

# POŽAR U RAFINERIJU NAFTE SISAK 20. 6. 2011.

---

**Marjanić, Dražen**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2020**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:751487>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-14**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

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



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu

Odjel sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Dražen Marjanić

# **POŽAR U RAFINERIJI NAFTE SISAK**

**20.06.2011.**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2020.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional graduate study of Safety and Protection

Dražen Marjanić

**FIRE IN THE SISAK OIL RAFINERY  
20.06.2011.**

FINAL PAPER

Karlovac, 2020.

Veleučilište u Karlovcu

Odjel sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Dražen Marjanić

# **POŽAR U RAFINERIJU NAFTE SISAK**

**20.06.2011.**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Lidija Jakšić, mag.ing.cheming.

Karlovac, 2020.



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



## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Specijalistički studij: Sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita od požara

Karlovac, 2020.

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Dražen Marjanić

Matični broj: 0420418012

Naslov: Požar u rafineriji nafte Sisak 20.06.2011.

Opis zadatka:

Cilj rada je proanalizirati uzrok i posljedicu požara koji se dogodio u rafineriji nafte Sisak, dana 20.06.2011. godine, te ukazati na propuste u održavanju i pregledima postrojenja prije puštanja novog postrojenja u rad.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

Lipanj 2020.

Rujan 2020.

Rujan 2020.

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Lidija Jakšić, mag.ing.cheming., predavač

mr.sc. Snježana Kirin, viši predavač

## **PREDGOVOR**

Stručni završni rad može poslužiti kao priručnik za studente, ali i za sve koji se bave poslovima vezanim za sigurnost i zaštitu na radu te svima koji rade u industriji nafte i naftnih derivata. Materijali za izradu rada prikupljeni su u knjižnici Veleučilišta u Karlovcu, na internet stranicama Ministarstva zaštite okoliša, na internet stranici Rafinerije nafte Sisak i na službenim stranicama drugih rafinerija na području Republike Hrvatske. U svrhu izrade ovog završnog rada proučavani su i magistarski i doktorski radovi na slične teme pisani u razdoblju od 2015. do 2020. godine.

Rad je pisan individualiziranim pristupom uz konkretno stečeno predznanje osnovne materije od strane autora rada te stečeno radno iskustvo radom u Rafineriji nafte Sisak. Rad sadrži prikaz i opis uzroka te posljedica nastanka požara koji je izbio u Rafineriji nafte Sisak dana 20.06.2011. kao i postupke spašavanja materijalnih vrijednosti te ljudskih života u Rafineriji nafte Sisak na dan nastanka požara. Izabranom koncepcijom ne izlazi se iz zadanih okvira, a ujedno se osigurava više prostora za stvarnu, praktičnu namjenu, a to je sačuvati sažeti materijal koji može poslužiti u obrazovanju ili usavršavanju svakome tko je dio struke zaštite na radu, industrije prometa i građevinarstva.

Rad sadrži shematske prikaze, slike i druge korisne sadržaje koji su do sada parcijalno obrađivani u domaćoj stručnoj literaturi. Rad je rezultat stečenog znanja autora tijekom pohađanja odjela Sigurnosti i zaštite na Veleučilištu u Karlovcu te proučavanja niza domaćih i inozemnih stručno-znanstvenih materijala. Onima koji budu željeli proširiti svoja znanja iz područja tematike rada na raspolaganju je brojna literatura na kraju ovog rada.

Ovom se prilikom posebno zahvaljujem se svojoj mentorici na prenesenom znanju te ukazanom povjerenju, razumijevanju, usmjeravanju te pomoći prilikom pisanja ovog završnog rada. Zahvaljujem se profesorima Veleučilišta u Karlovcu, Odjela sigurnosti i zaštite te svojim kolegama na pruženoj potpori tijekom mog školovanja. Zahvaljujem se i svojoj obitelji na ukazanom razumijevanju i potpori tijekom razdoblja mog studija.

## SAŽETAK

Rafinerije su postrojenja u kojima zbog djelatnosti skladištenja, transporta i prerade nafte i naftnih derivata opasnost od izbijanja požara i eksplozija svakodnevna opasnost. Rafinerije imaju interne dokumente temeljem kojih se vrši prevencija nastanka požara i eksplozija, ali i na temelju kojih se djeluje u slučaju nastanka istih kako bi se u što kraćem vremenskom roku spasilo ljudstvo rafinerije, a zatim i postrojenja i sva materijalna vrijednost. Dana 20. lipnja 2011. godine u 10.48 sati dogodio se požar u Rafinerija nafte Sisak. Požar je nastao u cijevnom kanalu magistralnih cjevovoda sirove nafte, benzina, slopa, lož ulja, plinskih ulja i plina propan butan. Ovi cjevovodi povezuju procesna postrojenja na KP – 6, KP – 7 i skladišni prostor posredstvom manipulacije preko pumpaonica. Do požara je došlo kada je procesno postrojenje KP – 7 bilo u fazi kretanja. Sirovina koja je trebala doći do postrojenja išla je iz prenamjenjenog spremnika A – 3, koji je prije bio u funkciji drugoga. U ovom radu pokušat ću iz izvora koji su mi dostupni istražiti uzrok požara, a vođen istražnim pitanjima i počelima istrage. Šest radnika je ozlijeđeno, od toga jedan je zadobio teške tjelesne ozljede.

**Ključne riječi :** *požar, Rafinerija nafte Sisak, magistralni cjevovod, KP-6, KP-7, istraga.*

## **ABSTRACT**

Refineries are plants in which due to the activities of storage, transport and refining of oil and oil derivatives, the danger of fire outbreaks and explosions is a daily danger. Refineries have internal documents on the basis of which fires and explosions are prevented, but also on the basis of which they act in the event of them in order to save the refinery's personnel as soon as possible, and then the plants and all material value. On June 20, 2011, at 10:48 a.m., a fire broke out in the Sisak Oil Refinery. The fire broke out in the pipeline of the main pipelines of crude oil, gasoline, slopa, heating oil, gas oils and propane butane gas. These pipelines connect process plants to KP - 6, KP - 7 and storage space through manipulation via pumping stations. The fire occurred when the process plant KP - 7 was in the phase of movement. The raw material that was supposed to reach the plant came from a converted tank A - 3, which was previously in the function of another. In this paper, I will try to investigate the cause of the fire from the sources available to me, guided by investigative questions and the beginnings of the investigation. Six workers were injured, one of them sustained severe bodily injuries.

**Keywords :** *fire, Sisak Oil Rafinery, mail pipeline, KP-6, KP-7, investigation.*



## SADRŽAJ

|  |     |
|--|-----|
| ZAVRŠNI ZADATAK.....   | I   |
| PREDGOVOR .....  | II  |
| SAŽETAK .....  | III |
| ABSTRACT .....   | IV  |
| 1.UVOD .....   | 1   |
| 1.1.Predmet i cilj rada.....   | 1   |
| 1.2.Izvori podataka i metode prikupljanja.....                                 | 1   |
| 1.3.Sadržaj i struktura rada.....  | 1   |
| 2.RAFINERIJA NAFTE SISAK .....   | 3   |
| 2.1.Karakteristike KP – 6 .....  | 8   |
| 2.1.1.Tehnološki procesi u KP – 6 .....  | 9   |
| 2.2.Karakteristike KP – 7 .....  | 19  |
| 2.2.1.Tehnološki procesi u KP – 7 .....  | 19  |
| 2.3.Požarne opasnosti u KP – 6 i KP – 7.....                                   | 32  |
| 2.3.1.Procjena rizika i preventivne mjere zaštite od požara i eksplozija ..... | 34  |
| 3.KARAKTERISTIKE NAFTE I NAFTNIH DERIVATA .....                                | 39  |
| 3.1.Fizikalna i kemijska svojstva nafte i naftnih derivata.....                | 39  |
| 3.2.Mjere prve pomoći .....  | 40  |
| 3.3.Zaštita od požara .....  | 41  |
| 3.4.Mjere kod slučajnog ispuštanja.....  | 41  |
| 3.5.Rukovanje i skladištenje .....   | 42  |
| 3.6.Stabilnost i reaktivnost.....  | 42  |
| 3.7.Toksičnost .....   | 42  |
| 3.8.Zbrinjavanje .....   | 42  |
| 4.PRAVNI OKVIR ZAŠTITE OD POŽARA U REPUBLICI HRVATSKOJ.....                    | 43  |
| 5.TEHNIČKA ANALIZA I SPECIFIČNOSTI POŽARA 20.06.2011.....                      | 51  |

|  |    |
|--|----|
| 5.1.Posljedice nesreće po ljudstvo i okoliš.....                           | 53 |
| 5.2.Uloga i zadaće službe za zaštitu od požara Rafinerije nafte Sisak..... | 57 |
| 5.3.Sigurnosni pregled prije početka rada .....                            | 66 |
| 5.4.Nedostak analize opasnosti.....  | 66 |
| 5.5.Hijerarhija kontrole.....  | 67 |
| 5.6.Analiza scenarija zatajenja .....                                      | 67 |
| 5.7.Promjene uvedene nakon nesreće .....                                   | 68 |
| 6.KRITIČKI OSVRT I PREPORUKE ZA POBOLJŠANJE.....                           | 69 |
| 7.ZAKLJUČAK.....   | 72 |
| 8.LITERATURA .....   | 73 |
| 9.PRILOZI.....   | 74 |

# **1.UVOD**

## **1.1.Predmet i cilj rada**

Rafinerije su postrojenja koja su zbog prirode djelatnosti izložena brojnim opasnostima, a posebice požarnim te opasnostima od nastanka eksplozija. Svaka rafinerija, pa tako i Rafinerija nafte Sisak ima vlastitu vatrogasnu službu koja je u dežurstvu 24 sata na dan te se svi zaposlenici tijekom rada strogo pridržavaju propisa internih dokumenata Rafinerije, a to su *Procjena ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije* te *Plana zaštite od požara i tehnološke eksplozije*. Usprkos edukaciji svih zaposlenika te pridržavanju mjera i propisa propisanih u spomenutim internim dokumentima, dana 20. lipnja 2011. godine u 10.48 sati dogodio se požar u Rafinerija nafte Sisak. Požar je nastao u cijevnom kanalu magistralnih cjevovoda sirove nafte, benzina, slopa, lož ulja, plinskih ulja i plina propan butan. Predmet ovog rada je analiza uzroka i posljedica požara u Rafineriji nafte Sisak, a cilj rada je ukazati na potencijalne propuste u održavanju i pregledima postrojenja te dati kritički osvrt i preporuke za poboljšanje djelatnosti proizvodnje, prerade i skladištenja nafte i naftnih derivata u Rafineriji nafte Sisak kako bi se u budućnosti spriječili slični scenariji kakav je bio dana 20.06.2011. godine.

## **1.2.Izvori podataka i metode prikupljanja**

U svrhu istraživanja problematike rada korišteni su različiti izvori podataka, od stručnih knjiga do internet stranica područja sigurnosti i zaštite na radu, prava te vatrogastva. Rad istražuje, proučava i analizira sekundarne podatke. Pri prezentaciji podataka korištene su znanstvene metode analize, klasifikacije, indukcije, dedukcije te deskripcije.

## **1.3.Sadržaj i struktura rada**

Ovaj diplomski rad čini ukupno sedam poglavlja. Prvo poglavlje je uvod raščlanjen na predmet i cilj rada, izvore podataka i metode prikupljanja te sadržaj i strukturu rada. Drugo se poglavlje odnosi na opće podatke o Rafineriji nafte Sisak, a treće na karakteristike nafte i naftnih derivata. Četvrto se poglavlje odnosi na pravni okvir zaštite

od požara u Republici Hrvatskoj, a peto na analizu i specifičnosti požara 20.06.2011..  
Šesto pogavlje donosi kritički osvrt i preporuke za poboljšanje. Rad završava  
zaključkom, popisom korištene literature i popisom priloga.

## 2.RAFINERIJA NAFTE SISAK

Rafinerije nafte su velika procesna industrijska postrojenja u kojima se iz sirove nafte različitim procesima izdvajaju naftni derivati poput tekućeg plina, mlaznih goriva i slično koji su potrebni krajnjim korisnicima.

Razlikuju se sljedeći oblici rafinerija : [1]

1. Najjednostavniji tip rafinerije - rafinerije koje imaju samo atmosfersku destilaciju, katalitički reforming i proces rafinacije,
2. Složeni tip rafinerije – rafinerije koje osim postrojenja iz grupe 1. sadržavaju i postrojenja za vakuum-destilaciju (tzv. *katalitički kreking*),
3. Kompleksne rafinerije – rafinerije koje uključuju i proizvodnju mazivih ulja,
4. Petrokemijske rafinerije – rafinerije koje obuhvaćaju i petrokemijska postrojenja.

Rafinerije se prema vrsti tehnologije koju koriste dijele na : [1]

1. Hydroskiming rafinerije – najjednostavniji tip rafinerije gdje se benzin dobije miješanjem primarnog benzina (butana).
2. Rafinerije s katalitičkim krekingom – rafinerije koje se grade kada se želi proizvesti veća količina benzina.
3. Rafinerije za duboku konverziju - rafinerije koje omogućavaju veliku fleksibilnost prerade bez obzira na vrstu nafte, međutim troškovi investicija i prerade su vrlo visoki jer proces iziskuje velike količine vodika.
4. Rafinerije za duboku konverziju (tzv. *hidrokreking-koking*) – rafinerije u kojima se koks dobiven kokingom može iskoristiti kao gorivo u industriji, ili se spaljuje u niskokalorični plin, a troškovi proizvodnje su niži nego u ostalim tipovima rafinerija.

Vežano uz financiranje rafinerija, važno je naglasiti kako financiranja u djelatnosti rafiniranja uvelike ovisi o ponudi i potražnji na tržištu. Cijenu krajnjih produkta rafiniranja uvjetuju ekonomija, vremenski uvjeti, vrijednosti dionica naftnih i drugih kompanija u naftnoj industriji. Cijena dionica ovisi o potražnji, odlukama vlasti i akcijama OPEC-a (*Organization of the Petroleum Exporting Countries*). OPEC-a je udruženje država izvoznika nafte koje kontrolira cijenu i količinu nafte koja će se proizvesti. Države članice OPEC-a su Alžir, Indonezija, Iran, Irak, Kuvajt, Libija,

Nigerija, Katar, Saudijska Arabija, Ujedinjeni Arapski Emirati i Venezuela. [2] OPEC-a ima ukupno 11 članica koje proizvode oko 40% ukupne svjetske proizvodnje nafte, a u potvrđenim zalihama ima 3/4 ukupno potvrđenih zaliha u svijetu. [2]

Industrija nafte d.d. (INA,d.d.) je srednje velika europska naftna kompanija koja ima vodću ulogu u naftnom poslovanju u Republici Hrvatskoj te značajnu ulogu u regiji. INA je osnovana 1. siječnja 1964. spajanjem *Naftaplina* (tvrtke za istraživanje i proizvodnju nafte i plina) s rafinerijama u Rijeci i Sisku. [3] Danas je INA naftna kompanija sa značajnom ulogom u jugoistočnoj Europi u istraživanju i proizvodnji nafte i plina, preradi nafte te distribuciji nafte i naftnih derivata.

Rafinerija nafte Sisak ima dugu povijest. Osnivač rafinerije je židovska obitelj Mayer-Marić, a rafinerija je osnovana davne 1926. godine. [3] Razvila se iz Shellovog skladišnog prostora sagrađenog 1923. godine na ušću rijeke Kupe u Savu. Na istoj lokaciji Shell 1927. godine gradi kotlovsku destilaciju s dnevnim preradbenim kapacitetom od 170 tona. [3] Sirovina i derivati transportirani su teglenicama Savom i željezničkim cisternama.

Domaća se nafta počinje prerađivati 1940. godine, a rafinerija tada godišnje prerađuje 96.000 tona nafte i proizvodi 200 vrsta derivata.[3] U godinu dana sagrađena je nova rafinerija nafte koja je započela s radom 1927. godine, uz kašnjenje jer je otkriveno da nije dovoljno ispitan sigurnosni dio. [3] Kapacitetom od gotovo 60 tisuća tona nafte godišnje bila je to druga rafinerija po veličini u Jugoslaviji, nakon rafinerije u Bosanskom Brodu. [4]

Rafinerija nafte Sisak je kompleksna rafinerija koja prerađuje smjesu domaćih nafti i uvoznju naftu, a ubraja se u djelatnost energetike te obuhvaća sljedeće : [4]

- postrojenja sa izgaranjem, nazivne toplinske snage preko 50MW,
- rafineriju mineralnih ulja i plinova.

Rafinerija raspolaže proizvodnim procesima za primarnu i sekundarnu preradu sirove nafte. U primarnim postrojenjima dolazi do fizičke separacije prisutnih ugljikovodika u sirovoj nafti. U sekundarnim procesima dolazi do kemijske transformacije proizvoda dobivenih primarnom preradom te njihovog fizičkog razdvajanja u proizvode od kojih

su neki konačni rafinerijski proizvodi, a većina tek namješavanjem (tzv. *blendingom*) daje konani rafinerijski proizvod. Po završenoj pripremi i provedenoj kontroli kvalitete, proizvod se otprema na tržište. U sklopu kompleksa rafinerije nalaze se objekti namijenjeni za tehničke i administrativne poslove, preradbena postrojenja, skladišni prostor i prateći objekti.

U užem smislu Rafinerija nafte Sisak je smještena u južnoj industrijskoj zoni grada Siska, neposredno uz ušće rijeke Kupe u Savu (slika 1). Sa zapadne strane Rafinerija nafte Sisak je omeđena prometnicom koja vodi kroz ulice Aleja narodnih heroja i Braće Bobetko, te željeznicom prugom Zagreb-Volinja koja je povezuje sa Željeznikom transportnim sustavom Hrvatskih željeznica.



Sl. 1. Rafinerija nafte Sisak [3]

U širem smislu, Rafineriju nafte Sisak, odnosno grad Sisak, okružuju dijelovi manjih geografskih cjelina Turopolja, Pokuplja, Banovine i Srednje Posavine. Sisak je u odnosu na navedene cjelina položen periferno, odnosno gledajući ovaj prostor cjelovito, on se u njemu ističe svojim središnjim položajem. Ukupna površina kruga Rafinerije nafte Sisak iznosi oko 170 ha. Riječ je o dva neovisna prostora međusobno odvojena prometnicom koja vodi do Termoelektrane Sisak.

Stari dio Rafinerije je izgrađen u periodu od 1954. do 1971. godine. [4] Novi dio Rafinerije je izgrađen u periodu od 1979. do 1986. godine i u njemu su smještena postrojenja KP - 6, KP - 7 te Dorada produkata sa skladišnim prostorom. [4] Od šest kombiniranih postrojenja predratne Rafinerije, danas je u radu samo prošireno

postrojenje KP4 i KP6, odnosno tzv. *mala rafinerija* koja rabi samo poneku sekciju bivših postrojenja.

Najveći investicijski ciklusi Rafinerije nafte Sisak, radi povećanja kapaciteta i kompleksnosti Rafinerije, bili su početkom 70-ih i 80-ih godina, odnosno krajem 90-ih godina prošlog stoljeća. Tada propisi o kakvoći goriva, odnosno propisi zaštite okoliša u današnjem smislu nisu postojali ili su bili tek pred donošenjem. Najvažniji razvojni ciklus bio je onaj kada je Rafinerija iz hidroskiming rafinerije prevedena u Rafineriju sa dubokom konverzijom. [4] Zbog postojanja tzv. *Claus procesa* kao rekuperacijske jedinice za sumpor, najtočnija definicija tehnološke cjelovitosti Rafinerije je da je to Rafinerija s relativno dubokom konverzijom i kontrolom sumpornih spojeva. [4]

Postojeće tehnološko stanje karakterizira sklop postrojenja koji su međusobno povezani u jednu zajedničku tehničko-tehnološku cjelinu u kojoj se godišnje prerađuje oko 2,0mil/t sirove nafte. Projektni kapacitet postrojenja iznosi 4.000.000 t/g. [4] Glavni komercijalni proizvodi Rafinerije su benzinsko i dizel gorivo, loživo ulje te ukapljeni naftni plin.

U cilju osiguravanja suvremenih standarda prerade sirove nafte u smislu osiguravanja željene kakvoće proizvoda (proizvodnja bez sumpornih motornih goriva u skladu sa zahtjevima kvalitete prema normama EN228 i EN590) i adekvatne zaštite okoliša provedena je modernizacija Rafinerije.

Tijekom modernizacije izgrađena su sljedeća nova postrojenja : [3]

1. kompleks za proizvodnju sumpora (SRU jedinica),
2. postrojenje za Hidrodesulfurizaciju FCC benzina i postrojenje Izomerizacije,
3. izvršena je rekonstrukcija HDS benzina u HDS plinskih ulja i koking benzina,
4. izvršena je rekonstrukcija dijela aromatskog kompleksa u sekciju Benzen kolonu i Spliter platformata te Sulf-x.

Procesi u postrojenju Rafinerije nafte Sisak su primarni (osnovni) i sekundarni procesi (rafinerijski ).

Primarni i sekundarni procesi su sljedeći : [5]



1. Atmosferska destilacija,
2. HDS benzina/Reforming benzina,
3. Fluidkatalitički krekning/Plinsko koncentraciona sekcija,
4. Koking/Kalcinator,
5. Vakum destilacija,
6. HDS plinskog ulja i koking benzina,
7. HDS plinskih ulja,
8. HDS FCC benzina (PrimeG+),
9. DEA i Merox UNP,
10. Merox LRS benzina i DEA Merox UNP,
11. SRU (Amin/Claus),
12. Bitumen,
13. Izomerizacija.

Ostali procesi su : [5]

1. Energetski sustavi,
2. Rashladni sustavi,
3. Prijem sirovine i otprema derivata te skladištenje i rukovanje materijalima,
4. Obrada otpadnih voda,
5. Sustav baklji i obrada kiselog plina,
6. Kanalizacijski sustav,
7. Skladištenje i postupanje s kemikalijama,
8. Obrada i zbrinjavanje otpada.

Rafinerija nafte Sisak danas predstavlja zaokruženu tehnološku cjelinu prerade nafte koja obuhvaća sljedeće djelatnosti : [4]

- dopremu sirove nafte,
- preradu nafte,
- namješavanje proizvoda,
- otpremu produkata,
- proizvodnju struje, vode i pare,
- obradu otpadnih voda.

Domaća nafta se doprema u Rafineriju naftovodom iz Stručca (Moslavina), te riječnim teglenicama koje pristaju u luci Crnac (Slavonija). Uz domaću prerađuje se i uvozna nafta koja se iz omišaljske luke transportira Jadranskim naftovodom do Rafinerije ili smjera Makarske (Virje). [3]

Zbog sustavne nebrige i neulaganja u rafineriju od njezina osnutka postrojenja rafinerije su dosta zastarjela te predstavljaju potencijalno veliku ekološku opasnost. Posljednjih destak godina došlo je do nekoliko restrukturiranja i modernizacije pogona i proizvodnje nafte i naftnih derivata, no u rafineriji postoji još mnogo problema i pogoni su još uvijek relativno zasterjeli. Rafinerija nafte Sisak godišnje preradi do 700.000 t nafte i proizvede derivate koji se prodaju kako na domaćem tako i na inozemnom tržištu. [3]

## **2.1.Karakteristike KP – 6**

Ukupna površina kruga Rafinerije iznosi oko 170 ha. Riječ je o dva neovisna prostora međusobno odvojena prometnicom koja vodi do Termoelektrane Sisak. *Stari dio* Rafinerije je izgrađen u razdoblju od 1954. do 1971. godine. U njemu je smješteno kombinirano postrojenje KP-4, STSI i Održavanje te Upravna zgrada.[6] *Novi dio* Rafinerije je izgrađen od 1979. do 1986. godine i u njemu su smještena postrojenja KP-6, KP-7, Dorada i manipulacija, Logistika, Kontrole kvalitete, Energetika i trafostanica, Postrojenje za obradu otpadnih voda, objekti rafinerijskog dijela JANAF – Terminal Sisak i Uprava proizvodnje.[6] Slijedi prikaz specifičnosti Kombiniranog postrojenja 6 (KP – 6) Rafinerije nafte Sisak na čijem je području izbio požar dana 20.06.2011. godine.

Kombinirano postrojenje 6 (KP-6) smješteno je unutar industrijskog kruga Rafinerije nafte Sisak. Namjena postrojenja je procesna. Postrojenje KP – 6 kao samostalna tehnološka cjelina smješteno je na prostoru južnog dijela Rafinerije. Sa sjeverne strane graniči sa postrojenjem KP – 7, dok su sa istočne strane industrijski željeznički kolosjeci i pretakališta autociserni, a sa južne strane nalaze se objekti skladišnog prostora Dorade i manipulacije 2 (DiM 2).[6] Sa zapadne strane nalaze se zgrade Laboratorija, Uprave proizvodnje i Kuhinje.[6]

Postrojenje KP – 6 prostire se na ravnoj površini koja ima geodetsku visinu od 98 metara nad morem. [6] Teren KP – 6 je ravan, pa se postrojenje nalazi na prostoru koji omogućava lagano kretanje i prilaz. Svi putovi i prometnice izvedene su od asfaltno – betonskog kolovoza zadovoljavajuće nosivosti (>150 kN) koje zadovoljavaju tražene uvjete nosivosti za teška teretna vozila i zadovoljavajuće su širine.[6] Ovi putovi su ujedno i vatrogasni pristupi i prilazi, te omogućavaju pristup svim lokacijama KP – 6 za potrebe vatrogasne intervencije i evakuacije u slučaju potrebe. Prilaz postrojenju za vatrogasna vozila omogućen je sa četiri strane.

Na lokaciji KP – 6 je zaposleno 42 radnika od toga 37 u kontinuiranom radu u smjenama (1, 2 i 3 smjena), dok 4 zaposlenika radi samo u prvoj smjeni (8 – 16 sati) + 1 sindikalni zaposlenik koji se ne nalazi na lokaciji.[6] Od ukupnog navedenog broja zaposlenika u 1. smjeni istovremeno se može naći 15- ak zaposlenika INA, uz stalno fluktuirajući broj vanjskih izvoditelja od oko 10 radnika koji obavljaju radne aktivnosti na lokacijama KP – 6. Osim u vremenima remonta ili zastoja, kada taj broj može biti i veći.

### **2.1.1.Tehnološki procesi u KP - 6**

Napajanje postrojenja sirovinom (kapacitet 6000 t/d), vrši se pumpama P-6101 A/B/C koje dobivaju sirovinu u odsoljivač. Na potrebnu temperaturu odsoljavanja sirovina se ugrije prolazom kroz izmjenjivače E-6101, E-6102 A/B i E-6103 A/B/C. U E-6101 sirovina se predgrijava petrolejom, u E- 6102 lakim plinskim uljem, a u E-6103 djelomično ohlađenim ostatkom. Djelovanje odsoljivača je u odvodnjavanju i odsoljavanju sirove nafte čime se postiže povećanje učinka toplinskih aparata i smanjenje korozije i onečišćenja uređaja.

Odsoljivač je dvostepeni. Sirova nafta se pumpama P-6101 A/B/C šalje u odsoljivač D-6104 A. U tok sirovine dodaje se voda iz drugog odsoljivača D-6104 B pumpom P6115 A.[6] Na usis pumpe P-6101 A/B/C dodaje se deemulgator i antifoulant. Deemulgator se nalazi u spremniku D-6107 odakle se koncentriran ili razrijeđen teškim benzinom ili petrolejom sa pumpom P-6100 dozira isključivo na usisni vod sirovinskih pumpi P-6101 A/B/C.[6] Amonijačna voda se nalazi u posudi D-6110 odakle se pumpom P-6123 dozira u vršni vod T-6101 i vršni vod T-6104 ispred mjesta injektiranja

inhibitora.[6] Inhibitor se nalazi u posudi D-6106 odakle se koncentriran ili razrijeđen benzinom ili petrolejom pumpom P-6120 dozira u vršni vod kolone T-6101 i vršni vod kolone T6104.[6]

U akumulatoru refluksa D-6101 sakuplja se tekuća faza od koje se jedan dio vraća pumpom P-6108 A kao refluks u kolonu T-6101, a drugi dio pumpom P-6108 B/C preko izmjenjivača E-6108 A/B na vrh apsorbera T-6103.[6] Nekondenzirani dio vršnih para iz akumulatora D-6101 kondenzira se i hladi u kondenzatoru E-6108, te se uvodi u dno apsorbera T-6103. Ovdje dolazi do kontakta preostalih para sa pothlađenom tekućinom čime se postiže gotovo potpuna apsorpcija neukapljenih para.

Ukapljeni vršni produkt atmosferske kolone dovodi se u stabilizator T-6104 pumpom P-6111 A/B preko izmjenjivača E-6113, E-6115 A/B/C/D u kojima se zagrijava toplinom od prvog postranog reza i od gornjeg međurefluksa.[6] Pare sa vrha T-6104 ulaze u zračni hladnjak E-6117. Kondenzat iz E-6117 odlazi u akumulator D6102. Plinovi koji nisu kondenzirali ispuštaju se iz D-6102 u sistem loživog plina. Stabilizirani benzin sa dna stabilizatora odlazi u spliter benzina T-6105. Pare sa vrha T-6105 odlaze u zračni hladnjak E-6120. Antifoulant se nalazi u posudi D-6108 odakle se koncentriran ili razrijeđen teškim benzinom ili petrolejom dozira pumpom P-6101 A na usis pumpe P-6101 B/C.[6]

U tlačni vod sirovinke pumpe dozira se otopina natrijeve lužine iz posude D-6109 A/B pumpom P-6124 radi smanjenja kiselinskog broja u sirovoj nafti. Otpadna voda iz odsoljivača D-6104 A ide kroz izmjenjivače E-6124 A/B/C u kolektor procesne otpadne vode.[6] Sirova nafta iz odsoljivača D-6104 A odlazi u odsoljivač D-6104 B. Pumpom P-6115 A/B dodaje se svježna procesna voda preko izmjenjivača E-6124 i E6125 u tok sirove nafte na ulazu u odsoljivač D-6104 B.[6]

Nakon odsoljivača D-6104 B sirovina se pumpom P-6110 A/B/C šalje kroz izmjenjivače E-6104 A/B/C, E-6105 A/B/C i E-6106 gdje se zagrijava sa gornjim cirkulacijskim refluksom, ostatkom i donjim cirkulacijskim refluksom na potrebnu temperaturu ulaza u peć H-6101. Dodatnu toplinu potrebnu u flash zoni kolone T-6101 sirovina prima u peći H-6101.[6] Toplina iz kolone T-6101 odvodi se pomoću vršnog refluksa i dva

cirkulaciona međurefluksa. Jedan međurefluks predviđen je u visini četvrtog postranog reza, a drugi ispod plitice sa koje se oduzima drugi postrani rez.

Četiri postrana reza oduzimaju se sa odgovarajućih plitica 37, 31/29, 18/16/14 i 9.[6] Dva teža reza stripuju se pomoću vodene pare, a dva lakša pomoću rebojlera E-6109 i E-6110. Toplina potrebna za rebojlere dobiva se od donjeg međurefluksa. Vršne pare atmosferske kolone se vode u zračni kondenzator E-6107 gdje se djelomično kondenziraju. U vršni vod kolone T-6101 dodaje se amonijačna voda i inhibitor. Amonijačna voda nalazi se u posudi D-6110, odakle se pumpom P-6123 dozira u vršni vod T-6101 i vršni vod T-6104 ispred mjesta injektiranja inhibitora.[6] Inhibitor se nalazi u posudi D-6106 odakle se koncentriran ili razrijeđen benzinom ili petrolejom dozira pumpom P-6120 u vršne vodove kolona T-6101 i T-6104.

U akumulatoru refluksa T-6101 sakuplja se tekuća faza od koje se jedan dio vraća pumpom P-6108A kao refluks u kolonu T-6101, a drugi dio pumpom P-6108B/C preko izmjenjivača E-6108A/B na vrh apsorbera T-6103.[6] Nekondenzirani dio vršnih para iz akumulatora D-6101 kondenzira se i hladi u kondenzatoru E-6108, te se uvodi u dno apsorbera T-6103 gdje dolazi do kontakta preostalih para sa podhlađenom tekućinom čime se postiže gotovo potpuna apsorpcija neukapljenih para.

Ukapljeni vršni produkt atmosferske kolone dovodi se u stabilizator T-6104 pumpom P-6111A/B preko izmjenjivača E-6113 i E-6115A/B/C/D u kojima se zagrijava toplinom od prvog postranog reza i od gornjeg međurefluksa.[6] Para sa vrha T-6104 ulazi u zračni hladnjak E-6117. Kondenzat iz E-6117 odlazi u akumulator D-6102. Plinovi koji nisu kondenzirali ispuštaju se iz D-6102 u sistem loživog plina. Sa dna D-6102 tekući plin se dijeli u dva toka. Produkti dna splitera otpremaju se pumpom P-6116B preko zračnog hladnjaka E-6121 i vodenog hladnjaka E-6121A/B u skladište.[6]

Laki ostatak pumpama P-6109 koje se nalaze na atmosferskoj destilaciji direktno se vodi u vacuum destilaciju jednim dijelom mimo zračnog hladnjaka E-6103, dok se drugi dio preko zračnog hladnjaka vodi u skladište. Laki ostatak prolazi preko izmjenjivača E-6302 ABCD gdje se predgrijava vacuum teškim plinskim uljem na ulazu u peć.[6] Neposredno na ulazu u peć može se dodavati 13,0 bara pregrijana para preko FIC-

6303 ABCD i to u svaki od 4 prolaza peći posebno.[6] Iz peći laki ostatak vodi se u vacuum kolonu T-6301.

Vacuum kolona održava se u toplinskoj ravnoteži dva cirkulaciona refluksa lakim i teškim vacuum plinskim uljem. Refluks lakim vacuum plinskim uljem hladi se u hladnjaku E-6301 ABC, a refluks teškim vacuum plinskim uljem predaje toplinu u izmjenjivaču rashladnom vodom iz zatvorenog sistema koji se održava u cirkulaciji pumpom P-6306 AB iz posude D6302.[6] Produkti iz kolone izvače se kao bočni tokovi i to na način da se lako vacuum plinsko ulje izvlači s najvišeg akumulatora pumpom P-6304 AB. S tlaka pumpe ulje se može odvoditi prije hladnjaka kao vruća sirovina za FCC s temperaturom 100°C iza hladnjaka E-6301 ABC u FCC.[6] Hladna vacuum plinska ulja usmjeruju se u sirovinski spremnik na FCC, a vruća u dnevnu posudu na FCC. Iza hladnjaka E-6301 ABC odvodi se jedan dio u mješalište za pripremu destilatnih loživih ulja.

Teško vacuum plinsko ulje izvlači se sa slijedećeg akumulator-poda pumpom P-6303 AB.[6] S tlaka pumpe ulje se vodi preko izmjenjivača E-6302 ABCD, gdje predgrijava laki ostatak na ulazu u peć, nakon čega se jednim dijelom spaja s lakim vacuum plinskim uljem kao vruća sirovina za FCC, a drugim dijelom vodi preko hladnjaka E-6303 ABCD, odakle se ohlađeno vacuum teško plinsko ulje vodi u zajednički cjevovod s hladnim lakim vacuum plinskim uljem kao sirovina za kreking ili posebno u mješalište destilatnih loživih ulja.[6]

Temperatura teškog vacuum plinskog ulja iza hladnjaka je 95°C, a na toplom toku iza E-6302 ABCD oko 200°C.[6] Crni destilat izvlači se s posljednjeg akumulator-poda pumpom P-6302 AB. S tlaka pumpe ulje se vodi jednim dijelom preko izmjenjivača E-6304 ABC gdje predgrijava vodu za parni generator, zatim uvodi u tok vacuum ostatka pa se kao lož ulje ohladi u E-6305 na 110°C i vodi u skladište.[6] Drugim tokom crni destilat uvodi se u tok lakog ostatka koji ulazi u vacuum peć. Vacuum ostatak izvlači se s dna vacuum kolone pumpom P-6301 AB. Na vrućem toku prije hladnjaka TRCV-6310 odvaja se dio kao *quench* u dno vacuum kolone, preko TRC-6310. Vacuum kolona je opremljena u gornjem dijelu grid-podovima, a u donjem stripingsekciji sa 5 podova tipa *side to side pans*. [6]

Iznad zone crnog destilata i u vrhu kolone postavljene su žičane mreže-odvajača kapljica. Iznad svih mreža kao i grid – podova nalaze se distributori s mlaznicama za njihovo ispiranje jednim od bočnih produkata radi sprečavanja koksiranja. Tako se u vršnom dijelu kolone iznad prvog grid-poda nalazi distributor sa 7 mlaznica. Ostala 3 distributora u koloni izražena su sa po 19 mlaznica.[6] Radni uvjeti u flash – zoni vacuum kolone su 50 mm Hg aps. i 384 - 399°C već prema tipu sirovine koja se prerađuje.[6] Vacuum u sistemu postiže se sa dvostrukim trostepenim ejektorima. Kondenzat iz sistema ejektora sakuplja se u akumulatoru D-6303. Uljni kondenzat otpušta se u procesnu kanalizaciju, a voda pumpom P-6305 AB odvodi se u striper za obradu otpadnih voda. Nekondenzibilni plinovi iz D-6303 vode se u D-6301, gdje se odvoji kondenzat (kapljice prenešene iz D-6303), a zatim spaljuju u ložištu peći H6301.[6]

Na postrojenju vacuuma hladnjaci E-6303 ABCD i E-6305 AB hlade se rashladnom vodom iz zatvorenog sistema pumpom P-6306 iz posude D-6302.[6] Voda se hladi u zračnom hladnjaku E-6308. U parnom generatoru E-6306 koji je snabdjeven napojnom vodom (pripremljena kotlovska voda) sa FCC postrojenja cjevovodom proizvodi suho zasićena para 13 bara i 195°C, koja se predgrijava u predgrijaču peći H-6301 na 270°C, za potrebe vacuum destilacije.[6] Katalitičko lako plinsko ulje dovodi se na usis pumpe P-6304 za kretanje postrojenja u pogon i pranje nakon obustave i prije otvaranja.

Zasićena lužina sa sekcije 6700 (Merox UNP-a) koja sadrži merox katalizator i natrijeve merkaptane, odlazi u oksidator T-6203.[6] Protok regulira LIC-6203. Pod normalnim okolnostima temperatura lužine na ulazu u oksidator ne treba prelaziti 50°C, ali se može ukazati potreba za višom temperaturom od 54 °C ili čak 60 °C, ako je oksidator poddimenzioniran obzirom na količinu merkaptana.[6] U pravilu temperaturu treba držati što niže. Ispred grijača uvodi se u tok lužine katalizator iz posude D-6201 i podgrijava se zajedno sa lužinom. Nakon grijača, a ispred oksidatora uvodi se pogonski zrak preko FRC-a 6203 i FRCa 6204 potreban za oksidaciju merkaptana u disulfide koji su netopivi u lužini.[6] Oksidator je napunjen keramičkim Raschigovim prstenima kroz koje prolazi smjesa lužine, zraka i katalizatora. Smjesa viška zraka, regenerirane lužine i disulfida odlazi u separator disulfida D-6203. Tu se disulfidi

izdvoje dekantiranjem. Sloj disulfida povremeno se otpušta preko posude D-6202 pumpom P-6203A/B u vakum peć ili incenerator linijom 1"-6200-P-27-K-15.[6]

Regenerirana lužina recirkulira se centrifugalnim pumpama P-6201A/B ponovno u ekstraktor T-6704 gdje ekstrahira merkaptane iz sirovine. Iz D-6203 otpušta se s vrha dimnjaka višak zraka s malom koncentracijom kisika (10%O<sub>2</sub>, 90%N<sub>2</sub>), putem PCV-6215 te alternativno spaljuje na vakum peći ili inceneratoru uz dodatak loživog plina preko FI-6207 i linije 1 ½"-6200- P-34-K15.[6] Višak zraka može se ispustiti i u atmosferu preko odušne posude D-6204. Višak nivoa tekućine u dimnjaku održava regulator nivoa putem reguliranja protoka lužine u oksidator. Merox FCC benzina (Sekcija 6600) ne radi.

Sirovina za postrojenje DEA i Merox je tekući plin sa plinsko-koncentracijske sekcije katalitičkog krekinga, atmosferske destilacije i kookinga. Budući je kapacitet plinsko-koncentracijske sekcije ograničen u slučaju veće količine plina predviđen je by-pass za dovod tekućeg plina direktno sa stabilizatora atmosferske destilacije. Tekući plin na ulazu u DEA i Merox postrojenje sadrži maksimalno 1% vol. C<sub>5</sub> i težih ugljikovodika.[6] Sadržaj H<sub>2</sub>S u tekućem plinu prije obrade iznosi približno 500 ppm, merkaptanski sumpor ne prelazi 950 ppm.[6] Nakon obrade na DEA i Merox postrojenju plin mora odgovarati standardima, a sadržaj merkaptanskog sumpora ne smije prelaziti 5 ppm.[6]

Materijalna bilanca se može razmatrati sa stanovišta tekućeg plina, lužine i DEA otopine. U prostorije ulazi 16302 kg/h tekućeg plina, a izlazi 16218 kg/h tekućeg plina.[6] Bilanca i potrošnja DEA otopine i lužine bit će obuhvaćena kod normativa utroška. Tekući plin na postrojenje dolazi iz plinsko-koncentracijske sekcije preko FRC-6701 i by-passom, direktno sa stabilizatora atmosferske destilacije preko FRC-6702 i sa sekcije Koking. Na dno DEA kontaktora T-6701 ulazi tekući plin iz plinsko-koncentracijske sekcije, atmosferske destilacije i kookinga, a na vrh se dovodi 20%-tna DEA otopina preko FRC-6703, pumpom P-6701 A/B.[6]

Koncentrirana DEA se doprema u bačvama. Sadržaj bačava se prazni u posudu za otapanje DEA D-6701 pomoću vodene pare. U posudu D-6701 dodaje se demineralizirana voda da se pripravi DEA otopina koja se pumpa pumpom P-6704 u DEA spremnik D-6702.[6] DEA otopina zasićena sulfidima sa dna T-6701 odvodi se



preko izmjenjivača E-6702 na vrh DEA regeneratora T-6702 preko LC-6703.[6] Kondenzat i nekondenzirani H<sub>2</sub>S sa nešto vodene pare odlazi u D-6705 te se vrši odvajanje kiselog plina od tekućine. Kiseli plin se odvodi kroz cjevovod sa pranim plaštem na H<sub>2</sub>S baklju preko PRC-6725.[6]

Tekućina iz D-6705 se odvodi pumpom P6702 na vrh T-6702 preko LIC-6704.[6] Regenerirana DEA sa dna T-6702 odlazi u izmjenjivač E-6702 gdje se ohladi na 79 °C, a onda pumpom P-6701 i preko hladnjaka E-6701 šalje na vrh T-6701.[6] MEROX- Tekući plin sa vrha T-6701 vodi se u dno kolone za predpranje lužinom T6703, koja prethodno napunjena 10°Be', lužinom iz pripreme lužine.[6] Istrošena lužina iz T-6703 se ispušta povremeno u sabirnu posudu za istrošenu lužinu. Iz T-6703 tekući plin se vodi u T-6704 ekstraktor. Na vrh ekstraktora T-6704 dovodi se 20°Be' lužina pumpom P-6703 A/B preko FRC-6707.[6] Istrošena lužina sa dna T-6704 se vodi preko LIC-6705 na regeneraciju na merox LSR benzina. Regenerirana lužina se vraća ponovo na usis pumpe P-6703 A/B i vodi se na vrh ekstraktora. FCC i PKS (Sekcija 6400 i 6500) ne radi. HDS i FCC (Sekcija 6900) i peć H-001 ne rade. Sekcija 6800 također ne radi.

Pumpaonica lož ulja je postrojenje unutar KP – 6 namijenjeno za prijem, uskladištenje, pripremu za loženje i dovod pripremljenog goriva do granice postrojenja potrošača goriva. Postrojenje se sastoji od dva sistema goriva, jedan sistem za manipuliranje gorivom za potrebe procesnih peći, a drugi sistem za Energanu KP-6. Gorivo za industrijske peći je lož ulje i priprema se pod drugim režimom od goriva koje služi za stalni pogon Energane KP-6, a to je teški vakuum ostatak. Svaka od ovih vrsta goriva uskladištena je u svom spremniku. Mreža cjevovoda podešena je tako da R-3201B može biti rezerva R-3201A tj. može se dovoditi lož ulje iz R-3201A u R-3201B ili direktno u R-3201B ali nikada vrsta goriva iz R-3201B u R-3201A.[6]

U slučaju pražnjenja vakuum ostataka iz R-3201B posljednji ostaci mogu samo u drenažu teškog slopa. Međutim, u slučaju pražnjenja lož ulja iz R-3201A posljednji ostaci mogu u rezevoar vakuum ostatka R-3201B. Sistemi su razdvojeni samo u tom smislu da ne dođe do prijelaza teškog goriva-vakuum ostataka u mrežu lož ulja, jer vakuum ostatak nije podešen za plamenike procesnih peći, odnosno oprema za dogrijavanje lož ulja nije u isto vrijeme podešena za dogrijavanje vakuum ostatka.

Navedene tvrdnje su predviđene projektom no međutim, zbog niza tehnoloških okolnosti manipulacija goriva odvija se na razne načine.

Kisela voda s atmosferske destilacije, vakuum destilacije, FCC i zone baklje ulazi u otplinjač (D-3803) radi uklanjanja kiselih plinova u incinerator. Otplinjena kisela voda zatim ulazi u skladišni spremnik kisele vode TK3801 uz regulaciju razine u njemu putem pumpe dna otplinjača P-3805. Na osnovu projektnih vrijednosti skladišni spremnik ima kapacitet skladištenja kisele vode za oko 31 sat. Da se izbjegne zamrzavanje zimi spremnik ima parnu zmijaču. Tragovi ulja koje se razdvoji i ispliva na površinu uklanja se plivajućim uljnim obiračem (skimerom) unutar spremnika i zatim se odvodi u slop. Uz regulaciju protoka kisela voda se iz spremnika dobavlja napojnom pumpom P-3801 i prolazi kroz izmjenjivač napajanje/dno E-3801 prije spajanja s refluksnim tokom te ulazi u striper kolonu kiselih voda T-3801 iznad vršnog tavana.[6] Niskotlačna para za stripiranje ulazi u T-3801 ispod zadnjeg tavana.[6]

Stripirana voda pumpa se s dna stripera T-3801 pumpom P-3803 kroz izmjenjivač E-3801 i hladnjak stripirane vode E-3803 uz regulaciju razine i šalje na atmosfersku destilaciju (6100) gdje se koristi kao dodatna voda u odsoljivaču. Predviđeno je vraćanje stripirane vode u povratni vod rashladne vode ili odvod u kanalizaciju zauljene vode. Pare s vrha kolone T-3801 kondenziraju se u vršnom kondenzatoru E-3802 i otječu u refluksnu posudu D-3801.[6] Tekućina se pumpa refluksnom pumpom P-3802 uz regulaciju razine iz D-3801 natrag u kolonu. Nekondenzirane pare izlaze iz D-3801 uz regulaciju pritiska i odlaze u kiselu baklju ili incinerator gdje se termički oksidiraju prije otpuštanja u atmosferu preko zajedničkog dimnjaka.[6]

Tokovi otpadne lužine s procesnih jedinica unutar rafinerija nakupljaju se u spremniku TK-3901 u kojem se po potrebi razrjeđuje vodom, a zatim se pumpom P3901 prepumpavaju u posudu za neutralizaciju otpadne lužine D-3901.[6] Lužina se neutralizira šaržno, a svaka šarža se zadržava 36-40 sati ovisno o koncentraciji polutanata u otpadnoj lužini. Izlazni plinovi odlaze uz regulaciju pritiska u zajednički incinerator ili kiselu baklju na spaljivanje, neutralizirana lužina se uzorkuje i analizira te se po postizanju ravnotežnog stanja prepumpava pumpom P-3901 u posudu D3902.[6] Otopina se zatim drenira u kanalizaciju zauljene vode uz regulaciju brzine proticanja.

Blowdown sistem koristi se da bi se u slučaju neželjenog porasta tlaka u odsoljivačima otvorili sigurnosni ventili u vodovima prema posudi *Blowdown* i na taj način se omogućuje pražnjenje odsoljivača. Ohlađeni i kondenzirani produkti u posudi *Blowdown* gravitacijom se odvede u posude slopa, a voda se otpušta u kanalizaciju.

Slop sistem služi za prihvat nafte i naftnih derivata iz postrojenja u slučaju :[6]

1. poremećaja postrojenja,
2. u slučaju obustave ukoliko pumpe ne mogu odpumpavati, pa će se slobodnim padom prazniti postrojenje.

Za prihvat slopa predviđena su četiri spremnika (kapacitet svakoga je 40 m<sup>3</sup> ), koji su ukopani u zemlju oko 4m.[6] Namjenski su spremnici predviđeni za prihvat slopa kako slijedi :[6]

1. spremnik D-3401 teški slop sa primarnih postrojenja,
2. spremnik D-3402 teški slop sa sekundarnih postrojenja,
3. spremnik D-3403 laki slop sa primarnih postrojenja,
4. spremnik D-3404 laki slop sa sekundarnih postrojenja.

Sabirnim vodovima koji se nalaze u kanalima prazne se postrojenja slobodnim padom u slop spremnike. Vodovi teškog slopa trebaju imati popratno grijanje. Spremnici su opremljeni opremom za mjerenje temperature, nivoa, a na svakom spremniku je montirana uronjena centrifugalna pumpa (kapaciteta 100 m<sup>3</sup> /h) za ispumpavanje spremnika.[6] Pumpe su vezane serijski na usisnim i tlačnim stranama, radi korištenja u slučaju kvara jedne od postojećih. Teški i laki slop s primarnih postrojenja ispumpava se u najbliži spremnik sirovine, dok se teški i laki slop, sa sekundarnih postrojenja ispumpava u spremnik teškog i lakog slopa sekundarnih postrojenja. Spremnici teškog slopa se griju. Dreniranje spremnika predviđeno je pomoću ejektora, a isto tako i dreniranje okna iznad spremnika.[6]

Svi tokovi u inceneratoru se reguliraju unutar svojih procesnih jedinica. Svaki tok ili grupa tokova osigurana je zadržaćima plamene, da se spriječi prolaz plamene iz inceneratora prema procesnim jedinicama. Kao što je spomenuto u dijelu bitumen otpadni plin sa postrojenja za proizvodnju bitumena ne prolazi preko zadržaća plamene. Otpadni plin sa postrojenja bitumena prolazi preko posude D-2201 gdje se

skuplja kondenzat i uklanja tekućina. Posljednja dva toka spojena prolaze preko in-line zadržaća plamene FA-2202 A/B prije spajanja sa tokom koji ide u incenerator. [6] Spojeni tok koji sadrži tzv. *inertne plinove*. Izdvojena tekućina u posudi za odvajanje kapljica će nakupiti i incenerirati alarme visokog nivoa te se ručno pokreće napojna pumpa P-2201 i tekućina se prepumpava u incenerator poslije spajanja sa tokom disulfidnog ulja sa Merox postrojenja.[6] Pumpa se automatski zaustavlja sa prekidačem niskog nivoa, da bi se spriječilo oštećenje pumpe.

Kombinirani tekući tok (odvojena tekućina iz D-2201) i disulfidna ulja raspršuju se srednjetlačnom parom i spaljuju u specijalnom plameniku. Otpadni plin sa Merox postrojenja spaja se sa otpadnim plinovima sa postrojenja stripa kiselih voda (I i II faza) i postrojenja obrade tekućeg plina aminom (I i II faza), te prolaze preko in-line zadržaća plamena FA –2203 A/B u poseban plamenik inceneratora.[6] Tok sadrži *HOT* kategorije plinova opisane u dijelu bitumen a ubacuje se u posebni plamenik. Dva glavna plamenika inceneratora rade na osnovi količine zraka za sagorijevanje loživog plina koji se dovodi na plamenike i rashladnog zraka koji se dovodi u sagorijevanu komoru, pod regulacijom *split-range* regulatorom koji mjeri radnu temperaturu inceneratora.[6] Zrak se dovodi sa ventilatorom zraka za sagorijevanje B-2201 A/B. Dimni plinovi napuštaju incenerator i prolaza posebnim dimovodnim kanalom u zajednički dimnjak ST-2201 lociran neposredno uz incenerator.[6]

Protoci otpadnih tokova u inceneratoru reguliraju se na procesnim jedinicama odakle i dolaze, a nije potrebno provesti drugu kontrolu na samom zajedničkom procesnom inceneratoru. Najvažnija varijabla koja se mora kontrolirati u inceneratoru je temperatura peći koja se mjeri u izlaznom vodu dimnih plinova iz peći. Temperaturom se upravlja preko 22 TIC-32, koji regulira sadržaj goriva i zraka u ložištu koji se dodaje zbog promjena protoka i njegovog sastava.[6]

Kontrolna sala sa dodatnim prostorima služi za boravak tehnološkog osoblja, praćenja i vođenja tehnološkog procesa kao i radnika koji dolaze izvoditi radove na lokaciji. Kontrolna sala KP-6 je zajednička kontrolna sala sa postrojenjem KP-7 u kojoj radi tehnološkog osoblje. Administrativno osoblje kao i rukovoditelji procesnih jedinica se nalaze u sklapu iste zgrade, ali ne u kontrolnoj sali (prostor je povezan). Zbog različitih vrsta, medija koji učestvuju u tehnološkom procesu i njihove fizikalno – kemijske

karakteristike sami po sebi predstavljaju znatnu požarnu opasnost, isto tako treba obratiti posebnu pažnju na radne temperature i tlakove koji vladaju u tehnološkom procesu i predstavljaju veliku opasnost u slučaju poremećaja u radu.[6]

## **2.2.Karakteristike KP - 7**

Kombinirano postrojenje 7 (KP-7) smješteno je na ravnom terenu u južnom području Rafinerije uz postrojenje KP-6. Namjena postrojenja je procesna. Prostorna udaljenost postrojenja KP-7 od ostalih susjednih objekata definirana je širinom požarnih putova koji okružuju postrojenje. Pristupni putovi prema postrojenju su asfaltirani, a širina putova je 5 m sa propisanom nosivosti od 100 KN po osovini vozila, što odgovara prema zahtjevima Pravilnika o uvjetima za vatrogasne pristupe.[5] Interni požarni putovi omogućuju pristup vatrogasnim vozilima prema požarnim sektorima sa najmanje dvije strane. U sklopu postrojenju KP-7 radi ukupno 55 radnika od čega 49 u kontinuiranom radu sa četiri smjene i zamjenskom petom smjenom.[5] U redovnoj prvoj smjeni radi 6 djelatnika.[5]

### **2.2.1.Tehnološki procesi u KP - 7**

Sirovina za ovaj model rada je benzin platformat s postrojenja KP – 5 koji dolazi u spremnik 1000-V – 1 gdje se platformat pumpa preko izmjenjivača E – 8101 A/B u kolonu splitter platformata, V – 8101.[6] Tok dna kolone sadržava nearomate, aromate C8,C9 i teže, te do 1% m/m benzena.[6] Tok dna splitera preko izmjenjivača E – 8101 A/B i vodenog hladnjaka E – 8102 odlazi na Doradu za namješavanje benzina Euro V norme (do 10 ppm S ).[6] Vršne pare splitera kondenziraju se u zračnom hladnjaku E – 8112 gdje se hlade na ~ 54 °C.[6] Vršni produkt preko E – 8112 dolazi u refluksnu posudu V – 8108. Ne kondenzirani dio iz refluksne posude odlazi prekovodenog hladnjaka E – 8103, gdje se jedan dio ukapljuje i vraća ponovo u V-8108.[6] Ne kondenzirani dio odlazi preko regulatora tlaka 81 – PRC – 187 u V – 8112 ( odušnu posudu sekcije 8100 ), a iz nje na vent baklju KP – 7 (F – 3103.) Vršni produkt splitera iz posude V – 8108 pumpa se kao sirovina u deheptanizer kolonu V – 11217.[6]

Kiseli plin iz Rafinerije prolazi kroz separator plina gdje se stvara kondezat koji se diskontinualno šalje na baklju, a zatim se kiseli plin otprema na Apsorber loživog plina

gdje se dovodi u kontakt sa nezasićenom otopinom amina koja dolazi iz faze filtriranja i poluzasićenom otopinom koja dolazi iz TGT apsorbira.[6] Sa vrha kolone besumporni loživi plin koji se otprema djelomično u mrežu loživog plina, a djelomično ga koriste interni korisnici. Obogaćena otopina sa dna Apsorbira loživog plina otprema se u HC separator (separator ugljikovodika) gdje se stvara kondezat ugljikovodika i diskontinualno otprema na liniju razgraničenja. Obogaćeni amin iz HC separatora otprema se na izmjenjivač siromašnog/obogaćenog amina , gdje se obogaćeni amin zagrijava do cca. 1000°C, a kao medij za zagrijavanje koristi se siromašni amin sa dna Regeneratora amina.[6]

Regenerator amina je kolona opremljena sa 23 plitice i podjeljena na stripping sekciju (degazolinaža) od stupnja br. 1 do stupnja br. 20 i sekciju pranja, od stupnja br. 21 do br. 23.[6] Namjena Regeneratora amina je stripanje (degazolinaža) otopine obogaćenog amina uklanjanjem H<sub>2</sub>S pomoću pare koje nastaju u regeneratorskom rebojleru pri T=1260C i P=1,13 bar.[6] Regeneratorski rebojler radi na paru pod niskim pritiskom. Niskotlačni kondezat odlazi u niskotlačni sabirni kolektor. Pare iz gornjeg dijela Regeneratora amina pri temperaturi od T=1110C i P=0,96 bar rashlađuju se i voda se kondezira u kondezator regeneratorskog protoka.[6] Mješovita faza iz kondenzatora regeneratorskog refluksa sprema se u separator regeneratorskog refluksa u kome se odvajaju voda i kiseli plin.

Tehnološka voda iz separatora regeneratorskog refluksa vraća se u sekciju pranja u regeneratoru amina, iznad stupnja br. 23 pomoću pumpe za regeneratorski protok. Kiseli plin iz gornjeg dijela separatora regeneratorskog protoka otprema se u separator regeneratorskog refluksa otprema se u separator amina kiselog plina Clausove sekcije. Demineralizirana voda sprema se u separator regeneratorskog refluksa kao voda za pripremu otopina kako bi se osigurala konstantna koncentracija otopine amina od oko 50%.[6]

Nezasićena otopina amina sa dna regeneratora amina najprije se hladi na temperaturi od T=780C u izmjenjivaču nezasićenog amina, a zatim se odvodi u apsorber loživog plina i u TGT apsorber pomoću pumpe za siromašni amin.[6] Prije nego dospije u ta dva apsorbira otopina siromašnog amina hladi se u hladioniku nezasićenog amina do

temperature oko 430°C.[6] Nakon hlađenja oko 26% od ukupne otopine amina, odvodi se u fazu filtriranja.[6]

Filtriranje se provodi u tri uzapstone faze :[6]

1. mehanički filter amina,
2. ugljični filter amina,
3. mehanički filter amina.

Mehanički filteri koriste se za uklanjanje čestica (prljavština, krhotine, proizvodi korozije, željezni sulfid, komadići metala) filter aktivnog ugljika koristi se za adsorpciju unesenih ugljikovodika, proizvoda razgradnje amina, slobodnih čestica željeza.

Posuda blanketirana slojem dušika i direktno povezana sa peći za spaljivanje služi za prikupljanje svih otjecanja iz sekcije amina sa ciljem da se rekuperira otopina amina. Posuda ima pumpu koja može reciklirati čistu otopinu amina koja se također filtrira u filteru za ispušteni amin.[6] Predviđeni je uređaj za doziranje pjene, on se puni aditivom koji je prikladan za otopinu gdje postoje problemi pjene što se može kontrolirati dodavanjem kemikalije za sprečavanje pjene.

Claus sekcija dijeli se na dva identična paralelna niza, od kojih svaki obrađuje 50% kapaciteta u fazi 1 koristit će se dva puhalo za zrak za izgaranje, a četiri u fazi 2, dok će peto puhalo zraka biti zajednička rezerva za oba niza. Sekcija otplinjavanja zajednička je za oba niza.[6] Peć za spaljivanje i RAR & TGT sekcija također su zajedničke za oba niza.[6] Kiseli plinovi iz skladišnih spremnika/battery limits prolaze kroz prednje separatore :[6]

1. kiseli SWS plin iz postojeće jedinice (faza 1),
2. kiseli SWS plin iz jedinice 9500 (faza 2) prolaz kroz separator SWS kiselog plina pri T=880C.

Kiseli plin iz sekcije amina (faza 1) i aminski kiseli plin iz sustava za pranje amonijaka (faza 2) teče kroz separator aminskog kiselog plina. Plin koji dotječe iz SWS separatora kiselog plina odvodi se na glavni plamenik termalnog reaktora, sa dijelom plinova koji dolaze iz (aminskog) separatora aminskog kiselog plina i ukupna količina zraka za

gorenje koja dolazi iz puhala zraka za gorenje.[6] Dodatna količina aminskog kiselog plina dovodi se do 2 zone termalnog reaktora, da bi se zadržala određena minimalna temperatura plamena u prvoj zoni, tako da se osigura potpuni nestanak  $\text{NH}_3$ . Temperatura plamena prve zone iznosi oko  $1430\text{ }^\circ\text{C}$  prilikom bypassing/odvođenja oko 20% od ukupne količine kiselog plina u drugu zonu.[6]

Pravilno strujanje zraka održava se automatski, pomoću dvaju uređaja za kontrolu protoka koji djeluje na dva paralelna regulacijska ventila u ispusnom vodu Puhala zraka za gorenje. Jedan uređaj za kontrolu protoka održava omjer zraka i kiselog plinova. Drugi uređaj resetira se signalom koji dolazi iz uređaja za analizu  $\text{H}_2\text{S}/\text{SO}_2$  koji je montiran na Clausov izlazni vod rezidualnog plina.[6] Aminski kiseli kondezati koji bi mogao nastati u separatoru aminskog kiselog plina odvodi se u posudu za otjecanje amina. Međutim SWS kondezati koji bi mogao nastati u SWS separatoru kiselog plina otprema se u spremnik za prikupljanje kiselog kondezata iz koga se kondezati diskontinualno upućuju u posudu za prikupljanje kiselog kondezata koji direktno povezan sa peći za spaljivanje[6]

Zrak doveden na glavni plamenik je upravo dovoljan da dođe do potpune oksidacije svih ugljikohidrata i amonijaka koji su prisutni u ukupnoj količini plina i da izgore što više  $\text{H}_2\text{S}$  kako je potrebno da se dobije omjer  $\text{H}_2\text{S}/\text{SO}_2$  koji iznosi 2:1 rezidualnom plinu. Potrebna količina zraka izračunava se mjerenjem protoka aminskog kiselog plina i SWS kiselog plina i množenjem svakog protoka njegovim vlastitim faktorom kako bi se odredila potreba za zrakom. Sve se potrebe zbrajaju i na temelju tog rezultata postavlja se uređaj za kontrolu protoka u glavnom vodu zraka. Višak topline sadržan u procesu kad se plin odvodi iz Termalnog reaktora pri  $T=13220\text{ }^\circ\text{C}$  vraća se u cijevi Termalnog reaktora WHB (Niz I/Niz II), ispušta se pomoću sumporne brtve u sumpornu jamu.[6]

Tehnološki plin koji odlazi iz Termalnog reaktora WHB pri  $T=2920\text{ }^\circ\text{C}$  sadrži sumpor u plinovitom stanju iz koga se kondenzira u cijevi prvog kondenzatora sumpora i odvodi se u sumpornu jamu preko sumporne brtve. Tehnološki plin koji odlazi iz cijevi prvog kondenzatora sumpora (Niz I/Niz II), još uvijek sadrži visoki postotak  $\text{H}_2\text{S}$  i  $\text{SO}_2$ . Da bi ih se pretvorilo u sumpor, plin se dovodi kroz dva uzastopna Clausova pretvarača. Prvi Clausov reaktor (Niz I/Niz II) i Drugi Clausov reaktor (Niz I/Niz II). Plin koji izlazi iz



Prvog kondenzatora sumpora pri  $T = 1660 \text{ }^\circ\text{C}$  prije nego dospije u fazu pretvarača Prvog Clausovog reaktora (Niz I) (Niz II), zagrijava se u prvom grijaču Reaktora (Niz I/Niz II), pri  $T=240 \text{ }^\circ\text{C}$ , pomoću pare pod visokim pritiskom, pri  $257 \text{ }^\circ\text{C}$  i  $P=44 \text{ bar}$  proizvedene u Parnom kotlu (Niz I/Niz II).[6] Tehnološki plin ulazi u prvi Clausov reaktor (Niz I/Niz II), gdje se reakcija između  $\text{H}_2\text{S}$  i  $\text{SO}_2$  nastavlja preko katalizatora od glinice sve dok se ne postigne ravnoteža. Gornje 2/3 prvog Clausovog reaktora (Niz I/Niz II), pune se aktivnim katalizatorom od glinice koji je prikladan za Clausovu reakciju. Donja 1/3 reaktora puni se poboljšanim katalizatorom od glinice koji pojačava reakciju hidrolize  $\text{COS}$  i  $\text{CS}_2$ . [6]

Plin koji otječe iz Prvog Clausovog reaktora (Niz I/Niz II), pri  $T=296 \text{ }^\circ\text{C}$  odlazi u Drugi Kondenzator sumpora (Niz I/Niz II), gdje se sumpor kondenzira i ocjeđuje preko sumporne brtve u sumpornu jamu. Tehnološki plin iz 2. kondenzatora sumpora (Niz I/Niz II), pri  $T=166^\circ\text{C}$  i  $P=0,51 \text{ bar}$  ponovo se grije na  $T=208 \text{ }^\circ\text{C}$  u 2. Clausovom reaktorskom grijaču (Niz I/Niz II), pomoću pare pod visokim pritiskom, pri  $257 \text{ }^\circ\text{C}$  i  $P=44 \text{ bar}$ , proizvedene u parnom kotlu (Niz I) (Niz II) i odvodi se u 2. Clausov reaktor (Niz I/Niz II), koji se ispunjen katalizatorom od glinice.[6] Toplina sadržana u tehnološkom plinu koji prolazi kroz tri kondenzatora sumpora (Niz I/Niz II), koristi se za podizanje pare pod niskim pritiskom na  $P=4 \text{ bar(g)}$  dovođenjem kotlovske napojne vode pod kontrolu nivoa do na kondenzator na strani plašta. Kondezat pare iz Prvog grijača Clausovog reaktora (Niz I/Niz II), odvodi se i reciklira u kondenzator sumpora (Niz I/Niz II), sa strane plašta zajedno sa kondezatom pare iz Drugog grijača Clausovog reaktora (Niz I/Niz II).[6]

Tijekom zagrijavanja u Clausovoj sekciji, prirodni plin spaljuje se u plameniku termalnog reaktora da bi se postigla izvjesna minimalna temperatura prije dovođenja kiselog plina u tehnološke vodove i opremu. Stehiometrijski uvjeti izgaranja loživog plina određuju se tako da se pretvore/izgore svi  $\text{H}_2$  i ugljikohidrati u  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$ , a da u loživom plinu ne bude viška kisika.[6] Tijekom stehiometrijskog izgaranja loživog plina potrebno je sniziti temperaturu plamena korištenjem pare kao sredstva za gašenje.

Aminski kiseli plin iz ARU jedinice 9400 (faza 2) od skladišnih spremnika prolazi preko uređaja za pranje kiselog plina (predviđenog samo u fazi 2) ( ulaz pri  $T=600 \text{ }^\circ\text{C}$ , a izlazi pri  $T=540 \text{ }^\circ\text{C}$ ) gdje se iz kiselog plina uklanja gotovo sav sadržaj amonijaka i odlazi u

jedinicu 9500, u kojoj se amonijak regenerira i šalje natrag u SRU preko SWS plina (zajedno sa H<sub>2</sub>S koji je apsorbiran u kiseloj vodi uređaja za pranje).[6] Demineralizirana voda koristi se za pranje plina. Plin koji izlazi iz Drugog Clausovog reaktora (Niz I/Niz II), pri T=2320 C Ip=0,42 bar ulazi u finalni kondezator sumpora (Niz I/Niz II), prije nego se uputi u TGT & RAR sekciju.[6] Kondenzirani sumpor odvodi se preko sumporne brtve u sumpornu jamu. Para pod niskim pritiskom proizvedena u prvom i drugom i finalnom kondezatoru sumpora (Niz I/Niz II), u potpunosti se koristi u okviru postrojenja, za grijanje (trasiranje i zaštita/jacketing) kao i za regeneraciju amina; višak pare dovodi se sa skladišnih spremnika. Vršni plin koji izlazi iz zadnjih kondezatora otprema se u sekciju RAR (Reduction Absorption Recycle) pri T=1590C i P= 0,39 bar.[6]

Vršni plinovi iz Clausovog niza (Niz I/Niz II) se zagrijavaju u plinsko/plinskom izmjenjivaču i za toga se zagrijavaju do temperature od oko 2400 °C u električnom grijaču. Tok vodikovog plina miješa se u statičkom mikseru sa tehnološkim plinom nizvodno od električnog grijača, kako bi se osigurao potrebni vodik za hidrogenaciju sumpora u reaktoru hidrogenacije koji se puni specifičnim katalizatorom za redukciju/hidrolizu.[6] Također se predviđa *by-pass* radi kontrole temperature tehnološkog plina koji izlazi iz električnog grijača. Završno hlađenje tehnološkog plina postiže se u koloni za hlađenje koja je ustvari stupac opremljen sa 14 tuš plitica. Rashlađeni plin koji izlazi iz vrha kolone za hlađenje pri T=380 °C i P=0,10 bar(g) se dovodi u TGT apsorber.[6] Na izlazu iz kolone za hlađenje predviđen je uređaj za analiziranje da bi se neprekidno kontrolirao sadržaj vodika u ugašenom plinu. Taj analizator vodika kontrolira količinu vodika koju treba dodati tehnološkom plinu da bi se održala koncentracija od 3%, po volumenu, u vršnom plinu.[6]

TGT apsorber je kolona opremljena sa 16 plitica gdje se obavlja apsorbcija H<sub>2</sub>S korištenjem nezasićene MDEA otopine pri 50%, po težinskoj koncentraciji, koja dolazi iz sekcije za regeneraciju amina.[6] U fazi 1 MDEA otopina bogata s H<sub>2</sub>S koja dolazi iz TGT apsorbera odvodi se kao poluzasićeni amin, pumpom za obogaćeni amin, do apsorbera loživog plina u sekciji za regeneraciju amina. U fazi 2 dio MDEA otopine bogat sa H<sub>2</sub>S koji dolazi iz TGT apsorbera odvodi se kao polu-siromašni amin u apsorber loživog plina dok se preostali dio odvodi u regenerator amina u sekciju

regeneracije amina. Vršni plin iz TGT apsorbera dovodi se pri  $T=350\text{C}$  i  $P= 0,05$  bar do plamenika peći za spaljivanje radi oksidacije.[6]

Tijekom djelovanja katalizatora hidrogenacije prije početka rada jedinice, kao i tijekom obustave rada postrojenja, vršni plin stavlja se u recirkulaciju pomoću puhala za recirkulirajući plin sa kolone za hlađenje do plinsko/plinskog izmjenjivača, nakon što se zagrije na  $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$  u predgrijaču reciklirajućeg plina korištenjem niskotlačne pare kao medija za zagrijavanje.[6] Puhalo reciklirajućeg plina aktivira se kad kapacitet jedinice ide na niže, da bi se reciklirala izvjesna količina plina.

Peć za spaljivanje je namjenjena prihvatu plina iz TGT apsorbera, spremnika za drenažu amina, ejektora pare (Niz I/Niz II), i prihvata kiselog kondezata, oksidiranjem svih sumpornih spojeva u  $\text{SO}_2$ . Da bi sadržaj rezidualnog  $\text{H}_2\text{S}$  u izgarnom plinu baklje od  $10\text{ ppm}$  bio po volumenu maksimalan, peć za spaljivanje radi pri temperaturi  $7000\text{ }^{\circ}\text{C}$ . [6] Plamenik peći za spaljivanje je tipa na prirodno strujanje zraka. Izgaranje vršnog plina je podržano izgaranjem loživog plina čiji se protok automatski se kontrolira na bazi temperature peći za spaljivanje, dok se protok zraka za izgaranje kontrolira ručnim kontrolnim ventilom.[6] Loživi plin iz peći za spaljivane upućuje se u zajedničku baklju preko cjevovoda.

Sumpor prikupljen u sumpornim brtvama Clausovo niza, šalje se u odjel za otplinjavanje u sumpornu jamu (Niz I/Niz II), otplinjavanje se postiže pomoću propuhivanja zraka u sumporu paralelno iznad katalizatora i glinice nakon čega se prikuplja u sladišnom dijelu. Zrak za otplinjavanje dobije se iz pogonskog zraka i zagrijava se do  $140\text{ }^{\circ}\text{C}$  dvodjelnim izmjenjivačem korištenjem niskotlačne pare kao medija za zagrijavanje.[6] Podzemna jama održava se pod lakim vakuumskim tlakom (na oko  $P= - 5\text{ mmH}_2\text{O}$ ) pomoću izbacivača pare koji će se usisati ispušteni zrak i ispustiti ga u peć za spaljivanje.[6]

Neotplinjeni tekući sumpor pohranjuje se u odjeljak za otplinjavanje u sumpornoj jami, pumpa za transfer sumpora odvodi tekući proizvod do nadzemnih spremnika za skladištenje sumpora, dva u fazi 1 (četiri u fazi 2 nije izgrađeno). Tekući sumpor iz spremnika za skladištenje sumpora otprema se pomoću pumpe za utovar sumpora

auto cisternu ili željeznicu pomoću utovarnih uređaja za tekući sumpor. Ispušteni plin iz ejektora odvodi se direktno u peći za spaljivanje.[6]

Sekcija pomoćnih pogona Postrojenja za rekuperaciju sumpora sastoji se od slijedećeg :[6]

1. Sustav loživog plina,
2. Sustav za paru i kondezat,
3. Sustav odmuljivanja,
4. Jedinica za injektiranje protiv stvaranja pjene (klijent),
5. Sustav dušika,
6. Sustav rashladne vode,
7. Sustav demineralizirane vode,
8. Sustav kotlovske napojne vode,
9. Sustav pitke vode,
10. Sustav pogonskog zraka,
11. Sustav instrumentacijskog zraka,
12. Sustav pogonske vode.

Baklja u rafinerijskom kompleksu ima zadaću da na siguran način odvede u zrak plinove koji nastaju pri ekscenim situacijama u pojedinim postrojenjima ili u cijelom kompleksu. Primarna funkcija baklje je spaljivanje zapaljivih, toksičnih ili korozivnih para/plinova u manje ekološki štetne komponente. Izbor tipa baklje i svojstva je uvjetovan s nekoliko faktora, uključujući raspoloživi prostor, svojstvo plinova koji se spaljuju, sastav, količina i tlak, ekonomičnost uključujući investicijska ulaganja i radne troškove i odnose s stanovništvom kada je baklja u blizini naseljenih mjesta i vodenih transportnih putova.[6]

Na svakih milijun tona prerađene sirove nafte rafinerije ispuštaju od 20 000 do 820 000 tona ugljičnog dioksida, 60 do 700 tona dušikovih oksida, 10 do 3 000 tona emisija čestica, 30 – 6 000 tona sumpornih oksida i 50 do 6 000 tona hlapljivih organskih kemikalija ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , i HOS).[6] Baklja KP - 6 je povišena baklja uz kombinaciju mješanja s vodenom parom (bezdimna procesna) i bez mješanja s vodenom parom (dimna procesna baklja).[6] Dovođenjem vodene pare postiže se potpuno sagorjevanje

uz minimalno dimljenje. Plamen ugljikovodika je obično vidljiv i svijetao kao posljedica užarenih čestica ugljika u plamenu.

U određenim slučajevima plamen je popraćen dimom što su čestice ugljika koje nisu izgorjele i ohlađene u obliku čađi odlaze iz plamena u atmosferu. Točni uzorci i mehanizmi nastajanja dima još uvjet nisu potpuno jasni, no sigurno je da će tokom spaljivanja ugljikovodika nastati dim ako je smjesa koja se spaljuje cijela bogata na ugljikovodicima ili samo lokalno. Zapažanja su pokazala da smanjenje koncentracije atoma vodika u smjesi smanjuje i nastajanje dima, tako da se smanjenje nastajanja dima može postići reakcijama koje troše vodikove atome ili čine ih neaktivnim.[6] Najčešći način smanjena nastajanja dima je uvođenje vodene pare u smjesu ugljikovodika koja se spaljuje.

Jedna teorija sugerira da para razdvaja molekule ugljikovodika, čime se smanjuje polimerizacija i stvaraju kisikovi spojevi koji sagorijevaju takvom brzinom i na takvim temperaturama da ne dolazi do krekiranja i polimerizacije. Druga teorija kaže da vodena para reagira s česticama ugljika stvarajući molekule ugljičnog monoksida, ugljičnog dioksida i vodika i time uklanja ugljik prije nego se ohladi i nastane dim. Zračenje topline radijacijom je jedan od najvećih problema pri spaljivanju procesnih tokova ekscenih situacija na baklji. Zračenje ima utjecaj i na osoblje i na opremu, pri čemu je utjecaj na radno osoblje primaran faktor pri dimenzioniranju i lociranju baklje. Danas na dijelu RNS, KP - 7, u radu su procesna baklja F-3101A/B, kisela baklja F-3102 i aromatska, niskotlačna, baklja F-3103.[6]

Glavna sabirna cijev sakuplja sve količine plinova i para koja se oslobađaju putem sigurnosnih ventila u toku normalnog rada procesa kao i u slučaju poremećaja, izuzev plinova koji se usmjeravaju na kiselu baklju. Na granici svakog postrojenja na mjestu spajanja procesnih vodova na glavni postavljeni su ventili kao i mjesta za sljepice radi mogućnosti izolacije svakog procesnog voda.[6] Kapacitet sabirne cijevi je 900 t/h. Plinovi koji imaju velik sadržaj sumporovodika ili nekih drugih korozivnih komponenti upućuju se sa postrojenja posebnim vodom na baklju za spaljivanje kiselih plinova.

Cijela dužina cjevovoda je grijana vodenom parom i izolirana da se smanji kondenzacija vodene pare koja bi dovela do povećanja korozije. Odvajač kondenzata

D-3101 osigurava uklanjanje tekuće faze stvorene bilo kondenzacijom plinova u glavnoj sabirnoj cijevi ili propuštanjem tekuće faze sa sigurnosnih ventila. Dno posude je grijano parom kako bi zaostalo čim manje lakih ugljikovodika. Na donjem dijelu posude nalazi se cilindrični dodatak koji se napuni tekućinom u slučaju ulaza tekućine u posudu.

Za pražnjenje posude instalirane su električna pumpa P-3101 i parna pumpa P-3103 koje pumpaju tekuću fazu u sustav slopa. Posuda sa vodenim zaporom D-3101 obavlja dvije funkcije. Primarno je da raspoređuje tok plina u dvije odvodne cijevi prema procesnim bakljama. Porast tlaka u posudi D-3102 uzrokovan aktiviranjem sigurnosnih ventila na postrojenjima uslijed poremećaja prenosi se na nivo vode koji se polako spušta i time automatski otvara ispusne cijevi prema procesnoj bezdimnoj baklji F-3101 A te na taj način omogućuje prolaz plina na baklju.[6]

U slučaju većeg poremećaja dolazi do još jačeg porasta tlaka što uzrokuje daljnje smanjenje nivoa vode te otvaranje drugog otvora preko kojeg plinovi odlaze na procesnu dimnu baklju F-3101 B. Cijela je posuda izolirana protiv smrzavanja. Sekundarna funkcija posude sa vodenim zaporom sastoji se u sprečavanju usisa zraka preko baklje u glavni vod što bi dovelo do stvaranja eksplozivne smjese u sustavu. Podzemna posuda TK-3101 prikuplja kiselu vodu nastalu u posudi D-3102 i na rekompresijskoj stanici. Prazni se pomoću pumpe P-3102 koja se pokreće ručno, te se kisela voda šalje na KP - 6 na sekciju Stripera kiselih voda.[6]

Procesna bezdimna baklja je projektirana da izgori 50% projektiranog opterećenja baklje iz glavnog voda.[6] Baklja ima predviđen plinski zapor smješten blizu vrha baklje kompletiran unutarnjim pregradama i drenažom koji kada se propuhuje inertnim plinom ili loživim plinom osigurava zaštitu protiv uvlačenja zraka u sustavu baklje i povrat plamena pod gorionik baklje. Gorionik radi miješajući paru i zrak sa gorivim plinom prije izgaranja. Bezdimna baklja ima mogućnost dodavanja ST pare u sam vrh glave baklje, čime se postiže bezdimno gorenje ugljikovodika.[6] Para se upušta pomoću automatskog ventila 31-APCV-36.[6]

Kisela baklja projektirana je za spaljivanje svih plinova koji imaju visok sadržaj H<sub>2</sub>S ili druge korozivne spojeve (plinovi sa PKS-a, Stripera kiselih voda, Merok-a, Sekcije

neutralizacije lužine i SRU koji je u radu od 2007. god.) Baklja niskog tlaka je projektirana da primi plinove sa sulfolan i parex jedinice s aromatskog kompleksa. U sadašnjem režimu rada, prima samo plinove sa sekcije 8100 (Spliter reformata).[6] Za sve baklje u funkciji je sustav za paljenje baklji koji se sastoji od panela na kojem se stvara iskra i šalje cjevovodima 1" na vrh baklje gdje se pale pilot plamenici koji također imaju cjevi 1".[6] Tijekom rada baklji potrebno je kontinuirano dodavati određenu količinu zapornog plina u stablo svake baklje koja omogućuje da se plamen na vrhu ne ugasi i zbog zaštite od ulaska kisika u sustav i za sprečavanje povrata plamena i stvaranja eksplozivne smjese. U stablo svake baklje zaporni plin ulazi zasebnim vodom, preko restrikcija. Ukupna količina zapornog plina regulira se preko DCS-a na 31-FRCV-79.[6]

Rekompresijska stanica preko usisnog cjevovoda oduzima plin za baklju iz cjevovoda 42"-R-7101-R- 39-NI.[6] Plin dolazi u kompresor 3100-K-100 gdje se komprimira na tlak viši od 4,2 barg. Nakon toga dolazi u posudu separatora 3100-V-150 gdje se odvaja od kapljica vode i kondenzata.[6] Posuda separatora je sa usisom kompresora povezana recirkulacijskim cjevovodom na kojem se nalazi regulacijski ventil 3100-PCV-150 kojim se regulira tlak na usisu kompresora. Iz posude separatora plin ide u cjevovod kiselog plina te na obradu u aminsku sekciju SRU jedinice.[6] Tlak plina u sustavu baklje kontrolira se mjerilom tlaka 3100-PIT-100 koji se nalazi na cjevovodu koji vodi u rekompresijsku stanicu, a tlak plina na izlazu iz rekompresijske stanice kontrolira se mjerilom tlaka 3100-PT-150 koji se nalazi na cjevovodu iza posude separatora 3100-V-150.[6] Protok plina se kontrolira mjerilom protoka 3100-FT150. U normalnim uvjetima rada tlak u cjevovodu baklje je manji ili jednak 0.035 barg, tlak na izlazu iz posude separatora je 3-5 barg i protok plina za baklju je 1012 Nm<sup>3</sup> /h.[6]

NHT sekcija ima za cilj uklanjanja sumpornih, dušičnih, kisikovih, organo-metalnih spojeva iz benzina. U NHT sekciji provodi se zasićenje olefina i pretvorbu organo halogenida u halogeno vodike. NHT sekcija ima minimalni kapacitet prerade 6,8 t/h (10,5 m<sup>3</sup> /h ) i maksimalni kapacitet prerade 20 t/h (31 m<sup>3</sup> /h) benzina.[6]

U postupku obrade vodikom odvija se šest osnovnih reakcija :[6]

1. Konverzija organski vezanog sumpora u sulfide,
2. Konverzija organski vezanog dušika u amonijak,

3. Konverzija organski vezanog kisika u vodu,
4. Zasićenje olefina,
5. Konverzija organo halogenida u halogeno vodike,
6. Uklanjanje organo – metalnih spojeva.

Sirovina je benzin s vrha splitera koji dolazi sa atmosferske destilacije ili toppinga sirove nafte sa KP - 6, benzina iz sulfolan procesa sa KP - 7 i benzina iz procesa MHC-a (Mild hydrocracked).[6] Sirovina na NHT sekciju dolaze direktno ili se usmjeravaju u dnevne spremnike 1000-V-8 i 1000-V-9 na KP - 7.[6] Izmjenjivači topline upotrebljavaju se da bi se grijalo i hladilo mnoge tokove u Naphtha Hydro treating postrojenju.[6] Izlazni tok reaktora se dalje hladi tako da se vodik može separirati od proizvodaprodukta.

Pogon obrade vodikom ima dva recipročna motorom pokretana kompresora. Kompresori recirkuliraju vodikom bogate plinove kroz reaktor i krug tokova za cirkulaciju vodika. Bez cirkulacije vodika na katalizatoru bi se formirale naslage koksa što bi onemogućilo potrebne kemijske reakcije. Kritično je održavati recirkulirajući tok plinova kad se sirovina puni u pogon usisni spremnik kompresora za reciklažu je mala vertikalna posuda dizajnirana da bi uklanjala kondenzat iz reciklaže i tako štitila kompresor. Plinska faza iz separatora ulazi u posudu sa strane i putuje prema vrhu. Parcijalni mrežasti zastor je ugrađen da bi uklonio povučenu tekućinu. Postoji staklo za kontrolu nivoa tekuće faze ugljikovodika. Tekućina koja se izdvojila može se manualno prebaciti u kolonu strippera V-11106.[6]

Zadaća separatora je odvojiti vodik od ugljikovodika. Striper kolona služi da bi se uklonile lake faze, sumporovodik i voda iz produkto-voda lake nafte. Taložnica za vodu skuplja svu vodu koja bi mogla biti prisutna. Svrha reaktora R- je omogućiti kontakt sirovine s katalizatorom u reakcijskim uvjetima i spriječiti iznošenje katalizatora s produktom. Za sirove nafte umjerenog sadržaja sumpor normalno se traži omjer 40-75  $\text{Nm}^3 / \text{m}^3$ . [6] Krekirane nafte treba prerađivati kod višeg udjela vodika – čak do 500  $\text{Nm}^3 / \text{m}^3$  [6] Za uklanjanje dušika ili potpuno uklanjanje sumpora potrebna je visoka čistoća vodika (70% minimum) jer CO može djelovati kao privremeni otrov za katalizator.[6]



Sprečavanje taloga koks na katalizatoru zahtjeva održanje minimalnih parcijalnih pritisak vodika pa nečistoće u plinu trebaju veće radne pritiske. Niži omjer vodika prema ugljikovodicima moguće je kompenzirati povišenjem ulaznih temperatura na reaktoru. Približna reakcija za te varijable je 10 °C veća temperatura reaktora potrebna da se prepolovi omjersirovina što vrijedi za rad iznad minimalne vrijednosti od 588K (315 °C) ulazne temperature reaktora i 40 nm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> vodikov odnos.[6]

Radni pritisak od 26.5 do 26.9 bara, a dizajnirani pritisak 34 bara.[6] Pritisak u reaktoru, odnosno u radnoj jedinici zavisn je od trajanja katalizatora i svojstava sirovine. Kod viših reaktorskih pritisaka katalizator je općenito efikasniji za dulje vrijeme i reakcije se dovode do potpunijeg dovršenja. Za desulfurizaciju sirove nafte normalno se primjenjuju reaktorski pritisci od 20 – 30 bara.[6] Dizajnirani pritisak može biti viši, ako su sadržaji dušika i sumpora veći od uobičajenih. Krekirane nafte sadrže više dušika i sumpora od sirovih nafti te trebju procesne pritiske do 55 bara.[6]

Reaktorska radna temperatura je 345 °C, a projektna temperatura je 375 °C.[6] Temperatura ima značajan utjecaj u provedbi obrade vodikom. Reakcija počinje kod temperatura od oko 503 K (230 °C) sa značajnim porastom brzine reakcije s rastom temperature.[6] U reaktoru za obradu vodikom (R-11101) temperature su 345 °C dovoljne za potpunu obradu i sekundarne fine prilagodbe su moguće u reaktorima.[6] Normalna temperatura reaktora za teški benzin sa topinga (SRN) i krekirani benzin je 672 K (399 °C) maksimum.[6] Stvarna radna temperatura će zavistiti, zavisno o tipu sirovine, od 558 K (285 °C) do 658 K (385 °C).[6] Krekirani materijali će zahtijevati preradu kod viših temperatura zbog visokog sadržaja sumpora, dušika i olefina. Za te sirovine reaktorski delta t će biti u granicama od 283-328 K (10-55°C).[6] Kako katalizator stari kvaliteta proizvoda može opadati, što je moguće korigirati povišenjem reaktorskih ulaznih temperatura.

Peć služi za dobavu dovoljno topline kombiniranoj sirovini tako da se poželjne reakcije mogu ostvariti s katalizatorom za obradu vodikom u reaktoru R-11101. Grijač punjača je radijantnog i konvekcijskog tipa s jednom loživom zonom, s loživim plinom i plamenicima smještenim na dnu kutije grijača.[6] Kombinirana sirovina najprije teče kroz konvekcijsku sekciju gdje se pregrijava. Postoje brojni prolazi u radijantnoj sekciji i svaki prolaz ima površinske termo parove koji mogu upozoriti na začepljenje cijevi za

protok dviju faza, uglavnom u startup fazi. Površinska temperatura svake faze trebala bi biti relativno jednaka. Priključak za istjerivanje na paru služi za istjerivanje bilo kojih gorivih plinova iz kutije s plamenicima prije paljenja pilota prilikom pokretanja. Redoslijed paljenja plamenika mora se pažljivo slijediti i prilagoditi.

Treba izbjeći uskakanje plamena na cijevima. Zbog različitih vrsta, medija koji učestvuju u tehnološkom procesu i njihove fizikalno – kemijske karakteristike sami po sebi predstavljaju znatnu požarnu opasnost, isto tako treba obratiti posebnu pažnju na radne temperature i tlakove koji vladaju u tehnološkom procesu te predstavljaju veliku opasnost u slučaju poremećaja u radu.[6]

### **2.3.Požarne opasnosti u KP – 6 i KP - 7**

Požari se u potpunosti ne mogu ukloniti, a najjeftiniji način zaštite dobara i smanjenja materijalne štete je poduzimanje odgovarajućih mjera zaštite. Da bi se poduzele odgovarajuće mjere zaštite od požara, moraju se znati uzroci požara i požarne opasnosti. Ako se uklone uzroci požara, požarne opasnosti svedu na minimum, osigura dovoljno sredstava i uređaja za gašenje požara i podučiti ljudstvo u rukovanju uređajima i sredstvima, tada se postiže cilj zaštite od požara. [7]

Pojedine tehnologije, kao i tehnološki procesi, karakteriziraju se uporabom i preradom zapaljivih tvari, požarno više ili manje opasnih, kao i postupcima koji mogu dovesti do požara. Većina ovakvih požarno opasnih postupaka, operacija i tehnologija prisutna je u industriji i predstavljaju posebno opasna mjesta, jer nisu uvijek adekvatno zaštićena od požara. Postoji jedan oblik tzv. *općih* požarnih opasnosti, koje karakteriziraju uglavnom sve industrije i pogone, pogotovo one gdje se radi s organskim tvarima koje su podložne gorenju.[8]

Tu se ubrajaju :[8]

1. opasnosti od stvaranja eksplozivnih smjesa,
2. opasnosti od sakupljanja statičkog elektriciteta,

3. opasnosti od nekontroliranog pregrijavanja, samozagrijavanja ili samozapaljenja,
4. opasnosti od egzotermnih procesa i slično.

Uvjeti koji mogu izazvati požar skoro uvijek su zadovoljeni u ovim procesima, jer prisutna je goriva tvar, zrak (kisik) i izvor zapaljenja (bilo da je to iskra dovoljne energije od alata koji iskri, pušenja, uporaba električnih uređaja ispod dopuštenog stupnja sigurnosti i slično), što znači da su se stekla sva tri uvjeta potrebna za gorenje.

U spomenutim postojenjima, objektima i prostorima se prerađuju, manipulira istima te se skladište eksplozivne i zapaljive tvari. Zbog toga se mogu očekivati veće količine raznih zapaljivih, eksplozivnih i drugih tvari. Najveći izvor opasnosti dolazi od samog tehnološkog procesa (prerada nafte i naftnih derivata), od susjednih postrojenja, postojeće infrastrukture (prometnice, željeznički kolosijeci), sustava energetike i kanalizacije i slično.

Na lokaciji se trenutno nalaze razne tehnološki povezane cjeline (sekcije) koje funkcionalno čine postrojenje KP – 6 (lokacijski odvojeni, ali funkcionalno povezanim) i postrojenje KP - 7. Osim proizvodnih sekcija postoje i prateći prostori kao što su kontrolne sale u kojima osim što boravi tehnološko osoblje služe za praćenji i vođenje tehnološkog procesa. Ostali objekti predstavljaju manipulativno skladišne prostore i objekte.

Procesne jedinice obrade otpadnih voda navedenih postrojenja smještene su na ravnom terenu uz sama postrojenja, a prostorna udaljenost od ostalih susjednih objekata definirana je širinom požarnih putova koji okružuju procesne jedinice obrade otpadnih voda. Pristupni putovi prema postrojenju su asfaltirani, a širina putova je 5 m, s propisanom nosivosti od 100 KN po osovini vozila, što odgovara prema zahtjevima *Pravilnika o uvjetima za vatrogasne pristupe*. [8] Interni požarni putovi omogućuju pristup vatrogasnim vozilima prema požarnim sektorima sa najmanje dvije strane. Profesionalna vatrogasna postrojba Rafinerije nafte Sisak koja prva intervenira u gašenju požara na procesnim jedinicama i prostorima postrojenja

Obrada otpadnih voda navedenih postrojenja do najudaljenije točke šticeenog prostora ima oko 600 metara.[8] Zbog ravnog terena, prosječno vrijeme dolaska na najudaljeniju točku šticeenog prostora iznosi oko 2 minute, što osigurava pravodobnost početka vatrogasne intervencije u vremenu do 5 minuta.[8]

Temelji procesne opreme postojenja KP - 6 i KP - 7 Rafinerije nafte Sisak (kolona, posuda, reaktora, izmjenjivača topline, hladnjaka i slično), izrađeni su od armiranog betona i osiguravaju odgovarajuću vatrootpornost. Nosači cijevnih mostova su čelični sa odgovarajućom vatrootpornom oblogom. Materijali od kojih su izvedeni temelji, oprema i nosači cijevnih mostova, uz odgovarajuće održavanje, imaju kvalitetu da u slučaju požara i učinkovite intervencije vatrogasne postrojbe, ne dođe do deformacija i rušenja istih.

Vatrootporna obloga je projektirana da čelična konstrukcija zadrži integritet stupova i greda 120 minuta za vrijeme požara koji je okružuje.[7] Kao materijali vatrootpornih obloga koristili su se betonske i cementne i patentirane vatrootporne mješavine. Betonske i cementne vatrootporne obloge postavljene su sa mrežastom armaturom. Vatrootpornost stupova cijevnih mostova postavljena je do visine prvog nivoa iznosi 120 minuta.[8] Vatrootporna obloga je otporna na direktni mlaz protupožarne vode.

### **2.3.1.Procjena rizika i preventivne mjere zaštite od požara i eksplozija**

Procjena rizika je provedena prema metodologiji Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA) sukladno Međuagencijskom programu procjene i upravljanja zdravstvenim i okolišnim rizicima izazvanim energetskeim i drugim složenim industrijskim sustavima, prema Priručniku za razvrstavanje i utvrđivanje prioriteta među rizicima izazvanim velikim nesrećama u procesnoj i srodnim industrijama.[8] Pristup je kvantitativan, odnosno temeljio se na raspoloživim podacima (maksimalne količine opasnih tvari, indeks opasnosti i slično). Tablica 1 prikazuje procjenu vjerojatnosti nastanka velikih nesreća u Rafineriji nafte Sisak.

Koraci procjene su :[8]

- Identifikacija kritičnih objekata,

- Eliminacija objekata koji nemaju izvanlokacijski učinak i koji nisu u naseljenom području,
- Izračunavanje dosega primjenom programskih prilagođenih paketa EPE,
- Izračunavanje posljedica i vjerojatnosti događaja,
- Rangiranje kritičnih objekata.

Tijekom primjene metode uvaženi su slijedeći kriteriji :[7]

- jačina izvora najveća moguća,
- osnovni proračun raspršenja toksičnih plinova provodi se za stabilnost atmosfere klase D (neutralno) s brzinom vjetra od 5 m/s. Ovi uvjeti ne predstavljaju najgori slučaj, već je pretpostavka načinjena s obzirom na prosječne vremenske uvjete kako bi bila moguća usporedba između toksičnih, zapaljivih i eksplozivnih tvari,
- smjer vjetra koristi se najučestaliji smjer vjetra izmjeren u gradu Sisku,
- mjerilo nastradalih u požarima 100% smrtnost izloženih osoba unutar vatrom zahvaćenog područja,
- mjerilo nastradalih u eksplozijama oblaka pare, 100% smrtnost među osobama zahvaćenim gorućim oblakom,
- pretpostavka paljenja s nižom granicom zapaljivosti, a za eksplozivne tvari 100% smrtnost u neposrednoj blizini središta detonacije, što znači visoki prekomjerni tlak veći od 1 bara i visoku gustoću letećih predmeta,
- mjerilo nastradalih od toksičnih oblaka 100 % smrtnost među osobama izloženim dulje od 30 minuta koncentraciji manjoj ili jednakoj LC<sub>50</sub> za ljude. Iako je ovo preuveličana procjena unutar određenog pogođenog područja, to je i preniska procjena za područje izvan granica pogođenog područja, gdje je moguće postojanje nižih, ali još uvijek smrtonosnih koncentracija.

Tab. 1. Procjena vjerojatnosti nastanka velikih nesreća u Rafineriji nafte Sisak [8]

| NAZIV TVRTKE                                    | LOKACIJA       | SPREMNIK/<br>PROCES  | VRSTA OPASNE<br>TVARI          | KOLIČINA<br>(t) | VRSTA<br>OPASNOSTI | R (m) | F (ha) | BROJ<br>ŽRTAVA | UČESTALOST<br>DOGAĐAJA/<br>god |
|---|----------------|----------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------|-------|--------|----------------|--------------------------------|
| INA d.d. Rafinerija<br>nafte Sisak              | Dorada II      | Spremnik/ kugla D-23 | UNP                            | 648             | I                  | 500   | 80     | 40             | $1 \times 10^{-8}$             |
| <b>Suma eksplozivnih<br/>tvari</b>              | Dorada II      | Spremnici/kugle      | UNP                            | 1 556           | I                  | 721   | 163    | 82             | $1 \times 10^{-8}$             |
|   | Dorada II      | nadz. sprem. R-701   | benzin                         | 14 250          | II                 | 284   | 12,7   | 13             | $3 \times 10^{-9}$             |
|   | Dorada II      | nadz. sprem. R-901   | LUS i LUT                      | 34 560          | II                 | 432   | 29     | 30             | $3 \times 10^{-9}$             |
|   | Dorada II      | nadz. sprem. R-802   | Nafta                          | 25 500          | II                 | 300   | 14     | 14             | $3 \times 10^{-9}$             |
|   | Dorada II      | nadz. sprem. R-803   | nafta                          | 25 500          | II                 | 300   | 14     |                |                                |
|   | Dorada II      | nadz. sprem. R-804   | nafta                          | 25 500          | II                 | 300   | 14     |                |                                |
| <b>Suma zapaljivih tvari</b>                    | Dorada II      | Nadzemni spremnici   | benzin,<br>LUS,LUT, nafta      | 444 308         | II                 | 1200  | 226    | 226            | $3 \times 10^{-9}$             |
| <b>Suma eksplozivnih i<br/>zapaljivih tvari</b> | Dorada II      | Nadzemni spremnici   | UNP, benzin,<br>LUS,LUT, nafta |                 |                    |       |        | 308            | $3 \times 10^{-8}$             |
|   | INA -<br>Crnac | nadz. sprem. R-51101 | nafta                          | 68 000          | II                 | 600   | 56     | 28             | $3 \times 10^{-9}$             |
|   | INA -<br>Crnac | nadz. sprem. R-51102 | nafta                          | 68 000          | II                 | 600   | 56     |                |                                |
|   | INA -          | nadz. sprem. R-51103 | nafta                          | 68 000          | II                 | 600   | 56     |                |                                |

U slučaju izbijanja požara u Rafineriji nafte Sisak mogući požari su mnogo manjeg dometa od dometa širenja otrovnih plinova te se i mjere intervencija mogu ograničiti na područje oko samog izvora, odnosno na područje Terminala Sisak i dijelova grada Siska.

Procjena rizika obuhvaća rizik havarije i požara na spremniku R-802 u kojem se skladišti sirova nafta čiji bi radijus djelovanja iznosio 300 m, zahvaćane bi površina obuhvaćala 14 ha, mogući broj žrtava bio bi 14, a učestalost prema procjeni rizika iznosi  $1 \times 10^{-9}$ . [8] Procjena rizika pokazuje kako su svi potencijalni rizici ispod donje crte prihvatljivosti te kako bi sumarni požar svih spremnika u Rafineriji nafte Sisak (sirova nafta + derivati) imao radijus djelovanja 1.200 m, zahvatio bi površinu od 226 ha, mogući broj žrtava bio bi 226, a učestalost prema procjeni rizika iznosi  $1 \times 10^{-9}$  događaj/god. [8]

Glede zaštite ljudi i imovine od požara i eksplozija u Rafineriji nafte Sisak poduzimaju se mjere i postupci za otklanjanje uzroka požara i eksplozija, sprječavanje nastanka i širenja požara i eksplozija kao i za pružanje pomoći u otklanjanju posljedica prouzrokovanih požarom i eksplozijom. Zaštita od požara, odnosno preventivne mjere pored navedenih građevnih i tehničko-tehnoloških mjera zaštite od požara, obuhvaćaju skup mjera i postupaka organizacijske prirode kao što su : [8]

- provedba odgovarajućeg obrazovnog procesa kojim se radnici upoznaju s opasnostima i uzrocima požara i eksplozija te načinom njihova gašenja, primjenom raspoloživih sredstava,
- opremanje radnih prostora odgovarajućim sredstvima i opremom za gašenje požara i eksplozija,
- organiziranje radnog procesa na način da se postupci na svim radnim mjestima izvršavaju na predviđen i propisan način,
- organiziranje radnog procesa na način da tijekom rada uvijek bude dostatan broj mobilno sposobnih radnika za gašenje požara i eksplozija,
- organiziranje vatrogasnih postrojbi sastavljenih od radnika koji su posebno osposobljeni za gašenje požara,
- redovito pregledavanje i ispitivanje sredstava za otkrivanje i gašenje požara u zakonskim rokovima,
- provjeravanje osposobljenosti radnika za gašenje požara i eksplozija te spašavanje,
- označavanje *požarnog puta* unutar kompleksa Rafinerije te briga o njegovoj stalnoj prohodnosti,
- nadzor nad održavanjem čistoće i urednosti u radnim prostorima,
- nadzor nad prostorom Dorade i manipulacije zadužene za skladištenje nafte i naftnih derivata u nadzemnim spremnicima,
- nadzor nad raspoređivanjem novih radnika glede provjere osposobljenosti za gašenje požara i eksplozija,
- izricanje i oglašavanje zabrane pušenja i izazivanje otvorenog plamena,
- ograničavanje kretanja radnicima i drugim osobama u pojedinim dijelovima radnih prostora,
- suradnja s tijelima nadzora i drugim tijelima i zajednicama na području grada Siska, općine i županije, a u svrhu provedbe i unapređivanja zaštite od požara i eksplozija.

Prema *Pravilniku o izgradnji postrojenja za zapaljive tekućine i o uskladištenju i pretakanju zapaljivih tekućina* nadzemni spremnici moraju biti zaštićeni od svih izvora topline hidrantskom mrežom i sustavom zaštite od požara, koji mora biti odobren od nadležnih tijela.[8] Sustav zaštite od požara obuhvaća sustav za hlađenje spremnika

vodom, da bi se susjedni spremnici zaštitili od mogućeg požara, i sustav za gašenje vatre pjenom. Sustav za gašenje mora imati svaki nadzemni spremnik volumena veći od 300 m<sup>3</sup>, kao i svaki nadzemni spremnik volumena do 300 m<sup>3</sup>, ako se u njemu skladište nestabilne tekućine ili tekućine s obilježjem izbacivanja te spremnik smješten u gusto naseljenim područjima.[8] Sustav za hlađenje mora imati svaki nadzemni spremnik.

Za hlađenje plašta nadzemnog spremnika u slučaju požara potrebno je najmanje 1.2 l/min vode na m<sup>2</sup> plašta u trajanju od najmanje dva sata.[8] Ako je spremnik izvedbe s konusnim krovom, količina vode za hlađenje krova mora iznositi najmanje 0.6 l/min na m<sup>2</sup> površine krova u trajanju od najmanje dva sata.[8] Za hlađenje cilindričnih nadzemnih spremnika, količina vode mora iznositi najmanje 1.6 l/min na m<sup>2</sup> površine spremnika u trajanju od najmanje dva sata.[8] Hidrantska mreža za jedan nadzemni spremnik mora imati najmanje dva standardna hidranta. Za dva i više spremnika broj hidranata određuje se prema rasporedu spremnika i to tako da udaljenost između hidranata nije veća od 50 m, odnosno manja od 25 m od spremnika.[8] Hidranti se ne smiju postavljati nasuprot podnice cilindričnih nadzemnih spremnika.



### **3.KARAKTERISTIKE NAFTE I NAFTNIH DERIVATA**

Premda se obrađuje tema požara u Rafineriji nafte Sisak dana 20.06.2020. nužno je pobliže pojasniti osnovna fizikalna, kemijska i toksikološka svojstva nafte i naftnih derivata koje mogu uzrokovati neposredne i izravne opasnosti za čovjeka i okoliš.

#### **3.1.Fizikalna i kemijska svojstva nafte i naftnih derivata**

Nafta dolazi u tekućem agregatnom stanju, tamno smeđe je boje te ima karakterističan miris po ugljikovodicima. Vrelište nafte se odvija na temperaturi od 52.7 do -371.5°C, a a plamište na temperaturi višoj od -31°C.[8] Tlak pare nafte iznosi 44.0 kPa, a gustoća je 836,33 kg/m<sup>3</sup> na 15°C.[8] Topljivost (ksilena, toluena) je dobra, dok su isti u vodi slabo topljivi. Viskoznost nafte na 20°C je 5.232 mm<sup>2</sup>/s.[8]

Vrijednost nafte ovisi o sadržaju laganih frakcija (benzin, petrolej i plinsko ulje) i količini sumpora. Što je više lakih frakcija i manje sumpora, nafta je vrednija. Nafta je lakša od vode, a specifična težina joj se kreće unutar granica (od 0.75 do 1.00).[8] Početno vrelište kod različitih vrsta nafte je različito. Nafta ispod specifične težine 0,9 imaju vrelište ispod 100°C, a teže nafte iznad 100°C (kreću se u razmaku od 1620 do 4000°C).[8]

Nafta je sirovina koja služi kao osnova za razvitak cijelog niza drugih industrija. Proizvodi nastali preradom nafte upotrebljavaju se kao energenti, za kemijsku industriju, prehrambenu industriju, sintetsku organsko-kemijsku industriju, petrokemijsku i slično.

Kako su svi sastojci nafte zapaljivi, svojstvo lagane hlapljivosti čini naftu lakozapaljivom, pa su pri eksploataciji, prijevozu i uskladištenju potrebne stroge mjere zaštite od zapaljenja. Nafta se u sloju uvijek nalazi zajedno s plinom, koji je u njoj otopljen. Kako slojni tlak istiskuje naftu iz sloja prema površini, tlak pada i plin se oslobađa iz nafte. Naftni plinovi su isto tako zapaljivi pa predstavljaju i visokovrijedno gorivo.

### 3.2.Mjere prve pomoći

Mjere prve pomoći se dijele na mjere :[8]

- nakon udisanja unesrećenog je potrebno udaljiti iz onečišćenog prostora, u slučaju pojave simptoma, posebno otežanog disanja potražiti liječničku pomoć.
- nakon dodira s kožom potrebno je skinuti zagađenu odjeću i obuću i kožu dobro isprati vodom i sapunom najmanje 15 minuta.
- nakon dodira s očima potrebno je oči ispirati najmanje 15 minuta tekućom vodom.
- nakon gutanja ne izazivati povraćanje. U slučaju pojave bilo kakvih simptoma potražiti liječničku pomoć.

U slučaju ozlijede sudionika u gašenju požara, voditelj intervencije raspoloživim snagama i opremom, organizira spašavanje i evakuaciju ozlijeđene osobe iz prostora ugroženog nastalom opasnosti. Ako je osoba izgubila svijest, nakon iznošenja iz onečišćenog prostora i eventualnih drugih hitnih postupaka, treba staviti ozlijeđenu osobu u stabilni bočni položaj i očistiti joj usnu šupljinu od čvrstih predmeta te provjeriti vitalne funkcije i nakon toga postupiti prema posebnim uputama za različite vrste izloženosti opasnoj kemikaliji.[7]

Ako je osobi otkazala neka vitalna funkcija, primarno je očistiti joj usnu šupljinu i primijeniti umjetno disanje (ako osoba ne diše) sve dok ona ne počne disati (ako je potrebno koristiti tubus za primjenu umjetnog disanja). U slučaju zastoja srca treba obaviti masiranje srca i prestanka disanja primjenjivati oba postupka naizmjenice.

U slučaju da ima ozlijeđenih osoba voditelj intervencije izdaje nalog Operateru VDC-e da pozove hitnu pomoć na telefon 112. Do dolaska hitne pomoći, ozlijeđenim se osobama pruža prva pomoć u skladu osposobljenosti radnog i interventnog osoblja. Nadležni rukovoditelj prema potrebi u dogovoru s medicinskom ekipom, osigurava pratnju uz ozlijeđenu osobu u vozilu hitne pomoći do medicinske ustanove.

### **3.3.Zaštita od požara**

Prikladna sredstva za gašenje požara nafte i naftnih derivata čine pjene, prah, CO<sub>2</sub> (za zatvorene prostore). Treba izbjegavati vodeni mlaz te ukloniti sve izvore zapaljenja odmah obavijestiti nadležnu vatrogasnu službu i policiju. Postoje i posebne metode za gašenje požara. Raspršenom vodom treba hladiti spremnike, opremu i pristup požarištu.[8] Tu je također i korištenje vodene magle i spreja za hlađenje površina neoštećenih spremnika izloženih toplini i za zaštitu osoba. Samo osobe uvježbane za protupožarnu zaštitu mogu koristiti vodeni sprej (raspršena voda). Posebna oprema za zaštitu vatrogasaca obuhvaća termoizolacijsko odijelo i samostalni uređaj za disanje s otvorenim krugom sa stlačenim zrakom (HRN EN 137).[8]

### **3.4.Mjere kod slučajnog ispuštanja**

Kod mjera od slučajnog ispuštanja koje također mogu uzrokovati požar i eksploziju nužno je koristiti sredstva osobne zaštite te utvrditi područje opasnosti i spriječiti istjecanje i izlivanje u vodotokove, kanale, drenažne sustave i tlo iskapanjem zaštitnog jarka, ograđivanjem vrećama napunjenim suhim pijeskom, zemljom ili glinom.[8] Izlivanja na vodama treba ograditi plutajućim branama te provesti pretakanje u neoštećeni spremnik uz sve nužne mjere zaštite od pojave statičkog elektriciteta koji može izazvati požar ili eksploziju.[8]

Iz oštećenog spremnika treba pumpom u sigurnosnoj izvedbi pretočiti u prazan spremnik te ukloniti ostatak s tla koristeći adsorpcijska sredstva (piljevinu, pijesak, mineralne adsorbense i druge inertne materijale). Otpadni materijal i uklonjeni kontaminirani površinski sloj tla treba staviti u spremnike i čvrsto zatvoriti, te do zbrinjavanja skladištiti u dobro prozračenim prostorijama, a potom predati na zbrinjavanje pravnim osobama za zbrinjavanje opasnog otpada, ovlaštenim od strane ministarstva nadležnog za zaštitu okoliša.

### **3.5.Rukovanje i skladištenje**

Prilikom rukovanja i skladištenja nafte i naftnih derivata nužno je pridržavati se mjera zaštite na radu i zaštite od požara te držati iste daleko od izvora topline i ukloniti sve izvore paljenja.[8] Potrebno je osigurati dobro provjetravanje prostora te pretakanje provoditi na otvorenom prostoru s ispravnom propisanom opremom. Spremnici moraju biti izvedeni i opremljeni prema propisima za zapaljive tekućine. Posebno treba izbjegavati skladištenje u blizini vodotokova.

### **3.6.Stabilnost i reaktivnost**

Nafta je stabilna pri propisanim uvjetima korištenja i skladištenja. Ne polimerizira. Potrebno je ukloniti sve izvore paljenja, toplinu i otvoreni plamen. Inkompatibilni materijali su jaki oksidansi.[8] Opasnih proizvoda raspada nema u normalnim radnim uvjetima i u slučaju pravilnog skladištenja.

### **3.7.Toksičnost**

Nafta i naftni derivati mogu izazvati oštećenje pluća ako se progutaju. Kod osjetljivih ljudi može se pojaviti crvenilo kože i peckanje. Sirova nafta može kod ljudi uzrokovati pojavu raka. Toluen može smanjiti plodnost kod čovjeka. Nafta li naftni derivati su štetni za organizme koji žive u vodi te mogu dugotrajno štetno djelovati u vodi. Iskustveni podaci pokazuju da postoji toksikološka opasnost za organizme koji žive u tlu.

### **3.8.Zbrinjavanje**

Proizvod nema klasičan otpad, osim u slučaju nenamjernog ispuštanja. Ostatke je nužno predati ovlaštenoj osobi na zbrinjavanje.[8] Mora se osigurati poštivanje zakona Europske unije, državnih ili lokalnih zakonskih i drugih propisa.

## 4.PРАВNI OKVIR ZAŠTITE OD POŽARA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Požar je svako nekontrolirano, stihijsko kretanje vatre po nekoj površini, a pripada u prirodne katastrofe.[1] Požari se razlikuju prema vrsti, načinu postanka i prouzročnim štetama. Za nastanak požara potrebna je određena temperatura, tlak i kisik, ako se jedan od tih elemenata ukloni, požar prestaje. U Republici Hrvatskoj su na snazi propisi koji uređuju područje zaštite od požara, kao temeljne pretpostavke za sustavno i cjelovito uređenje te unapređenje zaštite od požara te usklađenje hrvatskog zakonodavstva s pravnom stečevinom Europske unije, čija je Republika Hrvatska punopravna članica od srpnja 2013. godine.

Unapređenje sustava zaštite od požara osigurano je stvaranjem pretpostavki za donošenje dokumenata zaštite od požara državne razine, prije svega *Nacionalne strategije zaštite od požara za dugoročno razdoblje* i *Nacionalnog plana djelovanja zaštite od požara za srednjoročno razdoblje*, kao i uvođenjem međunarodno priznatih metoda proračuna i modela u projektiranje zaštite od požara i kontrole predviđenog sustava mjera od ovlaštenih revidenata, za složenije zahvate u prostoru.[1]

Najveća promjena je nastupila usklađivanjem propisa Republike Hrvatske s direktivama Europske unije u području građenja, čime je uređen način sudjelovanja inspekcije zaštite od požara na početku i na kraju postupka građenja, odnosno od izdavanja lokacijske dozvole do uporabne dozvole za građevine, na način da se, sukladno relevantnim zakonskim odredbama, utvrđuju posebni uvjeti iz područja zaštite od požara prije nego što se pristupi samom građenju.[4]

Navedeni uvjeti obvezuju projektante, izvođače radova, nadzorne inženjere u postupku građenja za investitora te stručno povjerenstvo koje ocjenjuje može li se novoizgrađena građevina staviti u uporabu ili se moraju prethodno otkloniti određeni propusti nastali tijekom gradnje. Važno je inzistirati na provedbi navedenih posebnih uvjeta, jer vlasnici odnosno korisnici građevina i prostora vrlo često nastoje uštedjeti na mjerama sigurnosti te mjerama zaštite od požara, smatrajući da se provođenje tih uvjeta može odgoditi do nastupa neke povoljnije situacije i da se bez njih može poslovati.

Veća pozornost trebala bi se posvetiti uvođenju nove tehnologije sustava za dojavu i gašenje požara u građevinama i prostorima većih gospodarskih subjekata, posebice

onih koji su građeni prije nekoliko desetljeća, poput Rafinerije nafte Sisak, jer se isti sporo integriraju u ostale sigurnosne i zaštitne sustave. Navedeno se odražava i na mjerodavne službe zadužene za zaštitu od požara i vatrogastvo, kada je u pitanju njihova sinkronizacija s ostalim zaštitnim i sigurnosnim službama. Posljednjih se godina manja važnost pridaje upoznavanju i osposobljavanju zaposlenika i pučanstva s mjerama zaštite od požara i postupcima u slučaju požara.

Požari na građevinskim objektima poput objekata u sklopu kompleksa Rafinerije nafte Sisak uzrokuju veliku materijalnu štetu kao i veliki broj stradalih osoba (poginulih i ozlijeđenih). Najčešći tehnički uzročnik nastajanja požara u rafinerijama nafte je toplinska energija, električna energija, mehanički rad i unutarnja kemijska energija.[4]

Važnu ulogu u provedbi zaštite od požara imaju inspekcijske službe zaštite od požara koje djeluju u okviru Ministarstva unutarnjih poslova, a zadaća im je provesti inspekcijski nadzor te : [9]

1. popratiti stanje i pojave iz područja zaštite od požara na području Republike Hrvatske te poduzeti mjere za smanjenje broja požara, tehnoloških eksplozija i s tim prouzrokovane štete po živote i zdravlje ljudi, materijalna dobra i okoliš,
2. sudjelovati u kriminalističkoj obradi složenijih slučajeva požara, tehnoloških eksplozija, havarija i drugih akcidentnih događaja,
3. obavljati nadzor nad provođenjem zakona i podzakonskih propisa iz područja zaštite od požara na građevinama i prostorima od javnog interesa za Republiku Hrvatsku,
4. izdavati odobrenja za uporabu građevina za proizvodnju i skladištenje zapaljivih tekućina i plinova,
5. sudjelovati u postupku donošenja dokumenata zaštite okoliša i prostornog uređenja te utvrđuju posebne uvjete građenja iz zaštite od požara u postupku izdavanja lokacijske i građevinske dozvole,
6. sudjelovati u tehničkom pregledu novoizgrađenih i rekonstruiranih građevina u postupku izdavanja uporabne dozvole,
7. predlagati izmjene te sudjelovati u izradi zakonskih i podzakonskih propisa te drugih normativnih akata.

Inspekcijske službe za zaštitu od požara inspekcijskim nadzorom utvrđuju možebitne nepravilnosti odnosno povredu zakona ili drugih propisa te imaju pravo i obvezu u skladu sa zakonom i drugim propisima naložiti otklanjanje utvrđenih nepravilnosti u određenom roku, podnijeti prijavu nadležnom državnom tijelu zbog utvrđenog prekršaja odnosno izreći zakonom ili drugim propisom utvrđenu prekršajnu kaznu i poduzeti druge mjere za koje su ovlašteni.[9]

S ciljem zaštite od požara, i ostala državna tijela, pravne osobe s javnim ovlastima, jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave dužni su, u okviru svojih nadležnosti, provoditi aktivnosti i preventivno djelovati na zaštiti od požara, a ukoliko raspolažu materijalno-tehničkim i ljudskim potencijalima, i operativno djelovati.

Zakonom o zaštiti od požara (NN br. 92/10) dana je mogućnost jedinicama lokalne i područne (regionalne) samouprave da svojim odlukama mogu propisati da vatrogasne postrojbe i vatrogasne zajednice na svom području mogu obavljati određene poslove kontrole provedbe propisanih mjera zaštite od požara utvrđenih Zakonom te provedbenim propisima.[9] Često se ti poslovi obavljaju u zajedničkim koordiniranim inspekcijskim nadzorima s ostalim inspekcijskim službama, pri čemu svaka služba obavlja poslove u okviru svog djelokruga i nadležnosti.

Inspekcija za vatrogastvo Državne uprave za zaštitu i spašavanje provodi inspekcijski nadzor nad provedbom Zakona o vatrogastvu (NN br. 106/99., 117/01., 36/02., 96/03., 174/04., 38/09., 80/10. i 125/19.).[9] Nadzor operativnih poslova, odnosno poslova vatrogastva obavljaju inspektori za vatrogastvo raspoređeni u sjedištu i područnim jedinicama Državne uprave za zaštitu i spašavanje.

Državna uprava za zaštitu i spašavanje nadzire provedbu propisanih mjera, sudjeluje u provedbi preventivnih mjera zaštite od požara i eksplozija i spašavanju ljudi i imovine, a putem ustrojenoga *Sektora za vatrogastvo* koji obavlja preventivne, stručne, planske i analitičke poslove iz područja vatrogastva, kreira strategiju ustroja i organiziranosti vatrogasne djelatnosti, predlaže mjere i aktivnosti za zaštitu ljudi i imovine ugroženih požarom, zatim planira, organizira i provodi mjere za pripremu i provedbu osposobljavanja i usavršavanja pripadnika vatrogasnih postrojbi i drugih sudionika koji sudjeluju u vatrogasnim intervencijama (gašenju i zaštiti od požara).

Ostala državna tijela, pravne osobe s javnim ovlastima, jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave u okviru svojih nadležnosti dužni su preventivno djelovati temeljem odredbi Zakona o zaštiti od požara i Zakona o vatrogastvu kojima su propisana njihova prava i obveze.[9]

Glavni nositelji operativnih aktivnosti su Državna uprava za zaštitu i spašavanje, Hrvatska vatrogasna zajednica, jedinice lokalne samouprave (gradovi i općine s vatrogasnim postrojbama – profesionalnim i dobrovoljnim, ustrojenim prema Procjeni ugroženosti/Planu zaštite od požara) te pravne osobe iz gospodarstva s osposobljenim i opremljenim ljudskim potencijalima za gašenje požara.[9]

Preventivna i kurativna djelovanja su u određenoj uzajamnosti te ih nadležna tijela provode istovremeno. Zakonom o zaštiti od požara (NN br. 92/10) dana je mogućnost jedinicama lokalne i područne (regionalne) samouprave da svojim odlukama, uz suglasnost policijske uprave, mogu propisati da određene poslove kontrole provedbe propisanih mjera zaštite od požara utvrđenih Zakonom o zaštiti od požara (NN br. 92/10) te provedbenim propisima mogu obavljati vatrogasne postrojbe i vatrogasne zajednice na području te jedinice.

Sustav zaštite od požara podrazumijeva planiranje zaštite od požara, propisivanje mjera zaštite od požara za građevine, ustrojavanje subjekata zaštite od požara, provođenje mjera zaštite od požara, financiranje zaštite od požara te osposobljavanje i ovlašćivanje za obavljanje poslova zaštite od požara, s ciljem zaštite života, zdravlja i sigurnosti ljudi i životinja te sigurnosti materijalnih dobara, okoliša i prirode od požara, uz društveno i gospodarski prihvatljiv požarni rizik.[9] U njegovoj provedbi sudjeluju i međusobno surađuju građani kao pojedinci, udruge, organizacije, fizičke i pravne osobe, jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave i tijela državne uprave.

Pravni okvir zaštite od požara čine Ustav Republike Hrvatske, zakonski i provedbeni propisi koji uređuju poslove zaštite od požara. Temeljni propis kojim se uređuje područje zaštite od požara je Zakon o zaštiti od požara (NN br. 92/10) i podzakonski akti doneseni na temelju tog Zakona.[9] Navedenim zakonom nedvojbeno je utvrđen sustav zaštite od požara, kao i prava i obveze svih sudionika u zaštiti od požara. Uz Zakon o zaštiti od požara (NN br. 92/10), važnost u pogledu zaštite od požara imaju i



Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima (NN br. 108/95. i 56/10) i Zakon o eksplozivnim tvarima (NN br. 178/04., 109/07., 67/08., 144/10 i 70/17).[9] Osim navedenim propisima, zaštita od požara u Republici Hrvatskoj uređena je i posebnim propisima drugih državnih tijela koji se odnose na tu problematiku.

Cilj razvoja vatrogastva je učinkovito djelovanje u provedbi preventivnih mjera zaštite od požara i eksplozija, gašenju požara i spašavanju ljudi i imovine, pružanju tehničke pomoći pri svim vrstama ugrožavanja, gašenju većih i dugotrajnijih požara (velikih šumskih požara, požari spremnika s gorivom i slično), djelovanju pri ostalim složenijim događajima (nesreće s opasnim tvarima, elementarne nepogode, nesreće u prometu, pružanje pomoći drugim državama).[9] Za realizaciju ciljeva razvoja bitna je izrada odgovarajuće pravne regulative, materijalna, tehnička i kadrovska podrška.

Potrebno je omogućiti jedinstvenost djelovanja i učinkovito rukovođenje u slučaju većih nesreća i katastrofa, kao i djelovanje postrojbi na cijelom području Republike Hrvatske, uz jasno definirano osiguravanje materijalnih, tehničkih, kadrovskih i financijskih resursa. Republika Hrvatska u velikom je dijelu uskladila nacionalno zakonodavstvo s regulativom Europske unije te će se usklađivanje s pravnom stečevinom Europske unije nastaviti i dalje. Potrebno je, također, na nacionalnoj razini donijeti tehničke propise koji uređuju zaštitu od požara za građevine različite namjene. Ministarstvo unutarnjih poslova u suradnji s tijelom državne uprave nadležnim za poslove vatrogastva (Državnom upravom za zaštitu i spašavanje) provodi međunarodne bilateralne sporazume u području zaštite od katastrofa koji definiraju načine pružanja i primanja pomoći, pa tako i u slučaju velikih požara.

Temeljni ciljevi razvoja sustava zaštite od požara te prioriteta kroz preventivno i operativno djelovanje su :[7]

1. smanjiti broj nastalih požara,
2. smanjiti broj stradalih osoba,
3. smanjiti materijalnu štetu nastalu posrednim i neposrednim djelovanjem požara,
4. unaprijediti sustav vatrogastva te redefinirati status vatrogasaca.

Za KP – 6 i KP – 7 Rafinerije nafte Sisak predlažu se sljedeće mjere za unapređenje zaštite od požara :[5]

1. održavanje u ispravnom stanju ugrađenih stabilnih sustava za gašenje požara u svim prostorima rafinerije,
2. označavanje i dovođenje u ispravno stanje izlaza i izlaznih puteva,
3. pregled, provjera na nosivost te označavanje prostora namijenjenih za pristup vatrogasnih vozila,
4. upoznavanje uprave s mjerama zaštite od požara,
5. provjera ispravnosti te označavanje vanjskih hidranata namijenjenih za gašenje požara,
6. provjera postojanja uputa u slučaju požara te postavljanje istih za upravu i vlasništvo rafinerije.

Sve pravne osobe dužne su analizirati svaki događaj koji bi mogao dovesti do požara te poduzimati mjere potrebne da do takvih događaja više ne dođe, o čemu su dužne voditi evidenciju te obavještavati nadležne službe u skladu s posebnim propisima. Pravne osobe dužne su voditi evidenciju o svim požarima koji su nastali na njihovom vlasništvu, kao i o razlozima njihova nastanka. Za potrebe analize stanja zaštite od požara i poduzimanja mjera njezina unapređenja policijska uprava obavlja stručno istraživanje uzroka nastalih požara, o čemu vodi evidenciju na informacijskom sustavu.[7]

U slučaju požara s posljedicama za ljudski život ili s većom materijalnom štetom ili iz drugih razloga Ministarstvo obavlja vještačenje požara, pri čemu može obavljanje pojedinih stručnih radnji povjeriti znanstvenim ili drugim stručnim ustanovama ili osobama.[7] Vještačenje požara obavlja se i na zahtjev državnog odvjetništva prema posebnom propisu. Kada se utvrdi da je zbog neprovođenja zaštite od požara došlo do požara s većom materijalnom štetom, Ministarstvo, odnosno nadležna policijska uprava obavještava jedinicu lokalne i područne (regionalne) samouprave na čijem području je došlo do požara radi traženja povrata troškova vatrogasne intervencije u skladu s propisom kojim se uređuje područje vatrogastva.

Osiguravajuća društva će pratiti i analizirati stanje predmeta osiguranja zaštite od požara ovisno o uzroku požara i materijalnoj šteti te mogu predlagati mjere i financijski poticati stručne studije, projekte i programe razvoja sigurnih tehnologija, kao i primjenu inženjerskih metoda kojima se smanjuje ili sprečava nastanak i širenje požara. Zbog

promicanja i doprinosa zaštiti života, zdravlja i sigurnosti ljudi, životinja, imovine, okoliša i prirode od požara, pravnim i fizičkim osobama, sudionicima zaštite od požara dodjeljuju se godišnja priznanja i nagrade.[10] Ministar će pravilnikom propisati vrste priznanja i nagrada te postupak, način i mjerila za njihovu dodjelu, kao i vođenje evidencije.

Za odlučivanje o dodjeli priznanja i nagrada ministar imenuje Povjerenstvo za dodjelu priznanja i nagrada iz zaštite od požara, na vrijeme od četiri godine, koje čine predsjednik i četiri člana.[10] Članovi Povjerenstva imenuju se iz redova Ministarstva i strukovnih organizacija. Zadaće Ministarstva unutarnjih poslova prema postojećim odredbama zaštite od požara su :[10]

1. pratiti stanje i pojave iz područja zaštite od požara na području Republike Hrvatske te poduzima mjere za smanjenje broja požara, tehnoloških eksplozija i s tim prouzrokovane štete po živote i zdravlje ljudi, materijalna dobra i okoliš,
2. sudjelovati u kriminalističkoj obradi složenijih slučajeva požara, tehnoloških eksplozija, havarija i drugih akcidentnih događaja,
3. obavljati nadzor nad provođenjem zakona i podzakonskih propisa iz područja zaštite od požara na građevinama i prostorima od javnog interesa za Republiku Hrvatsku,
4. izdavati odobrenja za korištenje građevina za proizvodnju i skladištenje zapaljivih tekućina i plinova,
5. sudjelovati u postupku donošenja dokumenata zaštite okoliša i prostornog uređenja te utvrđuje posebne uvjete građenja iz zaštite od požara u postupku izdavanja lokacijske dozvole,
6. sudjelovati u tehničkom pregledu novoizgrađenih i rekonstruiranih građevina u postupku izdavanja uporabne dozvole,
7. predlagati izmjene te sudjelovati u izradi zakonskih, podzakonskih propisa i normativnih akata.

Zakonske odredbe kojima Ministarstvo unutarnjih poslova provodi odredbe zaštite od požara, a koji se tiču djelatnosti KP – 6 i KP - 7 su :[7]

1. Zakon o zaštiti od požara (NN br. 92/10),
2. Zakon o vatrogastvu (NN br. 106/99, 117/01, 36/02, 96/03, 139/04 - pročišćeni tekst, 174/04, 38/09, 80/10 i 125/19),
3. Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima (NN br. 108/95, 56/10),
4. Zakon o prijevozu opasnih tvari (NN br. 79/07) :

Temeljni je dokument zaštite od požara KP – 6 i KP - 7 je Zakon o zaštiti od požara (NN br. 92/10). Mjere koje se redovito provode u svrhu zaštite od požarnih opasnosti u KP – 6 i KP - 7 Rafinerije nafte Sisak prema odredbama Zakona o zaštiti od požara (NN br. 92/10) su :[7]

1. pregled i ispitivanje hidrantske mreže,
2. mjerenje tlakova i izračun količine vode u vodovodnoj mreži,
3. pregled i ispitivanje sustava za gašenje vodom – sprinkler,
4. pregled i ispitivanje sustava za gašenje vodom – drencher,
5. pregled i ispitivanje sustava za hlađenje vodom,
6. pregled i ispitivanje sustava za gašenje požara pjenom,
7. pregled i ispitivanje bacača vode i pjene,
8. pregled i ispitivanje sustava za gašenje požara plinom,
9. pregled i ispitivanje sustava za dojavu požara,
10. pregled i ispitivanje sustava za dojavu prisutnosti zapaljivih plinova i para,
11. pregled i ispitivanje funkcionalnosti sustava za signalizaciju i gašenja požara,
12. pregled i ispitivanje sustava za odvođenje dima i topline,
13. pregled i ispitivanje funkcionalnosti klapni (zaklopki) otpornih prema požaru,
14. pregled i ispitivanje funkcionalnosti vrata otpornih prema požaru,
15. pregled i ispitivanje funkcionalnosti tipkala za isključenje električne energije,
16. pregled i ispitivanje funkcionalnosti sigurnosne rasvjete,
17. pregled i ispitivanje sustava za dojavu prisutnosti toksičnih plinova i para,
18. ispitivanje funkcionalnosti elektromagnetskih ventila,
19. pregled i ispitivanje sustava za dojavu i gašenje požara,
20. pregled i ispitivanje sustava za dojavu zapaljivih plinova.

## 5. TEHNIČKA ANALIZA I SPECIFIČNOSTI POŽARA 20.06.2011.

Dana 20.06.2011. u 10:48 izbio je požar u Rafineriji Sisak u cjevovodnom kanalu, smještenom između Kombiniranog postrojenja (KP-6) i spremnika Dorade i manipulacije II. Odmah nakon početka požara, kompletna postrojenja Rafinerije su obustavljena. Prema spoznajama nakon događaja, uzrok požara je curenje benzina koje se dogodilo tijekom manipulacije sa spremnikom A-3, gdje je lagani benzin pohranjen kao sirovina za postrojenje Izomerizacije. Do propuštanja je došlo na izlaznoj cijevi iz spremnika A-3, u neposrednoj blizini spremnika, unutar cijevnog kanala.[8]

Izvor paljenja je kontakt para laganog benzina sa vrućom površinom visokotlačnog parovoda (80 bara, oko 500 °C), koji također prolazi kroz cijevni kanal. Požarom je bilo zahvaćeno područje dva cijevna kanala, na obje strane ceste br. 21, u duljini od oko 150 metara i 40 metara širine, popraćeno plamenom visine oko 50 metara te gustim crnim dimom vidine do 200 metara.[8] Došlo je do stvaranja tzv. *efekta bleve*, odnosno eksplozije ekspandirajućih para kipuće tekućine. Radi se o eksplozivnoj vatrenoj lopti koja nastaje zbog silovitog istjecanja zapaljenog plina koji izlazi iz tlačnog spremnika, a koji se raskinuo zbog popuštanja materijala nakon razdoblja duljeg izlaganja povišenoj temperaturi.

Posljedice *efekta bleve* na nezastićene ljude su :[11]

1. toplinsko zračenje od 37 kW/m<sup>2</sup> (opekline drugog stupnja i moguć smrtni ishod u 1% slučajeva),
2. toplinsko zračenje od 30 kW/m<sup>2</sup> (opekline prvog i drugog stupnja),
3. toplinsko zračenje od 18 kW/m<sup>2</sup> (crvenilo kože i mogući plikovi)
4. toplinsko zračenje od 12,5 kW/m<sup>2</sup> (crvenilo nezastićene kože),
5. toplinsko zračenje od 5 kW/m<sup>2</sup> (bez izraženih posljedica)

Posljedice *efekta bleve* za okolne objekte :[11]

1. toplinsko zračenje od 37,5 kW/m<sup>2</sup> (oštećenje procesne opreme),
2. toplinsko zračenje od 25 kW/m<sup>2</sup> (nagorijevanje drvenih objekata),
3. toplinsko zračenje od 12,5 kW/m<sup>2</sup> (oštećenje drvenih objekata i omekšavanje plastičnih predmeta).

Tijekom analize nakon požara, ustanovljeno je da slijepa prirubnica nije bila stavljena natrag na svoje mjesto na kraju slijepice cijevi od 250 mm promjera, a kao rezultat toga, sadržaj spremnika slobodno je istjecao u cijevni kanal.[12] Dopunski isparivač ostao je u stanju pripravnosti (napunjen dušikom) i izoliran zapornim ventilima. Nije bio instaliran uređaj za otkrivanje procesne vode unutar isparivača zbog čega oprema nije bila zaštićena od nakupljanja tekućine.

Procesni ventili na strani kućišta su bili zatvoreni, što je izoliralo kućište dopunskog isparivača B od njegovog zaštitnog ventila za otpuštanje tlaka pri vrhu posude za frakcijsku destilaciju. Položaj ventila ukazuje na činjenicu kako je toplina ušla u zatvoren sustav. Kada su ventili za vruću vodu za hlađenje dopunskog isparivača B bili otvoreni, tekući propan unutar kućišta dopunskog isparivača B u stanju pripravnosti počeo se zagrijavati.[12] Navedeno je uzrokovalo povećanje volumena tekućeg propana zbog toplinske ekspanzije tekućine.[12]

Visoki tlak prouzročio je napuklinu u kućištu dopunskog isparivača. Sadržaj kućišta zatim je počeo isparavati blizu otvora pukotine. Veličina otvora pukotine je narasla, pa je narastao i mlazni ispušt tekućine i pare. Nastanak rasta unutarnjeg tlaka uzrokovao zatajenje kućišta dopunskog isparivača. Požar koji je na području Rafinerije nafte Sisak izbio dana 20.06.2011. u 10:48 uspješno je ugašen u 13:30.[12] Ukupno vrijeme trajanja požara je 2,42 sata.[12]

Vezano na izvanredni događaj izbijanja požara u Rafineriji nafte Sisak 2011. godine sastavljeno je ukupno 5 inspekcijskih zapisnika kojima su utvrđene činjenice u odnosu na tijek požara, validirane podatke o kvaliteti zraka u vrijeme požara, postupanjem s otpadom nastalim sanacijom požarišta te okončanjem sanacije.[12] Provedena analiza požarišta ukazala je na činjenicu kako u prvoj fazi požar nije bio pod kontrolom te su ga pratile eksplozije zbog pucanja cjevovoda. Odmah po izbijanju požara obustavljen je rad svih procesneih i energetskeih stanica te je uslijedilo pražnjenje istih, odnosno parenje te blindiranje.

Poduzetim mjerama spriječeno je širenje vatre izvan lokacije industrijskog kruga Rafinerije nafte Sisak, ugroza ostalih infrastrukturnih dijelova postrojenja (cjevovodi, plinovodi, kanalizacijski sustav) te drugih procesnih jedinica unutar postrojenja. Sanacija požarišta je započela odmah nakon konačnog gašenja požara, odnosno nakon mogućnosti pristupa lokaciji (visoka temperatura, istražne radnje).

Provedena analiza požara upućuje na neuspješno identificiranje i kontroliranje opasnosti od prekomjernog tlaka. Tehnički kontrolori izvedenih promjena pokazali su da ventili ne moraju biti mehanički osigurani kad su otvoreni, što bi omogućilo zaštitu od prekomjernog tlaka za dopunske isparivače.[12]

### **5.1.Posljedice nesreće po ljudstvo i okoliš**

Glede štete ljudstva šest je radnika ozlijeđeno, od čega je jedan radnik zadobio teške tjelesne ozljede. Glede posljedica po okoliš, Inspekcija zaštite okoliša je obavila ukupno sedam nadzora vezano uz izvanredne događaje, 11 pregleda neslužbenih podataka o kvaliteti zraka u Sisku te 20 nadzora radi pojave pikova H<sub>2</sub>S u 2011. godini.[12] Inspeksijski nadzori obavljani su tijekom srpnja, kolovoza, rujna i studenog 2011. godine. Inspeksijskim je nadzorom utvrđeno kako su se sve sanacije na požarištu provodile uz maksimalnu pažnju vezano uz nastanak krutog i tekućeg otpada, odnosno obuhvaćale su čišćenje zaostalih ugljikovodika u kanalima produktvoda, čišćenje tla onečišćenog ugljikovodicima (izvan kanala), skidanje zaštitne obloge te izolaciju sa cjevovoda koji su bili zahvaćeni požarom te izdvajanje onečišćenih ventila i pumpi iz produktvoda.[12]

Sav se kruti otpad razvrstavao i privremeno skladištio u namjenskim spremnicima, odnosno odlagao na foliju (onečočćena zemlja). Otpadni tekući ugljikovodici su odvoženi u rafinerijske spremnike R-39102 i R-208, pri čemu se izdvajala voda u svrhu ponovne upotrebe ugljikovodika u proizvodnji.[12] Sa lokacije požarišta je putem ovlaštenih prijevoznika i sakupljača (AEKS, Sirovina Bjelovar, GOS) odvezeno i pravilno zbrinuto ukupno 11,74 tona metalnog otpada onečišćenog otpadnim tvarima te 61,2 tone otpada koji je prema propisima o kategorijama i vrstama otpada definiran kao ostali izolacijski materijal koji sadrži opasne tvari.[12]

Nadzorom je utvrđeno kako je Rafinerija nafte Sisak ovlaštenom sakupljaču AEKS predala 300,74 tona onečišćene zemlje, a odlaganjem na odlagalištu Grada Siska zbrinuto je 18,9 tona mineralne vune.[12] Ovlašteni sakupljač Jadran metal d.o.o. zbrinuo je 335 tona otpadnog željeza.[12] Navedeno je svrstano pod neopasni otpad.

Obveza Rafinerije nafte Sisak o prijavi velike nesreće *Agenciji za zaštitu okoliša* u roku od 30 dana od nastanka nesreće sukladno *Pravilniku o registru postrojenja u kojima je utvrđena prisutnost opasnih tvari i sukladno očevidniku velikih nesreća* (NN br. 113/08. i 139/14.) učinjeno je u zakonski propisanim rokovima.[12]

Inspeksijskim je nadzorom također obuhvaćen i nadzor trgovačkog društva Sinaco u sastavu INA grupe koje je imalo najveće učešće u gašenja požara u pogledu korištenja sredstva požara čija upotreba može imati brojne negativne posljedice po okoliš.[12] Inspeksijskim je nadzorom utvrđeno kako je sva nastala pjena završila u kanalizacijskom sustavu Rafinerije nafte Sisak, odnosno na uređaju za pročišćivanje otpadnih voda KP – 6 bez utvrđenih negativnih posljedica na aktivan mulj, odnosno prihvatni recipijent o čemu vodopravna inspekcija sastavila poseban zapisnik.

Inspeksijski nadzor vezano uz kvalitetu zraka vršen je zbog prijave građana na neugodan miris na sumporovodik ( $H_2S$ ) te zbog pojave pikova  $H_2S$  na mjernoj postaji Sisak – 1. Glavne emisije u zrak su posljedica izgaranja loživog plina i loživog ulja u pećima procesnih i energetskih postrojenja, odnosno izgaranja na bakljama. U svom sastavu Rafinerija nafte Sisak ima 3 ispusta u zrak iz energetskih postrojenja te 23 ispusta iz proizvodnih procesa.[12]

Na svim se ispustima redovito obavlja kontinuirano mjerenje emisija što ovisi o količini emitiranog onečišćenja. Sustav kontinuiranog mjerenja instaliran je na procesnoj peći Atmosferske destilacije te Energani (kotlovi K1 i K2).[12] Svi mjerni instrumenti udovoljavaju tehničkim standardima o pouzdanosti, dugotrajnosti i opsegu mjernog područja, odnosno zapisivanju te čuvanju podataka. Osigurano je redovito održavanje, usmjeravanje te provjera ispravnosti rada sustava.

Sukladno članku 27. *Pravilnika o praćenju emisija onečišćenih tvari u zrak iz stacionarnih izvora* (NN br. 01/06. i 129/12.), Rafinerija nafte Sisak ima obvezu osigurati kontinuirani prijenos podataka računalnom mrežom u informacijski sustav o praćenju u sastavu *Agencije za zaštitu okoliša* (CEM – sustav), što nije učinjeno.[12] Za Clausovo postrojenje dopušteni stupanj emitiranog sumpora u 2011. godini bio je ispod dopuštenog iznosa, a emisija sumporovodika je  $<0,04 \text{ mg/m}^3$  što je znatno ispod dopuštene razine.[12]



Rafinerijski procesi vezani uz izgaranje goriva, spaljivanje ugljikovodika, vakuumsko praženjenje te fungitivne emisije iz procesnih jedinica i povremene aktivnosti su značajan izvor hlapljivih organskih spojeva u zrak. Rafinerija nafte Sisak hlapljive organske spojeve kontrolira kroz kontinuiranu (tjednu) analitiku dimnih plinova te optimizaciju loženja.[12]

Kontrola difuznih izvora emisije hlapljivih organskih spojeva se provodi kroz kontinuiranu implementaciju mjera (tehnološka disciplina, održavanje, remont, nadzor detektorima) te dugoročnih mjera (projektna rješenja, zatvoreni sustavi, rekonstrukcije postojećih baklji). Rafinerija je u okviru vlastitog *Sustava nadzora kvalitete zraka i nadzora nekontroliranih emisija* od prosinca 2011. godine uspostavila novi nadzorni sustav koji operaterima na postrojenjima osigurava trenutne podatke o kvaliteti zraka. Automatske mjerne postaje Sisak – 1 i Galдово te omogućava promptno djelovanje.[12] Sukladno članku 22. *Uredbe o tehničkim standardima hlapljivih organskih tvari* pri skladištenju i distribuciji benzina prosječna satna koncentracija na ovom ispustu treba iznositi 35 g/m<sup>3</sup> i operater je bilo obvezno postići do 31. prosinca 2011. godine.[12]

Punilište nije modernizirano, stoga Rafinerija planira izgraditi novo punilište sa zatvorenim sustavom punjenja te mogućnosti prihvata ugljikovodika od spremnika u zajedničku jedinicu za sakupljanje i rekuperaciju para. Luka Crnac također nije modernizirana i planira se modernizirati zajedno sa punilištem. Spremnici benzina s fiksnim, odnosno plivajućim krovovima nisu u potpunosti usklađeni s Uredbom o hlapljivim organskim spojevima, a tehnički standardi koje ona propisuje trebali su biti postignuti do 31. prosinca 2012. godine.[1] Emisije hlapljivih organskih spojeva od spremnika bitumena rješavat će se zajedno sa sustavom spremnika na Doradi. Održavanje, popravke i servisiranje svih uređaja obavlja ovlaštenu servisnu ekipu i pritom se poštuju sve zakonske odredbe.[12]

Rafinerija se razvrstava u industrijske objekte čija djelatnost uzrokuje ispuštanje stakleničkih plinova. Ministarstvo je 12. rujna 2011. godine izdalo INA d.d. Sektor Rafinerija nafte Sisak *Dozvolu za emisije stakleničkih plinova* te se temeljem te dozvole Rafineriji dopušta emisija CO<sub>2</sub> za ukupni ulazni kapacitet izgaranja 412,92 MW, odnosno uporaba sirovina i goriva te praćenje emisija CO<sub>2</sub> sukladno Planu.[12]

U 2011. godini su završeni radovi na izgradnji zadnjeg (trećeg) postrojenja (Izomerizacija) u okviru prve faze modernizacije. Postrojenje je uspješno pokrenuto i u probnom radu je bilo do izbijanja velikog požara 20.06.2011. godine, a s probnim radom je nastavilo u prosincu 2011. godine.[12]

U koordiniranom nadzoru utvrđene su sljedeće povrede propisa :[12]

1. nije osiguran stalni prijenos podataka kontinuiranog mjerenja emisija onečišćujućih tvari u zrak iz procesne peći Atmosferske destilacije te Energane (kotlovi K-1 i K-2) u informacijski sustav o praćenju emisija *Agencije za zaštitu okoliša* (CEM sustav),
2. operater nije ishodio rješenje nadležnog tijela državne uprave o ispunjenosti potrebnih uvjeta zaštite od buke,
3. služba zaštite na radu nije ustrojena sukladno Zakonu o zaštiti na radu. Uočen je polomljeni betonski poklopac ne energetske kanalu.

Pokrenuti upravni postupci su sljedeći :[12]

1. Inspekcija zaštite okoliša pokrenula je upravni postupak vezano za osiguranje prijenosa podataka kontinuiranog mjerenja u CEM sustav *Agencije za zaštitu okoliša*.
2. Sanitarna inspekcija pokrenula je upravni postupak vezano uz ishođenje rješenja o ispunjavanju propisanih uvjeta zaštite od buke.
3. Inspekcija rada je pokrenula upravni postupak zbog nepoštivanja odredbi Zakona o radu i podnijela optužni prijedlog nadležnom prekršajnom sudu u Sisak.

Izvještajno razdoblje obilježeno je brojnim nadzorima vezano uz izvanredni događaj izbijanja velikog požara na KP – 6 kao i slučajeve sumnji vezanih uz ispravnost rada senzora, posebice za benzen i sumporovodik te otklanjanju posljedica istih te intenzivnoj suradnji i razmjeni podataka između inspekcije zaštite okoliša i ovlaštenog laboratorija koji održava mjerne postaje na sisačkom području.

## **5.2.Uloga i zadaće službe za zaštitu od požara Rafinerije nafte Sisak**

Prema kategorizaciji 1a ugroženosti od požara Rafinerija nafte Sisak je obvezna imati ustrojenu službu za zaštitu od požara sa vatrogasnom postrojbom. Vatrogasna postrojba nadležna za gašenje požara na šticećenim objektima i prostorima u Rafineriji, organizirana je u okviru Vatrogasne postrojbe Rafinerije nafte Sisak. Rad vatrogasne postrojbe je organiziran kontinuirano od 0-24 sata.[5] Svi djelatnici u skladu zakonskih propisa imaju odgovarajuću stručnu spremu i položene potrebne stručne ispite iz područja zaštite od požara i vatrogastva.

Vatrogasna postrojba za Lokacije Rafinerije nafte Sisak na osnovu uvjeta iz Zakonske regulative (1a kategorija) sačinjena je od minimum 82 profesionalnih vatrogasaca i 5 operatera VDC na lokacijama :[3]

1. u vatrogasnici glavno spremište – područje KP – 4,
2. u vatrogasnici na području KP – 6.

U četiri smjene (A, B, C i D) ravnopravno su raspoređeni vatrogasci Lokacije Rafinerije nafte Sisak što je opisano u poglavlju, što iznosi u svakoj smjeni po 16 operativnih vatrogasaca i 1 operater VDC te dodatno zapovjednik i zamjenik zapovjednika VP koji rade dnevnu smjenu radnim danima. Navedeni vatrogasci rade na dvije prostorno odvojene lokacije unutar RNS udaljene 3 km.[3] U zamjenskoj (petoj) smjeni radi 16 vatrogasaca te jedan operater VDC iz redovnih smjena u odsutnosti sa osnova godišnjeg odmora, plaćenog dopusta, bolovanja i preraspodjele rada. [5] Rad vatrogasne postrojbe odvija se kontinuirano 0-24 sata (u dvije smjene po 12 sati u režimu rada 12/24 – 12/48).[3]

Svaka od smjena (A, B, C i D) u okviru postojećeg broja vatrogasaca ima zapovjednika u smjeni koji ima položen stručni ispit za vatrogasca s posebnim ovlastima i odgovornostima. Na svakoj lokaciji sa vatrogasnim odjeljenjem u smjeni, zapovijeda Voditelj odjeljenja koji također ima položen stručni ispit za vatrogasca s posebnim ovlastima i odgovornostima. Profesionalna vatrogasna postrojba svojim ustrojem i opremljenosti, zadovoljava odredbe koje su propisane, Pravilnikom o osnovama organiziranosti vatrogasnih postrojbi na teritoriju Republike Hrvatske te Pravilnikom o razvrstavanju građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od

požara, za građevine i prostore svrstane u 1a kategoriju ugroženosti od požara. Ustroj vatrogasne postrojbe u svim dijelovima odgovara definiranoj kategorizaciji prostora i objekata Rafinerije nafte Sisak.[3]

Ovakav raspored minimalno potrebnog broja vatrogasaca po lokacijama osigurava operativnu spremnost smjene za intervenciju s propisanim brojem kombiniranih vatrogasnih vozila na štíćenom području. Prilikom izbijanja velikog požara 20.06.2011. godine vatrogasne ekipe u smjeni na svim lokacijama s raspoloživim ljudstvom, opremom i sredstvima za gašenje i spašavanje, uključili su se u intervenciju gašenja požara na prostoru KP -6 i KP – 7. Preko Centra 112 obaviješene su i stavljene u stanje pripravnosti vanjske vatrogasne postrojbe koje su potom pristupile intervenciji.

U slučaju gašenja požara u Rafineriji pozivaju se :[5]

1. VP JANAF - udaljena 3 km,
2. Javna vatrogasna postrojba grada Siska - udaljena 8 km,
3. Javna vatrogasna postrojba grada Zagreba - udaljena 63 km,
4. Vatrogasna postrojba Petrokemije Kutina - udaljena 40 km.

U skladu sa Zakonom o zaštiti od požara (za vrijeme cijelog njegovog trajanja) na lokaciji Rafinerije nafte Sisak na temelju izrađene prosudbe privremenog povećanog požarnog rizika, poduzele su se odgovarajuće dodatne, organizacijske i tehničke mjere zaštite od požara, a uključuju osiguranje vatrogasnog dežurstva i angažman dodatnog broja vatrogasaca i vatrogasnih vozila (opreme) kao dodatak na minimalni broj sukladno Zakonskoj regulativi za 1a kategoriju. Obveze izrade prosudbe privremenog povećanog požarnog rizika je na vlasniku, odnosno korisniku građevina, građevinskih dijelova.[3]

Rješenjem MUP RH 511-10-09/1-UP/I-621/1-95. D.M. od 07. veljače 1995. godine Rafinerija nafte Sisak, razvrstana je u 1a kategoriju ugroženosti od požara.[7] Provođenje mjera zaštite od požara obavlja se sukladno odredbama Zakona o zaštiti od požara, Zakona o zapaljivim tekućinama i plinovima te podzakonskim aktima, pravilnicima, normama i tehničkim propisima. Uvjeti iz Pravilnika o razvrstavanju građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara (N.N. 62/94, 32/97) su :[3]

- 1a kategorija – ukupno 65 profesionalnih vatrogasaca ili 53 profesionalna vatrogasca i 41 djelatnik stručno osposobljen za dobrovoljnog vatrogasca te najmanje 6 djelatnika raspoređenih za obavljanje preventivnih poslova zaštite od požara. [8]

Poslove zaštite od požara u KP - 6 i KP – 7 Rafinerije nafte Sisak obavlja ukupno 7 djelatnika i to :[5]

1. Služba ORZZSO - ZNR i ZOP,
2. vodeći inženjer za zaštitu (1 djelatnik),
3. PVP RNS – stručnjak za zaštitne poslove (1 djelatnik),
4. vodeći specijalist za zaštitne poslove (1 djelatnik),
5. viši inženjer zaštite od požara (1 - 2 djelatnika),
6. viši tehničar zaštite od požara (1 - 3 djelatnika),
7. profesionalna vatrogasna postrojba Rafinerije nafte Sisak (PVP RNS), organizirana u pet vatrogasnih smjena. U četiri redovne smjene je raspoređen jednak minimalni broj vatrogasaca koji rade na tri prostorno odvojene lokacije kako slijedi :
  - vatrogasnica glavno spremište sedam vatrogasaca i jedan operater na VDC,
  - vatrogasnica KP-6 osam vatrogasaca i jedan operater na VDC,
  - vatrogasnica JANAF Terminal Sisak četiri vatrogasca od kojih jedan na VDC U zamjenskoj, ili petoj smjeni radi 16 vatrogasaca koji zamjenjuju vatrogasce iz redovnih smjena u slučaju odsutnosti.

U slučaju gašenja velikog požara u Rafineriji nafte Sisak 20.06.2011. godine te obuzdavanju i gašenju tzv. *efekta bleve* koristila se slijedeća oprema :[5]

1. Vatrogasna vozila o Kombinirano vatrogasno vozilo Mercedes – Rosenbauer ULF 4000/5000/1000 26-32; kapacitet spremnika za vodu/pjenilo/prah: 4000 l vode/ 5000 l pjenila/ 1000 kg praha,
2. Kombinirano vatrogasno vozilo Mercedes – Rosenbauer ULF – 10000 2624 LK – 240; kapacitet spremnika za vodu/pjenilo/prah: 5000 l vode/ 5000 l pjenila/ 1000 kg praha,

3. Kombinirano vatrogasno vozilo Mercedes – Ziegler TLF – 60 – 50/50 2632; kapacitet spremnika za vodu/pjenilo/prah: 5000 l vode/ 5000 l pjenila/ 1000 kg praha,
4. Kombinirano vatrogasno vozilo Mercedes – Rosenbauer VP – 5000/5000 26-36; kapacitet spremnika za vodu/pjenilo: 5000 l vode/ 5000 l pjenila,
5. Kombinirano vatrogasno vozilo FAP – Rosenbauer 22-26; kapacitet spremnika za vodu/pjenilo: 2000 l vode/ 3000 l pjenila,
6. Autocisterna FAP M-16 BDS s karakteristikama kombiniranog vatrogasnog vozila; kapacitet spremnika za pjenilo: 7500 l pjenila,
7. Autocisterna Mercedes – Ziegler 26-35 / AS/35 s karakteristikama kombiniranog vatrogasnog vozila; kapacitet spremnika za vodu/pjenilo: 3000 l vode/ 17000 l pjenila o Hidraulična platforma – Simon Snorkel s karakteristikama kombiniranog vatrogasnog vozila; kapacitet spremnika za pjenilo: 2000 l pjenila,
8. Specijalno vatrogasno vozilo za gašenja požara u rafinerijama VP 4000/6000; o Spremnik za vodu 4000 l,
9. Spremnik za pjenilo 6000 l, Tehničko vozilo za kemijsko – tehnološke accidente Mercedes 1227 AF 4x4,
10. Vatrogasno vozilo za prijevoz ljudi i opreme (3 komada) ,
11. Sanitetsko vozilo,
12. Mobilni bacači voda – pjena o Prenosivi monitori voda/pjena Titan; volumni protok: 4500 l/min (4 komada),
13. Prenosivi monitori voda/pjena; volumni protok: 1200/1400 l/min (5 komada).

Vatrogasna postrojba Rafinerije nafte Sisak svojim djelatnicima i tehnikom zadovoljava potrebe Rafinerije za provođenjem mjera zaštite od požara. Sve potrebne preglede, održavanja i ispitivanja sustava, opreme i uređaja za zaštitu od požara instaliranih u Rafineriji nafte Sisak obavlja trgovačko društvo *INA Vatrogasni Servisi Sisak*.

Sustavi za dojavu požara pregledavaju se redovno i periodički sukladno propisima, te godišnjim i mjesečnim planovima pregleda koje izrađuje Rukovoditelj zaštite od požara tvrtke *INA Vatrogasni Servisi Sisak*, a odobrava i kontrolira viši inženjer zaštite od požara iz Odjela zaštite na radu, Rafinerije nafte Sisak.[3]

Pregledi sustava za dojavu požara obavljaju se temeljem slijedećih propisa :[5]

1. Zakona o zaštiti od požara (NN br. 33/05 i 92/10),
2. Pravilnika o sustavima za dojavu požara (NN br. 56/99),
3. Pravilnika o uvjetima za obavljanje ispitivanja stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara (NN br. 67/96 i 41/03),
4. Pravilnika o uvjetima za ispitivanje uvezenih uređaja za gašenje požara (NN br. 75/94).

Redovni pregledi se obavljaju svaka tri mjeseca, a obuhvaćaju vizualnu i funkcionalnu provjeru sustava. Posebna pažnja se obraća na kompletnost, vidljiva oštećenja i antikorozivnu zaštitu na ručnim javljačima požara. Funkcionalnost se provjerava aktiviranjem ručnih javljača požara i dojavom na vatrodojavnoj centrali. Ako je vatrodojavna centrala i svi javljači pravilno odradili evidentira se da je sustav za dojavu požara funkcionalno ispravan.

Periodički pregledi se obavljaju jednom godišnje i tada se uz postupke iz redovnog pregleda obavlja i :[5]

1. pregled odobrene tehničke dokumentacije,
2. pregled izvedenog stanja u odnosu na projektirano,
3. pregled isprava o kakvoći elemenata izvedenog sustava,
4. provjera ispravnosti rada svih ugrađenih dijelova sustava za dojavu požara.

Nakon izvršenog periodičkog pregleda izdaje se *Zapisnik o obavljenom funkcionalnom ispitivanju*, a na osnovu njega i *Uvjerenje o funkcionalnoj ispravnosti sustava*. Vatrogasni aparati se pregledavaju redovnim pregledima, periodičkim pregledima i kontrolnim ispitivanjem sukladno Pravilniku o održavanju i izboru vatrogasnih aparata (NB br. 35/94, 55/94 i 103/96). Redovni pregled vatrogasnih aparata obavljaju vatrogasci jednom u tri mjeseca.[3]

Redovnim se pregledom utvrđuje sljedeće :[3]

1. uočljivost aparata i dostupnost aparatu,
2. opće stanje aparata,
3. kompletnost aparata,
4. stanje plombe zatvarača (ventila).

Evidencija o izvršenim redovnim pregledima nalazi se kod Rukovoditelj zaštite od požara. Periodički pregledi vatrogasnih aparata obavljaju se jednom godišnje u servisu vatrogasnih aparata tvrtke *INA Vatrogasni Servisi Sisak*. Evidencija o izvršenim periodičkim pregledima i lokacijama vatrogasnih aparata nalazi se kod Rukovoditelj zaštite od požara, a kartoni vatrogasnih aparata pohranjeni su u arhivi servisa.

Periodični pregled aparata pod stalnim pritiskom obuhvaća :[5]

1. vanjski pregled općeg stanja aparata s obzirom na koroziju i oštećenja,
2. vanjski pregled stanja i kompletnosti svih dijelova aparata,
3. pregled glede uporabivosti natpisa i uputa za rukovanje na aparatu,
4. kontrolu radnog pritiska u aparatu (osim CO<sub>2</sub> aparata),
5. kontrolu ispravnosti manometra,
6. izvlačenje osigurača i ponovno plombiranje,
7. pregled stanja spojne cijevi i mlaznice uz propuhivanje zrakom i obvezatnu zamjenu oštećenih ili dotrajalih dijelova i brtvi,
8. provjeru mase sredstava za gašenje vaganjem, te upisivanje na samoljepivu naljepnicu i lijepljenjem na spremnik aparata,
9. protresanje aparata u obrnutom položaju u svrhu rastresanja praha.

Periodični pregled aparata s bočicom obuhvaća :[5]

1. skidanje zatvarača, provjeru rada mehanizma za aktiviranje i svih brtvi,
2. provjeru usponske i uzbudne cijevi,
3. provjeru mase pogonskog plina u bočici vaganjem,
4. upisivanje izvagane mase i datuma na samoljepljivu naljepnicu i lijepljenje na bočicu,
5. kod aparata punjenih prahom provjeravanje stanja praha glede sipkosti, pojave grudica i stranih tijela.

Kontrolno ispitivanje vatrogasnih aparata se obavlja svake pete godine, a obuhvaća sve radnje predviđene periodičnim pregledom, uz dodatak sljedećih radnji :[5]

1. kod aparata pod stalnim pritiskom, oslobađanje pritiska iz aparata i otvaranje spremnika,



2. rasklapanje zatvarača ili ventila, provjera mehanizma za aktiviranje i zamjena svih brtvi,
3. provjeru usponskih cijevi,
4. iz aparata napunjenih prahom isprazniti prah uz provjeru stanja praha u pogledu sipkosti i pojave grudica,
5. pregled unutrašnjosti spremnika,
6. punjenje spremnika vodom uz dodatak inhibitora korozije i hidrauličko ispitivanje čvrstoće i nepropusnosti spremnika prema uputi proizvođača.
7. sušenje ispitanog spremnika izvana i iznutra,
8. utiskivanje na dno spremnika oznake godine ispitivanja i znaka ovlaštenog poduzeća koje je ispitivanje izvršilo,
10. prije ponovnog punjenja spremnika aparata s prahom, na dno spremnika stavlja se prsten sa utisnutom godinom izvršenja kontrolnog ispitivanja,
11. provjera pritiska otvaranja ventila sigurnosti osim kod rasprskavajućih membrana,
12. izmjena rasprskavajućih membrana na ventilima sigurnosti.

Pregled sustava za opskrbu vodom obavlja se temeljem *Plana održavanja* koji je propisan u Uputi za rad na siguran način, a obavlja se jednom mjesečno. Evidentiranje stanja pojedinih dijelova sustava vrši se kroz *Knjige održavanja*, koje se nalaze kod operatera na svakom pojedinom sustavu.

Održavanje hidrantske mreže vrši se temeljem *Plana održavanja* Rukovoditelja održavanja sredstava zaštite, te neispravnosti upisanih u *Knjigu održavanja*. Ispitivanja hidrantske mreže obavlja se periodički jednom godišnje temeljem slijedećih propisa :[5]

1. Zakona o zaštiti od požara (NN br. 33/05 i 92/10),
2. Pravilnika o uvjetima za obavljanje ispitivanja stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara (NN br. 67/96 i 41/03,
3. Pravilnika o hidrantskoj mreži za gašenje požara (NN br. 08/06),
4. Pravilnika o zapaljivim tekućinama (NN br. 54/99).

Ispitivanja hidrantske mreže u Doradi i manipulaciji podijeljena su po grupama spremnika. Pri ispitivanju koristi se slijedeća oprema i instrumenti :[5]

1. manometar baždaren 2020. godine (klasa 1.6),

2. neiskreći alat,
3. komplet za mjerenje protoka vode,
4. tlačna cijev duljine 15 m,  $\phi$ 75 mm.

Održavanje polustabilnih sustava za gašenje požara zračnom pjenom vrši se temeljem Plana održavanja Rukovoditelja održavanja sredstava zaštite, te neispravnosti upisanih u *Knjigu održavanja*. Ispitivanja polustabilnih sustava za gašenje požara zračnom pjenom obavlja se periodički jednom godišnje temeljem slijedećih propisa :[5]

1. Zakona o zaštiti od požara (NN br. 33/05 i 92/10),
2. Pravilnika o uvjetima za obavljanje ispitivanja stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara (NN br. 67/96 i 41/03),
3. Pravilnika o zapaljivim tekućinama (NN br. 54/99).

Ispitivanja polustabilnih sustava za gašenje požara zračnom pjenom u Doradi i manipulaciji podijeljena su po grupama spremnika. Pri ispitivanju koristi se slijedeća oprema i instrumenti :[5]

1. manometar baždaren 02/2020. godine (klasa 1.6),
2. neiskreći alat,
3. priključci za ugradnju manometra na cjevovod,
4. zaporni sat,
5. komplet za određivanje kvalitete pjene,
6. refraktometar Brigs,
7. digitalna vaga.

Održavanje sustava za hlađenje spremnika raspršenom vodom tipa *Drencher* vrši se temeljem Plana održavanja Rukovoditelja održavanja sredstava zaštite, te neispravnosti upisanih u *Knjigu održavanja*. Ispitivanja sustava za hlađenje spremnika raspršenom vodom obavlja se periodički jednom godišnje temeljem slijedećih propisa :[5]

1. Zakona o zaštiti od požara (NN br. 33/05 i 92/10),
2. Pravilnika o uvjetima za obavljanje ispitivanja stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara (NN br. 67/96 i 41/03),
3. Pravilnika o zapaljivim tekućinama (NN br. 54/99).

Ispitivanja sustava za hlađenje spremnika raspršenom vodom podijeljena su po grupama spremnika. Pri ispitivanju koristi se slijedeća oprema i instrumenti :[5]

1. manometar baždaren 02/2020. godine (klasa 1.6),
2. neiskreći alat,
3. priključci za ugradnju manometra na cjevovod,
4. zaporni sat.

Sustav za dojavu požara na KP – 6 i KP – 7 izveden je sukladno projektnoj dokumentaciji. Na navedenoj lokaciji instalirano je 40 ručnih javljača požara spojenih podzemnim kabelima na vatrodojavnu centralu (VDC) u vatrogasnom spremištu KP - 6 i KP - 7. Vatrodojavna centrala se sastoji od PC – uređaja, pisača i ploče sa lokacijama javljača na kojoj se svjetlosnim signalima očitava aktiviranje javljača. U garaži je postavljen svjetlosni i zvučni alarm koji se aktiviraju automatski ili ručno iz vatrodojavne centrale. Pregledan je Zapisnik o izvršenom stručnom pregledu, ispitivanju i mjerenju, broj : 107-SF/05 od 24. ožujka 2020. godine, na osnovu kojeg je izdano Uvjerenje od strane trgovačkog društva *Eurostandard*, Mesnička 13, 10000 Zagreb, gdje se navodi da sustav za dojavu požara instaliran na Doradi i manipulaciji odgovara projektu te da je funkcionalno ispravan.[5]

Vatrogasni aparati su postavljeni sukladno izrađenoj Procjeni ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije i Planu zaštite od požara i tehnoloških eksplozija. Redovni pregled vatrogasnih aparata je obavljen tijekom mjeseca siječnja 2020. godine, te je utvrđeno da se vatrogasni aparati nalaze u vizualno ispravnom stanju što je evidentirano na propisanom obrascu. Posljednji periodički pregled vatrogasnih aparata je obavljen tijekom mjeseca svibnja 2020. godine u servisu vatrogasnih aparata tvrtke *INA Vatrogasni Servisi Sisak*. Uvidom u *Knjigu servisa* vidljivo je da su periodički pregledani svi vatrogasni aparati te da su vraćeni na lokacije. Kontrolno ispitivanje je obavljeno na 6 aparata S-9 i 4 aparata CO<sub>2</sub> 5 kg.[5]

Pregledom *Knjiga održavanja* utvrđeno je da se svi pojedini dijelovi sustava za opskrbu vodom redovito pregledavaju jednom mjesečno vizualno i funkcionalnom probom te da je funkcionalno ispravan. Cjevovodi i armature su bitni elementi sustava za zaštitu od požara, te su kao takvi predmet stalne kontrole i održavanja. Pregledom *Knjige održavanja sustava ZOP-a* vidljivo je da se vodi evidencija o svim neispravnostima

ovih elemenata sustava, te da se odmah pokreću potrebne aktivnosti kako bi se neispravnosti otklonile u što kraćem roku. Isto tako je vidljivo da je izvršena zamjena pojedinih dijelova cjevovoda i veći broj armatura, što je uvjetovano dotrajalošću uslijed starosti (izgrađeno 1984. godine) te čestim propuštanjima istih.[3]

### **5.3.Sigurnosni pregled prije početka rada**

Nije dan nikakav odgovor na pitanje da li je u postupku izvršena analiza opasnosti, da li je odlučeno o preporukama te da li su preporuke ugrađene u projekt (ukoliko se to smatra prikladnim). To je pomoglo identificirati sve opasnosti uvedene kroz ventile. Također nikakav odgovor nije dan na pitanja koja se tiču obuke operatera i PSSR ocjenjivači su netočno odgovorili potvrdnim odgovorom na pitanja da li su svi radni postupci na mjestu te važeći za sigurnost, zaštitu okoliša, radne uvjete, hitne slučajeve, održavanje i tehničke uvjete.[12]

Utvrđeno je kako operativno osoblje nije bilo učinkovito osposobljeno, a postupci nisu bili u dovoljnoj mjeri razvijeni da bi odgovarali zahtjevima početka rada novog dopunskog isparivača posude za frakcijsku destilaciju propilena.[12] Također nije dan nikakav odgovor na pitanje da li su ventili za otpuštanje tlaka poredani na ispravna način i da li su mehanički osigurani zaporni ventili otvoreni. Nije dan odgovor niti na pitanje da li su sustavi za otpuštanje tlaka na mjestu i u stanju za rad te označeni na mjestu i na način na koji je prikladno.

### **5.4.Nedostak analize opasnosti**

Dokazi prikupljeni inspekcijskim nadzorom ukazuju da je nadglednik radova vjerojatno otvorio ventile za vodu za hlađenje (na vrućoj strani) na dopunskom isparivaču u pripravnosti (dopunski isparivač B), dok su njegovi procesni ventili na strani kućišta (na hladnoj strani) ostali zatvoreni što je uzrokovalo događaj s prekomjernim tlakom.[12] Prije rukovanja ventilima na mjestu rada nije provedena analiza opasnosti. Nije razvijen postupak za operativne aktivnosti.[12] Nadzorno inspekcijsko tijelo nije moglo točno utvrditi razlog otvaranje ovih ventila.[12]

## **5.5.Hijerarhija kontrole**

Rafinerija nafte Sisak nije efikasno upotrijebila hijerarhiju kontrolnih mjera u promjeni projekta 2001. godine kada su dodani zaporni ventili na dopunske isparivače posuda za frakcijsku destilaciju propilena. U Rafineriji nafte Sisak su utvrđeni propusti ključnih mogućnosti u izvršenim analizama tijekom 2001., 2006. i 2011. godine da implementira hijerarhiju kontrolnih mjera.[12]

Umjesto primjene inherentno sigurnijeg projekta, pasivnih mjera zaštite ili aktivnih mjera zaštite, odnosno projektnih strategija koje su više u hijerarhiji kontrolnih mjera pri čemu se Rafinerija nafte Sisak oslonila na mehaničko osiguranje od neovlaštenog rukovanja da bi ublažio ozbiljnu opasnost od prekomjernog tlaka. Slijepe prirubnice, mjera zaštite koju je Rafinerija nafte Sisak izabrala kao adekvatnu mjeru zaštite u svrhu osiguranja prolaza za otpuštanje tlaka kod dopunskih isparivača, ubrajaju se u proceduralne mjere zaštite.[12] Iste su poznate kao mehaničko osiguranje od neovlaštenog rukovanja.

## **5.6.Analiza scenarija zatajenja**

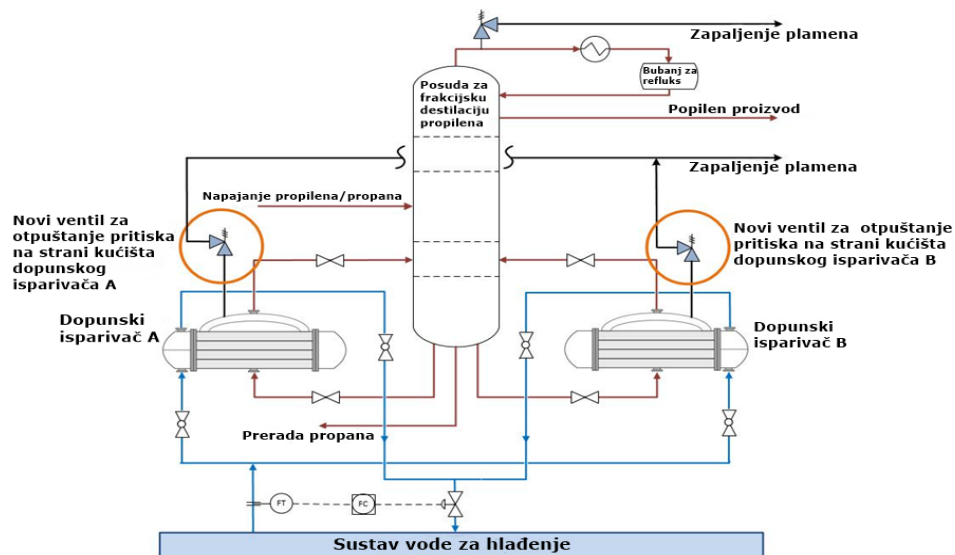
Analiza scenarija zatajenja uključuje pojavu prekomjernog tlaka uslijed porasta u ravnoteži parnog tlaka jer se temperatura u dopunskom isparivaču povećala. Uključena je također i detonacija zbog nakupljanja metil – acetilena i propadiena te puknuća posude uslijed toplinske ekspanzije tekućine.[12] Nadzorno inspekcijsko tijelo je zaključilo kako pojava prekomjernog tlaka dopunskog isparivača Rafinerije nafte Sisak vjerojatno nije prouzročena povećanjem tlaka pare i tekućine u ravnoteži kada je toplina ušla u zatvorenu stranu kućišta dopunskog isparivača.[12]

Mješavine metilacetilena i propadiena mogu se razgraditi te zapaliti bez prisutnosti kisika, rezultirajući pritom eksplozijom unutar opreme koja može žestoko probiti posude u procesu. Nadzorno inspekcijsko tijelo zaključilo je kako ova nesreća vjerojatno nije bila prouzročena akumuliranjem i detonacijom mješavinom metilacetilena i propadiena u dopunskom isparivaču B koji je bio isključen.[12] Inspekcijsko nadzorno tijelo je također zaključilo kako je toplinska ekspanzija tekućine iz tekućinom punog kućišta dopunskog isparivača B bila vjerojatan scenarij zatajenja koji je inicirao niz

mehaničkih zatajenja koji su zatim rezultirali eksplozijom pare ključajuće tekućine u širenju (tzv. *efekt bleve*).

## 5.7. Promjene uvedene nakon nesreće

Veliki požar koji je izbio dana 20.06.2011. godine na prostoru KP – 6 i KP – 7 Rafinerije nafte Sisak rezultirao je značajnim kulturnim preokretom za sigurnost procesa u ključnim područjima gdje su slabosti doprinijele nastanku nesreće. Nakon nesreće 20.06.2011. godine Rafinerija nafte Sisak je preoblikovala dopunske isparivače posude za frakcijsku destilaciju propilena. Uključen je ventil za otpuštanje tlaka na strani kućišta svakog dopunskog isparivača.



Sl. 2. Ventili za otpuštanje tlaka na strani kućišta dopunskog isparivača A i dopunskog isparivača B [3]

Nakon nesreće identificirane su metode kako bi se prenijele vrste promjena koje zahtijevaju tehničku kontrolu izvedenih promjena što je prikazano na slici 2. Nakon nesreće u postrojenjima Rafinerije nafte Sisak dodani su ventili za otpuštanje tlaka na strani kućišta dopunskog isparivača A i dopunskog isparivača B.

## 6. KRITIČKI OSVRT I PREPORUKE ZA POBOLJŠANJE

Nastanak velikog požara na prostoru KP – 6 i KP – 7 Rafinerije nafte Sisak ukazuje na činjenicu kako navedena kompanija nije provela odgovarajuću kontrolu izvedenih postupaka. U Izvješću o sigurnosti nisu procijenjene sve potencijalne opasnosti koje su posljedica nastanka promjena poslovanja. Sustav upravljanja sigurnošću obuhvaća mjere provedene od strane operatera na svima razinama unutar cijele organizacije.

Procesi obuhvaćaju organizaciju, postupke, procedure, kontrolu dokumenata, komunikaciju te sudjelovanje zaposlenika u razvoju postupaka koji su ključni za dosljednost i učinkovitost sustava.

Elementi vezani za tehnologiju su :

1. informacije o sigurnosti procesa - opis procesa (rada),
2. radne upute sigurne prakse rada,
3. analiza opasnosti procesa,
4. upravljanje tehnološkim promjenama.

Elementi vezani za opremu su :

1. osiguranje kvalitete,
2. sigurnosni pregled prije puštanja u rad,
3. mehanički integritet,
4. upravljanje tehničkim promjenama.

Elementi vezani uz osoblje su :

1. stručno osposobljavanje i učinkovitost osoblja,
2. sigurnost i učinkovitost izvođača radova,
3. istraživanje incidenata i komunikacija,
4. upravljanje promjenama osoblja,
5. planiranje i odaziv u hitnim intervencijama.

Glede zaštite od prekomjernog tlaka prema *Pravilniku o pregledima i ispitivanjima* opreme pod tlakom (NN br. 142/14) rad sigurnosnog sustava opreme pod tlakom mora se provjeriti i po potrebi podesiti najmanje jednom godišnje, računajući od prvog pregleda opreme pod tlakom.

Rafinerija nafte Sisak nije imala proceduru postupanja prije radnih aktivnosti, prema *Uredbi o sprječavanju velikih nesreća u Izvješću o sigurnosti* postoje upute o svim postupcima i procedurama, kontroli dokumenata, komunikaciji i sudjelovanju zaposlenika u razvoju postupaka ključnih za dosljednost i učinkovitost procesa.

Nakon izvedenih promjena na dopunskom isparivaču i ugradnji novih ventila Rafinerija nafte Sisak nije napravila pregled prije puštanja u rad. Oprema pod tlakom ne smije se staviti u upotrebu prije nego što je obavljen i ovjeren pregled prema članku 6., stavku 2. *Pravilnika o pregledu i ispitivanju opreme pod tlakom.*

Opisani događaja nastanka velikog požara 20.06.2011. godine na prostoru KP – 6 i KP – 7 Rafinerije nafte Sisak pokazuje kako navedena kompanija nije imala učinkovit sistem upravljanja procesom rada. Način vođenja istrage nastoji se prikazati pomoću počela kriminalistike :

1. Počelo zakonitosti – znači da se tijekom provođenja postupka ne smije poduzeti niti jedna radnja koja nije u skladu sa zakonom,
2. Počelo metodičnosti i planiranaj postupaka – razrješavanju događaja treba pristupiti planski,
3. Počelo sumnje (skepse) – svaku potencijalnu sumnju treba temeljito provjeriti i potvrditi sa drugim dokazima,
4. Počelo brzine, iznenađenja i operativnosti – znači da sve potrebne mjere i radnje treba poduzeti u što kraćem vremenskom roku nakon saznanja za određeni događaj,
5. Počelo temeljitosti i upornosti – upravo zbog brzine postupanja nužno je naglasiti temeljitost jer brzo postupanje dovodi do učestale površnosti,
6. Počelo objektivnosti – ovo načelo zahtjeva visoko razvijenu kritičnost prema tuđem radu i rezultatima rada, te savjesnost i odgovornost,
7. Počelo jedinstvenog rukovođenja operativno – taktičnim istražnim radnjama – istragom rukovodi nadležno neovisno državno inspekcijsko tijelo koje je donijelo konačno izvješće,
8. Počelo koordiniranosti i suradnje – ovo je vrlo važno načelo jer se u slučaju nastanka požara ili eksplozije pojavljuje potreba za postupanjem različitih službi (vatrogasaca koji gase požar i daju prve obavijesti policiji, hitne medicinske pomoći u slučaju ljudskih žrtava te istražitelja),



9. Počelo ekonomičnosti u postupanju – svaku pojedinu radnju treba provesti temeljito, ali se mora obratiti pozornost na nepotrebne troškove,
10. Počelo čuvanja službene i profesionalne tajne – tajnom treba smatrati sve do čega se dođe istragom. Završetkom istrage nadzorno inspekcijsko tijelo je javno objavilo potpuno izvješće.

Preporuka je implementirati program konstantnog poboljšanja kako bi unaprijedili kulturu sigurnosti procesa na prostoru KP – 6 i KP – 7 Rafinerije nafte Sisak. Preporuka je također osigurati ocjenjivanje kulture sigurnosti procesa te angažirati stručnjaka za materiju kulture sigurnosti procesa s ciljem da upravlja periodičkim ocjenjivanjima kulture sigurnosti procesa koja uključuju anketiranja osoblja, intervjue s osobljem i analizu dokumenata. Važno je učiniti da periodičko izvješće o kulturi sigurnosti procesa bude dostupno svim radnicima na postrojenjima te provesti ocjenjivanje kulture sigurnosti procesa minimalno jednom u pet godina.

Preporuka je također razviti i implementirati stalan program metrike sigurnosti procesa koji prati pokazatelje vođenja i zaostajanja sigurnosti procesa. Preporuka je također i mjeriti učinkovitost metoda Rafinerije nafte Sisak kako bi efikasno i na vrijeme komplementirali akcijske stavke razvijene kao rezultat analiza opasnosti procesa.

Preporuka je također razviti te implementirati program koji zahtijeva robusno i sveobuhvatno ocjenjivanje programa sigurnosti procesa u prostoru KP – 6 i KP – 7, ali i ostalim prostorima Rafinerije nafte Sisak. Nužno je uključiti upravljanje promjenom, obvezan pregled sigurnosti prije početka radova, analize opasnosti u procesu i operativne postupke.

## **7.ZAKLJUČAK**

Rafinerija nafte Sisak napravila je brojne propuste vezano uz događaj izbijanja velikog požara 20.06.2011. godine. Neovisno državno inspekcijsko tijelo analizom požara utvrdilo je kako Rafinerija nafte Sisak imala slabo napisan sustav upravljanja te neučinkovitu implementaciju istoga, a također nisu pravovremeno prepoznate sve opasnosti i štetnosti koje nastaju prilikom promjena u tehnološkom procesu koje su uvedene, bez prethodne provjere. Prilikom analize slučaja otkriveni su propusti, posebice se istaknuo propust na dopunskom isparivaču. Može se zaključiti u Rafineriji nafte Sisak nisu napravljeni pravovremeni pregledi sigurnosnih ventila prije početka procesa. Zakonski propisi koji vrijede na području Republike Hrvatske u pogledu zaštite od požara nalažu da ukoliko dođe do promjena, odnosno odstupanja u glavnom projektu, treba se analizom utvrditi utječu li te promjene na funkcionalnost sustava zaštite.

## 8.LITERATURA

### Knjige i članci

1. Carević, M., Jukić, P., Kaštelanac, Z., Sertić, Z. : *Priručnik za zaštitu od požara*, Grafo-Amadeus d.o.o., Zagreb, 1997.
2. Eurostat, dostupno na : <https://www.eurostat-opee.eu/> (pristupljeno 01.07.2020.)
3. Rafinerija nafte Sisak, dostupno na : <https://www.rns.hr/> (pristupljeno 02.07.2020.)
4. Đurić V., Gorupić F.: *Priručnik o mjerama zaštite od požara i zaštite na radu kod izvođenja radova na mjestima s povećanim opasnostima u Rafineriji nafte Sisak*, Industrija nafte Zagreb, Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti d.d., Zagreb, 2001.
5. Đurić V., Gorupić F.: *Vježbovni priručnik vatrogasne postrojbe Rafinerije nafte Sisak*, Industrija nafte Zagreb, Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti d.d., Zagreb, 2001.
6. *Vanjski plan zaštite i spašavanja u slučaju nesreće koja uključuje opasne tvari, Sisačko-moslavačka županija, pogon tvrtki JANAF d.d., Terminal Sisak, INA d.d., Rafinerija nafte Sisak, HEP proizvodnja d.o.o., Termoelektrana Sisak, DLS d.o.o., Rijeka, 2016.*
7. *Izvešće o sigurnosti INA – Industrija nafte d.d. za područje postrojenja Rafinerija nafte Sisak*, Eco – Monitoring, Sisak, 2012.
8. *Izvešće o sigurnosti Rafinerije nafte Sisak-Verzija nakon ocjene Ministarstva zaštite okoliša i prirode*, Sinaco d.o.o., Rješenje Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, 2012.
9. Popović, Ž., Smerkar, B. : *Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika*, Hrvatska vatrogasna zajednica, Zagreb, 2006.
10. Ministarstvo unutarnjih poslova, dostupno na : <https://www.mint.hr/> (pristupljeno 07.07.2020.)
11. Efekt bleve, dostupno na : <https://www.pozar-bleve.hr/> (pristupljeno 07.07.2020.)
12. *Izvešće o praćenju kvalitete zraka na području Grada Siska i dinamike radova na modernizaciji postrojenja Rafinerije nafte Sisak u 2011. i 2012. godini*, Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Zagreb, 2013.
13. Zakon o vatrogastvu (NN br. 125/19)
14. Zakon o zaštiti od požara (NN br. 92/10)

## **9.PRILOZI**

### **Popis slika**

|  |    |
|--|----|
| Slika 1. Rafinerija nafte Sisak .....  | 5  |
| Slika 2. Ventili za otpuštanje tlaka na strani kućišta dopunskog isparivača A i<br>dopunskog isparivača B..... | 68 |

### **Popis tablica**

|   |    |
|---|----|
| Tablica 1. Procjena vjerojatnosti nastanka velikih nesreća u Rafineriji nafte Sisak ... | 36 |
|---|----|