

# Aktivne mjere zaštite od požara u rafineriji nafte Sisak

---

**Brodarić, Ivan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Metallurgy / Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:115:810135>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-01**



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
METALURŠKI FAKULTET  
UNIVERSITY OF ZAGREB  
FACULTY OF METALLURGY

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Metallurgy University of Zagreb - Repository of Faculty of Metallurgy University of Zagreb](#)



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
METALURŠKI FAKULTET

UNIVERSITY OF ZAGREB  
FACULTY OF METALLURGY

Ivan Brodarić

## ZAVRŠNI RAD

Sisak, siječanj 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
METALURŠKI FAKULTET

Ivan Brodarić

AKTIVNE MJERE ZAŠTITE OD POŽARA U RAFINERIJU NAFTE SISAK

ZAVRŠNI RAD

Voditelj: prof. dr. sc. Ivica Boko, dipl. ing. građ.

Članovi povjerenstva za ocjenu i obranu završnog rada:

prof. dr. sc. Anita Begić Hadžipašić, Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet – predsjednica

prof. dr. sc. Ivica Boko, Sveučilište u Splitu Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije – član

izv.prof.dr.sc.Ivan Jandrlić, Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet – član

prof. dr. sc. Ivan Brnardić, Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet – zamjenski član

Sisak, siječanj 2022.



KLASA: 602-04/22-04/14  
URBROJ: 2176-78/22-04-273

Sisak, 23. studenog 2022.

Temeljem točke IX. Naputka o završnom radu i završnom ispitu Pravilnika o studiranju na preddiplomskim studijima i diplomskom studiju Metalurškog fakulteta i članka 23. Statuta Metalurškog fakulteta, Fakultetsko vijeće na svojoj 2. redovitoj sjednici od 23. studenog 2022. godine (t. 4), a na prijedlog Povjerenstva za nastavu, donosi sljedeću

## ODLUKU o odobravanju teme, imenovanju voditelja i Povjerenstva za ocjenu i obranu završnog rada

### I.

Izvanrednom studentu prijediplomskog sveučilišnog studija *Sigurnost, zdravlje na radu i radni okoliš* **IVANU BROADARIĆU** (0124123608) za voditelja završnog rada pod naslovom "Aktivne mjere zaštite od požara u rafineriji nafte Sisak" ("Active fire protection measures in the Sisak oil refinery") imenuje se **prof. dr. sc. Ivica Boko**.

### II.

Studentu iz točke I. ove Odluke imenuje se Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada u sastavu:

1. prof. dr. sc. Anita Begić Hadžipašić, Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet – predsjednica,
2. prof. dr. sc. Ivica Boko, Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije – član,
3. izv. prof. dr. sc. Ivan Jandrić, Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet – član.

Za zamjenskog člana imenuje se prof. dr. sc. Ivan Brnardić, Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet.

### III.

Ova Odluka stupa na snagu danom donošenja.

### IV.

Protiv ove Odluke može se uložiti prigovor Fakultetskom vijeću Metalurškog fakulteta u roku 8 dana od dana primitka iste.

Obnašatelj dužnosti dekana  
Metalurškog fakulteta

Prof. dr. sc. Nikola Mrvac

#### Dostavljeno:

- 1 x Ivan Brodarić
- 4 x voditelj, članovi Povjerenstva
- 1 x Studentska referada
- 1 x Knjižnica
- 1 x Tajništvo
- 1 x pismohrana Fakultetskog vijeća
- 1 x pismohrana

Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet  
Aleja narodnih heroja 3; p.p. 1; HR - 44103 Sisak  
tel.: +385(0)44 533378; 533379; 533380; 533381  
faks: +385(0)44 533378  
e-mail: dekanat@simet.hr; url: www.simet.unizg.hr

*Ivan*



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
METALURŠKI FAKULTET

UNIVERSITY OF ZAGREB  
FACULTY OF METALLURGY

IME: IVAN

PREZIME: BRODARIĆ

MATIČNI BROJ: 0124123608

Na temelju članka 19. stavak 2. Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu dajem sljedeću

## IZJAVU O IZVORNOSTI

Izjavljujem da je moj **završni** / diplomski / doktorski rad pod naslovom:

Aktivne mjere zaštite od požara u rafineriji nafte Sisak

---

---

izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

Sisak, 01.12.2022.

---

(vlastoručni potpis)

*Izrazi koji se koriste u ovoj Izjavi, a imaju rodno značenje, koriste se neutralno i odnose se jednako i na ženski i na muški rod.*

# SAŽETAK

## Aktivne mjere zaštite od požara u rafineriji nafte Sisak

U radu su prikazane aktivne mjere zaštite od požara u rafineriji nafte Sisak. Aktivne mjere zaštite od požara u rafineriji nafte Sisak sastoje se od stabilni i polustabilnih sustava, sustava hidrantske mreže, vatrogasnih aparata, stabilnih i mobilnih bacača te vatrodojave. Glavna zadaća aktivnih mjera zaštite od požara je rano otkrivanje požara, dojavljivanje korisnicima prostora i hitnim službama te početno gašenje požara i hlađenje okolnih objekata. Sigurnost i zaštita od požara temeljna je obaveza svakog poduzeća, objekta i prostora. Cilj ovog rada je da se upoznamo sa aktivnim mjerama zaštite od požara u rafineriji nafte Sisak te da ukažemo na njihove prednosti i nedostatke.

*Ključne riječi: Stabilni i polustabilni sustavi, rafinerija nafte, požar, zaštita od požara*

# ABSTRACT

## Active fire protection measures in the Sisak oil refinery

The paper presents active fire protection measures in the Sisak oil refinery. Active fire protection measures in the Sisak oil refinery consist of stable and semi-stable systems, hydrant network systems, fire extinguishers, stable and mobile water gun and fire alarms. The main task of active fire protection measures is the early detection of fires, notification of the area to users and emergency services, and initial fire extinguishing and cooling of surrounding buildings. Safety and fire protection is a fundamental obligation of every company, facility and space. The aim of this paper is to familiarize ourselves with active fire protection measures in the Sisak oil refinery and to point out their advantages and disadvantages.

*Keywords: Stable and semi-stable systems, oil refinery, fire, fire protection*

# ZAHVALA

Najprije bih se zahvalio svojoj obitelji koja mi je pružila bezuvjetnu podršku te mi je pomogla da budem ustrajan u ove protekle tri godine.

Velika zahvala voditelju prof.dr.sc. Ivici Boki na nesebičnoj pomoći, brojnim savjetima i informacijama te konstruktivnim kritikama. Zahvaljujem Vam na tome što ste mi pristali biti voditelj rada te na ukazanom povjerenju i vođenju tijekom izrade ovog završnog rada.

Zahvaljujem se prof.dr.sc. Aniti Begić Hadžipašić i izv.prof.dr.sc. Ivanu Jandriću na svim savjetima, smjernicama i pozitivnim kritikama tijekom izrade završnog rada, ali i tijekom cijelog studiranja.

Zahvala i svim profesorima i zaposlenicima Metalurškog Fakulteta na pruženom znanju i pomoći tijekom studiranja. Hvala Vam svima.

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA U NAFTNOJ INDUSTRIJI.....	3
2.1. Mjere zaštite .....	3
2.2. Zaštita od požara.....	4
2.3. Obveze vlasnika za zaštitu od požara .....	6
2.4. Postupanje u slučaju požara .....	9
3. NAFTNA INDUSTRIJA U REPUBLICI HRVATSKOJ .....	11
3.1. Pregled naftne industrije u RH .....	11
3.2. Naftna i plinska područja u Hrvatskoj .....	11
3.3. Prerada nafte i plina .....	14
4. RAFINERIJA NAFTE SISAK .....	16
4.1. Opći podaci o Rafineriji nafte Sisak .....	16
4.2. Sustavi zaštite građevina u rafineriji nafte .....	17
4.2.1. Sprinkler sustav.....	18
4.2.2. Drencher sustavi.....	19
4.2.3. Stabilni sustavi za hlađenje objekata raspršenom vodom .....	19
4.2.4. Polustabilni sustavi za gašenje požara zračnom pjenu .....	21
4.2.5. Stabilni i mobilni bacači za gašenje požara voda/pjena .....	22
4.2.6. Protupožarni javljači .....	24
4.2.7. Sustav za detekciju plina .....	26
4.2.8. Vatrogasni aparati .....	26
4.2.9. Sustav hidrantske mreže .....	27
5. PROFESIONALNI VATROGASCI U GOSPODARSTVU .....	29
6. ZAKLJUČAK .....	30
7. LITERATURA .....	31
8. PRILOZI .....	32
9. ŽIVOTOPIS.....	33



## 1. UVOD

U ovom radu obrađuje se tematika aktivnih mjera zaštite od požara u Rafineriji Sisak. Rafinerija Sisak je važan industrijski čimbenik. Rafinerije i tržišne aktivnosti tvrtke do sada su u prosjeku generirale oko milijardu kuna (135 milijuna eura) gubitaka godišnje, u posljednje vrijeme se špekulira o izmještanju Rafinerije Sisak, najavljujući novi rafinerijski i marketinški program koji uključuje fokusiranje svih aktivnosti rafinerije sirove nafte na riječku rafineriju, te konverziju sisačke rafinerije u industrijsko središte.

Kompleks sisačke rafinerije potrebno je pretvoriti iz neprofitabilne rafinerije u održivo alternativno industrijsko središte, dodajući da bi alternative uključivale razvoj projekata za rafinerije biokomponenta i petrokemije, kao i suvremeni logistički centar, proizvodnju obnovljive energije i druge održive i ekonomski isplative aktivnosti. Fokus ovog rada je prikazati aktivne mjere zaštite od požara unutar rafinerije.

Kroz povijest i na svojim greškama ljudi su naučili kako je tijekom to jest vrijeme razvijanja požara, jedna od najbitnijih stvari za uspješno gašenje i kontrolu požara. Za uspješno gašenje požara bez značajnih posljedica treba što prije započeti s gašenjem požara to jest s aktivnim mjerama zaštite od požara kako se požar ne bi širio te kako bi se sporije razbuktavao do dolaska vatrogasaca.

Požari u gospodarstvu naveliko se razlikuju od požara nekih uobičajenih objekata, tipa kuća, jer je puno veća količina gorive mase. Kod požara u industrijskom postrojenju prijete razno razni plinovi koji su vrlo opasni i jako brzo gore te su lakozapaljivi. Postrojenja pri radu razvijaju jako visoku temperaturu te je sam medij u vodovima i postrojenju već zagrijan pa mu ne treba puno da bi se zapalio što nam stvara također problem. U industriji imamo spremnike i cjevovode u kojima se nalazi najčešće neki zapaljivi medij koji ima ogromnu ogrjevnu vrijednost.

Požari u gospodarstvu su jako opasni požari te se lako brzo pretvore iz početnog požara u veliki požar pa moguće čak i u katastrofalni požar. Jedan takav katastrofalni požar dogodio se 2011. godine upravo u Sisačkoj rafineriji kod kojeg su plameni jezici dosegali i preko 50 metara u visinu u kojem su evakuirani svi radnici rafinerije koji nisu sudjelovali u gašenju.

Razmatralo se i evakuiranje stanovništva koje je stanovalo u blizini rafinerije. Taj požar je odličan primjer kako se požar brzo može proširiti te koliko su nam zapravo važne aktivne mjere zaštite od požara za pravobitnu reakciju i u konačnici rješavanje problema. Kod ovog požara problem je nastao kod neodgovornog ponašanja djelatnika koji nisu na vrijeme uočili gubitak to jest izbijanje medija koje se prelijevalo dok nije doseglo visinu pumpe te se i zapalilo. Aktivne mjere zaštite nisu bile dovoljne za sprečavanje požara samim time što ne dosežu do svih mjesta unutar rafinerije te što mjere nisu u skladu sa današnjim trendom i novim tehnologijama.



*Slika 1. Požar u rafineriji nafte Sisak 2011. godine*

Cilj ovog završnog rada je upoznati trenutne aktivne mjere i sustave zaštite u rafineriji nafte Sisak te ukazati na neke propuste samih aktivnih mjera kroz iskustvo i rad. Također je cilj i paralelno sa nedostacima prikazati alternativna i modernija rješenja kad se radi o sustavima zaštite.

## **2. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA U NAFTNOJ INDUSTRIJI**

### **2.1. Mjere zaštite**

Kada govorimo o mjerama zaštite od požara, bitno je znati samu podjelu mjera zaštita. Dijelimo ih na aktivne mjere zaštite i pasivne mjere zaštite.

Pod aktivne mjere zaštite od požara ubrajamo sve mjere i sustave zaštite koji aktivno djeluju na požar to jest koji direktno djeluju na požar i njegov razvoj, djelujući tako da se smanjuje temperatura požara. Pod aktivnu zaštitu od požara smatramo sustave koji usporavaju širenje vatre do dolaska vatrogasaca, alarmiraju to jest obavještavaju sve prisutne u zgradi i vatrogasce te sustave za odvodnju dima [1].

Sustavi prskalica i protupožarnih aparata djeluju direktno na požar te mu smanjuju temperaturu i usporavaju njegovo širenje. Protupožarni alarm obavještava sve prisutne u zgradi da se radi o požaru te alarmira vatrogasce, ako je spojen na vatrodojavnu centralu. Protupožarni alarm je jako bitan sustav jer s njim se na vrijeme obavještava o požaru te vatrogasci ili osobe obučene za početno gašenje mogu pravovremeno reagirati te požar ugasiti dok je još u početnoj fazi.

Sustavi za odvod dima su krovne kupole ili prisilni odvodi dima koje pogone ventilatori. Sustavi za odvod dima vrlo su važni jer svojom cirkulacijom zraka odvede dim koji se nalazi na vrhu te samim time smanjuju toplinu u prostoriji i onemogućuju pojavu „flashovera“, to jest eksplozije plamenog udara u zatvorenoj građevini. Pod pasivne mjere zaštite sporazumijevamo protupožarne zidove, stropove i konstrukcijske zaštite koji dijele zgradu na požarne odjeljke. Djeluju tako da sprječavaju brzo širenje vatre te štite konstrukciju što je duže moguće.

U rafineriji nafte Sisak najbolji primjer pasivne zaštite su tankvane. Tankvane mogu biti prirodne, dakle neki nasipi ili zidane tankvane, to jest zid oko spremnika. Tankvane moraju biti takve veličine da uspiju zadržati svu količinu medija koji bi procurio iz nekog rezervoara.

Svaka tvornica treba sadržavati elemente sustava zaštite od požara. To općenito zahtijevaju pravni i tehnički standardi. Njihova primarna namjena je zaštita zdravlja i života ljudi u slučaju požara [1].

Osnovna svrha modela je usporediti različite varijante zaštite od požara građevine iz perspektive mogućih utjecaja požara na zgradu. Različite varijante zaštite od požara podrazumijevaju specifičnu kombinaciju aktivnih i pasivnih mjera zaštite od požara. Svaku kombinaciju karakteriziraju određeni očekivani učinci.

Stoga se može izraziti učinkovitost protupožarnih mjera kao što je smanjenje vjerojatnosti smrti ili pretpostavljene štete u zgradi uzrokovane požarom. Njegova se učinkovitost može izračunati korištenjem analize troškova i koristi kao ekonomska interpretacija ovih mjera za sprječavanje požara.

Obveza zemalja EU da povećaju energetske učinkovitosti donijela je promjene i kod drugog bitnog zahtjeva u izgradnji objekata, a to je sigurnost u slučaju požara. Potrebni deblji slojevi toplinske izolacije podrazumijevaju veća požarna opterećenja u objektima.

U slučaju požara korištenje zapaljivih izolacijskih materijala povećava opasnost od širenja požara na susjedne zgrade i više katove te ima negativan utjecaj na okoliš uzrokovan velikom količinom emitiranog dima. Imajući to u vidu, većina zemalja EU uvela je propise koji definiraju načine sprječavanja mogućeg širenja požara preko fasada zgrada sa zapaljivom toplinskom izolacijom.

Propisi zahtijevaju ili projektiranje slojeva od negorivih materijala, ili korištenje negorive izolacije na visokim zgradama i zgradama s visokim rizikom od požara, kao što su zgrade s velikim brojem korisnika smanjene pokretljivosti, npr. bolnice, dječji vrtić, dom umirovljenika ili druga mjesta okupljanja većeg broja ljudi, poput koncertnih dvorana, disko klubova i sl. Slični propisi uvedeni su i u Hrvatskoj, a definirani su Pravilnikom o otpornosti na požar i drugim uvjetima za zgrade u slučaju požara [2].

Njihovi propisi su složeni, a zahtjevi koji se odnose na projektiranje i postavljanje negorivih slojeva na fasadama nedovoljno su opisani, s malo grafičkih prikaza uobičajenih u tehničkom području.

Osim toga, među projektantima, ali i među nadležnim inspekcijskim tijelima koja izdaju suglasnosti (potvrde) za glavne projekte, vodi se polemika treba li slojeve opisati u glavnim ili izvedbenim projektima. Nadalje, projektantima i izvođačima nedostaje iskustva u ovoj vrsti fasade.

Iz tih razloga dolazi do različitih, oprečnih tumačenja ili, u konačnici, izbjegavanja propisa o protupožarnim barijerama. Zato glavni dio ovih Smjernica daje jasne definicije zahtjeva propisanih zakonskom regulativom i tehničkom praksom, opisujući položaje i detalje izvedbe fasadnih dijelova koji moraju biti projektirani od negorivih izolacijskih materijala.

## **2.2.        Zaštita od požara**

Zaštita od požara u kemijskoj industriji prioritetna je zadaća budući da je požar najveći uzrok gubitka života u industriji. Prisutnost ogromnog broja eksplozivnih materijala koji se proizvode i skladište u svakom trenutku dovodi u opasnost i radnike i okoliš [2].

Kemijska industrija pretvara sirovine kao što su nafta i plin u kemikalije kao što su petrokemija i polimeri ili čak potrošačke proizvode. Ovaj dio gospodarstva započeo je industrijskom revolucijom i brzo se razvio do onoga što je danas. Od 4 milijarde dolara globalnog prihoda kemijske industrije u 2019. NAFTA-i pripada 15%, gotovo isto toliko Europskoj uniji, ali Kina ima dobrih 40% udjela.

Kako kemijska industrija napreduje, uvodi se više sigurnosnih mjera za zaštitu radnika i sprječavanje požara, ali stvarni podaci otkrivaju da još uvijek ima mjesta za napredak.

Izvešće ZEMA-e (njemački sustav za izvješćivanje o velikim nesrećama) s podacima od 2013. do 2021. otkrilo je da je vatra uzrokovana ispuštanjem kemikalija i izvorima paljenja suštinska opasnost u industriji.

Kako bi se razumjelo zaštitu od požara u kemijskoj industriji, moramo biti svjesni što uopće uzrokuje požar. Može se sažeti u sljedeće temeljne uzroke [3]:

- Samozapaljivost
- Radni motori
- Radnje zavarivanja
- Elektrostatički
- Proces sušenja
- RMO operacije (popravak, održavanje i remont)
- Curenje
- Električni kratki spojevi

Problem s požarom u kemijskoj industriji je taj što će temeljni uzroci uvijek biti prisutni zbog prirode posla. Upravljanje sigurnošću procesa (PSM) mora biti optimizirano za zaštitu od požara.

Primarni izvor sigurnosnih mjera u kemijskoj industriji je "učenje iz iskustva" i dizajniranje naprednih mjera opreza na brz i učinkovit način kako se opasni događaj više nikada ne bi doživio. Propisi i najbolja praksa često proizlaze iz stvarnih požarnih nesreća koje se mogu odnositi na prevenciju kao što je rukovanje zapaljivim materijalima bilo kojeg oblika ili postupak gašenja, kao što je zadržavanje vode za gašenje požara i sigurno skladištenje opasnih roba.

Učinkovit pristup imao bi sljedeće sigurnosne mjere [3]:

- Procjena rizika, počinje razmatranjem najgoreg mogućeg scenarija i pripremom za njega kako bi se spriječio bilo kakav gubitak života radnika, ljudi u susjedstvu ili okoliša. Koraci uključuju analizu rizika procesa, definiranje najveće pojedinačne količine (LIQ), mjerenje ukupnog volumena otapala i održavanje vrelišta ispod 150. Također treba procijeniti financijsku stranu rizika kako bi se izmjerili gubici koji proizlaze iz prekida proizvodnje i manjih tržišnih udjela.
- Razine zaštite, zaštita od požara u kemijskoj industriji često je definirana propisima, na temelju nalaza procjene rizika. Postoje 3 razine osnovna: napredna i dopunska zaštite.

Osnovna razina uključuje zakonski propisane mjere kao što su aparati za gašenje požara, opskrba vodom, zidni hidranti i ručne alarmne točke. Napredna razina uključuje senzore za rana upozorenja (dim, plin, toplina), automatske sustave za detekciju požara, stroge protupožarne pregrade, polufiksne sustave za gašenje, fiksne sustave za gašenje (sprinkler, vodeni sprej) i vatrogasnu postrojbu [4].

Neki od ovih alata prikladniji su za zahtjeve kemijske industrije, poput sustava za gašenje sprinklerima koji imaju kratko vrijeme odziva, robusnost i fleksibilnost dizajna.

Istraživanje i razvoj je sastavni dio zaštite od požara u kemijskoj industriji budući da je definiran sve većim troškovima, demografskim promjenama i manjim brojem stalno zaposlenih radnika. Često je usmjeren na sustave automatizacije i inovativne sustave detekcije za pasivne i aktivne pristupe.

Pasivna zaštita od požara uključuje odvajanje cijele zgrade vatrootpornim zidovima i podovima, trajnu inertizaciju skladišta, vatrootporne kabele, vatrootporne obloge kabela (usporivači vatre bilo endotermnog ili intumescentnog tipa), potporu za cijevne police i zaštitu rezervoarske farme.

Aktivna zaštita od požara uključuje poboljšanje postojećih sustava ili inoviranje novih sustava inteligentnog nadzora, detektora požara, detektora plina, linijskog detektora, sprinkler sustava, drenažnih sustava (sprinkler, vodeni sprej, vodena magla) i plinovitih sustava za gašenje (inertni plin, ugljični dioksid, para) [1].

Dobar primjer bi bili sustavi vodene magle koji uključuju vrlo fine raspršivače koji omogućuju malim kapljicama vode da suzbiju i ugase vatru hlađenjem topline i istiskivanjem kisika. Manja šteta dovodi do kraćih zastoja što je vrlo isplativo.

Zaštita od požara u kemijskoj industriji djelotvorna je do određenog stupnja, ali krajnji cilj je eliminirati bilo kakvu štetu ili gubitak života kod ljudi i drugih organizama. To će također rezultirati manjom štetom na imovini i manjim troškovima.

Blizina eksplozivnih kemikalija i izvora paljenja izaziva zabrinutost zbog požara, a povijesne nesreće samo dokazuju da je to točno. Vruće operacije, postupci popravaka i održavanja, elektrostatika, pa čak i samozapaljenje glavni su uzroci požara u kemijskoj industriji. Do sada su sigurnosne mjere bile usmjerene na procjenu rizika, osnovnu zaštitu od požara, napredne i dopunske alate te istraživanje i razvoj.

### **2.3. Obveze vlasnika za zaštitu od požara**

Vlasnik ili korisnik zgrada poslovne, industrijske i javne namjene, zgrada blokovskog tipa i podzemnih garaža i građevina treće kategorije ugroženosti od požara te skupština zgrade ili vijeće zgrade u stambenim zgradama donose pravila zaštite od požara koja uključuju [5]:

1. organizaciju tehnoloških procesa na način da se ukloni opasnost od izbijanja i širenja požara, a u slučaju njegova izbijanja osigura sigurna evakuacija ljudi i imovine te spriječi njegovo širenje;
2. zaštitu od požara ovisno o namjeni objekta s potrebnim brojem osoba osposobljenih za obavljanje poslova zaštite od požara;
3. donošenje plana evakuacije i uputa za postupanje u slučaju požara;
4. način osposobljavanja djelatnika za provođenje zaštite od požara;
5. plan evakuacije i upute za postupanje u slučaju požara moraju biti istaknuti na vidnom mjestu.

U objektu se koriste razni električni uređaji, televizori, klima uređaji, računala, aparati za kavu, toplu vodu, automati. Zapaljivi materijali u zgradi uključuju [5]:

- papir u obliku arka (ponuda za kladenje), velike količine papira za tisak.
- drvo i drvene ploče (Ploče, iveral, iveral, sirove (farbane) i oplemenjene itd.) od kojih se svaka oblikuje u namještaj, stolove, stolice, pultove, tekstil, vinil, eko koža, presvlake, plastika, platno i male količine ljepila, kao sastavni dio namještaja u prostorijama.

Cilja se na mogućnosti požara klase A (zapaljiva krutina), B (zapaljiva tekućina) i C (zapaljivi plin). Objekt nema posebnu službu zaštite od požara. Svi radnici upoznati su s mjerama zaštite od požara, postupcima u slučaju požara, načinom gašenja, načinom evakuacije, kako bi u slučaju požara mogli intervenirati.

Prava i obveze svih radnika u zaštiti od požara su sljedeća [6]:

- organizirati zaštitu vrijednosti koje posjeduju, na način da se osigura puna osobna i imovinska sigurnost ljudi i imovine;
- poduzimati, provoditi i pridržavati se propisanih mjera zaštite od požara;
- tražiti pomoć od nadležnih tijela, organizacija ili osoba koje im mogu pružiti pomoć, posebice u slučaju požara i spriječiti širenje požara;
- osposobiti se i proći osnovnu obuku i ocjenu za izravnu primjenu mjera zaštite od požara;

- Odmah sudjelovati u gašenju požara i po mogućnosti ga ugaziti bez ugrožavanja sebe i drugih osoba, te na drugi način obavijestiti teritorijalnu vatrogasnu službu i organe MUP-a sektora za hitne situacije.

Kao odgovorna osoba u odgovornoj pravnoj osobi ima sljedeće poslove: osigurava provođenje mjera zaštite od požara utvrđenih zakonom i drugim propisima te ovim pravilnikom. Pravodobno poduzima sve potrebne mjere za otklanjanje uočenih nedostataka, sprječavana neželjene posljedice te osigurava stalnu sigurnosnu opremu za gašenje požara [5]:

- sudjeluje u pripremi prijedloga pravilnika zaštite od požara i nakon njihova donošenja brine o njihovoj dosljednoj izradi;
- surađuje s nadležnim inspekcijskim i drugim tijelima;
- uprava za zaštitu i spašavanje Ministarstva unutarnjih poslova;
- osigurava potpuno i točno vođenje svih potrebnih evidencija iz područja zaštite od požara;
- ostvaruje stalan uvid u stanje protupožarne zaštite i sigurnosti objekata, ljudi i imovine u njima te odmah poduzima sve potrebne mjere za otklanjanje uočenih nedostataka i sprječavanje neželjenih posljedica;
- osigurava točnost i raspoređenost sredstava, opreme i sredstava za gašenje požara;
- u slučaju požara, po dojavi, kao i prije dolaska na mjesto događaja radi pomoći u gašenju požara, sudjeluju u evakuaciji i spašavanju ljudi i imovine, do dolaska teritorijalnih vatrogasnih jedinica;
- nakon likvidacije i lokalizacije sustava, u suradnji s PP, policijski očevid MUP-ove agencije izravno sudjeluje u utvrđivanju uzroka požara;
- neposredno kontrolira provođenje mjera zaštite od požara;
- obavlja neposredni nadzor nad utvrđenim preventivnim i izrečenim mjerama zaštite od požara;
- osigurava pravovremenu i zakonitu nabavu vatrogasne opreme, kao i druge opreme za zaštitu od požara, njihovu pravilnu uporabu i pravilno održavanje;
- potrebno je osigurati osnovnu obuku stanovnika iz područja zaštite od požara i odgovoran je za njihovu osposobljenost u rukovanju opremom i sredstvima za gašenje požara;
- prati izvedene radove, popravke i zahvate na električnim instalacijama, uređajima i opremi;
- brine o održavanju, pravilnom održavanju protupožarne opreme i održavanju reda i čistoće na svim drugim mjestima;
- vodi računa da evakuacijski putovi uvijek budu prohodni, kako bi se osigurala nesmetana evakuacija ljudi u slučaju požara.

Gospodarsko društvo ili druga pravna ili fizička osoba koja je vlasnik ili korisnik građevine ili zemljišta s visokim rizikom od izbijanja požara razvrstava se u I. kategoriju opasnosti od požara i dužan je organizirati provođenje preventivnih mjera zaštite od požara, osigurati tehnički opremljenu i osposobljenu vatrogasnu postrojbu s

potrebnim brojem vatrogasaca te osigurati odgovarajuću opremu i uređaje za gašenje požara.

Gospodarsko društvo ili druga pravna ili fizička osoba koja je vlasnik ili korisnik građevine ili zemljišta s povećanim rizikom od izbijanja požara razvrstava se u drugu kategoriju opasnosti od požara (u daljnjem tekstu: subjekt druge kategorije) i dužan je organizirati provođenje preventivnih mjera zaštite od požara i stalno dežurstvo s potrebnim brojem osoba stručno osposobljenih za provođenje mjera zaštite od požara te osigurati odgovarajuću opremu i uređaje za gašenje požara [1].

Za obavljanje poslova može se ugovorno angažirati gospodarsko društvo ili druga pravna osoba koja ispunjava propisane uvjete i koju je Ministarstvo ovlastilo za obavljanje tih poslova.

Subjekti prve i druge kategorije ugroženosti od požara obvezni su donijeti Plan zaštite od požara koji sadrži osobito [6]:

- prikaz postojećeg stanja zaštite od požara;
- procjenu ugroženosti od požara;
- organizaciju zaštite od požara;
- prijedlog tehničkih i organizacijskih mjera za otklanjanje nedostataka i poboljšanje stanja zaštite od požara;
- obračun potrebnih financijskih sredstava;
- propisani proračun i grafičke priloge;
- proračun maksimalnog broja ljudi koji se mogu sigurno evakuirati iz objekta;
- Plan zaštite od požara mora se izmjenama i dopunama plana zaštite od požara uskladiti s promjenama nastalim kao posljedica urbanističkih, tehničko-tehnoloških i drugih promjena od značaja za zaštitu od požara.

Evakuacija je svrhovito, organizirano i učinkovito napuštanje prostora zgrade prije ugrožavanja života i zdravlja prisutnih igrača i posjetitelja, što može izazvati iznenadni događaj, na koji moramo računati, a čije se posljedice mogu predvidjeti.

Evakuacija je [3]:

- svrsishodna, jer se mora temeljiti na razumnoj odluci ovlaštene osobe;
- organizirana, jer se mora raditi prema planu na unaprijed utvrđen način;
- učinkovita, jer se mora obaviti brzo uz maksimalnu sigurnost ljudi i imovine koji su evakuirani.

Spašavanje je organizirana izvršna radnja pomoći osobama zatečenim u opasnim područjima da ih napuste, kada zbog okolnosti izazvanih iznenadnim događajima ne mogu napustiti ugrožena područja dok ne dovedu u opasnost svoj život. To je iznenadni događaj koji može ugroziti život i zdravlje ljudi u zgradi za koje se mora organizirati brza i učinkovita evakuacija, kao posljedica unutarnjih izvora opasnosti i vanjskih izvora opasnosti (grom, potres, olujni vjetar, opasno zračenje - nuklearna opasnost, biološka opasnost itd.).



## 2.4. Postupanje u slučaju požara

U slučaju požara zaposlenici (radnici) su prisutni na mjestu požara, zbog požara ih je važno obavijestiti o trenutnom požaru u kući. Ako zaposlenik ne može ugaziti požar bez opasnosti za sebe ili druge, bez odgađanja obavijestiti vatrogasce. Paljenje požara uređajima sa suhim prahom (S) i ugljikovim dioksidom (CO<sub>2</sub>), te referentnim sredstvima. Požari u električnim instalacijama i aparatima te gorenje masti ne koriste vodu. Osoba koja javlja požar daje sljedeće podatke [3]:

- gdje je požar (struktura, točna adresa);
- što je gore (prostor, materijal, uređaj);
- postoje li ranjive osobe;
- vrijeme nastanka požara (ime i funkcija, broj telefona);
- druge podatke koji mogu pridonijeti učinkovitijem gašenju požara i spašavanju.

Vatrogasci obavještavaju odgovornu osobu za zaštitu ravnatelja protupožarne zaštite.

U slučaju požara potrebno je [3]:

- isključiti instalacije koje predstavljaju opasnost (struja, plin, grijanje)
- prilikom napuštanja zahvaćene prostorije zatvoriti prozore i vrata
- otvoriti vrata i prozore na hodnicima i stepenicama na putu evakuacije.

Za vrijeme požara svi prisutni ili pozvani djelatnici dužni su obavljati poslove voditelja. Nakon izbijanja požara i davanja znaka za uzbunu zabranjena je uporaba fiksnih telefona, osim hitnih poziva u vezi s požarom. U slučaju požara prvo mora spasiti ugrožene osobe, a zatim nastaviti s aktivnostima kako bi se požar konačno obuzdao.

Voditelji evakuacije i spašavanja određuju kako ljudi spašavaju ljude u slučaju požara. Gašenje požara i spašavanje ljudi i imovine provodi se dok se požar ne ugasi, odnosno ne završi spašavanje.

Na znak za uzbunu u slučaju požara i drugih izvanrednih događaja, svi zaposlenici dužni su ukloniti izvore opasnosti ako to mogu učiniti bez opasnosti za sebe i druge, a ako ne, evakuirati se prema odredbama plana, tj. prema uputama osobe zadužene za rukovođenje akcijom evakuacije.

Evakuacija se provodi najsigurnijim i u pravilu propisno označenim izlaznim putovima iz požarom zahvaćenih prostora i građevine. Evakuacijski putovi uvijek moraju biti slobodni i prohodni, zabranjeno je odlaganje i skladištenje materijala. Na putu evakuacije ne smiju se postavljati predmeti od zapaljivih materijala [1].

Evakuacija iz mjesta u prizemlju, gdje su se u trenutku alarma nalazili zaposlenici i druge osobe, provodi se kroz izlazna vrata. Nakon napuštanja objekta djelatnici se premještaju na sigurna mjesta, gdje od voditelja akcije dobivaju daljnje upute. U slučaju požara i većeg dima u prostoriji, dim bi se uklanjao prirodnim putem - otvaranjem prozora i provjetranjem.

U Društvu je razvodni ormar uređen na način da ga je moguće u svakom trenutku po potrebi staviti u bez-naponsko stanje. Rukovođenje evakuacijom i poslovima gašenja i spašavanja provodi osoba zadužena za zaštitu od požara. Djelatnici koji iz zdravstvenih ili drugih opravdanih razloga ne mogu sudjelovati u akcijama gašenja i spašavanja, odmah se evakuiraju, a ostali djelatnici prvo poduzimaju mjere i radnje za uklanjanje izvora opasnosti i gašenje požara. Prije uklanjanja izvora opasnosti u pravilu napuštaju ugroženo područje samo ako im prijete neposredna opasnost.

Nakon evakuacije i okupljanja djelatnika vrši se procjena situacije u sklopu koje [1]:

- provjerava se jesu li svi zaposlenici i druge osobe koje su se nalazile u objektu u trenutku požara napustili ugroženi prostor;
- utvrđuju se radnje koje treba poduzeti za potrebno saniranje posljedica požara (gašenje požara i sl.).
- utvrđuju se radnje koje će se poduzeti u cilju provedbe akcije spašavanja osoba koje su eventualno ostale u objektu (korištenje opreme za spašavanje, određivanje rasporeda i redoslijeda spašavanja);
- djelatnici koji ne mogu sudjelovati u daljnjim akcijama šalju se kućama.

U svim slučajevima kada evakuacija nije provedena u potpunosti, pristupa se akciji spašavanja preostalih osoba.

Dolaskom vatrogasno-spasilačke jedinice na mjesto događaja, rukovođenje akcijom gašenja i spašavanja ugroženih osoba preuzima zapovjednik vatrogasno-spasilačke postrojbe. Za vrijeme gašenja požara svi prisutni ili pozvani djelatnici dužni su izvršavati naloge Voditelja akcije [2].

Nakon izbijanja požara i danog znaka za uzbunu zabranjena je uporaba fiksnih telefona, osim za hitne razgovore vezane uz požar. Gašenje požara i spašavanje ljudi i imovine provodi se do gašenja požara, odnosno dovršetka spašavanja. Djelatnici koji sudjeluju u gašenju požara i spašavanju ljudi i imovine napuštaju mjesto požara tek nakon što se Voditelj akcije uvjeri da je požar ugašen i spašavanje završeno.

Po završetku evakuacije i intervencije na sprječavanju širenja požara, voditelj akcije dužan je izraditi izvješće o tijeku i rezultatima evakuacije i intervencije te ga dostaviti ravnatelju.

### **3. NAFTNA INDUSTRIJA U REPUBLICI HRVATSKOJ**

#### **3.1. Pregled naftne industrije u RH**

Republika Hrvatska ima dugu tradiciju u proizvodnji i preradi nafte i plina. Unatoč maloj proizvodnji ugljikovodika i rastućem uvozu, dobiveni know-how omogućuje razvoj budućih naftnih i plinskih strategija nakon isteka trenutno još aktivnih naftnih i plinskih polja [7].

Kako bi se osigurao daljnji razvoj industrije nafte i plina, bit će potrebno ulagati u daljnje aktivnosti istraživanja i razvoja, posebice u Jadranskom moru. I druge regije, poput Dinarida, imaju perspektivu iz razloga što su znatno nedovoljno istražene. Postoji mnogo mogućnosti za povećanje postojećih rezervi i proizvodnje ugljikovodika u Panonskom bazenu.

Rafinerije nafte i plina te postrojenja za preradu plina igraju važnu ulogu u preradi ugljikovodika i pretvaraju ih u vrijednije proizvode. Aktivna skladišta plina predstavljaju osnovu za izravnu distribuciju plina unutar zemlje.

Sve istraživačke aktivnosti u Hrvatskoj vodi nacionalna naftna kompanija INA d.d., europska naftna kompanija srednje veličine s vodećom ulogom u hrvatskom naftnom poslovanju i snažnom pozicijom u regiji. INA Grupa se sastoji od nekoliko društava u potpunom ili djelomičnom vlasništvu INA d.d.

INA je osnovana 1. siječnja 1964. pripajanjem Naftaplina (društva za istraživanje i proizvodnju nafte i plina) rafinerijama u Rijeci i Sisku. Osim proizvodnje i prerade, INA dd upravlja regionalnom mrežom od 495 benzinskih postaja u Hrvatskoj i susjednim zemljama.

INA (uključujući prethodni Naftaplin) provodi sustavna istraživanja ugljikovodika u Hrvatskoj od 1952. godine, a do 2019. godine otkrivena su 57 naftnih i plinskih polja na kopnu i 17 plinskih polja na moru, odnosno 1,4 milijarde boe (barela naftnog ekvivalenta) ugljikovodika rezerve od kojih je otkriveno 1,2 milijarde barela.

#### **3.2. Naftna i plinska područja u Hrvatskoj**

Panonski bazen se nalazi u srednjoj Europi, a obuhvaća cijelu Mađarsku i dijelove Austrije, Bosne i Hercegovine, Hrvatske, Rumunjske, Srbije, Slovačke i Slovenije. To je prva regija u kojoj su istraživanja i eksploatacija nafte i plina u Hrvatskoj započela 1844. godine i traje do danas [8].

Hrvatski dio Panonskog bazena podijeljen je na četiri depresije: Dravsku depresiju (Istražno područje Drava), Mursku depresiju (Istražno područje Sjeverozapadna Hrvatska), Savsku depresiju (Istražno područje Sava i Jugozapadna Sava) i Slavonsko-srijemsku depresiju (Istražno područje Istočna Slavonija). Ležišta nafte i plina zajedno s matičnim stijenama nalaze se u neogenom kompleksu koji je podijeljen na formacije. Svaka depresija ima svoju podjelu.

Dominantni litološki članovi su pješčenjaci i lapori, s naftnim i plinskim poljima, formiranim u ležištima pješčenjaka od donjeg panona do gornjeg pontaa, a neka ležišta su također smještena u erodiranim stijenama pretercijarnog kompleksa. Ležišta su prekrivena litološki, laporima, ili tektonski, rasjedanjem [8].

Prve tri naftne bušotine na području Međimurja, koje pripada Murskoj depresiji, izbušene su 1844. godine, a ostvaren je ukupni prinos od 20 kg sirove nafte na dan 1850. godine. Ovo nalazište proizvodilo je do 1918. godine.

Drugo staro naftno polje u Međimurju bilo je polje Selnica u istočnom dijelu Murske depresije, koja je proizvodila od 1850. do 1952. Podaci o ukupnoj proizvodnji u vremenskom razdoblju od 1844. do 1952. nisu poznati.

Područje Moslavine (Savska depresija) također ima dugu tradiciju eksploatacije nafte. Od 1854. do 1943. eksploatirana je nafta u blizini sela Mikleuška. Zbog duge tradicije eksploatacije nafte Moslavina i Međimurje mogu se smatrati najstarijim područjima eksploatacije nafte u svijetu. Intenzivne aktivnosti istraživanja i eksploatacije u Hrvatskoj traju posljednjih 70 godina, od 1940-ih godina do danas na području hrvatskog dijela Panonske nizine. Ugljikovodici su vađeni iz 33 naftna polja, plinski kondenzati iz 9 plinsko-kondenzatnih polja i plin iz 17 plinskih polja. Intenzivan rast istraživanja i proizvodnje nafte i plina u Hrvatskoj započeo je 1952. godine u Panonskom bazenu. Neka od najvećih naftnih polja u Panonskom bazenu su: Beničanci, Stružec, Žutica, Šandrovac, Ivanić, Lipovljani, Jamarice, Đeletovci, Jagnjedovac i Bilogora, a neka od najvećih plinskih polja u Panonskom bazenu su: Molve, Bokšić, Kalinovac, Stari Gradac i Okoli [9].

Prema posljednjim dostupnim podacima Ministarstva gospodarstva Republike Hrvatske, objavljenim u kolovozu 2015. godine, u kontinentalnom dijelu (Panonski bazen) Republike Hrvatske postoje 54 aktivna naftna i plinska polja. Međutim, danas je taj broj drugačiji jer su u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske otkrivena nova plinska polja. U ljeto 2016. puštena su u rad dva nova plinska polja (Vučkovec, Zebanec), početkom godine pušteno je u proizvodnju i treće plinsko polje (Vukanovec). Prema podacima Hrvatske nacionalne naftne i plinske kompanije – INA, komercijalno iskoristive rezerve plina iznose otprilike 1 milijardu m<sup>3</sup>, a očekivani vijek proizvodnje je do 2024. godine.

Prema bazi podataka o proizvodnji, u kontinentalnom dijelu Republike Hrvatske (Panonski bazen) od 1941. do 2015. godine proizvedeno je oko 92 milijuna tona sirove nafte, oko 9 milijuna tona kondenzata i oko 60 milijardi m<sup>3</sup> plina. U ovom razdoblju izbušeno je više od 3200 bušotina, od čega je više od 900 istražnih bušotina. Najveća proizvodnja nafte zabilježena je 1981. godine i iznosila je 3.140.777 tona. Najveća dobivena količina plina iznosila je 2.176.657.000 m<sup>3</sup> 1989. godine. Današnja proizvodnja ugljikovodika u Panonskom bazenu iznosi oko 500.000 tona sirove nafte i kondenzata te oko 700.000.000 m<sup>3</sup> plina godišnje [8].

U svrhu poboljšanja eksploatacije primjenjuju se sekundarne metode. Najčešća sekundarna metoda je ubrizgavanje vode, no istražuju se alternativna rješenja kao što je natapanje ugljičnim dioksidom (CO<sub>2</sub>) pri čemu se ugljični dioksid ubrizgava u naftno ležište s ciljem povećanja proizvodnje. Ispitivanja su provedena u Ininim laboratorijima za četrnaest polja. Prigodno je spomenuti da bi neke nekonvencionalne igre mogle odigrati svoju ulogu u opskrbi zemlje. Pilot projekt nekonvencionalnog istraživanja pokrenut je krajem 2013. i nastavio se u 2014. i kasnije, ali rezultati još nisu objavljeni.

Međutim, potrebno je dodatno ispitivanje i procjena. Ove predstave su relevantne u budućem planiranju i nabavi rezervata.

U hrvatskom dijelu Dinaridi se uglavnom sastoje od visoko karstificiranih mezozojskih vapnenaca i dolomiteta.

Dinaridi su još nedovoljno istraženi, a s obzirom na niz otvorenih stručnih pitanja i zahtjevan teren, ovo područje je ocijenjeno kao visoko rizično za daljnja ulaganja. Nacionalna naftna kompanija INA razmatrala je podjelu rizika istraživanja s potencijalnim partnerima.

U Dinaridima je u razdoblju od 1959. do 1989. godine izbušeno samo 9 bušotina različitih dubina u rasponu od 700 do 5600 metara. U dinarskom dijelu posljednjih 28

godina nije bilo značajnijih istraživačkih aktivnosti. Nije bilo dokaza o postojanju ugljikovodika u komercijalnim količinama. Plin je na otoku Braču otkriven 1979. godine, a nafta u polju Ravni kotari 1966. godine [9].

Jadransko more nalazi se između talijanskog i balkanskog poluotoka. Jadran je sjeverni bazen Sredozemnog mora i duboko ulazi u srednjoeuropsko kopno. Istraživanje jadranskog podmorja traje više od 40 godina, a vađenje prirodnog plina u sjevernom Jadranu provodi se od 1999. godine.

Jadransko more predstavlja najzanimljiviji cilj za daljnja istraživanja nafte i plina u Hrvatskoj, posebice u predtercijarnim karbonatima. Jadranski bazen podijeljen je na posebne depresije različite starosti. U miocenu se formiraju tri depresije: Dugootočka, Južnojadranska - Albanija i Molise. Kasnije, u pliocenu, daljnje slijeganje morskog dna uzrokovalo je nastanak drugih depresija: Venetto, Pad, Marche-Abruzzi, Srednojadranska, Bradano i Jadransko-jonska [8].

Najveće depresije su Padska i Južnojadransko-albanska, ali niti jedna nema kontinuirane granice i taložne sredine kroz geološku prošlost. To se očituje u različitim debljinama i površinama sedimenta, kao i neusklađenosti između pojedinih litoloških jedinica.

Udubljenja su uglavnom asimetrična. Hrvatski dio obuhvaća cijelu Dugootočku depresiju, istočne dijelove Padske i Srednjejadranske depresije te sjeverni dio Južnojadransko-albanske depresije.

Plin u poljima je biogene prirode, pojavljuje se u plitkim kvartarnim pijescima Plio i pješčenjacima Padske depresije. Proizvodnja dolazi s polja Ivana, Ika, Ida, Annamaria, Irina, Ana i Vesna. Sva ova polja svrstana su u skupinu polja 'Sjeverni Jadran'. Plinska polja Marica i Katarina poznata su kao grupa plinskih polja 'Marica' [8].

Hrvatska se nomenklatura uglavnom temeljila na rezultatima dobivenim površinskim istraživanjem eolskih sedimenata otoka Suska u sjevernom Jadranu. Zbog toga hrvatska litostratigrafija uključuje znatno manji broj litostratigrafskih jedinica.

Budući da su kenozojski sedimenti u hrvatskom dijelu Padske depresije uklopljeni u jednu formaciju pod imenom Susak, ova nomenklatura nije u uporabi. Budući da talijanska nomenklatura detaljnije opisuje kenozojske sedimente, danas se koristi talijanska.

Sada je u grupi plinskih polja Sjeverni Jadran aktivno 17 platformi, od kojih 15 proizvodi prirodnim pogonom, na jednoj se instaliraju kompresijska postrojenja. Plinsko polje 'Marica' proizvodi se s dvije platforme. Najveća godišnja proizvodnja plina ostvarena je između 2007. i 2010. godine te je dosegla ukupnu proizvodnju od oko 1,8 milijardi m<sup>3</sup> plina.

Drugi značajan vrhunac proizvodnje, znatno niži od maksimuma, bio je 2012. godine i dosegao je približno 1,1 milijardu m<sup>3</sup> plina. Od tada se kontinuirano smanjuje. U slučaju da se ne radi ništa, proizvodnja plinskih polja trebala bi trajati do 2040.

### 3.3. Prerada nafte i plina

Prerada sirove nafte u Hrvatskoj odvija se u Rafineriji nafte Rijeka i Rafineriji nafte Sisak, kao i u pogonu Maziva Zagreb i Rafinerije maziva. Plin se prerađuje u Molvama i plinofrakcioniranju Ivanić Grad.

Rafinerija nafte Rijeka složena je rafinerija s ukupnim kapacitetom prerade od 5 milijuna tona sirove nafte godišnje. Trenutačni godišnji učinak kreće se između 2 – 3 milijuna tona sirove nafte.

Rafinerija nafte Sisak je rafinerija s dubokim krekiranjem i ukupnim kapacitetom od 4 milijuna tona sirove nafte godišnje. Godišnje preradi oko 650.000 tona sirove nafte. Posljedično, ukupna godišnja količina prerađene nafte kreće se otprilike između 2,5 – 3,5 milijuna tona sirove nafte. S obzirom na ukupnu proizvodnju sirove nafte u Hrvatskoj, koja iznosi oko 600.000 tona godišnje, rafinerije prerade oko 20% hrvatske nafte i 80% uvozne nafte [10].

Rafinerija Lube u Zagrebu, s godišnjom proizvodnjom do 16 milijuna tona, proizvodi maziva miješanjem različitih ulja. Plinoprerađivački pogoni u Molvama godišnje prerade oko 800.000.000 m<sup>3</sup> plina. Konačni proizvod je 500.000.000 m<sup>3</sup> metana za daljnju distribuciju, 30.000 tona kondenzata, 55.000 tona C3+ koji se dalje prerađuju u plinskoj frakcionaciji Ivanić Grad. 120.000.000 tona CO<sub>2</sub> ekstrahirano iz plina prenosi se prema postojećim starijim naftnim poljima za poboljšano iskorištenje nafte. Kao i bilo gdje drugdje, prirodni plin je važan energent u Republici Hrvatskoj, u industriji i kućanstvima. U 2009. domaća proizvodnja prirodnog plina pokrivala je oko 60% potreba, a još 40% je iz uvoza. Ukupna količina proizvedenog prirodnog plina dosegla je 2.892,1 x 10<sup>6</sup> Sm<sup>3</sup> u 2007. godini. Pala je na 2.013,1 x 10<sup>6</sup> Sm<sup>3</sup> u 2012. godini. U posljednje tri godine pandemije došlo je do rasta proizvodnje iz nužnih razloga kao i sada zbog ruske agresije na Ukrajinu [11].

U cilju usklađivanja distribucijskih potreba, podzemno skladište plina u Okolima ima značajnu ulogu u gospodarenju hrvatskim plinom. U ležišnim stijenama donjopontijskih pješčenjaka unutar Kloštar Ivanić formacije, nekadašnjeg plinskog polja, 1987. godine postavljeno je Podzemno skladište plina Okoli.

Maksimalni skladišni kapacitet Podzemnog skladišta plina Okoli je 553×10<sup>6</sup> Sm<sup>3</sup>, maks. kapacitet ubrizgavanja/proizvodnje između 160.000 Sm<sup>3</sup>/h i 180.000 Sm<sup>3</sup>/h. Tijekom vrhunca sezone grijanja (prosinac, siječanj) obično se primjenjivala visoka stopa proizvodnje. Budući da je to izazvalo određenu opasnost za dinamičko strujanje plina unutar ležišta, donesena je odluka da se kao rezerva otvori novo podzemno skladište plina s jednim vršnim opterećenjem. Kapacitet skladišta vršnog opterećenja trebao bi biti u rasponu od 50 – 60 x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> kako bi se omogućilo njegovo punjenje tijekom nekoliko dana, ali dovoljno velik da bude podrška glavnom podzemnom skladištu plina tijekom kritičnih tjedana. Očekivani kapacitet proizvodnje je između 70.000 i 100.000 m<sup>3</sup>/h [8].

Podzemno skladište plina u Okolima vodi zasebna tvrtka Podzemno skladište plina doo, pod nacionalnim distributerom prirodnog plina Grupe Plinacro.

Republika Hrvatska ima dugu tradiciju u proizvodnji nafte i plina. Trenutno Republika Hrvatska proizvodi oko 20% nafte i 60% plina, a ostatak uvozi. Kako bi se taj omjer promijenio, obvezna su ulaganja u istraživačke i razvojne aktivnosti, kao i daljnji razvoj u području sekundarnih i tercijarnih metoda, kao što je Enhance Oil Recovery (EOR). Primjena EOR-a ima nekoliko prednosti, prije svega produljeni životni vijek naftnih polja. Također razvija nova znanja i ima perspektivu postati rješenje za emisije CO<sub>2</sub>.

Panonski bazen se vrlo detaljno istražuje, ali se tek može očekivati pronalazak novih ugljikovodika i satelitskih naslaga. Zbog jakih tektonskih aktivnosti, vjerojatnost pronalaska komercijalnih ležišta nafte i plina u Dinaridima je mala, ali tu mogućnost ne treba isključiti, jer ovo područje nije bilo detaljno istraženo [7].

U podmorju sjevernog Jadrana mogu se očekivati dodatna ležišta. Osim glavne kvartarne igre s biogenim plinom, mogu se očekivati nova otkrića u starijim sedimentima, te u južnom dijelu Jadranskog mora.

Rafinerija je važan dio u priči o nafti i plinu, bez obzira hoće li biti novih otkrića ili ne. Uvezena sirova nafta može se preraditi u vrijednije proizvode koji se prodaju na međunarodnim tržištima.

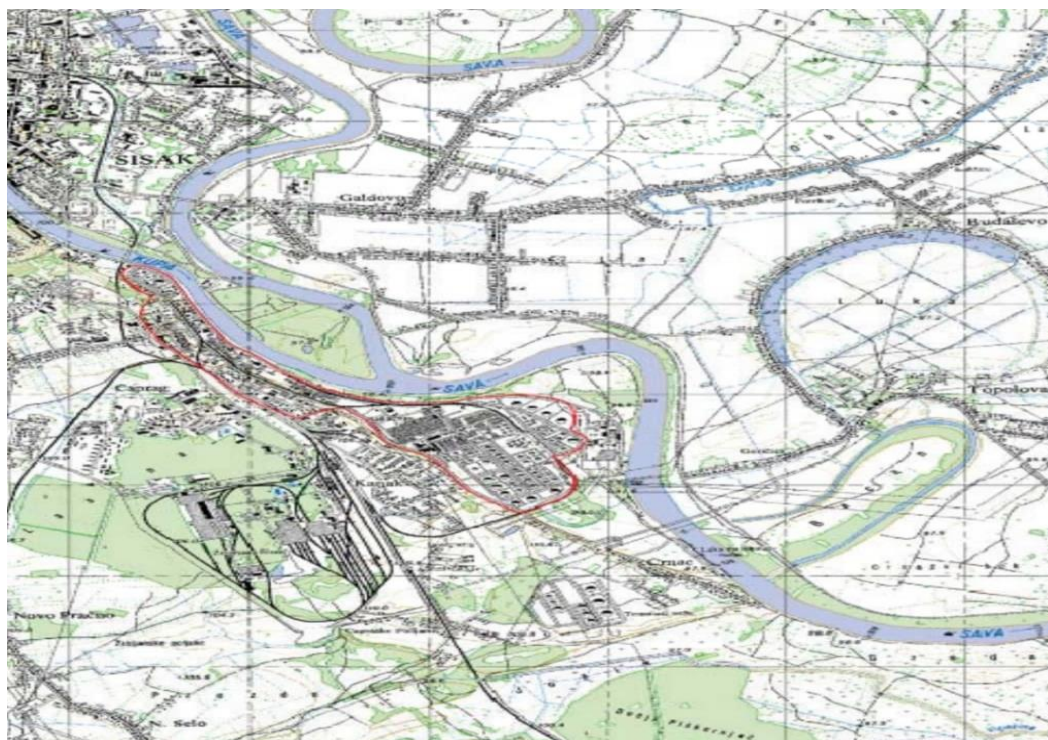
Skladištenje plina može omogućiti stalnu opskrbu, a može i spriječiti rizike od visokih cijena plina skladištenjem plina tijekom toplije sezone, kada je cijena niža.

## 4. RAFINERIJA NAFTE SISAK

### 4.1. Opći podaci o Rafineriji nafte Sisak

Rafinerija nafte Sisak (RNS) smještena je na periferiji grada Siska u industrijskoj zoni. Smještena je uz obalu rijeke Kupe i Save malo južnije od samog centra Siska. Postrojenje je planski unaprijed smješteno uz cestovne prometnice, plovne rijeke i željeznicu radi lakše distribucije proizvoda. U blizini su i stambena naselja koja su bila građena većinom za radnike upravo rafinerije nafte Sisak i obližnjeg poduzeća Željezare Sisak. Područje Rafinerija nafte se proteže na površini od oko 170 ha.

Rafinerija u Sisku, sa sjeverne strane omeđena je naseljem Viktorovac i brdom zvanim Sveta Marija. Na zapadnoj strani RNS je omeđena javnim cestovnim i željezničkim prometnicama dok se na istočnoj strani nalaze rijeke Sava i Kupa. Južno od RNS nalazi se naselje Crnac te Termoelektra Sisak (Slika 7). Ukupna površina RNS iznosi 170 ha. Površina rafinerije se sastoji od dva međusobno neovisna prostora kojih dijeli cesta koja dovodi do Termoelektrane Sisak. Rafineriju dijelimo na stari i novi dio. Stari dio je izgrađen od 1954. do 1971. U starom dijelu je smješteno kombinirano postrojenje KP-4 te stari rezervatski prostor. Novi dio je izgrađen od 1979. do 1986., te se sastoji od postrojenja KP-6, KP-7 i Dorade produkata sa skladišnim prostorom [10].



*Slika 2. Prikaz lokacije rafinerije nafte Sisak*

Rafinerija nafte Sisak je „kompleksna rafinerija koja se prema tehnološkoj konfiguraciji razvrstava u rafinerije s relativno dubokom konverzijom i djelomičnom kontrolom sumpornih spojeva. Površina rafinerije nafte iznosi 170 ha, a projektni kapacitet postrojenja je 4.000.000 t sirove nafte/g. Stvarni kapacitet 2010. godine iznosio je 1.722.242 t/g [11].

RNS u svom sastavu posjeduje sljedeće primarne i sekundarne procese: HDS benzina, Atmosfersku destilaciju, FCC - Fluid katalitički krekning (Plinsko koncentracijsku sekciju), Kalcinator/ Koking, Vakuum destilaciju i Merox, HDS plinskog ulja, Etilizacija, Bitumen te Izomerizacija [11].



Ostalim pomoćnim jedinicama pripadaju: rashladnici, postrojenja koja obrađuju otpadnu vodu, sustav za obrada kiselog plina, zona baklji, sustav prijema sirovine, sustav otprema derivata, spremnici, skladišta kemikalija i drugih materijala te privremena skladišta otpada (Slika 3.).

RNS proizvodi ukapljeni naftni plin (UNP), dizelska goriva, motorne benzine, gorivo za mlazne motore, loživa ulja, naftni koks (kalcinirani i zeleni), petrolej, bitumen te elementarni sumpor [11].

Vidljivo je da se u rafineriji nafte nalaze brojne opasnosti te ih je potrebno svesti na minimum te ako do opasnosti i dođe, moramo brzo i učinkovito djelovati. To se može postići jedino ako se provedu mjere zaštite od požara. Od nedavno sva postrojenja unutar rafinerije nafte Sisak su konzervirana te su izvan funkcije rada. Koriste se samo spremnici te sustavi otpreme i dopreme robe. To je rezultiralo s manjim opasnostima od požara pošto postrojenja ne rade, ali i dalje je opasnost u samoj rafineriji od požara velika i postojana.



*Slika 3. Postrojenje u rafineriji nafte Sisak*

#### **4.2. Sustavi zaštite građevina u rafineriji nafte**

U rafineriji nafte Sisak za zaštitu od požara objekata koristimo sljedeće sustave:

- Sprinkler sustav
- Drencher sustav
- Stabilni sustavi za hlađenje objekata raspršenom vodom
- Polustabilni sustavi za gašenje požara zračnom pjenom
- Stabilni i mobilni bacači za gašenje požara
- Stabilni sustavi za gašenje požara parom
- Sustav hidrantske mreže
- Sustav dojavljivanja požara
- Sustav za detekciju plina

Svaki od navedenih sustava je bitan za uspješno rješavanje i sprječavanje nastalih neželjenih situacija i opasnosti.

#### 4.2.1. Sprinkler sustav

Sprinkler sustav je stabilni automatski sustav za dojavu i gašenje požara. Princip rada zasniva se na padu tlaka u cjevovodu do kojeg dolazi uslijed otvaranja sprinkler mlaznice (kad se raspukne staklena ampula mlaznice napunjena posebnom tekućinom ili kod starijih modela rastopi topivi element). Pri tome se otvara sprinker ventil u kojem je došlo do razlike tlakova ispred i iza ventila. Otvaranjem ventila voda pod tlakom kreće kroz mlaznice koje su se otvorile [1].

Sprinkler sustav je sustav kod kojeg voda preko cjevovoda dolazi do protupožarnih prskalica. Sprinkler sistem za razliku od drencher sistema djeluje lokalno. Mlaznica u sprinkler sistemu nije otvorena, već se u njoj nalazi ampulica koja kod određene temperature se topi te propušta vodu, na slici 4. Prikazana je sprinkler mlaznica.

Dakle, kod sprinkler sistema voda curi samo na onim mlaznicama na kojima je temperatura rastopila ampulicu. To je pogodan sustav za zatvorene objekte jer voda ne prolazi kroz sve mlaznice nego samo one gdje je potrebno, tako da ne proizvodi veliku štetu na ostalim dijelovima gdje nije nastao požar, to jest gdje nema temperature. Kako se požar širi tako se tope i ostale ampulice i na mlaznicama propušta vodu.

Sprinkler sustave dijelimo na mokri sprinkler sustav i suhi sprinkler sustav. Mokri sprinkler sustav je stalno pod vodom pa se kao takav koristi samo u dijelovima objekata gdje ne postoji mogućnost zamrzavanja i isparivanja vode. Suhim sprinklerom zovemo sustav koji u cjevovodu ima komprimirani zrak pa se zbog nemogućnosti zaleđivanja niti isparivanja zraka može koristiti i u prostorijama u kojima su nešto više odnosno niže temperature.

Sprinkler mlaznice se otprilike otvaraju kada temperatura bude za tridesetak stupnjeva viša od najviše očekivane radne temperature u prostoriji. Sprinkler sustav svojim aktiviranjem ujedno djeluje i kao dojavljivač požara. Kod aktivacije mlaznica aktiviraju se i alarmna zvona pa tako sprinkler sustavi uz funkciju gašenja imaju i funkciju dojavljivanja požara.

Ovakav sustav se u rafineriji nafte Sisak koristi samo u upravnoj zgradi gdje se nalaze uredi. Na tom je mjestu potrebno da se mlaznice aktiviraju lokalno tako da ne bi proizveli veću štetu.



Slika 4. Sprinkler mlaznica

#### 4.2.2. Drencher sustavi

Deluge/Drencher sustav je stabilni sustav za gašenje požara koji se projektira za slučajeve kad je moguće brzo širenje požara, a s ciljem usporavanja širenja i gašenja požara [1].

Drencher sustavi mogu služiti kao vodena zavjesa za odvajanje objekata, za hlađenje i gašenje postrojenja te za hlađenje spremnika u kojima se nalaze tekućine koje imaju nisko plamište.

Drencher sustav je sustav kod kojeg voda putem cjevovoda dolazi do protupožarnih prskalica. Njegova glavna karakteristika su otvorene mlaznice sustava (Slika 5). Kada otvorimo ventil voda izlazi istovremeno na svaku prskalicu koja je dio tog sistema, to jest koja se nalazi na tom vodu.

Ovakav sustav koristi se kod objekta gdje se požar može lako proširiti te gdje je ključno brzo djelovanje s velikom količinom vode koja ne šteti objektu. Zbog ispuštanja velike količine vode ovakvi sustavi nisu pogodni za objekte na kojima bi ta količina vode nanijela dodatnu štetu. Koriste se u principu kod otvorenih objekata. U RNS ovakvi sustavi nalaze se na spremnicima UNP-a (ukapljeni naftni plin), auto i vagon pretakalištima, postrojenjima te spremnicima. Pokretanje sustava moguće je hidraulično, pneumatsko, električno ili ručno.

Kod drencher sustava većinom je voda sredstvo za gašenje, ali po potrebi može biti pjena. Drencher sustavi su izvedeni da služe za gašenje i hlađenje objekta ili za odvajanje i zaštitu objekta.



Slika 5. Drencher mlaznica

#### 4.2.3. Stabilni sustavi za hlađenje objekata raspršenom vodom

Stabilni sustavi za hlađenje raspršenom vodom su sustavi koji su izravno spojeni na hidrantsku mrežu te se koriste prvenstveno za hlađenje, to jest zaštitu objekata koji su u neposrednoj blizini požara. U rafineriji nafte Sisak ovi sustavi su izvedeni kao drencher sistemi.

Ovakvim sustavom štiti se većina objekata u postrojenjima izuzev onih koji zrače visokom temperaturom (reaktori, pumpe, peći). Također se štite spremnici u kojima se skladište zapaljive tekućine I. i II. skupine (slika 6), plinske kugle te punilišta plinova i zapaljivih tekućina. Neki spremnici mogu imati posebno sustav za hlađenje krova i posebno sustav za hlađenje plašta.



*Slika 6. Sustav za hlađenje raspršenom vodom na spremniku*

Od ostalih građevina ovakvim sustavom štite se pumpane (Slika 7.), kompresornice, laboratoriji te objekti energetike. Na ovim objektima velika količina vode ne može proizvesti dodatnu štetu kao kod požara zgrade jer voda odlazi u kanalizaciju i zemlju te je potrebna velika količina vode zbog toga što se požar može brzo proširiti.

Za takva mjesta s velikim požarnim opterećenjem gdje velike količine vode ne prave problem, idealan je drencher sustav jer voda izlazi istovremeno sa svih mlaznica koje su na tom cjevovodu neovisno o požaru. Sustav se otvara ručno, to jest otvaranjem ventila te su mlaznice uvijek otvorene.

Pošto su objekti na otvorenom u cjevovodu sistema poslije korištenja ne smije ostati voda jer bi moglo tijekom niskih temperatura doći do zaleđivanja vode i pucanja cijevi. Sustav je potrebno drenirati.



*Slika 7. Sustav za hlađenje raspršenom vodom za pumpanu*

#### **4.2.4. Polustabilni sustavi za gašenje požara zračnom pjenom**

Polustabilni sustavi za gašenje požara zračnom pjenom su sustavi koji se koriste za gašenje objekata zračnom pjenom (Slika 8.).

Polustabilni sustav se sastoji od priključka za vozilo, vodova te mlaznica koje su instalirane na nekom spremniku. Polustabilni priključak se najčešće nalazi odmah do stabilnog priključka za gašenje raspršenom vodom. Priključcima treba biti omogućen lagan pristup, pa se tako najčešće nalazi uz požarni put.

Gašenje se vrši tako što se vatrogasno vozilo spoji na polustabilni priključak te se u njega utiskuje mješavina pjenila i vode. Pjena se dobiva na mlaznicama za gašenje nakon što se promiješa i zrak s vodom i pjenilom.



*Slika 8. Polustabilni sustavi za gašenje požara zračnom pjenu*

#### **4.2.5. Stabilni i mobilni bacači za gašenje požara voda/pjena**

Stabilni bacači su vatrogasni bacači namijenjeni za zaštitu određenog objekta. U rafineriji nafte Sisak služe za zaštitu punilišta tekućih derivata željezničkih cisterni. Stabilni bacači su fiksni te se najčešće nalaze na povišenom objektu. Stabilni bacači su povezani na hidrantsku mrežu te je za protok vode potrebno otvoriti ventil (Slika 9.).

Stabilni bacači imaju svoje polustabilne priključke preko kojih se također može dobiti i pjena. Mješavina pjenila i vode se potiskuje u polustabilni sustav koji vodi do stabilnog bacača, gdje se potom mješavina na bacaču miješa sa zrakom i pretvara u pjenu.



*Slika 9. Stabilni bacač*

Mobilni bacač je vatrogasni bacač namijenjen za zaštitu postrojenja (Slika 10.). Mobilni bacači mogu se koristiti za gašenje zračnom pjenom i vodom ili mogu služiti za hlađenje objekata vodom. Prednost mobilnih bacača je ta što su mobilni te ih možemo pomicati, ali za razliku od stabilnih bacača nisu povezani direktno na hidrantsku mrežu pa ih je potrebno spojiti na hidrant što iziskuje određeno vrijeme.



*Slika 10. Mobilni bacač voda/pjena*

#### **4.2.6. Protupožarni javljači**

Postoji puno vrsta protupožarnih javljača. Protupožarne javljače dijelimo prema vrsti detekcije. Javljače može pokrenuti dim, svjetlost, toplinsko zračenje, temperatura ili plinovi pa ih prema pokretaču i dijelimo. Postoje stropni javljači dima, temperaturni javljači, više-senzorski javljači, ručni javljači, javljači požarnih plinova te video sustavi za prepoznavanje dima i svjetlosti. Svi oni imaju zadatak da što prije i što točnije prepoznaju opasnost te o opasnosti alarmiraju.

Svi objekti i lokacije koje se nalaze u krugu rafinerije nafte Sisak su pokriveni vatrodajnim javljačima. Najčešće su to ručni javljači požara (slika 11) koji se nalaze na požarnim putevima svakih 80 metara te nešto gušće u postrojenjima. Ručni javljači se moraju ručno aktivirati što iziskuje da to napravi ljudska ruka koja bi se trebala zateći u blizini.

Danas postoje javljači požara koji se aktiviraju na određeni odsjaj, kretnju ili svjetlost. Javljač uoči određenu količinu svjetlosti iznad dopuštene te se aktivira. Ovaj sustav je puno brži kod razvijanja požara te ne iziskuje ljudsku ruku da se zatekne u blizini. Ovakva vrsta modernih javljača bi znatno pomogla kod katastrofalnog požara spomenutog u uvodu jer bi se javljač javio puno prije nego što se je aktivirao ručni javljač.

Kod razvijanja požara u gospodarstvu nekoliko minuta znači puno. Javljač ne prepoznaje o kakvoj se svjetlosti, to jest bljesku radi pa se tako i aktivira na varenje ili rezanje koje se obavlja unutar dometa kamere, a u stvari opasnosti potencijalne nema. Međutim, ipak je bolje da dojava i ne bude opasna nego da potencijalno kasni.





*Slika 11. Ručni javljač požara*

U vatrodojavnoj centrali nalazi se velika mapa rafinerije nafte Sisak sa svim ručnim javljačima to jest točnom lokacijom na kojem se isti nalaze što bitno olakšava izlazak vozila na teren (Slika 12.).



*Slika 12. Vatrodojavna centrala*

#### 4.2.7. Sustav za detekciju plina

Detektori plina u Rafineriji nafte Sisak ugrađeni su na spremnike UNP-a (ukapljeni naftni plin), te na postrojenjima poput HDS-a, FCC benzina, SRU i Izomerizaciji gdje su i prisutni plinovi. Svaki plinodetektor ima svoj broj i točnu lokaciju. Kada proradi sustav alarmiraju se centrale plinodetekcije koje se nalaze u kontrolnim salama procesnog osoblja i u vatrodojavnoj centrali (Slika 13.). Servise i održavanje sustava za detekciju plina obavljaju samo ovlaštene servisi s kojima je potpisan ugovor te su oni odgovorni za sustav.



*Slika 13. Plinodetekcija u vatrodojavnoj centrali*

#### 4.2.8. Vatrogasni aparati

Aparat za gašenje požara je vatrogasni aparat koji služi za početno gašenje požara (Slika 13.). To je naprava koja uz pomoć unutarnjeg tlaka izbacuje sredstvo za gašenje. Sastoji se iz cilindra pod pritiskom s ručicom koja sadrži supstancu koja se ispušta da bi se ugasio požar. Za potisni tlak najčešće se koriste ugljični dioksid ( $\text{CO}_2$ ) i dušik ( $\text{N}_2$ ).

Vatrogasni aparat kao sredstvo za gašenje može koristiti prah, ugljični dioksid, vodu, zračnu ili kemijsku pjenu. Ovisno o količini sredstva za gašenje vatrogasne aparate dijelimo na prijenosne i prijevozne. Prijenosni vatrogasni aparat je onaj koji ima masu manju od 20 kg s ugrađenom ručkom za nošenje, dok su prijevozni svi kojima je masa veća od 20 kg i moraju biti opremljeni kotačima i ručkom.

Postoje dva tipa prijevoznih aparata, s prahom i s  $\text{CO}_2$ . Vatrogasni aparati se ispituju redovno i periodično. Redovnim pregledom se utvrđuje opće stanje aparata, dostupnost aparata i uočljivost aparata te ga vrše korisnici aparata. U rafineriji nafte Sisak redovni pregled obavljaju vatrogasci. Redovni se pregled vrši jednom u tri mjeseca. Periodični pregled mora se obaviti svakih godinu dana to jest jednom u godinu dana. Periodični pregled obavljaju ovlaštena poduzeća.

Zbog velikog broja aparata, postrojenja te radnika može doći do nepravilnosti s aparatima. Aparati mogu biti istrošeni i potrgani što je rijetki slučaj. Češći slučaj je da aparati budu premješteni, to jest da se ne nalaze na svom za to predviđenom mjestu. Zbog takvih situacija izrazito je potrebno redovito pregledavati vatrogasne aparate.



*Slika 13. Vatrogasni aparati*

#### **4.2.9. Sustav hidrantske mreže**

Hidrantska mreža služi kod gašenja požara za opskrbu vode. Hidrantska mreža sastoji se od cjevovoda koji uz pomoć uređaja vodu transportira od izvora do objekata i površina. Postoje unutarnji i vanjski sustavi hidrantske mreže.

Vanjske hidrantske mreže imaju hidrante koji mogu biti nadzemni ili podzemni hidranti dok se kod unutarnje hidrantske mreže postavljaju zidni hidranti koji moraju imati neometan pristup i biti lako upotrebljivi. Vanjski hidranti najčešće služe za dobavu vode do vatrogasnih vozila, dok unutarnji hidranti se najčešće koriste za unutarnju navalu.

Sustav hidrantske mreže u rafineriji nafte Sisak sastoji se od bunara Kupa 2, vatrogasne pumpane s retencijskim bazenima te vanjske i unutarnje hidrantske mreže. Bunar Kupa 2 je objekt koji preko svojih pumpi dobavlja vodu iz rijeke Kupe te ju transportira do retencijskih bazena čiji je ukupni volumen 10000 m<sup>3</sup>. Pomoću vatrogasne pumpane iz retencijskih bazena voda se dalje transportira u unutarnju i vanjsku hidrantsku mrežu u prstenastom obliku. Zbog pristupačnosti i brzine u rafineriji nafte Sisak koriste se najčešće nadzemni hidranti s tri izlaza (Slika 14.).

Dva izlaza su promjera 75 mm i jedan izlaz promjera 110 mm. Za gašenje požara i samo korištenje sustava za gašenje u rafineriji nafte Sisak potrebne su velike količine vode pa je tako i potrebna adekvatna opskrba, to jest dobava vode. U hidrantskoj mreži rafinerije nafte Sisak možemo dobiti tlak i do 18 bara što je puno više nego u normalnoj hidrantskoj mreži u kojoj je tlak od 3-4 bara, tu dolazi do problema.

Zbog dotrajalosti i starosti, pri većim tlakovima dolazi do puknuća cijevi te izbijanja vode što zahtijeva sanaciju cijevi. Također s godinama su se pogubile i slijepe spojke na nekim hidrantima pa se tako i na to treba obratiti pozornost.



*Slika 14. Nadzemni hidrant*

## 5. PROFESIONALNI VATROGASCI U GOSPODARSTVU

Požari u gospodarstvu (kemijska i naftna industrija) su potencijalno najopasniji požari te u vrlo kratkom roku mogu postati katastrofalni, zbog čega je važno da se što prije započne gašenje te da se konstantno provodi zaštita od požara. Zbog pravovremene intervencije i održavanja vatrogasnih instalacija, industrije moraju imati svoju vatrogasnu postrojbu i profesionalne vatrogasce (Slika 16.).

Vatrogasci u rafineriji nafte Sisak rade u 4 smjene po radnom vremenu 12/24/12/48, to jest za vrijeme pandemije 24/72, tako da su vatrogasci na raspolaganju u rafineriji nafte Sisak 24 sata dnevno. Posao vatrogasaca osim vatrogasnih intervencija obuhvaća i održavanje vatrogasnih instalacija, kontrolne i požarne obilaskе, preglede vatrogasnih aparata, održavanje i pranje vatrogasnih kamiona i opreme i ostale poslove vezane za vatrogastvo.

Vatrogasci u rafineriji nafte Sisak moraju biti dostatne fizičke spreme za obavljanje vatrogasnog zanimanja. Fizička sprema se provjerava svakih šest mjeseci, to jest dva puta unutar godinu dana. Vatrogasci u gospodarstvu imaju svakih godinu dana i specijalistički liječnički pregled te svake dvije godine i psihološki pregled. Vatrogasci rafinerije nafte Sisak imaju beneficirani radni staž.



Slika 16. Profesionalni vatrogasci u gospodarstvu

Vatrogasni kamioni u gospodarstvu imaju veće kapacitete pumpi i veće domete bacača od uobičajenih vatrogasnih vozila pa im je tako pri radu potrebna velika količina dobavne vode, što omogućuje rafinerijska hidrantska mreža u prstenastom obliku. Vatrogasni kamioni rade i pri tlaku i do preko deset bara.

## 6. ZAKLJUČAK

Požari uzrokuju velike materijalne štete, te stradavanja ljudi i životinja, u gospodarstvima. Učestalost požara nameće potrebu vrlo složenog i sustavnog pristupa upoznavanju same problematike i rješavanja požara. Činjenica je da većina požara koji se događaju u Hrvatskoj, i općenito, su posljedica prije svega nemarnog i nesavjesnog odnosa ljudi prema imovini i nepridržavanje ili nepostojanje mjera zaštite koje su propisane Zakonom o zaštiti od požara.

Sustav vatrogastva u Republici Hrvatskoj s obzirom na rezultate u rješavanju velikih požara može se reći da je dobro uređen i funkcionira, međutim treba težiti ka modernizaciji i ipak malo više ulagati u mjere zaštite. Usporedbe radi, u Njemačkoj i Japanu u kemijskim i naftnim postrojenjima naveliko se koriste vatrogasni roboti na daljinski koji zamjenjuju navalnu grupu ljudi koji su prvi s mlazom do požara.

Također, sva moderna i nova postrojenja imaju senzore koji reagiraju na svjetlost i promjenu određenog stanja tako da se požari mogu što prije razotkriti. Da su takvi senzori postojali na postrojenju na kojem se 2011. dogodio požar u industriji nafte Sisak, vjerojatno bi se uspio spriječiti jer bi vatrogasci mogli prije reagirati. Naravno, to je dosta skupo rješenje, ali je i sigurnije za ljudske živote te se jednostavno u proračunu mora naći mjesta i za to.

Kombinacija više vrsta požarnih dojavljivača i senzora u današnje vrijeme tehnologija je neophodna. Također, treba se ulagati u sustave hidrantske mreže i stabilnih i polustabilnih sustava te ih redovno održavati. Većina vatrogasnih vozila u Hrvatskoj su generalno stara, ali su još funkcionalna. Općenito treba puno više ulagati i težiti ka obnovi i moderniziranju.

Generalni zaključak je da je potrebno redovno održavanje i ulaganje u najnovije i suvremene tehnologije te da sve mjere zaštite od požara, bilo da se radi o aktivnim ili pasivnim, moraju biti u trku s vremenom te redovito kontrolirane i servisirane. Sigurnost radnika i materijalnih dobara mora biti bitnija nego zarada.

## 7. LITERATURA

- [1] Pavelić, Đ. (2011) Mjere sigurnosti i zaštite u skladištima s eksplozivnim tvarima i predmetima Sigurnost 53 (4) 387 – 388,
- [2] Šmejkal Z. (2002) Vatrogasna vozila, Hrvatska vatrogasna zajednica, Zagreb,
- [3] Popović, Ž. i dr. (2006) Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, Zagreb,
- [4] Škrtić, B. (2013) Suvremeni sustav vatrodjave i gašenje požara u tunelu, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac,
- [5] Heskestad G (2003) Extinction of gas and liquid pool fires with water spray. Fire Safety Journal 38, str. 301–317
- [6] Quintiere J.G., Su G.Y., N. S (2007) Physical scaling for water mist fire suppression – a design application. International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes 9 (2), str. 87–108
- [7] Cota, L., Dalić, N., Šikonja, Ž. (2014) INA's Experience in Hydrocarbon Exploration in Croatia. Nafta, 65(2), 142-146.
- [8] Goričnik, B., Domitrović, D. (2003) Laboratory analyses of CO<sub>2</sub> process applicability in oil fields of Republic of Croatia. Naftaplin, 1, 5-12.
- [9] Rusan, I. (2014) Razlika u pristupu ekonomskom vrednovanju konvencionalnih i nekonvencionalnih ležišta (s naglaskom na konvencionalna ležišta). Rudarsko-geološko-naftna zbirka, 28, 1, 1-7.
- [10] Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (2016). Izvešće o sigurnosti INA-Industrija nafte d.d. za područje postrojenja Rafinerija nafte Sisak (RNS). Varaždin. Eko-monitoring. Dostupno na: [https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/Rizi%C4%8Dna%20postrojenja/Izve%C5%A1%C4%87a%20o%20sigurnosti-u%20tijeku/Izvjescje\\_o\\_sigurnosti\\_\(Rafinerija\\_Sisak\).pdf](https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/Rizi%C4%8Dna%20postrojenja/Izve%C5%A1%C4%87a%20o%20sigurnosti-u%20tijeku/Izvjescje_o_sigurnosti_(Rafinerija_Sisak).pdf) [Pristupljeno: 25. listopada 2022.].
- [11] Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (2013). Zahtjev za utvrđivanje objedinjenih uvjeta zaštite okoliša postojećeg postrojenja INA-industrija nafte d.d. Sektor Rafinerija nafte Sisak. Zagreb. ECOINA. Dostupno na: [https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/NASLOVNE%20FOTOGRAFIJE%20I%20KORI%20LOGOTIPOVI/doc//zahtjev\\_za\\_utvrdivanje\\_objedinjenih\\_uvjeta\\_zastite\\_okolisa\\_99.pdf](https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/NASLOVNE%20FOTOGRAFIJE%20I%20KORI%20LOGOTIPOVI/doc//zahtjev_za_utvrdivanje_objedinjenih_uvjeta_zastite_okolisa_99.pdf) [Pristupljeno: 25. listopada 2022.].

## **8. PRILOZI**

Slika 1. Požar u rafineriji nafte Sisak 2011. godine

Slika 2. Prikaz lokacije rafinerije nafte Sisak

Slika 3. Postrojenje u rafineriji nafte Sisak

Slika 4. Sprinkler mlaznica

Slika 5. Drencher mlaznica

Slika 6. Sustav za hlađenje raspršenom vodom na spremniku

Slika 7. Sustav za hlađenje raspršenom vodom na pumpani

Slika 8. Polustabilni sustavi za gašenje požara zračnom pjenu

Slika 9. Stabilni bacač

Slika 10. Mobilni bacač voda/pjena

slika 11. Ručni javljač požara

Slika 12. Vatrodojavna centrala

Slika 13. Plinodetekcija u vatrodojavnoj centrali

Slika 14. Vatrogasni aparati

Slika 15. Nadzemni hidrant

Slika 16. Profesionalni vatrogasci u gospodarstvu



## 9. ŽIVOTOPIS

### Osobni podaci:

Ime i prezime: Ivan Brodarić  
Datum i mjesto rođenja: 30. travanj  
1996, Sisak  
Adresa: Ulica Ivana Gorana Kovačića  
3, 44000 Sisak  
Mobitel: 098/903-3685  
E-mail: [ivan.broda@gmail.com](mailto:ivan.broda@gmail.com)

### Obrazovanje:

2004.– 2012. Osnovna škola Viktorovac  
2012. – 2016. Tehnička škola Sisak, Tehničar za elektroniku  
2017. – 2018. Vatrogasna škola, Vatrogasni tehničar  
2019. – 2022. Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, preddiplomski  
sveučilišni studij Sigurnost, zdravlje na radu i radni okoliš

### Jezične vještine

Strani jezik: Engleski jezik  
Njemački jezik

### Radno iskustvo

**Securitas d.d.** | kolovoz 2018. – lipanj 2019.

- Profesionalni vatrogasac

**INA Vatrogasni servisi d.o.o. (INAGrupa)** | kolovoz 2019. – do danas

- profesionalni vatrogasac

### Ostale vještine:

- Prilagodljiv promjenama
- Vozačka dozvola B kategorije
- Vozačka dozvola C kategorije
- Uvjerenje o položenom ispitu za – I. stupanj spasioca iz dubina i visina
- Uvjerenje o položenom ispitu za – II. stupanj spasioca iz dubina i visina
- Uvjerenje o položenom ispitu za – III. stupanj spasioca iz dubina i visina