

ZAŠTITA OD POŽARA I KONCEPT SPAŠAVANJA OZLIJEĐENE OSOBE IZ JEDNE KOLONE U RAFINERIJ NAFTE

Oršulić, Ivo

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:636079>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-08**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

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



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu
Odjel sigurnosti i zaštite
Stručni diplomski studij Sigurnost i zaštita

Ivo Oršulić

**ZAŠTITA OD POŽARA I KONCEPT
SPAŠAVANJA OZLIJEĐENE OSOBE IZ
JEDNE KOLONE U RAFINERIJU NAFTE
OMV SCHWECHAT**

DIPLOMSKI RAD

Karlovac, 2024.

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

Ivo Oršulić

**FIRE PROTECTION AND THE CONCEPT OF
RESCUEING AN INJURED PERSON FROM
ONE COLUMN IN AN OIL REFINERY OMV
SCHWECHAT**

FINAL PAPER

Karlovac, 2024.

Veleučilište u Karlovcu
Odjel sigurnosti i zaštite
Stručni diplomski studij Sigurnost i zaštita

Ivo Oršulić

**ZAŠTITA OD POŽARA I KONCEPT
SPAŠAVANJA OZLIJEĐENE OSOBE IZ
JEDNE KOLONE U RAFINERIJU NAFTE
OMV SCHWECHAT**

DIPLOMSKI RAD

Mentor:
dr. sc. Zvonimir Matusinović

Karlovac, 2024.



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Trg J.J.Strossmayera 9
HR-47000, Karlovac, Croatia
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni / specijalistički studij: **Specijalistički diplomski stručni studij sigurnost i zaštita**
(označiti)

Usmjerenje: **Zaštita od požara**

Karlovac, 27.10.2024

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Ivo Oršulić

Matični broj: 0420410012

Naslov: **Zaštita od požara i koncept spašavanja ozlijeđene osobe iz jedne kolone u rafineriji nafte OMV Schwechat**

Opis zadatka:

1. Uvod
2. Požari
3. Vrste požara
4. Zaštita od požara
5. Zaštita od požara u rafineriji nafte
6. Održavanje rafinerijskih postrojenja
7. Spašavanje osobe iz jedne destilacijske kolone D007 na primjeru iz prakse
8. Zaključak
9. Literatura

Zadatak zadan:
07 / 2024

Rok predaje rada:
12.2024

Predviđeni datum obrane:
12.2024

Mentor:
dr. sc. Zvonimir Matusinović, prof

Predsjednik ispitnog povjerenstva:
Lidija Jakšić, mag. ing. cheming., pred.

PREDGOVOR

Ovaj rad je izrađen na temelju višegodišnjeg iskustva rada u različitim rafinerijama nafte u Njemačkoj i Austriji, te sam sa njime htio pokazati kako izgleda posao stručne osobe zadužene za zaštitu na radu u jednoj rafineriji nafte. Mi smo sa znanjem koje smo stekli tijekom višegodišnjeg školovanja na Veleučilištu u Karlovcu te uz neophodno iskustvo iz prakse u inozemstvu jako cijenjeni i traženi kao stručnjaci u tom području.

Ovom prilikom bih se zahvalio svim profesorima Veleučilišta u Karlovcu koji su svojim prenesenim znanjem i iskustvom doprinijeli da svoj sadašnji posao obavljam na jednom visokom nivou. Zahvaljujem se i mom mentoru dr. sc. Zvonimir Matusinović, prof. struč. stud. na pruženom strpljenju i stručnoj podršci tijekom izrade ovog rada.

Na kraju, najviše želim zahvaliti svojoj obitelji i svojoj supruzi koja me je pratila i bila mi najveća podrška tijekom svih ovih godina studiranja.

SAŽETAK

Požari u rafinerijama nafte su teške i opasne situacije pa se čini sve da bi se izbjegao njihov mogući nastanak. Cilj ovog rada je pokazati koje sve procedure postoje prilikom rada sa zapaljivim stvarima u djelokrugu rafinerije nafte te kako je predviđeno gašenje pojedinih proizvodnih dijelova s ciljem maksimalnog smanjenja moguće štete. U radu će biti prikazan koncept spašavanja ozlijeđene osobe iz jedne teške situacije kao što je rad u jednoj koloni.

Ključne riječi: vrući poslovi, rafinerija nafte, sustavi za gašenje požara, spašavanje ozlijeđenih osoba, kolona

SUMMARY

Fires in oil refineries are a very difficult and dangerous situations so everything is done to avoid the possible occurrence of the same. The aim of this paper is to show what procedures exist when working with flammable things in the scope of the oil refinery and how it is planned to shut down individual production parts with the aim of minimizing possible damage as much as possible. In this paper the concept for rescuing an injured person from a difficult situation such as working in a column will be presented.

Keywords: hot work, oil refinery, fire extinguishing systems, rescuing injured persons, column

SADRŽAJ

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA	I
PREDGOVOR	II
SAŽETAK	III
SADRŽAJ	IV
1. UVOD	1
1.1. Predmet i cilj rada.....	1
1.2. Izvor podataka i metoda prikupljanja.....	1
2. POŽARI	1
2.1 Goriva tvar.....	3
2.2 Kisik.....	4
2.3 Omjer zapaljivih sredstava.....	4
2.4 Energija zapaljenja.....	5
2.5 Nastanak požara.....	5
2.6 Utjecaj požara na gorive tvari.....	6
3. VRSTE POŽARA	7
3.1 Požari u kućanstvu.....	8
3.2 Požari koji se ne gase vodom.....	8
3.2.1 Požari uzrokovani tekućinama koje se ne miješaju s vodom.....	8
3.2.2 Požari na električnim instalacijama.....	8
3.2.3 Požari koji uključuju lake metale kao što su aluminij i magnezij.....	8
4. ZAŠTITA OD POŽARA	9
4.1 Preventivna zaštita od požara.....	9
4.1.1 Konstrukcijska protupožarna zaštita.....	10
4.1.2 Tehnička protupožarna zaštita postrojenja.....	10
4.1.3 Organizacijska protupožarna zaštita.....	11
4.2. Obrambena protupožarna zaštita.....	11
5. ZAŠTITA OD POŽARA U RAFINERIJI NAFTE	12
5.1 Rafinerija nafte.....	12
5.2 Utjecaj rada rafinerije na okoliš	12
5.3 Požari u rafinerijama nafte.....	13
5.4 Osobna zaštitna oprema (PSA) potrebna za boravak i rad u postrojenju za preradu nafte.....	14
5.4.1 Podjela osobne zaštitne opreme.....	14

5.5 Opasnosti od požara i eksplozije u rafineriji nafte.....	17
5.5.1 Opasnosti od procesa rada koji stvaraju iskru.....	17
5.5.2 Opasnosti prilikom varenja na spremnicima zapaljive tekućine.....	18
5.5.3 Opasnosti za zdravlje ljudi.....	19
5.5.4 Opasnosti od utjecaja topline na mjesto skladištenja zapaljivih tekućina.....	19
5.6 Uredba o zapaljivom tekućinama.....	20
5.6.1 Zapaljive tekućine grupe A.....	20
5.6.2 Zapaljive tekućine grupe B.....	21
5.6.3 Posebno opasne zapaljive tekućine.....	21
5.6.4 Transportna oznaka za autocisterne, kontejnere cisterne i brodski kontejner.....	21
5.6.5 Označavanje za korisnike – Globalno harmonizirani sustav (GHS).....	22
5.6.6 Skladištenje zapaljivih tekućina.....	24
5.6.7 Označavanje skladišta.....	24
5.7 Proizvodni procesi u rafineriji nafte.....	25
6. ODRŽAVANJE RAFINERIJSKIH POSTROJENJA.....	29
6.1 Radne dozvole.....	30
7. SPAŠAVANJE OSOBE IZ JEDNE DESTILACIJSKE KOLONE D007 NA PRIMJERU IZ PRAKSE.....	32
7.1 Prijava kvara.	32
7.2 Izgled kolone.....	32
7.3 Priprema poslova koji obavlja osoba zadužena za zaštitu na radu.....	33
7.3.1 Procjena rizika za radove u koloni D007.....	33
7.3.2 Koncept spašavanja osobe iz kolone D007.....	42
7.3.2.1 Koncept alarmiranja - Projekt“ Saniranje kolone D007“.....	42
7.3.2.2 Čuvar ulaza „Mannlochwache“.....	44
7.3.2.3 Plan spašavanja - Projekt“ Saniranje kolone D007“.....	45
7.4 Dozvola za ulazak u kolonu D007.....	48
7.5 Plan gašenja požara zapaljivih tekućina kod jedne kolone.....	50
8. ZAKLJUČAK.....	52
9. LITERATURA.....	53
10. PRILOZI.....	54

1. UVOD

Naftna industrija u svakoj državi od nacionalnog interesa te se njeni proizvodi koriste u raznim granama industrije. U rafinerijskim postrojenjima se iz sirove nafte proizvode razna motorna ulja, tekući plin, razna pogonska goriva, maziva, kerozin, etilen, propilen, neke vrste plastike itd. Prilikom rada u rafineriji se jako velika važnost pridodaje zaštiti na radu i zaštiti od požara. Iako postoje razne procedure kako da se zaštite ljudi i imovina, nesreće se nažalost ipak događaju. Te greške su najčešće ljudske pogreške ili greške zbog neispravnosti ili zamora materijala. U takvim situacijama najčešće dolazi do ozljeda na radu s mogućim smrtnim posljedicama, prekida proizvodnje što posljedično ima velike financijske gubitke. Svako nekontrolirano curenje naftnih preradevina ima veliki utjecaj na okoliš, što u današnje vrijeme sve strožih pravila zaštite okoliša ima jako štetan negativan utjecaj na pojedinu rafineriju nafte.

1.1. Predmet i cilj rada

Cilj rada je prikazati razne procedure koje se provode prilikom prerade sirove nafte i prilikom poslova održavanja proizvodnih pogona kako bi se spriječile razne havarije, požari te pogibija ljudi. Veliku pozornost sam pridodao konceptu spašavanja ozlijeđene osobe iz jedne kolone.

1.2. Izvor podataka i metoda prikupljanja

Prilikom izrade rada sam najviše koristio osobno iskustvo i iskustvo raznih radnih kolega koji su mi nesebično prenosili svoje znanje i iskustvo. Osim toga sam se jako oslanjao na dokumentaciju i materijale iz djelokruga rafinerije gdje sam dugi niz godina zaposlen kao stručna osoba za zaštitu na radu. Nažalost zbog zaštite podataka su neki dijelovi slika zamučeni, ali sam prilikom opisa slika pokušao dočarati o čemu se radi.

2. POŽARI

Sa znanstvenog gledišta, požar je proces izgaranja ili kemijska reakcija između goriva (npr. ugljena, sirove nafte ili prirodnog plina) i oksidacijskog sredstva (npr. kisika) u kojem se emisija svjetlosti (žar, plamen) postaje vidljiva kao nuspojava. Kod izgaranja će se sačuvana energija gorive tvari neovisno o agregatnom stanju prikazati u obliku topline.

Osnovni preduvjet za nastanak požara je prisutnost goriva, oksidansa i energije paljenja, pri čemu samo točan omjer te vremenska i prostorna podudarnost tih komponenta, svaka bezopasna sama po sebi, rezultira požarom.

Shematski je taj odnos prikazan u takozvanom trokutu izgaranja (Slika 1) ili u proširenom (trodimenzionalnom) obliku u Emmonsova tetraedra.



Slika 1. Trokut izgaranja [1]

I danas su ljudski život i tehnički napredak nezamislivi bez procesa izgaranja. No, budući da znamo kakve razorne posljedice požari mogu imati, potrebno je spriječiti požare. Da bi se to dogodilo, mora nedostajati barem jedan uvjet za nastanak požara.

2.1 Goriva tvar

Pod gorive tvari se podrazumijevaju tvari koje su u stanju reagirati s kisikom i kod ove reakcije oslobađaju puno topline.

Gorive tvari mogu biti u plinovitom stanju (plin propan/butan), tekućem stanju i u čvrstom stanju. Kada se govori o gorivom stanju, jako je važno znati u kojem agregatnom stanju (čvrste, plinovite, tekuće) se pojedine tvari nalaze i o ovom stanju ovisi kako će se vršiti postupak i koje će se sredstvo gašenje ovakvoga požara koristiti. Kod zapaljivih tekućina uvijek gore zapaljive pare iznad tekućine. Tekućine kod svake temperature isparavaju, gdje vanjska temperatura ima veliki utjecaj na to koliko brzo će neka tekućina ispariti.[2]

Europskom normom DIN EN 2 je propisano koja vrsta požara se gasi sa kojim sredstvom gašenje, ovo je naročito važno kako bi se izbjeglo svako daljnje izlaganje opasnosti osoba koje gase požare.






Požar klase A: čvrsti materijali kao što su drvo, papir, plastika

Požar klase B: zapaljive masti ili gasove poput naftne masti, alkohola, boje, propana ili benzina

Požar klase C: požari zapaljivih plinova (metan, propan, butan, acetilen...)

Požar klase D: zapaljivi metali kao što su aluminijum, titanijum, magnezijum, litijum, natrium

Požar klase F: požari kuhinjskih masti i ulja (požari biljnih i životinjskih ulja i masnoća)

Brandklassen:						
Geeignete Löschmittel:						
Pulverlöscher (mit Glutbrandpulver)	PG	✓	✓	✓	✗	✗
Pulverlöscher (mit Metallbrandpulver)	PM	✗	✗	✗	✓	✗
Pulverlöscher (mit Spezialpulver)	P	✗	✓	✓	✗	✗
Kohlendioxid- Löscher (CO2)	K	✗	✓	✗	✗	✗
Wasserlöscher	W	✓	✗	✗	✗	✗
Schaumlöscher	S	✓	✓	✗	✗	✗
Fettbrandlöscher	S	✗	✗	✗	✗	✓

Slika 2. Prikaz klasa požara i sredstava za gašenje [2]

2.2 Kisik

Već smo rekli da je za gorenje bilo koje tvari neophodan kisik. Kisik kao plin je bezbojan, nema mirisa i samostalno nije zapaljiv. Čisti kisik je jako opasan jer jako ubrzava reakcije zapaljenja. U našoj okolini kisik dolazi kao mješavina različitih plinova (zrak sadrži oko 21% kisika).

Ako je premalo kisika u zraku onda će se brzina razvoja požara jako smanjiti što će dovesti do spontanog gašenja istoga. Ovo saznanje se jako iskorištava primjerice prilikom gašenja požara s CO₂ aparatom gdje se kisik kratkotrajno istiskuje i s time se zaustavlja postupak gorenja.

Ako je previše kisika ili odjednom dojde do naglog povećanja količine istoga, recimo kod požara u kući gdje se odjednom otvore vrata, u ovakvim situacijama dolazi do naglog razbuktavanja požara. [2]

2.3 Omjer zapaljivih sredstava

Osim što proces izgaranja zahtijeva određenu minimalnu koncentraciju kisika, koncentracija kisika i gorive tvari moraju biti u ispravnom međusobnom omjeru kako bi nastao proces izgaranja.

U slučaju da neke tvari ima premalo tj. ako se nalazi ispod donje granice eksplozije (LEL), onda je ta smjesa takva da ne može doći do procesa zapaljenja.

S druge strana ako neka smjesa ima više zapaljive tvari nego kisika tj. ako se nalazi iznad gornje granice eksplozivnosti (GGE), onda je ta smjesa prebogata i također ne može doći do reakcija zapaljenja, granice eksplozije razlikuju se od tvari do tvari i obično se odnose na eksplozivnu atmosferu u zraku. [2]

Tablica 1. Primjeri ograničenja eksplozije [2]

Benzin	0,4 Vol%	8,0 Vol%
Kohlenmonoxid	12,5 Vol%	74,0 Vol%
Acetylen	1,5 Vol%	82,0 Vol%

Prilikom gašenja požara se uvijek pokušava doći ispod donje granice eksplozivnosti (LEL).

2.4 Energija zapaljenja

Kada je riječ o reakciji izgaranja, uvijek je potrebna neka energija paljenja. Jednom kada je reakcija izgaranja pokrenuta, oslobađa se energija i stvaraju se daljnje reakcije izgaranja koje se odvijaju samostalno. Ako se želi ovu reakciju izgaranja zaustaviti, energija paljenja se mora neutralizirati. Najpoznatiji efekt ovakvog zaustavljanja reakcije izgaranja je gašenje požara vodom, pri čemu se temperatura paljenja smanjuje te nemože doći do zapaljenja.

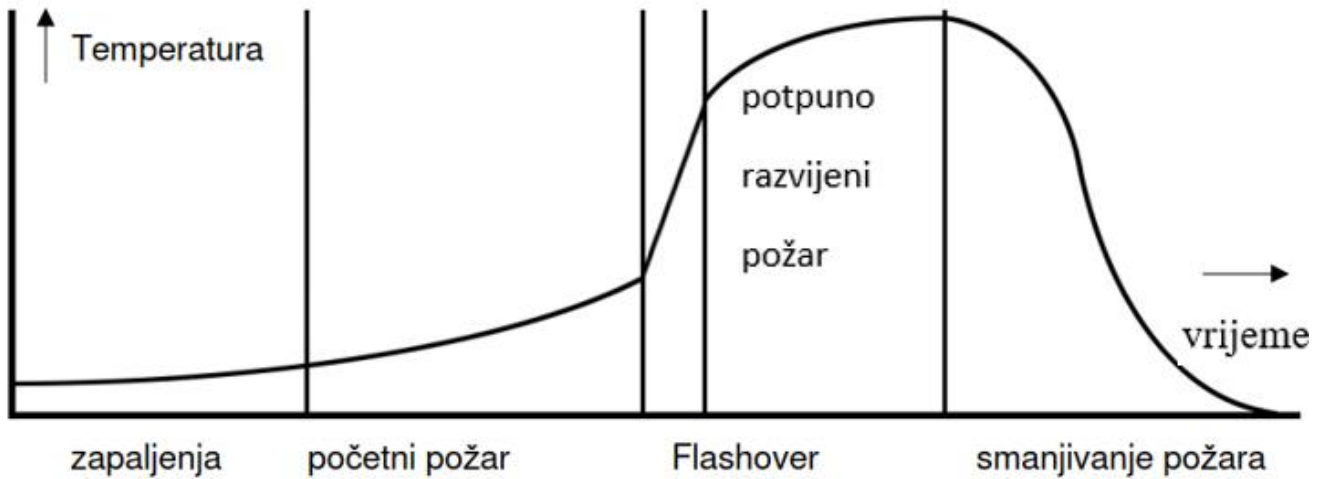
U slučaju zapaljivih tekućina, one isparavaju u različitim stupnjevima na sobnoj temperaturi.

Benzin, primjerice, vrlo dobro isparava i uvijek će razviti dovoljno para da se zapali na svim temperaturama. Dizel, s druge strane, puno slabije isparava i razvija dovoljno pare za paljenje samo između 50°C i 60°C.[2]

Zbog toga se razlikuju zapaljive tekućine (dovoljno para za paljenje samo iznad sobne temperature) i lako zapaljive tekućine (dovoljno para za paljenje i na sobnoj temperaturi ili čak ispod nje). [2]

2.5 Nastanak požara

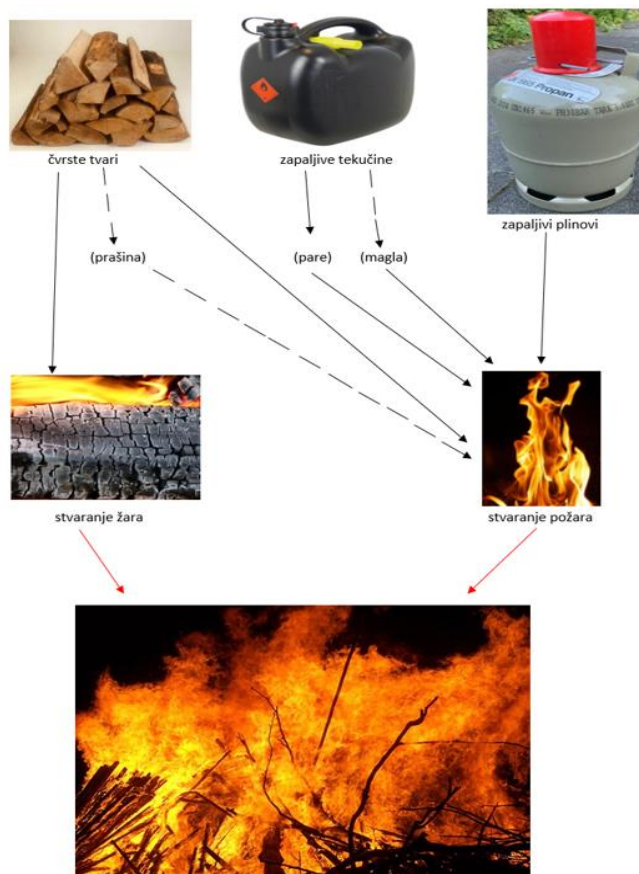
Prva faza požara uključuje paljenje zapaljivih materijala. Nakon toga slijedi faza razvoja požara, u kojoj se razvija lokalni požar, ovisno o postojećim gorivima kao što su namještaj ili pokućstvo, u smislu širenja plamena i razvoja topline. Kako se toplina razvija iz izvora vatre, druga goriva u prostoriji se zagrijavaju do te mjere da počinju ispuštati plin. Prijelaz iz faze razvoja požara (početak požara) u puni požar je ono što je poznato kao Flashover, također poznat kao paljenje ili požarni skok, u kojem se ispušteni plinovi iznenada zapale u cijeloj prostoriji i zapale postojeća goriva. To je popraćeno naglim porastom temperature, za nekoliko stotina Celzijevih stupnjeva. Od ove točke nadalje vatra se smatra potpuno razvijenom. Temperatura i dalje raste, ovisno o zapaljivim tvarima prisutnim u okolišu, do 1000 °C. Nakon što je gorivo uvelike potrošeno, vatra počinje jenjavati dok se konačno ne ugasi i konačno nastupi faza hlađenja. Na sljedećoj slici (Slika 3) shematski je prikazan tijek požara s opisanim fazama.



Slika 3. Nastanak požara [3]

2.6 Utjecaj požara na gorive tvari

Požar ima različit utjecaj na gorive tvari (krute tvari, tekućine i plinove). Krute tvari gore uz stvaranje žara te se u daljnjem procesu razvija požar. Prašina - kao najfiniji oblik čvrste tvari, te tekućine, pare i plinovi gore uz stvaranje plamena gdje se u daljnjem procesu razvija požar.[4]



Slika 4. Ponašanje požara [4]

3. VRSTE POŽARA

3.1 Požari u kućanstvu

U kućanstvu se svakodnevno koriste razne vrste zapaljivih stvari koji mogu biti potencijalna požarna opasnost (razna ulja, masti za kuhanje). Do ovakvih požara najčešće dolazi zbog pregrijanog ulja ili pregrijane masti u tavi, te nepažnje prilikom rukovanja priborom za kuhanje. Drugi česti uzroci požara su priprema hrane na drvenoj peći ili plinskom štednjaku, grijanje na drve te sve druge upotrebe otvorenog plamena, loše elektroinstalacije te neispravni ili neodržavani dimnjaci.

Pravila zaštite od požara u kućanstvu:

- ne donosite zapaljive materijale blizu vrućih predmeta!
- nikada ne sipajte vrući pepeo u zapaljive posude!
- koristite samo funkcionalne električne grijalice i uvijek ih nadzirite!
- nikada ne ostavljajte otvoreni plamen (svijeće) upaljen u prostoriji bez nadzora!
- nikada nemojte pregrijavati masnoće i ulja prilikom prženja!
- ako osjetite plin, izbjegavajte plamen ili iskre!
- prilikom skladištenja zapaljivih tekućina pridržavajte se priloženih uputa za skladištenje!
- nikada ne ulijevajte vodu u vruće ulje. Ulijevanjem vode u posudu u kojoj se nalazi prethodno ugrijano ulje, doći će do rasprskavanja goruće masti ili ulja te do proširenja požara.

Nakon što se vatra zapali, često se gasi vodom. Voda prekida dovod zraka i snižava prevladavajuću temperaturu ispod temperature paljenja zapaljive tvari.

Ako nemate vode pri ruci, možete se poslužiti i dekom kao pomoć pri manjim požarima. Prekrivanje izvora vatre prekida dovod zraka. Bez dovoljnog dovoda zraka, vatra će se ugasiti.

Za gašenje požara potrebne su sljedeće mjere:

- uklanjanje zapaljivog materijala ili
- zaustavljanje dovoda zraka ili
- snižavanje temperature ispod temperature paljenja tvari. [5]

3.2 Požari koji se ne gase vodom:

- požari uzrokovani tekućinama koje se ne miješaju s vodom i koje su lakše od vode, npr. B.

- benzin, nafta, dizel, ulja,
- požari na električnim kablovima,
- požari koji uključuju lake metale kao što su aluminij i magnezij. [5]

3.2.1 Požari uzrokovani tekućinama koje se ne miješaju s vodom

Tekućine koje su lakše od vode (benzin, nafta, dizel, ulja) plutaju po vodi te se na taj način šire po površini. Prilikom gašenja vodom bi se te zapaljive tekućine dovelo u još bolji kontakt sa kisikom u zraku što bi dovelo do jačanje plamena te posljedično do jačanja požara. Za suzbijanje ovih požara potrebno je koristiti aparat za gašenje pjenom ili suhi aparat za gašenje požara kako bi se zaustavio dovod zraka. Aparatom za gašenje pjenom se sredstvo za gašenje zapjeni i zatvori izvor požara. Aparati sa suhim prahom za gašenje požara sadrže Natrijev bikarbonat industrijske kvalitete kao sredstvo za gašenje požara koji ispušta nezapaljivi plin (ugljični dioksid) koji će ugušiti plamen.

Požari benzina, nafte i dizela su požari klase B, dok su požari ulja i masti požari klase F. [5]

3.2.2 Požari na električnim instalacijama

Najčešći uzroci ovih požara su dotrajale ili neispravne električne instalacije, neispravno uzemljenje istih te preopterećenje starih električnih instalacija. Kod požara na električnim instalacijama prvo se mora isključiti električni sustav pa nakon toga početi sa gašenjem požara. Po europskoj EN2 ranije je postojala i klasa požara E koja je vrijedila za požare u električnim instalacijama slabe struje do 1000 volti. Ova klasa je odbačena te se za gašenje ovakvih požara mogu koristiti svi vatrogasni aparati, tj. u praksi se najčešće koriste CO2 aparati. [5]

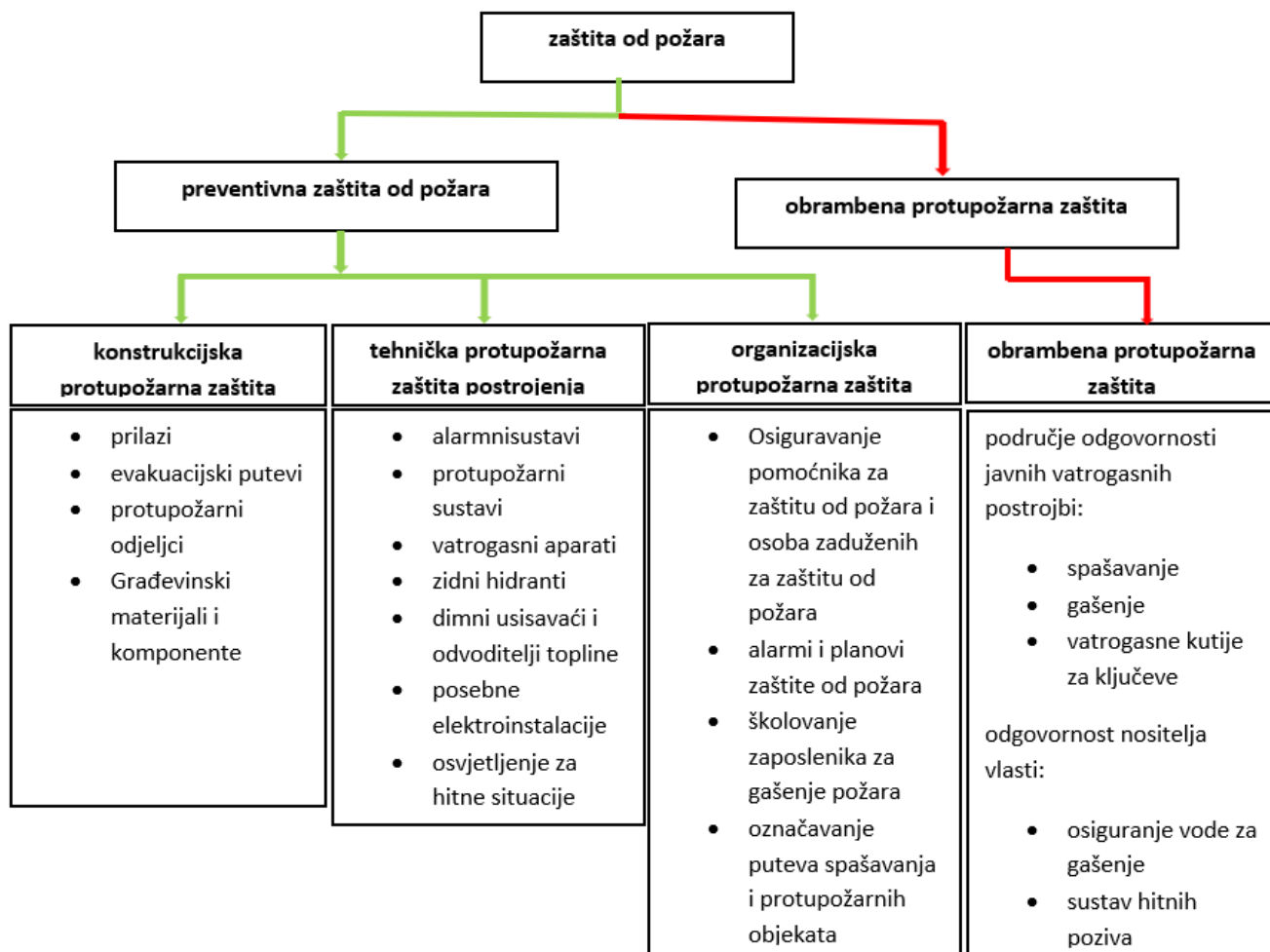
3.2.3 Požari koji uključuju lake metale kao što su aluminij i magnezij

Požari koji uključuju lake metale (aluminij, magnezij, njihove legure i drugo) su požari klase D . To su požari koji se teško gase i za njihovo gašenje nisu dovoljni obični vatrogasni aparati već se koriste posebni aparati sa specijalnim prahom ili suhi kvarcni pijesak. Za njihovo gašenje se nikada ne smije koristiti voda. Ako gorući metali dođu u dodir s vodom, može doći do eksplozije zbog stvaranja vodika kada magnezij reagira s vodom. [5]

4. ZAŠTITA OD POŽARA

Zaštita od požara odnosi se na sve mjere kojima se sprječava nastanak i širenje požara i dima (preventivna zaštita od požara ili protupožarna zaštita) te omogućuju spašavanje ljudi i životinja kao i djelotvorno gašenje u slučaju požara (obrambena protupožarna zaštita). [6]

Svrha zaštite od požara je zaštita ljudi, imovine i okoliša od štetnih učinaka požara. To uključuje sprečavanje izbijanja požara, ograničavanje širenja požara te osiguravanje sigurnog evakuacijskog puta za osobe u slučaju požara.



Slika 5. Shematski prikaz podjele zaštite od požara [6]

4.1 Preventivna zaštita od požara

Preventivna zaštita od požara označava općenito sve mjere koje se poduzimaju kako bi se organizacijskim, tehničkim i građevinskim mjerama spriječilo nastanak, širenje i ograničilo djelovanje požara.

Dijeli se na: - konstrukcijsku protupožarnu zaštitu
- tehnička protupožarna zaštita

- organizacijska protupožarna zaštita

U smislu građevinskih propisa, preventivna zaštita od požara služi zaštiti života i tijela, okoliša i javne sigurnosti te je preduvjet za učinkovito gašenje požara te su kao takvi izdani minimalni uvjeti koji se moraju ispuniti. Zu građevinske propise važni su i propisi koji se temelje na privatnim ugovorima, te su često odlučujući čimbenik koji se kao zahtjevi postavljaju kod dizajniranja objekata i njenih tehničkih sustava .

Velik broj zakonskih propisa bavi se reguliranjem opsega preventivne zaštite od požara. Na primjer, u zakonima o vatrogastvu i građevinskim propisima država, koji su pak potkrijepljeni propisima, smjericama, dekretima, tehničkim propisima i standardima, preporukama za djelovanje i listovima s tehničkim informacijama. [6]

4.1.1 Konstrukcijska protupožarna zaštita

Konstrukcijska zaštita od požara ne počinje useljenjem u zgradu, već mnogo ranije, točnije u fazi planiranja i izgradnje. Aspekti zaštite od požara potrebni za specifičnu namjenu moraju se uzeti u obzir tijekom faze planiranja. Zaštita konstrukcija od požara obuhvaća sve mjere koje su prikladne za suzbijanje razvoja ili širenja požara građevinskim mjerama. To uključuje korištenje odgovarajućih komponenti i njihovu odgovarajuću ugradnju kao i izradu individualnog koncepta zaštite od požara uzimajući u obzir ciljeve zaštite i namjenu građevine. [6]

Konstrukcijske mjere zaštite od požara vrlo su raznolike i uključuju npr. korišteni građevinski materijal i komponente, planiranje protupožarnog odjeljka i planiranje izlaza u slučaju opasnosti u zgradama. [6]

4.1.2 Tehnička protupožarna zaštita postrojenja

Tehničku protupožarnu zaštitu karakterizira širok raspon različitih mjera, a svima je zajedničko da su stacionarne. To uključuje sve tehničke sustave i opremu koji se koriste za otkrivanje požara ili dima, kao i sustave za alarmiranje i gašenje. Ovo također uključuje sustave koji podržavaju evakuaciju (npr. sigurnosna i hitna rasvjeta) i razne vatrodojavne sustave.

Vatrodojavni sustavi ugrađuju se kako bi pouzdano dojavili opasnosti za ljude i druge sustave. Oni bi trebali otkriti i prijaviti vatrogascima požare u ranoj fazi tj vatrogascima i/ili vatrodojavnoj centrali poslati signal u obliku alarma. Pokraj automatskog otkrivanja požara, može se alarm jednako učinkovito s pomoću ručnih javljača požara preko vatrodojavne stanice poslati vatrogascima i signalizirati neki požar ili neku opasnost.

Čim neki vatrodojavni sustav detektira razvoj dima ili neki otvoreni požar, vatrodojavna centrala aktivira alarm. Ovakve centrale daju u startu jako važne informacije o požaru kao što su mjesto požara, mjesto alarmnog javljača. Jako često se vatrodojavne tehnologije koriste za upravljanje i nadzor više raznih funkcija protupožarnih sustava, ove funkcije mogu biti npr. zatvaranje protupožarnih barijera, otvaranje, zatvaranje, odimljavanje i prozračivanje protupožarnih barijera i protupožarnih odsjeka. [6]

4.1.3 Organizacijska protupožarna zaštita

U organizacijsku protupožarnu zaštitu spadaju sve organizacijske mjere kao što su imenovanje glavne odgovorne osobe i daljnjih pomoćnih osoba koje su zadužene za provođenje i kontroliranje mjera zaštite od požara. Uz to tu spadaju i daljnje organizacijske mjere kao što su izrada protupožarnih planova, izrada planova alarmiranja i evakuacije. Između ostalog i obuka za postupanje sa zapaljivim tvarima ili izvorima paljenja te ponašanje nakon izbijanja požara također su dio organizacijske zaštite od požara.

4.2. Obrambena protupožarna zaštita

Obrambena protupožarna zaštita primarno je, ali ne isključivo, zadaća vatrogasne postrojbe i općina te je pandan preventivnoj protupožarnoj zaštiti. Obrambena protupožarna zaštita odnosi se i na sve zadaće vatrogasne postrojbe u slučaju požara kako bi se požar ugasio i šteta svela na najmanju moguću mjeru. [6]

5. ZAŠTITA OD POŽARA U RAFINERIJI NAFTE

5.1 Rafinerija nafte

Rafinerije nafte su jedan složeni industrijski kompleks bez koje bi opskrba energijom i raznim drugim proizvodima bila nemoguća. Sirova nafta je jedna od najvažnijih ako ne najvažnija energetska sirovina u svijetu. Iz nje se raznim procesima proizvode između ostalog benzin, diesel, bitumen i mnogi drugi važni proizvodi.

Kako bi se ta nafta obradila i iz nje napravili daljnji proizvodi, ona se prerađuje u rafinerijama nafte. U ovim industrijskim postrojenjima se sirova nafta obrađuje i razdvaja pomoću različitih procesa na različite komponente. Jedan od ovih procesa je i proces destilacije gdje se sirova nafta dijeli na različite komponente kao što su benzin, diesel, plin, bitumen i različita ulja. Nakon procesa destilacije su ove komponente podvrgnuti daljnjoj obradi i procesima čišćenja kako bi se dobilo što čišći oblik proizvoda. Jedan od primjera dodavanje raznih aditiva i uklanjanje sumpora i drugih nečistoća za poboljšavanje raznih svojstava proizvoda kao što su maziva i oktanski broj kod pogonskih goriva.

Sastav sirove nafte je jedan jako važan čimbenik kod proizvodnje krajnjih proizvoda i on uglavnom ovisi o krajnjim potrebama i navikama potrošača. [7]

5.2 Utjecaj rada rafinerije na okoliš

Obrada sirove nafte i proizvodnja krajnjih proizvoda iziskuje puno jako puno energije, a pritom se oslobađaju otrovni i po okoliš štetni plinovi kao što su sumporov dioksid, dušik, ugljik monoksid i drugi razni otrovni plinovi. Zbog razvoja svijesti o zaštiti okoliša i spoznaje različitih čimbenika utjecaja rada rafinerije na okoliš, moraju se iste pridržavati strogih ekoloških propisa i poduzeti sve mjere modernizacije pogona i modernizacije prerade kako bi se ovaj štetni utjecaj na okoliš maksimalno smanjio.

Prilikom prerade nafte se koriste različiti procesi kao što su proces destilacije, krekiranje, hidrogenacija i drugi štetni procesi koji su čvrsto vezani uz zagađenje okoliša. Jedan od načina smanjenja utjecaja na okoliš je korištenje organskih sirovina umjesto fosilnih goriva. Primjer za to je proizvodnja bioetanola koji se dobiva iz biljnih sirovina. Korištenje obnovljivih izvora

energije kao što su solarna energija i energija vjetra također može pomoći u smanjenju utjecaja na okoliš.

Osim toga, rafinerije koriste sustave recikliranja za hvatanje i recikliranje otpadnih proizvoda kao što su sumpor, ugljični dioksid i dušikovi oksidi. Filtri i sustavi za pročišćavanje ispušnih plinova također se koriste za smanjenje emisija štetnih tvari kao što su dušikovi oksidi i fina prašina.

Međutim, unatoč tim naporima, rafinerije su i dalje jedan od najvećih izvora emisije stakleničkih plinova u svijetu. Stoga je ključno da rafinerija nastavi raditi na poboljšanju i ozelenjavanju svojih procesa kako bi smanjila svoj utjecaj na okoliš. [7]

5.3 Požari u rafinerijama nafte

U području rafinerije najčešći oblik požara je požara klase B tj. požar zapaljivih tekućina. Zapaljive tekućine su tekućine čije pare sa zrakom tvore zapaljive smjese. Tekućine same po sebi ne gore!

Zapaljive tekućine koriste se kao goriva, otapala, kemijske sirovine i u mnogim drugim primjenama. Uz prirodno prisutne zapaljive tekućine (npr. nafta) postoji širok raspon biokemijski (npr. etanol) ili sintetski proizvedenih zapaljivih tekućina (ugljikov disulfid).

Izraz "zapaljive tekućine" obuhvaća veliki broj tvari čiji se fizikalni, kemijski i toksikološki podaci uvelike razlikuju i imaju značajan utjecaj na mjere koje poduzimaju vatrogasne službe i saznanja o stvarnim opasnostima tvari prilikom gašenja ovih vrsta požara. [8]

Tablica 2. Primjeri zapaljivih tekućina i točaka plamišta i zapaljenja [1]

zapaljive tekućine	točka plamišta	točka zapaljenja
ložulje	55	220
benzin	-20 do 55	240 do 280
benzen	-11	555
alkohol	12	425

5.4 Osobna zaštitna oprema (PSA) potrebna za boravak i rad u postrojenju za preradu nafte

Osobna zaštitna oprema su uređaji i sredstva koji su namijenjeni sprječavanju i smanjenju rizika za sigurnost i zdravlje osobe i koje osoba drži ili nosi na tijelu ili dijelovima tijela.

Osobna zaštitna oprema je svaka oprema koja je namijenjena za korištenje ili nošenje zaposlenika kako bi se zaštitili od opasnosti za svoju sigurnost i zdravlje. [19, 20]

Sva oprema koja se koristi mora ispunjavati zahtjeve uredbe o osobnoj zaštitnoj opremi. Na zaštitnoj opremi nisu dopuštene neovlaštene izmjene ili su izvršeni popravci (npr. lijepljenje ili zavrtnanje slomljeni dijelovi, popravak odjeće itd.). [20]

Kako bi pružila potpunu zaštitu, zaštitna odjeća mora biti:

- u pravoj veličini,
- kompletna i zatvorena,
- i ispravno nošene (npr. bez zavrtnanja rukava ili nogavica).

Sva radna oprema mora biti napravljena od teškozapaljivog materijala i mora moći izdržati prvi nalet vrućeg plamena te tako zaštititi osobu koje ju nosi.

5.4.1 Podjela osobne zaštitne opreme

- Zaštita za glavu
- Zaštita sluha
- Zaštita za oči i lice
- Zaštitne rukavice
- Zaštitne cipele
- Zaštitna odjeća
- Zaštita dišnih organa



Slika 6. Osobna zaštitna oprema [1]

Zaštita za glavu

Industrijske zaštitne kacige (EN 397) su općenito u svim područjima postrojenja, kanalima i gradilištima su obavezni dio zaštitne opreme. Zaštitna kaciga mora se nositi i na drugim mjestima gdje se mogu očekivati moguće ozljede glave, gdje postoji mogućnost pada predmeta sa visine ili pada nekih kapljica raznih kemikalija sa visine.

U svim prostorijama gdje se nalazi elektronička oprema i gdje postoji mogućnost ozljede glave, smije se nositi umjesto zaštitne kacige jedna industrijska zaštitna kapa koja ispunjava DIN EN 812 normu.

Zaštita sluha

Oprema za zaštitu sluha mora biti u skladu s EN 352. Mogu se koristiti sve odobrene vrste opreme za zaštitu sluha i ona je obavezna u svim prostorima označenim kao područja buke i tijekom bučnog rada (npr. rad s kutnom brusilicom, pneumatskim čekićem). Ljudi u neposrednoj blizini i osobe uključene u bučne poslove također moraju koristiti zaštitu za sluh.

Poslodavac je dužan osigurati zaštitu sluha ako su zaposlenici izloženi buci s procijenjenom razinom buke od 85 dB(A). Ako je razina buke iznad 90 dB(A), zaposlenici su obavezni koristiti zaštitu za sluh.

Zaštita za oči i lice

Zaštitne naočale i štitnici moraju ispunjavati DIN EN 166 normu i obavezni su općenito u svim područjima postrojenja, kanalima i gradilištima kao sastavni dio zaštitne opreme.

Osim toga, obavezno je nošenje zaštitnih naočala u cijelom krugu tvornice tijekom vježbanja i/ili nadzora rada koji uključuje mehaničke, optičke, kemijske procese i općenito svugdje gdje se mogu pojaviti neke toplinske opasnosti

Zaštitne rukavice

Kada se izvode neki radovi gdje postoje opasnosti od ozljeda ruku, moraju se koristiti prema vrsti posla i vrsti opasnosti odgovarajuće zaštitne rukavice. Ove rukavice, ovisnosti o vrsti posla, moraju zadovoljiti europske norme: EN 374, EN 388 i EN 420.

Zaštitne cipele

U načelu se u svim proizvodnim područjima i područjima gdje postoje neke vrste opasnosti koje mogu ugroziti područje stopala moraju nositi zaštitne cipele. Ove zaštitne cipele moraju biti najmanje visoke do visine gležnja, imati zaštitnu kapicu i odgovarati zahtjevima norme EN345 klase S3.

Zaštitna odjeća

Zaštitna radna odjeća mora biti izrađena od materijala koji usporava plamen EN ISO 11612 (stari EN 531) s antistatičkim svojstvima (EN 1149), gdje najgornji dio odjeće mora uvijek biti zatvoren. Jakna, košulja i kombinezon moraju biti zatvoreni do gumba ovratnika. Zaštitna odjeća mora u potpunosti pokrivati tijelo, ruke i noge. Zaštitna odjeća sastoji se od jednodijelnog ili dvodijelnog radnog odijela. Radna jakna smije se skinuti samo ako se nosi košulja koja ispunjava gore navedene zahtjeve.

Zaštita dišnih organa

U svim područjima gdje postoji opasnost od gušenja ili trovanja nekim plinom, moraju se obavezno koristiti zaštitna sredstva za zaštitu dišnih organa. Ta sredstva mogu biti na bazi izolacije i na bazi filtracije.

Sredstva na bazi filtracije u ovisnosti od vrste filtera, filtriraju okolni zrak te tako pročišćuju i zaustavljaju štetne tvari da ne uđu u dišne organe nosioca. Sredstva na bazi filtracije se smiju koristiti samo u atmosferi gdje postoji najmanje 17% kisika.

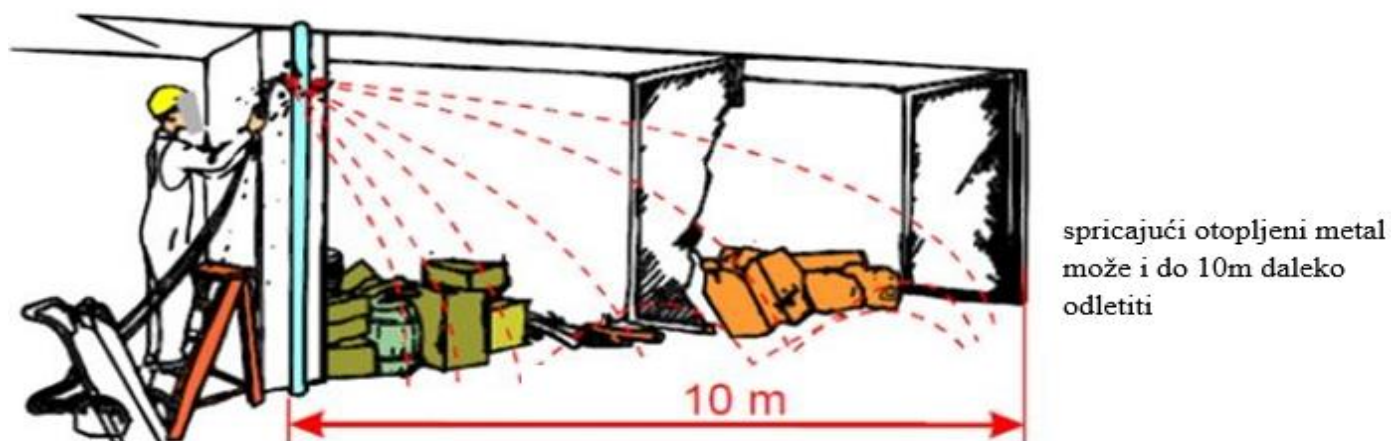
Sredstva na bazi izolacije se koriste u svim uvjetima gdje nema minimalno 17% kisika ili se ne može garantirati da će okolna atmosfera ostati prikladna za vrstu filtera koji se koristi.

5.5 Opasnosti od požara i eksplozije u rafineriji nafte

Pare zapaljivih tekućina stvaraju sa zrakom zapaljive smjese, teži su od zraka i šire se u blizini tla, u ovisnosti o smjeru vjetra i/ili nagiba terena. Posebno su ugrožene dublje prostorije, okna, kanali itd. Pare zapaljivih tekućina mogu i na većoj udaljenosti od mjesta curenja tekućine biti zapaljive, jedno povratno zapaljenje sve do izlazne točke je moguće. Čak i prazne, neočišćene posude mogu sadržavati zapaljive smjese pare i zraka koji pri paljenju dovode do eksplozije prostorije (pri čemu posuda puca). Za zapaljive tekućine tipičan je žuto-narančasti plamen i jak razvoj čađe u slučaju požara. Ipak neke tvari (kao što su alkoholi itd.) gore bez jakog razvoja čađe i sa slabo vidljivim plamenom. [8]

5.5.1 Opasnosti od procesa rada koji stvaraju iskru

Jedan od najvećih rizika i izvora opasnosti su opasnosti koje u svom radnom procesu stvaraju iskre i varnice. Ako je potrebna uporaba opreme koja može djelovati kao izvor paljenja, npr. zavarivanje, mora se osigurati da tijekom tog vremena ne može nastati eksplozivna atmosfera u opasnim količinama. Uvijek se mogu očekivati tinjajući ili tinjajući požari zbog prskanja vrućih iskri po okolnom području.



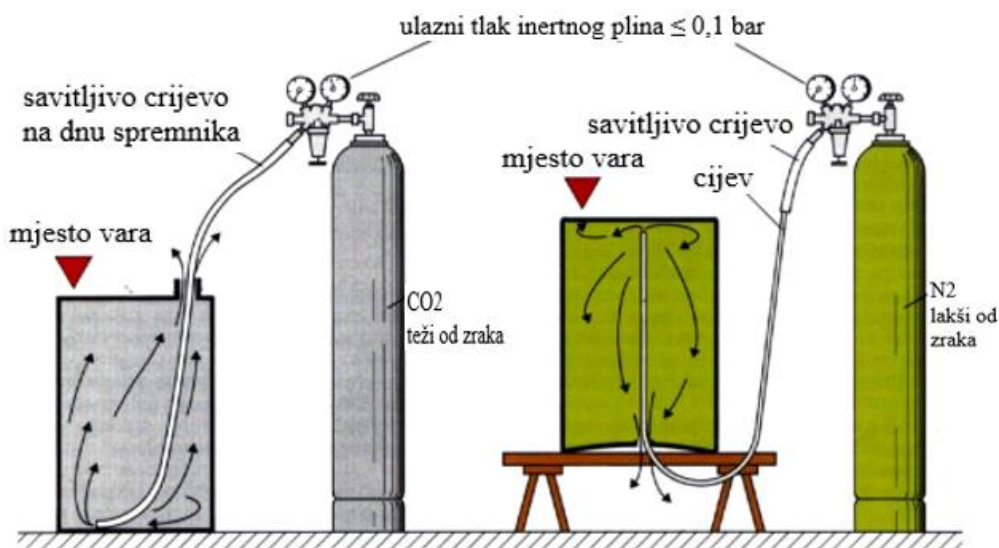
Slika 7. Prikaz leta otopljenog spricajućeg metala [1]

5.5.2 Opasnosti prilikom varenja na spremnicima zapaljive tekućine

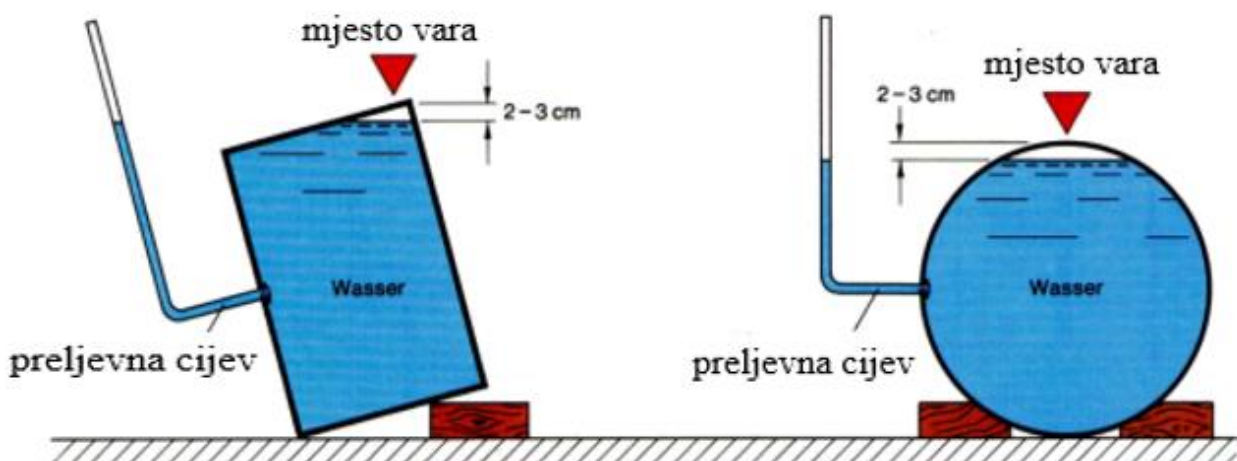
Ostaci zapaljivih tekućina u limenoj bačvi može biti dovoljna da u kombinaciji sa zrakom nastane eksplozivna smjesa koja se može zapaliti plamenom zavarivanja.

Najčešće se takve posude pune sa vodom do ispod točke zavarivanja, zavrće se preljeva cijev kako bi se održala stabilna količina vode ispod točke vara te se preostali atmosferski kisik istiskuje iz spremnika uvođenjem i ispiranjem inertnog plina, npr. B. ugljikov dioksid, dušik, istisnuti (Inertiranje).

Radovi zavarivanja i lemljenja unutar spremnika i aparata zahtijevaju stručni nadzor. Ovo je osobito je potrebno ako su zapaljive tvari ili tvari koje potiču gorenje prisutne ili su bile prisutne u spremniku. Također se mora provoditi nadzor ako se u spremnicima ili opremi mogu razviti štetni plinovi ili pare. Zaštitne mjere moraju se odrediti od slučaja do slučaja i one uvijek moraju sadržavati mjere za spašavanje ljudi iz ovakvih spremnika tj. mora se izraditi takozvani koncept spašavanja. [9]



Slika 8. Istiskivanje kisika iz spremnika sa inertnim plinovima [9]



Slika 9. Istiskivanje kisika iz spremnika sa vodom [9]

5.5.3 Opasnosti za zdravlje ljudi

- opekline uzrokovane plamenom i toplinskim zračenjem u slučaju požara
- trovanje dimom zbog udisanje požarnih dimova
- jedna litra naftnog derivata u vodi onečisti otprilike 1 milijun litara pitke vode za ljude i otprilike 10 milijuna litara pitke vode za životinje

5.5.4 Opasnosti od utjecaja topline na mjesto skladištenja zapaljivih tekućina

Zagrijavanje posude dovodi do povećanog isparavanja i širenja tekućine, te posljedično povećanje tkala zatvorenog spremnika i mogu dovesti do puknuća istoga.

Čim zapaljiva tekućina ispuni cijeli volumen spremnika, gdje se svako daljnje povećanje tlaka događa jako brzo i budući da tekućine nisu stlačive, spremnik se hidraulički lomi i tekućina se oslobađa. Naglo oslobađanje i spontano isparavanje zapaljive tekućine, nakon miješanja s atmosferskim kisikom u prisutnosti izvora paljenja, dovodi do eksplozije zapaljivog oblaka.



Slika 10. Eksplozija kipuće tekućine koja se širi parom [8]

5.6 Uredba o zapaljivom tekućinama

Prema uredbi o zapaljivom tekućinama BGI. II Nr. 45/2023 VbF 2023 se zapaljive tekućine dijele u klase prema plamištu i u skupine prema mogućnosti miješanja s vodom. [10]

5.6.1 Zapaljive tekućine grupe A

To su tekućine koje se ne miješaju s vodom ili se ne miješaju u svim omjerima.

Tablica 3. Zapaljive tekućine grupe A [10]

klase opasnosti	točka plamišta		primjeri
A I	< 21°C	lako zapaljivo	benzin
A II	od 21°C bis 55°C	zapaljivo	kerozin, petrolej
A III	preko 55°C bis 100°C	teško zapaljivo	diezel, ulje za loženje

5.6.2 Zapaljive tekućine grupe B

To su tekućine koje se miješaju s vodom u bilo kojem omjeru:

Tablica 4. Zapaljive tekućine grupe B [10]

klase opasnosti	točka plamišta		primjeri
B I	< 21°C	lako zapaljivo	matanol

B II	od 21°C bis 55°C	zapaljivo	zapaljivi propanol, mravlja kiselina, Octena kiselina, hidrazin
-------------	------------------	-----------	--

5.6.3 Posebno opasne zapaljive tekućine

Posebno opasne zapaljive tekućine su tekućine s plamištem < -18°C

i temperaturom paljenja od 200°C ili niža (kao što je dietil eter) ili zapaljive tekućine s (prema ADR-u) dodatnim posebnim opasnostima, kao što su

- vrlo toksični,
- vrlo korozivni
- samozapaljivi,
- organski peroksidi

5.6.4 Transportna oznaka za autocisterne, kontejnere cisterne i brodski kontejner

Crvena oznaka opasnosti (kvadrat na vrhu) sa simbolom plamena i eventualno

- Broj 3 i tekst "zapaljiva tekućina" ili "samozapaljive tekućine".



Slika 11. Transportne oznake na vozilima [8]

Narančasti znak upozorenja s crnim slovima

Dieselöl / Heizöl EL / Gasöl	Ottokraftstoff / Benzin	Schwefelkohlenstoff
30	33	336
1202	1203	1131




Slika 12. Transportne oznake na vozilima [8]

5.6.5 Označavanje za korisnike – Globalno harmonizirani sustav (GHS)

GHS je oznaka za globalno usklađeni sustav za klasifikaciju i označavanje kemikalija. Sve kemikalije podliježu zahtjevima za razvrstavanje i označavanja svih kemikalija prije stavljanja na otvoreno tržište. Identificiranjem opasnih svojstava tvari i njihovim označavanjem simbolima opasnosti, ljudi i okoliš se žele zaštititi od štetnih učinaka pri rukovanju kemikalijama. Međutim, diljem svijeta postoje vrlo različiti sustavi za klasifikaciju i označavanje kemikalija. Stoga se može dogoditi da tvar ili smjesa tvari bude klasificirana i tretirana kao opasna u jednoj zemlji, a ne u drugoj. To ne samo da dovodi do problema u transportu i trgovini, već i za potrošače i sigurnost na radu. Cilj GHS-a (Globalno harmoniziranog sustava) je stoga po prvi put stvoriti globalno jedinstven sustav za razvrstavanje i označavanje kemikalija. Gdje god se GHS uvede, bilo u Kini, SAD-u ili Europi, kemikalije će ubuduće biti klasificirane i označavane prema jedinstvenim kriterijima. Na primjer, sve što je otrovno ili opasno za okoliš posvuda ima isti simbol.

Prema GHS-u su kemikalije raspoređene prema fizičkim opasnostima, opasnostima za zdravlje ljudi te opasnostima za okoliš. GHS također pruža standardizirane piktograme za vizualizaciju opasnosti. [8]

Kategorija 1	Kategorija 2	Kategorija 3
točka plamišta <23°C i početak vrenja ≤ 35°C	točka plamišta <23°C i početak vrenja > 35°C	točka plamišta ≥ 23°C und ≤ 60°C (također plinska ulja, dizel i laka lož ulja Plamište 55-75°C)

		
Signalna riječ: Opasnost!	Signalna riječ: Opasnost!	Signalna riječ: Opasnost!
Upozorenje na opasnost: H224	Upozorenje na opasnost: H225	Upozorenje na opasnost: H226
Oznake upozorenja - prevencija: P210, P233, P240, P241, P242, P243, P280		
Oznake upozorenja - reakcija: P303 + P361 + P353, P370 + P378		
Oznake upozorenja - skladištenje: P403 + P235		

Upozorenja na opasnost

Izuzetno zapaljiva tekućina i para	H224
Lako zapaljiva tekućina i para	H225
Zapaljiva tekućina i para	H226

Sigurnosne upute

prevencija	Držati podalje od topline/iskri/otvorenog plamena/vrućih površina. Ne pušiti!!	P210
	Držati spremnik dobro zatvoren	P233
	Uzemljite spremnik i sustav koji se puni	P240
	Koristite električne sustave/ventilacijske sustave/sustave rasvjete/.../ otporne na eksploziju.	P241
	Koristite alate koji ne izazivaju iskru.	P242
	Poduzmite mjere protiv elektrostatičkog naboja.	P243
	Nositi zaštitne rukavice/zaštitnu odjeću/zaštitu za oči/zaštitu za lice.	P280
reakcija	prilikom dodira sa kožom ili kosom: Odmah skinuti svu lontaniranu odjeću. kožu vodoprati se/otuširati se.	P303+P361 + P353
	U slučaju požara: ... koristiti za gašenje.	P370+P378
skladištenje/ čuvanja	Čuvati na dobro prozračenom mjestu.	P403

Slika 13. Globalno harmonizirani sustav (GHS) [8]

5.6.6 Skladištenje zapaljivih tekućina

















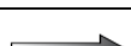

Skladištenje se odnosi na skladištenje radnih materijala za kasniju upotrebu i distribuciju drugima. To se posebno odnosi na količine koje premašuju dnevne potrebe. Skladištenje tvari smatra se uporabom radne tvari u smislu članka 2. stavka 6. Zakona o zaštiti zaposlenika (ASchG) [11]



Slika 14. Skladištenje zapaljivih tekućina [1]

5.6.7 Označavanje skladišta

Ako su prisutna opasna kemijsko-fizikalna svojstva, skladišta moraju biti označena odgovarajućim GHS piktogramima. Ovo je obavezno za značajne količine u skladu s Odredbom o označavanju (KennV).

Označavanje prostorija, prostora i ormara obavezno od 1. lipnja 2024. prema Pravilniku o kemikalijama (CLP-V)			
Označavanje staro		Označavanje novo	značenje
			Upozorenje za zapaljive tvari
			Upozorenje za otrovne tvari
			Upozorenje za kancerogene, mutagene ili reproduktivno toksične tvari
			Upozorenje za korozivnim tvari
			Upozorenje za oksidirajuće tvari
			Upozorenje za eksplozivne tvari

Slika 15. Novo označavanje skladišta u skladu s Odredbom o označavanju (KennV) [11]

5.7 Proizvodni procesi u rafineriji nafte

Transportni procesi

Kada se zna da skoro sva nafta koja se u Europi prerađuje, prvo mora od mjesta nalazišta iste, transportirati do raznih rafinerija za preradu nafte pa se opet krajnji proizvod mora transportirati do krajnjeg kupca. Transportni procesi u rafineriji uključuju transport i skladištenje sirove nafte i rafiniranih proizvoda. Ovo je važan korak kako bi se osiguralo da proizvodi putuju sigurno i učinkovito od rafinerije do kupaca.

Skladište sirove nafte tkv. tankovi

U Europi se uglavnom prerađuje teška nafta koja se tankerima i djelomično podzemnim cjevovodima transportira do nekih skladišnih kapaciteta neke rafinerije nafte. Tankovi služe za skladištenje sirove nafte, skladištenje komponenti za karburatorska goriva, skladištenje tekućih plinova, bitumena. Proizvodnja premium benzina, normalnog benzina, dizel goriva i lož ulja miješanjem pojedinačnih komponenti, pretakanja proizvedenih proizvoda u autocisterne, željezničkim vagonima, brodovima itd.

Destilacija sirove nafte

Proces destilacije je prvi korak u rafineriji i odvaja sirovu naftu u različite frakcije na temelju njihovih vrelišta. Te se frakcije zatim mogu dalje preraditi u proizvode kao što su benzin, dizel, kerozin i lož ulje.

Sirova nafta se zagrijava u destilacijskoj koloni, a različite komponente isparavaju na različitim temperaturama. Lakše komponente poput benzina i dizela skupljaju se na vrhu stupca, dok teže komponente poput bitumena i teškog ulja ostaju na dnu. Različite frakcije se zatim dalje obrađuju i proizvode u različite proizvode kao što su goriva, plastika i lijekovi.

Postrojenja za katalitičko kreiranje

Proces pretvorbe pretvara teže frakcije u lakše, koje se zatim mogu pretvoriti u benzin i dizel. Primjer za to je proces katalitičkog kreiranja, u kojem se teže frakcije razgrađuju na manje molekule, koje se zatim mogu pretvoriti u benzin i dizel.⁵

To je također postupak u preradi nafte gdje se srednje i dugolančani ugljikovodici zbog veće potražnje tržišta cijepaju na kratkolančane ugljikovodike (benzin, dizel, lož ulje).

Postoje dvije skupine procesa kreiranja: toplinsko kreiranje i katalitičko kreiranje. Budući da se u toplinskom kreiranju ne koriste katalizatori, mogu se dodati i ostaci od destilacije nafte, što bi oštetilo katalizatore koji se koriste u katalitičkom kreiranju zbog sadržaja teških metala i sumpora.

Postrojenje za desumponiranje

Hidrogenativno desumponiranje teškog benzina, plinskog ulja i oksidacija dobivenog sumporovodika u sumpor. Ovdje se teški benzin dodavanjem komprimiranog vodika zagrijava, prolazi kroz reaktor, separator pa se opet zagrijava gdje onda ide u tzv Stripperkolonu gdje teži desumponirani benzin tone prema podu kolone, a lakši H₂S (Sumporovodik) ostaje u gornjem dijelu kolone.

Katalitički reforming sustavi

Pretvorba desumponiranog teškog benzina u visokooktanski platformat (komponenta super benzina). Kao nusproizvodi nastaju plinovi i vodik (potrebni za postrojenja za odsumporavanje).

Tvornica etilena

Krekiranje (krekiranje) primarnog benzina u prisutnosti vodene pare na otprilike 830°C do formiranja plinske smjese kao i razdvajanje destilacijom na pojedinačne produkte (vodik, etilen propilen, nezasićeni C4 spojevi, visokooktanski krekirani benzin, komponenta lož ulja). Etilen, propilen i nezasićeni C4 spojevi se mogu dalje prerađivati u plastiku.

Sustavi vakuumske destilacije

Destilacija ostataka destilacije sirove nafte pod vakuumom kako bi se dobili vakuumski destilati za upotrebu u katalitičkom krekeru kao početni materijal za proizvodnju maziva. Vakuumski ostatak koji se ne može destilirati upuhuje se u bitumen ili se miješa s lož uljem.

Naknadna obrada plina

Destilacijsko odvajanje plinova iz destilacije sirove nafte, sustav katalitičkog krekiranja u propan, butan, butilen (dostupan kao tekući plin).

Elektrana

Elektrana, radi na plin ili lož ulje. Opskrbljuje rafineriju radnim resursima, električnom energijom, parom, napojnom vodom za kotlove, rashladnom vodom, komprimiranim zrakom, plinom za grijanje i kemikalijama.

Postrojenje za oksidaciju bitumena

Oksidirani bitumen je vrsta bitumena dobivena upuhivanjem zraka u čisti bitumen. Ima nižu razinu penetracije i višu točku omekšavanja od čistog bitumena. Na temelju točke omekšavanja i stupnja penetracije, klasificira se u tri vrste slabo, srednje i jako oksidiranog bitumena. Oksidirani bitumen najčešće nalazi primjenu u građevinskoj industriji posebno za izolaciju krovova te kao zvučna izolacija određenih objekata.

Postrojenje za proizvodnju maziva

Postrojenje za miješanje maziva specijalizirano je postrojenje u kojem se kombiniraju različite sirovine za stvaranje maziva prilagođenih specifičnim primjenama. Neki od tih proizvoda su maziva za motore, getribe, maziva za turbine i ulja za obradu metala.

Postrojenje za pročišćivanje otpadnih voda

Sve otpadne vode iz rafinerije prethodno se pročišćavaju više separatora, a preostale nečistoće uklanjaju se adsorpcijom na željezov hidroksid. U krajnjem procese se očišćena voda koja zadovoljava sve kriterije i uvjete zakonu o zaštiti okoliša ispušta u Dunav.

6. ODRŽAVANJE RAFINERIJSKIH POSTROJENJA

Radna oprema smije se koristiti samo ako su obavljena za nju predviđena ispitivanja i nisu utvrđeni nedostaci koji zabranjuju daljnju uporabu. Radna oprema i proizvodni sustavi se tijekom upotrebe podvrgavaju raznim opterećenjima, habanjima i zbog toga se mogu oštetiti, istrošiti, a ponekad dolazi i do pucanja opreme i uređaja. U rafineriji postoji dvije vrste održavanja proizvodnih sustava i opreme: 1) redovno

2) izvanredno

Redovno održavanje

Redovno održavanje tkz. „TÜV ispitivanje“ je svako održavanje koje se odvija u pravilnim vremenskim razmacima. Prema Uredbi o industrijskoj sigurnosti svi objekti koji zahtijevaju redoviti nadzor se moraju u pravilnim vremenskim razmacima provjeriti i smiju nastaviti raditi samo ako dobiju od TÜV dozvolu za rad. [12]

Objekti koji se moraju nadzirati:

- Sustavi parnih kotlova
- Posude pod tlakom, vodovi pod tlakom, tlačna oprema
- Sustavi za punjenje
- Sustavi dizala
- Sustavi u potencijalno eksplozivnim područjima
- Skladišni objekti > 10.000 litara lako zapaljivih ili lako zapaljivih tekućina

U jednoj rafineriji nafte se u redovitim razmacima radi kompletan remont i servis svih gore nabrojanih aparata i objekata.

Izvanredno održavanje

Izvanredno održavanje se uglavnom odvija kada neplanirano dođe do nekog oštećenja na objektima, kada dođe do istjecanja tekućine iz raznih spremnika i kada su ugroženi životi ljudi, okoliš i sama rafinerija.

6.1 Radne dozvole

Za svaki posao koji se obavlja u krugu rafinerije postoje različite radne dozvole koje imaju zadaću da se točno prati i provodi zakonska procedura prilikom obavljanja svih radova u djelokrugu rafinerije. Pošto je većina objekata izrađena od legura čelika ili aluminija, najčešća vrsta radne dozvole su tzv. Heiarbeitserlaubnis ili Schweiarbeitserlaubnis tj. dozvola za vruće poslove, odnosno dozvola za varenje.

Radna dozvola za vruće poslove

Prije početka zapaljivih radova (npr. zavarivanje, rezanje i srodni postupci, kao i radovi na lemljenju, odmrzavanju i vrućem lijepljenju koji se izvode izvan određenih radionica) potrebno je dobiti pismeno odobrenje od ugovorne tvrtke (klijenta) ili odgovorne osobe za naručitelja (dozvola za zapaljive radove). U krugu rafinerije gdje se vrši prerada nafte, a istovremeno se moraju izvršiti popravci na nekim dijelovima pogona što predstavlja jako veliki sigurnosni rizik i ovakvim poslovima se pridodaje posebna pažnja.

Uvjeti izdavanje dozvole za vruće poslove:

Dozvola za vruće poslove smije biti izdana samo ako su ispunjeni sljedeći uvjeti:

Dijelovi proizvodnog pogona na kojem se trebaju izvršiti vrući poslovi, moraju biti očišćeni od svih zapaljivih i drugih opasnih tvari.

Radno mjesto na kojem se trebaju izvršiti vrući poslovi, mora biti oslobođeno od:

- zapaljivih i eksplozivnih tvari,
- zapaljive prašine, prethodno je potrebno ukloniti nakupine zapaljive prašine
- pokretnih zapaljivih dijelova

Zapaljivi dijelovi koji se ne mogu ukloniti moraju se prekriti sa tekozapaljivim prekrivačem ili zatititi na druge primjerene naćine

Nadalje, mora se izmjeriti prisutnost svih zapaljivih i eksplozivnih plinova u zraku i tek kad su rezultati mjerenja na zadovoljavajućem nivou smije se izdati dozvola za rad. Ako prilikom izmjere plinova, rezultati budu nepovoljni ne smije se izdati dozvola za rad i u ovom slućaju se pristupa drugim sigurnosnom mjerama kako bi se osiguralo da rezultati mjerenja budu u dozvoljenim granicama. Te mjere mogu biti ponovno pranje spremnika ili cijevi, punjenje vodom ili istiskivanje kisika sa inertnim plinovima.

Schweißerlaubnis		
nach § 30 Unfallverhütungsvorschrift „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ (BGV D1, bisherige VBG 15)		
1	Arbeitsort/-stelle	_____
1a	Bereich mit Brand- und Explosionsgefahr	Die räumliche Ausdehnung um _____ m Umkreis (Radius) von _____ m
2	Arbeitsauftrag (z.B. Träger abtrennen) Arbeitsverfahren	_____ Name: _____
3	Sicherheitsmaßnahmen bei Brandgefahr	<input type="checkbox"/> Entfernen aller brennbaren Stoffe und Gegenstände - ggf. auch Staubablagerungen <input type="checkbox"/> Entfernen von Wänden und Decken, soweit sie brennbare Stoffe enthalten oder verblühen oder selbst brennbar sind <input type="checkbox"/> Entfernen von ortsfesten brennbaren Stoffen oder Gegenständen (z.B. Holz, Teppiche, Fußböden, -gegenstände, Kunststoffteile) mit geeigneten Mitteln <input type="checkbox"/> Anbringen von Schutzvorrichtungen (z.B. Schuttschilde, Schuttschirme, Schutzschilde, Schutzschirme) zu benachbarten Bereichen (z.B. Türen, Fensterrahmen, etc.)
3a	Beseitigen der Brandgefahr	Name: _____ Ausgeführt: _____ (Unterschrift)
3b	Bereitstellen von Feuerlöschmitteln	<input type="checkbox"/> Feuerlöschmittel <input type="checkbox"/> Wasser <input type="checkbox"/> ... <input type="checkbox"/> ... <input type="checkbox"/> ...
3c	Brandposten	Name: _____
3d	Brandwache	Nach Abschluss der schweißtechnischen Arbeiten Dauer: _____ Std.
4	Sicherheitsmaßnahmen bei Explosionsgefahr	<input type="checkbox"/> Entfernen sämtlicher explosionsfähiger Stoffe und Gegenstände - auch Staubablagerungen und Resten mit geeigneten Mitteln <input type="checkbox"/> Beseitigen von explosionsfähigen Stoffen und Gegenständen <input type="checkbox"/> Abdichten von Explosionsöffnungen, Abgasleitungen oder Rohrleitungen, die brennbare Flüssigkeiten oder Gase enthalten oder enthalten haben und gegebenenfalls in Verbindung mit anderen Explosionsmaßnahmen <input type="checkbox"/> Durchführen von Explosionsversuchen in Verbindung mit Explosionsversuchen <input type="checkbox"/> Aufstellen von Explosionsversuchen
4a	Beseitigen der Explosionsgefahr	Name: _____ Ausgeführt: _____ (Unterschrift)
4b	Überwachung	<input type="checkbox"/> Überwachung der Sicherheitsmaßnahmen auf Wirksamkeit Name: _____
4c	Aufhebung der Sicherheitsmaßnahmen	Nach Abschluss der schweißtechnischen Arbeiten Nach: _____ Std. Name: _____
5	Alarmierung	Standort des nächstgelegenen Brandmelders _____ Telefons _____ Feuerwehr Ruf-Nr. _____
6	Auftraggebender Unternehmer (Auftraggeber)	Die Maßnahmen nach Nummern 3 und 4 tragen den durch die örtlichen Verhältnisse entstehenden Gefahren Rechnung. Datum _____ Unterschrift _____
7	Ausführender Unternehmer (Auftragnehmer)	Die Arbeiten nach Nummer 2 dürfen erst begonnen werden, wenn die Sicherheitsmaßnahmen nach Nummern 3 und/oder 4 durchgeführt sind. Datum _____ Unterschrift _____ Kenntnisnahme des Ausführenden nach 2 _____ Unterschrift _____

Slika 16. Dozvola za zavarivanje [13]

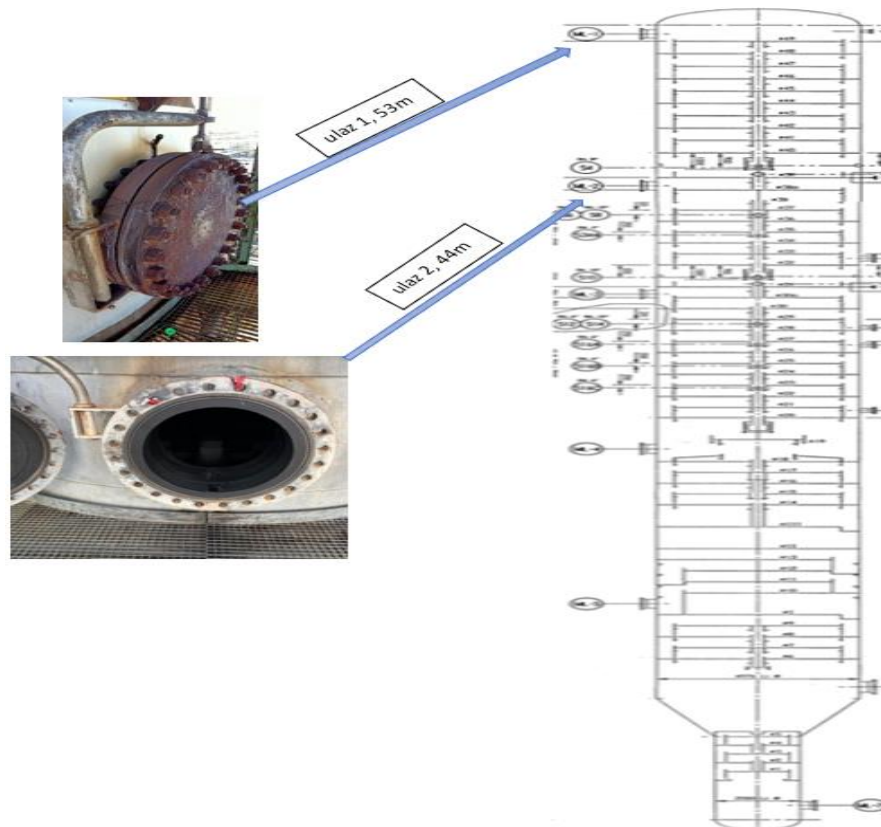
7. SPAŠAVANJE OSOBE IZ JEDNE DESTILACIJSKE KOLONE D007 NA PRIMJERU IZ PRAKSE

7.1 Prijava kvara

Kod svih radova unutar rafinerije, svih zahtjeva za popravak prvo dođe do prijave kvara od strane davatelje ugovora i zahtjev za popravak, potom jedan od voditelja timova u rafineriji ide sa osobljem rafinerije na mjesto kvara kako bi usuglasili daljnje postupke. Kada se okvirno zna obim kvara tj. obujam popravka, slijedi izdavanje molbe za otklanjanje kvara. Kod ove kolone je došlo do oštećenja unutarnjeg sustava kolone tzv. distributera tekućine gdje će biti potrebno izvršiti popravak istih tj. postupkom varenja se isti zavariti.

7.2 Izgled kolone

Destilacijska kolona D007 je 58 metara visoka i kao primarno postrojenje u rafineriji služi za preradu nafte. Sva sirova nafta koja dođe u rafineriju na preradu prvo prolazi kroz destilacijske kolone gdje se ta nafta na određenoj temperaturi i atmosferskom tlaku prerađuje na pojedine proizvode tj. destilate koji se potom šalju u druge dijelove rafinerije na daljnju preradu.



Slika 17. Skica kolone sa mjestima ulaza (DN600) [1]

7.3 Priprema poslova koji obavlja osoba zadužena za zaštitu na radu

Osoba zadužena za zaštitu na radu obavlja inspekciju radnog mjesta sa voditeljem gradilišta i zajednički usuglašavaju daljnje postupke. U Austriji je prema važećim zakonskim aktima svaki poslodavac dužan prije početka rada provesti tj. izvršiti procjenu rizika za zaposlene i utvrditi mjere zaštite kako bi se taj rizik sveo na prihvatljiv stupanj. [14]

Također se prema važećim zakonskim aktima prije svakog ulaska u spremnike, silose, okna, jame, cjevovode, kolone ili u otvore u podu koji su dublji od 1,2m moraju izraditi planovi spašavanja unesrećene osobe. [15]

7.3.1 Procjena rizika za radove u koloni D007

Prilikom ovakvih radova je jako važno da se točno utvrdi koje opasnosti vrebaju i koje sigurnosne mjere se moraju ispuniti prije nego zaposlenik smije ući u kolonu i započeti s radovima popravaka iste.

U ovom slučaju varilac mora ući u kolonu i obavljati procese zavarivanja što predstavlja moguće opasnosti za život i zdravlje pojedinaca koji obavljaju takve popravke. Prilikom varenja u zatvorenom objektu imamo više vrsta opasnosti sa kojima se takve osobe mogu susresti.

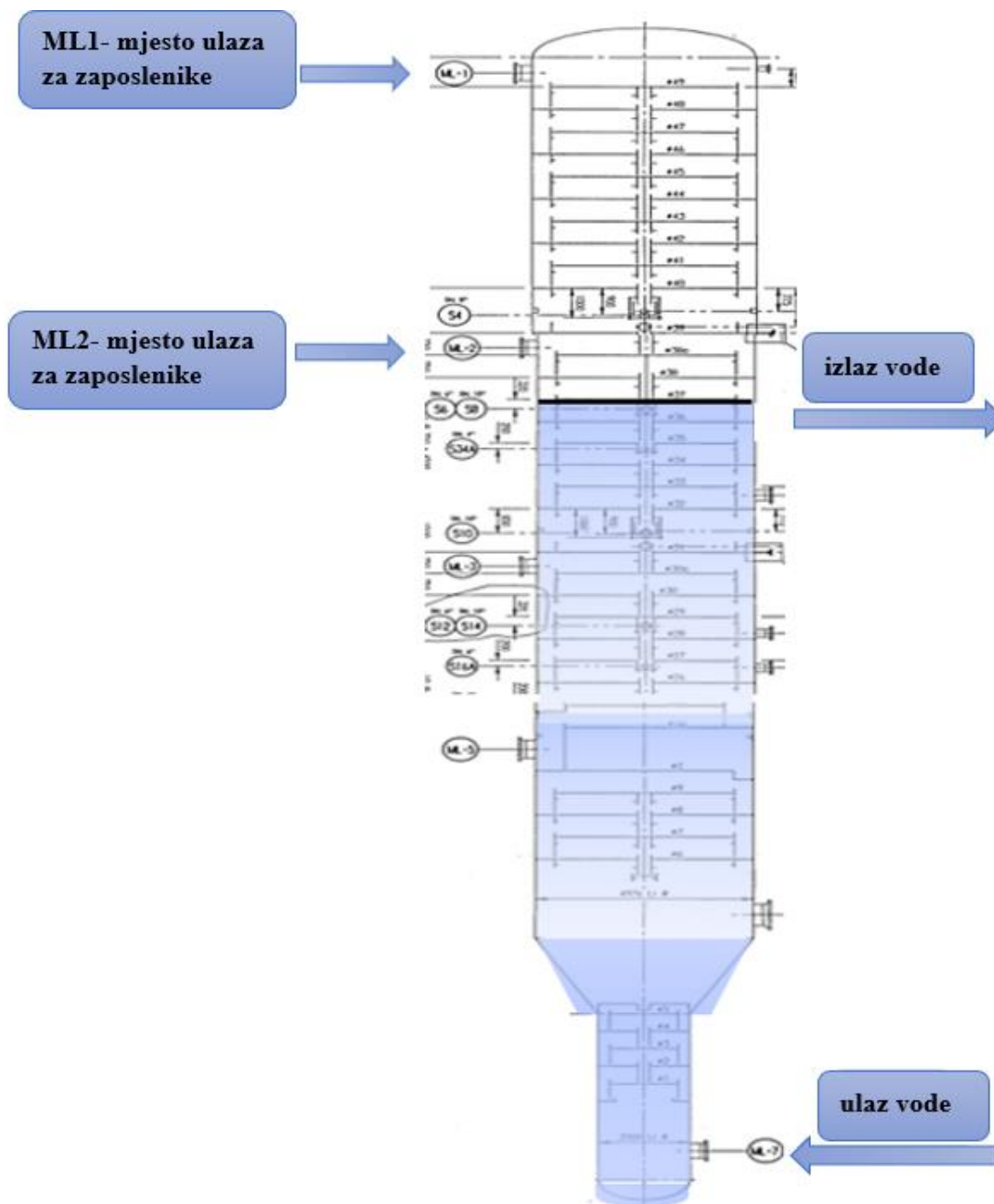
Neke od tih opasnosti su: - mogući ostaci željezo (II) sulfida

- utjecanje opasnih medija u radni prostor varioca,
- zapaljenje zapaljivih tvari u koloni,
- prisustvo i nastanak otrovnih plinova koji mogu ugroziti zdravlje varioca,
- manjak kisika,
- strujni udar,

Mogući ostatci željezova (II) sulfida

Kolona može sadržavati ostatke željezo (II) sulfida koji je u doticaju sa zrakom samozapaljiv. Ovo predstavlja jednu jako veliku opasnost i ovdje je potrebno temeljito planiranje kako bi se izbjegle bilo kakve opasnosti za radnike koji moraju izvršiti postupke varenja unutar kolone.

Zbog te opasnosti će se kolona napuniti sa vodom do mlaznica S6 i S8, ispod ulaza ML2, i tu će se održavati stalnu cirkulacija vode kako bi se spriječilo samozapaljenje.



Slika 18. Kolona D007 sa ulazima i prikazom razine vode [1]

Nadalje, u ulaz ML1 priprema se crijevo pod pritiskom s vodom kako bi zidovi i instalacije ostali vlažni tijekom radova kako ni ovdje ne bi došlo do samozapaljenja. Čuvar ulaza će prije svakog ulaza u kolonu javiti nadređenima kako bi se cirkulacija vode isključila, a prilikom napuštanja kolone je obavezan javiti nadređenima kako bi se cirkulacija vodom uključila.

Opasnosti za djelatnike u koloni nema jer je kolona napunjena vodom, prepunjavanje kolone tehnički nije moguće zbog priključaka S6 i S8 kroz koje višak vode će biti izvučen van. Pad u područje ispunjeno vodom tehnički nije moguć zbog trajno postavljenih podova.

Utjecanje opasnih medija u radni prostor varioca

Kolona D007 je povezana preko raznih cjevovoda sa drugim dijelovima proizvodnih jedinica i u fazi planiranja je prema izolacijskom planu potrebno sve ulazne i izlazne cjevovode blokirati kako bi se izbjeglo ulaz opasnih tvari ili plinova prilikom radova u koloni. Također je bitno osigurati da se sve točke otvaranja cjevovoda tj. svi ventili zaključaju i posebno označe kako bi se izbjeglo nenamjerno otvaranja istih.



Slika 19. Zaključavanje armatura i ventila [1]

U posebnim slučajevima, posebno s automatskim ili daljinski upravljanim uređajima za zatvaranje, samo slijepa priрубnice „Blindscheibe“ mogu se koristiti za zatvaranje opskrbnih vodova, pod uvjetom da se cjevovod ne može zatvoriti s dva uređaja postavljena jedan iza drugog s otvorom između, kroz koji se pouzdano može spriječiti stvaranje viška tlaka.

Također se prije ulazanja u kolonu svi rotirajući dijelovi i dijelovi koji sadrže pokretne dijelove u sebi moraju isključiti i osigurati od ponovnog nenamjernog uključivanja. Takve mjere uključuju posebno isključivanje svih strujnih šaltera i zaključavanje prekidača, ako je potrebno s nekoliko lokota, zamjenu osigurača utikačima za zaključavanje, zaključavanje pokretnih dijelova ili zaključavanje postojećih kočnih uređaja.

Sve cijevi koje prolaze unutar ili ulaze u prostoriju kojoj se pristupa moraju biti odgovarajuće odvojene, izvore radioaktivnog zračenja potrebno je osigurati ili ukloniti. Dodatno, potrebno je

postaviti odgovarajuće znakove upozorenja koje je potrebno ukloniti nakon završetka radova. Ove zaštitne mjere može ukinuti samo nadzorna ovlaštena osoba nakon izvršenja posla.

Određivanje izolacijskih metoda prema izolacijskom planu

Prilikom odvajanja sustava i dijelova sustava, razlikuju se tri kategorije:

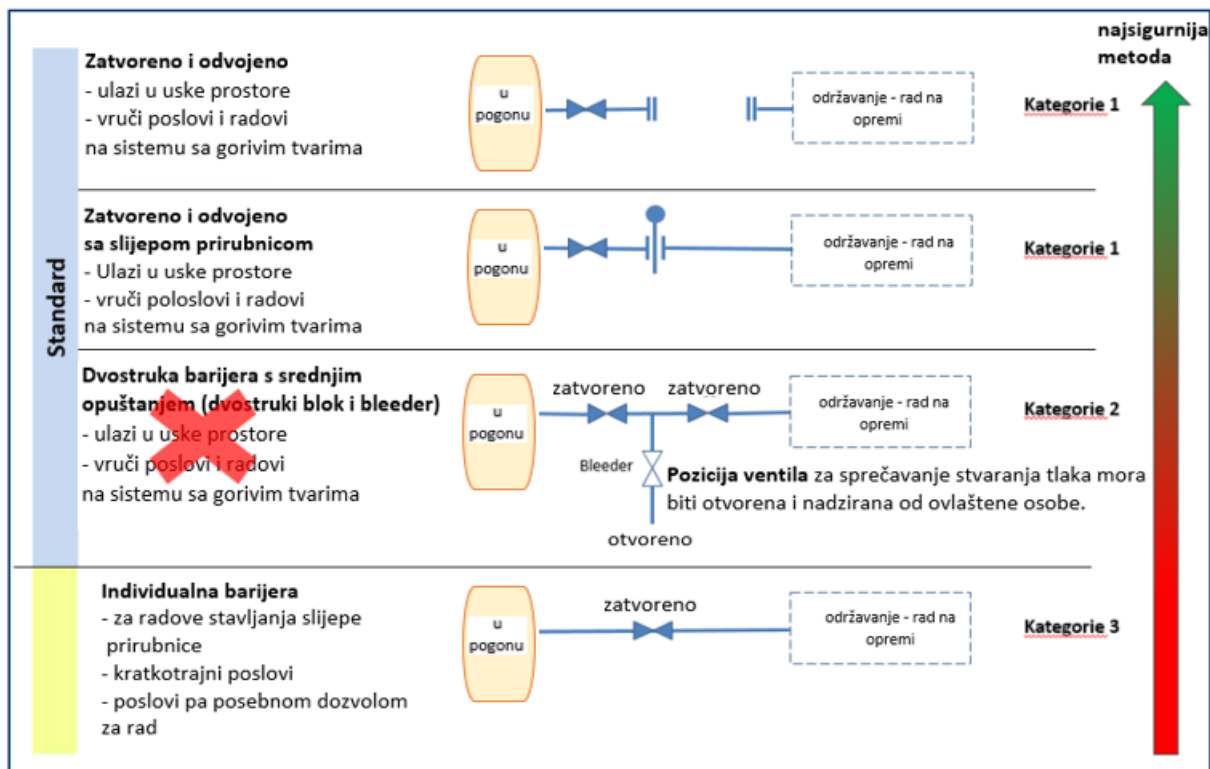
Kategorija 1: zatvaranje ventila i demontiranje dijelova cijevi ili zatvaranje ventila i stavljanje slijepih prirubnica. Ova kategorija je najsigurniji način odvajanja proizvodnih pogona od pogona i dijelova gdje se vrše popravci. Kada se moraju izvršiti radovi u zatvorenim prostorijama kao što su kolone, a pogotovo poslovi varanje u takvim prostorijama se uvijek mora izabrati najsigurnija izolacijska metoda tj. metoda kategorije 1.

Kategorija 2: Dvostruka barijera s srednjim opuštanjem (dvostruki blok i bleeder) - dva uređaja za zatvaranje cjevovoda moraju biti smješteni jedan iza drugog i moraju biti čvrsto zatvoreni, a prostor između njih mora imati uređaj koji se otvara i tako se sprečava nastajanje tlaka između ta dva uređaja. Nepovratni ventili ne smatraju se uređajima za zatvaranje

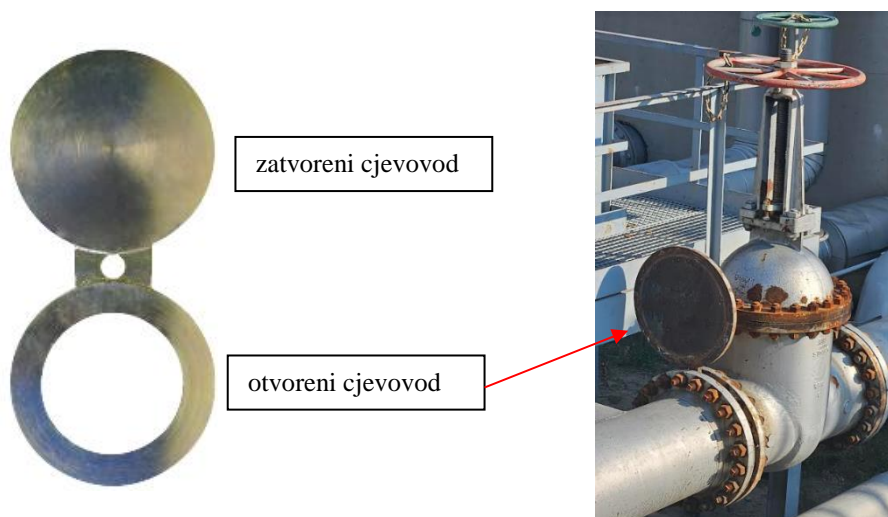
Kategorija 3: Individualna barijera se koristi samo za kratkotrajne poslove kao što su:

- radovi na stavljanju ili skidanju prirubnice
- kratkotrajni radovi koji se moraju posebno od glavnog voditelja odobriti

Izolacijske metode:



Slika 20. Izolacijske metode u fazi planiranja [1]



Slika 21. i 22. Slijepa prirubnica „Blindscheibe“ [1]

Na slici desno je vidljivo kako izgleda spoj cijevi kada je otvorena prirubnica okrenuta tako da medij može kroz cjevovod nesmetano teći. Ako se cijev želi „zaključati“, potrebno je slijepu prirubnicu okrenuti u položaj zaključano.

Zapaljenje zapaljivih tvari u koloni

Svako radno mjesto gdje neki djelatnik mora ući ili obavljati vruće poslove se najprije mora očistiti od svih zapaljivih tvari. To čišćenje provodi ovlaštena firma za održavanje i čišćenje cjevovoda i svih drugih radnih prostorija. Te firme imaju specijalne kamione s visokim pritiskom i velikom usisnom snagom te je tako zatvoren krug od pranja prljavih cijevi i prostora do usisavanja mješavine prljave vode i ostataka produkata. Daljnje se mora se osigurati da oni koji izvode radove i neuključene treće strane nisu ugroženi opasnim tvarima. Poduzete mjere moraju štititi od opasnosti od gušenja, trovanja, požara i eksplozije. Opasne tvari mogu biti prisutne u komponentama sustava ili se mogu osloboditi tijekom čišćenja. Spremnici i uski prostori u kojima će se raditi moraju se isprazniti i očistiti, npr. B. ispuhivanjem, vakuumiranjem, ispiranjem, punjenjem vodom nekoliko puta, kuhanjem na pari, kuhanjem ili neutraliziranjem. Ako u spremniku ostane zaostala tekućina, moraju se poduzeti daljnje mjere opreza. Ove mjere opreza mogu uključivati opetovano pranje spremnika ili nošenje odgovarajuće osobne zaštitne opreme. U tu svrhu mora se izraditi posebna procjena rizika.

Prisustvo i nastanak otrovnih plinova koji mogu ugroziti zdravlje varioca

Za ulazak u zatvoreni prostor kao što je kolona mora se dobiti takozvana dozvola za ulazak u takve prostore „Befahrerlaubnis“ koja mora biti potpisana od ovlaštenje osobe i sve sigurnosne mjere koje su u dozvoli za ulazak naveden moraju biti ispunjene. Ove dozvole su samo odobrenje da se u te uske prostore smije ući te se za obavljanje bilo kakvih radova u tim uskim prostorima su potrebne daljnje radne dozvole u ovisnosti o vrsti posla.

Prilikom ispunjavanja dozvole za ulazak potrebno je slijediti točno utvrđenu proceduru za ispunjavanje i izdavanje dopuštenja za ulazak.

Jedan od najvažnijih koraka prilikom izdavanja dozvole za ulaz je tzv „Freimesseung“ tj. mjerenje plinova u tom uskom prostoru. Ovdje se mjeri postotak kisika te se prema važećim zakonskim aktima za vrijednosti TRK (Tehnička referentna koncentracija) i MAK (Maksimalna koncentracija na radnom mjestu) vrše mjerenja određenih ugljikovodika i drugih opasnih tvari kao što su H₂S, SO₂, CO, EX, CO₂, iBut, CH₄. [14, 16]

Kako bi se moglo raditi u spremnicima i zatvorenim prostorima, mjerenja ispuštanja moraju provesti obučeni i ovlašteni ispitivači plina prije početka rada. Atmosfera u spremniku ili

zatvorenom prostoru smatra se kritičnim (opasnim) sve dok se ne izmjeri i dok se ne prekorače važeće granične vrijednosti. Ako barem jedna granična vrijednost nije zadovoljena, ulazak u spremnik dopušten je samo s odgovarajućom opremom za zaštitu dišnog sustava i odgovarajućom osobnom zaštitnom opremom.



Slika 23. Uređaj za mjerenje plinova u u zatvorenom prostoru [17]

Opasnosti od manjka kisika

Ove opasnosti mogu proizaći samo ako se kroz razne radne aktivitete npr. varenjem, brušenjem itd. unutar kolone dođe do zagušivanja atmosfere što za posljedicu može imati smanjivanje količine kisika. Zakonska minimalna količina kisika je 17% ali se u područjima rafinerije provodi strože regulacije minimalne količine kisika i ona iznosi 19% i svi radovi ispod 19% kisika se provode sa zaštitnom opremom na bazi izolacije. [18]

Tijekom radnih procesa u kojima se ne mogu pouzdano isključiti iznenadna prekoračenja graničnih vrijednosti i ne koristi se zaštita dišnog sustava, vrijednost koncentracije kisika i ostalih plinova se moraju nesmetano pratiti. Ovo praćenje se uglavnom provodi sa stacionarnim ili sa mobilnim uređajima za mjerenje plinova.



Slika 24. Stacionarni uređaj za mjerenje plinova u u zatvorenom prostoru [17]

Stacionarni uređaj Dräger X-am® 7000 je idealno rješenje za istovremeno i kontinuirano mjerenje do pet plinova. U svim industrijskim primjenama idealan je suputnik za pouzdano praćenje okolnog zraka na otrovne i zapaljive plinove i pare. Ovaj uređaj se stavi na najnižu točku u prostoriji



Slika 25. Mobilni uređaj za mjerenje plinova u u zatvorenom prostoru [17]

Dräger X-am® 2500 razvijen je posebno za upotrebu u osobnoj zaštiti. Detektor plina pouzdano mjeri zapaljive plinove i pare, kao i O₂, CO, NO₂, SO₂ i H₂S. U slučajevima kada se koristi mobilni uređaj, onda svaka radna grupa mora najmanje jedan ovakav uređaj unutar uskog prostora/spremnika otvoreno na jakni nositi.

Osim zaštitnih uređaja moraju se predvidjeti i uređaji za upuhivanje i usisavanje plinova (ventilacija) iz uskih prostora. Ventilacija bi to trebala spriječiti da štetni plinovi, pare, maglice ili prašina utječu na zaposlenike i spriječiti da dođe do nedostatka kisika.

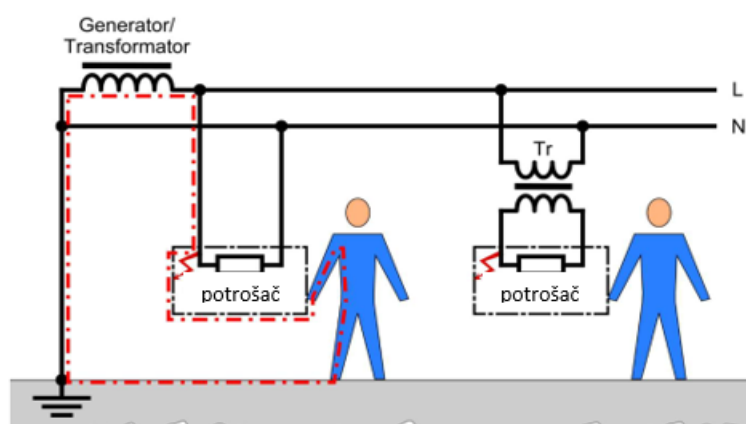
Za ventilaciju se smije koristiti samo svježi zrak (ili radni zrak) i opskrba mora biti koncipirana tako da se cijeli spremnik/prostorija ispire i, ako je moguće, koristi strujanje svježeg zraka.

Opasnosti od strujnog udara

U spremnicima i uskim prostorima s električno vodljivim zidovima, kao i kod rada u skućenim prostorima i u strujno vodljivim područjima, smiju se električni uređaji samo preko izolacijskog transformatora koristiti. Jedan izolacijski transformator je predviđen za jedan električni uređaj, ovi transformatori moraju biti smješteni izvan spremnika/uskog prostora. [21]



Slika 26. Izolacijski transformator [1]



Slika 27. Djelovanje izolacijskog transformatora [1]

7.3.2 Koncept spašavanja osobe iz kolone D007

Dio svakog koncepta spašavanja je koncept alarmiranja, evakuacije te popis osoba koje su zadužene za sigurnost svih osoba koje ulaze u kolonu tzv. čuvari ulaza. Kada je koncept spašavanja napravljen, isti mora biti odobren od postrojbe koja je zadužena za spašavanje unesrećenih osoba.

7.3.2.1 Koncept alarmiranja - Projekt“ Saniranje kolone D007“

U pripremi projekta je jako bitno odrediti kako i na koji će se način raditi prijava nazočnih osoba u krugu radova. Ovaj sistem prijave je jako bitan da se točno zna koliko osoba i tko točno se nalazi ili se je nalazio u krugu radova u trenutku alarma. Najčešće se to odrađuje tako da se radne iskaznice objese na ulazu u krug radova na tzv. info ploču gradilišta te iste se moraju obavezne pokupiti prilikom napuštanja kruga. [22]



Slika 28. Kolona D007 sa skelom [1]

To se radi preko sirene proizvodnog pogona sustava s dodatnom obavijesti preko zvučnika. U isto vrijeme, partnerske tvrtke i rukovatelj dizala na stupnoj skeli se obavještavaju putem radija iz kontrolne sobe. Pravilnikom o projektu propisano je da rukovatelj dizala akustično upozorava zaposlenike fanfarama. Čuju se akustični signal u liftu i akustični signal na mjestu obavljanja radova tj. koloni. Čuvaru ulaza (Mannlochwache) će tijekom svih radova unutar kolone biti dodijeljen woki toki sa vezom s kontrolnom sobom. On ima također akustično zračne fanfare kako bi mogli sve radnike unutar i okolo kolone upozoriti u slučaju opasnosti.

Osim toga, zaposlenici tvrtke opremljeni su internim radiom koji služi za komunikaciju i može se koristiti i za alarmiranje.

U slučaju H₂S (alarmu za upozoravanje za sumporovodik) alarma, pale se dodatne trepćuće lampice i sve su osobe dužne staviti maske za spašavanje, ugasiti sve uređaje za vruće poslove, zatvoriti plinske boce i uputiti se poprečno od smjera puhanja vjetra prema mjestu okupljanja.

U slučaju alarma iz višestrukog upozoravajućeg uređaja, svi radovi moraju biti prekinuti. Područje se mora odmah zatvoriti, napustiti i obavijestiti kontrolnu sobu putem radija ili putem telefona iz proizvodnog pogona.

Evakuiranje

Zaposlenici napuštaju skelu od kolone preko stubišta za bijeg koje se nalazi na obje strane skele. Dizalo se ne smije koristiti u slučaju alarma. U ovakvim slučajevima rukovatelj dizala mora isključiti FI prekidač dizala.

Zaposlenici napuštaju skelu preko tornjeva za evakuaciju koji su smješteni na na zapadnoj i istočnoj strani. Da bi to učinili, zaposlenici se mogu orijentirati prema odgovarajućim znakovima puta za bijeg i spašavanje (vidi sliku 29). Oni se nalaze u svim smjerovima i na svim razinama. Znakovi za hitne slučajeve pokazuju izravan put do sljedećeg izlaza za slučaj opasnosti.

Nakon napuštanja skele, treba brzo ali mirno poprečno od smjera puhanja vjetra potražiti mjesto okupljanja i tamo pričekati na daljnje upute. Mjesto okupljanja se smije napustiti tek kada vatrogasci provjere dali su sve prijavljene osobe uspješno napustile područje kolone tj. područje skele.



Slika 29. Oznake za bijeg i spašavanje [1]

Kako bi se moglo provjeriti dali su sve osobe napustili krug radova, vatrogasci mogu u slučaju alarma uzeti sve radne iskaznice sa info ploče gradilišta i poimenično provjeriti sve osobe. U slučaju da neka osoba fali, onda se pokreće potraga za tom osobom.

Povratak na posao

U slučaju jasnog alarma od proizvodnog pogona, rad se smije tek onda nastaviti kada više ne postoji opasnost u pogonu i nakon što su osobe zadužene za izdavanje dozvole za rad, izdale nove radne dozvole. U tu svrhu potrebna je nova pismena suglasnost za rad od strane nadzornog tijela i osobe koja izvodi radove.

U slučaju lažne uzbune, kontrolna soba proizvodnog pogona odlučuje hoće li se puštanje u rad dati usmeno ili pismeno.

7.3.2.2 Čuvar ulaza „Mannlochwache“

Ova osoba je posebno obučena osoba koja se mora nalaziti pred ulazom u uske prostore i ona je odgovorna za osobe koje se nalaze u toj prostoriji. Čuvar ulaza nosi narančasto-crveni prsluk visoke vidljivosti (kao identifikacijsku oznaku).

On je uvijek neposredno na ulazu i održava vizualni/pozivni kontakt s onima koji su ušli. Osim toga prilikom svakog prekida posla ili nakon pauze on mora napraviti ponovljeno mjerenje atmosfere i plinova u datom prostoru i to mora unijeti u protokol mjerenja „Messprotokol“. On izvršava ova mjerenja sa takozvanim uređajem za višestruko mjerenje plinova „Multiwarngerät“ koji mora imati senzore za O₂, H₂S, CO, CH₄ i potrebi SO₂.

Messprotokoll für : _____				
Erste Messung am : _____ um _____ Uhr _____ t von _____				
Unterschrift	Anlage / Name	Bt	Beau	Mannlochwache / Name
MAK - Wert :	KW in ppm:	H2S in ppm:	ppm:	In O ₂
EX / OX	UEG in % :	O2 in % :	H2S	CL
Datum	UEG in % / O2 in % / H2s in ppm / CO		Name	Zeit
	/ /			
	/ /			
	/ /			
	/ /			
	/ /			
	/ /			
	/ /			
	/ /			
	/ /			
	/ /			
	/ /			
	/ /			

Slika 30. Protokol mjerenja atmosfere [1]

7.3.2.3 Plan spašavanja - Projekt “ Saniranje kolone D007“

U slučaju nezgode na koloni D007 predviđen je sljedeći postupak spašavanja djelatnika od strane vatrogasne postrojbe pogona.

Rukovatelj dizala ima zadatak dati upute vatrogascima na licu mjesta.

Spašavanje zaposlenika do 10. razine skele

Teleskopska jarbolna platforma (TMB) vatrogasne postrojbe se može produžiti do 10 razine kolone, tako da se zaposlenik može transportirati do 0 m. U tu svrhu, teleskopska jarbolna platforma (TMB) postavljena je na crveno označenu površinu južno od kolone. Područje označeno crvenom bojom stoga uvijek mora biti slobodno.

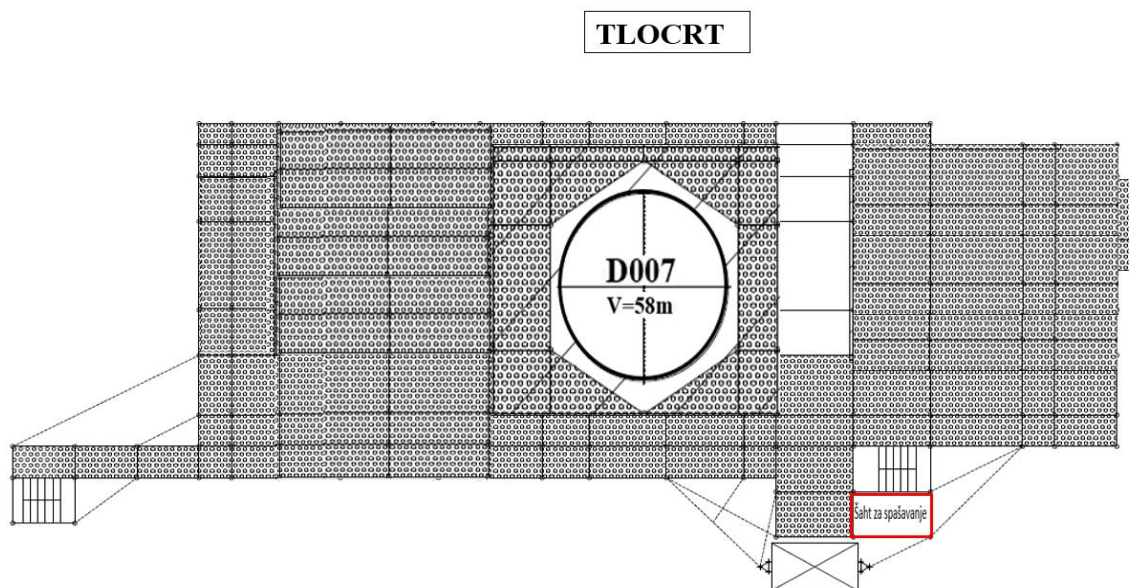
Spašavanje zaposlenika iznad 10. razine skele

U slučaju da zaposlenik doživi nesreću na 11. razini na ili višim razinama skele, definiran je sljedeći postupak spašavanja. U fazi planiranja će se ozlijeđenog radnika će vatrogasci sa 10. + X razine skele sa uređajem za spašavanje sa visine i sa pojasom za spašavanje spustiti kroz šaht za

spašavanje do 10. razine skele. Ova razina se označava sa crvenim znakom i bijelim križom te će služiti za potrebe spašavanja, mora biti ograđena i ne smije se koristiti za druge djelatnosti. Za vješanje uređaja za spašavanje sa visine će na najgornjoj razini skele iznad šahta za spašavanje biti postavljene tzv. vješala za spašavanje. Šaht za spašavanje nalazi se uz dizalo na južnoj strani konstrukcije skele. Od razine 10 ozlijeđeni se zaposlenik spušta na 0 m s pomoću teleskopske jarbolne platforme (TMB) kako je opisano pod točkom 6.2.1).

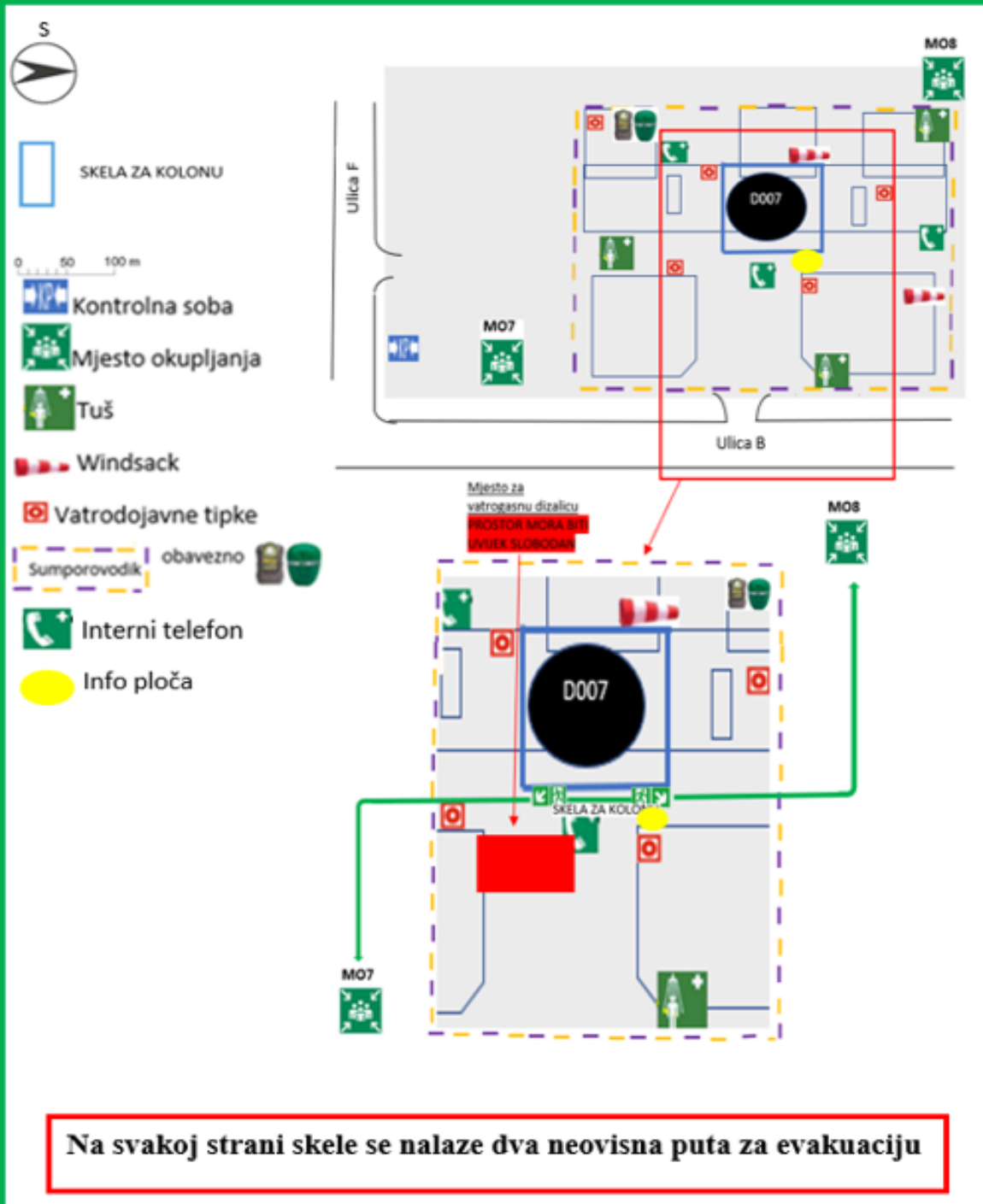
Upućivanje hitnog poziva

Hitni poziv može se uputiti izravno vatrogascima preko operatera dizala. Ovdje je dostupan radio u liftu. Partnerske tvrtke koje rade na stupnim skelama također imaju radio i mogu uputiti hitne pozive putem kontrolne sobe pogonske jedinice. Oni mogu odmah obavijestiti vatrogasce.



Slika 31: Tlocrt skele i šahta za spašavanje [1]

Plan evakuacije i spašavanja



Slika 32. Kolona D007 - plan bijega i spašavanja [1]

7.4 Dozvola za ulazak u kolonu D007

Kada su sve gore navedene opasnosti isključene i kada je utvrđeno da ne postoji mogućnost nastanka opasnosti koje su nabrojane u procjeni rizika opasnost te kada je koncept spašavanja napravljen i usuglašen sa svim relevantnim osoba izdaje se dozvola za slobodan ulazak u kolonu D007.

Befahren von Behältern / Schächten

1 gültig von _____ Datum _____ bis _____ Datum _____ Mögliche Arbeitszeit von _____ Uhrzeit _____ bis _____ Uhrzeit _____

2 Ort _____ Lager/Abt. _____ Bau _____ Anlagenort _____

3 Objekt _____ genaue Bezeichnung des Behälters/Schachtes _____ oder _____ Anzahl freigegebener Öffnungen _____ freigegebene Einsteigöffnung _____

4 Behälterraum ist: nein ja

5 gespült mit Wasser Dampf Stickstoff _____

7 abgetrennt abgesteckt Plan _____ abgeschiedet abgefänscht und abgeblendet

8 gesichert mess- und regeltechnisch mechanisch elektrisch Schließschein Nr. _____

9 besondere _____ Sicherheitsmaßnahmen vor Befahren _____

10 Betriebs- und sonstige Prüfungen Prüfung durch: _____ Prüfungzeitpunkt: _____ Ort der Messung/Prüfung: _____

zu bestimmenden Stoffanteile: Entzündbar Sauerstoff Kohlenwasserstoff H₂S CO Kohlenmonoxid

IR-Freigabewert < 10% UEG ≤ 21,5 Vol.-% ≥ 20 Vol.-% < 10 ppm < 100 ppm < 15 ppm

Zeitpunkt der Messung Datum _____ Uhrzeit _____ [% UEG] _____ [Vol.-%] _____ [ppm] _____

Messwerte eingetragen _____ Unterschrift _____

11 weitere Bemerkungen _____

12 Arbeitsstelle Belüftung freie Lüftung / natürlich _____

13 Atemschutz erforderlich Isoliergerät Filtergerät Partikel Dichtfilter

14 Arbeitsausführung/Eintritt unter ständiger Beobachtung mit Atemschutz Sicherungsposten Mannloch mitzuführen

15 Warngerät benutzen ja nein Überwachung mit _____

16 besonderen Augen-/Gesichtsschutz tragen nein ja Korbbrille _____

17 besonderen Körperschutz tragen nein ja Schutzhandschuhe Schutzanzug Hitze Flammschutzkleidung BTX-Aromaten _____

18 weitere Maßnahmen nein ja Schutzausrüstung beruhen zum Retten Gehörschutz verwenden

Befahrerlaubnis erteilt: _____ obigen Zustand des Befahrerraumes bestätigt: _____

19 Freigabe ja nein

Antwortsicht Datum _____ 1. Name / Unterschrift _____ Datum _____ Uhrzeit _____ 2. Name / Unterschrift _____

Slika 33. Dozvola za ulazak u uske prostorije i šahtove [1]

Označavanje dozvoljenih mjesta ulaza u uske prostore i spremnike

Najčešće kolone i razni spremnici imaju više mogućih ulaza, ali je samo jedan određen kao službeni ulaz i samo se ovaj ulaz smije primjenjivati za ulaz i izlaz osoblja iz uskih prostorija i spremnika. Ovaj ulaz se označava s tablom „FREIGABE BEGEHEN“ tj. dozvoljen ulaz i na njega se također unose vrijednosti od prve dnevne provjere plinova. Osim toga tu se upisuje ime mjeritelja plinova, firma i ime čuvara ulaza te broj ljudi koji se nalaze unutra. Kada su radovi gotovi ovaj ulaz se mora čvrstom fizičkom „X“ zaprekom blokirati.



Slika 34. Oznaka dozvoljenog ulaza u spremnik [1]



Slika 35. Oznaka blokiranog ulaza u spremnik [1]

7.5 Plan gašenja požara zapaljivih tekućina kod jedne kolone

Sustav za gašenje pjenom

Kod opasnosti od brzog širenja požara, pogotovo požara zapaljivih tekućina gdje gašenje vodom ne jamči pouzdano gašenje požara uglavnom se na ovakvim mjestima koristi sustav za gašenje požara sa pjenom.

U sustavima za gašenje pjenom pjenilo se dodaje u vodu u određenim koncentracijama. Postoje različite vrste sredstava za pjenjenje i koriste se prema zahtjevima korisnika.

Učinak gašenja temelji se na gušenju vatre jer se pjena širi po vatri i tako ga odvaja od potrebnog dovoda kisika. Opasne tvari također se odvajaju od kisika nastalim parama, čime se smanjuje opasnost od eksplozije. Osim toga, vatra se hladi sadržajem vode u sredstvu za pjenu.

Sustav za gašenje pjenom može biti izveden i kao polustacionarni sustav gdje se proces gašenja ne pokreće automatski, već ga osigurava vatrogasna postrojba u određenom vremenu. Sustav za gašenje djeluje tek nakon što vatrogasna postrojba dostavi sredstvo za gašenje.

Zbog vremenskog ograničenja, ovaj zahtjev ne može ispuniti javna vatrogasna postrojba pa u pravilu mora postojati vatrogasna postrojba poduzeća.

Kod planiranja polustacionarnog sustava gašenja mora se uvijek nadzirati požarno ugroženi objekt s protupožarnom dojavnom centralom koja je automatski spojena sa vatrogasnom postrojbom poduzeća te na taj način šalje automatski signal u slučaju pojave plamena te oni provode daljnje radnje uključivanja protupožarnih sredstava.



Slika 36. Kolone - javljači požara [1]

Kod automatskog sistema javljanja požara, javljači požara šalju signal protupožarnoj centrali gdje ista aktivira i pokreće postupak gašenja. U ovom postupku se u određenoj koncentraciji miješaju pjena i voda te se ta mješavina pod pritiskom od 12 bara upumpava u sredstva za gašenje požara. Ovdje nastala teška pjena se onda sa različitim sredstvima kao što su sprinkler sustavi, cijevi za protupožarnu pjenu te topovima za bacanje pjene polijeva po vanjskoj stijenci kolone.



Slika 37. Kolone - različiti sustavi za gašenje požara sa pjenom [1]

8. ZAKLJUČAK

U rafinerijama za preradu nafte nalaze se velike količine zapaljivih tvari što predstavlja veliku opasnost od požara i eksplozija. Svaki incident, odnosno svako curenje nafte te njenih prerađevina predstavlja velik rizik za okoliš i za građane koji žive u krugu rafinerije. Svakako najveću opasnost imaju radnici koji svakodnevno rade na održavanju u proizvodnim dijelovima rafinerije i oni se moraju držati točno propisanih procedura rada kako bi sve funkcioniralo kako treba i kako bi svi na kraju dana živi i zdravi došli kući svojim obiteljima. Cilj ovoga rada je da se skrene pozornost na dva važna čimbenika u procesu zaštite od požara u rafineriji nafte. Jedan čimbenik su sva moguća tehnička sredstva koja služe za zaštitu i gašenje od požara, a drugi čimbenik su sve moguće procedure i pripremni radovi kako bi se smjeli vršiti popravci u proizvodnom pogonu u krugu rafinerije.

Razna tehnička sredstva i pomagala koja služe za dojavu požara te za samo gašenje potrebno je održavati po najvišim standardima i normama te ove radove smiju odrađivati samo stručno školovane osobe.

Razne pripreme procedure, procjene opasnosti i razni koncepti spašavanja su najviše usmjereni na samu zaštitu tih stručnih radnika, koji održavaju sve ove pogone i bez čijeg znanja i truda bi bilo nemoguće provoditi razne procese prerade nafte i drugih prerađevina. Bez ovih stručnih ljudi današnji stil života bi bio nezamisliv.

9. LITERATURA

1. Slika vlastiti izvor
2. Landesfeuerwehrschule Baden-Württemberg: Brennen und Löschen
3. Mayr, Josef / Battran, Lutz: Handbuch Brandschutzatlas, Baulicher Brandschutz
4. Martin Swoboda / Andrea Schwarz-Hausmann: Praxishandbuch Brandschutz
5. Brandschutz, Gefahrstoffe in Chemie | Schülerlexikon | Lernhelfer (pristupio 02.09.2024)
6. ASI 9.30: Brandschutz im Kleinbetrieb
7. <https://technikaktuell.com/wie-funktioniert-eine-raffinerie/>
8. Östereicher Bundes Feuerwehr Verband
9. Ing. Rudolf Mark „Freigabe Feuergefährlicher Tätigkeiten“
10. Verordnung über brennbare Flüssigkeiten 2023 – VbF 2023
11. AUVA M330 Lagerung von gefährlichen Arbeitsstoffen
12. Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
13. DGUV Regel 100-500 „Betreiben von Arbeitsmitteln Kapitel 2.26 Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“
14. ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (AschG)
15. Allgemeine Arbeitnehmerschutzverordnung (AAV)
16. Grenzwerteverordnung (GKV)
17. https://www.draeger.com/de_at/Products/X-am-8000- pristupljeno dana 22.10.2024
18. Arbeitsinspektorat „Befahren von Behältern und Gruben“
19. Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz (8. GSGV)
20. Verordnung Persönliche Schutzausrüstung PSA-VO
21. BG RCI A 4.5 Arbeiten in engen Räumen
22. Novelle der VbF 2023 – Verordnung brennbare Flüssigkeiten 2023 tritt am 1. Juli 2024 in Kraft BGBL. II Nr. 141/2024
23. Betriebssicherheitsverordnung BetrSichV
24. Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)
25. PSA-Richtlinie (89/686/EWG)
26. Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz (8. GSGV)
27. PSA-Benutzungsverordnung (PSA-BV)
28. Unfallverhütungsvorschrift "Allgemeine Vorschriften " (BGV A1)
29. Regeln der Berufsgenossenschaft (BGR) 189-201

10. PRILOZI

10.1 Popis slika

Slika1: Trokut izgaranja	2
Slika 2: Prikaz klasa požara i sredstava za gašenje.....	3
Slika 3: Nastanak požara.....	6
Slika 4: Ponašanje požara.....	6
Slika 5: Shematski prikaz podjele zaštite od požara.....	9
Slika 6: Osobna zaštitna oprema.....	15
Slika 7: Prikaz leta otopljenog spricajućeg metall.....	17
Slika 8: Istiskivanje kisika iz spremnika sa inertnim plinovima.....	18
Slika 9: Istiskivanje kisika iz spremnika sa vodom.....	19
Slika 10: Eksplozija kipuće tekućine koja se širi parom.....	20
Slika 11: Transportne oznake na vozilima.....	21
Slika 12: Transportne oznake na vozilima	22
Slika 13: Globalno harmonizirani sustav (GHS).....	23
Slika 14: Skladištenje zapaljivih tekućina.....	24
Slika 15: Novo označavanje skladišta u skladu s Odredbom o označavanju (KennV).....	25
Slika 16: Dozvola za zavarivanje.....	31
Slika 17: Skica kolone sa mjestima ulaza (DN600).....	32
Slika 18: Kolona D007 sa ulazima i prikazom razine vode.....	34
Slika 19: Zaključavanja armatura i ventila.....	35
Slika 20: Izolacijske metode u fazi planiranja.....	37
Slika 21 i 22: Slijepa prirubnica „Blindscheibe“.....	37
Slika 23: Uređaj za mjerenje plinova u u zatvorenom prostoru.....	39
Slika 24. Stacionarni uređaj za mjerenje plinova u u zatvorenom prostoru.....	40
Slika 25. Mobilni uređaj za mjerenje plinova u u zatvorenom prostoru.....	40
Slika 26. Izolacijski transformator.....	41
Slika 27. Djelovanje izolacijskog transformatora.....	41
Slika 28: Kolona D007 sa skelom.....	42
Slika 29: Oznake za bijeg i spašavanje.....	44
Slika 30: Protokol mjerenja atmosfere.....	45
Slika 31: Tlocrt skele i šahta za spašavanje.....	46

Slika 32: Kolona D007 - plan bijega i spašavanja.....	47
Slika 33. Dozvola za ulazak u uske prostorije i šahtove	48
Slika 34: Oznaka dozvoljenog ulaza u spremnik.....	49
Slika 35: Oznaka blokiranog ulaza u spremnik.....	49
Slika 36: Kolone - javljači požara.....	50
Slika 37: Kolone - različiti sustavi za gašenje požara sa pjenom.....	51

10.2 Popis Tablica

Tablica 1: Primjeri ograničenja eksplozije.....	4
Tablica 2: Primjeri zapaljivih tekućina i točaka plamišta i zapaljenja.....	13
Tablica 3: Zapaljive tekućine grupe A.....	20
Tablica 4: Zapaljive tekućine grupe B.....	21