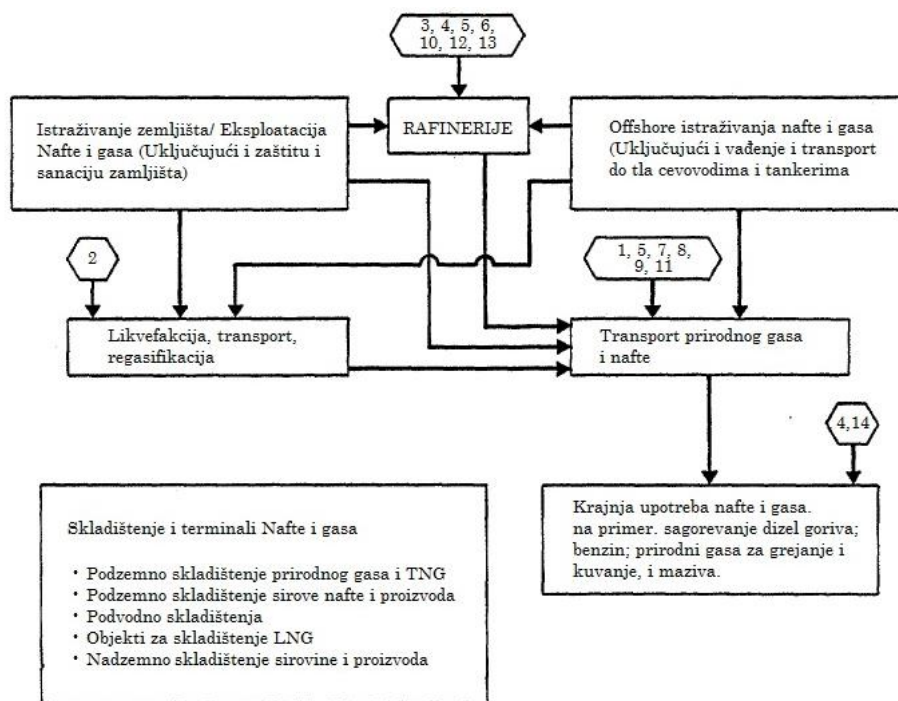
## 4. Životna bezbednost, zdravlje i sigurnost na radu (EHS) u eksploataciji i preradi nafte i gasa

### 4.1. Uvod

Industrija nafte i gasa ulazi u novu eru u pogledu prirode i raznovrsnosti izvora i uslova eksploatacije, transporta i snabdevanja. Naftna industrija usmerava sve više svojih prihoda, više nego ikada ranije, u cilju nalaženja novih energetskekih izvora.

Sa dodatnim naglaskom na vađenje nafte i gasa iz nekonvencionalnih izvora i na razvoj naftnih zamena iz uglja i uljnih škrljaca, cela industrija nafte i gasa će se verovatno promeniti.

Redosled postupaka dobijanja energije iz nafte i gasa dat je na slici (slika 1).



Alternativni izvori dobijanja nafte i gasa nebitni za redosled postupaka u naftnoj i gasnoj privredi

1 Uvoz prirodnog gasa	8 Gas iz metanola, nafta, itd (SNG)
2 Uvoz LNG	9 Gas iz uljnih škrljaca
3 Uvoz sirove nafte	10 Nafta iz uljnih škrljaca
4 Uvoz naftnih derivata	11 Gas iz čvrstog organskog otpada i biomase
5 Likvefakcija tečnog prirodnog gasa iz gasa	12 Oil iz biomase
6 Dobijanje tečnih goriva iz uglja	13 Otpadna ulja Reciklaža
7 Dobijanje gasa iz uglja	14 Gasohol

U većini industrijskih zemalja, sada, zadovoljavanje energetske potrebe, zavisi od uvoznog gasa i nafte i konvencionalnih domaćih rezervi. Verovatno je da će se tokom sledeće decenije u cilju zadovoljavanja energetske potrebe, povećati raznovrsnost i kompleksnost naftne industrije.

Potreba industrije za tradicionalnim fosilnim gorivima (nafta i gas dobijeni biološkom razgradnjom i mineralizacije tokom geološkog vremenskog perioda) proširiće se i na interakciju sa geotermalnim izvorima, sintetičkim gorivima (in situ dobijanje goriva iz peska impregniranog bitumenom i teške nafte), kao i na različite oblike očuvanja energije (kao što je npr. obrada otpadnih ulja), i poljoprivredu (nafta i gas iz biomase).

Karakter industrije nafte i gasa, kako u sadašnjosti i u budućnosti, i različiti aspekti vezani za ovu industrijsku granu obrađeni su samo u smislu njenog potencijalnog uticaja na zdravlje i životnu sredinu. Pošto promenjivi karakter ove industrijske stvari potencijal za nove uticaje na zdravlje ljudi i životnu sredinu potrebno je ukratko se upoznati i sa promenama koje su moguće u perspektivi.

## 4.2. Različiti koraci u eksploataciji nafte

### 4.2.1. Ekstrakcija nafte

Sirova nafta nalazi se i eksploatiše se iz podzemnih stenskih formacija, koje se nazivaju rezervoari. Ovi rezervoari mogu sastojati od peščarske, krečnjake, ili dolomitske strukture (American Petroleum Institute 1976). Unutar rezervoara nafte, mogu postojati različite količine i vrste prirodnih energetske resursa pored sirove nafte i prirodnog gasa. To su (Nacionalni naftni savet 1976; American Petroleum Institute 1976):

- Rastvoreni gasovi u sirovoj nafti
- Rastvoreni gasovi u depozitu slane vode koja može da koegzistira sa sirovom naftom,
- Slobodni (nerastvoreni) gasove koji se javljaju sa sirovom naftom i
- Slobodni depoziti vode (obično sa soli) u vezi sa sirovom naftom, u kojima se nalazi ili ne nalazi rastvoren gas.

Eksploatacija nafte i gasa iz ovih rezervoara se sastoji od više koraka: proces počinje sa istražnim radnjama, nakon čega se nastavlja primarna proizvodnja, a u kasnijoj fazi često se koriste metode „stimulisane“ eksploatacije (enhanced recovery).

### 4.2.2. Istraživanje i priprema lokaliteta (sajt) za eksploataciju

Eksploataciona istraživanja da se pronađu mogući naftni i gasa ležišni slojevi su prvi korak u proizvodnji nafte i gasa. Metoda površinskog geodetskog ispitivanja uključuje fotografisanje iz vazduha i iz satelita u sprezi sa površinskom topografijom i geologijom sa lica mesta. Postupak koji počinje sa eksploativnim istraživanjima, pre nego što se započne sa primarnom proizvodnjom, najčešće se ispitivanje

poboljšava uključivanjem poboljšanih i složenijih tehnika za ispitivanje.

Podzemni analitičke metode mogu da uključuju korišćenje gravimetrijskih, magnetnih, i seizmičkih instrumenata. Seizmičke očitavanja se dobijaju snimanjem talasa koji prodiru u Zemljinu koru (Wilkins 1977). Udarni talasi mogu biti generisani eksplozivnim punjenjem koje se obavlja na ili u zemljinoj površini (Coffeen 1978).

Takvi eksplozivni udari imaju ograničen uticaj na zagađivanje plitkih tokova, u slučaju da seizmički snimak nije pravilno izveden (Wilkins 1977).

Ako se na instrumentima očitava da postoji potencijalni naftni depozit, priprema lokaliteta i preliminarno bušenje „jezgrovanje“ može da počne. Ova faza preliminarnih operacija uključuje korišćenje raznih vrsta oprema za raščišćavanje i za bušenje zemljišta koja u velikoj meri može da modifikuje vegetaciju i površinsko zemljište oblasti na koju se delovalo. Pored toga, na okruženje može uticati i buka, prašina i emisije nastale sagorevanjima u opremi.

Možda do najveće potencijalne opasnosti u vezi sa pripremom sajta vezana za inicijalnu proceduru bušenja. Do "eksplozija" (Britt i dr. 1976), ili nekontrolisanog protoka sirove nafte i povezanih komponenti, može da dođe kada se probije neka od formacija nafte ili gasa. Erupcija može širiti velike količine sirove nafte koja sadrži mnoge organske materije koje su potencijalno toksične i nisu razgradive, i koje guše vegetaciju, uništavaju životinjska staništa, i mogu da prekriju mesta na kojima se nalaze radnici. Pored direktnog zagađenja zemljišta i vode, vatra povezana sa takvim erupcijama izaziva i oslobađanje gasovitih i čvrstih čestica koje zagađuju vazduh (na primer, ugljovodonici, azotnih oksida, sumpor-oksidi, i ugljen monoksid). Oni mogu da predstavljaju dodatne bezbednosne rizike (Britt et al. 1976). Za sprečavanje erupcije se koriste posebne tečnosti za bušenje (isplačni fluidi) i mehanički ventili.

Dodatna opasnost u vezi sa bušenjem je sleganje zemljišta, koje se se može dogoditi slučajno kod normalnog bušenja nafte i istražne procedure.

#### 4.2.3. Primarna proizvodnja

Primarnom proizvodnjom se naziva eksploatacija nafte kod koje se za pokretanje i kretanje nafte od rezervoara do zemljine površine koristi energija prirodnih gasova i vode.

Nakon istražnih i test procedura, koje ukazuju na postojanje rezervoara nafte, sledeći korak je primarna proizvodnja - bušenje, koja zahteva upotrebu bušenje opreme i složenih hemijskih tečnosti. Savremeni metodi u primarnoj proizvodnji, pre svega koriste rotaciono bušenje. U ovom obliku ekstrakcije, rotirajuće dleto, povezano sa različitim šupljim cevima koje se naziva kolona bušućih alata "The Drill string" usitnjava i buši svoj put kroz slojeve zemljišta i stena. Bušće dleto i niz povezanih cevnih alata nalaze se u bušaćim cevima.



Rupa (ili kanal) koja je napravljena rotacionom bušilicom konstantno drži puna hemijskom tečnošću koja se naziva "isplaka - drilling mud", koja se sastoji od mešavine gline, vode i raznih hemijskih jedinjenja. (Ponekad se koristi komprimovani vazduh umesto isplake.) Isplaka se pumpa, dole, u bušotinu kroz šuplje kolone bušćih alata i nakon toga recirkuliše, nazad, između kolone bušćih alata i cevi velikog prečnika koju čine zaštitne cevi (casing string) koje su umetnute u kanal bušotine (the borehole). Na površini se reznice i ostaci bušenja odvajaju od isplake. Ovo se obavlja upotrebom vibracijskih sita (Shakers), odvajača peska (desander) i odvajača mulja (desilter). (Wilkins 1977). Prečišćena blato se zatim može reciklirati. Ako je blato je suviše zagađeno za čišćenje, može se odlagati u otpadnim jamama (waste pits), zajedno sa reznicama i drugim otpadnim proizvodima (Wilkins 1977).

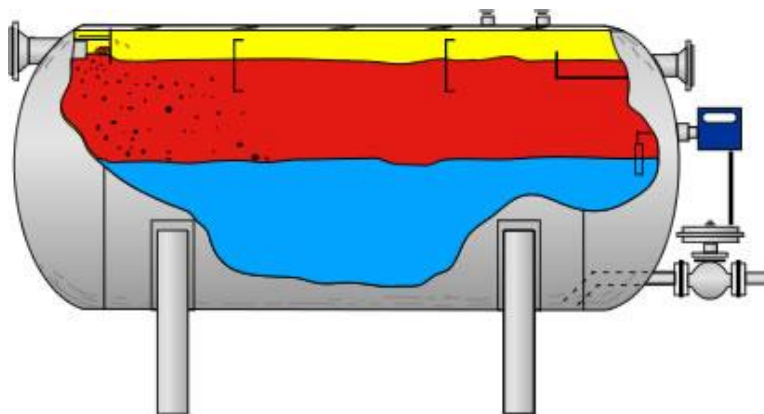
Upotreba isplake je od ključnog značaja u prvim fazama ekstrakcije i služi za neku od sledećih funkcija (Richards 1979):

- Podmazivanje kolone bušćih alata,
- Hlađenje rotacionog dleta,
- Iznošenje kamenih reznica/odpadaka i kanala bušotine (the well bore) do površine,
- Sprečavanje prodiranja probijenih formacija u kanal bušotine,
- Sprečavanje ulaska neželjenih slojnih fluida u kanal bušotine, i
- Kontrola ekcesnog pritiska u kanal bušotine i sprečavanje erupcije.

Nakon što je dostignut naftonosni sloj, bušenjem, počinje, opremanje, uspostavljanje proizvodne bušotine (production well, ovo se naziva i kompletiranje bušotine ili opremanje). Dve osnovne metode i završetka se nazivaju "open hole" nezacijevljenim bušotinama (bušotinama bez zaštitne kolone), eksploataciona kolona se ugrađuje iznad proizvodnog intervala, interval ostaje potpuno otkriven i proizvodno opremanje bušotine s perforiranjem zaštitne kolone " perforated completion " (Allen i Roberts 1978). Obe ove procedure uključuju učvršćivanje (cementaciju) niza povezanih zaštitnih cevi (casings) u izbušene rupe. U "open hole", metodu opremanja bušotine zaštitne cevi se nalaze iznad proizvodnih slojeva, a u opremanju bušotine s perforiranjem zaštitne kolone, zaštitna kolona u produkcionom sloju, se buši (Wilkins 1977). Rupe se nalaze u produkcionim u slojevima, tako da nafte može prodiru u zaštitnu kolonu (casing). Devedeset pet posto svi bušotina se oprema metodom perforacije (Wilkins 1977). Bez obzira na to koji se metod opremanja koristi, u perforiranu zaštitnu cev (casing) se instalira mala proizvodna cev (ili cevi). Kroz ovaj proizvodnu cev se sirova nafta dovodi na površinu. Nakon što je sirova nafta na površini, mora biti odvojena od drugih komponenti sa kojima je povezana. Dve glavne komponente su slana (mineralizirana) slojna voda (brine) (rastvor koji sadrži vodu ili zasićenu natrijum hloridom i drugim solima) i prirodni gas. Kao primarni kontaminant, slojna voda sa rastvorenom solju mora se ukloniti na licu mesta pre nego što se sirova nafta pošalje u rafineriji za dalju obradu (Wilkins 1977). Smeše nafte i vode (obično slane) često

javljaju kao emulzije ili kao voda u nafti ili nafta u vodi (Case 1970). Slučaj u kome se nafta nalazi u vodi ukazuje na situaciju pada proizvodnje u kojoj je veći deo (80 do 90 odsto) tečnosti napušta naftnu formaciju je voda sa koloidne kapljica nafte (Case 1970). Poželjan slučaj u eksploatacije i slučaj u kome je nafta primarna komponenta emulzije; tj. emulzija vode u nafti. Pored emulzije, slojna slana voda, može ,takođe, biti u kontaktu sa naftom kao slobodna vode. U ovoj situaciji, voda se gravimetrijski odvojen od nafte. Mešavina vode i nafte mešavina zatim ulazi velike rezervoare u kojima su umetnute pregrade da bi se minimizirala turbulencija i poboljšala separacija vode i nafte (Wilkins 1977).

Ovaj postupak je poznat kao separacija slobodne vode (Knock-Out). Razdvajanje vode i nafte iz naftne emulzije zahteva složenije tehnike tretmana da bi se postiglo



efikasno razdvajanje ove dve komponente. Za fizičko odvajanje nafte iz naftno-vodene emulzije koriste se grejači i električni dehidratori. Pored toga, mogu se koristiti i određene hemikalije - deemulgatori da bi destabilizovali emulziju. Kada je smeša/emulzija „razbijena“ u dve odvojene faze, voda se može gravitaciono odvojiti, nakon čega se izvlači i uklanja. Dobijena je sirova nafta se zatim šalje u rafinerije. Nakon odvajanja sirove nafte preostaje značajna količina slane (mineralizirane) slojne vode (brine). Procenjuje se da su dva do tri kubnih metara slanoj vodi proizvede za svaku kubni metar nafte (Wilkins 1977). Većina deo (72 odsto) ove slojne vode se odlaže u podzemne formacije ili se koristi za injektiranje tokom sekundarne eksploatacije (Wilkins 1977).

Ostatak se može odlagati u ne-pitke vodene površine, ili u odobrene deponije, otvorene jame, ili reke (Wilkins 1977). Pored slane (mineralizirane) slojne vode (brine) mogu se u značajnim količinama pojaviti i ostalo nusproizvodi i emisije. Poželjne komponente, kao što je prirodni gas, izdvajaju se iz nafte, još na samom polju. Iz sirove nafte i slojne vode može se izdvojiti i vodonik sulfid, nakon dekompresije, jer se on održava u rastvoru pod pritiskom u naftnom sloju.

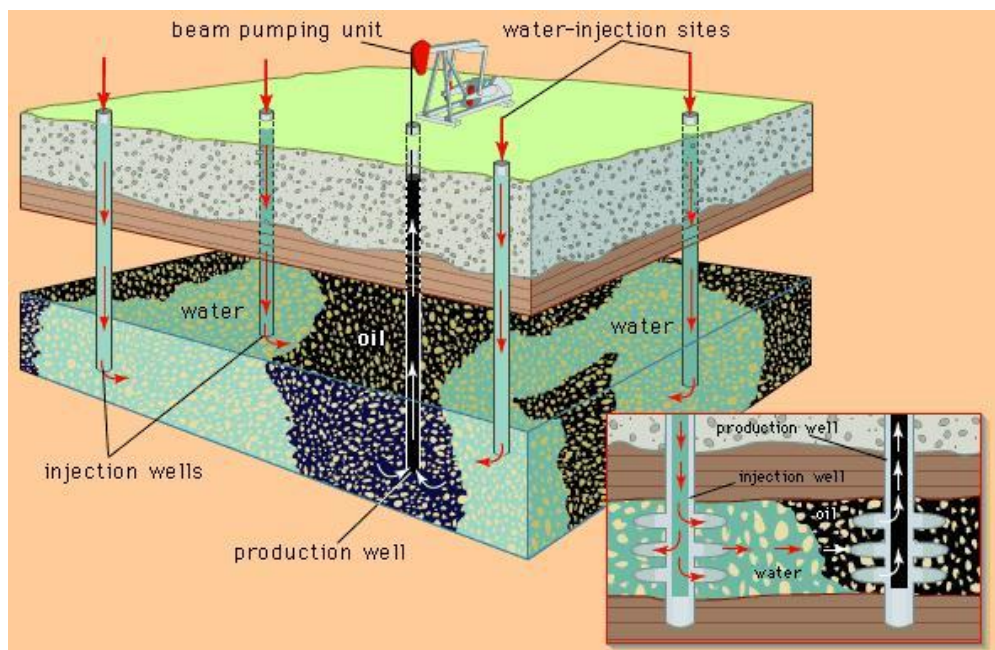
#### 4.2.4. Povećanje iscrpka nafte (EOR)

Pod pojmom „Povećanje iscrpka nafte“ podrazumevaju se sve tehnike čijom

primenom se može povećati iscrpak nafte u odnosu na količinu koja se može dobiti primarnom proizvodnjom (Schumacher 1978). Eksploatacija nafte se tradicionalno se deli na tri faze prema hronološkom tehnološkom redosledu - primarnu, sekundarnu i tercijarnu proizvodnju. U primarnoj proizvodnji nafte (prva ili početna faza proizvodnje) koristi se samo prirodna energija ležišta (primary oil recovery), dok sekundarne i tercijarne metode spadaju u metode povećanja iscrpka nafte različitim tehnikama.

#### 4.2.5. Sekundarna metoda proizvodnje nafte

Sekundarna proizvodnja nafte (druga faza proizvodnje) uobičajeno se primenjuje nakon pada primarne proizvodnje. Tradicionalne metode (proces) sekundarne proizvodnje (secondary oil recovery) obično su klasično ili konvencionalno zavodnjavanje (waterflood) što je najčešće korišćena tehnika, kao i održavanje ležišnog pritiska injektiranjem vode ili gasa (pressure maintenance) (National Petroleum Council 1976). Procenjuje se da je, od 1973., 1/2 domaće nafte je dobijeno iz rezervoara koji su eksploatisani ili delimično ili u potpunosti waterflood metodom (Schumacher 1978). Upotreba prirodnog gasa za injektiranje, da bi se na taj način održavao pritisak u naftnom ležištu i povećala proizvodnja koja opada, stalno se smanjuje. Jedan od glavnih razloga za to je što waterflood metoda daleko efikasniji od istiskivanja nafte gasom (Office of Technology Assessment 1978; Schumacher 1978).



Sve veća vrednost i cena koja se dobija za prirodni gas na komercijalnom tržištu je još jedan faktor koji ograničava njegovu upotrebu za sekundarnu metodu povećanja iscrpka nafte. Kod waterflood metode koriste dve vrste bušotina: proizvodna i

injekciona bušotina. Tretirana voda se upumpava u injekcione bunare i do formacije koja sadrži naftu. Pritisak ubrizgane vode prenosi se na zarobljenu naftu u okviru formacije u proizvodnom bunaru, gde pritisak vode primorava kretanje nafte iz naftnog sloja na površinu rezervoara. Proizvodni fluid koji izlazi na površinu je mešavina nafte i ubrizgane vode. Ova smeša nafte i slane (mineralizirane) slojne vode (brine), separiše se istim postupcima kao u slučaju primarne eksploatacije.

Uobičajeni izvori vode za injektiranje (obično - brine) su voda odvojena od nafte, slana (mineralizirana) slojna voda (brine), ili slatka voda dobijeni u okolini naftne formacije, površinske vode (reke, jezera, okeani), i voda dobijena iz aluvijalnih bunara (Patton 1977).

Bez obzira na poreklo, injektiranu vodu obično je potrebno tretirati različitim hemikalijama kako bi se sprečilo formiranje kamenca, inhibirala korozija i sprečavaju rast mikroorganizama.

Priroda i količina hemikalija dodata ubrizgavanjem vode je od ekološkog značaja, jer površina i pod-površinska kontaminacija može nastati izlivanjem ili curenjem proizvodne smeše (tretirane vode i nafte) ili separisane slane (mineralizirane) slojne vode (brine) koja zahteva odlaganje. Slojna voda (brine) i njeni dodaci često se odlaže u bušotine za odlaganje otpadne slojne vode. To su često stare, osiromašene naftne bušotine pretvoreni u drugu svrhu (Schumacher 1978). Obično, kada se otpadni tok ubrizgava u ove bunare, to se obavlja pod pritiskom. To može dovesti do frakture koji može rezultirati curenjem otpadne slojne vode u vodonosne slojeve čiste sveže vode.

#### 4.2.6. Tercijalna metoda proizvodnje nafte

Tercijarnom proizvodnjom nafte (treća faza proizvodnje) smatra se proizvodnja nakon zavodnjavanja (ili drugog, sekundarnog, procesa proizvodnje) primenom neke od metoda povećanja iscrpka nafte (EOR-metoda - enhanced oil recovery).

*Postoje četiri glavne tehnike tercijarne metode eksploatacije nafte:*

- Istiskivanje nafte mešanjem sa ugljovodonicima,
- Istiskivanje nafte mešanjem sa CO<sub>2</sub>,
- Istiskivanje nafte micelarnom vodom i polimerima, i
- Istiskivanje nafte parom i in situ sagorevanjem.

Ove metode spadaju u dve osnovne klase: one koje smanjuju površinski napon između nafte i pogonskog fluida, i one koji koriste toplotu da se smanji viskoznost nafte (Schumacheru 1978).

#### 4.2.7. Metode smanjenja površinskog napona

- *Metoda istiskivanje mešanjem sa ugljovodonicima,*

Postoje tri osnovne tehnike ekstrakcije koje podrazumevaju upotrebu gasovitih

ugljovodonika za stimulaciju kretanja slojne nafte na površinu. Kod tehnike sa gasom visokog pritiska, koriste se kao pokretački fluidi gasoviti ugljovodonici pod visokim pritiskom (3000 psi) i primenjuju se na ležišta koja sadrže nafte niskog viskoziteta. Preduslov za ovaj proces je da ležište može da izdrži upotrebu takvih visokih pritisaka (Schumacher 1978). Ovaj metod koristi pritisak za transfer lakših ugljovodonika iz nafte u vodeći gasni front. Inicijalni gasni front zatim isparava više istih lakih ugljovodonika iz preostale nafte, čime se formira „sam po sebi dovoljna“, mešljiva količina gasa.

Tehnika obogaćenja gasom se razlikuje od predhodne metode u tome što se mešljivi front dobija direktnim injektiranjem gasovitih ugljovodonika u naftno ležište, a ne zbog izdvajanja gasa zbog visokog pritiska izvan naftnog ležišta.

Treći metoda istiskivanja nafte ugljovodonicima je proces injektiranja mešljivog (TNG), čime se podrazumeva ubrizgavanje ugljovodonika prelaznih molekulskih masa u ležište. Nakon toga, gas injektiranja može se koristiti (Schumacher 1978).

Upotreba tehnika ugljovodonika-koji se meša je prilično ograničena zbog potrebe za visokim pritiskom i zbog opasnosti po životnu sredinu u vezi sa strujanjem kroz prekrivnu ležišnu strukturu. Pored toga, negativan aspekt ove metode je i njena mala mobilnost (Schumacher 1978). Konačno, i najvažnije, ugljovodonici koji se koriste kao pokretački fluid mogu da imaju veću vrednost na tržištu, od dobitka koji se dobija njenom primenom (National Petroleum Council 1976).

- *Metoda istiskivanja mešanjem sa ugljen dioksidom.*

Ovaj metod analogan je tehnici istiskivanja nafte gasom visokog pritiska (ugljovodonični). CO<sub>2</sub> se koristi da bi se istisnuli gasoviti ugljovodonici iz naftnog ležišta. Ove istisnute komponente stvaraju mešljiva zonu. Pored dostupnosti CO<sub>2</sub> ovaj metod ima i druge prednosti. Mnogo veća grupa ugljovodoničnih komponenata isparava iz nafte nego sa tehnikom ugljovodonika. Takođe, ovaj metod se može koristiti u ležištima pod nižim pritiscima od pritisaka koji su potrebni za neke tehnike istiskivanja ugljovodonicima (Rahme 1978).

- *Metoda istiskivanja mešanjem sa vodom*

Ove metode uključuju i micelarnu (površinski aktivna), kao i tehniku istiskivanja polimerima. Micelarna voda je stabilna emulzija u kojoj glavnu ulogu imaju tenzidi (ili surfaktanti od eng. *surface acting agents*).

Kod micelarnog istiskivanja, određena količina rastvora surfaktanta, koja varira od 5 do 10 procenata zapremine ležišta, se ubrizgava u naftnu formaciju (Sahme 1978). Ovaj rastvor izaziva formiranje micela ili mikroemulzije (Schumacheru 1978). U zavisnosti od vrste surfaktanta koji se koristi oni sadrže naftne sulfonate, različite ugljovodonike, alkohole, i neorganske soli (National Petroleum Council 1976). Bez obzira na prirodu surfaktanata, površinski aktivne materije - kao što su deterdženti, oni djeluju da smanji površinski napon naftae-voda i povećaju rastvorljivost i da emulguju naftu, i da na taj način olakšaju pomeranje nafte tako da se ona može

lakše kretati u formaciji.

Pod injektiranjem polimera podrazumeva se korišćenje jedinjenja velike molekulske mase i dugih molekulskih lanaca koji se ubrizgavaju u naftni sloj. Ovaj metod, u stvari, predstavlja poboljšanje waterflooding tehnike. Polimeri služe da se poveća viskoznost vode koja se ubrizgava, poboljšavajući odnos pokretljivost kod ubrizgavanja vode. Pored toga, oni takođe smanjuju propusnost (permabilnost) vode se koja se ubrizgava u odnosu na formaciju (National Petroleum Council 1976). Od polimera se, generalno, koriste neki od poliakrilamida ili polisaharida.

Zbog različitih hemikalija koje se koriste za istiskivanje, kao surfaktanti ili polimeri, ove metode eksploatacije mogu da predstavljaju potencijalnu opasnost po životnu sredinu i zdravlje, bilo kroz direktnu upotrebu, kao posledicu akcidenta, ili kada se uklonjaju.

- *Metoda istiskivanja nafte parom i in situ sagorevanjem.*

Parna i tehnika in-situ sagorevanja su termalne metode koje stvaraju i koriste toplotu u za smanjenje viskoziteta viskoznih sirovih nafti, čime se poboljšava njihova tečljivost (Šumaker 1978). Korišćenje injektiranja pare je tehnološki najnapredniji i ima najširu primenu od svih metoda povećanja iscrpka (Office of Technology Assessment 1978 Office of Technology Assessment 1978). Postoje dve osnovne vrste parnih tehnologija: ciklično ubrizgavanje pare i parni pogon. Prva metoda se ponekad karakteriše kao "Huff" (faza ubrizgavanjem) i "puf" (faza proizvodnja) tehnika. Koristi istu bušotinu i za ubrizgavanje pare i dobijanja proizvedene nafte. U početku, se para pod visokim pritiskom ubrizgava u bušotinu određeni vremenski period u rasponu od dana do nedelje, i nakon toga se ova faza prekida (Huff). Bušotina se zatvara, dok je ležište upija se ubrizganu paru. Kada se bušotina kasnije ponovo otvori kondenzovana voda iz ležišta pod pritiskom konvertuje se ponovo u paru. Ovo se dešava kao rezultat isparavanja zbog smanjenja pritiska u bušotini koja se otvara (Puff). Alternativni metod podrazumeva korišćenje parnog pogona i sistem odvojenih bušotina za ubrizgavanje pare i proizvodnih bušotina. Para se stalno pumpa u bunar ubrizgavanje. Kako para kondenzuje u ležištu, topla vodena zona, koja se formira, gura mešovitu zonu nafte i vode ka proizvodnoj bušotini. Kao i kod waterflooding i Micelarni-polimer injektiranja, postoje potencijalne posledice na životnu sredinu i kod parnih tehnologija. Proizvodnju pare visokog pritiska i pumpanje do rezervoara zahteva energiju. Generatori pare koji se koriste u ovim termičkim procesima troše velike količine nafte. Kao rezultat toga, značajne količine proizvoda sagorevanja se ispuštaju atmosferu. Procenjuje se da na svakih 159 m<sup>3</sup> proizvedene nafte sa parnih kotlova se emituje 18 kg ugljovodonika, 2000 kg oksida sumpora, 363 kg azotnih oksida, i 127 kg čestica (National Petroleum Council 1976). Pretpostavlja se da je, od svih tehnika povećanja eksploatacije, ona najviše utiče na promenu kvaliteta vazduha, na šta utiču termički procesi koji moraju biti uključeni u proizvodnju pare.

Tehnika in-situ sagorevanja, takođe koristi toplotu za smanjenje viskoziteta nafte.

U ovom postupku, toplota se proizvodi unutar samog ležišta. Ubrizgava se vazduh u formaciju i deo sirove nafte zapali i sagori u samom ležištu. Ovo smanjuje viskoznost preostalom nafte i kombinovani efekta isparene nafte, pare i gasa potiskuje veći deo nafte na površinu. Kao i kod parne metode, ovim postupkom se može ugroziti kvalitet vazduha. Proizvodi sagorevanja mogu izlaziti kroz površinske pukotine ili napukline. Pored toga, u rezervoaru mogu ostati različiti hemijski zagađivači kao rezultat in situ sagorevanja. To može da kontaminira izdane (vodonosni slojevi) ako dođe do plavljenja ležišta u kome je primenjena ova tehnika. Merenja emisije gasovitih jedinjenja koja se ispuštaju tokom in-situ projekata pokazala su da se prilikom primene ove metode emituju ugljen-dioksid, ugljen monoksid, sumpor i azot oksid, kiseonik, i razni ugljovodonici.

- *Nova nomenklatura tercijalne proizvodnje nafte*

Hronološka podela proizvodnje nafte je danas odbačena kao neprikladna budući da se često zavodnjavanje i EOR-metode primjenjuju kao prve ili druge po redosledu (na primjer, termičke EOR-metode na ležištima teške nafte). Kako bi se izbegao spomenuti pojmovni nesklad, umesto izraza tercijarna proizvodnja nafte u savremenu naftnu terminologiju je uveden, i opće prihvaćen, pojam »povećanje iscrpka nafte« (EOR), tako da se proizvodnja odnosno tehnologija i metode proizvodnje nafte danas klasifikuju kao primarne, sekundarne i EOR. Treba, međutim, napomenuti da je u upotrebi i termin »usavršena proizvodnja nafte« ili, kao engleska skraćunica, IOR (improved oil recovery), koja se katkada pojavljuje kao sinonim za EOR, ali, prema definiciji, ona uključuje EOR i druge aktivnosti - karakterizaciju ležišta, interpolacijsko bušenje (infill drilling), usavršeno upravljanje ležištem i dr.

#### 4.2.8. Eksploatacija prirodnog gasa

Prirodni gas se javlja u četiri tipa ležišta: rastvoren u sirovoj nafti (kaptažni - rastvoreni); u kontaktu - u istom ležištu (slobodan) sa sirovom naftom (npr. u gasne kape, kaptažni); sam u gasnom ležištu - suvi slobodni (nekaptažni) nepridruženi gasa; i gas rastvoren u slojnoj vodi. U slučaju da se prirodni gas nalazi u ležištima sirove nafte, potrebno ga je ukloniti iz nafte još na naftnim poljima pre slanja za dalju obradu.

Pošto se gas rastvara u nafti, potrebno ga je ekstrahovati i separisati iz nafte, koristeći namenske separatore za njegovo uklanjanje. Postoje dva osnovna tipa separatora: dvofazni, kojima se razdvajaju nafta od gasa, i trofazni u kojima se razdvajaju nafta, gas i voda.

Konfiguracija separatora može biti vertikalna, horizontalna, ili sferna, u zavisnosti od odnosa količine gasa i nafte (Wilkins 1977). Tokom separacije nafte i gasa nastaju i određeni tokovi otpadnih materijala. Ova je pojava posebno prisutna kada se odvajaju relativno male količine gasa iz nafte, ili u udaljenim područjima gde ne postoji ekonomsko opravdanje za dalje korake za preradu gasa. U tom

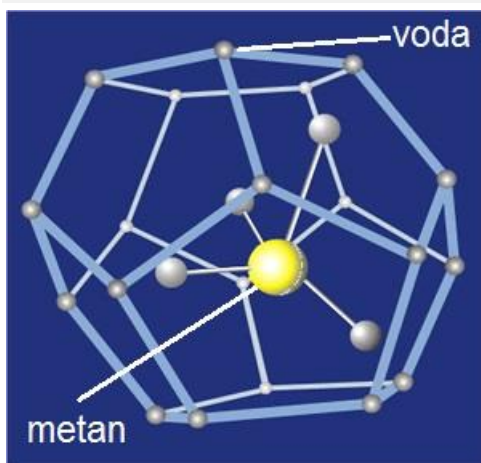
kontekstu, procenjeno je da se 50 milijardi kubnih metara prirodnog gasa izgubio svake godine u atmosferu kroz ventiliranje, spaljivanje, i druge načine za stvaranje gubitaka (Wilkins 1977). Pored ove emisije ugljovodonika, mogu se emitovati i znatne količine ugljovodoničnih-gasnih jedinjenja koja sadrže sumpor. Bez obzira da li rastvoren u nafti ili se nalazi sam, prirodni gas može da sadrži vodonik sulfid ( $H_2S$ ), opasnu supstancu koja se mora ukloniti pre dalje obrade. Uklanjanje vodonik sulfida obično se vrši propuštanjem smeše prirodnog gasa-vodonik sulfida kroz rastvor monoetanolamina. On apsorbuje  $H_2S$ .

Potom se iz monoetanolamina stripuje  $H_2S$  i recirkulira. Nakon toga se izdvojeni  $H_2S$  može spaljivati ili slati u fabrike za dobijanje čistog sumpora. Ako se spaljuje, u atmosferu se mogu emitovati znatne količine  $SO_2$  (Leggett and Williams 1979). Pored uklanjanja  $H_2S$ , iz svih prirodnih gasova koji imaju sadržaj vode veći od 1 kg po 10000 kubnih metara gasa, moraju se eliminisati voda (dehidracija), pre slanja na dalju obradu.

Ako se ne sprovede postupak za uklanjanje vode, formiraće se gasni hidrati.

Dehidracija gasa se obično postiže apsorpcijom glikolom. Za apsorbciju vode iz gasa koristi se di- ili tri-etilen glikol, koji se zatim reciklira, a oslobođena voda se u obliku vodene pare ispušta u atmosferu (Leggett and Williams 1979).

Gas hidrat je, čvrsti, nalik na led, oblik vode koji sadrži molekule gasa u svojoj



molekularnoj šupljini. U prirodi, ovaj gas je uglavnom metan. Metan-gas-hidrat je stabilan na morskom dnu na dubinama od oko 500 m. Zona stabilnosti gas hidrata prostire se i u sedimente morskog dna do dubine gde je temperatura iznad stabilnosti gas hidrata, obično oko 10 do 100 metara ispod morskog dna. Na ovoj dubini, često prisutni tanki slojevi metana gasa izazivaju jake refleksije u seizmičkim podacima. Refleksija oko prate liniju konstantnoj temperaturi. Temperatura u njihovoj podpovršini je u funkciji prolaza

toplote i dubine, tako da njihova refleksija obično imitira oblik morskog dna. Stoga, se oni nazivaju donjom simulacijom refleksije (BSRs).

Gasni hidrati gasa važni si i za studije stabilnosti morskog dna, jer je "melting" gasa hidrata može da izazove klizanje morskog dna. Metan je potencijalni činilac stvaranja efekta „staklene bašte“. Metan koji se ispušta iz gasnog hidrata može, stoga, da igra važnu ulogu u klimatskim promenama.

Važno je napraviti razliku između aspekata klimatskih promena nastalih, ispuštanjem, iz metana otpuštenog iz prirodno nastalih gasnih hidrata i onih kod kojih se ispušta metan proizveden od hidrata gasa koji su nastali eksploatacijom



energenata. Spaljivanjem metana, kod njegovog korišćenja kao gorivo, on se konvertuje u CO<sub>2</sub>. Isti slučaj je i kada se kao gorivo koristi ugalj ili nafta. Sagorevanje metana, međutim, efikasnije je, stvara se više CO<sub>2</sub>, nego kod sagorevanja bilo kojeg drugog ugljovodonika, npr duplo efikasnije je nego kod sagorevanja uglja. Stoga, je korišćenje metana iz gas hidrata, kao izvora energije, u poređenju sa drugim ugljovodicima, je relativno pogodnije na osnovu uticaja na klimatske promene.

<https://www.gns.cri.nz/Home/Our-Science/Energy-Resources/Gas-Hydrates/What-are-Gas-Hydrates>

#### 4.2.9. Metode povećanja iscrpka gasa

Danas se vrlo često koriste različite metode povećanja iscrpka gasa, i to posebno u gasnim formacijama. Ove metode uključuju tehnike hidrauličnog fraktuiranja, hemijski eksplozivno fraktuiranje, i usmereno kontrolisano bušenje.

Treba naglasiti da tehnike fraktuiranja nisu karakteristični, samo, za povećanje iscrpka gasa, one se koriste i za povećanje iscrpka, kod proizvodnje nafte (Allen i Roberts, 1978). Svim tehnikama fraktuiranja se povećavaju površina rezervoara iz kojih se može dobiti gas i povećava se protok gasa razbijanjem ili slamanjem rezervoarskih formacija. Hidraulično fraktuiranje je proces u kome se velike količine tečnosti pumpaju pod pritiskom u gasnu formaciju. Ovo je prikazano u tehnici sa jednom bušotinom (single-well technique), kod kojih se fluid ubrizgava kroz kanal bušotine (wellbore) čime se inicira stvaranje loma (frakture). U fluidu koji se upumpava, nalazi se i grubi (krupni, grubozrnasti, krupnozrnasti) pijesak ili drugi materijal da bi se nekontrolisan protok gasa nakon injektiranja zaustavio. Nakon izvršenog fraktuiranja proizvedeni gas izlazi kroz isti kanal bušotine na gore (U.S. Department of Energy 1979).

Ovaj tip fraktuiranja ima posebnu primenu u "čvrstim" plinonosnim formacijama, među kojima su određene peščane i formacije škriljaca. Na primer, u Amoco's Wattenburg oblasti u Koloradu, hidraulično fraktuiranje koristi se u cilju povećanja proizvodnje iz određenih čvrstih nanosa morskog peska (Hanson et al. 1978). Za indukciju loma se mogu koristiti smeše različitih tečnosti i vode. Na primer, pena, kriogeni (tečnosti koje se šire na niskim temperaturama), i želatinirana voda.

Pored hidrauličnog lomljenja, može se koristiti i eksplozivno lomljenje. Postoje dve osnovne eksplozivne tehnike: (1) eksplozija u bušotini (borehole shooting), koja se sastoji od spuštanja eksploziv niz bušotinu, a zatim otvaranje otvora detonacijom; i (2) pumpanjem eksplozivne tečne emulzije u stensku formaciju, i nakon toga detoniranja mešavine (U.S. Department of Energy 1979).

Još jedna od primenjenih metoda za povećanje iscrpka je metoda usmerenog-kontrolisanog bušenja (Directionally controlled drilling). Ova tehnika koristi prednosti prirodnih preloma koji postoje u formaciji i orijentiše pravac bušenja tako da se prelomi ukrštaju sa smerom bušenja. Ova tehnika se koristi posebno za vađenje gasa iz slojeva uglja.

Bez obzira koja se tehnika koristi za intenziviranje eksploatacije, iz gasa kada dođe do površine izdvojuju se nečistoće kao što su vodena para i vodonik-sulfid, a tek nakon toga se šalje na dalju preradu, ako je to potrebno. Poseban problem u prečišćavanju može biti, ukoliko se u gasu nalazi velika količina vodonik sulfida.

#### 4.3. Zdravstveni efekti vezani za eksploataciju nafte

Potencijalni uticaj proizvodnje nafte i gasa na rad i zaštitu zdravlja je višestruk, kako po obimu, tako i po broju problema. Ovi problemi mogu biti specifični za jednu tehnologiju ili mogu biti prisutni kod velikog broja tehnologija, ali se razlikuju u stepenu povezanih uticaja. Ovaj odeljak predstavlja pregled potencijalnih zdravstvenih efekata koji proizilaze iz proizvodnje nafte i gasa.

#### 4.4. Opasnosti vezane za bezbednost i zdravlje

##### 4.4.1. Bušenje

Glavni akcenat u ovom delu je na razmatranje efekata izloženosti materijalima koji se koriste u proizvodnji, proizvedenim tečnostima, i sa njima povezanim komponentama. Ukoliko su problemi specifični, vezani su za specifične tehnologije.

Tokom istraživanja i bušenja, narušavanje zdravlja će verovatno biti u formi mehaničkih povreda, koje nastaju kao posledica nesreća. Radnici su izloženi opasnim situacijama koje proističu iz aktivnosti održavanja, kvara na opremi, montiranja i podešavanja opreme za bušenje, i aktivnostima demontaže opreme. Pored toga, veliki rizik se javlja kod geofizičkih ili seismografskih istraživanja i testiranja, koje često zahtevaju složene radnje i korišćenje eksploziva da bi se odredila geološka formacija profila.

Stvarni broj terenskih nezgoda prijavljenih u 1978. koji je uključivao povrede i smrt mogu se podeliti u dve kategorije: Istraživanje / proizvodnja i bušenje.

American Petroleum Institute je obavio statističku analizu na osnovu podataka koji su skupljeni od 109 naftnih i gasnih kompanija i zabeležio je da se tokom jedne godine u procesu istraživanja i proizvodnje, na 72,749 zaposlenih, desile 2,758 (4 odsto) povrede i 21 smrtnih slučajeva, a u procesu bušenja, na 2.947 radnika, prijavljena je 809 (3 odsto) povreda i 1 smrtni slučaj.

U prvoj kategoriji, zabeleženi su raznovrsni uzroci smrti: kao posledica udara električne energije, davljenja, fatalnih padova, nekontrolisane emisije gasa, i rušenja helikoptera ili aviona (American Petroleum Institute 1979b). Ovi podaci su zajednički podaci vezani za ukazuju kako na mesta eksploatacije na kopnu, tako i na offshore mesta.

Ne postoji dostupan razdvojen podatak vezan za broj smrtnih slučajeva i vrste povreda koji su vezani za kopnene ili ofšor proizvodne tehnologije. Postoji očigledna potreba da se proceni relativna opasnost koja je karakteristična za različite tehnologije proizvodnje; i da identifikuju potencijalne opasnosti koje mogu biti

jedinstvene kod različitih tehnologija. Očigledno, je da je čak i isti tehnologija ekstrakcija može predstavljati sasvim različite stepene opasnosti u zavisnosti od lokacije.

Na primer, mogućnost odlaganja i opasnosti izlaganja toksičnim proizvodnim ili otpadnim produktima na ograničenom prostoru offshore platformi može biti sasvim drugačija od one na kopnu, naročito u vanrednim procedurama koje mogu zahtevati brze mere evakuacije.

Pored lokacije, na vrstu zaštitne odeće koju radnici mogu da nose, kao i zaštitna mere koje koriste utiče i klima.

#### 4.4.2. Eksploatacija nafte

Tokom početne (primarne) eksploatacije nafte, koriste se velike količine isplake. Procenjuje se da bušotina dubine od 2.600 do 3.500 metara zahteva 190 do 397 m<sup>3</sup> isplake (Wilkins 1977). Postoje dve osnovne vrste isplake za bušenje: na bazi vode i na bazi ugljovodonika. Ova podela je izvršena na osnovu tečne osnove, kojoj se dodaju različita hemijska jedinjenja (U.S. Environmental Protection Agency 1976).

Kopneni bušenje obično koristi slatkovodnu isplaku, i ako se slanovodna ili isplaka na bazi ugljovodonika može koristiti za bušenje kroz sone formacija. Isplake se veoma razlikuju s obzirom na njihove formulacije. Međutim, neki od često korišćenih sastojaka u slatkovodnoj isplaci su: Lignosulfonati, acrilonitriles, bazni lignini i tanin, emulgovan asfalt, natrijum poliakrilata, karboksimetilceluloza, i formaldehid (Wilkins 1977). Kod ispitivanja na životinjama neka od ovih jedinjenja pokazuju kancerogene osobine. Kancerogene osobine pokazuju: asfalt, tanin, formaldehid, i aerilonitrite monomer. I ako se uglavnom ne koriste za on-shore bušenja, isplake na bazi ugljovodonika mogu da sadrže različite mešavine oksidovanog asfalta, organske kiseline, baze, sredstva za stabilizaciju, i dizel gorivo (U.S. Environmental Protection Agency 1976).

Zbog njihovog različitog i nepoznatog sastava, ove formulacije isplake mogu unet velike količine potencijalno opasnih materija u radno okruženje. Radnici i oni u neposrednoj blizini mogu biti izloženi opasnim sastojcima na različite načine: ukoliko je njihova koža izložena-adsorbicijom kroz kožu, udisanjem isparljivih komponenti i aerosola (koloidna suspenzija čestica u gasu ili vazduhu), kao i gutanjem.

Pored toga, porodice radnika mogu biti izložene toksičnim jedinjenjenjima koje se mogu naći na odeći, ili u ličnim sredstvima radnika, kao što su npr. njihovi automobili. Informacije o sadržaju i toksičnosti različitih formulacija isplake teško su dostupne.

Zbog problema sa toksičnošću, potrebno je napraviti studiju u kojoj bi se dokumentovao obim izloženosti radnika bušećoj isplaci i izvršila procena potencijalnog zdravstvenog rizika, koja je povezana sa profesionalnim izlaganjima različitim vrstama isplake tokom različitih operacija bušenja.

U bušećoj isplaci često se nalaze reznice stenskih formacija reznica koje se moraju ukloniti iz isplake kada ona stigne na površinu. Bušenje bušotine od 4500 metara, prečnika rupe 8 <sup>1/2</sup> inča (21.59 cm) proizvodi 1.059 barela (168.381 m<sup>3</sup>) reznica (Wilkins 1977).

Često je kontaminacija mešavine reznica i bušaće isplake povezana sa kontaminacijom sirove nafte. Reznice mogu da sadrže opasne materije, kao što su teški metali, što može uticati na životnu sredinu i zdravlje.

U kombinaciji sa bušenjem, direktnu pretnju za zdravlje i bezbednost radnika može nastati kao rezultat erupcije bušotine, posebno u slučaju bušenja dubokih bunara. Pored izazivanja direktne povrede, erupcija, takođe, može izazvati direktni negativni uticaj na kožu, stvaranje aerosola i izloženost parama nastalim od sirove nafte koje sadrže organske materije, otrovne gasove (kao što su kao vodonik sulfida), i konstituenti (komponente) bušće isplake. U slučaju da je erupcija povezana sa vatrom, emitovaće se i svi produkti gorenja nafte, kao što su: ugljenmonoksid, oksidi sumpora i azot i organske čestice (Lawrence 1976). U drugim metodama ekstrakcije ulje, kao što waterflooding (zavodnjavanje), potencijalne opasnosti po zdravlje mogu da podrazumevaju i izlaganje hemijskim sastojcima koji se nalaze u tretiranoj vodi koja se ubrizgava, kao vodena smeša u kojoj se nalaze različite hemikalije. Važan aspekt koji se odnosi i na sekundarne (waterflooding), kao i na tercijalne metode eksploatacije je da se hemikalije koji se mešaju sa sirovom naftom prilikom eksploatacije iz nje uklanjaju kada se nafta priprema za transport, pa se ova hemijska jedinjenja koncentrišu u otpadnom fluidu (Antizzo and Lawrence 1976).

Voda koja se injektira prilikom waterflooding obično zahteva hemijski tretman pre upotrebe; hemikalije koje se koriste uključuju baktericidi, inhibitori stvaranja kamenca (scale inhibitors), anti-korozivni inhibitori, inhibitori taloženja (anti-precipitants) i pasivizatori sequestering agents (Patton 1977).

U nedavno objavljenom pregledu date su neke od toksikoloških karakteristika i za te karakteristike su vezana istraživanja o njihovom toksikološkom dejstvupridružena istraživanja potrebe za jedinjenja korišćenih u eksploatacionim metodama za poboljšanje iscrpka (Silvestro 1980).

Neka od ovih jedinjenja su klasifikovani po nameni, a toksične vrednosti za mnoge jedinjenja koja se koriste prikazana su u tabeli 2. Neke opšte i specifične potencijalne opasnosti date su u daljem tekstu.

#### 4.4.3. Neke od hemikalija koje se koriste tokom eksploatacije nafte

##### **Aditivi za regulisanje pokretljivosti (Mobility Control Agents)**

**Mobility control** - *regulacija pokretljivosti*. Održavanje pokretljivosti istiskivajućeg (injektiranog) fluida (*mobility of displacing fluid*) ili istiskivajućeg fronta (*mobility of displacing bank*) jednakom ili manjom od pokretljivosti istiskivane nafte (*mobility*

*of displaced oil*) ili istiskivane naftnog fronta (*mobility of displaced oil bank*) radi povećanja zapreminskog koeficijenta ležišta u procesima istiskivanja nafte (procesima povećanja iscrpka nafte/EOR-procesi).

Iz definicije koeficijenta pokretljivosti (v. *mobility ratio*) proizlazi da se on može menjati bilo kojom kombinacijom promena relativne permeabilnosti ležišne stene za istiskivajući (injektirani) i istiskivani fluid (slojna nafta) i/ili promena viskoznosti fluida.

Metode regulacije pokretljivosti fluida su, na primer, zgušnjavanje vode dodavanjem polimera, smanjivanje pokretljivosti gasne faze penama, naizmenično injektiranje vode i gasa (*water-alternating-gas injection, WAG-injection*).

Povoljan koeficijent pokretljivosti između rastvora polimera i naftno-vodenog fronta je rezultat veće prividne viskoznosti rastvora od viskoznosti vode i adsorpcije molekula rastvora na površini ležišne stene i/ili mehaničke blokade malih pora molekulima rastvora.

Retencija polimera, prema tome, smanjuje efektivnu permeabilnost ležišne stene, ali istovremeno smanjuje i koncentraciju polimera u rastvoru. Na taj način, pokretljivost polimernog rastvora je manja od pokretljivosti istiskivanog naftno-vodenog fronta zbog kombinovanog smanjivanja efektivne permeabilnosti ležišne stene i viskoznosti rastvora. Biopolimeri, koji su uobičajena alternativa za parcijalno hidrolizovani poliakrilamid, takođe utiču na prividnu viskoznost, ali zbog male retencije u poroznoj sredini ležišta, njihov uticaj na efektivnu permeabilnost ležišne stene je znatno manji.

Primeri regulacije koeficijenta pokretljivosti u pogonskoj primeni procesa povećanja iscrpka nafte (EOR-proces) su:

(a) pri micelarno-polimernom zavodnjavanju (v. *micellar-polymer flood*) regulacija pokretljivosti je neophodna u injektiranoj količini micelnog rastvora (mikroemulzija) kako bi se sprečio nastanak *jezika* rastvora u frontu istiskivane nafte, zatim između količine rastvora polimera kojim se protiskuje količina micelnog rastvora kako bi se sprečilo njeno raspršivanje u istiskivajućem rastvoru polimera i, konačno, između vode kojom se protiskuje količina polimernog rastvora i samog rastvora polimera da bi se sprečio prodor vode u količinu polimerne i micelarne rastvora u obliku „jezika“;

(b) u procesima miscibilnog istiskivanja nafte gasom (*miscible gas flood*) regulacija pokretljivosti se može izvršiti naizmeničnim injektiranjem potisne vode i gasa - izborom optimalnog odnosa injektiranih zapremine vode i gasa sprečava se nastanak viskoznih jezika i kanalno strujanje istiskivajućeg gasa;

(c) u procesima istiskivanja nafte vodenom parom (v. *steam flood*) koeficijent pokretljivosti se može regulirati penom koja se stvara u ležištu (pena nastaje kada gasna faza istiskuje rastvorom koja sadrži površinski aktivnu materiju u porama ležišne stene). Zajedno s parom injektira se inertni gas (metan ili azot). U području

ležišta gde dolazi do penjenja (nastanka pjene) znatno će se redukovati permeabilnost stene za gas; v. *in-situ permeability modification, mobility buffer. mobility ratio - koefi cijent pokretljivosti.*

#### Hemikalije za regulisanje pokretljivosti

Polyacrylamides

Xanthan gums

Carboxymethylcellulose

Hydroxyethylcellulose

Polyethylene glycol monobutyl ether

Polyethylene oxide

#### **Cosurfactanti**

*Pomoćna površinski aktivna materija, kosurfaktant.* Površinski aktivna materija koja se koristi za povećavanje delotvornosti druge površinski aktivne materije u procesima povećanja iscrpka nafte. To su tipično alkoholi, na primjer, terciarni amilni alkohol (*tertiary amyl alcohol*); v. *surfactant*

#### Pomoćne površinski aktivne materije

1-hexanol

2-hexanol

1-octanal

2-octanol

n-butanol (and tert-, sec-, and iso-isomers)

Cyclohexanol

Polyethoxyalkylphenol

#### **Biocides, Chelating Agents, Oxygen Scavengers**

**Bactericide** - *baktericid, biocid.* Hemikalija koja ubija bakterije (patogene i nepatogene), ali ne može ubiti bakterijske spore. U tehnologiji bušaćih isplaka se kao baktericidi primjenjuju kreč (*lime*), skrob (*starch*), natrij-hidroksid (*sodium hydroxide*) i paraformaldehid (*paraformaldehyde*). Sinonim: *biocide*.

**Chelating Agents** Hemikalije koje se koriste za vezanje jona metala u strukturu prstena. Helatna sredstva stabilizuje ili sprečavaju taloženje štetnih jedinjenja. U naftnom polju, helatna sredstva se koriste u procesima povećanja iscrpka i za čišćenje površinskih objekata. Oni se takođe koriste za tretiranje isplake ili uklanjanje povećane količine materijala za otežavanje (povećavanje gustoće) iz nje. Reaguje kao kiselina, povećava pH, produkti reakcije mogu se istaložiti kao želatinozna, nerastvorljiva materija. Ako se nađu u stenskoj formaciji, gotovo je nemoguće ukloniti ih, i može doći do trajnog oštećenja propustljivost. Helirajući agensi sprečavaju taloženje jona, održavajući ih u rastvornom obliku, da bi se isplaka nakon prečišćavanja mogla vratiti na ponovno korišćenje. Tipični helatni

agensi koji se koriste kod eksploatacije su EDTA (etilendiamin tetrasirćetna kiselina), HEDTA (hidroksil etilen diamin triacetilna kiselina), NTA (nitriol tri acetic kiselina) i limunska kiselinu.

**Oxygen scavenger** - *dezoksidans, dezoksidator, agens za uklanjanje kiseonika.* Hemikalija, na primer, natrij-sulfit, koja reaguje s kiseonikom u injektiranoj vodi i na taj način ga uklanja. Primenjuje se za sprečavanje korozije u procesima zavodnjavanja ležišta i sprečavanje oksidacijske razgradnje polimera u procesima hemijskog zavodnjavanja ležišta (EOR-procesima).

Quaternary ammonium chloride

2,4,5-trichlorophenol

Pentachlorophenol

Phenol

2,2-dibromo-3-nitrilopropionamide

Copper sulfate

Glutaraldehyde

Formaldehyde

Sodium hypochlorite

Acrolein

EDTA

1,6-hexandeamine

**Surfactants** - površinski aktivna supstanca (agens, materijal), surfaktant. Hemijska supstanca (tip hemikalije) sastoji se od grupa molekula rastvorljivih u vodi i nafti koja se adsorbuje na površini tečnosti ili se koncentriše blizu površine razdela 2 nemedljive tečnosti i ima sposobnost menjanja površinskih i međufaznih svojstava - snižavanja površinske napetosti tečnosti i međufazne napetosti između dve tečnosti ili tečnosti i čvrstog tela i kontaktnog ugla između tečnosti i čvrstog tela (sposobnost menjanja karaktera močivosti). U procesima povećanja iscrpka nafte (EOR-procesi) najviše se koriste površinski anionaktivne materije (anionic surfactants) jer poseduju dobra površinski aktivna svojstva (sposobnost snižavanja međufazne napetosti), relativno su stabilni, adsorpcija je relativno niska i mogu se proizvesti ekonomično. Neionogene površinski aktivne materije (Nonionic surfactants) se prvenstveno koriste kao pomoćne površinski aktivne materije (kosurfaktanti) za poboljšavanje karakteristika sistema površinski aktivne materija. Otporniji su na uticaj vode visokog saliniteta, ali su im površinski aktivna svojstva (sposobnost snižavanja međufazne napetosti) lošija. U isplačnoj tehnologiji surfaktanti se primenjuju kao aditivi za razređivanje isplake i smanjivanje gubljenja vode (Vodene faze) te (najčešće) kao emulgatori. Međutim, obično nisu ekonomski konkurentni drugim razređivačima za rutinske obrade bušaćih isplaka (Većina surfaktanata je skuplja od drugih agenasa za razređivanje). Takođe je problematična njihova stabilnost pri temperaturama većim od 150 ° C (300 ° F). Sinonimi: surface-active agent, surface-active material, surface-active substance, surface-tension additive,

surface-tension agent, surface-tension reducer, wetting agent; v. petroleum sulfonates.

Alky aryl sulfonates

e.g., Alkyl benzene sulfonate

Octadecyltoluene sulfonate

Tridecyl benzyl sulfonate

Decyl benzyl sulfonate

Alkyl naphthenic sulfonates

Petroleum sulfonates

### **Alkaline Flooding Agents, Preflush Agents, Thermal Enhancers**

**Alkaline Flooding Agents** - Pod pojmom bazno zavodnjavanje, podrazumeva se metoda, prisilne eksploatacije zavodnjavanjem, pri čemu se koriste velike količine baznog rastvora  $\text{pH} > 7$ . Osnovni materijali mogu reagovati sa naftom i formirati reaktant koji može smanjiti viskoznost i utiče na vlaženje. Ova metoda je jedna od najnovijih hemijskih tehnika prisilne eksploatacije (EOR). baze generišu in situ surfaktant, kada on reaguje sa kiselinama koje se nalaze u nafti.

Ovaj ekonomični surfaktant se generiše na na dodirnoj površini između nafte i vode, smanjuje međufazni napon na površini (interfacial tension, IFT) značajno što dovodi do povećanja iscrpka nafte iz sitnih pora. Najčešće se koriste tri baze:  $\text{NaCO}$ ,  $\text{NaOH}$  i  $\text{KOH}$ , u različitim koncentracijama. Rezultati su pokazali da povećanje koncentracije baza dovodi do povećanja efikasnosti eksploatacije. Vrsta baze ne igra značajnu ulogu u efikasnosti. Mikroskopskim ispitivanjima je utvrđeno da kod alkalnog zavodnjavanja najveći uticaj imaju na povećanje iscrpka: mehanizam erozije koji nastaje zbog dejstva vodenih kapi (water droplet mechanism), emulgovanje i intenzifikacija viskoznosti i difuzija.

**Sredstva za hemijsko pranje (Chemical Wash - Preflushes) i razdvajači (Spacers)** - ovo su efikasna pomoćna sredstva za razdvajanje ne kompatibilnih fluida kao što su cement i isplake-tečnosti za bušenje. oni su dizajnirani i za isplake na bazi vode, kao i za ugljovodonične isplake. Njima se ispiraju i cevovodi i naftne formacije, da bi se uklonila cementna suspenzija.

Pre-flush tehnika se uspešno koristi u zonama fraktuiranja u blizini vodenog intervala. Imaju ograničenje u korišćenju na sadržaj vode od maksimalno 15% u bušotinama.

Preflush tehnika uključuje in situ generisanje, sistema polimer-usaglašenosti (PCS) koji smanjuje protok vode smanjivanjem propustljivost formacije u odnosu na vodu. U prošlosti, su se sredstva za regulisanje propustljivosti (permeability agents) koristila da pomognu eliminaciju produkcije vode u intervalima koji su jako zasićeni vodom. Međutim, ovi agensi dizajnirani da zaustave proizvodnju vode, mogli su da smanje i proizvodnju nafte i / ili oštećenja formaciju. PCS preflush tehnika je razvijena 1995, i ona je pokazala visoku efikasnost, jer ne zaustavlja protok vode.



Umesto toga ona značajno smanjuje efektivnost propustljivosti formacije na vodu, čime se smanjuje protok vode bez značajnog narušavanja proizvodnje ugljovodonika.

Ova tehnika ima značajan ekonomski potencijal, kako za unapređenje proizvodnje iz novije bušenih bunara, kao i za dobijanje proizvodnje u postojećim bunarima iz intervala gde je stimulacija proizvodnje neefikasna.

**Thermal Enhancers - termalni pojačivači** ovo su materije koje služe kao termalni pojačivači u sistemima za prenos toplote, kao što su cevi koje su spoljašnje grejane i u slučaju da se one isprazne. cilj njihovog dejstva je da omoguće maksimalnu brzinu prenosa toplote između cevi i hladnog fluida koji protiče kroz cev uz minimalan pad pritiska.

Postoje tri tipa toplotnih pojačivača:

1. Porozna punila,
2. Unutrašnja rebra i
3. Ubacivanje čvrstih čestica visoke provodljivosti (tj solid-tečna smeša).

Sodium nitrate

Sodium hydroxide

Sodium orthosilicate

Sodium carbonate

Sodium borate

Sodium hydrosulfite

Sodium bisulfite

Sodium sulfate

Hydrazine

Quinoline

Toluene

Xylidine

Aniline

#### 4.5. Toksično dejstvo hemikalija koje se koriste tokom eksploatacije nafte

Zagađujuće supstance (ZS) posredno ili neposredno utiču na žive organizme - ljude, životinje i biljke. Ovim problemom se bavi ekotoksikologija.

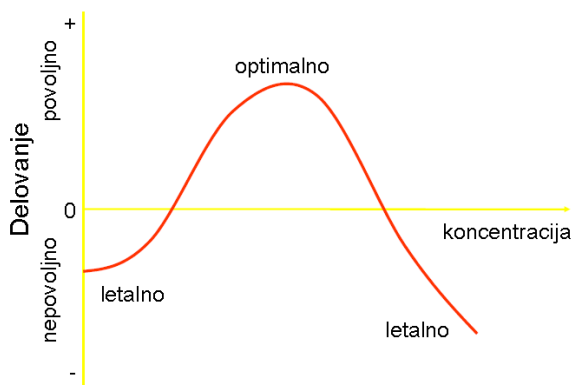
TOKSIKOLOGIJA - nauka koja proučava toksične efekte hem. agenasa na žive organizme.

EKOTOKSIKOLOGIJA - nauka koja proučava efekte delovanja otrova na organizme, populacije i zajednice u uslovima zagađene sredine.

Dejstvo hemijskih ZS zavisi od: Fizičko-hemijskih i toksikoloških osobina, dimenzija

čestica, koncentracije, ekspozicije i načina prodiranja u organizam.

Svaka supstanca je otrov. Jedino doza čini da supstanca nije otrov.



#### 4.5.1. Toksično dejstvo zagađujućih supstanci zavisi od:

##### 1. Fizičko-hemijske osobine ZS

Toksičnost supstanci zavisi od njihove hemijske strukture., tj. fizičko-hemijskih osobina.

Toksičnost supstanci zavisi od prisustva toksofornih grupa -atoma koji uvećavaju toksičnost supstanci (halogenidi, teškimetali, nitro grupe, itd.).

##### 2. Dimenzija čestica ZS

Krupne čestice (> 5  $\mu\text{m}$ ) talože se u gornjim disajnim putevima. Sitne čestice (< 5  $\mu\text{m}$ ) talože se dublje u plućima i plućnim alveolama. Vrlo često se na česticama nalaze sorbovani toksični gasovi.

##### 3. Koncentracija i ekspozicija

Što se veća količina ZS nalazi u kontaktu sa živim organizmom, to je veća mogućnost pojave štetnih efekata. Što su organizmi duže u kontaktu sa ZS to je njihovo dejstvo izraženije

#### 4.5.2. Dospevanje otrova u organizam

Uslov za nastanak trovanja je interakcija otrova i organizma. Otrovi u organizam dospevaju:

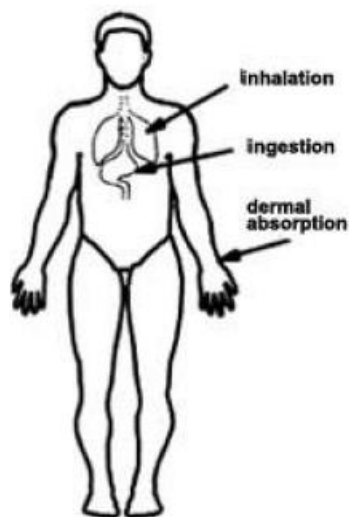
- prodiranjem preko kože - dermalna adsorpcija (perkutano)
- adsorpcijom plućima - respiratornim putem (inhalacija)
- digestivnim putem

#### 4.5.2.1. Dermalna adsorbpcija

Ukoliko hemikalija može da proдре kroz kožu, onda njena toksičnost zavisi od stepena adsorbpcije. Hemikalije se adsorbuju mnogo brže kroz oštećenu kožu. U kojoj meri će se hemikalija adsorbovati kroz kožu zavisi od njene rastvorljivosti u mastima (lipofilne supstance). Hemikalije koje mogu da se rastvore u mastima mnogo brže prolaze kroz kožu od onih rastvornih u vodi.

#### 4.5.2.2. Prodiranje otrova u organizam respiratornim putem

Hemikalije koje se nalaze u vazduhu mogu respiratornim putem da prođu u organizam i obično su u formi sitnih čestica (prašina) ili kao gasovi i pare. Većina tradicionalnih aerzagadivača (sumpor dioksid, oksidi azota, ugljen monoksid, ozon, suspendovana čestična materija i olovo) direktno utiču na respiratorni i kardiovaskularni sistem. Smanjena funkcija pluća i povećan mortalitet dovode se u vezu sa povećanim nivoom sumpordioksida i suspendovane čestične materije.



#### 4.5.2.3. Digestivni put prodiranja otrova u organizam

Digestivnim putem prodiru ZS koje su prisutne u hrani i piću. Supstance koje ingestijom prođu u organizam adsorbuju se preko gastrointestinalnog trakta.

Sudbina otrova dospelih u organizam zavisi od načina njegovog prodiranja (organofosfatni pesticid paration se lako adsorbuje preko kože, pluća ili digestivnog trakta i jednako je toksičan; Vitamin D, je jako toksičan ukoliko se unese u povećanoj količini oralno, ali dermalnim putem je praktično ne toksičan). U praksi se čovek retko nalazi izložen ZS koje mogu da prođu u organizam samo oralno, inhalacijom ili dermalnim putem. ZS često istovremeno prodiru u organizam preko sva tri puta.

Dva razloga zašto toksičnost supstance zavisi od načina njenog prodiranja u organizam:

1. Put kojim prodiru veće količine ZS je sigurno opasniji. Upravo inhalacija dopušta da najveća količina hemijske supstance bude adsorbovana, zatim sledi digestivni put i na kraju dermalna adsorbpcija.
2. Drugi razlog je sam način tj. mehanizam delovanja kad prođe u krvotok. Hemikalije koje se adsorbuju kroz kožu ili pluća se šalju direktno ostalim organima, pre nego što stignu do jetre. Hemikalije koje prodiru u organizam digestivnim putem, prolaze prvo kroz jetru a tek zatim se transportuju u

ostale delove tela.

U kojoj meri će ZS biti toksična zavisi od intenziteta sledećih procesa:

1. Apsorpcija ZS - dospevanje ZS iz spoljašnje sredine u organizam
  2. Resorpcija ZS - ZS dospeva u krv
  3. Biotransformacija - metabolizam ZS u jetri (detoksikacija)
  4. Deponovanje - resorbovane materije se deponuju u manje osetljivim tkivima
  5. Eliminacija - izlučivanje ZS iz organizma
- Mehaniz

#### 4.5.3. Kombinovano dejstvo ZS

U životnoj sredini su istovremeno prisutne ZS. Kombinovanje dejstva ZS i kombinovanje sa činiocima životne sredine. Nije dovoljno samo poznavanje vrste i količine ZS, već je potrebno poznavanje njihovog dejstva pri zajedničkom prisustvu.

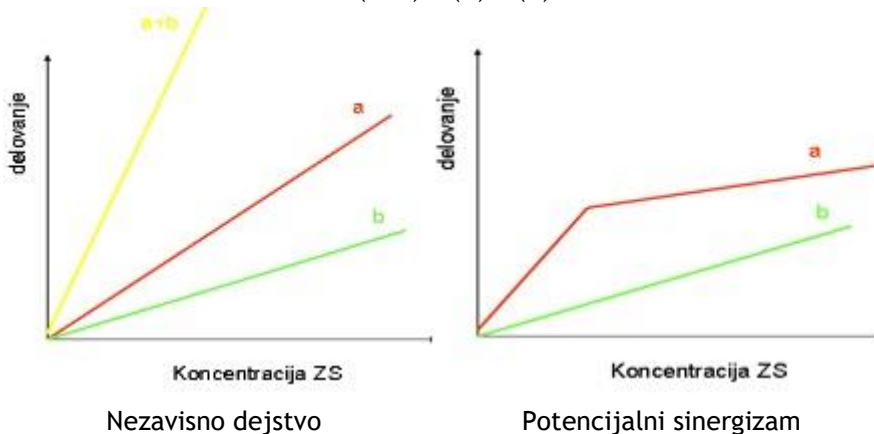
#### 4.5.4. Nezavisno dejstvo

Izvestan broj ZS mogu da imaju različite efekte ili različite načine delovanja, tako da ne utiču međusobno jedna na drugu.

#### 4.5.5. Potencijalni sinergizam

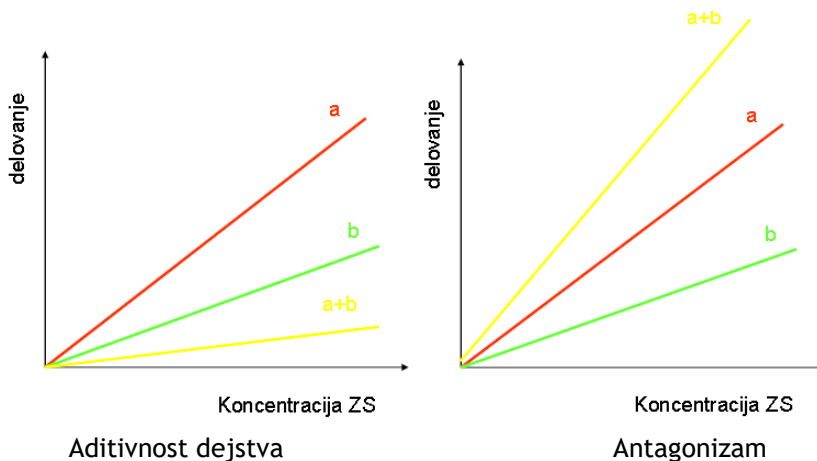
je dejstvo dve ili više ZS kada je je njihov zajednički (ukupan) efekat veći od zbira pojedinačnih efekata ZS.

$$(A+B) > (A) + (B)$$



#### 4.5.6. Aditivnost dejstva

je dejstvo dve ili više ZS kada je je njihov zajednički (ukupan) efekat jednak zbiru pojedinačnih efekata ZS.



#### 4.5.7. Antagonizam

je dejstvo dve ili više ZS kada je njihov zajednički (ukupan) efekat manji od zbir pojedinačnih efekata ZS.

$$(A+B) < (A) + (B)$$

Ukoliko neka ZS uzeta sama za sebe ne izaziva nikakve efekte, ali u kombinaciji sa drugim ZS izaziva pojačanje njihovog štetnog dejstva tada se govori o senzibilizaciji

#### 4.5.8. Podela štetnog dejstva

Štetno dejstvo ZS na organizam čoveka može biti:

- Nadražujuće
- Fibrogeno
- Alergijsko
- Delovanje na kožu
- Toksično
- Mutageno
- Kancerogeno
- Embriotropno

##### 4.5.8.1. Nadražujuće dejstvo

ZS mogu da nadražuju oči, nos, gornje disajne puteve, pluća ili kožu.

NH<sub>3</sub> (amonijak) i HCHO (formaldehid) imaju snažno nadražajno dejstvo, ali ne nanose trajne posledice.

Azotovi oksidi neposredno posle prodiranja u organizam ispoljavaju neznatno dejstvo, ali za relativno kratko vreme prouzrokuju čak fatalna oštećenja pluća.

##### 4.5.8.2. Fibrogeno dejstvo

Mnogi oblici prašine prisutni u vazduhu (ugljena, azbestna) mogu da izazovu fibrozu

(rane na plućima).

#### 4.5.8.3. Alergijsko dejstvo

U životnoj sredini nalazi se veliki broj alergena.

Oni u organizam prodiru udisanjem (pneumoalergeni), anmirnicama (alimentarni alergeni) ili kontaktom (dermatoalergeni).

#### 4.5.8.4. Delovanje na kožu

Oboljenja kože izazivaju kiseline, baze, rastvarači, deterdženti. Industrijski dermatitis

#### 4.5.8.5. Toksično dejstvo

Prodirlanjem otrova u organizam dolazi do trovanja (intoksikacije). Oblik trovanja zavisi od ekspozicije i apsorbirane količine otrova.

Trovanja se dele na:

- Akutno trovanje
- Subakutno trovanje
- Hronično trovanje

#### 4.5.8.6. Mutageno dejstvo

Modifikacije su promene izazvane činiocima životne sredine koje se ne javljaju u sledećoj generaciji. Kada se neka vrsta podvrgne novim uslovima životne sredine, dolazi do njihovog adaptiranja usled modifikacionih promena (evolucija).

Mutacije su hemijske promene gena, njihovog broja i redosleda u hromozomima i one se prenose na sledeće generacije. Činioci životne sredine koji izazivaju mutacije se zovu mutageni.

#### 4.5.8.7. Kancerogeno dejstvo

Agensi životne sredine koji izazivaju nastanak malignog oboljenja su kancerogeni agensi.

Prema podacima Međunarodne agencije za istraživanje raka (IARC - The International Agency for Research on Cancer ) evidentirano je 783 kancerogena.

Neorganski kancerogeni: neki teški metali i njihova jedinjenja, radionuklidi  
Organski kancerogeni: PAU, aromatična azo jedinjenja, hlorni derivati ugljovodonika.

#### 4.5.8.8. Embriotropno dejstvo

Teratogeno dejstvo podrazumeva anomalije u razvoju ploda, prouzrokovane strukturnim, funkcionalnim i biohemijskim promenama u organizmu majke i ploda.

Teratogeno dejstvo se pripisuje velikom broju pesticida, nekim lekovima i

antibioticima.

Embriotoksično dejstvo ZS podrazumeva sniženje težine i dimenzije embriona ili njegov smrtni ishod.

Embriotoksično dejstvo se pripisuje supstancama: hloropren, benzen, živa i dr.

*Stepen opasnosti ZS karakteriše se:*

- Pragovnom dozom ili koncentracijom,
- Toksično nesmrtonosnom dozom ili koncentracijom - subletalna,
- Toksično smrtonosnom dozom ili koncentracijom.

#### 4.5.9. Pokazatelji toksičnosti

LD<sub>50</sub> - (letalna doza) je ona količina hemijske supstance izražena u odnosu na kilogram telesne težine, koja pri jednokratnom unošenju u roku od 14 dana uzrokuje uginuće polovine eksponiranih eksperimentalnih životinja.

LC<sub>50</sub> - (letalna koncentracija) je koncentracija para ili gasovitih supstanci u vazduhu izražena u mg/m<sup>3</sup> koja u toku jednokratnog udisanja u toku 3 sata izazove uginuće polovine eksponiranih eksperimentalnih životinja.

#### 4.6. Toksične materije koje se upotrebljavaju i pojavljuju tokom eksploatacije nafte i gasa

Površinski aktivne materije mogu da predstavljaju značajne aspekte kod opasnosti po zdravlje. Većina surfaktanata deluju kao iritanti pri kontaktu sa kožom i sluznicom kada se udahnu. Naftni i aril sulfonati pokazali su kancerogenu aktivnost kod životinja, a tokom njihovog zagrevanja dolazi do produkcije sumpor oksida.

Sulfonacija (uvođenje sumpora u ugljovodonična jedinjenja) se obično odvija na licu mesta, što ukazuje da može doći do potencijalno visoke ekspozicije sumpornih jedinjenja. Sinergijski efekat i rastvaranje drugih opasnih agenasa može smanjiti ili eliminisati efekat dodavanja surfaktanata u postupcima forsirane eksploatacije nafte.

Hemikalije koje se dodaju kao biocidi sa aspekta toksičnosti predstavljaju značajni rizik. Hemikalije koje se dodaju kao biocidi su uglavnom na bazi fenolnih jedinjenja. Ova jedinjenja sa aromatičnim (benzen) prstenom za koji hidroksil (OH-) grupa vezana-javljaju se i u sirovoj nafti i njenim frakcijama, a u visokoj koncentraciji i u kiseloj naftnim ekstraktima. U fenolna jedinjenja spadaju fenol, krezole, thiophenols, alkil fenole i alkil krezole. Oni su generalno rastvorljivi u vodi i mogu se javiti u svim vrstama otpada: čvrstom, tečnom i prilikom atmosferska emisije. Fenolna jedinjenja su kisela i pri kontaktu su korozivna za kožu, oči i sluzokožu. Većina fenola se lako apsorbuje u telo, u slučaju kontakta ili izlaganjem. Prilikom testiranja na životinjama za fenole je utvrđeno je da deluju kao kancerogeni i ko-kancerogeni i izazivaju niz citoloških i genetskih promena.

Fenol lako ulazi u telo kroz niz putevima, uključujući perkutalnu apsorpciju, inhalaciju i gutanje (NIOSH 1976). Zbog svoje relativno niske stabilnosti (lakog isparavanja) i karakterističnog mirisa, on često predstavlja respiratornu opasnost i na sobnoj temperaturi. U slučaju visoke koncentracije, prilikom kontakta sa kožom i sluzokožom dolazi do ozbiljnih povreda. Simptomi posle izlaganja mogu uključivati: mučninu, povraćanje, otežano disanje, plućni edem (akumulacija tečnosti u plućima), glavobolju, vrtoglavicu, vizuelne smetnje, konvulzije (grčenje mišića) i delimičnu paralizu.

Prosečna humana-smrtonosna doza je u opsegu od 15 grama, ali postoje zabeleženi slučajevi da je i 1 gram unetog fenola izazvao smrt, čak i unošenje, apsorpcijom kroz kožu (Windholz 1976). Hronično izlaganje može dovesti do poremećaja rada pluća i jetre.

Hlorirani fenoli kao što su pentahlorfenol i 2,4,5 trichlorophenol (2,4,5-T) mogu biti kontaminirani hlorisanim dioksinima i dibenzoturanima.

Glutaraldehyd, formaldehyd, a paraformaldehyd mogu delovati kao pojačivači osetljivosti (sensitizer) i kancerogene materije. Agensi koji su zasnovani na polisaharidima i poliakrilamidima predstavljaju značajanu inhalacijonu opasnost. Uočeno je da ksantan guma izaziva groznicu sličnu izlaganju polimerima i metalnim parama.

Znaci i simptomi kod ovih trovanja su nespecifični, ali su generalno liče na gripu i uključuju groznicu, drhtavica, muku, glavobolju, umor, bolove u mišićima i zglobovima, gubitak apetita, otežano disanje, pneumonija, bol u grudima, promene krvnog pritiska, i kašalj. Dolazi do sušenja ili nadraživanja grla što može dovesti do promuklosti. Simptomi težih trovanja dovode i do peckanja u telu, šoka, urinarnih tegoba, kolapsa, konvulzije, skraćivanja daha, žutih beonjača ili kože, osipa, povraćanja, vodene ili krvave dijareje, niskog ili visokog krvnog pritiska, koji zahtevaju hitnu lekarsku pomoć. Simptomi slični gripu obično nestaje u roku od 24 do 48 sati. Potpuni oporavak često zahteva jednu do tri nedelje.

Hidrazin i hinolin koji se javljaju tokom in situ sagorevanja su kancerogeni i potencijalni su senzibilizatori, što je dokazano eksperimentalno ispitivanjem na životinjama.

U većim količinama, agensi za heliranje kao što su etilen diamin tetra sirćetna kiselina (EDTA) mogu blokirati mineralne kofaktore u sluzokoži, što dovodi do pojačane apsorpcija drugih toksičnih agenasa. (Kofaktori su supstance čije prisustvo je neophodno za aktivnost drugih supstanci npr.enzima.)

#### 4.6.1.1. Vodonik sulfid (H<sub>2</sub>S)

Vodonik sulfid (H<sub>2</sub>S) je vodeći uzročnik smrti na radnom mestu (NIOSH 1976). Značajne količine se izdvajaju i proizvode u rafinerijama, koji su obično proizvod konverzije sumpora ili proizvodi gorenja otpadnih gasova na baklji. Većina izveštaja o posledicama toksičnosti H<sub>2</sub>S na ljude, opisana su akutna trovanja na radnom



mestu.

Akutna izloženost visokim koncentracijama, obično preko 1.000 ppm, proizvodi trenutno nesvesnost i smrt u nekoliko minuta zbog respiratorne paralize. Pri nižoj koncentraciji (200 ppm ili manje) vodonik sulfid može izazvati iritaciju očiju; konjuktivitis; zamagljen vid; i plikove na rožnjači, njenu neprozirnost, i karijes. Prisustvo ugljen disulfida ubrzava razvoj ovih simptoma. Simptomi obično nestaju u roku od nekoliko dana, ali sekundarna bakterijska infekcija može dovesti do trajnog oštećenja.

Pragovi za utvrđivanje vodonik sulfida čulom mirisa zavise od njegove koncentracije i vremena izloženosti. Donja granica za H<sub>2</sub>S detekciju mirisa je 0,02 do 0,03 ppm. U koncentracijama do 30 ppm ona H<sub>2</sub>S ima miris na pokvarena jaja, dok je iznad 30 ppm može imati slatkast miris. Iznad oko 100 ppm, vodonik sulfid se, možda, neće detektovati mirisom, usled mirisnog zamora, što može proizaći i iz produženog izlaganja nižim koncentracijama. Stoga, se ne može osloniti na čulo mirisa kao upozorenje opasnih H<sub>2</sub>S koncentracija. Glavobolje su uobičajeni rezultat izlaganja niskim koncentracijama H<sub>2</sub>S. Postoji nekoliko izveštaja kako stalni negativni efekti zbog dugotrajne izloženosti na H<sub>2</sub>S ispod 50 ppm utiču na ljude. Kod ispitivanja na životinjama, utvrđeno je da je maksimalni limit na dugotrajnu izloženost 10 ppm, i ograničenje od 50 ppm (70 mg po m<sup>3</sup>) za kratkoročnu izloženost (NIOSH 1977).

Nema literaturnih izveštaja o povezanosti izlaganja ljudi H<sub>2</sub>S-u sa sa kancerogenim, mutagenim, ili teratogenim (uticaj kod porođaja) uticajima. Hronična izloženost H<sub>2</sub>S i ugljen disulfid kombinacije izazvali slabe teratogena efekte kod pacova. Nema raspoloživih informacija o stepen niskog nivoa hroničnih i akutnih izloženosti između rafinerije radnika i lica u susedstvu rafinerija.

Vodonik-sulfid je teži od vazduha i može da se akumulira u toksičnim nivoima u zatvorenim prostorima kao što su jame, kanalizacije i niska područja. H<sub>2</sub>S ima gornje i donje eksplozivne granice 4,3 posto i 45,5 posto, redom. Savezni propisi zahtevaju mere predostrožnosti kako bi nivoi koncentracije H<sub>2</sub>S bile ispod 0,43 procenata (4,300 ppm), odnosno 10 posto niže od granica eksplozivnosti. Jer H<sub>2</sub>S lako izaziva koroziju i krtoost metalnih cevi i armature, pa oni zahtevaju čestu inspekciju, nadzor i održavanje.

Kad se H<sub>2</sub>S vrlo često može sresti na radnom mestu potreban je obiman monitoring i alarmni uređaji, obuka zaposlenih, i respiratorna oprema.

Dostupne epidemiološke studije sugerišu da pojedinci mogu biti naročito podložni H<sub>2</sub>S na niskim nivoima.

Tokom zagađenja vazduha u incidentu u 1964 godini u Terra Haute, Indiana, primećene su iritacije očiju i pluća, mučnina, grčevi u stomaku, glavobolja, akutni napadi astme, poremećaji spavanja su primećeni u opštoj populaciji, koja je bila izložena dejstvu H<sub>2</sub>S-a na manje od 0.125 ppm.

Može da postoji naročita opasnost od trovanja kod podložnih osoba kao što su stara

lica, novorođenčad, nemoćni, i oni sa plućnim ili srčanim bolestima. Osetljive osobe, ne treba da se zapošljavaju na mestima koja su potencijalno izložena dejstvu H<sub>2</sub>S.

#### 4.7. Hemijske reakcije i sinergijski toksični efekti

Hemijske reakcije i sinergijski toksični efekti između različitih jedinjenja koji se pojavljuju tokom eksploatacije nafte su uglavnom nepoznati. (Sinergijski efekti toksičnosti sirove nafte i njenih zagađivača, i jedinjenja koje se nailaze u reznicama.) Radnici na bušotinama i u drugim fazama pripreme i prerade nafte i drugih derivata, izloženi su čitavom nizu kontaminanata, koji izazivaju neželjena dejstva, a kod velikog broja njihova pojedinačna i međusobna dejstva nisu dovoljno istražena.

#### 4.8. Šta utiče na nastajanje zdravstvenih problema?

Na zdravlje i nastajanje zdravstvenih problema može da utiče čitav niz različitih faktora.

Eksploatacija nafte i gasa je aktivnost koja je u stalnoj ekspanziji, pa se broj potrebnih, iskusnih radnika, svakim danom povećava, a može se pretpostaviti da su mnogi radnici nemaju veliko znanje i iskustvo sa mehaničkim, zapaljivim, eksplozivnim i toksičnim opasnostima sa kojima se rutinski susreću.

U svetu, mnoga bušenja, a posebno istraživačko bušenje, vrše male, nezavisne kompanije. Ovi faktori, u kombinaciji sa prirodom isplake i dodatnim materijama za poboljšanje efikasnosti eksploatacije, može da doprinese pojavi neželjenih profesionalnih zdravstvenih problema među naftnim terenskim radnicima.

Ovi problemi mogu biti teško proceniti, jer su ti radnici veoma mobilni i često žive i rade u izolovanim, nerazvijenim područjima, nemaju sofisticirane medicinske ustanove i stručnu medicinsku pomoć.

##### 4.8.1.1. Opasnost po zdravlje

U zavisnosti od toga koliko je široko rasprostranjeno korišćenje hemikalija, koje su koncentracije prilikom korišćenja i koje su to vrste materija, tehnologije za proizvodnju nafte mogu imati negativne uticaje na zdravlje.

#### 4.9. Karakteristični kontaminanti za pojedine metode poboljšanja iscrpka

Kod korišćenja mešavine fluida za poboljšanje iscrpka nafte podrazumeva se profesionalna izloženost različitim kontaminantima, koji u zavisnosti od primenjenih metoda mogu biti različiti od onih koji se koriste za metodu poboljšanja iscrpka „plavljenjem“. Dve takve tehnologije koje se primenjuju su metode „plavljenja“ ugljovodonicima i sa CO<sub>2</sub>, kod kojih se koriste smeše gasova, koje se koriste kao noseći fluidi. Kod ovih metoda je naročito izražen rizik od požara i eksplozija povezanih sa korišćenjem - injektiranjem mešljivih ugljovodonika.

Kod metode CO<sub>2</sub>, „plavljenja“, koja je u široj upotrebi postoji rizik od gušenja radnika. Rizik od gušenja se pojavljuje u svim fazama: kod rukovanja gasom za ubrizgavanje, kod skladištenja na licu mesta, ili tokom samog procesa ubrizgavanja (U.S. Department of Energy 1978). Pored CO<sub>2</sub> koji je proizvod direktnog korišćenja u emitovanoj mešavini gasa može da se nalazi i vodonik sulfid koji se formira u naftnom rezervoaru. Ova mešavina gasova, zatim, se može reciklirati nazad u rezervoar. Ako se to dogodi, radnici mogu biti izloženi toksičnim efektima H<sub>2</sub>S.

Metode pri kojima se primenjuju vodene mešavine (micellar / polimer) i termičke metode (pare i in situ) za poboljšanje efikasnosti ekstrakcije nafte predstavljaju značajnu zdravstvenu opasnost, kako za radnike, tako i za javnosti. Tehnologija micellar/polimer koristi različite grupe hemikalija, npr surfaktante, cosurfactants, pufere mobilnosti, elektrolite, sredstva za prethodno ispiranje (pre-flushing), baktericide, i različite ugljovodonike koji mogu biti deo micelnog doziranja (Schumacher 1978). Unutar svake od ovih grupa postoje mnoge specifične jedinjenja koja se mogu koristiti (U.S. Department of Energy 1978). U principu, procenjeno je da se za svaki barel nafte tokom metoda za povećanje iscrpka ubrizgava u rezervoar oko dva kilograma hemikalija (SAD Department of Energi 1978).

Termalne tehnologije, posebno ubrizgavanje pare, može dovesti do opasnih izloženosti. Trenutno, ubrizgavanje pare je najčešće korišćen metod za povećanje iscrpka nafte u SAD, a prvenstveno u Kaliforniji (SAD Odeljenje za energetiku 1978). Oko 15 galona sirove nafte, koji sadrže do 2 odsto sumpora, mora se spaliti kao energent u parnim kotlovima ubrizgati dovoljno pare za proizvodnju 1 barrela (42 galona) nafte (U.S. Department of Energi 1978). Takvo sagorevanje proizvodi velike količine emisije u atmosferu. Proizvedeni polutanati su oksidi sumpora i azota, kao i čestice (U.S. Department of Energy 1978). Druge studije o emisijama takvog sagorevanja pokazale su da se tokom emisije proizvode i aldehidi, policiklični aromatični ugljovodonici, kao što benzo (a) piren, ugljen monoksida, ugljovodonici i sumpor trioksid proizvedeno (Schumacheru 1978).

I ako se in-situ sagorevanje, i druge termalne metoda povećanja iscrpka, javljaju duboko unutar naftnog rezervoara, one, takođe, mogu proizvesti emisiji iz proizvodne bušotine. U gasnim otpadnim tokovima otpada analizom je utvrženo da se tokom in-situ sagorevanja, mogu detektovati ugljen monoksid, ugljen dioksid, kiseonik i laki ugljovodonici (metan, etan i propan).

#### 4.10. Načini uticaja toksičnih materija

Osnovni način uticaja na zdravlje ljudi i okolinu, tokom eksploatacije nafte je emisijom toksičnih materija u atmosferu.

Eksploatacija nafte može dovesti do značajne emisije toksičnih materija iz sirove nafte: ugljovodonika i isparljivih sastojaka sirove nafte, uključujući potencijalno kancerogenih benzena.

Pored toga, neurotoksični niži alkani mogu isparavati iz čitavog niza izvora, tokom

različitih aktivnosti tokom eksploatacije.

PAH (Polycyclic aromatic hydrocarbons) i druga teža jedinjenja mogu biti suspendovana u aerosolima, kondenzovana na česticama ili isparljiva zbog visokih temperatura.

Tokom eksploatacije i tretmana sirove nafte mogu se formirati isparljivi i tečni nitrozamini, hemijska jedinjenja, nitrozo grupa vezanih za amin. Većina nitrozamini su kancerogeni.

Tokom emisije štetnih materija ljudi i okolina mogu biti izloženi direktnom uticaju i indirektnim efektima emisije, koji se mogu javiti kao posledica atmosferskih interakcija ili transformacija.

Indirektni efekti vezani sa emisijom organskih i proizvoda sagorevanja u atmosferu i njihov širenje (transport), još uvek nisu dovoljno istraženi, ali se zna da specifični produkti emisije kao što su policiklična aromatičnih ugljovodonika, su indukuju stvaranje različitih vrsta kancera (Stokinger and Coffin 1968; Laskin et al. 1970).

Atmosferski oksidanti su takođe pokazali da iniciraju ili deluju kao ko-karcinogeni za kancerogeno dejstvo ovih ugljovodonika (Ayers and Buehler 1970; Altshuller and Bufalini 1971). Ostale uticaje na zdravlje, takođe, su proučavali Hamer, et al. (1974) i utvrdili su da dolazi do kašljanja i nelagodnosti u grudima, kada su i su zdravi pojedinci izloženi koncentracijama oksidanata, koji su produkti sagorevanje, u koncentraciji između 0.25 i 0,39 ppm. Osim toga, nivo aldehida povezan je sa stepenom iritacije oka (Renzetti and Bryan 1961).

Veliki potencijalni štetan uticajima kod metode poboljšanja efikasnosti eksploatacije (isključujući zagađenje vazduha iz parnog injektiranja i kod in-situ procesa sagorevanja) može nastati hemijskim zagađenjem vode. Luženje i transportni potencijali nafte i raznih hemikalija koje se koriste za poboljšanje efikasnosti eksploatacije ili emisija produkata u podzemne zalihe pitke vode favorizuju postupke koji dovode do štetnog uticaja.

Toksičnost sastojaka nafte, hemikalija koje se nalaze u isplaci, i agenasa za povećanje efikasnosti eksploatacije nafte, može značajno povećati kada se voda hlariše pre javne upotrebe. U tom slučaju se mogu formirati kancerogene materije, kao što su: halogeni metani, hlorigani fenoli itd.

Kontaminacija bilo slatkovodnih izvora, naročito ako se oni koriste kao izvori pitke vode, može imati potencijalno ozbiljne posledice po zdravlje.

Zdravstveni efekti će zavistiti od faktora kao što su količina i specifična toksičnost jedinjenja koje je u pitanju.

Fugitivna emisije (curenje) ugljovodonika i drugih agenasa iz slojne vode (brine), fluida i nafte, kao i njihovo curenje iz opreme, koja se koristi, može uticati na zdravlje onih koji žive u blizini naftnih bušotina.

Tablica 2: Kancerogeno dejstvo nekih od toksičnih materija, razvrstanih po

funkcionalnom korišćenju

Komponenta	Toksikološki podatak	Karcinogenost/Odziv	Način trovanja	Upotreba
Acrylamidediaacetone		–		Surfactant additive
Acrylmethylpropyl sulfonic acid		–		Surfactant
Acrylonitrle	TLV 20ppm	Neoplastigen	Inhalation	Surfactant additive/contaminant
Aluminum citrate		–		Fraction micellar slug
Alkyltoluene sulfonate	LD 50 2,480 mg/kg	–	Oral	Surfactant
Aniline	TLV 5ppm	Positive	Skin	Combustion, blocide
Aamonlum hydroxide	rac'd std. 50ppn	–	Eye	Alkaline flooding
Acrolein	TLV 0.1 ppm	–	Inhalation	Bactericide
Alkyl dimethyl benzyl ammoniun-chloride	LDLO 50 mg/kg	–		Bactericide
Alkyl dichlorophenol (2,4)	TDLO 312 mg/kg	Positive	Skin	Bacterlcide; fraction micellar
Ammonium chromate		–		Cosurfactant
Alkyl phenoxypolyether	LD50 2,140 mg/kg	–	Oral, skin (rat)	Surfactant
Alkyl benzene sulfonates;				
p-n alkyl	LD 50 1,850 mg/kg	–	Oral (rat)	Surfactant
linear alkyl	LD 50 650 mg/kg	–	Oral (rat)	
Alkyl ortho xylene sulfonate	LDLO 500 mg/kg	–	lpr (ouuae)	Surfactaot -
Acrylamide copolymer	TLV 0,3 mg/m <sup>3</sup>	–	Skin	Mobililty control agent
Acrylanlde homopolymer				Mobililty control agent
Acrylic acid	DOT label: Corrosive	–		Surfactant additive
Alkyl aryl naphthenic sulfonate		–		Surfactant

Alpha olefin sulfonate		.		Surfactant
Alkylene oxide (see Ethylene oxide, Methylene oxide)				Surfactant
Benzene	TLV 25ppm	Neoplastigen	Inhalation	Fraction micellar slug
n-Butanol	TLV 150 ppm	—	Inhalation	Cosurfactant
Benzyl alcohol	LDLo 500 mg/kg LC 50 1,000 ppm/8h		Oral, Inhalation (rat)	Co-surfactant
Cresol (hydroxytoluene)	TLV 5 ppm	Neoplastigen	Skin	Cosurfactant
Cyclohexanol	TLV 50 ppm TLo 75 ppm	—	Inhalation	Cosurfactant
Calcium sulfate	TLV 10 mg/m <sup>3</sup> TLo 194 g/m <sup>3</sup> / 10y		Inhalation	Bactericide
Cadmium	TLV 0.05 mg/m <sup>3</sup>	Positive	Inhalation	Bactericide
Carboxymethylcellulose	(Nontoxic) 2,700 mg/kg	---	Oral (rat)	Mobility control agent

From (inset) R. Baker, *A Primer of Offshore Operations*, 2nd ed., Petroleum Extension Service (PETEX), © 1985 The University of Texas at Austin, all rights reserved; R. Baker, *Oil & Gas: The Production Story*, Petroleum Extension Service (PETEX), © 1983 The University of Texas at Austin, all rights reserved

U tablici 2. date su vrednosti, vezane za toksikološki značaj pojedinih komponenata: TLV Granična vrednost.

LD50 Doza na kojoj 50 odsto predmetnih životinja umre

LDLo Doza na kojoj je manje od 50 procenata predmetnih životinja umre

TLo Nizak prag koncentracije

TDLo Nizak prag doze

--- Nije evidentirana karcinogena aktivnost

#### 4.11. Zdravstveni efekti eksploatacije prirodnog gasa

Osnovne istražne i procedure bušenja koje se koriste za prirodni gas bitno ne razlikuju od onih za naftu (University of Oklahoma 1975). Potencijalni specifični efekti po zdravlje odnose se na postupke separacije nafte i gasa na proizvodnoj lokaciji. Kako se separisan gas dalje tretira na proizvodnoj lokaciji određuje koliko su to potencijalno opasne operacije, i koliko mogu uticati na radnike i okolinu.

Od direktnog interesa sa stanovišta zdravstvenih uticaja je činjenica da je prirodni gas može imati različite koncentracije vodonik-sulfida. U jednoj od studija koja je pokrila različita geografska područja, pominju se reprezentativni uzorci sa sadržajem vodonik sulfida u opsegu od 0 do 35 procenata (Leggett i Villiams 1979).

Ukoliko se gas obrađuje, a ne spaljuje, toksična vodoniksulfidna komponenta će biti izolovana i koncentriše se.

Pored, isticanja gasa, glavni zdravstveni problem vezan je za spaljivanje gasa i za njegove produkte sagorevanja. Procenjuju se količine oksida sumpora i vodonik-sulfida koje se emituju tokom spaljivanja. Pod pretpostavkom da prirodni gas sadrži u proseku 0,5 mol procenata sumpora, oko 250 miliona kubnih metara godišnje sulfida su emitovani u atmosferu gasovitih oksida sumpora i vodonika iz baklji i kao odbegli gubici, isticanjem (Wilkins 1977). Moraju se razmatrati potencijalni uticaji na zdravlje i iz unapređenih metoda eksploatacije, fraktuiranja i usmerenog bušenje, pored onih iz konvencionalnih tehnika eksploatacije.

Nove tehnologije za eksploataciju gasa koji se sastoje od upotrebe niskih temperaturama i egzotičnih-specifičnih fluida i visokog pritiska, još uvek nisu dovoljno izdefinisane sa aspekta opasnost po zdravlje. Može se uočiti da mnoge opasnosti povezane sa konvencionalnim metodama (npr toksičnost sumporovodonika, sagorevanje sumporovodonik, i emisije sagorevanja-vezanih za naftu) odnose se i na nove tehnologije.

## 5. Zdravlje, sigurnost i upravljanje životnom sredinom u kontekstu: učenja iz incidenata

### 5.1. Istraživanje incidenata, efikasna identifikacija uzroka i davanje preporuka za poboljšanje

#### 5.1.1. Zašto se treba istražiti nesreća i incident

Postoje dva razloga zbog kojih treba ispitati nesreća i incidentat. Prvi razlog je da se utvrdi njihov uzrok, a druga je tako da se informacije koje su dobijene iz istrage mogu koristiti kako bi se sprečilo da se nesreća ili incident ponove.

Istraga ne treba da se koristi kao sredstvo za raspodelu krivicu za nesreću ili incident. Zaposleni bi trebalo da budu ohrabreni da daju svoju punu saradnju sa istražnim timom, a to bi možda bilo ugroženo ako bi oni mislili da na taj način mogu biti odgovorni, na neki način, za događaj.

Postoje rizici i opasnosti u okviru svih radnih mesta, kao i mere koje se uspostavljaju; da bi se one eliminisale, ili smanjile na prihvatljiv nivo, cilju sprečavanja nesreće ili incidenta koji mogu biti opasne i/ili dovesti do povrede, narušavanja zdravlja ili imovinske šteta. Sama činjenica da je došlo do nesreće ili incidenta znači da su te mere kontrole rizika bile u vreme nastanka rizika, verovatno, bile manje efikasne nego što se očekivalo.

Osim toga, nesreću i incidentat treba ispitati i sa pravnog, kao i sa finansijskih aspekata.

#### 5.1.2. Pravni razlozi za istragu nesreća i incidenata

Da se pokaže da kompanija ispunjava svoju zakonsku obavezu da istraži nesreće i incidente.

Osobe koje su pogođene nesrećom mogu da pokrenu postupak protiv firme. Shodno tome, poslodavci bi trebalo da stave na raspolaganje informacije u vezi sa okolnostima koje su dovele do nesreće, što je rezultat istrage.

Ako je potrebno, kompanija može da dokaže na sudu svoju posvećenost i pozitivan stav prema zdravlju i bezbednosti obezbeđivanjem dokaza koji se dobijaju detaljnom istragom nesreće, i koji kasnije omogućuju da se preduzmu koraci u merama za sprečavanje ponavljanja ove nesreće.

#### 5.1.3. Finansijski razlozi za istragu nesreća i incidenata

Informacija iz istrage nesreće, daje neophodne podatke osiguravajućem društvu u pripremi materijala u slučaju tužbe.



Istražni postupci opasnih incidenata i otklanjanje uzroka, kao što je bekstvo od zapaljivih para, može da spreči ponavljanje incidenta sa potencijalnim katastrofalnim rezultatima, na taj način se sprečavaju troškovi popravke i zamene i nepotrebni troškovi, kao i potencijalno spašavanje života i prevencija povreda.

#### 5.1.4. Ostali razlozi za istragu nesreća i incidenata

Informacije i saznanja stečena iz istrage nesreća i incidenata su od neprocenjive vrednosti.

Kada se sprovede detaljna istraga, dobijaju se odgovori:

Kako i zašto se nesreća/Incident se dogodio.

- 1 Kako se radna praksa i procedure razlikuju od onoga što bi trebalo da bude (na primer zaposleni može da bude izložen neprihvatljivim rizicima da bi njegov rad bio lakši ili brži).
- 2 Kako izloženost uslovima (npr buke, hladnoće, toplote) ili supstance (npr hemikalija, zračenja, gasovi) može uticati na zdravlje zaposlenih.
- 3 Slabosti ili nedostaci u proizvodnim sistemima pri čemu se određenim istražnim scenariom događaja izlažu te slabosti ili greške. Na primer, suviše brzo otvaranje odlivnog ventila može dovesti do stvaranja višeg pritiska od bezbednog radnog pritiska u cevovodu, što može da dovede do isticanja proizvoda na prirubničkim spojevima. Korektivne mjere će se fokusirati na sigurne radne postupke, mogućnost ekcesnih situacija u sistemu pritisak ili ugrađivanje jačih prirubničkih spojeva.
- 4 Istragom se ističu slabosti u postojećim merama za kontrolu rizika, što omogućava poslodavcima da razmotre i dopune mere za kontrolu rizika u cilju sprečavanja nesreća / incidenata u budućnosti. Lekcije naučene u jednom odeljenju jedne organizacije može se koristiti u drugim odeljenjima, čime se benefiti dobijaju u celini organizacije.

#### 5.2. Koristi od istražnih radnji vezanih za nesreće i incidenate

Kao i informacije i saznanja koji se dobijaju iz istrage nesreća i incidenata, postoje i opipljive koristi. Slede primeri takvih prednosti:

- 1 Informacije dobijene kao ishod istrage mogu u kompaniji pomoći da se uvedu, ili poprave zaštitne mere kako bi se sprečilo ponavljanje sličnih nesreća i incidenata u budućnosti.
- 2 Kompanija može da izbegne poslovne gubitke ako se uzmu u obzir ishodi istrage sprečavanjem odigravanja nesreća ili incidenata u budućnosti. Na primer, isticanje zapaljivog proizvoda koji smo ranije naveli, je eliminisano pre nego što je isticanje eskaliralo u potencijalno katastrofalni incident. Koristi od korektivnih akcija mogu se iskazivati u broju potencijalno sačuvanih

života kao i potencijalne uštede troškova popravke i zamene i izgubljenog prihoda.

- 3 Ostalo smanjenje troškova može uključivati troškove pravne akcije koja bi mogla da se pokrene protiv kompanije; povećanje premija osiguranja; i gubitak posla zbog loše reputacije, što dovodi do izgubljenih poslova.
- 4 Razvoj kulture zdravlja i bezbednosti u okviru kompanije. Nakon istrage, sve mere koji se uvode u radnu organizaciju, kao rezultat nalaza, će biti lakše prihvaćen od strane radne snage, naročito ako su uključeni u proces donošenja odluka.
- 5 Menadžerske veštine će biti razvijane tokom bilo koje istrage i one se mogu koristiti u drugim odeljenjima u okviru organizacije.

### 5.3. Propusti i bliska mogućnost dešavanja opasnih pojava

Pored važnosti istrage nesreća i incidenata, takođe je korisno da se istraže i propusti i bliska mogućnost dešavanja opasnih pojava koje nisu dovele do povrede. Samo zato što niko nije povređen, jednom prilikom, ne znači da ako se isti događaj desi ponovo, da će i rezultat biti isti.

Bez obzira da li se incident klasifikuje kao nesreće, ili propust i bliska mogućnost dešavanja opasnih pojava, istraga bi trebalo da ima isti stepen važnosti, a nalazi će biti korisni u bilo kom slučaju u sprečavanju ponavljanja. Posebni je potrebno pozabaviti se identifikacijom problema, zašto su mere kontrole koje su već na snazi propustile da spriječe incident i koje nove mere treba uvesti da bi se popravila situaciju. Sve informacije, iskustva i znanja, dobijena na osnovu istraživanja incidenta takođe će biti korisna u samoj organizaciji da bi se povećala svest o zdravstvenim i sigurnosnim pitanjima.

### 5.4. Kategorizacija incidenata

Svaka nesreća i incidenta imaju neku posledicu / ishod. Ako su nesreće/incidenati razvrstani na osnovu njihovih posledica, moguće je da im se daju odgovarajući stepeni pažnje i / ili istrage. Na primer, nesreća u kojoj je neko povređen tako što se posekao na limenku kutiju ne bi trebala da ima isti nivo istrage kao isticanje ugljovodoničnog gasa.

Ishod je efekat neplaniranog, nekontrolisani događaj i može da varira od malog isticanja pare koje ne izaziva nikakve štetne posledice i rasipa se u atmosferu, do velikog incidenta sa rušenjem objekta i brojnih povreda.

Ishod može rezultirati jednom od sledećih šteta i povreda:

1. Lakše povrede
2. Značajne povrede
3. Velike povrede

4. Opasna pojava ili samo šteta
5. Bliska mogućnost dešavanja, Za dlaku

#### 5.4.1. Ishod - povreda

Povreda je fizičko oštećenje ili štetu koju je pretrpelo lice.

**Lakše povrede** - do povrede koja ne podrazumeva odsustvovanje sa posla.

**Značajne povrede** su one koje nisu velike, ali izazivaju povredu lica, koja odsustvuju sa posla ili nisu u stanju da daju svoj puni doprinos na normalnim zaduženjima

**Velike povrede** su one koje se mogu smatrati kao ozbiljna pretnja za zdravlje osoba i / ili dobara.

#### 5.4.2. Ishod - opasan događaj ili samo šteta

Opasan događaj ili samo šteta je događaj koji nije uključio povredu ali koji se desio.

Neki primeri su:

- Požar ili eksplozija koja nije rezultovala povrednom
- Curenjezapaljivog ili toksičnog gasa, para ili fluida
- Zaustavljanje ili otkaz delova dizalice
- Eksplozija, zaustavljanje ili otkaz posude ili pripadajućeg cevovoda
- Kratak spoj koji je izazvao varničenje

#### 5.4.3. Ishod - zamalo

Zamalo je nesreća, neplanirani incident ili događaj koji nije rezultovao povredom. Primer je otpadanje materijala sa skele na radnike ispod nje. Takav događaj mora biti prijavljen kako se ne bi ponovio.



Slika 4: Oznaka za zamalo-mogućnost

## 5.5. Obuka za istražni tim

Bilo kakav incident ili događaj podrazumeva formiranje tima ljudi sa različitim veštinama u zavisnosti od onoga za šta su stručni. Tim najčešće uključuje:

- Vođu operativnog tima
- Radnik bezbednosti na polju ili platformi ako je u pitanju offshore instalacija
- Predstavnici bezbednosti
- Oblasne vlasti (odgovorni za oblast gde se incident dogodio)
- Viši onshore menadžeri
- Inspektori specijalisti
- Poslovođe sa bušotine

Istražni tim mora da se obučava i da dobije informacije o:

- Svojim ulogama i odgovornostima
- Kako da identifikuju koji događaj mora biti prijavljen
- Kako da kompletira dokumentaciju
- Kako da koristi Knjigu akcidenata, regulativa i zahteva kao istorijske informacije
- Dokumenta i forme relevantne za istragu - eksterne i interne
- Značaj izveštavanja o incidentima/nesrećama i opasnim događajima za potrebe istrage i praćenja takvih događaja
- Širenju informacija i prepoznavanju kome se te informacije dostavljaju

## 5.6. Istraga o nesreći/nezgodi

Principijelno postoji proces istrage o nesreći/nezgodi sastoji se iz četiri koraka:

- Prvi korak - pribavljanje informacije
- Drugi korak - analiza informacije
- Treći korak - identifikacija mera upravljanja rizika
- Korak četiri - formiranje akcionig plana i njegova implementacija

### Korak 1 - prikupljanje informacija

Neke informacije potrebno je istražiti sa mesta događaja i čuvati ih od dalje distribucije sve dok tim ne bude zadovoljan sa svim onim činjenicama koje smatraju da su potrebne.

Recimo momenat kad su sve fotografije i skice uradjene. Ako je nezgoda ozbiljna dovoljno da uključi i angažovanje vlasti i/ili policije, u tom slučaju mesto događaja

se mora zaštititi sve do dobijanja dozvole da se otvori.

Ukoliko mesto događaja predstavlja rizik za druge, onda se mora obezbediti, ali je potrebno fotografisati pre nego što dođe do nekog poremećaja na samoj lokaciji.

*Proces prikupljanje informacija mora da sadrži:*

- Istražuje sve opravdane pravce istrage
- Da li je pravovremeno - treba obaviti što je prije moguće nakon događaja
- Da li je strukturiran, postavljanje jasno onoga što je poznato i onoga što se ne zna, a evidentirano je u istražnom postupku.

Tokom ovog koraka potrebno je sakupiti informacije o:

- Tome šta se desilo
- Kada se desilo
- Ko je izazvao
- Šta je sve uključeno

Relevantne informacije obuhvataju skice, merenja, instrumentalna očitavanja, fotografije, kontrolne liste, dozvole za rad i detalje ekoloških uslova u relevantnom vremenu.

Mišljenja, iskustva i opservacije kao i događaje koji su doveli do nezgode/incidenta takođe se beleže.

#### 5.6.1. Sakupljanje informacija - opservacione tehnike

Opservacija je integralni deo istrage i rukovodioci i supervizori moraju biti obučeni za opservacione tehnike. Opservacija radne procedure identifikovaće onu praksu koja je nesigurna i koja se mora promeniti kako bi bila sigurna.

*Dobra opservaciona veština uključuje:*

- Poznavanje radnog mesta i procedura
- Objektivnost
- Sistematičan pristup

Svaka od ovih veština može pomoći u obezbeđivanju efektivne opservacije. Dobra opservacija temelji se na mnogim drugim tehnikama.

*Posmatrač treba da:*

- Odvoji dovoljno vremena za postmatranje kompletnog mesta događaja
- Da bude spreman na izmene na mestu nesreće od strane onih koji imaju motiv da isprave nebezbedne procedure
- Da koristi ABBI tehniku (Above, Below, Behind, Inside)
- Da bude radoznao i ispita zaposlene kako bi odredio rizike - njihovi stavovi mogu da budu važni izvori sagledavanja

- Da koristi sva čula uključujući čulo mirisa, vida, dodira i sluha
- Da bude otvoren i sagleda rešenja
- Da identifikuje, zapiše i ponovo uključi dibru praksu isto kao i lošu

#### 5.6.1.1. Sakupljanje informacija -tehnike intervjuisanja treba da uključe:

- Upotrebu onog stila intervjuisanja koji ne predstavlja optuživanje
- Postavljanje pitanja na način koji ne čini da se intervjuisani oseća neprijatno ili zastrašeno
- Sprovede intervju u poznatom okruženju kako bi bio manje okrivljujući
- Ohrabri saradnju dozvoljavajući svedocima da govore otvoreno svojim rečima
- Intervjuiše svedoke odvojeno ako bi sprečio da utiču jedni na druge
- Omogući zaključak o tome šta su svedoci rekli na način da obezbedi da je sve jasno i korektno

#### 5.6.1.2. Sakupljanje informacija -planovi:

- Nakon incidenta, bilo koji plan ili skica o tome gde su bili ljudi kao i nacrt mesta događaja koriste u pronalaženju uzroka incidenta /nesreće

#### 5.6.1.3. Sakupljanje informacija -fotografije:

- Fotografije mogu da obezbede dokaze o mestu događaja odmah nakon događaja. To je bitno zbog istrage koja teče a dokazi se mogu izgubiti.

#### 5.6.1.4. Sakupljanje informacija -relevantni zapisi i izvori informacija:

Količina informacija i dokazi koji se zahtevaju nakon događaja zavise od ozbiljnosti ishoda.

*Mogu da uključe:*

- Izjave oštećenih
- Planove i dijagrame
- CCTV izveštaje
- Procesne crteže, skice, merenja, fotografije
- Kontrolne liste, dozole za rad, metode
- Detalje ekoloških uslova
- Pisane instrukcije, procedure i procenjene rizike koji postoje u radu
- Zapise o prethodnim akcidentima
- Informacije sa sastanaka o bezbednosti i zdravlju na radu
- Tehnike informacije/vodiči/paneli
- Uputstva proizvođača

### 5.6.2. Istraga nesreće/incidenta korak 2 - analiza informacija

Analiza sakupljenih informacija treba da:

- Bude objektivna i bez predrasuda
- Da identifikuje posledice događaja i uslove koji su doveli do njega
- Identifikuje trenutne uzroke
- Identifikuje potporne uzroke tj delovanje u prošlosti a koji su doveli ili dozvolili neopažene nebezbedne uslove/praksu

Analiza tih informacija treba da rezultuje dostavljanjem razloga zbog kojih se događaj desio. Takođe može da postaje jasno koje još informacije nedostaju. Korisno je analizirati informacije dobijene kroz tekući proces tokom istrage obzornom da omogućuju ostalim pravcima da se razviju i prošire.

Uključivanjem svih članova istražnog tima, i razmatranjem različitih mišljenja proširuje se i stanovište dobijenih rezultata. Analiza treba da bude sprovedena sistematično kako ništa ne bi bilo propušteno i kako bi se nepristrasno doneo zaključak.

### 5.6.3. Istraga nesreće/incidenta korak 3 - identifikacija zahtevanih mera kontrole rizika

Nakon što su rezultati istrage evoluirali, oni će istaknuti nedostatke postojećih kontrolnih mera koje su dovele do incidenta. Oni također mogu odrediti koje bi kontrolne mere trebalo provesti kako bi se sprečilo buduće ponavljanje. Drugi ishod istrage nesreće je da će priorizovati koje mere kontrole rizika treba sprovести. Obično one kontrolne mere koje eliminišu rizik korišćenjem automatske kontrole jesu pouzdanije od onih koje zavise od ljudi.

Postoji i „hijerarhija kontrole rizika” koju treba postaviti na sljedeći način:

- Uklonili rizik sasvim.
- Zameniti rizik za nešto sigurnije.
- Primeniti automatske kontrole, kao što su prekid uređaja, i sl
- Primeniti administrativne kontrole, kao što su sigurni radni postupci
- Koristiti ličnu zaštitnu opremu (LZO), ali samo kao poslednje sredstvo ili u kombinaciji s drugim kontrolama.

### 5.6.4. Istraga nesreće/incidenta korak 4 - formiranje akcionog plana i njegova implementacija

Uključivanje višeg menadžmenta u formulaciji akcionog plana jeste potrebno, jer je taj nivo upravljanja uopšteno nivo koji donosi odluke unutar organizacije. Istražni tim će preporučiti dodatne mere kontrole rizika koje su određene kao rezultat istrage. Akcioni plan će odrediti koji kontrolne mere treba implementirati u kratkom roku i druge kao dugoročne mere.

Akcijoni plan treba da ima SMART ciljeve, tj :

- Specifične
- Merljive
- Dostižne
- Reane, i u
- Vremenskim rokovima

#### 5.6.5. Istraga nesreće/incidenta- analiza uzroka

Sada ćemo se detaljnije pogledati procesu analiziranja uzroka incidenta. Uzroci nesreća mogu svrstati u tri osnovna tipa neposredni uzroci, prikriveni uzroci i glavni uzroci.

- Neposredni uzroci su uglavnom nesigurne radnje i / ili uslovi.
- Prikriveni uzroci predstavljaju opšte proceduralne propuste.
- Glavni uzroci su uglavnom kvarovi sistema upravljanja.

##### Neposredni uzroci

Najočitiji razlog zašto se štetni događaj dogodi, na primer nedostaje zaštita; radnik se okliznuo; probijena je cevna prirubnica , itd. Postoji više b neposrednih uzroka utvrđenih u bilo kojem štetnom događaju. Neposredni uzroci su oni koji su odgovorni za nesreće i često ih je lako prepoznati.

##### Prikriveni uzroci

Što je manje očit „sistemski” ili „organizacijski” razlog za štetni događaj, na primer nisu sprovedene kontrole pre pokretanja mašine; ne poštuju se bezbednosne procedure, opasnosti nisu adekvatno razmotrene putem odgovarajuće i dovoljne procene rizika; proizvodni procesni pritisci su preveliki, itd

##### Glavni uzroci

Glavnim uzrocima smatraju se: opšte upravljanje, planiranje ili organizacioni propusti. Na primer, spomenuli smo situacije u kojima se ne sprovode sigurne radne procedure na, kao prikriveni uzrok. To može da bude zbog nedostatka obuke ili lošeg nadzora, koji su klasifikovani kao glavni uzroci.

Drugi primeri glavnih uzroka uključuju:

- Nedostatak pravila i / ili radnih postupaka
- Nedovoljne obuke
- Opšti nedostatak posvećenosti ka bezbednosti
- Nedovoljni nadzor
- Loše postrojenje, opreme i dizajna
- Loše radne uslove



### 5.6.5.1. Primer analize uzroka

Postoje mnoge tehnike koje se koriste u određivanju prave slike neposrednih uzroka udesa/incident, od kojih je jedna od tehnika „Tehnika primenom preispitivanja“. Kod ove tehnike se stalno postavlja pitanje "zašto?", a onda se odgovori primenjuju za crtanje pikturnog dijagrama, koji daje analizu uzroka „uzročnim drvetom“. Primena ove tehnike za ispitivanje uzroka nesreće vidi se u narednoj tabeli. Počinjemo gledajući krajnju posledicu i vraćamo se putem unazad pitanjem "zašto?". Tada možemo dobiti potpuna slika svih uzroka.

Joe je operater u kontrolnoj sobi na brodu, plutajućem skladištu proizvoda i istovarnoj (FPSO) platformi.

Zatražio je da se proveri senzor požara i gasa na koji se nalazi na izvesnoj udaljenosti od njegovog normalnog radnog mjesta. Odlučio je da ide prečicom kroz prostor u kome su se nalazile parne cevi. Joe tokom hodanja povređen i ukazao je sebi pomoć pomoću pribora za saniranje opekotina.

Započela je istraga incidenta. Hajde da sada prođemo naš put kroz istragu o nezgodi uključujući Joe-a, postavljajući mu niza pitanja. Ova pitanja imaju za cilj da otkriju činjenice, postepeno ih razvijajući, nalik na ljuštenje slojeva luka. Počinjemo sa poznatom činjenicom da je "čovjek je bio povređen u oblasti u kojima se nalaze parne cevi ". Od te činjenice počinjemo da postavljamo pitanje "zašto?", kako bi se otkrili osnovni uzrok (uzroci) svakog elementa. Hajde da pogledamo kako se to radi.

**Činjenica** - Osoba (Joe) je povređen u zoni u kojoj se

**Postaviti pitanje:** Šta je uzrok?

**Odgovor:** Joe je prolazio pored prirubnice jedne od parnih cevi, i došlo je do nepredvidivog udara pare, koja se emituje iz jedne od prirubnica. **Pre svega ćemo pogledati razlog zašto je Joe bio u ovoj oblasti. A razloge za isticanje pare ćemo pogledati kasnije.**

**Postaviti pitanje:** Zašto je Joe bio u blizini parne cevi?

**Odgovor:** Zato što se kretao prečicom

**Postaviti pitanje:** Da li je imao dozvolu za kretanje u tom području?

**Odgovor:**Ne, to je zabranjena zona.

**Postaviti pitanje:** Zašto se neovlašćeno kretao prečicom?

**Odgovor:** Jer su mu niko nije rekao da ne može.

**Postaviti pitanje:** Zašto mu niko nije rekao da ne može da ide prečicom kroz prostor gde se nalaze cevi za paru?

**Odgovor:** Nedostatak odgovarajuće obuke i slab nadzor.

**Sada moramo da pogledamo razloge za isticanje pare**

**Postaviti pitanje:** Zašto je para istekla?

**Odgovor:** Jer je došlo do curenja na prirubnici.

**Postaviti pitanje:** Zašto došlo do curenja na prirubnici.

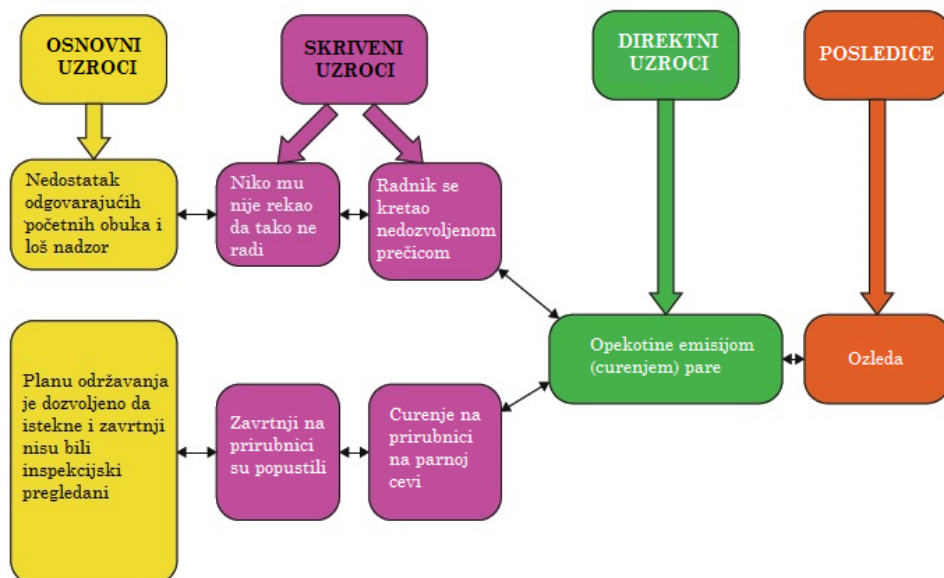
**Odgovor:** Jer su neki od vijaka na prirubnici popustili.

**Postaviti pitanje:** Jer su neki od vijaka na prirubnici popustili.

**Odgovor:** Zato što je u planu održavanja postoji dozvoljeno odstupanje i nisu bili pregledani u skladu sa rasporedom.

Iz ovog istraživanja, možemo nacrtati uzročno drvo, koje pokazuje:

- Neposredni uzroci
- Prikriveni uzroci
- Osnovni uzroci



Kao što se vidi, uzročno (kauzalno) „drvo“ smo bili u stanju da nacrtamo uz stalno ponavljanje pitanja "zašto?", što nam je dalo jasnu sliku koji su bili pravi uzroci nesreće. To nam daje jasnu naznaku radnji koje treba preduzeti ukoliko želimo da se osiguramo da se ne ponavljaju neki od događaja koji su doveli do nesreće.

#### 5.6.5.2. Nesreća/ incident - forma obrasca.

Postoje mnoge vrste obrazaca o nesreći / incidentu ali sve rade isti posao - svi oni su rezultat istrage i utvrđuju uzroke nesreće. Oni takođe pružaju preporuke kako bi se sprečile daljnje pojave. Tu su i razni računarski programi koji su razvijeni za snimanje i analizu podataka.

Bez obzira na format, svi tvrde:

- Šta se dogodilo - povrede/ gubici / troškovi
- Kako se to dogodilo - sam događaj
- Zašto se to dogodilo - uzroke: glavni, skriveni neposredni
- Preporuke - svaka akcija koju treba preduzeti kako bi se popravilo stanje i sprečilo ponavljanje

Primena standardizovanih obrazaca izveštaja osigurava da se proces istrage ispravno poštuje i da se informacije mogu prijaviti rukovodiocima. Naknadne radnje lako se mogu preduzeti nakon odgovarajućih preporuka u izveštaju. Standardizirani obrasci za izveštaje takođe mogu služiti kao kontrolni popis.

#### 5.6.5.3. Efikasan sistem evidencije će:

- Osigurati da su podaci tačno i precizno prikazani
- Dodati podatke koje treba analizirati jednostavno kako bi otkrili zajedničke uzroke ili trendove
- Osigurati da su uključeni podaci koji mogu biti potrebni za buduću referencu
- Identificirati probleme koji mogu pomoći da se spriječi ponavljanje nesreće

Obrasci izveštaja treba da budu pregledani na redovnoj osnovi kako bi se osiguralo da su sve preporuke ispoštovane.

#### 5.6.6. Važnost naučenih lekcija iz većih incidenata, upravljanja, kulturnih i tehničkih otkaza koji mogu dovesti do takvih incidenata

##### 5.6.6.1. Naučene lekcije

Naučene lekcije iz nesreća i nezgoda doprinose izgradnji znanja i iskustva koja mogu pomoći u izbegavanju ponavljanja takvih događaja. To je zato što posledice nesreća u industriji nafte i gasa mogu biti katastrofalne, poput Deepwater Horizon, Piper Alpha, Buncefield itd., sticanje znanja i iskustva iz nesreća i incidenata bi trebalo da bude strukturiran proces, bez obzira da li je mala nesreća ili veliki događaj. Važno je da naučene lekcije proizlaze iz osnovnog razumevanja incidenta kako bi se razvijala bezbednosna kultura koja može biti od vitalnog značaja u

izbegavanju velikih katastrofa.

Naučene lekcije iz incidenta mogu imati koristi u dva glavna područja:

**1 Lokalno** - ljudi su direktno uključeni, kako bi se sprečilo ponavljanje incidenta

**2 Šire** - kako bi se osiguralo da iskustvo i naučene lekcije iz jednog incidenta jedan sistem može se deliti s drugim sistemima, čime se izbegavaju slični incidenti u drugim područjima

#### 5.6.6.2. Lokalno naučene lekcije

Na kraju istrage postoji potreba da šire zaključci koji su došli u formi ukupnih prikupljenih i naliziranih informacija. Važno je da se saopšte na način da su razumljivi svima, u obliku koji je prikladan za razine potrebne.

Na primer:

***Za upravljanje organizacijom - potreban je izvještaj koji se tiče:***

- Šta je pošlo po zlu
- Sistemski i proceduralni kvarovi koji su uključeni
- Koliko je ozbiljan incident mogao biti
- Kako ga izbeći u budućnosti.

***Za regulatorna tela***, sigurnosne evidencije, itd - tehnički detalji istrage, kao i njegovi predloženi rezultati.

***Za operatore sistema i postupaka koji su uključeni u incident*** - nalazi i preporuke istrage treba da budu u formatu, koji im je razumljiv . To će omogućiti da se izvrše promene u cilju sprečavanja budućih incidenata. Format može da bude u obliku kontrolnih lista, pisanih procedura, itd

***Za istražitelje incidenta uopšte***, .Ova grupa ljudi ima stalnu potrebu da proširuje svoje znanje i razumevanje o tome kako je nešto krenulo po zlu i kako obuhvatiti to znanje u budućim istraživanjima. Obuke i obrazovni materijal takođe bi trebalo da bude u odgovarajućem obliku prilagođen za ciljnu publiku.

To bi mogao biti:

- *Pisani format*- zabeležene smernice, kontrolne liste , pisane procedure. Ako se koriste za proveru važno je da se ne koriste odvojeno već zajedno s drugim materijalima koji daju objašnjenje svake popisane stavke kako bi se u potpunosti iskoristilo predznanja i iskustva iz istrage.
- *Audio-vizualna pomagala* koja daju informaciju - to može da bude video obuka , što je za neke ljude prednost pred drugim metodama obučavanja.
- *Verbalne prezentacije* - lice u- lice komunikacija koja uključuje objašnjenja o istrazi i rezultate te istrage iz perspektive istraživača (a) i onih koji su bili uključeni u nesreće.
- *Vežbi* - to mogu biti simulacije incidenata koje obuhvataju vežbe o tome

kako se nositi sa stvarnim događajima kada se dese, pa čak i scenarija na temelju prethodnih incidenata koji uključuju one koji su doživeli nešto tako i imaju lično iskustvo sa tim.

Za promociju kulture učenja unutar organizacije, važno je da sve naučene lekcije i stečena iskustva koriste efikasno prilikom planiranja novih projekata ili izmene postojećih. Iskustvo ostalih se može koristiti u tehnikama poput „peer assist”. To je tehnika u kojoj je grupa ljudi koji su bili uključeni u istrage o incidentima a koji mogu podeliti svoja iskustva i naučene lekcije s drugima koji mogu da sprovedu istrage u budućnosti.

#### 5.6.6.3. Učenje lekcija šire

Naučene lekcije u jednoj organizaciji mogu se širiti kroz druge organizacije objavljivanjem informacija u specijalizovanim časopisima ili publikacijama, ili putem internet stranica. Ljudi koji pripremaju podatke treba da omoguće da su zanimljivi i dobro predstavljeni.

Autor bi trebao da:

- Istakne relevantne tačke koje su od interesa za ciljanu publiku
- Bude koncizan, tako da informacija ima maksimalan učinak
- Koristi primere različitih incidenata za ilustraciju sličnosti i razlike, ali da izbjegne ponavljanje
- Na kraju članka, sažme informacije i da zaključak
- Dopuni članak s naknadnim informacijama

Ljudi koji imaju informacije iz prve ruke, znanje i iskustvo o incidentu, a i bave se posledicama mogu biti korisni u obučavanju drugih. Oni mogu biti uključeni u radionicama, prezentacijama ili obukama.

Kao i pojedinci šire znanja i iskustva interno unutar svojih preduzeća, mora da postoji i sistemsko rešenje kroz koji ti ljudi mogu da podele svoje iskustvo i znanje sa drugim organizacijama i agencijama kako bi se proširio broj korisnika. To može biti u obliku razmena informacija ili obuka na kojem učestvuju predstavnici kompanija i gdje se diskutuje o incidentima.

U slučaju da se „naučene lekcije“ iz incidenata jednostavno ignorišu ili zaborave, posledice mogu biti katastrofalne. U slučaju Piper Alpha, oprema čije je funkcionisanje opasno, postavljala se daleko od mesta na kojem se nalazi osoblje, što je bilo priznato kao korak ka sigurnijem radnom okruženju. Međutim, kada je proizvodnja gasa započela u Piper Alpha, pumpa za kondenzat propana smeštena je u blizini kontrolne sobe iz čiste praktičnosti. Takvo zanemarivanje naučenih lekcija pokazalo se kao fatalna greška u posledicama koje su usledile. To je deo bezbednosnih zahteva u industriji nafte i gasa koje kompanije uzimaju u obzir kao sigurnosne podatke, ne samo unutar vlastite organizacije, već i drugih organizacija, pri proceni rizika.

## 6. Opasnosti karakteristične za naftu i gas

Postoje mnoge opasnosti koje su svojstvene industriji nafte i gasa i procena rizika se vrši kako bi se osiguralo da se merama za kontrolu rizika opasne radnje obavljaju na način da se spreči mogućnost nastajanja akcidenata i na taj način da se održi bezbedno radno okruženje. Prema tome, važno je da se zna značenje i relevantnost uobičajenih termina koji se koriste u celoj industriji, a odnose se i na opasnosti u industriji nafte i gasa:

### 6.1. Temperatura paljenja (Flash point)

Tačka paljenja isparljivih tečnosti je najniža temperatura na kojoj tečnost može da



ispari tako da formira zapaljivu smešu kada se pomeša sa vazduhom. Stoga, čuvanje fluida na temperaturi ispod svoje tačke paljenja je efikasan način prevencije stvaranju zapaljivih isparenja.

### 6.2. Gustina pare (Vapor density)

Gustina pare je mera gustine pare u poređenju sa vazduhom. Upoređujući gustinu pare sa vazduhom, može se zaključiti da li će padati na niska mesta, ili će se penjati u atmosferu. Dakle, ako kažemo vazduh ima gustinu od 1, onda svaka para gustine ispod 1 se

diže u atmosferu, kao lakša od vazduha, a pare sa gustinom iznad 1 pašće na tlo, jer su teže od vazduha. Propan, komponenta tečnog naftnog gasa (TNG), ima gustinu od 2,0, što ga čini težim nego vazduh. Shodno tome, kada se pomeša sa vazduhom, pare propana će padati. Dok metan (tečni prirodni gas) ima gustinu od 0.717, što ga čini lakšim od vazduha, tako da kada se pomeša sa vazduhom on će se dizati. Razmatranje gustine pare je vitalni faktor u odlučivanje gde da se pozicionira oprema detekciju gasa, opšti zahtevi ventilacije, itd.

### 6.3. Pritisak pare (Vapour pressure)

U procesu isparavanja, isparavaju molekuli na površini tečnosti. Kada je energija ovih molekula dovoljna da „pobegnu“, oni to čine u obliku pare. Ovo je poznato kao pritisak pare. Napon pare se meri u standardnim jedinicama pritiska poznatih kao Paskal (Pa). 1 Pascal je 1 njutn po kvadratnom metru. Što je pritisak pare veći, brže

se ovaj proces odvija, što rezultira u većoj koncentraciji pare. Supstanca sa visokim pritiskom pare pri normalnim temperaturama često naziva nestabilna.

#### 6.4. Zapaljivost (Flammability)

Zapaljiva para predstavlja rizik od eksplozije. Međutim, neke pare su zapaljive od drugih i kao takve, su razvrstane da se ukaže na nivo rizika.

Stepen zapaljivosti može se izraziti na sledeći način:

- Zapaljivo (Flammable)
- Veoma zapaljivo (Highly flammable)
- Izuzetno (Ekstremno) zapaljivo (Extremely flammable)

Pogledajmo definiciju ovih kategorija.

##### 6.4.1. Zapaljiv

Ovo je proizvod koji je lako zapaljiv i može brzo da gori. U Velikoj Britaniji zapaljiva tečnost se definiše kao tečnost koja ima tačku paljenja između 21 °C i 55 °C. Međutim, u SAD postoji precizna definicija zapaljive tečnosti sa tačkom paljenja ispod 100 °F (37.8 °C).

##### 6.4.2. Veoma zapaljiv

Ovo opisuje proizvod koji ima tačku paljenja ispod 21 °C, ali koja nije definisana kao izuzetno zapaljiva.

##### 6.4.3. Izuzetno zapaljiv

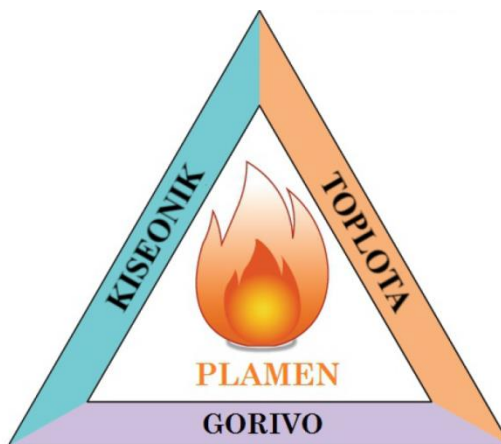
Ovo opisuje proizvod koji ima tačku paljenja nižu od 0 °C i tačku ključanja od 35 °C ili nižu.

#### 6.5. Požarni trougao

Za početak požara, moraju da budu prisutni tri elementa koji:

- Izvor goriva
- Izvor toplote ili paljenja
- Kiseonik

Ovo je poznato kao "požarni trougao". Ako je bilo koji od ovih elemenata je eliminisan, onda se vatra ne može nastaviti ili započeti. Tema požarnog trougla detaljnije je obražena u sledećem poglavlju.



## 6.6. Opseg zapaljivosti

Unutar požarnog trougla kada je izvor goriva u parnom stanju, da bi se zapalilo, ono mora biti unutar određenog raspona udela u odnosu na vazduh. Ako smeša zapaljive pare i vazduha ima previše zapaljive pare neće doći do gorenja. Takva smeša je "previše bogata" da bi gorela. Isto tako, ako smeša zapaljivih para i vazduha ima premalo zapaljive pare u sebi takodje neće goreti. Takva smeša je "previše tanka" da bi gorela.

Donja granica zapaljivosti je najniža koncentracija gasa ili pare u vazduhu koja se može zapaliti. Gornja granica zapaljivosti je najveća koncentracija gasa ili pare u vazduhu koja se može zapaliti. Udeo zapaljive pare koja pada između ova dva parametra (nije previše bogata, ali nije previše ni slaba da se zapali) poznat je kao opseg zapaljivosti.

Na primer, metan ima donju granicu zapaljivosti od 4,4 % i gornju zapaljivu granicu od 15 do 17 %. To je određeni raspon, a u svakom trenutku između te dve granice atmosfera je zapaljiva. Uvek postoji opasnost od požara i eksplozije u području koji sadrži pare unutar opsega zapaljivosti. Stoga je od vitalnog značaja kontrolisati atmosferu kako bi se osiguralo da se ne postigne opseg zapaljivosti. Kontrola opsega zapaljivosti može se vršiti npr. prođuvavanjem rezervoara i posuda azotom, čime se istiskuje vazduh. Azot, koji je inertan gas i ne gori, zamenjuje vazduh u rezervoarima, čime se sprečava nastajanje zapaljive smeše.

## 6.7. Toksičnost

Pojam toksičnost ima dva značenja:

- a. Označavanje sposobnosti da nanese šteta živom organizmu
- b. Označavanje štetnih učinaka hemikalije Ova informacija dostupna je na bezbednosno -tehničkom listu koji se isporučuje s hemikalijama.

Što se tiče otrovnosti, mogu se koristiti opisi:

- Akutna toksičnost
- Hronična toksičnost

**Akutna toksičnost** je izraz koji opisuje dejstvo materije na osobu nakon jedne ekspozicije ili iz nekoliko izloženosti u kratkom vremenskom periodu (npr. 24 sata ili manje). Primer toga bi bio kod izoženosti zračenju.

**Hronična toksičnost** je izraz koji opisuje dejstvo materije nakon mnogih izloženosti tokom dužeg vremenskog perioda (npr. meseci ili godina). Primer toga bi bio izloženost azbestu.

## 6.8. Iritacija kože

OSHA opisuje iritante kože kao "hemikaliju koja nije nagrizajuća, ali koja uzrokuje reverzibilni upalni učinak na živčano tkivo hemijskim dejstvom na mestu kontakta". To znači da materija može izazvati lokalnu upalnu reakciju kože - neposredno nakon



jedne izloženosti ili ponovljenog izlaganja. Međutim, upala je reverzibilna. Reakcije mogu biti jake ili slabe. Materije koje uzrokuju snažnu reakciju mogu se eventualno razrediti kako bi se reakcija oslabila.

Neposredna reakcija na jake iritanate naziva se **akutni nadražujući kontaktni dermatitis**. S druge strane, tokom dužeg vremenskog perioda može doći do više izloženosti zbog slabih nadražujućih sredstava koja uzrokuju reakciju. To je poznato kao **hronični iritirajući kontaktni dermatitis**.

## 6.9. Kancerigenost

Karcinogen je definisan kao svaka materija koja može uzrokovati ili pogoršati rak. Oni spadaju u dvije grupe:

- Genotoksični karcinogeni
- Ne-genotoksični karcinogeni

**Genotoksični karcinogeni** su oni koji reaguju direktno s DNA ili s makromolekulima koji zatim reagiraju sa DNA. Nema sigurnih pragova izloženosti genotoksičnim karcinogenima.

**Ne-genotoksični karcinogeni** ne reaguju direktno s DNA, iako uzrokuju rak na druge načine. Mogu postojati neka ograničenja izloženosti pragu za materije iz ove grupe.

## 6.10. Svojstva i opasnosti različitih gasova povezanih s naftnim i gasnim poslovanjem

### 6.10.1. Vodonik

Vodonik je gas koji je teško detektovati jer je bez mirisa i bezbojan. Lakši je od vazduha (gustine od 0,07 u odnosu na vazduh) i tako će se podići kad se oslobodi. Vodonik je vrlo zapaljivi gas kada se meša s vazduhom (opseg zapaljivosti 4-75 %) i gori nevidljivim plamenom. Jedini način za otkrivanje gorenja vodonika je kada zapali nešto drugo što ima vidljivi plamen. Prema tome, ako se sumnja da je prisutan u atmosferi, neophodno je osigurati da u blizini nema izvora paljenja.

### 6.10.2. Vodoni sulfid (H<sub>2</sub>S)

Vodik sulfid (H<sub>2</sub>S) nastaje prilikom propadanja vegetacije i morskih mikroorganizama. To je otrovni, nagrizajući i zapaljivi gas. Opasna je za industriju nafte i gasa, jer se može osloboditi na površini škriljca. Vodik sulfid (H<sub>2</sub>S) je izuzetno opasan gas. Ima gustinu od 1,39 u odnosu na vazduh i ima tendenciju da propada u niska područjima kao što su jame, podrumi, odvodi, itd. Stoga je teško da se rastera.

Otrovan je kada se udahne jer, kada udje u krvotok, jedini se s hemoglobinom u crvenim krvnim zrnica, sprečavajući apsorpciju kiseonika u krvi i time brzo uzrokujući gušenje. Ima dejstvo slično ugljen monoksidu. Iako vodonik sulfid ima

neprijatan miris, vrlo brzo paralizuje osjećaj mirisa i može brzo savladati svakoga ko mu je izložen. Čak i vrlo male koncentracije gasa mogu biti kobne.

Iz tog razloga ima vremenski prosek (TWA) od 8 sati pri 5 ppm, ili 15 minuta pri 10 ppm. Ove granice su primenjive u Velikoj Britaniji postavljene od strane britanske zdravstvene i bezbednosne agencije. Međutim, međunarodna ograničenja mogu varirati.

### 6.10.3. Metan

Metan je bez mirisa, bezbojni gas koji prirodno postoji u zemljištu iz koga se eksploatiše nafta (supstratima). Lakši je od vazduha gustine 0,717 u odnosu na vazduh. To je zapaljivi gasi, kada se miješa sa vazduhom u koncentracijama između 5 i 15 %, eksplozivan je. Iako metan nije toksičan pri niskim koncentracijama, može izazvati gušenje ako je nivo dovoljno visok da se smanji količinu kiseonika udisanjem.

### 6.10.4. Tečni naftni gas (LPG, TNG)

TNG je smeša ugljovodičnih gasova koji su vrlo zapaljivi i koriste se kao gorivo u aparatima za grejanje, kuvanje i u motornim vozilima. Koristi i kao aerosol propelant i rashladno sredstvo. Dve glavne komponente TNG-a su butan i propan. TNG je gas bez mirisa, bez boje gustine od 2,0 u odnosu na vazduh te pada u niska područjima kao što su jame, podrumi, odvodi, itd. Kao takav, teško se uklanja.

TNG se širi brzinom od 250:1 pri atmosferskom pritisku kada prelazi iz tečnog agregatnog stanja u gasovito. Posledično, to može uzrokovati veliki oblak pare iz relativno male količine tečnosti kada se ona oslobađa u vazduh.

Još jedan aspekt s TNG je da, da bi se uspešno čuvao, mora se pretvoriti iz gasa u tečnost, što znači da se čuva na temperaturi između 0 °C i -44 °C. Posledično, svaka vlažnost koja se spusti na dno rezervoara za skladištenje TNG-a mora se isušiti. Ova je operacija izuzetno opasna jer nosi rizik od zamrzavanja drenažnog ventila u otvorenom položaju i omogućavanja oslobađanja TNG-a.

Ovaj se scenario dogodio 1966. u Feyzinu u Francuskoj. Rezultat eksplozije pare eksplozivne tečnosti (BLEVE) je pogibija petnaest ljudi i povreda njih osamdeset jedan.

TNG je otrovan i može uzrokovati:

- Gušenje
- Hladne opekotinenena koži tokom kontakta
- Oštri lom ugljeničnog čelika
- Ekološka šteta u okolini isticanja
- Vatru i eksploziju

#### 6.10.5. Utečnjeni prirodni gas

Utečnjeni prirodni gas (LNG) je bezbojan, bez mirisa, visoko zapaljiv i sastoji se od metana (85-95 %), etana, propana i butana. On je ne-korozivan i netoksičan, iako, poput metana, može izazvati gušenje ako je koncentracija dovoljno visoka kada se udahne. Za pretvaranje prirodnog gasa iz gasnog u tečno agregatno stanje treba da prodje kroz proces kondenzacije pomoću tečnog azota. To smanjuje temperaturu do  $-162^{\circ}\text{C}$  na kojoj zauzima 600 puta manju zapreminu u tečnom nego u gasnom stanju. Opasnosti povezane s utečnjenim prirodnim gasom su:

- Gušenje
- Hladne opekotinine na koži tokom kontakta
- Oštri lom ugljeničnog čelika
- Ekološka šteta u okolini isticanja
- Vatru i eksploziju

#### 6.10.6. Azot

Azot je najrasprostranjeniji gas u Zemljinoj atmosferi, sa 78 % zapremine. To je bezbojan gas, bez mirisa, nezapaljiv. Često se koristi kao gas za blanketiranje u rezervoarima i za čišćenje opreme i u procesima sa kiseonikom i ugljovodicima, u kojima se eliminišu opasnosti od požara i eksplozije. Primarna opasnost povezana s azotom je gušenje kada se koristi u zatvorenim prostorima za uklanjanje kiseonika.

#### 6.10.7. Kiseonik

Kiseonik je gas bez mirisa, bez boje prisutan u atmosferi. Od vitalnog je značaja za održavanje života jer se udiše i apsorbuje u krvotok.

Smatra se bezbednim gasom, ali može izazvati sledeće opasnosti:

- Gušenje- zato što telo stimulisano na disanje s nivoom ugljen dioksida ( $\text{CO}_2$ ) u vazduhu i ako nastane situacija u kojoj se kiseonik oslobađa i zamenjuje ugljen dioksid, onda bi stimulacija disanja mogla prestati, uzrokujući smrt usled gušenja.
- On je jedan element "trouglá", tj. omogućuje gorenje.
- Može oksidovati metal, tj. uzrokovati rđanje. To je vrlo ozbiljna opasnost, posebno u industriji nafte i gasa, gdje su velike količine infrastrukture proizvedene od ugljeničnog čelika te podiže otkaza opreme zbog rđe. Nije uvek očito gdje dolazi do stvaranja rđe, posebno ako je unutar područja koja nije vidljiva, na pr. unutar šupljih struktura.

## 6.11. Karakteristike i opasnosti od pomoćnih materija i njihova kontrola

### 6.11.1. Antipenušavci i anti-okvašivači

Antipenušavci i anti-okvašivači se koriste za sprečavanje nastajanja pene, ili razbijanje pene ukoliko je već nastala, u bilo kojoj fazi proizvodnog procesa. Pena može imati štetan uticaj na kvalitet proizvoda i efikasnost proizvodnje, usporavanjem procesa. Neki anti-penušavci imaju ugljovodoničnu osnovu, a drugi silikonsku. Anti-okvašivači su premazi koji se primenjuju za zaštitu površina osetljivih na vlagu i koroziju. Poznati su kao "hidrofobni" premazi, odnosno oni koji odbijaju vlagu.

I ako su obe ove vrste aditiva generalno netoksične, preporučljivo je da operu svi delovi kože koji su bili u kontaktu s njima, sapunom i vodom.

Informacije koje se nalaze u njihovim bezbednosnim listama (MSDS) dobra su preporuka za njihovo korišćenje.

### 6.11.2. Mikro-biocidi

Mikro biocidi se koriste za zaštitu od štetnih efekata bakterija, kao što je npr. legionela, koje se razmnožavaju u sistemima za klimatizaciju i ovlaživanje. Njihovo dejstvo zasniva se na uništavanju prisutnih bakterija, ili na sprečavanju njegovog formiranja. Takođe se koriste i kao inhibitori korozije na nekim metalima, npr. na čeličnim cevovodima.

Mikro-biocidi su klasifikovani kao iritanti za kožu i oči na dodir, kao i otrovi, ako se progutaju.

### 6.11.3. Sredstva za sprečavanje korozije

Korozija je glavna opasnost u industriji nafte i gasa. Od suštinskog značaja sprečavanje štete koja može nastati na infrastrukturi korozivnim dejstvom. Neka od sredstava za sprečavanje korozije dolaze u obliku filma vodene emulzije koji deluje pokrivajući površinu metala, zamenjujući vodu iz pukotina i formirajući prepreku za korozivnu aktivnost.

Ostale vrste sredstava za sprečavanje korozije na metalima su suve čvrste smole ili voštani film, koji formirajući barijeru sprečavaju korozivnu aktivnost.

Pre bilo kakvog korišćenja ovih materijala potrebno je upoznati se sa preporukama proizvođača, datim u bezbednosnim listama (MSDS) i pridržavati ih se.

### 6.11.4. Sredstva za hlađenje (Refrigerants)

Sredstva za hlađenje su tečni gasovi pod pritiskom i predstavljaju minimalnu opasnost ukoliko ostanu u za to namenjenom, zatvorenom sistemu. Problemi nastaju kada dođe do njegovog isticanja, jer on može da zameni kiseonik u atmosferi sa

potencijalom da izazove gušenje. Da bi se smanjio rizik preporučljivo je da se redovno sprovede provere sigurnosti na svim delovima opreme i sistemima, i da se predvidi i propiše hitni postupak, u slučaju njegovog isticanja.

Podaci koji se odnose na rashladne tečnosti nalaze se u njihovim bezbednosnim listama (MSDS). U njima se nalazi njihova toksičnost i granice štetnog dejstva.

Opasnosti u vezi sa rashladnim fluidima su:

- Povreda od komponenti ili materijala u slučaju izbacivanja rashladnog sredstva pod pritiskom
- Povrede na koži ili očima, u slučaju kontakta sa rashladnim sredstvom
- Gušenje
- Mogućnost eksplozije ili vatre ako je rashladni fluid zapaljiv
- Kada određeni rashladni gas gori on može proizvesti gasove koji mogu biti veoma toksični
- Tečni rashladni fluidi imaju veoma visok stepen ekspanzije, pri promeni agregatnog stanja, prelasku iz tečnosti u gas, što izaziva ekstremno visok pritisak
- Rashladni gasovi su teži od vazduha i talože se ukoliko se gasovi oslobode.

Dobra praksa i bezbedni postupci rada pri radu sa rashladnim fluidima su sledeći:

- Postojanje procedura u cilju suočavanja sa neočekivanim oslobađanjem rashladnog sredstva, npr. Postupke oporavka i postupke za manipulasanje opreme za čuvanje/skladištenje rashladnog sredstva, u slučaju akcidenta.
- Nikada ne radite u konfiguracijama gde postoji opasnost da se rashladni fluidi mogu osloboditi. To je upravo zbog stvarnog rizika od gušenja.
- Obezbediti opremu za ventilaciju koja bi se bavila eventualnim visokim koncentracijama rashladnog sredstva.
- Obezbijediti da se svako ko je izložen gasu za hlađenje odmah izlazi iz pogođenog područja gdje mogu da dišu svež vazduh i da dobiju kiseonik po potrebi. Oni će takođe trebati medicinski pregledati.

#### 6.11.5. Voda / para

Voda se koristi za hlađenje i razblaživanje u procesu rada, kao i za borbu protiv požara, čišćenja i unutar sistema klimatizacije. Međutim, predstavlja opasnosti, uključujući:

- Legionella, koja proliferira u sistemima za klimatizaciju. Redovni testovi i sistemi održavanja mogu to kontrolisati.
- Leptospira, koja se može naći u vodi koja ima svoj izvor u slatkovodnim rijekama ili jezerima. Ovo se može preneti ljudima preko oštećene kože ili kroz mukozne membrane očiju, nosa ili usta i, u ekstremnim slučajevima, može izazvati Veilovu bolest, koja može biti fatalna. Efikasna lična higijena može to kontrolisati.

- Korozija, koja napada čelik. Kontrole za ovo obuhvataju primenu zaštitnog premaza za čelične komponente ili fiksiranje žrtvovalnih anoda unutar sistema kako bi se obezbedila katodna zaštita.
- Izazivanje elektrostatičkog naboja u cevovodu dovodi do potencijalne eksplozije u slučaju da dođe do elektrostatičkog pražnjenja. Elektrostatičko naelektrisanje može izazvati trenje vode koja protiče kroz cevovod. Da bi se izbeglo povećanje elektrostatičkog naboja, brzinu protoka vode treba kontrolisati odgovarajućom brzinom protoka, a cevovod treba da se spoji na zemlju.
- Povećanje pritiska unutar cevovoda i drugih komponenti unutar sistema. To može biti uzrokovano povećanjem temperature tokom testa hidrostatičkog pritiska, npr. Gde postoji izloženost direktnom sunčevom svetlu. Ovo može prouzrokovati havariju sistema sa katastrofalnim efektima.

#### 6.11.5.1. Zamrzavanje vode

Voda se širi kada se zamrzne, a to može dovesti do otkaza (preloma) cevovoda i / ili drugih komponenti unutar sistema. Pod određenim uslovima može se formirati ledeni čep (hidrati) koji može blokirati cevi i pumpe, kao i sprečavanje zatvaranja ventila koji u kritičnim situacijama mogu imati katastrofalne efekte.

Vrhunski je primer katastrofe Feyzin u Francuskoj 1966. godine. Tamo, je operater ispuštao vodu iz rezervoara za propan pod pritiskom kada je u dovodnom ventilu nastao hidratni čep. Shodno tome, nije mogao zatvoriti ventil, a oblak propanske pare pobegao je i eksplodirao kada je došao u kontakt sa izvorom paljenja. Kontrole koje sprečavaju zamrzavanje vode mogu biti:

- Izolovanje cevi za koje se smatra da mogu biti oštećene zamrzavanjem
- Montaža propratnog grejanja na tim linijama
- Ispuštanje neiskorišćenih komponenti, dreniranje

#### 6.11.5.2. Morske vode

Morske vode sadrže žive organizme koji mogu da proliferišu i izazivaju blokade, npr. U diznama sistema prskalica. Ovo se može izbjeći sprovođenjem redovnog programa održavanja kako bi se osiguralo da svi dijelovi sistema budu čuvani od blokada, kao i da koriste aditive za ubijanje bilo kojeg živog organizma koji može biti prisutan. Odušak, Dry riser, takođe bi bio korisna kontrola, začepljenja i rasterećenja u slučaju potrebe.

#### 6.11.5.3. Para

Para se obimno koristi u industriji nafte i gasa. Koristi se za snabdevanje turbinama i stvaranje električne energije, a služi i kao izvor toplote i ili energije za pomoć u mnogim drugim operacijama i procesima. Takođe se može koristiti za zaštitu sistema od rizika od zamrzavanja (propratno grejanje) i služiti kao sistem grejanja za

područja u kojima se nalazi osoblje. Para ima inherentne rizike, koji se mogu raščlaniti, na sledeći način:

- Može izazvati termički udar u sistemu ako se uvodi u hladne cevi ili parne linije.
- Može prouzrokovati oštećenje delova sistema ukoliko unutar instalacije dođe do nekontrolisanog širenja, npr. Dolazi do probija na priburbičkim spojevima, jer su oni najslabije tačke sistema.
- Može izazvati opekotine ako neko dođe u kontakt sa njom.

#### 6.11.6. Mercaptani

To su supstance koje sadrže sumpor koji se koriste za otkrivanje prirodnog gasa dajući mu miris-odorišući ga (prirodni gas u čistoj formi je bez mirisa). n i T-butil merkaptan mešavine se koriste u ovu svrhu, i ima miris trulog kupusa, čak i u malim koncentracijama u vazduhu.

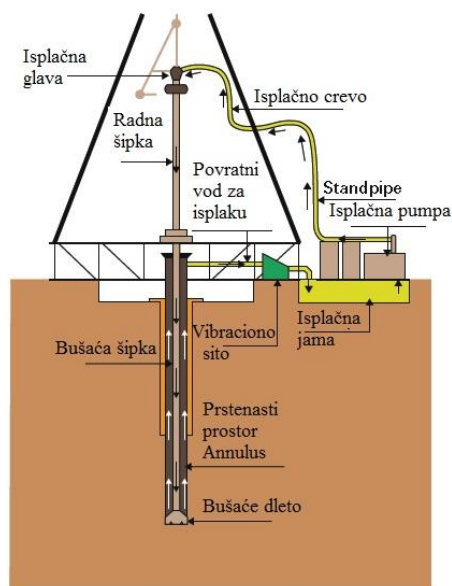
Neki merkaptani su štetni. Na primer, metil merkaptan ima sledeće opasnosti:

- Štetno je ako se udiše.
- On deluje respiratorno nadražujuće - hronična izloženost može izazvati oštećenje pluća.
- Iritira kožu.
- Iritira oči.
- Može uticati na centralni nervni sistem.
- Ima temperaturu od  $-18^{\circ}\text{C}$ .

#### 6.11.7. Isplaka (tečnost za bušenje, Drilling muds (drilling fluid))

Kada se vrši bušenje, isplaka se ispušta iz isplačnih jama kroz bušaču kolonu "drill string" gde se prska na bušće dleto (drill bit). Ovo omogućava hlađenje i čišćenje bušaćeg dleta tokom svog rada.

U procesu bušenja - proizvodi se strujanje bušaće isplake u zatvorenom ciklusu ispiranja bušotine kroz isplačni sistem bušaćeg postrojenja. Cirkulacija isplake se ostvaruje isplačnim pumpama (*mud pumps*) koje usisavaju isplaku iz isplačnih rezervoara (*mud tanks*) i guraju je kroz isplačno crevo (*rotary hose*), isplačnu glavu (*swivel*) i kolonu bušaćih alatki (*drillstring*) u bušotinu. Na dnu bušotine isplaka izlazi mlazom kroz mlaznice (*nozzles*) bušaćeg dleta i vraća se na površinu kroz prstenasti



prostor bušotine između njenog zida i bušaće kolone. Na površini se povratna isplaka pročišćava od krhotina (*bušaće mulja*) na vibracijskim sitima (*shale shaker*) i u odvajачima peska (*desander*) i mulja (*desilter*) i odlazi u isplačne rezervoare.

Izlomljeni komadići reznica koji su premali da bi bili odvojeni na vibracijskim sitima, ostaće u isplaci i vraćaju se u isplačni tank, gde se talože na dno. Ovi male reznice se zovu i "fines" ili "prašina".

U kombinaciji sa isplakom mogu biti i prirodni gasovi ili drugi zapaljivi materijali koji su u kontaktu sa isplakom tokom bušenja. Oni imaju mogućnost da se izbace iz isplake bilo gde u sistemu gde se isplaka vraća nazad u isplačnu jamu (*the pits*).

Zbog toga postoji rizik od požara ili eksplozije ako bi ti gasovi bili izloženi izvoru paljenja. Kontrolne mere za sprečavanje ovog uključuju:

- Sigurne radne procedure
- Senzore za monitoring
- Oprema i ožičenje koje je sertifikovano za rad u eksplozionoj atmosferi (EX sertifikat)

Kada je isplaka vraćeno u isplačnu jamu, testira se i, ukoliko je potrebno, dodaju se potrebni aditivi, koji u kombinaciji sa karakteristikama same isplake, omogućuju dobijanje potrebnih karakteristika, pre nego što se ona pumpa nazad u sistem u kontinuiranom ciklusu.

#### 6.11.7.1. Funkcije isplake

Glavne funkcije isplake su sledeće:

- Uklanjanje reznica iz bušotine
- Suspendovanje i oslobađanje reznica
- Kontrola pritiska formacije
- Zaptivanje propustljivih formacija
- Održavanje stabilnost kanala bušotine - wellbore (rupe na zidovima cevi)
- Minimizirajte oštećenja formacije
- Hlađenje, podmazivanje i održavanje sistemu za bušenje
- Prenos hidraulične energije na alate i dleta
- Obezbeđivanje adekvatne procenu formacije **Ensure adequate formation evaluation**
- Kontrola korozije (na prihvatljivom nivou)
- Olakšavanje cementiranja i kompletiranja bušotine

Postoje različite vrste isplake: na bazi vode, na bazi ulja i na bazi sintetičkih materijala.

Sada ćemo detaljnije pogledati na ova tri tipa tečnosti za bušenje.



#### 6.11.7.2. Isplaka na bazi vode (WBM, Water Based Mud)

Isplaka na bazi vode (WBM) je kombinacija gline i drugih aditiva mešanih sa vodom kako bi se napravila gusta tečnost. Što više aditiva u vodi, to će biti veća gustina isplake. Tečnost se obično pravi od autohtonih gline, iako bi se trebala dobavljati određeni tipovi gline-aditiva, od specijalizovanih dobavljača.

Bentonit je uobičajeni aditiv koji dozvoljava da isplaka bude fluidna i slobodno teče kada se pumpa u sistem i da postaje polu-čvrsta ili gelastičana kada se pumpanje zaustavi. Kada se pumpa nastavi, ona se vraća u stanje koje omogućuje slobodno kretanje.

Drugi aditiv koji se može koristiti je kalijum format, koji dozvoljava isplaci različite druge karakteristike. Ovi uključuju:

- Kontrola viskoziteta
- Stabilnost škriljaca/stenske formacije
- Poboljšanje brzine bušenja, penetracije
- Hlađenje i podmazivanje opreme

#### 6.11.7.3. Isplaka - uljana osnova (OBM, Oil Based Mud)

Isplake zasnovane na uljnoj osnovi (OBM) imaju, u skladu sa imenom, ulje - obično dizelsko ulje - kao osnovni fluid. Prednosti njihovog korišćenja u procesu bušenja uključuju:

- Povećanje podmazivanja bušilice
- Poboljšanje inhibicije škriljaca
- Veću sposobnosti čišćenja

OBM omogućavaju korišćenje viših radnih temperatura bez štetnih efekata. Međutim, postoje razmatranja o životnoj sredini koja se uzimaju u obzir prilikom razmatranja upotrebe OBM-a.

#### 6.11.7.4. Isplaka na bazi sintetičkih materijala (SBM, Synthetic Based Muds)

Ove isplake imaju ista svojstva kao i isplake na bazi ulja, ali imaju prednost da budu manje otrovni, jer je njihova baza napravljena od sintetičkog ulja.

#### 6.11.8. Muljevi sa niskom specifičnom aktivnošću (LSA)

Materije koje su radioaktivne nazivaju se 'Naturally Occurring Radioactive Material' (NORM) ili materije sa 'Low Specific Activity' (LSA)

Formacije kamena i škriljaca koje sadrže naftu i depozite gasa sadrže i prirodno Nastale radioaktivne materijale (NORM). U njima se mogu naći:

- Uranijum
- Torium
- Radium

- Olovo - 210

Nafta i gas su stvoreni u zemaljskoj kori propadanjem morskog života u drevnim morima i, stoga, često se nalaze u izdanima - akviferima koji sadrže slanu vodu (slani rastvor - brine).

Razni minerali, kao i radioaktivni elementi, su takođe rastvorena u slanoj vodi i ona kada se separiše na površini, formira otpad. Koji uključuje:

- Mineralne talog unutar cevi
- Muljeve
- Kontaminiranu opremu ili komponente
- Proizvedenu vode

#### 6.11.8.1. Oprema na kojoj se može naći talog

Proces ekstrakcije otkriva okolinu i ljudi na radioaktivne elemente u muljima. Kao takve, one su klasifikovane kao opasne. Oni mogu biti na sledećim lokacijama:

- Na vrhu bušilice
- Unutrašnjost posuda (demister podloge)
- Unutrašnji filtri
- U koalescerima (grubi filter / emulgator)
- U izmenjivačima gdje se u cevima može deponovati mulj

Kao što smo spomenuli, muljevi su mešavina tečnosti i suspendovanih materija i stoga imaju čitav opseg negativnih dejstava, na primer:

- Nadraživanjem kože (eventualno izaziva dermatitis)
- Udisanjem (isparenja ili prašina iz osušenog mulja)
- Gutanjem (loša higijena, tj. ne pranje, ne čišćenje, jelo na radnom mestu)
- Radijacijom
- Karcinogenim dejstvom
- Ekološkim dejstvom (zagađivači, polutanti)
- Apsorpcijom kroz kožu (dermatitis)

Glavna opasnost od izlaganja jonizujućem zračenju od materijala sa niskom specifičnom aktivnošću (LSA) su: Udisanje i gutanje radionukleoida, posebno prašine i dimova.

Zaposleni su u većem riziku značajne izloženosti na jonizujuće zračenje ako rade sa prašnjavim procesima, osim ako nisu postavljene adekvatne mere kontrole, da bi se sprečilo udisanje prašine.

Zaposleni mogu biti izloženi, iako u manjoj meri, direktnoj radijaciji, ako se nalaze na mestima na kojima se skladišti otpadni materijal. Oni takođe mogu biti izloženi spoljašnjoj radijaciji, ako su uključeni u operacije čišćenja ili demontažu opreme koja sadrži ostatke od ekstrakcije nafte i gasa.

#### 6.11.8.2. Zaštitne mere koje smanjuju rizik radnika koji su izloženi mulju

Poslodavci treba da uspostavljuju kontrole kako bi osigurali da je rizik od izloženosti jonizujućem zračenju smanjen "koliko je to izvodljivo". Upotreba Lične zaštitne opreme može se koristiti, ali samo kao poslednje sredstvo nakon uvođenja svih drugih zaštitnih mera. Inženjerska kontrola i njena implementacija u sigurnosni sistem rada, treba da bude prioritetna i da uključi:

- Obezbeđivanje opreme za ventilaciju prostorija koje sadrže prašinu i isparenja
- Korišćenje "mokrih" metoda rada i pažljivo i "domaćinsko" poslovanje kako bi smanjili količinu prašine u atmosferu
- Instaliranje mašinske opreme umesto sakupljanja mulja korišćenjem ručnih sredstava
- Razblaženje mulja sa vodom
- Upotreba sistema dozvole za rad, posebno ako koncentracija prašine ili isparenja dostižu takav nivo, gde je dozvoljen rad samo odabranim licima, za rad pod ograničenjim ili smanjenim uslovima sigurnosti.
- Pružanje programa obuke i podizanja svesti
- Obezbeđivanje programa zdravstvenog nadzora za praćenje zdravlja zaposlenih
- Upotreba opreme za zaštitu dišnih organa (RPE) Posebno odabran za zaštitu od izloženosti radioaktivnost u vazduhu

## 7. Tehnike upravljanja rizikom, koje se koriste u industriji nafte i gasa

### 7.1. Svrha i upotreba tehnika procene rizika, kvalitativne i kvantitativne tehnike

#### 7.1.1. Uvod

U okviru industrije nafte i gasa postoje inherentni rizici od nesreća koji se javljaju u bilo kojoj fazi procesa - od istraživanja do ekstrakcije, prerade i finalne isporuke proizvoda. Ovi rizici uključuju vatru, eksploziju, kontaminaciju životne sredine i povrede osoblja.

U industriji nafte i gasa postoji odgovornost da se identifikuju ti rizici i uspostave mere kontrole kako bi ih smanjili na nivo koji je onoliko niži koliko je to praktično izvodljivo. Da bi to učinili, sredstva moraju biti dostupna kako bi se osiguralo da su te kontrolne mere snažne i prikladne, a da su u industriji opremljeni dobro obučeni ljudima koji imaju iskustva i znanje neophodne za bezbedno i efikasno obavljanje njihovog rada .

#### 7.1.2. Šta je procena rizika i koja je njegova svrha?

Da bi se uspostavile mere za kontrolu rizika, važno je identifikovati one rizike, čiji je prvi korak da izvrši procenu rizika. Ovo dozvoljava one rizike koji su relevantni za identifikaciju i odgovarajuće razmatranje. U industriji nafte i gasa, ti rizici su generalno povezani sa svim postrojenjima, opremom, proizvodima, procesima i sistemima rada, koji imaju potencijal da uzrokuju štetu.

Postoji niz tehnika dostupnih prilikom procene rizika, uključujući:

- Tehnika od 5 koraka
- Kvalitativne metode procene
- Semi-kvantitativne tehnike procene
- Tehnike kvantitativne procjene

Svako od ovih tehnika ćemo detaljnije upoznati u daljem tekstu. Međutim, potrebno je da se podsetimo na to šta su opasnost i rizik.

Opasnost se definiše kao nešto sa potencijalom da prouzrokuje:

- Štetan uticaj koji može da uključi pogoršanje zdravstvenog stanja i povređivanje
- Oštećenje imovine, biljaka, proizvoda ili životne sredine
- Gubitke u proizvodnji ili povećanje novčanih troškova

Rizik je definisan kao verovatnoća da će nastati šteta. Šansa za nastanak štete, u kojoj neko može biti povređen ili može doći do oštećenja infrastrukture, može biti visok ili nizak.

Ovo se obično prati indikacijom koliko ozbiljna šteta može da bude.

Sada moramo da pogledamo četiri tehnike opšteg rizika koje smo upravo pomenuli.

### 7.1.3. Procena rizika tehnikom od 5 koraka

Korak 1 Identifikujte opasnosti

Korak 2 Odlučite ko može biti oštećen i kako

Korak 3 Procenite rizike i odlučite o merama predostrožnosti

Korak 4 Zapišite nalaze i implementirajte ih

Korak 5 Redovno pregledajte procenu i ako je potrebno, ažurirajte

Kada se detaljnije pogleda svaki od ovih koraka, može se shvatiti šta oni znače u praksi.

#### 7.1.3.1. Procena rizika tehnikom od 5 koraka Korak 1: Identifikacija opasnosti

Prvi korak je da se sagleda kako ljudi mogu biti povređeni. Da bi olakšalo identifikovanje opasnosti potrebno je slediti sledeću proceduru:

- Sprovesti obilazak radnog mesta i posmatrati šta je logično da može da se desi i da izazove štetu.
- Konsultujte se sa radnicima ili njihovim predstavnicima, da vam prenesu svoje poglede i mišljenja.
- Konsultujte uputstva ili tehničke podatke, proizvođača. Na listovima koji su na "instructions or data sheets" istaknute su opasnosti povezane sa mašinom ili supstancom, na koju se odnose.
- Konsultujte evidenciju o nesrećama i zapise o zdravstvenim problemima i povređivanju. Ovo često može ukazivati na manje očigledne opasnosti, naglašavajući trendove

#### 7.1.3.2. Procena rizika tehnikom od 5 koraka Korak 2: Odlučite ko mogu biti oštećeni i kako

Za svaku opasnost, mora se jasno identifikovati grupe ljudi koje bi mogle biti oštećene - to će pomoći u identifikovanju najboljeg načina upravljanja rizikom (npr. 'Ljudi koji rade u kotlarnici' ili 'prolaznici'). U svakom slučaju, identifikujte kako bi mogli biti oštećeni, tj. koja se vrsta povreda ili pogoršanja zdravstvenog stanja može desiti. Na primer, Radnici koji podižu težu opremu mogu biti podložni povredama leđa.

#### 7.1.3.3. Procena rizika tehnikom od 5 koraka Korak 3: Procena rizika i odluka o merama predostrožnosti

Nakon identifikovanja opasnosti, sledeći korak je donošenje odluke koju akciju treba preduzeti kako bi se smanjili rizici povezani sa opasnostima. U većini zemalja zakon zahteva da poslodavci učine sve što je "logički primenjivo, reasonably practicable" da bi se ljudi zaštitili od štete.

#### Podešavanje kontrole

Kada se postavlja kontrola, da bi se smanjili rizici na na nizak logički primenjiv nivo "As Low As Reasonably Practicable (ALARP)" potrebno je postaviti sistem hijerarhije kontrole "the Hierarchy of Control". Dublje proučavanje ovog sistema će se obrađivati u daljem tekstu.

Kada koristi Hijerarhiju kontrole, prioritet bi se trebao dati merama sa vrha liste:

- Eliminacija
- Zamena
- Inženjerska kontrola
- Administrativna kontrola
- Lična zaštitna oprema (PPE)

#### 7.1.3.4. Procena rizika tehnikom od 5 koraka Korak 4: Zapisivanje nalaza i implementacija

Sprovođenje rezultata procene rizika je sledeći korak. Prvi korak implementacije je beleženje rezultata dobijenih procenom rizika i podela dokumenta, osoblju na koje se taj dokument odnosi.

Ne očekuje se da se procenom rizika eliminišu svi rizici, ali se očekuje da procena rizika bude odgovarajuća i dovoljna. U cilju da se ispune ovi kriterijumi, moraće da se se dokaže:

- Da je sprovedena pravilna kontrola.
- Da su konsultovani svi oni koji mogu biti pogođeni.
- Da su popisane sve značajne opasnosti.
- Da su preporučene mere za kontrolu rizika, pogodne i dovoljne, a preostali rizik je nizak.
- Da su uključeni svi zaposleni ili njihovi predstavnici koji su uključeni u proces.

Ako se zaključi nalazom procene rizika da se trebaju napraviti određena poboljšanja, prikladno je da se napravi prioritetni plan akcije.

#### 7.1.3.5. Procena rizika tehnikom od 5 koraka Korak 5: Redovno pregledanje procene i ako je potrebno, ažuriranje

Mali broj radnih mesta ostaju statični, ne menjaju se. Neizbežno, je uvođenje nove opreme ili varijacije u korišćenim supstancama, pa je potrebno uvesti nove procedure i nova pravila za ponašanje, zbog izmenjenih opasnosti vezanih za to radno mesto. Shodno tome, razumno je kontinualno praćenje i pregled svih mere kontrole, za procese koji se menjaju.

Osim tehnike za procenu rizika od 5 koraka, postoje i druge tehnike koje imaju drugačiji pristup proceni rizika i kontroli. Ovo uključuje tehnike za kvalitativnu, kvantitativnu i semi-kvantitativnu procenu rizika.

Ove tehnike se smatraju više Sveobuhvatan i može se koristiti za sveobuhvatnije posmatranje, niza faktora: uključujući finansijske troškove, gubitak vremena, gubitak posla, gubitak reputacije itd.

Potrebno je svaku od ovih tehnika pojedinačno proanalizirati u smislu mogućnosti koje pružaju, kao i njihovih ograničenja.

#### 7.1.4. Kvalitativna procena rizika

Kvalitativna procena rizika zasniva se na zaključcima koje je ustrojio ocenjivač, koristeći se svojim stručnim znanjem i iskustvom, kako bi procenio da li su mere kontrole trenutnog rizika delotvorne i adekvatne, da bi se osiguralo da smanjuju rizik na niži nivo koliko je razumno i izvodljivo, ili ako je potrebno da se primeni više mera.

To je način identifikacije opasnosti koje proizlaze iz specifičnih aktivnosti koje mogu uticati na ljude ili životnu sredinu.

Ocenjivač može da razvije metodologiju za razumevanje rizika i učestvuje u upoznavanju učesnika u procesu sa ozbiljnošću rizika. Kod uvođenja mera on određuje prioritete mere kontrole u naređuje da se oni implementiraju. Korišćenje a matrice skale može biti korisno u ovom procesu.

Kod korišćenja tima procenitelja. postoje prednosti jer se koriste kombinovane veštine, čime se dobija potpunija, i zaokružena slika o rizicima koji su uključeni. Ovo je rezultat činjenice da je u pitanju skup ideja i zaključaka iz različitih izvora, umesto ideja i zaključaka jednog procenjivača

Kada je uključen tim procenjivača, oni bi trebali da rade nezavisno procenu rizika, sve do trenutka unošenja finalnih zaključaka i mera, jer se na ovaj način prevazilaze nepotrebni uticaji jačih članova tima.

Zajednički rad bi doveo do rasprave i poređenja ideja kako bi se postigao konsenzus mišljenja i primena konačne odluke o merama kontrole rizika.

Prilikom donošenja kvalitativne presude o ozbiljnosti rizika, uzimaju se u obzir dva parametra. To su verovatnoća nastanka događaja i posledice ili ozbiljnost u slučaju da do događaja dođe.

Težina rizika se može proceniti u smislu njegovog uticaja na:

- Izazvanje štete
- Vreme
- Troškovi
- Kvalitet
- Neprijatnost

#### 7.1.5. Semikvantitativni procena rizika

Efikasno upravljanje rizikom koristi dobro utemeljene odluke na osnovu što šire baze znanja, što je moguće, tj. znanje i iskustvo ocenjivača.

Takođe zahteva određeni stepen konzistentnosti u izradi mišljenja. Kvalitativna tehnika procene, utvrđivanje verovatnoće i ozbiljnosti svakog događaja su subjektivni (tj. lično mišljenje). Međutim, koristeći polu-kvantitativni pristup podrazumeva se stavljanje vrednosti za vjerovatnoću i ozbiljnosti događaja. Da bi se ovo uradilo efektivno, primjenjuje se dodela numeričke vrijednosti na stepen ozbiljnosti, kao i verovatnoću određenog nastupajućeg događaja. Primer vrste korištenja rejtinga, gdje se primjenjuje rangiranje u rasponu od 1 do 5, data je u tabeli 6.1.

Tabela 7.1 Numeričke vrednosti primenjene na nivoe Verovatnoća i posledica

Verovatnoća se može definisati kao	Ozbiljnost može definisati kao
5 Vrlo verovatno	5 Katastrofalna
4 Verovatno	4 Velika
3 Prilično verovatno	3 Umerena
2 Malo verovatno	2 Mala
1 Veoma malo verovatno	1 Neznatna

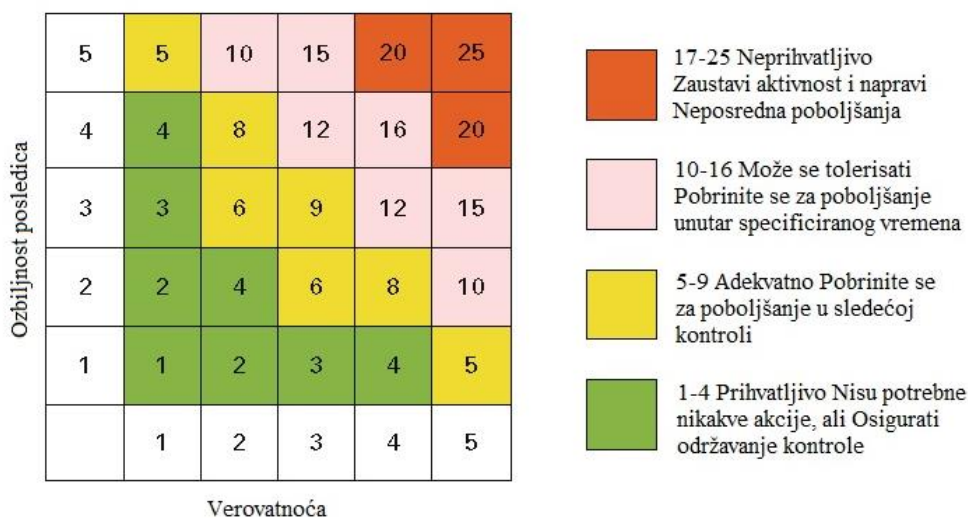
Source: Adapted from [www.hse.gov.uk/quarries/education/overheads/topic5.doc](http://www.hse.gov.uk/quarries/education/overheads/topic5.doc) by David Mercer.

##### 7.1.5.1. Polu kvantitativna procena rizika - rizik ocena / prioritizacija

Kada procenjujemo rizik određene aktivnosti, tim za ocenjivanje ili procenu rizika, donosi usklađeno mišljenje koje je u skladu sa ocenama datim u tablici. U slučaju primera da je ocena za vjerovatnoću, npr. 3, a ocena za posledice (ozbiljnost), npr. 4, rejting se dobija množenjem ova dva broja od  $3 \times 4 = 12$  (tolerantno).

Ocena rejtinga se dobija na osnovu matrice date na slici 7.1





Ovaj oblik polukvantitativnog sistema ocenjivanja rizika daje ukupnu numeričku vrednost rizika koji se procenjuje. Ta numerička vrednost se onda može koristiti za prioritizaciju potrebne akcije, kao što je prikazano u matrici ocena.

Semikvantitativne procene rizika takođe nude stepen konzistentnosti. Korišćenjem ovakve matrice, povećava se verovatnoća da će obučeni Timovi za procenu rizik širom organizacije razviti konzistentniji pristup rejtingu rizika.

#### 7.1.6. Kvantitativna procena rizika

U industriji nafte i gasa, rizici su vezani sa kompleksnošću procesa i operacija, pa zahtevaju sofisticiran pristup u cilju procene rizika. Kvantitativne tehnike procene rizika obezbeđuju sredstva za detaljno procenjivanje rizika, a zasnivane su na kvantitativnim razmatranjima verovatnoće i posledica događaja.

Kvantitativna procena rizika će uključiti korišćenje posebnih alata za kvantifikaciju i tehnike kako bi se identifikovale opasnosti, dala procena ozbiljnosti posledica i verovatnoću da se opasnost realizuje. Kvantitativnom procenom rizika će biti dobijena procena koja je numerička vrednost, koja se može porediti sa poznatim kriterijumima rizika.

##### 7.1.6.1. Analiza istorijskih podataka

Analiza istorijskih podataka je osnova za mnoge kvantitativne procene rizika. Frekvencije se jednostavno izračunavaju kombinovanjem iskustava vezanih za nezgode i izloženost stanovništva, tipično se koristi sledeća kalkulacija:

$$\frac{\text{Broj događaja}}{\text{Broj instalacija} \times \text{godina izlaganja}}$$

Jedan od primera izvora istorijskih podataka koji se mogu koristiti se kao osnova za procenu kvantitativnih rizika je baza; the Worldwide Offshore Accident Databank (WOAD).

## 7.2. Primena alata za upravljanje rizikom u identifikaciji i proceni rizika procesnih sistema u fazi projektovanja

Alati za upravljanje rizikom se primenjuju u identifikaciji i proceni rizika u svim fazama projekta; od koncepta, dizajna, pokretanja (Start-up). Koncept ALARP i upravljanjem rizicima kod velikih incidentima

### 7.2.1. Uvod

Kada je postrojenje u fazi projektovanja, neki rizici mogu biti uključeni u "dizajn", kao i neke opasnosti, koristeći modelovanje kao alat. Nažalost, to što se u procesu nalaze ugljovodoni, uvek će ostati najveći rizik, za ovu industrijsku granu, i to se ne može izbeći.

Primeri modelnih tehnika su:

- HAZID (Hazard Identification Study, Studija o identifikaciji opasnosti)
- HAZOP (Hazard and Operability Study, Studija opasnosti i operativnosti)
- FMECA (Failure Modes and Effective Critical Analysis, Režimi kvara i Analiza efekata i kritičnih faktora) / FMEA (Failure Modes and Effects Analysis Analiza kvarova i efekata)

Sada ćemo pogledati svako od ovih modelnih tehnika detaljnije.

### 7.2.2. HAZID (Studija o Identifikacija opasnosti)

Studija o identifikaciji opasnosti (HAZID) je, kao što njeno ime sugeriše, alat za identifikaciju opasnosti. To je normalno kvalitativna procena rizika i zasniva se na oceni. Obično je izvodi tim ljudi koji su izabrani zbog njihovog posebnog znanja, iskustva ili stručnost.

Razlozi za identifikaciju opasnosti su dvostruki, kao u nastavku:

1. Da bi se sastavio spisak opasnosti koje su procenjene korišćenjem drugih tehnika procene rizika. Ovo se može opisati kao "izbor slučaja greške".
2. Da provede kvalitativnu procenu koliko su značajne opasnosti i kako smanjiti rizike koji su povezani sa njima. Ovo se može opisati kao 'Procena opasnosti'.

Sledeće karakteristike su suštinski elementi studija identifikacije opasnosti:

- Studija treba da bude kreativna i dinamična. Ovo će omogućiti razmatranje širokog opsega opasnosti.
- Studija treba da ima strukturiran pristup tako da bude sveobuhvatna u svom pokrivanju relevantnih opasnosti.

- Studija treba da obuhvati istorijske podatke i prethodna iskustva tako da mogu biti obuhvaćene naučene lekcije.
- Obim studije treba jasno definisati.

To je potrebno da bude obuhvaćeno da bi se osiguralo da oni koji čitaju studiju, u potpunosti, shvate koje opasnosti su uključene i koje su isključene.

#### 7.2.2.1. Liste za proveru opasnosti

To su efikasna sredstva za pravljenje sveobuhvatne liste standardnih opasnosti koje se mogu koristiti se za studije identifikacije opasnosti u fazi koncepta i dizajniranja projekta, da bi se razmotrio širok spektar pitanja vezanih za sigurnost. Takođe se koriste i da bi se listom za proveru opasnosti potvrdilo da su u projekat, u fazi dizajna, ugrađeni elementi vezani za sigurnost na osnovu "Dobre prakse".

Za brzo određivanje opasnosti u HAZID-u koriste se ključne reči. Tabela 6.2 prikazuje Primere ključnih reči i neke od opasnosti koje su povezane sa njima. Lista nije namenjena da bude sveobuhvatna.

Tabela 7.2 Kontrolna lista opasnosti

Ključna reč	Opasnost
Vatra	Erupcija kod koje je došlo do paljenja Proces curenja koji je dovela do paljenja Paljenje produkta koji je iscurio iz skladišta
Gubitak atmosfere za disanje	Ulazak dima Zagušenje
Ispuštanje toksičnog gasa	Ulazak toksičnog gasa Zagušenje
Ispuštanje/rasterećenje TNG	Eksplozija zbog kontakta sa izvorom paljenja Formiranje hidrata na ventilima Hladne opekotine / smrzavanje Prelom zbog krtosti čeličnih delova
Ispuštanje/rasterećenje ugljovodonika	Eksplozija zbog kontakta sa izvorom paljenja
Sudar/rušenje	Rušenje helikoptera Plovilo koje se sudara sa platformom
Kvar na objektu	Rušenje kрана Lom nogu bušačeg postrojenja/platforme

Izvor: Adapted from New South Wales Department of Planning (2011) *Hazardous Industry Planning Advisory Paper No. 8*. HAZOP Guidelines, Sydney, State of New South Wales ISBN 978 0 73475 872 9 available at:

<http://www.planning.nsw.gov.au/Portals/0/HIPAP%208%20Final%202011.pdf>

#### 7.2.2.2. Prednosti kontrolne liste za opasnost

- Relativno ju je jeftino napraviti i može je stvoriti samo jedan analitičar.

- Može se koristiti za sprečavanje ponavljanja prethodnih incidenata.
- Može se koristiti za dizajn koncepta sa minimalnim informacijama o instalaciji.
- Može se koristiti iskustvo stečeno prethodnim procenama rizika.

#### 7.2.2.3. Slabosti kontrolne liste za opasnost:

- Možda se ne mogu predvideti nesreće koje mogu se pojavljaju u novom dizajnu.
- Upotreba generičke kontrolne liste ne podstiče nova razmišljanja o mogućim opasnostima, što može ograničiti razumevanje vrsta opasnosti za instalaciju.

U zaključku: generička kontrolna lista je korisno sredstvo za većinu procena rizika, iako je preporučljivo koristiti je uz ostale metode ispitivanja opasnosti.

#### 7.2.3. HAZOP (Studija opasnost i operativnost, Hazard and Operability Study)

Studije opasnosti i operativnosti obično se obavljaju u fazi projektovanja postrojenja uopšte i posebnim postupcima kontrole rada i kontrole sigurnosti. Stoga, oni pružaju priliku da se izbegnu opasnosti u fazi projektovanja, koraku gde se mogu proceniti i rešiti pre nego što postanu realnost, tj. Pre nego što se postrojenje napravi i krene u proizvodnju.

Studija opasnosti i operativnosti (HAZOP) je alat koji se koristi za sistematsko ispitivanje svakog dela procesa ili rada, kako bi se saznalo kako odstupanja od normalnog rada (ekcesne situacije) mogu dovesti do opasnosti, i ako je potrebno, uvesti dodatne mere kontrole, da bi se sprečila opasnosti. Ovo se može uraditi na osnovu simulacije rada, i ponašanja postrojenja i delova opreme tokom različitih situacija.

Da bi se uradila simulacija rada, HAZOP koristi kompletan opis procesa, uključujući dijagrame procesa i instrumentacija (P & ID) ili njihove ekvivalente.

Studija opasnosti i operativnosti koristi kvalitativnu tehniku procene uz postavljanje pitanja "šta ako", i na taj način se vrši identifikovanje problema pre početka rada procesa (start-up). Svaki deo instalacije se sistematski ispituje, a tim koji radi HAZOP studiju, se sastoji od stručnjaka sa širokim spektrom veštine i iskustva relevantnog za instalaciju/postrojenje.

Troškovi sprovođenja HAZOP-a i bilo kojeg preporučenog postupka implementacije će biti manji od mogućih troškova koji bi nastali prevremenim puštanjem u rad, uz mogućnost da se ugroze i ljudski životi.

Pitanja su formirana na osnovu smernica koje su razvijene od tehnika izučavanja metoda. Ovo dozvoljava pitanja koja treba da istraže svaki mogući način operacija na koji bi način moglo doći do odstupanja od normalnog rada/namene/funkcionisanja procesa, i na taj način testirati integritet metode.

Sistemski pristup ove tehnike povoljan je u identifikaciji slučaja otkaza u radu.

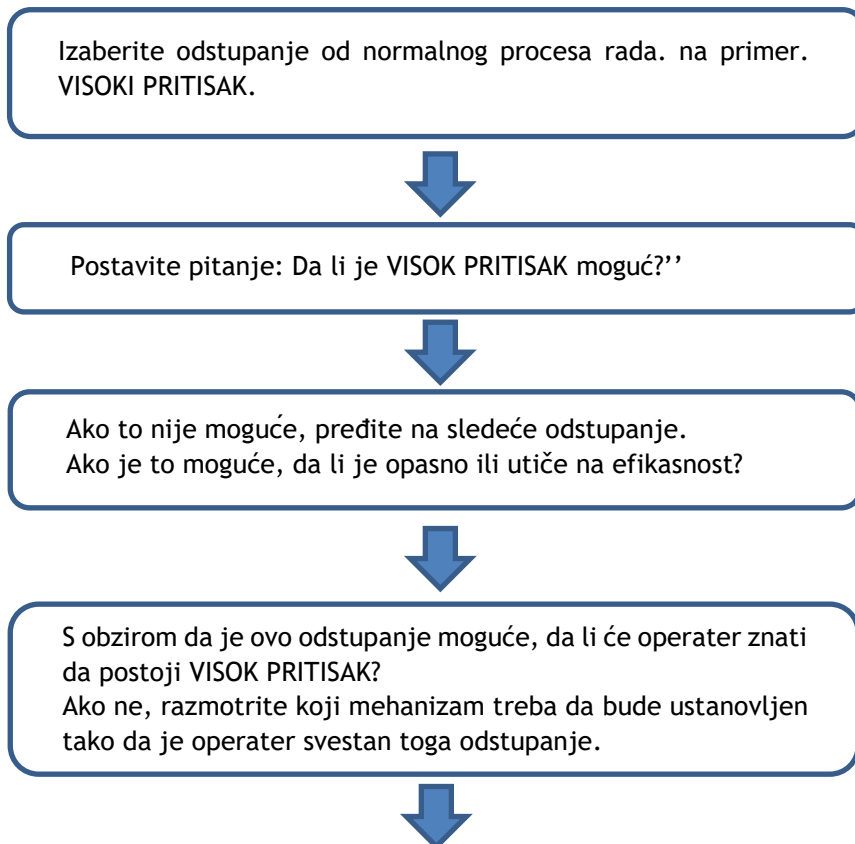
Studija opasnosti i operativnosti je korisna u komunikacija između dizajnerskog tima i operatera na instalaciji. Takođe pruža mogućnosti za pružanje obuke za ključnog proizvodnog osoblja novih instalacija.

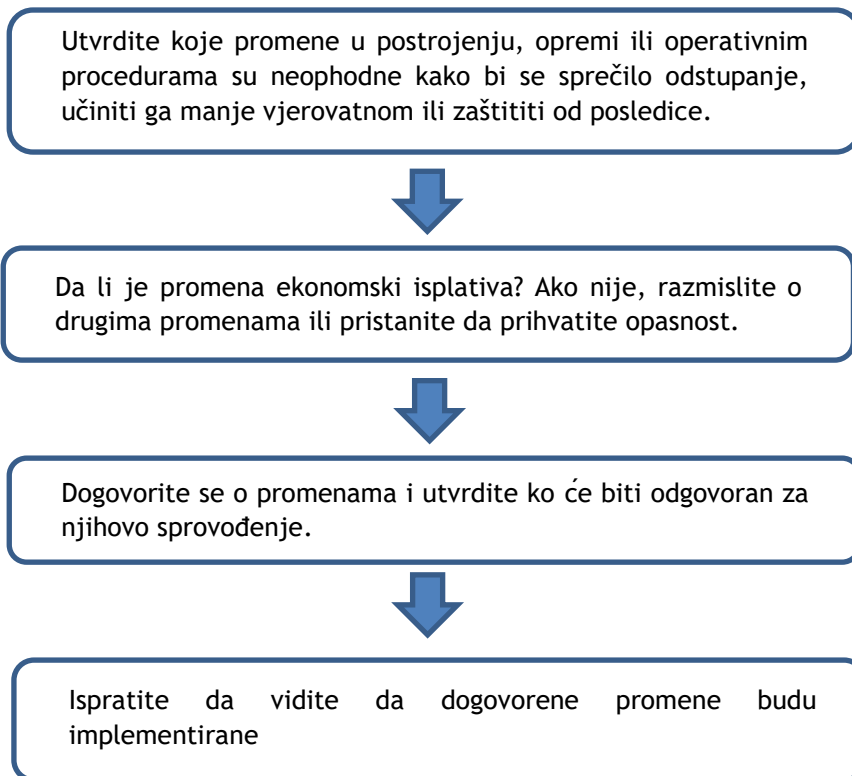
Kao što smo spomenuli, HAZOP se mogu koristiti u fazi dizajna novog postrojenja, ali se mogu koristiti i kod izmene ili povećanja kapaciteta postojećeg postrojenja.

HAZOP procedura podrazumeva izbor procesne linije u postrojenju, i jedan od timova, sa odgovarajućim znanjem, opisuje normalni operativni postupak ili funkciju ove procesne linije. Na osnovu ovoga se prave različiti scenariji, u skladu sa listi ključnih promenljivih/događaja; npr. Desio se visok pritisak. Nakon toga se razmatra šta može izazvati ovo pojedinačno odstupanje od normalnog parametra. Posle toga razmatraju se posledice ili rezultati odstupanja.

Sledeći korak je da tim razmotri koliko je kredibilan ovaj scenario, i da li su njegovi efekti značajni, i da li su potrebne dodatne zaštitne mere.

Hajde sada da pogledamo primer logičke sekvence, korake u sprovođenju studije opasnosti i operativnosti.





Slika 7.2 HAZOP studija flow chart (dijagram toka), Source: Wise Global Training

### 7.2.3.1. Studija opasnosti i operativnosti (HAZOP) - Procesni vodič

U našem primeru smo koristili VISOK PRITISAK kao odstupanje. Slede drugi primeri vodiča reči koje se koriste u analizi HAZOP-a. Ova lista nije namenjena da bude iscrpan dokument, moguće ju je i proširivati.

Tabela 7.3 Vodič kroz reči HAZOP-a

Protok	Visok	Nizak	Nula	Povratni
Nivo	Visok	Nizak		
Pritisak	Visok			
Temperatura	Visoka	Niska		
Kontaminacija				

Izvor: Adapted from New South Wales Department of Planning (2011) *Hazardous Industry Planning Advisory Paper No. 8. HAZOP Guidelines*, Sydney, State of New South Wales ISBN 978 0 73475 872 9 available at:

<http://www.planning.nsw.gov.au/Portals/0/HIPAP%208%20Final%202011.pdf>

Efikasnost studije opasnosti i operativnosti će zavisi od:

- Kako je tim sastavljen - asortiman veština i iskustva pojedinih članova.
- Rukovodstvo tima - predsedavajući treba da obezbedi da je tim svestan i strogo sledi procedure koje sistematski testiraju integritet dizajna.
- Koliko je trenutna informacija, ažurna/sveža - tim treba imati najsigurnije i tačne podatke, uključujući dijagrame procesa i instrumentacije (P & IDs).
- Tim sistematski ispituje informacije da utvrdi uzrok i efekte bilo koje potencijalne opasnosti koja proizlazi iz odstupanja od dizajna.

#### 7.2.3.2. Studija opasnosti i operativnosti (HAZOP) - članovi tima

Tim za izvođenje HAZOP studije treba da se sastoji od grupe ljudi kod kojih, svaki između njih, ima stručno znanje u svakom područje procesnog postrojenja i njegovog rada. Obično, oni su grupa od pet do osam ljudi iz oblasti upravljanja i inženjeringa. Oni moraju biti upoznati sa svim detaljima procesa i dijagrama instrumentacije (P & IDs) ako je nov proces u fazi projektovanja, ali ako je postrojenje već u radu, onda u tim, takođe, treba uključiti procesno osoblje i osoblje iz odeljenja za održavanje, kako bi se osiguralo da svi aspekti procesnog postrojenja i njegovog rada budu razmatrani. Lider tima, predsedavajući, treba da bude u potpunosti upoznat za činjenicama tehnike proučavanja opasnosti i operativnosti i da obezbedi da tim prati proceduru sveobuhvatno i sistematično.

Primer tima HAZOP-a koji je sastavljen da napravi studiju za dizajn novog hemijskog postrojenja, obuhvata sledeće ljude:

- Predsedavajući - Ovo bi trebalo da bude osoba koja nije bila su direktno uključena u dizajn postrojenja, ali neko ko ima iskustva u izradama studije opasnosti i operativnosti. To je zbog toga da bi on/ona mogao da radi nezavisno, i da bi se na taj način obezbedilo da svi postupci budu ispravno praćeni. Poželjan, ali ne neophodan uslov je da predsedavajući razume tehnologiju, postrojenja na kome se vrši studija, jer bi mu to pomoglo u radu.
- Dizajn inženjer - ovo je osoba koja je bila uključena u ovaj konkretan projekat i biće dostupna za pružanje informacija o dizajnu.
- Procesni inženjer - U ovom slučaju to će biti inženjer hemije koji će biti osoba odgovorna za razvoj procesa i dijagrame instrumentacije (P & IDs) kao i dijagrame procesnih tokova (Flow).
- Elektro inženjer - odgovorna osoba razvijanje dizajna električnih sistema u okviru postrojenja.
- Inženjer za instrumentaciju - ovo je osoba koja je zadužena za dizajn i selekciju kontrolnog sistema za postrojenje.
- Operativni menadžer - Operativni menadžer je odgovoran za vreme puštanja u rad postrojenja, u fazi prijema i probnog rada (the commissioning and operation phases).

Prednosti HAZOP-a su:

- HAZOP studije su dobro poznate i široko se koriste; dakle, prednosti i mane su ove studije su dobro poznate.
- HAZOP studije koriste znanje i iskustvo operativnog osoblja u timu.
- HAZOP studije se koriste za sistematski ispitivanje svakog dela dizajna, u cilju identifikacije svih mogućih odstupanja od normalnog rada.
- Studije HAZOP-a mogu se koristiti za identifikaciju mogućih tehničkih grešaka i grešaka operativnog osoblja, koje se mogu pojaviti.
- HAZOP studije, u fazi dok se identifikuje postojeće zaštitne mere, mogu poslužiti i za uvoženje i razvoj daljih mera kontrole ili zaštitnih mera.
- Upotreba tima za studije HAZOP-a može da se primeni na širokoj paleti postrojenja, jer je prednost ove studije širok spektar disciplina koje se mogu obuhvatiti i uključiti različitim organizacijama.

Njegove slabosti su:

- Njegov uspeh zavisi od efikasnosti predsedavajućeg i znanja i iskustva tima.
- Najbolje je koristiti je za identifikaciju opasnosti u procesu; da se koristila za druge vrste opasnosti treba izvršiti modifikaciju metode.
- Potrebni su opisi procedura, i nije moguće dovoljno detalno obraditi sve moguće scenarije.
- Dokumentacija potrebna za sveobuhvatno snimanje studije može biti opsežna i ogromna.

#### 7.2.4. FMECA (Režimi kvara i Analiza efekata i kritičnih faktora; Failure Modes and Effects and Criticality Analysis)

FMECA (Režimi kvara i Analiza efekata i kritičnih faktora) je metod sistematske identifikacije kvarova/otkaza u radu električnog ili mehaničkog sistema.

Jedan čovek ili dvoje ljudi ispituju svaku komponentu sistem procenjuje efekte i stepen važnosti ukoliko dođe do kvara na tom delu opreme.

Dokumenta koja se koriste, predstavljaju sveobuhvatnu lista svih komponenti, i ona uključuju:

- Naziv komponente
- Funkcija komponente
- Moguće vrste kvarova
- Uzroci svih vrsta kvarova
- Kako je otkrivena svaka od grešaka u radu
- Efekti svakog kvara na primarnom sistemu
- Efekti kvara na rad ostalih komponenti sistema



- Šta je potrebno uraditi da se spreči kvar, ili koje su radnje potrebne da se izvrše u cilju uklanjanja nastalog kvara
- Stepen kritičnosti

Prednosti FMECA su:

- To je dobro poznat alat za analizu opasnosti.
- Može samo jedna osoba da izvrši analizu.
- Trebalo bi da identifikuje sve moguće električne i / ili mehaničke opasnosti.
- Identifikuje sigurnosno-tehničku opremu / komponente kod kojih bi propust bio kritičan za sistem.

Njegove slabosti su:

- Zavisi od iskustva i znanja analitičara.
- Analitičar mora razviti hijerarhijski sistem crtanjem pre nego što izvrši analizu (dijagram opasnosti i međuzavisnosti).
- Ograničen je na mehaničku i električnu opremu i ne primenjuje se na postupke ili procesnu opremu.
- Ljudske greške i višestruke greške su teški aspekti za pokrivanje.
- Verovatno će proizvesti složenu listu grešaka.

FMECAs, iako se korisni za sigurnosno kritičnu mehaničku i električnu opremu, ne bi je trebalo koristiti izolovano. To je zato što ljudska greška doprinosi kao faktor u mnogim nesrećama i teško je kod analize režima kvara i analize efekata njenog uticaja, identifikovati analizom kritičnosti njen uticaj i udeo.

#### 7.2.5. Smanjenje rizika na razumnu vrednost, da bi se smanjila verovatnoća njegovog dešavanja, "toliko nisko koliko je razumno praktično moguće" (ALARP)

U ovom poglavlju, kada smo razgovarali o primeni kontrole rizika, pomenuli smo u više navrata frazu "što je moguće razumljivo praktično". Sada moramo da razumemo šta je ova fraza znači.

Postoji rizik u svakom aspektu života - u aktivnostima koje se dešavaju u svakodnevnom životu (npr. Prelazak prometnog puta), kao i u našem radnom veku (npr. klizanja tokom hodanja u kancelariji ili ozbiljnije nesreće na mašinama ili tokom rada sa opasnim materijama). Ono što je potrebno je smanjenje ovih rizika na prihvatljiv nivo; Drugi način je postavljanje sistema na nivo da se smanji rizik na "toliko nisko koliko je razumno praktično moguće" (ALARP).

To znači da poslodavci treba da usvoje odgovarajuće sigurnosne mere, osim u slučaju ako su troškovi (u uslovima novca, vremena ili problema) grubo nesrazmerni sa smanjenjem rizika. Kada su sve takve mere usvojene, rizici se smatraju "toliko niskim koliko je to praktično razumno moguće".

Primeri ekstrema mogu biti da potrošite 1 mil.\$ za zamenu stolica u kontrolnoj sobi za one sa boljom lumbalnom podrškom. Ovakve mere se mogu smatrati kao nesrazmerne. Međutim, potrošiti 1 mil.\$ prilikom instalacije potpuno zaštićene rute za beg od nekog privremenog objekta (npr. platforme) do čamca za spašavanje i heliodruma može se smatrati daleko proporcionalnijim.

U industriji nafte i gasa, rizici od požara i eksplozije kao i njihove posledice su visoki, ne samo u finansijskim aspektu, nego i kada su u pitanju ljudski život i životna sredina. Zbog ovih potencijalnih posledica to što smatra se "razumnim" u industriji nafte i gasa je na mnogo većem nivou nego u većini drugih industrija.

Stoga se moraju uvesti strožije kontrolne mere, kako bi se smanjio rizik do nivoa koji se može smatrati nižim koliko je razumno izvodljivo.

#### 7.2.6. Upravljanje rizicima od velikih incidenata

Kada je riječ o upravljanju rizicima od velikih incidenata, trebao bi se primeniti hijerarhijski pristup. Preporučena hijerarhija je:

- 1 Eliminacija i minimizacija opasnosti (Projektovanje bezbednosnog sistema inkorporiranog u proces i sisteme)
- 2 Prevencija (smanjenje verovatnoće velikog incidenta)
- 3 Detekcija (sistemi upozorenja i alarma povezani sa kontrolnim sistemom)
- 4 Kontrola (ograničenje, intenzitet i /ili trajanje incidenta)
- 5 Ublažavanje posledica (zaštita od efekata nekog incidenta)

Inherentno sigurniji dizajn i mere za sprečavanje i kontrola velikih nesreća garantuju najviši stepen zaštite. To je zato što imaju veći efekat i, kao takvi, nude pouzdanost u smanjenju rizika. Optimalna tačka u vremenu da se identifikuje, eliminiše ili smanji rizik od velikih opasnosti na novoj instalaciji je u fazi projektovanja. Ovo je stadijum na kome se svi elementi procesnih radnji i procesne opreme ispituju i testiraju, po redosledu značajnosti. Uvek je najbolje sprečiti ili eliminisati rizike u inženjerskom dizajnu na delove opreme koji čine instalaciju inherentno sigurnom, a zatim i ostatak rizika se može kontrolisati implementacijom upravljanja i druge kontrole. Teže je da se eliminišu ili spreče rizici na postojećim instalacijama, lako je u skladu sa mogućim zakonskim zahtevima Oni bi trebalo da budu svedeni na "nisko kao praktično razumno (ALARP)".

Trebalo bi razmotriti sigurnosni slučaj/izvještaj instalacije, o tome kakvi bi bili efekti vatre i eksplozije na integritet/održivost instalacije - naročito offshore, tj. Postoji rizik da postane nesigurna, i da ne može da se održi sigurna. Postoji i rizik za životnu sredinu zbog efekata ispuštanja toksičnih gasova.

Lekcije naučene iz istraga o prethodnim incidentima ne mogu se koristiti za precenu kada je reč o upravljanju rizicima povezanim sa većim incidentima, jer one daju samo sliku vezanu za lokalnu štetu, ali ne i za štetu širih obima; uticaj na okolinu.

Primer ovoga je izveštaj Buncefield incidenta koji se desio u decembru 2005. godine. U ovom incidentu došlo je do eksplozije i požara. Ovaj incident je imao ogroman uticaj, ne samo na postrojenje na kome se desio, već i na stanovnike i poslovnu zajednicu lokalno i dalje. Međutim, srećna okolnost je da u ovom incidentu nije bilo izgubljenih života.



Slika 7.1. Vatra u Buncefieldu bila je veliki požar izazvan nizom eksplozija 11. decembra 2005. godine na terminalu za skladištenje nafte Hertfordshire, koje se nalazi blizu magistralnog puta M1 Hemela Hempsteada u Hertfordshiru, Engleska. Terminal je bio peti po veličini depo za skladištenje nafte u Velikoj Britaniji, kapaciteta oko 270 000 t goriva. Terminal je u vlasništvu TOTAL UK Limited (60%) i Texaco (40%).

#### 7.2.7. Buncefield: Zašto se to dogodilo?

U ovom delu je dat opis događaja i pretpostavke i zaključci do kojih je došla komisija tokom istraživanja, kao i naknadne preporuke koje su se mogle izvući iz ove istrage.

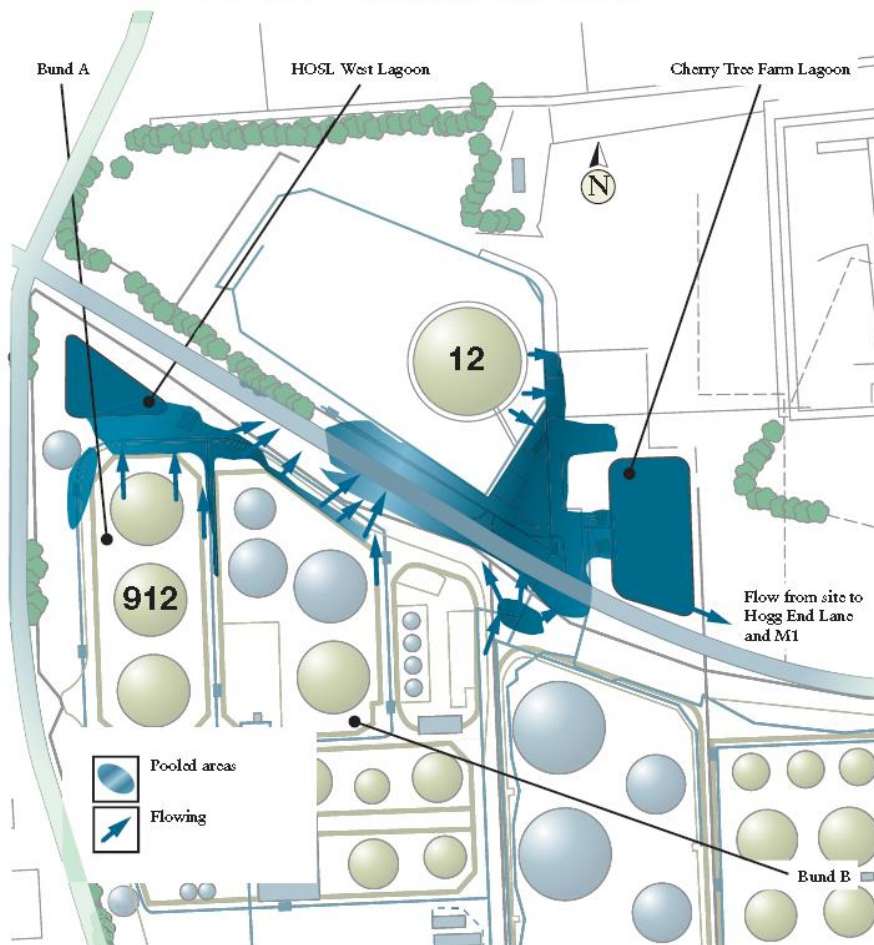
Rezime događaja dat u izveštaju o nesreći

U noći u subotu 10. decembra 2005., Tank 912 u Hertfordshire Oil Storage Limited (HOSL) deo depoa za skladištenje ulja Buncefield je bio punjen benzinom. Rezervoar je imao dva oblika kontrole nivoa:

1. merač koji je omogućio zaposlenima da prate operaciju punjenja;
2. i nezavisnog prekidača na visokog nivoa (IHLS, independent high-level switch) koji se automatski zatvara kod previsokog nivoa u rezervoaru, i na taj način sprečavao dalje punjenje.

Prvi merač se zaglavio, a IHLS nije bio operativan - stoga nije bilo načina da se upozori osoblje u kontrolnoj sobi da se rezervoara prepunjava do opasnog nivoa.

Na kraju je velika količine pokuljala i prelila se sa vrha rezervoara. Formiran je oblak para koja se zapalio uzrokujući snažnu eksploziju i vatru koja je trajala pet dana. Merač se zaglavljivao nakon što je rezervoar bio servisiran u avgustu 2005. godine. Međutim, ni menadžment lokacije niti izvođači koji su održavali sisteme efektivno nisu reagovali na njegovu očiglednu nepouzdanost. IHLS-u je bio potreban katanac zadrži svoju kontrolnu polugu u radnom položaju. Međutim, dobavljač prekidača nije razmotrio ovu kritičnu tačku u komunikaciji sa izvođačem radova, održavanjem i site operatorima. Zbog ovog nedostatka razumevanja, katanac nije bio ugrađen.



Slika 7.2. Vatra u Buncefieldu, putevi izlivanja goriva

Pošto IHLS ventil nije uspio da zadrži benzin, postojao je zaštitni zid od izlivanja pričvršćen na zid rezervoara (sekundarno zadržavanje) i sistem odvoda i dreniranja

područja (tercijarna zadržavanja) kako bi se osiguralo da iscurila tečnost ne može se raširiti po okolini u cilju zaštite životne sredine (tankvana sa odvodom). Oba ova sistema za zadržavanje tečnosti su propala. Zagađivači iz goriva i tečnosti za gašenje koji su isticali iz rezervoara, izlaze iz mesta zaštite i ulaze u podzemne vode, tankvana nije bila nepropusna. Ove sistemi za zadržavanje su bili neadekvatno projektovani i održavani.

#### 7.2.7.1. Zaključci iz uviđaja

Propusti projektovanja i održavanja u sigurnosnim zaštitnim sistemima i sistemima za zadržavanje tečnosti su bili tehnički uzroci početne eksplozije i propuštanje zagađujućih materija u životnu sredinu uz posledice tih ispuštanja. Međutim, na osnovu ovih neposrednih grešaka postavljene su osnovne pretpostavke o uzrocima zasnovane na širim propustima u upravljanju:

- Sistemi upravljanja u HOSL-u koji se odnose na punjenje tankova bili su nedovoljni i nisu bili adekvatno poštovani, uprkos činjenici da su sistemi nezavisno pregledani.
- Radni pritisak na osoblje povećao se pre incidenta. Lokacija se punila sa tri cevovoda, kod kojih su dva punjenja bila pod malom kontrolom od strane osoblja kontrolne sobe u smislu proticaja i vremena prijema. To je značilo da osoblje nije imalo dovoljno informacija koje su im bile lako dostupne kako bi se upravljalo skladištenjem dolaznog goriva.
- Dolazni protok se povećao na lokaciji. Ovo je izazvalo veći pritisak na upravljačku ekipu i osoblje i dodatno degradirao njihovu sposobnost da prate prijem i skladištenje goriva.

Pritisak na osoblje pogoršao je nedostatak inženjerske podrške od strane glavnog ureda. Kumulativno, ovi pritisci stvorili su kulturu u kojoj je održavanje procesa funkcionisalo kao primarni fokus i sigurnost procesa nije dobila pažnju, resurse ili prioritete koji je zahtevao.

#### 7.2.7.2. Koristi od ovog izveštaja

Ovaj izveštaj ne identifikuje nikakvo novo učenje o prevenciji velikih nesreća. Umesto toga služi za pojačavanje nekih važnih principa upravljanja sigurnošću procesa koji su poznati neko vreme:

***Trebalo bi da postoji jasno razumevanje rizika od velikih nesreća i sigurnosne kritične opreme i sistema dizajniranih da ih kontrolišu.***

Ovo razumevanje treba da postoji unutar organizacija od višeg rukovodstva do operative i mora postojati u svim organizacijama uključenim u snabdevanje, instaliranje, održavanje i upravljanje tim kontrolama.

***Trebalo bi da postoje sistemi i kultura u cilju otkrivanja lošeg rada u kritičnoj opremi za sigurnost i brzo i efikasno reagovanje na njih.***

U ovom slučaju, postojali su jasni znaci da oprema nije bila pogodna za specifičnu namenu, ali se niko nije pitao zašto, ili šta treba uraditi u vezi s tim, osim osiguranja redovnih servisa i privremenih popravki na sistemu.

***Treba obezbediti vreme i resurse za bezbednost procesa.***

Pritisци na osoblje i menadžere treba razumjeti i upravljati tako da oni imaju kapacitet da primenjuju procedure i sisteme neophodne za bezbedan rad.

Kada se postojeće stanje uskladi sa gore navedenim, potrebno je:

***Trebalo bi postojati efikasni sistemi revizije koji testiraju kvalitet sistema upravljanja i osiguravaju da se ovi sistemi stvarno koriste na terenu i da su efikasni.***

***U suštini kod upravljanja sistemima kod kojih se obavljaju poslovi uz veliku opasnost, glavne odrednice vezane sigurnost treba da bude jasna i nedvosmislena, rukovodstvo zaduženo za sigurnost procesa, treba da se uključuje u radni proces na nivou odbora, sa rukovodnim nadležnostima, kako bi se osiguralo da se glavni rizici drže pod kontrolom.***

#### 7.2.7.3. Opšti principi koji se mogu izvući iz ovog akcidenta i preporuka:

Iako su preporuke koje su proizašle iz naknadne istrage o incidentu bile povezana kako reagovati na incidente na kopnu, neki od opštih principa mogu se primeniti na offshore objekte.

Glavne preporuke bile bi sledeće:

- Preispitati urgentne mere za sve razumno predvidljive vanredne situacije koje mogu biti rezultat verodostojnih većih incidenata. Reč "Verodostojni" u ovom slučaju, znači da mere treba proširiti razmotranjem nekih scenarija, koji su se možda ranije smatrali nerealnim.
- Da obezbedilo kompletno uputstvo, koje se odnosi na postojeće planove za vanredne situacije, potrebno je da ih razmotri eksterni stručnjak, nezavisni autoritet.
- Obezbijediti obuku za svo relevantno osoblje, kako bi postali kompetentni u implementaciji plana za vanredne situacije, koje se mogu pojaviti. Takođe moraju osigurati da se adekvatan nivo obučenog osoblja održava svo vreme.
- Obezbediti da je kontrolni centar koji se koristi za hitne situacije postavljen na odgovarajući način i adekvatno zaštićen u slučaju nepredviđenih situacija, kao i svi objekti za reagovanje u hitnim situacijama. Ako su potrebne promene da bi se postigla ova preporuka onda je potrebno da bezbednosni izveštaj treba ažurirati, kako bi se prikazale neophodne promene.
- Obezbijediti sve kritične resurse za hitne slučajeve. Potrebno je da se identifikuju i da postoje planovi za slučaj nepredviđenih slučajeva, u slučaju kvarova.

- Obezbijediti adekvatan aranžman sa svim službama eksterne hitne pomoći. Da, ukoliko dođe do hitne situacije, one budu potpuno spremna da se nosi sa tim.
- Da obezbedi da postoji redovna komunikacija između operatera instalacije i bilo koje druge spoljne agencije na koje to može uticati. Primer ovoga bi bio obalni stražar, koji može biti pogodan aktivnostima operatera na Off-shore instalaciji.

### 7.3. Sigurnost procesa vezanih za industrijske standarde, inherentna sigurnost i koncepti zasnovani na riziku, inženjerska uputstva i dobra praksa

#### 7.3.1. Proces povezan sa industrijskim standardima

U industriji nafte i gasa zastupljene su uglavnom multinacionalne kompanije koje se u upravljanju po propisima o zdravlju i bezbednosti ponašaju po nacionalnim i međunarodnim kodeksima i praksi, koje razvija i sprovode vladini organi, tj. odeljenja i drugi autorizovani organi vlasti širom sveta (npr. Uprava za bezbednost i zdravlje na radu (OSHA), izvršni direktor za zdravlje i bezbednost (HSE) itd.).

Vlade i izvršni organi skloni su da rade u saradnji sa naftnom i gasnom industrijom, da bi razvili potrebne kodekse prakse i zakonodavstva, koji se razvijaju na osnovu specijalizovanih znanja i iskustva, koje ova industrija ima u upravljanju rizicima. Modeli upravljanja rizicima koji su razvijeni tokom vremena dele se u celom industrijskom svetu i minimum standarda vezanih za zdravlje i sigurnost, obično je prihvaćen i usvojen i od strane multinacionalnih kompanija.

Industrija nafte i gasa takođe je uspostavila veliki broj Tela koja predstavljaju forum za razmjenu ideja kao i sredstvo za obaveštavanja o opasnostima ili za razvoj poboljšanih radnih procedura.

#### 7.3.2. Inherentnost sigurnosti i rizika bazirana na konceptu dizajna

Jedan od glavnih elemenata razvoja je inherentnost bezbednosnih procesa, što dopušta smanjenje kompleksnosti postrojenja u fazi projektovanja i značajno pojednostavljenje procesa rada, čime se smanjuje verovatnoća da se događaju situacije koje mogu dovesti do nesreće.

To je zato što ima manje opreme, koja se može pokvariti, i manje mogućnosti za ljudsku grešku.

Dizajn procesa koji je "sasvim siguran", koliko je to moguće, je glavni cilj procesnih dizajnera. Nemoguće je dizajnom obuhvatiti sve rizike, pa dizajneri procesa mogu koristiti hijerarhijsku strukturu, uz izbegavanje prioriternih opasnosti, a zatim kontrolu svih preostalih rizika.

Kontrolne funkcije, poput dizajniranja sistema koji mogu da izdrže maksimalni mogući pritisak, koji se može desiti u sistemu, su poželjni elementi, kod kojih se ne mogu projektovati opasnosti u potpunosti. Međutim, tamo gde kontrola nastanka događaja koji odstupa od normalnog rada, nije moguća, dizajniranjem opreme se smanjenje veličina opasnosti i ako se realizuje ova aktivnost, ona je prihvatljiva.

Postoji niz principa za postizanje Inherentno sigurnog dizajniranja:

- Minimiziranje količine opasnog materijala, prisutnog u bilo kom trenutku
- Zamenjivanje opasnih materijala sa manje opasnim materijalima
- Smanjivanje efekta materijala ili procesa (smanjiti temperaturu ili pritisak)
- Pojednostavljenje dizajna, izbacivanjem dizajnerskih problema, umesto dodavanja novih funkcija za rešavanje problema
- Projektovanje u dozvoljenim tolerancijama da bi se eliminisao uticaj grešaka ili odstupanja
- Ograničavanje efekata bilo kog neželjenog događaja, npr. Preko tankvane oko rezervoara za skladištenje



Slika 7.3. Tankvana, zaštita rezervoara od curenja

- Omogućavanje ljudske greške dizajniranjem sigurnosnih ventili koji se automatski zatvaraju u slučaju greške (SHUT DOWN pozicija)

## 7.4. Koncept realizacije opasnosti

### 7.4.1. Uvod

Realizacija opasnosti je kada se kontrolni sistem opasnosti uništi ili pokvari, što dovodi do opasnog događaja, ukoliko dođe do poremećaja radnih parametara. Posledica nastale opasnosti može biti katastrofalna u industriji nafte i gasa, i jedan od najočitijih primera bi bio eksplozija zbog ekspanzije pare iz ključale tečnosti (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion, BLEVE).



Ovakva katastrofa se dogodila u rafineriji u Feizinu, 1966. godine, Francuska. Vredi detaljno objasniti šta tačno dogodilo u ovom incidentu.

Tri operatera su odvodila vodu iz sfere (drenirala) koja sadrži tečni naftni gas (LPG). Ovo je bilo rutinska procedura, ali nijedan od operatera koji je obavljao ovaj zadatak, nije imao iskustva u obavljanju tog zadatka. Postojala je pisana procedura na koji način se otvaraju ventili u specifičnoj sekvenci (postepeno otvaranje, po redu), ali u to operateri nisu bili upućeni.

Shodno tome, ventili nisu otvoreni po redu (prvi je otvoren ventil na sferi), i stvorio se ledeni čep (hidrat), koji se formirao oko unutrašnjeg mehanizma ventila, čineći ga neoperabilnim.

LPG je zatim počeo da izlazi iz ventila za odvod, šireći se i izazivajući veliki oblak pare. Ventili se nisu mogli zatvoriti, a operateri su pobjegli sa mesta događaja.



*6.3. Nesreća 1966 Feyzin, dogodila se u rafineriji u blizini Feyzin, 10 kilometara južno od Lyon-a, u Francuskoj, 4. januara 1966. Izlivanje LPG-a dogodilo se kada je operater odvodio vodu iz rezervoara sa propanom od 1.200m<sup>3</sup> pod pritiskom*

Oblak isparenja kretao se u blizini autoputa i zapalio (Moguće od izduvnih gasova vozila). Onda se plamen vratio prema izvoru curenja, u sferu, što je rezultiralo staranjem vatrenog mlaza, koji je zatim plamen proširio prema drugoj LPG sferu. Ovo je zbog povećanja temperature prouzrokovalo ekspanzije pare iz ključale tečnosti (BLEVE) i sfera je eksplodirala. Ostale sfere su se srušile, sa "nogu" na koje su postavljene, zbog nastale temperatue i takođe eksplodirale.

Na kraju je, čak pet sfera je izgubljeno u katastrofi, i ako su službe za hitne slučajeve bile na licu mesta. Ovo nisu uspeli jer nisu uspeli da ohlade susedne tenkove i okolinu i došlo je do domino efekta.

#### 7.4.2. Naučene lekcije

Ovaj konkretan incident podstakao je niz pitanja, uključujući:

- Dizajn sfere (uključujući izolovane cevovode i ventile, izolacija nosača rezervoara)
- Procedure za odvod vode iz sfere
- Potreba za potpuno obučanim i kompetentnim operaterima da bi mogli da obavljaju posao
- Potreba za planiranjem u hitnim slučajevima i procedure u tim slučajevima

Ovo ilustruje potrebu dobro obučenog osoblja, njihov rad u skladu sa postavljenim procedurama, kako bi se smanjio rizik od nastanka opasnosti. Operateri, takođe treba da bude obučeni da bi se suočio sa nenormalnim situacijama, Ako se pojave, tako da mogu shvatiti alternativu rešenja, ako drugi načini ne uspejaju.

### 7.5. Koncept kontrole rizika uz korišćenje barijere

#### 7.5.1. Modeliranje barijera

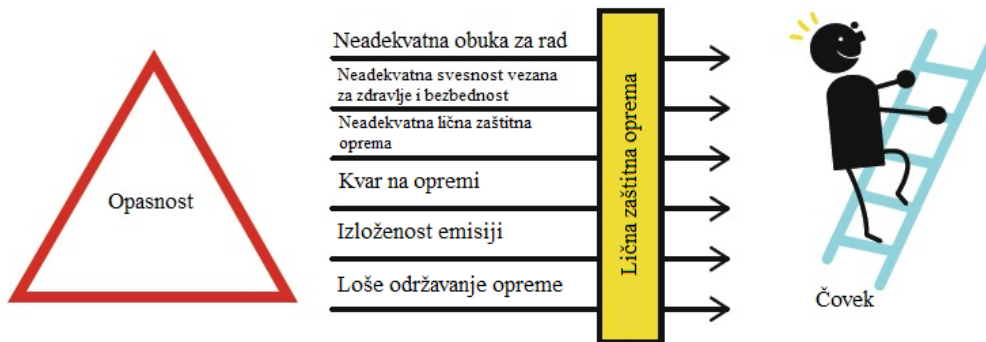
Barijera je opisana kao nešto što se postavlja između osobe i opasnosti za sprečavanje tog lica od povrede. Na primer, barijera oko rupe u kolovozu, postavljena je od strane radnika koji popravljaju cevovod, da bi se sprečilo da ljudi upadnu u tu rupu.

Drugi primer je krema za brijanje, koja se primjenjuje da zaštiti ruke od štetnih supstanci kao što su rastvarači koji bi izazvali iritaciju kože.

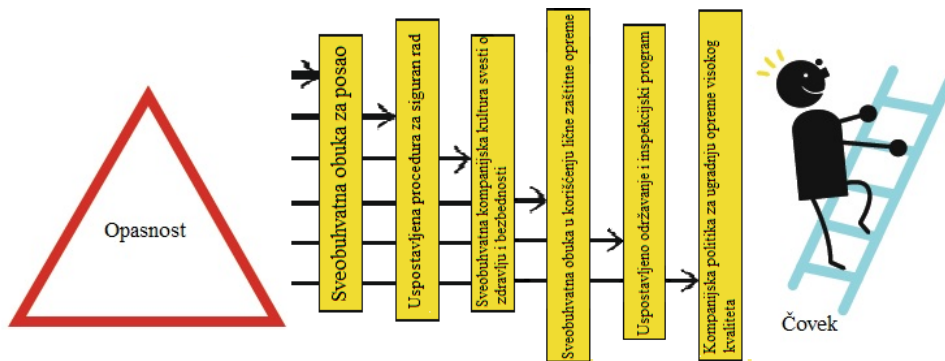
Barijere takođe mogu biti nematerijalne stvari koje štite ljudi od povreda, npr. znanje i obuka. Primer ovoga bi bio učenje kako se treba koristiti industrijska mašina na bezbedan način, da bi se rukovaoc zaštitio od povrede.

Druga vrsta prepreke bi mogla biti korišćenje lične zaštitne oprema (PPE), ali nema garancije da će ovo biti dovoljno za zaštitu onoga koji je nosi od povrede. PPE može biti da ne pruži adekvatnu zaštitu u nekolicini načina, kako ilustruje model na slici 6.3. Prepreka je dizajnirana da zaštiti nosioca od opasnosti, ali, kako je ilustrovano, to se ne može učiniti u nekim slučajevima. Znajući kako se ove greške događaju, postoji prilika da se one predvide i da se instaliraju kontrolne mere za smanjenje rizika od nanošenja štete.

Hajde sada da pogledamo koje barijere možemo da postavimo Da bi se smanjila potencijalna izloženost.



Slika 7.3 Neefikasna prepreka Izvor: Wise Global Training



Slika 7.4. Efikasne barijere, Izvor: Wise Global Training.

### 7.5.2. Mere kontrole na mestu za ublažavanje potencijalne izloženosti

Kao što je prikazano na slici 6.4, rizik se može smanjiti postavljanjem nekoliko barijera. Iako svaka barijera može biti narušena na više načina, svaka od njih smanjuje izloženost do određene mere. Da bi se opasnost realizovala neophodno je da se sve prepreke krše istovremeno.

Primeri dobrih prepreka su:

- Dobar dizajn i specifikacije
- Dobri procesi i procedure
- Robusne tehnike inspekcije i održavanja
- Adekvatno obučeno i kompetentno osoblje

## 7.6. Korišćenje modela kao što je termička izlazna snaga, eksplozivne zone za identifikacija rizika

### 7.6.1. Uvod

Postoji niz alati za modeliranje koji su na raspolaganju za pomoć u identifikovanju rizika od požara i eksplozije. Uticaj toplote na ljude zasniva se na jednostavnom setu pravila koja koriste kilovate po kvadratnom metru ( $\text{kW}/\text{m}^2$ ). Na  $5 \text{ kW}/\text{m}^2$  beg od efekata toplote može se očekivati. Na  $12,5 \text{ kW}/\text{m}^2$  smrt se može očekivati u roku manje od minuta. Na  $37,5 \text{ kW}/\text{m}^2$  smrt je trenutna.

Rizici uključeni zavise od vrste vatre i njene individualne karakteristike, pa je korisno sve sagledati: relevantne vrste vatre i tehnike modelovanja povezane sa njima kako bi se time pomogli u identifikaciji rizika i naknadnom smanjenju rizika.

### 7.6.2. Bazenski/stacionarni požari (Pool fire)

Bazenski požar je vatra koja se pali iznad horizontalne i stabilne baze isparljivog ugljovodoničnog goriva. Ako vatra zbog goriva nije stabilna, poznata je kao nestacionarni/pokretni plamen/požar (running fire).



Slika 7.5 Tipičan požar u bazenu.

Bazenski požari predstavljaju značajne rizike, posebno, na off-shore instalacijama, i vrlo brzo mogu eskalirati u incident velikih razmera.

Olakšavajući faktori kod modeliranja uključuje poznavanje šablona događaja po kome se bazenski požar odvija i može se time u izvesnoj meri olakšati dizajnirati. Na primer, u literaturi su date Informativne lista za zdravlje i bezbednost (HSE) 'Modeliranje požara bazena u proceni rizika na otvorenom Offshore - Informativni list br. 9/2008'.

Tečnosti se kod ovog tipa požara proširuje i po površini, dok ne se ne postigne određena kritična debljinu. Za neporozne i relativno glatke površine, kao što su

čelične palube, tipična dubina bazena biće 1 mm za ne viskozne tečnosti. Na osnovu toga, svaki kvadratni metar bazena imaće 1.000 cm<sup>3</sup> tečnosti. Ako dođe do izlivanja tečnosti iz bazena i paljenja, stopa širenja bazena više nije, jednostavno, funkcija brzine unosa goriva, ali se sada reguliše balansom unošenja goriva u odnosu na brzinu izgaranja goriva.

Kako se povećava površina bazena, procenat sagorevanja goriva se povećava sve dok se na kraju ne poklapi sa stopom unosa. U tom trenutku bi bazen trebao ostati konstantan po veličini.

Ovo je samo jedan primer karakterističan za dokument, ali pokazuje kako znanje vezano za karakteristike, može biti izuzetno korisno u dizajnu faza određenih komponenti ili procesa.

### 7.6.3. Šikljajući požari (Jet fire)

Kod šikljajućeg ili Jet požara se plamen napaja ugljovodicima koji se kontinuirano puštaju velikom brzinom u određenom pravcu. Slika 6.6 prikazuje šikljajuću vatru koja izlazi iz rezervoarskog skladišta.



Slika 7.6. Šikljajući plamen

Kao i bazenski požar, šikljajući požari predstavljaju značajan rizik za Offshore instalacije, gde mogu brzo eskalirati u velike incidente, zbog izbacivanja gasova, tečnosti niske tačke ključanja i ugljovodoničnih tečnosti.

Šikljajući požari razvijaju se brzo, a ekstremna toplota koja se generiše može dovesti do strukturnih kvarova na kritičnim delovima opreme ako dođu u kontakt sa plamenom. Ovo ima značajne reperkusije na strategiju kontrole i izolacije požara.

Osobine mlaznih požara zavise od:

- Kompozicije goriva

- Uslova dešavanja
- Brzine dešavanja
- Oblika, geometrije plamenog snopa
- Pravca vetra i uslova okoline

#### 7.6.3.1. 7.6.3.1. Industrijska praksa u proceni opasnosti šikljajućeg plamena

Procjena opasnosti od šikljajućih požara vrši se analiziranjem dužine plamenog mlaza u odnosu na udaljenosti opreme, zgrada, ljudi, itd.

Razmatra se stepen do kojeg Ugrožena oblast, kao i neophodnost za pasivnu zaštitu od požara (PFP), i depresurizaciju u hitnim slučajevima (gušenje), kao i druge opcije u cilju ublažavanja opasnost.

#### 7.6.4. Flash požari i vatrene kugle

Kada dođe do oslobađanja gasa može doći stvaranja gustog oblaka para, čime se stvaraju zapaljivi gasovi ili tečnosti, koji mogu postati izvori požara, jer može doći do samozapaljenja, to jest. stvaranja požara nastalog zbog oblaka pare (Vapour Cloud Fire,VCF). Ovo pojava je poznata i kao fleš požar ili vatrena lopta.

Vatra nastala zbog stvaranja oblaka pare (VCF-s) važna je iz dva razloga:

- Postoji mogućnost da ovi požari eskaliraju i uzrokuju sekundarne požare na drugim mestima.
- Vrlo je verovatno da će VCF prouzrokovati stabilan požar, tj. bazenski ili šikljajući požar, ili kombinaciju oba.



## Slika 7.7. Vatrene kugla

### 7.6.4.1. Flash požari i modeliranje vatrene kugle

Dužina, visina i prečnik, kao i brzina dejstva, su karakteristike fleš požara i vatrene kugle koje se mogu modelirati korišćenjem formule vezane za masu ispuštenog goriva.

### 7.6.5. Procena opasnosti od eksplozije

Na bilo kojoj instalaciji postoji mogućnost široke varijante eksplozija, uključujući:

- Eksplozije na otvorenom (nadpritisak proizvedeno od prisustvo prepreka)
- Eksplozije u zatvorenom prostoru (direktno generisan nadpritisak, u kombinaciji sa generisanjem nadpritisaka zbog prepreka)
- Spoljašnje eksplozije (povezane sa zatvorenim prostorom, povezane sa ventiliranjem, ili ispuštanjem)
- Unutrašnje eksplozije (npr. unutar dimnjaka)
- Fizičke eksplozije (npr. zbog kvara regulacionih ventila za pritisak)
- Eksplozije čvrste materije (npr. one koje su povezane sa upotrebom eksplozivnih materija)
- Eksplozije zbog "magle", nastale isparavanjem i kondenzacijom (Mist eksplozije)
- Eksplozija nastale zbog stvaranja para nastalih zbog tačke ključanja tečnosti (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion, BLEVE)

Na većini instalacija, eksplozije su značajne komponente u riziku od nadzemnih požara. Statistički podaci vezani za praćenje požara u UK, pokazuju da je tokom 1992-1999. bilo deset incidenata uključujući eksplozije na instalacijama. Većina eksplozija u unutrašnjosti objekata bile su vezane za sisteme baklje ili gasne turbine.

### 7.6.6. Modelovanje sistema za procenu opasnosti od eksplozije

**Empirijski modeli** (znanje stečeno pomoću posmatranja ili eksperimentisanja) koriste pojednostavljene verzije fizike eksplozije i ne mogu se odnositi na geometrijski složene sisteme. Shodno tome, njihov opseg primenljivosti je ograničen. Međutim, oni su korisni brzo izračunavanje redosleda magnitude (značenje veličine, stepena, intenziteta) eksplozija, kao i za skrining scenarije koji su onda potrebni (podrazumeva primenu testova u cilju ranog eksplozije). Dalje istraživanje sa sofisticiranijim alatima.

**Fenomenološki modeli** (proučavanje struktura) su komplikovaniji od empirijskih modela. To su modeli koji "odgovaraju" eksperimentalnim podacima i koriste se za predstavljanje geometrije scenarija u pojednostavnim uslovima, npr. kutije povezane vezama/prolazima. Takođe imaju ograničen opseg upotrebljivosti, manje nego empirijski modeli, iako pružaju niži nivo neizvesnosti.

**Računarski model dinamike fluida (CFD)** spada u dve grupe - jednostavni modeli i napredni modeli.

Napredni modeli pružaju potpuniji opis fizičkih i hemijskih procesa uključenih u eksplozije, uključujući poboljšanu predstavu geometrije i tačnosti numeričkih šema.

#### 7.6.7. Modelovanje procene posledica eksplozije

Ovakav tip modelovanja posmatra posledice eksplozija. Na primer, povrede ljudi nastale eksplozijom, koja može biti direktna posledica eksplozivnog talasa (npr. ruptura ušnog bubnja) ili indirektno (npr. od letućih ostataka). Oprema i strukture mogu biti oštećeni efektima opterećenja (utiču na zidove i velike predmeti) ili povlačenjem tereta (utiču na čelične konstrukcije ili cevne mostove i cevovode koji su konstruisani od uskih unakrsnih sekcija), ili kombinacija oba.

Obim štete zavisi ne samo od maksimalno ostvarenog nadpritiska, nego i od vremena dejstva, impuls i rast vremena dejstva eksplozivnog talasa.



## 8. Rad i održavanje postrojenja

### 8.1. Integritet imovine, uključujući inspekciju, ispitivanje, održavanje, sprečavanje korozije, kompetentnost i obuku

#### 8.1.1. Integritet imovine - uvod

U industriji nafte i gasa, off-shore instalacija, rafinerije, terminali za skladištenje i cevovodi često naziva se "imovina".

Održavanje sposobnosti imovine da funkcionišu efektivno i efikasno bez stvaranja nepotrebne opasnosti za bilo koju osobu ili okolinu je neophodno i to se naziva održavanje 'Integriteta imovine', ili 'Ispravnost imovine'.

Upravljanje integritetom (održavanje ispravnosti) sredstva podrazumeva obezbeđivanje ljudi, sistema, procesa i resurse da bi bili raspoloživi i da mogu da se koriste, kada je to potrebno, da bi se održao integritet.

Rukovođenje integritetom imovine pokriva ceo radni život imovine od početnog dizajna do puštanja u rad i operativnog perioda i, konačno, završetak radnog ciklusa i njegovu demontažu.

Radni vek jednog postrojenja počinje sa projektantima, a zatim sa graditeljima, proizvođačima opreme, operaterima, timom za održavanje, menadžmentom, planerima za demontažu i konačno timom za razmontiranje i rušenje.

Upravljanje imovinom uključuje i identifikaciju svih mogućih pretnji integritetu sredstva, uz posmatranje svih mogućih scenarija.

Postoje različite metode koji se mogu koristiti za procenu pretnji za imovinu, uključujući studiju za Identifikaciju opasnosti (HAZID) studija, koju je obrađena u poglavlju 6.2.2.

Vredi napomenuti da, nakon istraživanja eksploziju u Buncefieldu, u narednom izveštaju daje preporuka, da definiciju fraze "Mogući scenariji" treba proširiti uključujući i manje vjerovatne, a ranije isključene, scenarije.

Dnevno održavanje, upravljanja ispravnošću (integritetom) imovine podrazumeva da se obezbeti stalno preduzimanje sledećih aspekata:

- Inspekcija
- Testiranje
- Održavanje
- Prevencija od korozije
- Monitoring
- Stručnost
- Obuka

### 8.1.2. Kritični elementi bezbednosti (SCE)

Zbog povećanog rizičnog nivoa rada sa visoko zapaljivim supstancama, na bazi ugljovodonika, neophodno je da su ugrađeni sigurnosni uređaji i inkorporirani u objekte i opremu za rad, da bi se u slučaju postojanja opasne situacije ili pojave incidenta se pojavljuje, postoje uređaji kojima se ublažavaju posledice: ukidanjem, kontrolisanjem ili ublažavanjem nastalih događaja ili situacija.

Ovi su poznati kao Sigurnosni uređaji (Safety Critical Elements (SCE)). Oni uključuju:

- Protiv erupcijski uređaje (Blowout preventers)
- Sisteme za zaštitu od požara (Fire deluge protection systems)
- Sigurnosni ventili za isključivanje/izolovanje u slučaju potrebe (Emergency shutdown valves)
- Sistemi za detekciju požara i gasa (Fire and gas detection systems)

Sada ćemo pogledati svaki od ovih elemenata da bi se shvatio značaj svakog od njih, kao takvih, i zašto je tako važna njihova neprekidna operativnost.

#### 8.1.2.1. Sigurnosni uređaji - blowout preventers ,protiv erupcijski uređaj, preventer



Slika 8.1. Blow out preventer

Protiv erupcijski uređaje (Blowout preventers) (B-O-Ps), kako se zove njihov naziv, koriste se za kontrolu erupcije. Kada dođe do erupcije, tj. iznenadnog talasa pritiska iz unutrašnjosti bušće rupe, B-O-P automatski se aktivira zbog nastalog pritiska koji na njega deluje, osiguravajući da je pritisak bude lokalizovan na bušotinu i rupa bude zapečaćena.

U procesu bušenja - služi kao sigurnosni uređaj bušaćeg postrojenja (garniture) za kontrolu slojnog pritiska u bušotini dihtovanjem njena prstenastog prostora oko kolone bušaćih šipki (kada se one nalaze u bušotini) ili dihtovanjem celog kanala bušotine (ako u bušotini nema bušaćih šipki), odnosno zatvaranjem vrha zaštitne kolone dok drugi tip prevencije može

odrezati bušaću šipku koja prolazi kroz njega.

Preventer je zadnja zaštita od izbijanja erupcije. Spojen je najčešće zavrtnjima sa glavom bušotine i demontira se (uklanja) s bušotine tek nakon što se završi ispitivanje bušotine i na njoj instalira proizvodna oprema.

Protuerupcijski uređaj se obično sastoji od četiri sekcije - tvrdih gumenih čeljusti (zatvaraju prostor oko cevi svih prečnika), metalnih čeljusti ili uložaka (za obuhvat cevi određenog prečnika, *pipe rams*), čeličnih odreznih ili slepih čeljusti (mogu odrezati cev i potpuno zatvoriti, odnosno blokirati, kanal bušotine, *blind rams*, *shear rams*) i bušaće prirubnice (*drilling spool*) - metalni priključci za vod za prigušivanje ili vod sa mlaznicom i vod za gušenje bušotine). Različiti tipovi protuerupcijskih uređaja su montirani u sklopu protuerupcijskog uređaja ili preventerskom sklopu (v. blowout preventer stack). Sinonimi: BOP ,, preventer.

Kao što se može zamisliti, bez takvog uređaja, posledice u slučaju erupcije mogu biti katastrofalne. Problemi sa neispravnim preventerskim uređajem, doveli su do katastrofalnih posledica na *Deep Water Horizon*, platformi u Meksičkom zalivu 2010. godine.

#### 8.1.2.2. Sisteme za zaštitu od požara (Fire deluge protection systems)

Sistemi za zaštitu od požara pozicionirani su tamo gde postoji ozbiljan rizik od izbijanja požara. Slika 7.3 prikazuje protivpožarni sistem u akciji na instalaciji za punjenje cisterne. Ovaj sistem treba da omogući kontinuirano korišćenje velike količine vode u oblasti u kojoj je moguća opasnost, kao i prostora za bekstvo osoblja. Oni funkcionišu, na taj način što poseduju veliki broj vodenih izlaza usmerenih ka



Slika 8.2. Sistem za zaštitu od požara

željenoj ciljnoj oblasti. Ovi vodeni izlazi se drže otvoreni, bez zapora, ali se u njih ne isporučuje voda, dok se ne aktivira vodena pumpa, koja se aktivira požarnim senzorom. Da bi se sistem držao u funkciji, potrebno je njegovo redovno održavanje, pregled i testiranje. Ovo je potrebno, zbog toga što će ga blokiranje pojedinih cevi učiniti neefikasnim. Blokiranje cevi može biti prouzrokovano jednostavnim uzrocima kao što su korozija i, u slučaju da koriste morsku vodu (off-shore), blokiranjem školjki, vodenih biljaka, morskih algi i sl.

#### 8.1.2.3. Sigurnosni ventili za isključivanje/izolovanje u slučaju potrebe (Emergency shutdown valves) Ventil za hitne slučajeve (ESDV)

Ventil za hitne slučajeve (ESDV) je uređaj koji služi da automatski isključi protok tečnosti kada se otkrije opasna situacija. Kako to i njegovo ime kaže, on u slučaju otkrivanja opasne situacije, automatski isključuje procesni sistem i na taj način zadržava integritet imovine.

Sigurnosni ventili za zaustavljanje protoka u slučaju nužde (Emergency shutdown valves) moraju funkcionisati u okviru zadatih specifičnih parametara. To znači da se moraju potpuno zatvoriti za određeno vreme. Oni takođe moraju da imaju specificirane količine propuštanja u dozvoljenim graničnim količinama curenja, kada su u zatvorenom položaju. Svi ovi aspekti moraju se redovno proveravati i testirati, kao i održavati prema planiranoj dinamici.



### 8.3. Sigurnosni ventili za isključivanje/izolovanje u slučaju potrebe (Emergency shutdown valves)

#### 8.1.2.4. Sigurnosni elementi - sistemi za detekciju vatre i gasa

Kao što sugeriše ime, kod sistema za otkrivanje vatre i gasa sistemi koriste dva osnovna tipa uređaja za detekciju, jedan tip za detekciju požara i drugi tip za

otkrivanje gasa. Detektori požara se koriste za otkrivanje toplote, plamena i dima, dok se detektori za gas koriste za otkrivanje zapaljivog i toksičnog gasa kao i isparenja.

Pošto su ovi uređaji prva linija odbrane u slučaju požara, ili isticanja gasa, suštinski je važna njihova sposobnost da budu u funkcionalnom stanju. Sve detektore i sisteme za detekciju, treba redovno testirati i održavati. Procedura testiranja ne bi trebala samo da uključuje njihovo funkcionalno testiranje, nego i ispitivanje da li mogu da otkriju incidente, ma gde se desili u zoni detekcije. Ovim će utvrditi ako postoje "mrtva" područja - područja gdje je vatra ili isticanja gasa ne može detektovati, barem neko vreme.

#### 8.1.2.5. Opis događaja, primer utvrđivanja razloga akcidenta:

Američka obalna straža prijavila je zagađenja za *Deepwater Horizon* 18 puta između 2000. i 2010. godine, a istražila je 16 požara i drugih incidenata. Ovi incidenti smatrani su tipičnim za platformu u Gulfu i nisu povezani sa eksplozijom i izlivanjem iz aprila 2010. *Deepwater Horizon* je imao i druge ozbiljne incidente, uključujući i jedan u 2008, u kojem je 77 ljudi evakuisano sa platforme kada se platforma počela naginjati i tonuti nakon što je sekcija cevi nepravilno uklonjena sa platformskog sistema balasta.

Američki biro za plovidbu (The American Bureau of Shipping) je poslednju inspekciju preventera izvršio 2005 godine.

Interni BP dokumenti pokazuju da su inženjeri BP-a imali zabrinutost već 2009. godine da metalno kućište koje je BP želeo da upotrebi može da se sruši pod visokim pritiskom. Prema broju radnika na platformi, došlo se do zaključka da radnici mogu stradati u požaru, a da će proces podizanja bezbednosti usporiti eksploataciju.

U martu 2010. godine, počeli su se na platformi pojavljivati problemi, koji su uključivali izlivanje isplake u podvodnu naftnu formaciju, iznenadno istpuštanje gasova, upadanje cevi u bunar i najmanje tri puta od sprečava izduvavanje tečnog fluida preventerom. Mehaničar na platformi je izjavio je da je bunar mesecima imao probleme i da je bušuća oprema više puta izbacivana iz bunara, zbog visokog pritiska gasa.

Dana 10. marta, izvršni direktor BP-a je poslao mail Službu za upravljanje mineralima (Minerals Management Service) izveštaj o problemima na platformi sa izveštajem o kontroli i sa izjavom da BP mora obustaviti eksploataciju i zatvoriti bušotinu. U poverljivom istraživanju koje je naručio *Transocean* nedeljno prije eksplozije navodi se da radnici bili zabrinuti zbog sigurnosnih postupaka i bojali se odmazde ukoliko prijave greške ili druge probleme.

Istraživanje je izazvalo zabrinutost zbog "slabe pouzdanosti opreme, za koju se smatralo da je rezultat bušenja ima prioritet nad održavanjem". Istraživanje je otkrilo da "mnogi radnici unose lažne podatke kako bi pokušali da zaobiđu sistem. Kao rezultat, percepcija sigurnosti kompanije na platformi je bila iskrivljena".

Blowout preventer bio je oštećen u prethodno neprijavljenoj nesreći krajem marta. Prema *Transoceanu*, radnici su obavljali standardne rutinske poslove i nisu imali nikakve probleme prije erupcije, do 20. aprila pet nedelja kasnije.

U aprilskom izveštaju na memorandumu BP-a pisalo je upozorenje da cementiranje kućišta verovatno nije uspješno. *Halliburton* je rekao da je završio cementiranje 20 sati pre erupcije, ali još nije postavio konačni cementni čep. Korišćen je azotno-penjeni cement koji je teži za rukovanje od standardnog cementa.

Potpredsednik BP-a Buick *Patrick O'Brian* bio je na platformi dva sata prije eksplozije da proslavi sedam godina bez "izgubljenog vremena zbog incidenta, *lost-time incident* " sa posadom platforme. Jedan zvaničnika BP na platformi je naredio posadi da zameni isplaku, sa lakšom morskom vodom, iako je šef bušaće garniture, bio protiv toga i protestovao zbog te naredbe.

Preliminarni nalazi iz interne istrage BP-a ukazali su na nekoliko ozbiljnih znakova upozorenja u satima pre izbijanja erupcije.

Na kontrolnoj opremi zabeležena je pojava mehurova gasa iz bušotine, što bi moglo da signalizira predstojeći erupciju. Teška isplaka u cevima je u početku zadržala gas. U izjavi komisije za komunitarnu energiju i trgovinu (A House Energy and Commerce Committee statement) u junu 2010. godine ukazano je na to da je u nekoliko slučajeva koji su doveli do eksplozije, BP izgleda da je odabrao rizične postupke kako bi uštedeli vreme ili novac, ponekad protiv saveta svojih zaposlenih ili izvođača radova.

Vatra na *Deepwater Horizon* navodno je počela u 9:56 sati. 20. aprila. U to vreme 126 radnika bilo na platformi: sedam zaposlenih iz *BP*, 79 *Transocean* i zaposleni u drugim kompanijama, uključujući *Anadarko*, *Halliburton* i *M-I Swaco*.

Zaposleni u *Transoceanu* na platformi su izjavili da su svetla zatreperila, nakon čega su usledile dve jake vibracije. *Jim Ingram* jedan od radnika je izjavio da "u sekundi smo znali da nešto nije u redu." Nakon eksplozije, *Adrijan Ruž* je izjavio da se nenormalni pritisak nagomilao unutar priključnog cevovoda kojim se nafta i gas vode od baze proizvodne platforme do postrojenja za obradu na palubi platforme, "brzo naglo ekspandovao i zapalio."

Prema unutrašnjoj istrazi BP-a, isticanje gasa metana koji se oslobodio iz bušotine i probilo bušotinsku kolonu, brzo se proširio i probilo nekoliko ventila i prepreka pre eksplozije. *Rose* je rekao da je događaj u osnovi bio iznenađan. Preživjeli su opisali incident kao iznenađnu eksploziju koja im je dala manje od pet minuta da pobjegne dok se alarm isključio.

Nakon eksplozije usledila je vatra koja je zahvatila platformu. Nakon što je goreo više od jednog dana, *Deepwater Horizon* je potonuo 22. aprila. Obalna straža je 22. aprila izjavila da su dobili poruku o potopu oko 10:21.

8. septembra, BP je objavio izvještaj u kojem je naveo da je izvor paljenja bio gas koji je iscurio, u ušao u uvodne vazduha dizelskih generatora i da se proširio u područje palube gdje izlaze vreli gasovi iz glavnog generatora.



Slika 8.4. Deepwater Horizon požar

Pregled izveštaja o uzrocima eksplozije ukazuje na to da se u šest operacija, testova ili funkcija opreme pogrešilo u poslednja 32 sata:

1. Cevi malog prečnika ometale su cirkulaciju prljave isplake.
2. Ventili za sprečavanje povratnog toka cementa nisu se zatvorili
3. Cementiranje neadekvatno.
4. Test pritiska pogrešno protumačen.
5. Rast nafte i gasa se nije pratio.
6. Sigurnosni ventil nije mogao da se zatvori.

#### 8.1.3. Sigurnosni elementi - sigurnosni pregled i testiranje

Svi sigurnosni kritični elementi su prvi u glavnoj liniji odbrane u slučaju nastanka opasnog događaja. Ako ovi elementi ne ispunjavaju svoju ulogu ili funkciju, opasan događaj može eskalirati u katastrofalan incident. Shodno tome, neophodno je da svi kritični bezbednosni elementi budu 100 posto funkcionalni u svakom trenutku, a jedini način da se to utvrdi je da se sprovede unapred definisan program inspekcije, testiranja i održavanja. Na primer, ventili za zaustavljanje u slučaju nužde (ESDVs) mora da se zatvori u određenom trenutku kada se aktivira i njihova procena curenja mora takođe biti potvrđena da bude unutar prihvatljive granice. Cevovodi i ventili koji su popravljani ili zamenjeni trebaju se testirati na pritisak pre nego što se stave

ponovo u funkciju. pored izvršnih organa, potrebno je redovno testirati i računarske programe i sisteme, kao i automatske sisteme dojava i daljinske kontrole.

#### 8.1.4. Sigurnosni elementi - prevencija od korozije

Korozija može pogoršati stanje opremu na takav nivo da može uticati na integritet nekog sredstva sa potencijalnim katastrofalnim posledicama. Međutim, moguće je predvideti stope korozije kod specifičnih materijala, i ove informacije mogu pomoći u određivanju koliko je često potrebno preduzeti inspekciju i čišćenje opreme.

Jedan od najvećih problema sa korozijom je utvrđivanje stepena korozije koja su na nepristupačnim mestima, kod kojih ih je teško ili čak ista nemoguće videti s golim okom, npr. u opremi ili u cevovodima. Protiv požarni sistemi su tipični u ovom pogledu. Treba ih testirati i održavati redovno. Ako protivpožarni sistem koristi za napajanje vodu iz program održavanja mora biti češći i robustniji. To je zbog toga što slana voda ubrzava stopu korozije, kao i da ima potencijal za uvođenje morskog rastinja unutar sistema, što može biti i uzrok začepjenja.

Kada je u pitanju otkrivanje i praćenje korozije, postoji veliki broj dostupnih specijalizovanih računarskih sistema za praćenje korozije, kao što su sistemi za praćenje elektrohemijskog šuma i električnog otpora, koji su specijalno razvijeni za upotrebu u područjima koja su sklona napadima korozije.

Na raspolaganju su i drugi sistemi kontrole praćenja potencijalne korozije, uključujući inspekciju magnetnim česticu (MPI), ne-destruktivno testiranje (NDT), radiografiju, kao i vizuelni pregled. Ove metode mogu se koristiti i za praćenje efikasnosti metode prevencije od korozije. Kada se radi o zaštiti materijala od korozije, koristi se sistema katodne zaštite, u koji je uključena primena "trošećih, žrtvenih" anoda, kao i ubrizgavanje inhibitora hemijske korozije u cevovode i procesne sisteme. Inhibitori korozije se obično raspodeljuju iz centralno lociranog mesta za distribuciju inhibitora.

Efikasnost protiv korozione, zaštite se povećava:

- Sa povećanjem električne otpor metalnih površina
- Smanjenjem difuziju jona iz rastvora na metalnu površinu
- Povećanje katodne polarizacije (favorizuje se kretanje jona iz rastvora prema "žrtvenoj anodi"

Ostale metode prevencije korozije uključuju:

- Upotrebu odgovarajućih materijala za odgovarajuću namenu. Vrsta materijala zavisi od nivoa predviđene korozije, tj. u područjima gdje je korozija minimalna može biti prihvatljivo korišćenje ugljeničnog čelika, koji nije skup materijal, u odnosu na materijale koje je potrebno koristiti u područjima potencijalno jake korozije. U tim područjima, potencijalno, je potrebno koristiti nerđajući čelik, koji je skuplji, ili aluminijum.



- Korišćenje zaštitnih površinskih premaza na metalnoj opremi za sprečavanje korozije.
- Korišćenje površinskog sloja skupog metala za zaštitu na jeftinijem metalu koji nije otporan na koroziju (umesto upotrebe pune debljine skupog metala).

#### 8.1.5. Sigurnosni elementi - trening i kompetentnost

Od suštinskog je značaja da osoblje ima odgovarajuću obuku kako bi postalo kompetentno u veštinama, neophodnim za održavanje integriteta imovine. Pored kompetentnosti operativnog osoblja, isto tako je važno da i osoblje koje obavlja zadatke održavanja shvata značaj svog rada u zadržavanju integriteta imovine.

"Kompetencija" se može definisati kao sposobnost preduzimanja odgovornosti i obavljanje redovnih aktivnosti po priznatim standarda. To je kombinacija veština, iskustva i znanja. Nedostatak kompetencije je faktor koji doprinosi u nizu nesreća, uključujući ESSO Longford i BP Texas City.

U cilju postizanja prihvatljivog nivoa kompetentnosti, ljudi prvo moraju biti obučeni do nivoa na koji oni mogu efikasno preduzimati zadatke za koje su obučeni.

Obuka se može opisati kao proces učenja koji pomaže ljudima da nauče kako da izvrše zadatak ili zadatke. Kada to učenje dostigne određeni nivo razumevanja i dopunjava se redovnim praktična primena tog znanja na radnom mjestu, postepeno se razvija u veštinu. Dalje, na poslu, primena znanja dodaje i nivo iskustva što se na kraju može smatrati kompetentnošću.

Postoje neke grupe ljudi koje imaju posebne potrebe za obukom. Na primer:

- Novo ili neiskusno osoblje treba da prođe indukcijonu (početnu) obuku (kako raditi sigurno, obuka evakuacije u slučaju požara i obuka iz prve pomoći). I oni bi trebali da budu pod adekvatnim nadzorom sve dok ne postanu iskusniji.
- Postojeće osoblje koje menja poslove ili im se dodeljuju dodatne odgovornosti (oni moraju znati kakve su implikacije vezane za novo radno mesto i kako se baviti novim pitanja zdravlja i sigurnosti).
- Osoblje koji nije izvesno vreme bilo u procesu rada i potreban im je osvežavajući trening sa ciljem da održavanja vještina i kompetencija.
- Mladim ljudima koji će verovatno biti pogođeni u slučaju nesreće zbog njihovog neiskustva u radu, kao i na konkretnim poslovima. Njima je potrebno dati prednost u pružanju obuke i adekvatan nadzor dok ne postanu kompetentni.

Osim što ljudima daje nove vještine i znanja, obuka takođe može:

- Da im daje ličnu sigurnost
- Poboljšava njihov moral

- Daje im sigurnost da dele svoje znanje i veštine sa drugima
- Poboljšava im stavove prema zdravlju i sigurnosti
- Postavlja nove vrednosti u radu koji obavljaju

Bez obzira na razloga za obuku, bilo da je ona zbog profesionalnog razvoja ili prihvatanja specifične veštine, on takođe dozvoljava osobi da obavlja svoj posao efikasnije.

Primer incidenta, koji je nastao zbog nedostatka kompetencije:

**Tok nesreće:** Led se formirao na uređaju, i odlučeno je da se nastavi sa pumpanjem zagrejanog ulja ulja za otapanje. Kada je pumpa sa uljem za zagrevanje nastavila sa radom, u uzmenjivač je počelo da ulazi ulje sa temperaturom od 230 ° C (446 ° F) - razlika u temperaturi izazvala je lom u izmenjivanju (GP905) u 12.26pm.

Oko 10 metričkih tona ugljovodonične pare odmah su ispale iz rupture. Formirao se oblak pare, koji je vetar proširio do peći koje su se nalazile na 170 metara, upalio se. Stvorio se plameni mlaz koji je doveo i do više malih požara.

Eksplorzija gasa na Esso Longford gasnom postrojenju je industrijski incident sa katastrofalnim posledicama koji se desio na Esso postrojenju za eksploataciju prirodnog gasa u Longford u Australiji, država Victoria's Gippslandregion, 25 Septembra 1998. U nesreći su poginula 2 radnika, povređeno je 6, a posledice nesreće su se osećale 2 nedelje u čitavoj državi Victoria.

**Normalna procedura:**

Produkt sa platforme se sastoji se od tečnog i gasovitog ugljovodonika, vode (H<sub>2</sub>O) i vodonik sulfida (H<sub>2</sub>S). Voda i H<sub>2</sub>S se uklanjaju pre nego što stignu do postrojenja, za obradu. Ulaz u Gasno postrojenje 1sastoji se od gasnih i tečnih ugljovodonika. Tečna komponenta poznata je kao "kondenzat". LPG se dodatno ekstrahuje pomoću cevnih izmenjivača toplote, u kojem hladno "bogato ulje" (ulje koje je apsorbovan LPG) se zagrejava uljem za zagrevanje.

**Uzrok nesreće:** Tokom jutra u petak, 25. septembra 1998. godine, pumpa koja snabdeva zagrejano ulje sa izmenjivačem toplote GP905 u gasnom pogonu br. 1 "ispala" je iz upotrebe četiri sata, zbog povećanja dotoka sa Marlin Gas Field-a što je dovelo do prelivanja kondenzata u apsorber. (Postrojenje je bilo složeno, a pumpa za vruće ulje bila je samo jedna komponenta koja je uključena u proces nesreće, zašto je zatvaranje pumpe komplikovano i važno.) Razmenjivač toplote je posuda koja omogućava prenos toplote iz vrućeg toka u hladni tok temperaturni profil u izmenjivaču GP905 uobičajeno se kreće od 60 ° C do 230 ° C. Istragom je utvrđeno da su se delovi izmenjivača podhladili na temperaturu od -48 ° C (-54 ° F).

Potrebno je napomenuti da je Offshore Installation Manager (OIM) na Piper Alpha platformi koji je bio u smeni u noći katastrofe nije prošlo bilo kakvu formalnu obuku u upravljanju situacijama kod kojih se zahteva velika hitnost u intervenciji kod velikih incidenata. Zbog toga nije mogao da upravlja vanrednom situacijom koja se desila, sa bilo kojim nivoom kompetencije.

## 8.2. Održavanje zasnovano na smanjenju rizika i strategija inspekcije

### 8.2.1. Održavanje zasnovano na riziku

Naftne i gasne objekti, bez obzira na to da li su offshore ili na kopnu, uključuju rad sa lako zapaljivim i/ili toksičnih materijala. Opasnosti povezane s tim materijama su ponekad ujedinjeni sa ekstremnim procesne uslovima, kao što su visoka temperatura i visoki pritisak, koji se moraju primeniti u procesu rada.

Shodno tome, ispravno održavanje procesne opreme bitno je da bi se obezbedio siguran i kontinuiran rad objekta. To znači sprovođenje odgovarajućeg sistema održavanja koja će osigurati sprečavanje opasnih situacija, koje mogu nastati zbog neispravnosti procesne opreme.

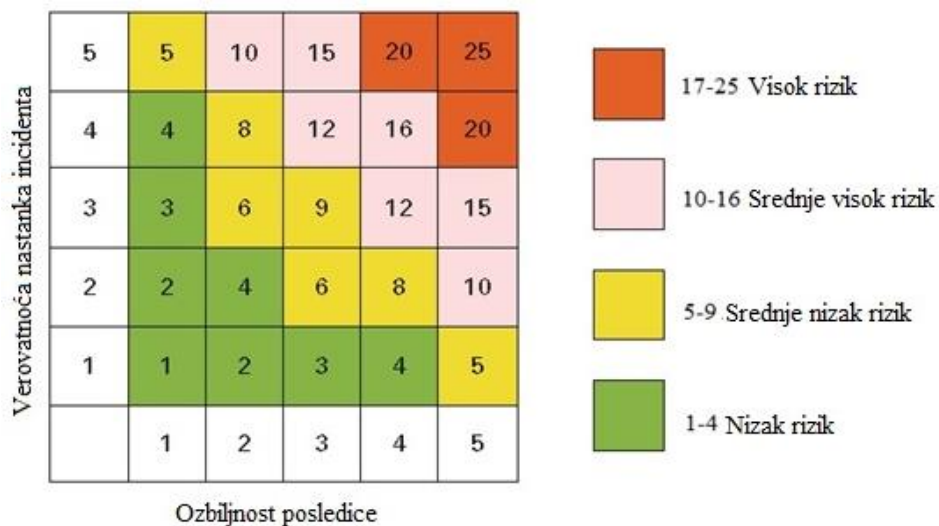
U tom cilju, tehnike upravljanje rizicima (RBM, Risk Based Management) koriste se kao sredstvo za izradu detaljnih rasporeda održavanja. Ovi planovi imaju za cilj da pomognu da se eliminišu greške koje se javljaju u radu, kao i da reše probleme sa predvidljivim normalnim habanjem i zagušenjem opreme, i imaju za cilj da obezbede siguran i rad bez kvarova procesnog pogona.

#### 8.2.1.1. Održavanje na osnovu rizika - pregled

Održavanje zasnovano na riziku zasnovano je na povećanju pouzdanost opreme procenjivanjem verovatnoće različitih scenarija incidenata i primenu odgovarajućeg plan održavanja kako bi se izbegli propusti.

U prvom stepenu scenarija, formulisana je verovatnoća otkaza opreme svakog od analizirane. Onda, se iz mnogih verovatnih scenarija incidenata, izdvajaju oni koji su najverovatniji (najverovatnije da će se dogoditi) i proučavaju detaljno, radi se detaljna analiza, uključujući pravljenje slike posledice, odigravanja svakog od analiziranih scenarija.

Iz podataka dobijenih ovom analizom pravi se algoritam grešaka/kvarova da bi se utvrdila verovatnoća nastanka incidenata. Rizik od incidenta izračunava se uzimanjem iz analize rezultata verovatnoće nastanka incidenta i kombinovanje sa rezultatima analize posledica. Na slici 7.3 dat je primer matrice rizika. Kada se rizik je izračuna, on se upoređuje se sa poznatim prihvatljivim kriterijumima.



## 8.5 Matrica rizika

Učestalost svih radnji vezanih za održavanje, dobija se na osnovu cilja da se verovatnoća da se desi incident svede na prihvatljiv nivo rizika.

### 8.2.1.2. Održavanje na osnovu rizika - inspekcija

Da bi se obezbedio integritet postrojenja i opreme tokom životnog veka, treba da se primeni i reguliše strategija inspekcije/provere da bi se utvrdilo da:

- Na pogonu ili na opremi nije došlo do oštećenja
- Da se utvrdi da li je habanje opreme u okviru projektne dokumentacije, i ukoliko je potrebno da se oprema zameni, dobiti podatak koji će koristiti posadi koja vrši remontne aktivnosti

Strategija inspekcije se sprovodi za svaki komad postrojenja ili opreme u skladu sa ishodom analize algoritama grešaka/kvarova pomenutih gore, što je potrebno uzimajući u obzir implikacije vezane za strukturu kvarova.

Na osnovu nagoveštaja koji se mogu uočiti inspeksijskim pregledom, uzimamo u obzir i verovatnoću nastanka kvara, kao i posledicu koja može nastati zbog tog kvara. U slučaju da su inspeksijskim pregledom uzete u obzir i verovatnoće i posledice bilo kog kvara, strategija inspeksijskog pregleda je izvršena efektivno i efikasno.

### 8.2.1.3. Održavanje zasnovano na riziku - održavanje

Postrojenja i oprema moraju biti održavani tako da oni ostanu u sigurnom i pouzdanom stanju. Efektivno održavanje će obuhvatiti znanje o prethodnim kvarovima kao i evidenciju održavanja koja može, kada se analizira, ukazati na trendove habanja. Održavanje na osnovu rizika zasnovano je na strategiji inspekcije zasnovane na riziku. Primenom održavanja koje je zasnovano na riziku služi kao

sredstvo za postizanje tolerantnih nivoa rizika za postrojenja i opremu, kod koje je prisutan visok nivoa rizika u funkcionisanju.

### 8.2.2. Uslovi praćenja stanja opreme- održavanja

Uslovi praćenja stanja opreme uključuju prikazivanje stanja opreme na način koji dozvoljava uvid u stanje postrojenja ili opreme bez potrebe da se postrojenje zaustavi ili da se demontira opremu. Za primer, oprema koja ima rotirajuće komponente može se pratiti analizom vibracija. Ova tehnika podrazumeva snimanje vibracija kritičnih komponenti kao što su osovine i ležajevi. Analiza ovih očitavanja će pokazati ako postoje neželjeni aspekti koji zahtevaju dalji rad na remontu opreme ili detaljnije inspekcije. Ova neintruzivna (ne-direktna) tehnika dozvoljava donošenje odluka o održavanju često bez velikih poremećaja, što može rezultirati značajno smanjenje potrebne aktivnosti na održavanju vezanom za opremu. Ovim se smanjuje obim prekomerne aktivnosti održavanja.

### 8.2.3. Tehnike, principi i važnost sigurnog rada, standardne operative procedure i održavanje

Opasnosti vezane za naftnu i gasnu industriju tokom godina su se vrlo malo promijenile. Međutim, tokom godina su se znanja i razumijevanja opasnosti koja su vezana za ovu industrijsku granu značajno nagomilala i poboljšala. Štaviše, zato što svi razumeju visok stepen rizika koji je prisutan u ovoj industriji, stečena znanja i razumevanja se aktivno dele, kao "naučene lekcije". Zahtevi u offshore industriji u smislu sigurnosti su viši u odnosu na kopnena postrojenja. Ovo je delom zbog teškog okruženja koje off-shore sektor mora izdržati, kao i činjenica da operateri na offshore objektima ne mogu jednostavno da odu u sigurnije područje ili da očekuju da hitne službe stižu u kratkom vremenskom periodu, za nekoliko minuta.

### 8.2.4. Pregled bezbednosnih aktivnosti pre pokretanja postrojenja

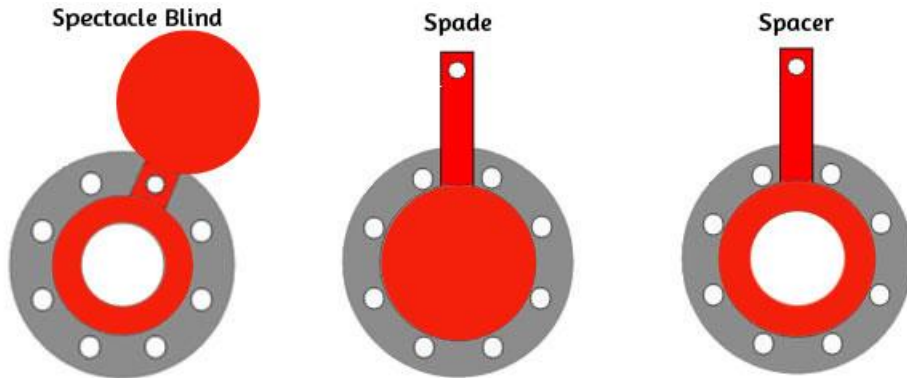
Za povećanje bezbednosti, pored automatskih sigurnosnih elemenata (automatski shutdovni sistemi) koji treba da se ugrade u bilo koji procesni sistem - reaktivni elementi, koji dejstvuju u slučaju poremećaja, za potrebe povećanja bezbednosti, potrebni je u radnu proceduru start-up-a uključiti i reviziju bezbednosnih procedura, proaktivne postupke, kod kojih se podrazumeva da dejstvuju pre nastajanja poremećaja.

Primer proaktivnih procedura, revizija koje su obuhvaćane u fazi pre start-up-a, koje je potrebno uključiti u slučaju:

- Pre stvarnog start-up nove instalacije
- Kada se nove hemikalije ili drugi opasni materijali uvode u proces
- Kada su na postojećim objektima učinjene značajnije modifikacije ili nakon remontnog zaustavljanja

Revizija bezbednosnih procedura se sprovodi kako bi se osiguralo da:

- Svi su materijali i oprema koja su korišćeni u izgradnji / modifikaciji / održavanju procesni sistem u skladu sa projektnim kriterijumima.
- Kod izvršene revizije potrebno je da budu pregledani, testirani i sertifikovani:
  - Procesni sistemi i hardver (uključujući računarska kontrolna logika)
  - Alarmi i instrumenti
  - Rasteretni i sigurnosni uređaji i signalni sistemi
  - Sistemi za zaštitu i prevenciju.
  - Bezbednosni, sistemi za zaštitu od požara i
- Sve sigurnosne procedure potrebno je da budu su formulisane, pregledane i testirane, i da se proveri da su odgovarajuće i adekvatne.
- Da su definisane Start-up procedure, uz sve potrebne akcije u slučaju odstupanja od normalnih procedura.
- Da je sprovedena analiza rizika u procesu, i u slučaju da se na osnovu nje pojavljuju neke preporuke, da su one implementirane ili rešene, a sve preduzete mere je potrebno da su dokumentovane.
- Potrebno je da su obavljani svi treninzi (inicijalni, indukcioni i / ili osvežavajući), za svo osoblje. Treninzi treba da obuhvate:
  - Postupak u slučaju iznenadne incidentne situacije
  - Procesne opasnosti
  - Opasnosti po zdravlje.
- Za procedure revizije smatra se da su završene, ukoliko su napisane i nalaze se na mestu, dostupnom operativnom osoblju. Od procedura treba da postoje:
  - Operativne procedure (i normalne i u slučaju ekcesa) i uputstva za rukovanje
  - Procedure za opremu (rad i tehnički podaci)
  - Postupci održavanja.
    - Finalizovani postupci održavanja treba da uključe podatke i šeme, na koji način će se izvršiti obezbeđenje, zatvaranjem, svih cevi i drenaža, koji su otvoreni tokom remontnih aktivnosti, a treba da se zatvore tokom aktivnosti kretanja i normalnog rada.
    - Postupak remontnog održavanja je završen kada je sva potrebna instrumentalna oprema pregledana i po potrebi zamenjena, kalibrirana i dovedena u "dobro" radno stanje.
    - Nakon završetka remonta potrebno je da su svi odstoynici (spacer), blinde (spade) ili spektakl blinde uklonjene ili okrenuli u ispravan operativan položaj.



## 8.6 Zaptivni elementi

- Potrebno je da se ispune svi zahtevi vezani za promene na novim postrojenjima, kao i bilo kakve modifikacije na postojećim procesima.

Pored kritičnih sigurnosnih elemenata na objektu, potrebno je da postoji neka vrsta sistema sigurnosti u vanrednim situacijama, koja će omogućiti procesu i proizvodnim sistemima automatsko isključenje ako stvari krenu "naopako".

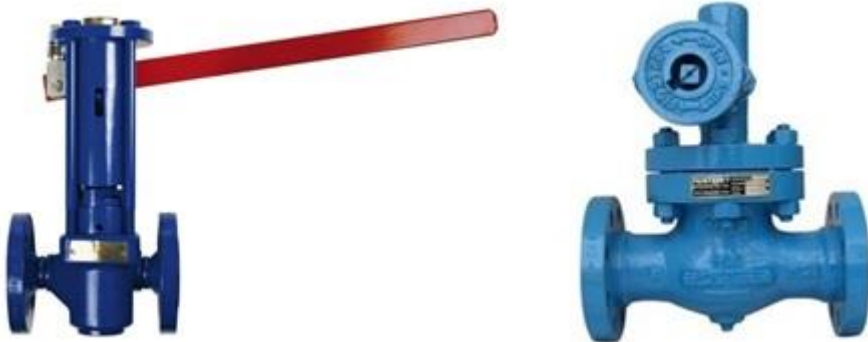
Ovaj sistem isključivanja će imati različite nivoe komandi, da bi na odgovarajući način reagovali u različitim situacijama. Na primer, ako se detektuje dim u kotlovskom postrojenju, nije potrebno da se u prvom stepenu zaštite zaustavi čitav proces. Odgovarajući nivo automatske komande bi mogao izolovati opremu u prostoru u kome se pojavio dim, zvučnim alarmom upozori osoblje na dim, da bi oni mogli pokrenuti istragu, zašto je do toga došlo.

U okviru ovog sistema obično će biti:

- Sistem za zaustavljanje u slučaju nužde (Emergency Shutdown (ESD) system). Ovo može zaustaviti specifične delove procesa ili u potpunosti proces, u zavisnosti od situacije. Aktivacija može biti automatska ili ručna.
- Ventili za nužno zatvaranje (Emergency shutdown valves) - Izolacioni i sistem za zaštitu od previsokog pritiska (HIPPS) - u slučaju da se želi izolovati deo postrojenja
- Brzo-otvarajući ventili (Blow down (vent) valves) i sistemi za bezbedno ispuštanje gasova i para (vent).
- Sistem za nadzor požara i "curenja" gasa (fire and gas monitoring system). On će se aktivirati za zaustavljanje sistema u slučaju nužde (ESD), ako se otkrije požar ili curenje gasa.
- Automatski sistem za prskanje/plavljenje vodom u slučaju da je monitoring sistemom otkriven požar
- Privremeno sigurno pribežište (objekat) za osoblje u slučaju incidenta.



8.7. Ventili za nužno zatvaranje (Emergency shutdown valves)



8.8. Brzo-otvarajući ventili (Blow down (vent) valves)

### 8.3. Kontrola izvora paljenja u toku održavanja i rada

#### 8.3.1. Potencijalni izvori paljenja

Postoje različiti, potencijalni izvori paljenja. Razumevanje uzroka i njihovih izvora je prvi korak u njihovom kontrolisanju.

Kao potencijalni izvori paljenja mogu se navesti:

- Cigarete i šibice



- Grejanje procesnih posuda, npr. sušara i peći
- Plameni od sečenja i zavarivanja
- Udari groma
- Električne varnice koje mogu nastati od električnih motora i prekidača
- Elektromagnetno zračenje različitih talasnih dužina
- Varnice nastale elektrostatičkim pražnjenjem
- Uticaj iskre, grijanje trenjem ili varnice
- Prostor u kome se vrši direktno grejanje ili zagrevanje procesa
- Vozila (osim ako nisu specijalno projektovani ili su prilagođeni)

Sve oblasti koje su označene kao opasne moraju imati sistemima i propisane kontrolne mere za kontrolu izvori paljenja.

Ove kontrolne mere trebale bi da uključuju:

- Implementaciju sistema dozvola za rad, za aktivnosti održavanja koje mogu generisati izvore paljenja, npr. brušenje, upotreba ventilatora itd.
- Trebalo bi da postoje stroge radne procedure tokom perioda kada se vrše opasne aktivnosti, npr. tokom punjenja i istovara cisterne.
- Zabrana pušenja i korišćenje šibica ili upaljača.
- Isključivo korišćenje električne i mehaničke opreme i instrumentacije, koja je projektovana i proizvedena za upotrebu u zonama u kojima će se koristiti. U ovo je uključena i upotreba izvora elektromagnetskog zračenja visokog intenziteta (npr. ograničenja na ulazu za napajanje na optičku opremu i izbjegavanje upotrebe lasera visokog intenziteta ili drugih izvori infracrvenog zračenja).
- Kontrola rizika od pirofornih materija (ovo je obično povezana sa stvaranjem gvožđe sulfida u procesnoj opremi).
- Odgovarajući izbor vozila i motora sa unutrašnjim sagorevanjem za zone opasnosti u kojima oni treba da se koriste (ovo treba da uključi opremu kao što su "iskrolovci" na izduvnim sistemima). Takođe se mora kontrolisati upotrebu "normalnih" vozila.
- Uzemljenje svih postrojenja i opreme.
- Sva oprema mora biti električno povezana tako da nema razlike u električnom potencijalu između opreme, što može dovesti do stvaranja iskre zbog statičkog elektriciteta.
- Instalacija sistema uzemljenja.
- "Snuffing" sistem (ventil za ubacivanje inerta u sistem).
- Eliminacija površina koje su iznad temperatura samozapaljenja bilo koje zapaljiva supstance ili materijale sa kojima se rukuje ili koji se skladišti.



8.9. Prirubnički spoj na cevovodu, sa "kratkom" vezom-premošćenjem

### 8.3.2. Izvori paljenja - grejači sa direktnim grejanjem plamenom (peći), sistemi i procesi sa vrućim uljem/naftom (hot oil sistem) koji rade na temperaturi višoj od temperature samozapaljenja

Postoji niz procesa u okviru naftne i gasne industrije, koji koristi direktne grejače, otvorenim plamenom (peći). Ove grejači moraju imati snabdevanje gorivom za funkcionisanje, ali ako da je na sistemu za dopremu goriva (cevima) došlo do curenje u blizini peći, bilo bi opravdano očekivati, da to gorivo pronađe pristupačan izvor paljenja (gorionike u pećima).

Shodno tome, održavanje bezbednog radnog okruženja u ovim situacijama treba da se postigne kombinacijom visokog standarda vezanog za ispravnost goriva i procesnih i cevovoda za dopremu goriva do gorionika, zajedno sa opremom za brzo otkrivanje kvara na opremi, uz mogućnost izolacije delova instalacije, ukoliko dođe do curenja. Mesta na kojima postoji potencijalna opasnost, za proces, usled curenja na cevovodu, potrebno je posebno pažljivo obraditi u Studiji opasnosti i operativnosti (HAZOP), jer se posledice, koje mogu nastati u slučaju kvara, mogu smatrati veoma ozbiljnim.

### 8.3.3. Izvori paljenja - munja/udar groma

Potrebno je detaljno se pozabaviti gromobranskom zaštitom. Sistemi zaštite od groma predstavljaju specijalizovanu oblast za razmatranje. Zaštita mere, u ovoj oblasti, treba da uključuju sledeće:

- Svi metalni kontejneri treba da imaju dovoljnu debljinu zidova da izdrže trenutni talas (udari groma). Ovo je obično najmanje 5 mm.

- Gasni i vazdušni odušci-cevi iznad kontejnera i rezervoara za skladištenje, treba na svom otvoru da imaju žičanu mrežicu. Ove žice treba da bude električno neprovodne-izolator.
- Sve metalne konstrukcije treba da su uzemljene. Provodnici za uzemljenje treba da su dobro dimenzionisani, kako bi mogli "odvesti" bilo koji trenutni talas (udar groma) adekvatno.
- Svi sistemi uzemljenja treba da budu povezani sa jednim zajedničkim sistemom za uzemljenje. Ovaj sistem obično uzima oblik mreže ili "roštilja", koji opasuje objekat.

#### 8.3.4. Izvori paljenja - vozila

Većina vozila predstavlja izvora paljenja, zbog velikog broja različitih razloga. U ovo su uključeni izduvni sistemi iz motora, njihovi električni sistemi uključujući elektro uređaje za paljenje, kočione sisteme, koji se tokom upotrebe zagrevaju, potencijalno elektrostatičko pražnjenje itd. Lokalna pravila, u okviru kompanije, treba regulišu gde se mogu koristiti normalna vozila, a gde se ona trebaju isključiti iz upotrebe. Mnogi onshore objekti, posebno rafinerije, su mesta na kojima se vrši utovar i istovar iz tankera, auto- i željezničkih cisterni. Ove operacije predstavljaju opasnost, same po sebi, uključujući i oslobađanje gasova ili para. Shodno tome, u ovim okolnostima moraju se implementirati kontrole, kako bi se kontrolisala emisija gasa ili isparenja, kao i kontrola izvora paljenja. Ovo kontrola treba da se uključi u postupke vezane za siguran rad.

#### 8.4. Čišćenje i oslobađanje od gasa; čišćenje; venting (rasterećenje); dreniranje vode, proizvoda, kiseonika i ne-kondenzabilnih i inertnih materija

Postoji mnogo okolnosti kada se procesna postrojenja i oprema moraju rasteretiti od pritiska, ventilirati, i iz njih je potrebno ukloniti gas i/ili ih očistiti. U nekim, potrebno je izvršiti ove radnje da bi se obezbedila mogućnost za izvođenje specifičnih aktivnosti održavanja, koje su jedino moguće kada je postrojenje ili oprema u ovom stanju, a podrazumeva zaustavljanje postrojenja ili izbacivanje iz rada pojedinih delova opreme u cilju: unutrašnjeg pregleda opreme, inspekcije ventila, zamena pojedinih delova opreme itd. Ove operacije podrazumevaju:

- Uklanjanje gasa i operacije čišćenja
- Postupke inertizacije
- Postupke ventiliranja
- Ispuštanje vode (dreniranje)

##### 8.4.1. Postupci uklanjanja gasa i čišćenje od gasa

Oslobađanje i čišćenje od gasa uključuje delove postrojenja ili opreme, koji su u postupku normalnog ispunjeni ugljovodoničnim parama ili gasovima, i zamenu atmosfere sa inertnim gasom, ponekad poznatim i kao gasom za "blanketiranje".

Time se sprečava formiranje zapaljive smeše zbog prisustva inertnog gasa u sistemu. Ovo efikasno zasićava atmosferu sa inertnim gasom u delovima postrojenja i opreme u kojima bi se da nema inerta mogle stvoriti eksplozivne koncentracije, zbog otparavanja tečnih ugljovodonika. Na taj način se atmosfera održava na nivou ispod donje granice zapaljivosti.

#### 8.4.2. Postupci inertizacije

Uklanjanje gasa i ventilacija se koriste kod mnogih vrsta procesa, u naftnoj industriji, i kod skladišnih kapaciteta. Delimična ili potpuna zamena zapaljive ili eksplozivne atmosfere, u zatvorenom prostoru, sa inertnim gasom, veoma je efikasan način za sprečavanje eksplozije. Međutim, inertizovanje se obično vrši samo kada opasnost koju izaziva isparljiva atmosfera ne može biti eliminisano drugim sredstvima kao što je podešavanje uslova procesa, kako bi se osiguralo da su supstance u koncentracijama ispod granica zapaljivosti.

Inertizacija se obično koristi u rezervoarima za skladištenje u kojima se skladište tečni ugljovodonici koji mogu biti iznad svoje tačke paljenja. Inertni gasovi su takođe se koristi prilikom transporta zapaljivih tečnosti pod pritiskom, poput prenosa ugljovodonika iz cisterni na morskim brodovima u objekte na kopnu. Da bi se osiguralo da inertni sistem nije ugrožen mogućnošću ulaska vazduha, što bi narušilo karakteristike sistema u stvaranju nepropusne/ne-eksplozivne atmosfere, trebalo bi primijeniti mali pozitivni pritisak na inertni sistem. Jedan od glavnih rizika povezanih sa upotrebom inertiziranja je gušenje, naročito u zatvorenim prostorima. U slučaju da ljudi moraju da uđu u zatvoreni prostor, koji je predhodno inertizovan, potrebno je uvesti redovan i striktan sistem kontrole, pre njihovog ulaska. Kontrola ulaska se mora kompletirati uvođenjem sistema dozvola za rad.

Ovo će osigurati primenu odgovarajućih procedura i kontrolu primjenjenih mera, kao što je zamena inertnog gasa sa svežim vazduhom i testiranje nivoa kiseonika pre ulaska. Aktivnosti vezane za održavanje u zatvorenim prostorima, kao što su rezervoari za skladištenje su puni opasnosti. Čak i ako cisterne predhodno očišćene, i dalje postoji mogućnost da se preostali zapaljivi materijal nalazi zaostao u šupljinama i udubljenjima. U idealnom slučaju, rezervoare bi trebalo očistiti uz korišćenje deterdženta ili pare. Tokom aktivnosti održavanja unutar rezervoara, treba uspostaviti konstantan protok svežeg vazduha kroz rezervoare, kako bi se uklonila mogućnost koncentracije bilo kakvog zapaljivog isparenja, koje može biti posledica zarobljenog zapaljivog gasa ili koje se stvara iz rezidualnog proizvoda u operaciji čišćenja.

#### 8.4.3. Operacije ventilacije

Tokom bilo kojeg procesa rada, uvek će biti potrebno je otvoriti sistem, koji je u normalnom radu pod pritiskom, potrebno je "ispustiti" taj pritisak i rasteretiti sistem. Jedna od mogućnosti je otvaranje-aktiviranje sigurnosnog ventila za smanjenje pritiska.

Sistem za odzračivanje sastoji se od serije cevi koji su povezane sa svakim od ventila za smanjenje pritiska. Ovim cevima, se zatim, prenosi nadpritisak do odvodnog ventila gde se ispušta u atmosferu, iz cevi čiji je otvor na dovoljnoj visini, na siguran i kontrolisan način (blown down sistem- sistem "mrtve" baklje). Alternativno, tehničko rešenje je da se nadpritisak vodi do baklje, gde je dozvoljeno kontrolisano sagorevanje.



8.10. Rasteretni ventili (Blow down (vent) valves)

Postoje i sistemi zatvorenog odvoda, kod kojih se nadpritisak iz svih ventila za smanjenje pritiska odvodi u jednu procesnu posudu, koja se naziva kolektorska posuda za gas, ili bubanj gasne zone (GZ bubanj). U ovoj posudi se gas sakupljanja, uklanja se, eventualno, prisutna tečna faza, pa se nakon toga šalje na baklju na spaljivanje. Ostatak tečnost se pumpa u "slop sistem" u kome se tečna faza skladišti, i nakon akumulacije reciklira, u proces.

Ventilacija ventilima za oslobađanje pritiska i vakuuma (Pressure and Vacuum relief valves (P&Vs)) se koristi na mnogim rezervoarima za skladištenje, na procesnim posudama i auto i željezničkim cisternama, prilikom punjenja i operacije pražnjenja. Ovo dozvoljava da se pritisak u rezervoaru/posudi izjednačava sa atmosferskim pritiskom, čime se eliminiše rizik od rupture prouzrokovane nadpritisakom ili kolapsom uzrokovanim vakuumom.

#### 8.4.4. Ispuštanje vode (dreniranje)

Svi procesi u naftnoj industriji proizvode mešavinu tečnih ugljovodonika, gasove, čvrste materije i vodu, koji se moraju razdvojiti, da bi se mogli pojedinačno tretirati. Ovaj proces razdvajanja se odvija na brojnim delovima opreme, kao što su

ulazni separatori, proizvodni separatori, 3-fazni separatori, odmuljivači, filteri itd. U procesima se koriste različite metode kako bi odvojili vodu iz ulja i gasa. Oni uključuju dehidratacione procese, pad pritiska, kontrolu nivoa, formiranje granične površine između faza, filtriranje, demistiranje itd.

Voda iz koje treba da se izdvoje ugljovodonici obično se ispušta u rezervoar pod pritiskom, u kojoj se akumulira, pre nego što se očisti od primesa u separatoru za separaciju ugljovodonika i vode. Nakon prečišćavanja će se ispuštati u more ako je na off-shore ili u drenažne sisteme, pa u kanalizaciju i iz nje na separator, ako je na kopnu. Zakonom se deklarise koji stepen nečistoća može da sadrži voda koja se iz offshore procesa sme ispuštati u more, kao i na kopnu u kanalizaciju. Važno je napomenuti da se prilikom dreniranja vode iz sfernih rezervoara za tečni naftni gasa (LPG) mogu formirati hidrati. Ova operacija bi trebala izvoditi se pomoću postupka sekvencijalnog ventila i koje obavlja samo obučeno i ovlašćeno osoblje. A najbolji primer katastrofalnih posledica ne postupak sekvencijalnog ventila bio je 1966. godine u Feizinu (Francuska).

## 9. Kretanje i zaustavljanje postrojenja (Start- up and shutdown)

### 9.1. Opasnost i kontrola vezana za bezbedno startovanjem i zaustavljanje postrojenja

#### 9.1.1. Sigurno pokretanje i zaustavljanje

Najopasniji deo rada bilo kog postrojenja ili procesnog sistema je njegovo pokretanje ili zaustavljanje. To je zbog toga što se parametri sistema stalno menjaju dok ne dostignu svoj optimalni nivo, bilo da je to deo normalne operacije kretanja ili potpunog zaustavljanja. Tokom ovih procesa, dolazi do stalne promene parametara unutar sistema (povećanja ili smanjenja). Ove parametri mogu biti pritisci, temperature, protoka itd. i postrojenje ili procesni sistem mora biti u stanju da izdrže ove promene. Od suštinskog je značaja da svo osoblje uključeno u bilo koju od ovih operacija radi kao tim, po unapred određenom operativnom postupku, koji se kao i postupci održavanja u potpunosti ažuriraju, uz uzimanje u obzir svih potencijalnih eventualnosti povezanih sa pokretanjem ili zaustavljanjem.

##### 9.1.1.1. Sigurno pokretanje i zaustavljanje - radna uputstva i procedure

Kao što smo upravo pomenuli, od suštinskog je značaja da operateri imaju "operativni postupak" koji je dostupan u svakom trenutku.

Dokument o "operativnom postupku" treba da uzimamo u obzir sledeće tačke:

- Ne bi trebalo upotrebljavati lakše, opasnije alternativne postupke, umesto onih koji su navedeni dokumentaciju o operativnom postupku.
- Potrebno je da postoji stalni sistem provere procedura kako bi se to osiguralo da se operativni postupci se ažuriraju i da se otkriju greške u procedurama koje mogu biti brzo ispravljene.
- Osoblje uključeno u operaciju kretanja, treba da je uključeno u fazu projektovanja/pisanja operativnih procedura kako bi se osiguralo da dokument ne postane previše zastareo.
- Operativne procedure treba da sadrže informacije o uslovima neophodnim za upotrebu lične zaštitne opreme prilikom izvođenja operativne procedure.
- Na početku postupka dokument treba da sadrži:
  - Pregled posla koji treba uraditi
  - Bilo koji rizik kojem operator može biti izložen, na osnovu procene rizika posla
  - Bilo koje preduslove, za sigurno obavljanje radne procedure, treba jasno navesti po redosledu obavljanja, da bi se moglo proveriti da li su svi preduslovi ispunjeni, i da li je siguran nastavak radne procedure.

- Svaki operativni postupak treba da bude datiran, sa vremenom od kada važi i sa datumom isteka roka važenja, na primer. važi šest meseci od datuma datog na dokumentu.
- Dokument treba da bude jasan. U kojim situacijama se primjenjuju procedure. Trebalo bi da ne postoji dvosmislenost - svaka procedura treba da koristiti odgovarajući metod kodiranja.
- Dokument treba:
  - Da osigura da su najvažnije informacije na stranica je jasno identifikovane i da je stranica tako napravljena da su najviše istaknute
  - Da osigura da su različiti navedeni pod-zadaci odvojeni naslovima da bi se razlikovali
  - Da je pisan na jeziku koji je jednostavan i poznat operaterima koji će obavljati zadatke
  - Da obezbedi upotrebu nomenklature (terminologije) koja je u skladu sa onom koji se koristi na kontrolnim mestima ili panelima
  - Da da je tako struktuiran, da su upozorenja, mere predostrožnosti ili napomene, navedene neposredno pre instrukcija na koje se odnose
  - Da obezbedi da su svi oblici, simboli i boje, koje se koriste za grafiku, konzistentne i u skladu sa industrijskim standardima.

Kada se proces ili procesni sistem kreće, postoji mogućnost da se dese dodatne opasnosti, koje se ne dešavaju u normalnim procedurama procesa.

Mogu se navesti sledeći primeri:

- Mešanje vazduha i ugljovodonika (potencijalno eksplozivna smeša)
- Mešanje ulja i vode
- Temperatura ispod temperature smrzavanja sa mogućnošću da se bilo koja voda koja je prisutna u sistemu zamrzne (formiranje hidrata unutar cevovoda i ventila)
- Pojedini delovi opreme mogu biti potencijalno podvrgnuti prevelikom pritisku ili pod pritisku
- Oprema može biti, potencijalno, podvrgnuta toploti ili mehaničkom udaru
- Može doći do uvođenja korozivnih i toksičnih tečnosti i gasova
- Postoji mogućnost ispuštanja ugljovodonika (što može da rezultira vatrom/explozijom)
- Potencijalna opasnost od otkazivanja mehaničke opreme

Pre početka bilo kog procesa neophodno je da su svi ključni sigurnosni elementi (Safety Critical Elements (SCEs) u potpunosti operativni i da mogu da funkcionišu ukoliko dođe do problema.

U zavisnosti od konkretnog procesnog sistema SCE mogu uključivati:

- Sisteme za detekciju požara i gasa
- Sistemi za isključivanje u hitnim slučajevima (Emergency shutdown systems)



- Sistem za ozračivanje i sistem za ispuštanje otpadnih materija (Vent and blow down system), razdvojene na sisteme visokog i niskog pritiska
- Sistemi za zaštitu od požara
- Dodatni sistemi za električno napajanje za hitne slučajeve, u slučaju nestanka električne struje
- Baklja

Primer incidenta nastalog termalnim šokom:

Eksplorzija gasova na Esso Longford postrojenju u Australiji 25. septembra Septembra 1998., u kojem su poginula dva lica, a još osamih je povređeno, bio je primarni primer termičkog šoka, koji je izazivao katastrofalni događaj. Istraga koja je pratila incident utvrdila je da je pumpa koja se koristi za pumpanje vrućeg ulja u izmjenjivač toplote je "ispala", i bila van upotrebe četiri sata. Ovakvi kvarovi, koji su doveli do prestanka rada u procesnom sistemu, smatrani su normalnom i da ne odstupaju od normalne procedure zaustavljanja. Međutim, tokom ovog vremena se procenjuje da je pumpa dostigla temperaturu nižu od minus 48 ° C i led se formirao na jedinici. Stoga je odlučeno da za otapanje pumpe treba početi pumpati toplo ulje.

**Rezime.** Međutim, razlika u temperaturi između pumpe i izmenjivača toplote je (-48 ° C) i uvedenog ulja u sistem za zagrevanje (+ 230 ° C) bila je dovoljna da izazove kritično naprsnuće u izmenjivaču toplote i da dozvoliti parama ugljovodonika da pobegnu u atmosferu. Izlazni oblak pare se pomerio ka obližnjim pećima sa "otvorenim" plamenom i zapalio se. Tada je plameni front našao svoj put do razorenog izmenjivača toplote, što je izazvao je požar koji je trajao dva dana.

#### 9.1.1.2. Safe start- up and shutdown - termalni šok

Termalni šok je jedna od najvećih opasnosti koji se razmatra u postupku pokretanja postrojenja ili procesa. Ovo je zbog toga što zbog termičkog naprezanja postoji opasnost da se dogodi katastrofalni događaj pucanjem ili oslabljivanjem kritičnih delova postrojenja. Termalni šok nastaje kada je materijal izložen, u kratkom vremenskom periodu značajnoj promeni temperature. Zbog ovoga dolazi do širenju materijala sa različitim stopama u ograničenom prostoru, što uzrokujući pukotinu ili slabljenje.

Svakodnevni primer toplotnog udara je ako se voda ključanja se uliva u staklenu posudu. Kao što znamo, u tom slučaju dolazi do pucanja čaše, jer se molekularna struktura njene unutrašnjosti brže širi od spoljašnjosti. Pod određenim uslovi, isti efekat se može desiti i na metalnom cevovodu. Tipičan primer iz industrije nafte i gasa može biti ako se pregrejana para uvodi u cevovod koji nije prethodno zagrejan; što bi moglo uzrokovati termički šok u cevovodu, i do frakture i isticanja pregrejanje pare.

Termalni šok može se ublažiti:

- Postepenim uvođenjem pare ili toplog proizvoda sa nižom temperaturom (tj. ne treba se na početku uvoditi pregrejana para)
- Temeljnim zagrevanjem sistema pre upotrebe
- Projektovanjem "ekspanzionih petlji" u sistemu, koji dozvoljavaju da se cevovod proširi sa toplotnom promenom bez dovođenja u opasnost integritet sistema.



9.1. "ekspanziona petlja"

- Korišćenje materijala sa većom toplotnom provodnošću
- Smanjenje koeficijenta ekspanzije materijala
- Povećanje čvrstoće materijala

#### 9.1.2. Primer pokretanja postrojenja (start- up)

Sada ćemo pogledati primer postupka startovanja. Ovaj primer uključuje postupak za proizvodnju gasa na instalaciji za proizvodnju gasa. Standardna praksa je da je tokom kretanja postrojenja dozvoljeno samo neophodnom osoblju boravak u proizvodnom prostoru. Procedura za kretanje je zajednička za operatere u kontrolnoj sobi (CROs) i operatere na platformi. Tokom cele operacije startovanja, neophodno je da se održava komunikacija između kontrole prostorije i postrojenja, obično radio-vezom (toki-voki). Svi sigurnosni elementi (SCE) se proveravaju, što osigurava da budu operativni. Sve cevi i odvodi su koji su bili otvoreni tokom aktivnosti održavanja su zatvorene po potrebi, sva instrumentacija je zamenjena, kalibrirana i u ispravnom operativnom stanju, i sve "blinde" su uklonjene, a "spektakl" blinde okrenute, na ispravnu-radnu poziciju. Dokument o radnoj proceduri se proverava, da li je ažuriran i da li iste kopije dokumenta poseduju sve strane uključujući i one radnike koji su fizički na terenu, kao i one koji su udaljeni od postrojenja i nalaze se u kontrolnoj sobi. Kada su sve procedure zadovoljavajuće završene, pokretanje postupka proizvodnja se obavlja po postupku predviđenom u operativnom dokumentu.

Poštovanje procedura će navesti operatore koji otvaraju ventile na sistemu, da to rade u određenom nizu. Međutim, s obzirom da je redosled otvaranja kritičan, nije ostavljeno samo operateru, koji sledi dokument o radnoj proceduri, da samostalno otvara ventile. U ovom slučaju, svaki ventil je opremljen jedinstvenim, specijalno dizajniranim ključem. Samo kada je ispravan ventil postavljen u ispravan položaj, ključ može biti uklonjen da bi se otvorio sledeći ventil u nizu. Ključ je dizajniran tako da je pogodan samo za odgovarajući ventil u poretku. Ovaj postupak se ponavlja sve dok svi ventili ne budu stavljeni u njihovu tačnu poziciju i po ispravnom redosledu, što omogućuje siguran postupak za ovu vrlo kritičnu operaciju. Kada su svi ventili postavljeni, zadnji ključ iz zadnjeg ventila omogućava operateru da otvori izolacijski ventil. Ovo tada dozvoljava da se gas uvede u sistem i proces postaje operativan. Sekvence otvaranja date su na slici 8.2. (ISS Safeti Systems Ltd)



9.2. Ventil sa ključem A zarobljen, ključ B slobodan; Za vreme operacije oba tastera su zarobljena; Ventil otvoren - ključ A slobodan, ključ B zarobljen

Kontrolna soba će pratiti otvaranje/ podešavanje ventila, a nadzor određen od strane krajnjeg korisnika ugovora (CRO) imaju konačnu kontrolu ovih ventila, iako se oni mogu zatvarati ručno ako je to potrebno ili od strane sistema za hitno zaustavljanje u slučaju požara (ESD).

Nakon postavljanja svih ventila i ventil za izolaciju se otvara, gas iz bušotine se unosi u sistem.

U ovoj fazi početne operacije, pritisak gasa je mali, a povećava se postepeno samo po dokumentu o postupku pokretanja. Tokom ove operacije, postoje stalne provere sistema kako bi se osiguralo da je sve u redu.

Ovo je uključeno praćenje i očitavanje pritiska u kontrolnoj sobi, kao i vizuelna kontrola i osluškivanje operatera u postrojenju, da li postoji propuštanje. Ovo je faza u kojoj se mogu formirati hidrati (ledeni čepovi) i kao kontra mera, može se uzvodno injektirati metanol.

Samo kada su svi optimalni nivoi pritiska, temperature i tokovi postignuti, može se smatrati da je procesna linija "puštena"-online". nakon što su postignuti zadati parametri, dalje upravljanje se može preuzeti iz kontrolne sale i proces se može prebaciti na automatsko vođenje.

### 9.1.3. Zaustavljanje postrojenja (Shutdown)

Postupak zaustavljanja procesa može biti podjednako opasan kao start-up. Shodno tome, osoblje koje je uključeno u ovu proceduru treba da radi kao tim, po unapred određenoj proceduri rada, koja će uzeti u obzir sve moguće eventualnosti povezane sa zaustavljanjem postrojenja i isključivanjem pojedinih delova opreme. U slučaju primera proizvodne linije za proizvodnju gasa (*The production train*) na postrojenja za proizvodnju gasa, postupak zaustavljanja se namerno usporava. Svaka eksploataciona bušotina (ako postoji više od jedne) stavlja se van upotrebe zatvorenjem krilnog/bočnog ventila (wing valv). Kada protok gasa zaustavi, svi pomoćni sistemi mogu se polako zatvoriti i izolovati.

Proizvodni proces je zatvoren i izolovan zatvaranje ventila u obrnutom redosledu do onog u kojem se otvaraju kod kretanja. Kao i kod postupka kretanja, "sistem ključeva" na svakom ventilu osigurava pravilnu sekvencu.

Ako pogledamo još jedan primer zaustavljanja, ovaj put, rafinerijskog postrojenja, prilikom čega postoje isti izvori opasnosti. U ovo slučaj, postupak će se preduzeti u nekolicini faze, uključujući sledeće:

- Hlađenje i depresurizacija procesa
- Smanjenje protoka i nivoa tečnosti
- Uklanjanje ostataka ugljovodonika
- Inertiranje i gasni sistem
- Otklanjanje korozivnih i / ili toksičnih materijala iz sistema
- Uklanjanje vode iz sistema
- Operacija blindiranja (izolacija procesnih cevovoda)

Osim toga, svi grejači se moraju zatvoriti, smanjujući ulaz toplote u proces. Protok proizvoda treba postepeno smanjivati i na kraju se isključiti. Bilo kakav prekomerni pritisak koji se emituje iz ugljovodoničnih gasova treba ispustiti u kolektorski gasni sistem.

## 9.2. Opasnosti i kontrola vezana za vodu i hidrate, njihovim prisustvo i uklanjanje

### 9.2.1. Voda i hidrati - njihova prisustvo i uklanjanje

Formiranje hidrata (ice plugs) u tokom startovanja proizvodnih procesa i njihovog zaustavljanja pomenuto je kao potencijalni problem, ranije, u ovom poglavlju. Jer ovaj problem ima ozbiljan potencijal za izazivanje problema, pa zaslužuje da se o njemu dublje raspravlja.

Hidrat se formira kada je voda zarobljena unutar naftnog ili gasnog procesa i kada postoje uslovi u procesu, koji dozvoljavaju da se ona zamrzne, i stvori čvrsti "čep".

Kada se protok proizvoda ili pritisak proizvoda smanjuju, to dovodi i do snižavanja temperature, čime se stvara mogućnost stvaranja hidrata, ukoliko postoji voda unutar sistema. Hidrati se takođe mogu formirati i u cevovodima koji su postavljeni na morskom dnu, zbog temperature koja na morskom dnu može biti dovoljno niska da zamrzne ne-slanu vodu koji prati naftu i gas, izvučenu iz bušotine.

Neki hidrati se sastoje i od dodatnih materija, koje se nalaze u ležišnoj vodi, koje mogu favorizovati formiranje "štapićastih" kristala koji imaju potencijal da prerastu u velike ledene čepove, koji mogu potpuno blokirati cevovod.

### 9.2.2. Voda i hidrati - kontrole

Da bi sprečili formiranje hidrata, može se uvesti u procesni sistem antifriz (obično metanol ili glikol), tako da on predstavlja deo proizvoda. Ovaj antifriz se, obično, uklanja iz nafte i gasa, kada se oni dopreme do kopna. Nakon toga se antifriz prečišćava- rekuperira, nakon čega se može ponovo upotrebiti.

Međutim, korišćenje antifrizu je skup proces, i alternativno sredstvo kontrole je upotreba grejanja i izolacije procesnih linija. Grejači na procesnim linijama su kablovi koji prolaze duž spoljne strane cjevovoda i koji odaju toplotu na sistem. Gubitak ove toplote smanjuje se izolacijom koja se nanosi na cev.



9.3 Primer hidratskog čepa (Izvor: US Department of Energy).

### 9.2.3. Uklanjanje vode

Uklanjanje vode iz nafte i gasa može se postići velikim brojem metoda. Svaka ima svoju prednost i mane.

Sledeće tehnike i tehnologije opisuju koja su sredstva dostupna za uklanjanje vode iz nafte i gasa. Takođe se navode njihove relativne prednosti i nedostaci.

#### 9.2.3.1. Uklanjanje vode - gravitaciona separacija

U slučaju da proizvod mešavina nafte i vode miruje u skladištu neko vreme, voda će se prirodno istaložiti na dnu, jer je specifična težina vode veća nego nafte. Ta voda se onda može izdrenirati-ukloniti iz smeše ispuštanjem sa dna rezervoara.

Efikasnosti ovog sistema zavisi od toga koliko dugo smeša miruje u rezervoaru i da li je temperatura dovoljno niska da smanji tačku zasićenja na prihvatljiv nivo. Smanjivanje tačke saturacije (zasićenja) osigurava više vode napušta sistem.

Neke vrste ugljovodoničnih proizvoda imaju specifičnu karakteristiku, zadržanja vode u suspenziji, i ne dozvoljavaju da se voda iztaloži na dno i odvoji. U ovim slučajevima odvajanje gravitacijom je manje od efikasna opcija.

Glavna prednost ovog sistema su relativno niski troškovi rada.

Glavni nedostatak je to što se uklanja samo slobodna voda, i voda u emulziji će ostati u proizvodu.

#### 9.2.3.2. Uklanjanje vode - centrifugiranjem

Ovaj sistem koristi princip centrifugalne sile i činjenicu da voda ima drugačiju specifičnu težinu od nafte i ugljovodoničnih proizvoda i ta razlika omogućava da se ovim načinom izvrši separacija dve materije. Što je veća razlika u specifičnim težinama između ugljovodoničnih proizvoda i vode, ovaj način je efikasniji. Shodno tome, centrifuge najbolje rade na ugljovodoničnim proizvodima male specifične težine i niske viskoznosti kao što su ulja za turbinu, a ne druga, teža ulja.

Centrifugalni sistemi uklanjaju i slobodnu i emulgovanu vodu, ali će njihova efikasnost zavisiti od toga koliko je niska specifična težina ulja kada se proces centrifugiranja odvija.

Glavna prednost ovog sistema je to što može, u pravim okolnostima, da uklanja i slobodnu i emulgovanu vodu. Takođe se mogu ukloniti i drugi teži zagađivači, i ova metoda ima relativno visoku propusnost u poređenju sa drugim tehnologijama. Centrifugalni separatori su relativno isplativi.

Glavni nedostatak ovog sistema je taj što je kapitalni trošak relativno visok. Takođe, čišćenje centrifuge je dugotrajan posao, koji se treba često preduzimati.

#### 9.2.3.3. Uklanjanje vode apsorpcijom

Uklanjanje apsorpcijom je proces korišćenja filtera, koji apsorbuju vlagu iz proizvoda, kako proizvod prolazi kroz filter. Postoji nekoliko različitih tipova filtera. Filteri na bazi celuloze su efikasni za uklanjanje malih količina vode. Takođe, kada apsorbuju vlagu, dolazi do toga da prilično primetno nabreknu, što je vrlo korisno sredstvo za označavanje prisustva vode u proizvodu.

Druge vrste filtera imaju spoljni omotač koji se sastoji od polimera i desikanta (higroskopne materije) koji mogu apsorbirati i slobodnu i emulgovanu vodu. Takođe se može filtrirati i čvrsta materija.

Glavna prednost uklanjanja apsorpcijom je to što je ovo relativno ekonomično sredstvo za uklanjanje malih količine vode. Glavni nedostatak je da svaki filter ima ograničen kapaciteta.

#### 9.2.3.4. Uklanjanje vode - vakuumska dehidracija

Proces vakuumske dehidracije radi na principu da se ključanje vode, dešava na nižoj temperaturi, kada se dešava na nižem pritisku. Shodno tome, na 0,9 bara, voda će se ključati na oko 52 °C.

Jedinica za vakuum dehidraciju smanjuje pritisak unutar sistema u kome se nalazi proizvod. Vazduh koji je osušen i zagrejan zatim se prevodi preko proizvoda, pa se vlaga prenosi u vazduh iz proizvoda u obliku vodene pare.

Efikasnost sistema se povećava povećanjem površine proizvoda koji je izložen toplom vazduhu. Ovo se može postići izlaganjem proizvoda koji ima mali nivo i nalazi se na brojnim površinama unutar dehidrator.

Glavna prednost ovog sistema je njegova sposobnost da uklonite vlagu na veoma niske nivoe. Takođe ima sposobnost da uklonite druge nečistoće kao što su goriva i rastvarači.

Glavni nedostaci ove metode su njeni troškovi i relativno niski protok.

#### 9.2.3.5. Uklanjanje vode stripovanjem vazduha

Uređaji za stripovanje (ispušivanje) vazduha spadaju u još jedan oblik vakuumskog dehidratora, koji rade mešanjem vazduha ili azotnog gasa sa tokom zagrejanog proizvoda unutar jedinice za stripovanje (odvajanje) vazduha. Gas zatim apsorbuje vlagu iz proizvoda i nakon toga se iz smeše gasa i proizvoda, izdvaja gas i odvaja od proizvoda i preuzima vlagu.

Glavna prednost ovog sistema je to što ima manje operativne troškove od tipičnog vakuumskog dehidratora, jer ima manje pokretnih delova.

Glavni nedostaci su njeni visoki troškovi i relativno niski protok.

#### 9.2.3.6. Uklanjanje vode - grejanjem ulja

Neki procesi, jer se obavljaju na povišenim temperature, samoočišćavaju se zbog činjenice da voda prirodno isparava na ovim temperaturama.

Međutim, ovi procesi moraju biti kontrolisani kako bi se izbjegla šteta, posebno sa mineralnim uljima.

U poređenju sa sistemima sa centrifugalnom i vakuumskom separacijom, zagrevanje ulja može biti efikasno sredstvo uklanjanja vode iz proizvoda.

### 9.2.3.7. Rekapitulacija metoda uklanjanja hidrata

Konačnu odluku vezanu za izbor sistema za uklanjanje vode, koji odgovara procesu, zavisice od:

1. Obim proizvoda koji se tretira
2. Potrebnom nivou sadržaja vlage u finalu proizvod

Ako je nivo vlage potreban u finalnom proizvodu nizak, a nivo zasićenja proizvoda pre tretmana visok, onda je proces koji je potreban za tretiranje proizvoda složeniji i skuplji.

## 9.3. Opasnosti i kontrolne procedure vezane za testiranje, tehnički prijem i puštanje u rad

### 9.3.1. Tehnički prijem - Prvo puštanje u rad (Commissioning)

Tehnički prijem procesnog postrojenja uključuje preduzimanje testova na postrojenju pre nego što se krene za normalnom proizvodnjom, kako bi utvrdilo da li će postrojenje funkcionisati adekvatno i sigurno. Proces tehničkog prijema, takođe, uključuje obuku ljudi koji će raditi kao i osoblja, kontrolne sobe, koje će nadgledati rad. Na kraju, to uključuje i pisanje procedure za rad.

Tokom ovog puštanja u pogon, potrebno je usvojiti procedure kojima se njihovom primenom, tokom normalnog rada, nepredviđeni događaji svode na minimum, ukoliko se pojedini nepredviđeni ekcesni događaju ne mogu potpuno eliminisati. Stoga, se sve mere predostrožnosti moraju preispitati pre početka prvog puštanja u rad. Ovo se obično preduzima u fazi projektovanja postrojenja i obično je u obliku studije o opasnosti i operativnosti (HAZOP) ili neke druge jednako opsežne i detaljne procene rizika. Proces prvog puštanja u rad uključuje uzimanje postrojenja kroz više faza, a sve to mora biti završeno na zadovoljavajući način pre nego što postrojenja mogu biti predata za normalni rad, krajnjem korisniku, kao potpuno funkcionalna i spremna za operativnu upotrebu. Tipičan niz faza koje se preduzimaju tokom procesa prvog puštanja u rad je naveden u nastavku:

1. Proverava konfiguracije sistema (walking the line, obilaženje linija i poređenje sa procesnom dokumentacijom).
2. Provera ispravnosti cevovoda i integriteta sistema.
3. Proverava se instrumentni sistem.
4. Svi alarmi se verifikuju, da su u operativnom stanju.
5. Sve linije i posude se ispiraju i čiste.
6. Sva prateća oprema se pregleda i procenjuje u pogledu njegove adekvatnosti.
7. Svi instrumenti i posude se kalibrišu.
8. Uspostavlja se protokol za kretanje postrojenja (start-up protokol).
9. Uspostavlja se protokol za zaustavljanje postrojenja (shutdown protokol).



10. Kreće se u tehnički prijem vezan za postupak kretanja postrojenja (Commissioning).
11. Postrojenje se stavlja u funkciju.
12. Fabrika se predaje.

Sada ćemo pogledati svaku od ovih faza u a malo više detalja.

#### 9.3.1.1. Prvo puštanje u rad (Commissioning)- Provera konfiguracije sistema (walking the line, obilaženje linija)

Ova faza je gde se svi cevovodi i priključci fizički proveravaju kako bi osigurala njihova konfiguracija, kakva bi trebala da bude i da su ispravno instalirani. Ova inspekcija se vrši na osnovu "Inženjerskog dijagrama toka" (Engineering Line Diagrams ELDs), koji se često naziva i Process flow diagram (PFD), kao i Dijagrama-crteža "izvedenog stanja". Ovom procesnom inspekcijom je obuhvaćeno i osiguranje postrojenja i da je oprema čista, prazna i pogodna za namenu.

#### 9.3.1.2. Prvo puštanje u rad (Commissioning)- Provera ispravnosti cevovoda i integriteta sistema

U ovoj fazi se svi delovi sistema pritiraju na testiran kako bi se osiguralo da nema curenja ili neočekivanih deformiteta. Ovo se obično preduzima koristeći tehnike hidrostatičkog ispitivanja (hidro-testovi).

U hidrostatskom ispitivanjem se ispituje sistem i testira integritet postrojenja i opreme, uključujući i cjevovode, koje će pod pritiskom biti u normalnim uslovima rada. Ova ispitivanja uključuju punjenje pojedinačnih sekcija ili komponenti sistema sa tečnošću, obično obojenom, i zatim "dizanje" pritiska u tom delu postrojenja ili u komponenti (delu opreme). Pritisak zatim se nadgleda; da li dolazi do neočekivanog deformiteta ili gubitka pritiska. Gubitak pritiska bi ukazivao na curenje, a obojena voda pomaže u pronalaženju bilo kakvog curenja.

Kada su svi delovi i komponente pojedinačno testirani, svi delovi i komponente povezani su i izvodi se ispitivanje (test) svih prirubničkih spojeva i spojnica. Ovo se obavlja korišćenjem azot i vazduha (trace gas), kako bi se otkrila bilo kakva curenja.

#### 9.3.1.3. Prvo puštanje u rad (Commissioning) - provera instrumentnog sistema

U ovoj fazi se sistem proverava pomoću *Piping i Instrumentation Diagrams (P&IDs)*. P&ID je šematski crtež koji prikazuje fizičku sekvencu opreme i sistema, kao i na koji način su ti sistemi povezani. U P&ID su uključeni:

- Svi instrumenti, njihova lokacija i oznaka
- Sva mehanička oprema sa njihovim imenima, brojevima i funkcijom
- Svi ventili sa svojom identifikacijom i funkcijom
- Sve cevi sa njihovom veličinom i identifikacijom
- Sva raznovrsna oprema kao što su otvori, odvodi, linije za uzorkovanje itd.

- Start-up i linije za ispiranje (flush linije)
- Pravac protoka
- Sve reference za interkonekciju (povezivanje)
- Svi kontrolni ulazi, izlazi i blokade
- Svi ulazi računarskog sistema
- Sve identifikacione reference komponenti i podsistema koje pružaju treća lica

#### 9.3.1.4. Prvo puštanje u rad (Commissioning) - provjera alarma

U ovoj fazi se vrše sva podešavanja alarma, mikroprocesorskih signala, hardverskih izlaza i svih ostalih instrumenata, koji se proveravaju kako bi se osiguralo da su pravilno postavljeni i da će funkcionisati po potrebi. Proveravaju se i računarski sistemi kako bi se osiguralo da pravilno funkcionišu, i da se informacije od svih terenskih instrumenata prenose na računarski interfejs i da prikazuju tačne vrednosti.

#### 9.3.1.5. Prvo puštanje u rad (Commissioning) - ispiranje i čišćenje linija i ventila

U ovoj fazi se svi ventili i povezani cevovod se ispiraju vodom kako bi se isprao bilo koji kontaminirajući materijal. Ovaj proces, takođe, ima za cilj da se osigura da nema "stranih" predmeta ili materijala unutar sistema koji su, možda, ostali od izgradnje. Kada se operacija ispiranja završi, može se desiti da je potrebno da se sistem potpuno osuši, posebno ako je konačni procesni sistem nekompatibilan sa vodom. Ovo se postiže ispuštanjem toplog, suvog vazduha kroz sistem tako da se preostala vlaga isparila.

#### 9.3.1.6. Prvo puštanje u rad (Commissioning) - inspekcija i procena pomoćne opreme

U ovoj fazi se sva pomoćna oprema, kao što su pumpe, ventilatori, izmjenjivači toplote, kondenzatori, kompresori itd. testiraju kako bi se osiguralo da će tokom normalnog rada obavljati očekivane zahteve.

#### 9.3.1.7. Prvo puštanje u rad (Commissioning) - kalibracija ventila i instrumenata

U ovoj fazi se sve posude i instrumenti proveravaju da li su pravilno kalibrisani.

#### 9.3.1.8. Prvo puštanje u rad (Commissioning) - Protokol za kretanje (Start-up)

U ovoj fazi se razvija i piše procedura za pokretanje instalacija od potpunog isključivanja do potpune proizvodnje. Ova faza takođe uključuje identifikaciju i opisivanje svih potencijalnih pogrešnih pojava i pružanje smernica za najbolji i

najsigurniji tok akcija, i kako se baviti svakom od njih. Ovaj Start-up postupak će biti deo dokumenta, "operativnog postupka".

U ovoj fazi se uključuje i obuka za kretanje svih zaposlenih uključenih u funkcionisanje sistema kada je predato-nakon tehničkog prijema.

#### 9.3.1.9. Prvo puštanje u rad (Commissioning) - Protokol za zaustavljanje (shutdown)

U ovoj fazi je obuhvaćena procedura za zaustavljanje instalacija, i isključenje postrojenja iz faze pune proizvodnje, koja se daje u pisanom obliku. Ova faza takođe uključuje ustanovljavanje pojave svih potencijalnih grešaka i pružanje smernica o najboljim i najsigurnijem načinu delovanja kod svake od njih. Ova procedura za zaustavljanje će biti deo šireg dokumenta "operativni postupak".

Ova faza će uključivati i obuku za zaustavljanje svih zaposlenih uključenih u funkcionisanje sistema kada je postrojenje predato.

#### 9.3.1.10. Prvo puštanje u rad (Commissioning) - započinjanje ispitivanja (commissioning trials)

Ova faza je kada se biljka pokreće, pokreće za unapred određeno vreme u okviru specifičnih parametara, a zatim zaustavlja. Ovom procedurom se može dokazati da je postrojenje operativno. To je i idealna prilika da se izvedu neke direktne obuke, na licu mesta "hands on" osoblju koje će raditi u fabrici, kada ona bude predata.

#### 9.3.1.11. Prvo puštanje u rad (Commissioning) - priključenje (hook up)

U ovoj fazi u kojoj je sistem povezan sa - i ako je izolovan od početka postupka inicijalnog starta i spreman je da preuzme - svoj izvor proizvoda (ulje, gas, itd.). Takođe uključuje sistem koji se povezuje do - ali opet izolovan od - potrebnih pomoćnih sistema, potrebnih za rad sistema.

#### 9.3.1.12. Prvo puštanje u rad (Commissioning) - primopredaja (handover)

Ovo je završna faza procesa puštanja u rad i podrazumijeva predaju odgovornosti za postrojenje, kao i samog postrojenja, operativnom odeljenju. Predaju se sva vezana dokumenta, crteži i procedure. Tokom premijernog kretanja postrojenja, sasvim normalno da predstavnici izvođača radova na postrojenju i/ili dobavljača opreme za postrojenje da bude prisutni ili da su dostupni.

Pojmovi:

**Gasohol** je mešavina jednog dela etanola (poznatiji kao alkohol zrna "ili pića alkohola) i devet delova bezolovnog benzina.

**Senzitieri** su materije koji mogu da izazovu ozbiljne reakcije na koži i/ili respiratorne reakcije kod senzitiviranih radnika nakon izlaganja veoma malim količinama materije. Senzibilizacija se razvija tokom vremena. Kod prvog izlaganja senziteru, kod radnik se ne uočavaju reakcije, ali se razvija alergijska reakcija.

Naziv **neoplastogen** je znači isto kao kancerogeni, i odnosi na supstancu koja promovise ili omogućí formiranje "neoplazija", odnosno tumora ometanja procesa koji obično regulišu normalnu podelu ćelija.

**micellar slug** - Količina injektiranja micelnog rastvora (mikroemulzije). Specifi cirani (dimenzionisana) zapremina injektiranja micelnog rastvora (mikroemulzija, micellar solution, microemulsion) u procesu micelnopolimernog zavodnjavanja (hemijska metoda povećanja iscrpka nafte/EOR-metoda, micellar-polymer flood) izražen kao deo ili procenat porne zapremine ležišta. Zapremina količine koja se injektira tipično varira od 3 do 30% porne zapremine, ali zavisi od koncepcije micelnopolimernog zavodnjavanja - ako se injektira micelarni rastvor s niskom koncentracijom površinski aktivne materije, tada zapremina količine injektiranja varira od 15 do 60% porne zapremine, i obratno, ako je koncentracija visoka, zapremina količine je manja - od 5 do 10% porne zapremine. *Sinonim: slug of micellar solution, surfactant slug; v. micellar solution.*

**Wing valv - Bočni ventil erupcijskog uređaja.** Ventil erupcijskog uređaja bušotine (**Christmas tree**) koji se nalazi na jednoj od njegovih horizontalnih grana (a ne na njegovom vertikalnom prolazu) i služi za regulaciju strujanja (protoka) fluida iz bušotine u uređaj za obradu i cjevovod.

**Christmas tree** - erupcijski uređaj bušotine. Površinska proizvodna oprema visokog pritiska eruptivne proizvodne bušotine. Sastoji se od kućišta glave zaštitne kolone (casing head housing), dvostruke prirubnice glave zaštitne kolone (casing head spool) i dvostruke prirubnice glave kolone uzlaznih cevi (tubing head spool) te sklopa ventila, zasuna i fittinga za regulaciju proizvodnje bušotine. Konstrukcija erupcijskog uređaja zavisi od specifičnosti namene - na primer, proizvodni erupcijski uređaj (nakon osvajanja i opremanja bušotine za proizvodnju) ili servisni (pre puštanja bušotine u proizvodnju) - ali svaki ima barem jedan glavni ventil (master valve) za regulaciju strujanja u bušotini. Na vrhu erupcijskog uređaja je ventil za klipovanje bušotine (swab valve) i manometar (pressure gauge). Erupcijski uređaji se postavljaju na naftne bušotine u ranom periodu proizvodnje, na bušotine s gasnim liftom (gaslift), na sve gasne i na odobalne bušotine. Sinonimi: production tree, tree, Xmas tree, Xtree.

## Literatura:

1. Novica M. Staletović, Univerzitet Union „Nikola Tesla“, Fakultet za ekologiju i zaštitu životne sredine Beograd, SRĐA B. KOVAČEVIĆ, EPS JP PK „Kosovo” Obilić, Predstavništvo Beograd, RADOSLAV B. VUKAS, Ministarstvo rudarstva i eneogetike Republike Srbije, Beograd, UDC: 622.14:614.8.027.1, TEHNIKA - RUDARSTVO, GEOLOGIJA I METALURGIJA 66 (2015)
2. <https://www.eurostandard.rs/ohsas-18001-sistem-menadzmenta-zastitom-zdravlja-i-bezbednoscu-na-radu>
3. Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu (Sl. glasnik RS br.101/05), 2005.
4. Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima (Sl. glasnik RS br.88/11), 2011.
5. Uredba o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri eksploataciji mineralnih sirovina dubinskim bušotinama (Sl. glasnik RS br.61/10).
6. Staletović N.,: Ocena OHS rizika u funkciji preventivnog inženjeringa i integrisanih sistema menadžmenta (QMS, EMS i OHSAS); Tehnika knj. 3, Beograd, 2009
7. Staletović N.,: Ocena OH&S rizika u funkciji preventivnog inženjeringa i integrisanih sistema menadžmenta (QMS/EMS/OHSAS); Tehnika, vol. 59, Beograd, 2009.
8. Vukas R.,: Mineralni resursi/rezerve i ekonomski razvoj Republike Srbije (prezentacija); 4 th International Conference Mineral Resources in the Republic of Serbia, Belgrade, 2014.
9. Staletović N., Tucović N.,: Menadžment aspektima preventivnog inženjerstva u graditeljstvu; "IMK - 14 Istraživanje i razvoj"; Kruševac, 2009. [4] Staletović N.,: Ocena OHS rizika u funkciji preventivnog inženjeringa i integrisanih sistema menadžmenta (QMS, EMS i OHSAS); Tehnika knj. 3, Beograd, 2009
10. Zakon o zaštiti na radu „Službeni glasnik RS”, br. 42 od 18. VII 1991, 53 od 16. VII 1993, 67 od 30. VIII 1993, 48 od 20. VII 1994, 42 od 18. XI 1998.
11. Introduction to Oil and Gas Operational Safety is aligned directly to the NEBOSH International Technical, Certificate in Oil and Gas Operational Safety. First edition published 2015 by Routledge 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon OX14 4RN and by Routledge 711 Third Avenue, New York, NY 10017 Routledge is an imprint of the Taylor & Francis Group, an informa business © 2015 Wise Global Training Ltd
12. NOVICA M. STALETOVIĆ, SRĐA B. KOVAČEVIĆ, RADOSLAV B. VUKAS Procena rizika po bezbednost i zdravlje na radu u procesu geoloških istraživanja,

13. Miodrag JABLANOVIĆ, Uvod u ekotoksikologiju / M.[Miodrag] Jablanović, P.[Predrag] Jakšić, K.[Katica] Kosanović. - Priština [i. e.] Kosovska Mitrovica : Univerzitet, 2003 (Beograd : Heleta).
14. D. Veselinović, I. Gržetić, Š. Đarmati, D. Marković, Fizičko-hemijski osnovi zaštite životne sredine - stanja i procesi u životnoj sredini, knjiga prva, Fakultet za fizičku hemiju, Beograd, 1995.
15. D. Veselinović, I. Gržetić, Š. Đarmati, D. Marković, Fizičko-hemijski osnovi zaštite životne sredine - izvori zagađivanja, posledice i zaštita, knjiga druga, Naučna knjiga, Beograd, 1997.
16. J. Perović i T. Anđelković, Detekcija zagađivača, praktikum za vežbe, PMF, Niš, 2001.
17. <https://ishm.org/history-environmental-health-safety/>
18. Brenda Eskenazi; Paolo Mocarelli, Marcella Warner, Larry Needham, Donald G. Patterson, Jr., Steven Samuels, Wayman Turner, Pier Mario Gerthoux, and Paolo Brambilla (January 2004). "Relationship of Serum TCDD Concentrations and Age at Exposure of Female Residents of Seveso, Italy". *Environmental Health Perspectives*. 112 (1): 22–7. doi:10.1289/ehp.6573. PMC 12417923. PMID 14698926. Cite uses deprecated
19. B. De Marchi; S. Funtowicz; J. Ravetz. "4 Seveso: A paradoxical classic disaster". United Nations University.
20. Homberger, E.; Reggiani, G.; Sambeth, J.; Wipf, H. K. (1979). "The Seveso Accident: Its Nature, Extent and Consequences". *Ann. Occup. Hyg. Pergamon Press*. 22 (4): 327–370. doi:10.1093/annhyg/22.4.327. Retrieved 2009-02-01
21. Gary W. Van Loon, Stephen J. Duffy, *Environmental chemistry - a global perspective*, Oxford University Press, Oxford, 2000.
22. *Health and Environmental Effects of Oil and Gas Technologies: A Report to the Federal Interagency Committee on the Health and Environmental Effects of Energy Technologies*
23. Burr, J.C., and A.B. Clymer. 1976. Air Modeling in Ohio, EPA. \_In Proceedings of the EPA Conference on Environmental Modeling and Simulation, ed. W.R. Off, pp. 82-85. EPA 600/9-76-016. Office of Research and Development and Office of Planning and Management. Washington, D.C.
24. Corn, M. 1976. Properties of Nonviable Particles in Air. *JEn Air Pollutants, Their Transformation and Transport*, vol. I, ed. A.D. Stern, pp. 78-168.

- Academic Press, New York.
25. Crutzen et al. 1976. A Numerical Investigation of Tropospheric Photochemistry Using a One-Dimensional Model. Paper presented at the Non-Urban Tropospheric Symposium, Hollywood, Florida, Nov. 10-12, 1976.
  26. DeMaio, L., and M. Corn. 1966. Polynuclear Aromatic Hydrocarbons Associated with Particulates in Pittsburgh Air. *J. Air Pollut. Cont. Assoc.* 16:67-71.
  27. Fuchs, N.A. 1964. *The Mechanics of Aerosols*. The Pergamon Press, New York.
  28. Haagen-Smit, A.J., and L.G. Wayne. 1976. Atmospheric Reactions and Scavenging Processes. In *Air Pollution*, vol. 1, 3rd ed., edited by A.C. Stern. Academic Press, New York.
  29. Heidt, L.E., and W.H. Pollock. 1976. Measurements of N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, CO, and CO<sub>2</sub> in the Non-Urban Troposphere. Paper presented at the Non-Urban Tropospheric Symposium, Hollywood, Florida, Nov. 10-12, 1976.
  30. National Academy of Sciences. 1976. *Vapor-Phase Organic Pollutants*. Washington, D.C.
  31. National Academy of Sciences. 1977. *Ozone and Other Photochemical Oxidants*. Washington, D.C. National Research Council. 1972. *Particulate Polycyclic Organic Matter*. National Academy of Sciences, Washington, D.C.
  32. National Research Council. 1979. *Airborne Particles*. University Park Press, Baltimore, Maryland.
  33. Thomas, J.F., M. Mulkai, and B.D. Tebbens. 1968. Fate of Airborne Benzo(a)pyrene. *Environ Sci. Tech.* 2:33-39.
  34. <http://www.hse.gov.uk/comah/buncefield/buncefield-report.pdf>
  35. The Mitre Corporation ; Richard D. Brown, project manager. McLean, A Report to the Federal Interagency Committee on the Health and Environmental Effects of Energy Technologies - Health and Environmental Effects of Oil and Gas Technologies: Research Needs Va. : Mitre Corp., Metrek Division, 1981.
  36. *Jordans, Frank; Burke, Garance (April 30, 2010)*. "Rig had history of spills, fires before big 1". *Huffington Post*. Associated Press. Retrieved May 1, 2010.
  37. "Accident Investigation Report" (PDF). Minerals Management Service. May 26, 2008. Archived from the original (PDF) on May 20, 2010. Retrieved April 22, 2010.
  38. *Hammer, David (May 26, 2010)*. "Hearings: Rig's blowout preventer last

- inspected in 2005". *Times-Picayune*. Retrieved May 26, 2010.
39. *Urbina, Ian (May 29, 2010)*. "Documents Show Early Worries About Safety of Rig". *New York Times*. Retrieved June 4, 2010.
  40. *Bronstein, Scott; Wayne Drash (June 9, 2010)*. "Rig survivors: BP ordered shortcut on day of blast". *CNN*. Retrieved June 9, 2010.
  41. *Carroll, Joe (May 31, 2010)*. "BP Cited 'Well Control Situation' Six Weeks Before Blowout". *Bloomberg Businessweek*. Archived from the original on April 27, 2011. Retrieved June 4, 2010.
  42. *Urbina, Ian (July 21, 2010)*. "Workers on Doomed Rig Voiced Concern About Safety". *The New York Times*. *The New York Times Company*. Retrieved November 11, 2010.
  43. "Gulf Of Mexico Oil Disaster: Transocean Reports Highlight Workers' Concerns Over Deepwater Horizon | Business | Sky News". *News.sky.com*. Archived from the original on April 27, 2011. Retrieved July 23, 2010.
  44. "Blowout: The Deepwater Horizon Disaster". *CBS News: 60 Minutes*. May 16, 2010. Retrieved June 15, 2010.
  45. *Fowler, Tom (May 18, 2010)*. "BP Prepared for Top Kill to Plug Well". *Houston Chronicle*. Retrieved May 22, 2010.
  46. "At least 11 missing after blast on oil rig in Gulf". *CNN*. April 21, 2010. Retrieved April 21, 2010.
  47. *Brenner, Noah; Guegel, Anthony; Hwee Hwee, Tan; Pitt, Anthea (April 30, 2010)*. "Congress calls Halliburton on Macondo". *Upstream Online*. *NHST Media Group*. Retrieved May 1, 2010.
  48. *Gillis, Justin; Broder, John (May 10, 2010)*. "Nitrogen-Cement Mix Is Focus of Gulf Inquiry". *The New York Times*.
  49. "Patrick Obryan testimony". *C-Span*. Retrieved October 30, 2015.
  50. *Hammer, David*. "Hearings: Rig master recounts explosion and abandoning ship". *NOLA dot com*. Retrieved October 30, 2015.
  51. *Henry Fountain and Tom Seller, Jr. (May 25, 2010)*. "Panel Suggests Signs of Trouble Before Rig Explosion". *New York Times*. Retrieved May 26, 2010.
  52. "Committee Releases Details of BP's Internal Incident Investigation". *United States House Committee on Energy and Commerce*. May 25, 2010. Retrieved May 26, 2010.
  53. "BP engineer called doomed rig a 'nightmare well'". *CBS/Associated Press*. June 14, 2010. Retrieved May 20, 2011.
  54. <http://www.istockphoto.com/photos/>



55. American Petroleum Institute. Corrosion management information. Available at: [www.api.org](http://www.api.org)
56. British Standards Institution (2001) BSEN ISO 15544 Petroleum and Natural Gas Industries - Offshore Production Installations - Requirements and Guidelines for Emergency Response. London: BSI. ISBN 978- 0- 80- 70983- 8.
57. Health and Safety Executive (n.d.a) 'Human Factors: Safety Critical Communications'. HSE. Available at: [www.hse.gov.uk/humanfactors/topics/common3.pdf](http://www.hse.gov.uk/humanfactors/topics/common3.pdf)
58. Health and Safety Executive (n.d.b) 'Maintenance of Work Equipment'. HSE. Available at: [www.hse.gov.uk/work-equipment-machinery/maintenance.htm](http://www.hse.gov.uk/work-equipment-machinery/maintenance.htm)
59. Health and Safety Executive (n.d.c) 'Plant Modification/ Change Procedures'. HSE. Available at: [www.hse.gov.uk/comah/sragtech/techmeasplantmod.htm](http://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/techmeasplantmod.htm)
60. Health and Safety Executive (1985) 'The Cleaning and Gas Freeing of Tanks Containing Flammable Residues'. Guidance Note CS 15. London: HSE. ISBN 978- 0- 7176- 1365.
61. Health and Safety Executive (2005) Guidance on Permit- to- work Systems. A Guide for the Petroleum, Chemical and Allied Industries (HSG250). London: HSE. ISBN 978- 0- 7176- 2943- 5.
62. Health and Safety Executive Offshore Safety Inspectors (2006) Improving Communication at Shift Handover. London: HSE Books. available at: [www.hse.gov.uk/humanfactors/topics/shifthandover.pdf](http://www.hse.gov.uk/humanfactors/topics/shifthandover.pdf)
63. Health and Safety Executive (2009) Safety and Environmental Standards for Fuel Storage Sites. Process Safety Leadership Group Final Report. London: HSE Books. ISBN 978- 0- 7176- 6386- 6. Available at: [www.hse.gov.uk/comah/buncefield/fuel-storage-sites.pdf](http://www.hse.gov.uk/comah/buncefield/fuel-storage-sites.pdf)
64. Health and Safety Executive (2011) Managing Contractors. A Guide for Employers (HSG159). 2nd edn. London: HSE Books. ISBN 978- 0- 7176- 6436- 8. Available at: [www.hse.gov.uk/pubns/books/hsg159.html](http://www.hse.gov.uk/pubns/books/hsg159.html)
65. Health and Safety Executive Hazardous Installations Directorate, Offshore Division (2007) Key Programme 3 Report: Asset Integrity Programme. Available at: [www.hse.gov.uk/offshore/kp3.pdf](http://www.hse.gov.uk/offshore/kp3.pdf).
66. Henderson, K. W. and Brazier, A. (2002) Human Factors Aspects of Remote Operation in Process Plants (CRR 432). London: HSE Books. ISBN- 7176- 2355- 6.
67. Institution of Chemical Engineers (2006) Safe Ups and Downs for Process Units. 2nd revised edn. London: IChemE. ISBN 978- 0- 8529- 5502- 4.

68. Kletz, T. A. (1998) What Went Wrong? Case Histories of Process Plant Disasters. Oxford: Gulf. ISBN 0- 88415- 920- 5.
69. Kletz, T. A. (2003) Still Going Wrong: Case Histories of Process Plant Disasters and How They Could Have Been Avoided. Oxford: Gulf. ISBN 0- 75067- 709- 0.