

DRENCHER SUSTAV ZA GAŠENJE POŽARA U NAFTNOJ INDUSTRIJI

Lovreković, Ivica

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2019

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:128:774043>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-14**



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 REPOZITORIJ

DRENCHER SUSTAV ZA GAŠENJE POŽARA U NAFTNOJ INDUSTRIJI

Lovreković, Ivica

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2019

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:128:774043>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2023-02-16**



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 REPOZITORIJ

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Zaštita od požara

IVICA LOVREKOVIĆ

**DRENCHER SUSTAV ZA GAŠENJE
POŽARA U NAFTNOJ INDUSTRIJI**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2019.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Zaštita od požara

IVICA LOVREKOVIĆ

**DRENCHER SUSTAV ZA GAŠENJE
POŽARA U NAFTNOJ INDUSTRIJI**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2019.

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

IVICA LOVREKOVIĆ

DRENCHER FIRE EXTINGUISHING SYSTEM IN THE OIL INDUSTRY

FINAL WORK

Karlovac, 2019.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

IVICA LOVREKOVIĆ

**DRENCHER SUSTAV ZA GAŠENJE
POŽARA U NAFTNOJ INDUSTRIJI**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

mr.sc. Đorđi Todorovski, dipl. ing.

Karlovac, 2019

PREDGOVOR

Ovaj rad je izrađen kao pojašnjenje osnova sustava za gašenje požara u naftnoj industriji. U radu se pokušalo dati uvid u sustave za gašenje požara na objektima naftne industrije, konkretno objektima frakcionacije Ivanić Grad, a posebno na drencher sustav. Rad je izrađen u obliku opisa već postojećih stabilnih sustava za gašenje požara i dati su prijedlozi za poboljšanje istih.

U izradi ovog rada i tijekom studija veliku mi je podršku pružio viši predavač mr.sc. Đorđi Todorovski, dipl. ing., te mu se ovim putem zahvaljujem na tome. Zahvaljujem se i svim ostalima profesorima Veleučilišta u Karlovcu koji su mi pružili široki spektar novog znanja i nadogradnju postojećeg tijekom studija. Isto tako zahvaljujem se i svojoj obitelji na podršci tijekom studiranja.

Posebno bi se zahvalio tvrtci INA d.d. koja mi je omogućila ovaj studij i kao zaposleniku pružila veliko iskustvo i znanje u zaštiti od požara, vezano prvenstveno na naftnim postrojenjima za istraživanje i proizvodnju naftnih derivata.

SAŽETAK

Kroz čitavu povijest pa sve do danas zaštita od požara se kontinuirano razvija. Razvoj društava kao takvih u cijelini na Zemlji u korak je sa tehnološkim napretkom. Tehnološkim napretkom otkrivena je mogućnost korištenja naftnih derivata koje je uveliko promijenilo civilizaciju kakvu danas poznajemo, ali isto tako pred zaštitu od požara postavilo velike izazove kako bi se održala sigurnost. Tako danas u naftnoj industiji imamo pasivne i aktivne sustave zaštite od požara, a satavni dio istih su i tzv. stabilni sustavi - Drencher sustavi. Mjere zaštite od požara kojih se moraju pridržavati pravne i fizičke osobe propisane su zakonima pojedinih država i međunarodnim normama.

U ovom radu opisani su sustavi za dojavu i gašenje požara na naftnim postrojenjima. Posebno je napravljen osvrt na Objekte frakcionacije Ivanić Grad, te je uz opis i opažanje postojećeg stanja donesen prijedlog za moguća poboljšanja kako na drencher sustavu tako i na drugim sustavima.

Ključne riječi: Drencher sustav, zaštita od požara, stabilni sustavi

SUMMARY

Throughout history, to this day, fire protection has been continuously evolving. The development of society as such as a whole on Earth is in step with technological advances. Technological advances have uncovered the possibility of using petroleum products, which has greatly changed the civilization we know today, but also posed major challenges to fire protection in order to maintain safety. So today in the oil industry we have passive and active fire protection systems, and the clock part of them are so called stable systems - Drencher

systems. Fire protection measures that must be observed by legal and natural persons are prescribed by the laws of individual countries and international standards.

This paper describes fire alarm and fire extinguishing systems at oil plants. Particular attention was paid to the Ivanić Grad Fractionation Objects and, with a description and observation of the current situation, a proposal was made for possible improvements on both the drencher system and other systems

Key words: Drencher system, fire protection, stable system

SADRŽAJ

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA.....	I
PREDGOVOR.....	II
SAŽETAK.....	III
SADRŽAJ.....	IV
1. UVOD svugdje u ZR-u prvu razinu stavite bez bolda	1
1.1 Predmet i cilj rada	1
1.2 Izvor podataka i metode prikupljanja	1
2. OPĆENITO O NAFTI I NAFTNIM DERIVATIMA.....	2
2.1 Općenito o nafti	2
2.2 Proizvodnja nafte i plina.....	3
3. STATISTIKA POŽARA U NAFTNOJ INDUSTRIJI	10
4. STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE POŽARA U NAFTNOJ INDUSTRIJI.....	14
3.1 Hidrantska mreža za gašenje požara	14
3.2 Bacači vode i pjene.....	16
3.3 Stabilni sustavi za gašenje „clear agent“	17
3.4 Stabilni sustavi za gašenje inertnim plinovima CO ₂ , N ₂	18
3.5 Stabilni drencher sustav za gašenje	20
3.6 Sprinkler sustav za gašenje požara	21
3.6.1 Mokri srinkler sustav.....	21
3.6.2 Suhi sprinkler sustav	23
3.6.3 Preaction sprinkler sustav	23
5. DRENCHER STABILNI SUSTAV ZA GAŠENJE POŽARA U NAFTNOJ INDUSTRIJI...	24
6. ZAŠTITA OD POŽARA INA OBJEKTI FRAKCIONACIJE IVANIĆ GRAD	28
5.1 Vatrogasno dežurstvo	29
5.2 Sustavi zaštite od požara.....	30
5.2.1 Vatrogasni aparati.....	31

5.2.2 Sustavi za detekciju zapaljivih plinova i para	32
5.2.3 Sustav za dojavu požara	34
5.2.4. Stabilni sustav za dojavu i gašenje požara sa CO ₂ u plinski pokretanim generatorima električne energije GT1 i GT2	36
5.2.5 Sustav za gašenje požara zagrijača ulja H701 A	38
5.2.6. Sustav za gašenje požara zagrijača ulja H701 B	39
5.2.5 Opskrba vodom i sustav vanjske i unutarnje hidrantske mreže	39
5.2.6 Stabilni sustav za hlađenje spremnika auto i vagon pretakalište raspršenom vodom (drencher sustav)	45
7. ZAKLJUČAK	55
8. LITERATURA	56
9. PRILOZI	58
9.1 Popis korištenih simbola (krativa)	58
9.2 Popis slika	58
9.3 Popis tablica	59

1. UVOD

1.1 Predmet i cilj rada

Predmet rada je zaštita od požara u naftnoj industriji, su navedeni sustavi koji služe za spriječavanje nastanka požara i eksplozije prilikom rada. Cilj rada je analiza drencher sustava za gašenje požara u naftnoj industriji.

Drencher sustav je stabilni sustav za gašenje požara, a projektira se za slučajeve kada je moguće brzo širenje požara. Kako služi za gašenje požara tako je i projektiran za usporavanje širenja i gašenje požara, odnosno i za zaštitu objekata koje se nalaze kraj objekata zahvaćenih požarom. Za zaštitu dijela prostora zahvaćenim požarom u obliku „vodene zavjese“, a koristi se i za hlađenje spremnika s tekućinama koje imaju nisko plamište.

1.2 Izvor podataka i metode prikupljanja

U izradi ovog rada korištene su informacije s predavanja Veleučilišta u Karlovcu, dostupne na internetu, stručnoj literaturi, te iz dostupne dokumentacije pojedinih sustava.

Opisom stanja će se prikazati rad i funkcioniranje Drencher sustava. Za potrebe izrade ovog rada je korištena dokumentacija dostupna na predmetnom postrojenju te sva ostala dostupna literatura i osobno iskustvo stečeno radom na predmetnom postrojenju.

2. OPĆENITO O NAFTI I NAFTNIM DERIVATIMA

2.1 Općenito o nafti

Nafta potječe od riječi lat.petroleum, grč. petra – stijena i lat. oleum – ulje, kameno ili sirovo zemno ulje, ustvari je prirodna tvar akumulirana u Zemljinoj kori. Specifičnog mirisa,nafta je tekućina svijetložute do tamnosmeđe boje, a moguća je kao i polučvrsta tvar specifične težine 0,82 do 0,94, koja se većinom nalazi u sedimentalnim slojevima Zemlje. [2] Nafta je je zajednički naziv za prirodne smjese plinovitih, tekućih i čvrstih spojeva ugljikovodika.

Približno prije 4000 godina zapisi klinastim pismom spominju naftu. Nafta je od daleke prošlosti imala utjecaj na razvoj civilizacije, približno trinaest stoljeća pr. Kr. na području između Kaspijskog jezera, Kavkaza, Eufrata, Perzijskog zaljeva i Iranske visoravni, u samim početcima vjerojatno korištena kao neprerađeno gorivo ulje i kao ljekovito sredstvo. U Kini je poznato da se vadila 347. god. pr. Kr. U pokrajini Sichuan kroz bušotine izrađene od bambusovih cijevi i primjenjivala se za grijanje i osvjetljavanje. Naravno to nije niti približno današnjoj tehnologiji vađenja ali se znalo za postojanje nafte i počelo se s njenom upotrebom. Egipćani su rabili bitumen iz Mrtvog mora za balzamiranje, a za vrijeme Rimskog Carstva bitumen je smatran ljekovitim. Pretpostavljalo se da su Grci naftu, odnosno bitumen koristili i u pomorskim bitkama. Nakon propasti Rimskog Carstva do perioda između XIV. i XVI. stoljeća nema podataka o nafti i njenoj primjeni, (slika 1.).



Slika 1. Borba grčkih brodova [3]

2.2 Proizvodnja nafte i plina

Iako se za naftu znalo i u davnoj prošlosti eksploatacija je bila lokalna i zanemariva u pogledu na današnju. Kao početak značajnijeg korištenja odnosno proizvodnje nafte i naftnih derivata pravo značenje dobiva se u 19. stoljeću. Godine 1859. u Pennsylvaniji je Amerikanac E. L. Drake izbušio prvu bušotinu što se uzima kao početak industrijske proizvodnje. U Ploiesti u Rumunjskoj 1856. godine otvorena je prva velika rafinerija, a u to vrijeme upotrebljavala se za dobivanje petroleja i masti za podmazivanje. Najveći kompleks rafinerija je „Centro de Refinación de Paraguaná“ u Venezueli kapaciteta 956 000 barela na dan.[4] Nafta je zauzimala mali postotak u uporabi sve do razvitka auto industrije u 20. stoljeću, a kasnije je preuzela važnost pri proizvodnji električne energije i u pomorskom prometu skoro istisnuvši ugljen i koks.

Proizvodnja nafte kreće istraživanjem koje na osnovu geoloških i geofizičkih rezultata istraživanja određuje mjesta gdje bi se nafta mogla nalaziti.

Uz geološku klasifikaciju, ležišta možemo podijeliti i prema sadržaju, te razlikujemo: [1]

- naftna ležišta
- plinska ležišta
- plinsko-kondezatna ležišta

Kada se odredi mjesto tj. ležište pristupa se bušenju istražne bušotine. Ukoliko je istražna bušotina pozitivna tj. ako su količine nafte i plina koje su nađene ekonomski opravdane u nju se spuštaju zaštitne cijevi (casing), a prostor između cijevi i stijenke bušotine se puni cementom. Na taj način se dobiva hermetička posuda, u kojoj se na dubini dosega nafte buše otvori, kroz koje je omogućen dotok nafte i plina iz sloja u bušotini. Nafta ili plin pod pritiskom izlaze na površinu kroz uzlazne cijevi (tubing), koje su uronjene u bušotinu. Nafta u sloju uvijek sadrži otopljeni plin, tako da kada slojni tlak istiskuje naftu iz sloja prema površini, tlak pada i plin se oslobađa iz nafte. Kvaliteta sirove nafte ovisi o nizu pratećih sastojaka kao što su parafini, smole, asfaltini i dr. Crpljenje nafte je opasan posao jer uz visoke tlakove, zapaljive plinove koji izlaze s naftom koja je također zapaljiva i sirovom stanju, često su prateći sastojci ugljik dioksid (CO_2) i vodik sulfid (H_2S). [1] Oba plina korozivno djeluju na čelik pa ga treba kemijski zaštititi kako ne bi došlo do propuštanja cjevovoda što bi bilo izrazito opasno kako zbog nafte, plina, CO_2 tako posebno i zbog H_2S -a koji je izrazito otrovan plin.

Bušenje osim na kopnu moguće je i na moru odnosno bušenje bušotina na morskome dnu pomoću bušućih naftnih platformi (slika 2.).



Slika 2. Prikaz bušeće naftne platforme [5]

Nakon završetka bušenja istražne bušotine i proizvodnih bušotina, proizvodne bušotine se opremaju podzemno i nadzemno kako bi bile spremne za proizvodnju. Sama proizvodnja ovisi o ležištu, odnosno o pronađenim količinama i tlakovma u ležištu pa tako proizvodnja može biti eruptivna, plinsko podizanje ili proizvodnja dubinskim sisaljka s klipnim šipkama. Najpoželjniji način proizvodnje je eruptivni jer prirodna energija ležišta istiskuje naftu i/ili plin, a ukoliko energija ležišta nije dovoljna za proizvodnju pristupa se metodama plinskog podizanja ili podizanja dubinskim sisaljka što poskupljuje proizvodnju jer je potrebna dodatna energija za crpljenje. (slika 3.)



Slika 3. Podizanje nafte dubinskim sisaljkaama [6]

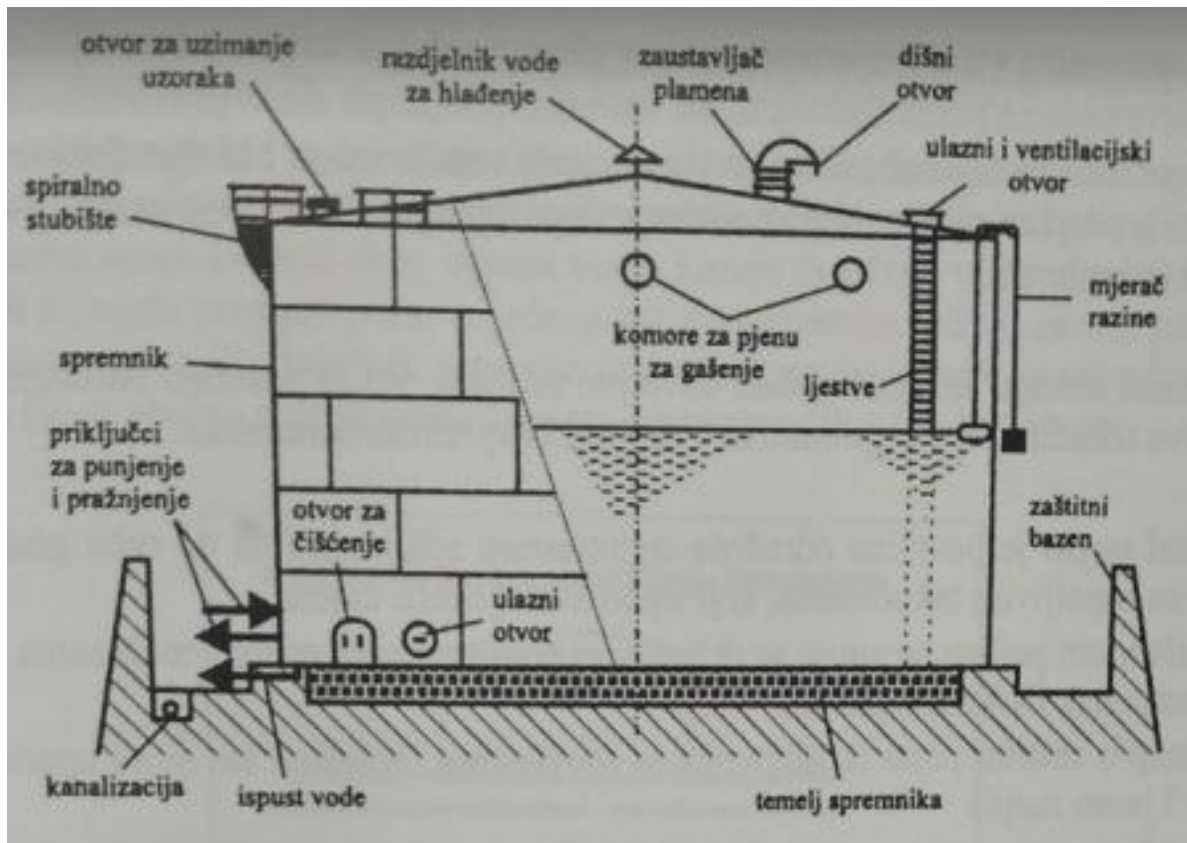
Kada se nafta i plin izvade transportiraju se do postrojenja za preradu, rafinerije za preradu nafte, a plin na postrojenja za preradu plina kao što je u ovom slučaju tema rada Objekti frakcionacije Ivanić Grad. U slučaju kada nema izgrađenog transportnog cijevovoda odvoz sirove nafte je moguć i autocisternama, međutim to je manje ekonomičan posupak ukoliko je proizvodnja velika. Prema vrsti fluida koji kroz njih protječu cijevovodi se dijele na: [1]

- naftovode
- plinovode
- vodovode
- aditovode
- kondezatorovode i dr.

Nakon istraživanja, proizvodnje i transporta u postrojenjima za preradu naftnih derivata se dobivaju gotovi proizvodi kojima u današnje vrijeme gotovo nije moguće biti ne okružen ili ih ne koristiti. U rafinerijama se preradom sirove nafte dobiva motorni benzin koji se koristi kao pogonsko gorivo za motore sa unutarnjim sagorijevanjem (Otto), Mlazno gorivo, kerozin, petrolej, diesel gorivo koje služi za pokretanje diesel motora, mineralna ulja i masti koja, loživom ulje (teško, lako, mazut), bitumen, naftni koks, parafin te olefinski i aromatski ugljikovodici kako petrokemijske sirovine, u postrojenjima za preradu plina razni ugljikovodici poput metana, etana, propana, butana, pentana i dr. Benzinu, dieselu i loživom ulju se dodaje boja koja ima i miris kako bi krajnji korisnici mogli razlikovati pojedino gorivo, UNP je mješavina propana i butana te služi kao pogonsko gorivo u automobilima i kao gorivi plin u kućanstvima, također se u mješavinu dodaje aromatski ugljikovodik kako bi imao specifičan miris na osnovu čega korisnici mogu detektirati kada dođe do propuštanja, metan služi kako gorivi plin u industriji i kućanstvima, dok drugi služe za daljnju preradu u auto industriji, proizvodnji plastike, svijeća, hrane, pogonski plinovi za dezodoranse i dr. Uz mnoštvo primjera na koje se načine koristi nafta ima i ljekovita svojstva tako imamo u svijetu dva nalazišta ljekovite nafte koja se koristi za liječenje kožnih bolesti. Jedina poznata nalazišta ljekovite nafte „kriške nafte“ Naftalan je u RH u Ivanić Gradu i u Azerbajdžanu. [7]

Gotovi produkti nafte i plina se čuvaju u spremnicima. Spremnici za zapaljive tekućine mogu biti stabilni, polustabilni ili prijenosni. Spremnici plina mogu biti nadzemni i podzemni. Obujam spremnika po definiciji je veći od 250 l, dok posude za zapaljive tekućine imaju obujam do 250 l i mogu se zatvoriti. Izvedba nadzemnih spremnika prema konstrukciji može biti sa: [8] (slika 4.)

- čvrstim krovom
- oslabljenim spojem između krovnog lima i plašta
- plutajućim krovom
- sigurnosnim odušnim ventilom koji dozvoljava ili ne dozvoljava unutarnji tlak u spremniku veći od 0,1 bar



Slika 4. Nadzemni spremnik s čvrstim krovom [8]

Svaka zapaljiva tvar pa tako i zapaljiva tekućina može se upaliti na temperaturi plamišta ili samozapaljenja. [8] Gorenje nafte i naftnih derivata spada u razrede požara B i C. Kod požara ugljikovodika zbog nepotpunog sagorijevanja specifična je veća pojava crnog dima. Požari razreda B su požari tekućina, međutim ne gore tekućine već njihove pare. U razred požara C spadaju plinovi, koji također kod nepotpunog sagorijevanja razijaju crni gusti dim. Gašenje spremnika s zapaljivim tekućinama se ne smije gasiti vodom zbog toga što naftni derivati imaju specifičnu težinu manju od 1, pa su lakši od vode i u slučaju pokušaja gašenja istih s vodom voda bi sjela na dno te bi se podigla razina zapaljene tekućine i raširio požar zbog izlivanja van spremnika. Gašenje zapaljivih tekućina se vrši pjenom, a hlađenje vanjskih stijenki spremnika se vrši vodom.

Moguće je gašenje prahom za razrede požara B. Pjena za gašenje zapaljivih tekućina u što spada nafta i naftni derivati može biti: [8]

- teška pjena s ekspanzijom do 20
- srednja pjena s ekspanzijom 21 -200
- laka pjena sa ekspanzijom od 201 na više

Zbog veće postojanosti i dometa više se koristi teška pjena, međutim za ispunjavanje spremnika i tankvana može se koristiti srednja pjena. Gašenje požara plina se gasi prahom za razrede požara C, te se može gasiti fino raspršenom vodom ili vodenom maglom. Manji požari zapaljivih tekućina i plinova se mogu gasiti sa CO₂ ukoliko su u zatvorenim prostorima jer na otvorenom prostoru nedostatak CO₂ je što vjetar puhanjem smanji koncentraciju CO₂ i nema učinka gašenja. Uzroci požara kod proizvodnje i skladištenja nafte i naftnih derivata mogu biti različiti od atmosferskog pražnjenja, statičkog elektriciteta, neprdržavanja sigurnosnih procedura tijekom manipulacije ili izvođenja sanacijskih radova pa sve do terorističkih činova. Sa vatrogasnog gledišta iako požari spremnika nisu česti predstavljaju pravi izazov pred vatrogasce zbog velikih količina goriva u njima, i pretežito jer su spremnici građeni u grupama pa tako uz gašenje spremnika zahvaćenog požarom potrebno je vršiti i štíćenje okolnih spremnika kako se požar ne bi proširio.

3. STATISTIKA POŽARA U NAFTNOJ INDUSTRIJI

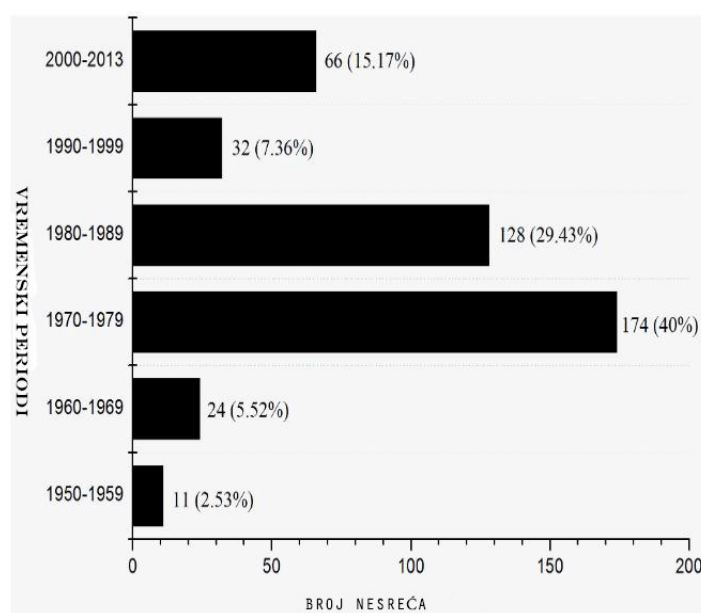
Kina kao najveće tržište na svijetu u razvoju je područje na kojem su se dogodile velike i česte nesreće izazvane požarima i eksplozijama spremnika u naftnoj industriji. Kao posljedica istih su mnogobrojne ljudske žrtve, veliko zagađenje okoliša i kao krajnji rezultat veliki ekonomski gubitci. U istraživanju Zhou i sur. (2016.) statistički podatci na pregledanih 435 nesreća u periodu od 1951. godine do 2013. godine govore da je najopasnije manipulacijsko područje, odnosno područje utovara i istovara. Najosjetljiviji dio postrojenja i opreme su spremnici. Spriječavanje požara i eksplozija trebalo bi biti usmjereno na više uzroka jer izvor opasnosti može biti bilo koji dio postrojenja. Kako kod tekućina gore pare, eksplozija oblaka pare je najčešća vrsta akcidenta u naftnim spremnicima, te bi u budućnosti trebalo raditi na boljem upravljanju sigurnošću kako bi se izbjegla većina eksplozija i požara u naftnim spremištima. Prema tvrdnjama istraživača Zhou i sur. (2016.) uzroci nesreća u naftnim spremištima su slični te bi se znanstvenim istraživanjima i donesenim smjernicama veliki broj tih nesreća mogao spriječiti. Obzirom da se u spremištima nafte i naftnih derivata kao što su naftni terminali ili benznske crpke mjesta gdje se nalaze velike količine naftnih derivata dolazi do značajnih količina isparavanja te u slučaju mješanja sa zrakom stvara se eksplozivna smjesa koja može izazvati požar i eksploziju osobito tijekom radova kao što su čišćenje spremnika, antikorozivni radovi, sanacijski radovi popu zavarivanja i dr. [9]

Prema istraživanju Zhou i sur. (2016.) nesreće kao što su pucanje cjevovoda i dr. koje nisu imale za posljedicu požar ili eksploziju nisu u istraživanju. U 435 slučajeva nesreća u naftnoj industriji u Kini koji su uzeti u istraživanje u prosjeku su ozlijeđene tri osobe, a gotovo polovica od ukupnog stradalih je sa smrtnim posljedicama ili teškim ozljedama što je vidljivo u tablici 1.

Tablica 1. Broj žrtava u nesrećama u naftnoj industriji u Kini [9]

TEŽINA OZLJEDE	BROJ ŽRTAVA	POSTOTAK (%)
Smrtno stradali	390	29.10
Teško ozlijeđeni	175	13.06
Lakše ozlijeđeni	775	57.84
Ukupno	1340	100

Istrživanje broja nesreća bazirano je na razdoblje 1951. godine do 2013. godine te je vidljivo da se većina nesreća dogodila u naglom razvoju indutrije u Kini u razdoblju od 1970 ih i 1980 ih godina. Nagli razvoj društva zahtjeva i velike količine energije pa je u tom periodu bio procvat naftne industrije u Kini. Oscilacije u broju nesreća vidljive su paralelno sa događanjima u društvu ili svijetu. Tako je na primjer 1950 ih i 1960 ih kao posljedica drugog svjetskog rata i slabijeg razvoja društva broj zabilježenih nesreća manji, dok je u kasnijem razdoblju 1970 ih i 1980 veći. Međutim razvojem društva dolazi i do razvoja svijesti o sigurnosti o zaštiti od požara pa je tako tijekom 1990 ih broj nesreća u odnosu na 1980 te pao. U 2000 ima broj nesreća je opet porastao zbog izgradnje novih većih spremnika što je povećalo količine u spremištima i zbog znatnog broja starih spremnika iz 1970 ih na kojima je veći dio opreme podložniji požarima zbog istrošenosti. (slika 5.)



Slika 5. Broj nesreća [9]

Prema istraživanju najopasnije područje terminala su punilišta i istakališta, a odmah iz njih su najopasnije područje su spremnici koji sadrže velike količine nafte i naftnih derivata. Zaključak iz navedenog je da bi zaštita od požara trebala biti najviše bazirana na dva područja, spremnike za skladištenjemedija i na manipulacijska područja te postupke manipulacije odnosno operacije punjenja i istakanja medija iz spremnika u cisterne i obrnuto. (tablica 2.)

Tablica 2 Najopasnija područja [9]

MJESTO NESREĆE	BROJ NESREĆA	POSTOTAK (%)
Spremnici nafte	103	23.68
Punilišta i istakališta	222	51.03
Pogonski prostori	37	8.51
Ostalo	73	16.78
Ukupno	435	100

Iz dostupnih istraživanja u razdoblju od 1960. godine do 2003. godine u svijetu se dogodilo 242 nesreće koje imaju poveznicu s naftnim ili kemijskim spremnicima. [10] Najviše ih je zabilježeno u Sjevernoj Americi čak 114, Azija 72, Europa 38. (tablica 3.)

Tablica 3. Broj nesreća u svijetu [10]

GODINA	SJEVERNA AMERIKA	AZIJA I AUSTRALIJA	EUROPA	JUŽNA AMERIKA	AFRIKA	UKUPNO
1960 - 1969	3	7	6	1	0	17
1970-1979	18	9	6	1	2	36
1980-1989	26	9	9	5	4	53
1990-1999	36	33	12	2	2	85
2000-2003	31	14	5	0	1	51
Ukupno	114	72	38	9	9	242

Praćeno u vremenskom periodu može se prikazati i prema mjestu nastanka nesreća. (tablica 4.)

Tablica 4. Broj nesreća prema mjestu nastanka [10]

GODINA	RAFINERIJE	TERMINALI/ SKLADIŠTA	KEMIJSKA INDUSTRIJA	NAFTNA POLJA	OSTALO	UKUPNO
1960-1969	10	5	1	0	1	17
1970-1979	22	11	0	0	3	36
1980-1989	25	17	5	2	4	53
1990-1999	41	22	16	1	5	85
2000-2003	18	9	9	3	12	51
Ukupno	116	64	31	6	25	242

U Republici Hrvatskoj je 2011. godine u Rafineriji nafte Sisak bio veliki požar koji je na sreću završio samo materijalnom štetom bez ljudskih žrtava. (slika 6.)



Slika 6. Požar u Rafineriji nafte Sisak [11]

U svim kompanijama u svijetu koje proizvode i prerađuju naftu i naftne derivate uvijek postoji rizik od nastanka požara i eksplozija, stoga je izrazito bitno imati razvijenu svijest i kulturu ponašanja u zaštiti od požara.

4. STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE POŽARA U NAFTNOJ INDUSTRIJI

Proizvodnja nafte i plina kompleksna je industrija gdje je konstantno prisutna opasnost od požara i eksplozija. Kako se razvijala industrija pojavljivale su se nove opasnosti, paralelno tome razvijali su se i sustavi zaštite kako bi se rizik smanjilo na minimum. Razvoj automatskih sustava omogućio je što ranije otkrivanje požara i početak akcije gašenja. Stabilni sustavi za gašenje požara omogućili su gašenje požara na mjestima gdje nije bilo moguće gašenje drugim pristupom, npr. gašenje unutrašnjosti zatvorenih spremnika i dr., te je optimiziralo utrošak sredstava za gašenje. Korištenjem manje količine sredstava za gašenje smanjen je ekološki i ekonomski pritisak na subjekt koji koristi takav sustav uz istu razinu učinkovitosti. Korištenjem takvih sustava povećava se sigurnost šticećenih objekata, smanjuje izloženost vatrogasaca opasnostima, smanjuje opasnost za zdravlje i život ljudi koji rade na takvim objektima te su niži troškovi osiguranja.

Stabilni sustavi dijele se na sustave s neautomatskim – ručnim i automatskim načinom rada: [12]

- hidrantska mreža za gašenje vanjska
- hidrantska mreža za gašenje unutarnja
- bacači vode i pjene
- stabilni sustavi za gašenje „clear agentom“
- stabilni sustavi za gašenje inertnim plinovima „CO₂“, N₂
- stabilni sustavi za gašenje drencher
- stabilni sustavi za gašenje sprinkler

3.1 Hidrantska mreža za gašenje požara

Hidrantska mreža je stabilni sustav i izrada istog u RH propisana je Pravilnikom o hidrantskoj mreži za gašenje požara. Propisima RH je propisano obvezno korištenje hidrantske mreže za gašenje požara a posebno kod zahtjevnijih objekata kao što su industrijska postrojenja, energetska postrojenja i objekti, visoke građevine, zračne luke,

skladišta. Obzirom da postoje tvari i materijali koji burno reagiraju u dodiru s vodom, šticeenje prostora u kojima se nalaze takvi materijali se ne smiju štiti hidrantskom mrežom već nekim drugim prihvatljivim sustavom zaštite od požara. Hidrantska mreža služi za neposredno i posredno gašenje. Neposredno gašenje je u slučaju kada se koristi za gašenje bez vatrogasnog vozila i opreme na njemu, a posredno gašenje je kada se koristi s vatrogasnim vozilom i njegovom opremom. Hidrantska mreža prema načinu izvedbe može biti vanjska i unutarnja, suha i mokra, (suha se koristi kada nije moguće osigurati da ne dođe do smrzavanja iste, pa je suha do prvog zapornog ventila gdje više ne prijeti smrzavanje). Oblici izvedbe hidrantske mreže mogu biti prstenasti ili razgranati. Vanjska hidrantska mreža se izrađuje oko šticeenog objekta cijevima promjera 100 mm. Udaljenost hidranata ne smije biti veća od 80 metara i udaljenost od objekata veće od 5 metara. Uz hidrante postavljaju se ormarići u kojim je oprema sukladna potrebama (vatrogasne armature, mlaznice, vatrogasne cijevi, prelazi A/B, B/C, međumješalice, mali spremnici s pjenilom i dr.). Kod unutarnje hidrantske mreže u zidnim ormarićima se nalaze zidni hidranti i pripadajuća oprema (slika 7. hidranti i hidrantski ormarići).

Dijelovi od kojih se sastoji hidrantska mreža su: izvor vode, građevinski elementi, cjevovod, ventili, oprema za gašenje. [13]



Slika 7. Hidranti i hidrantski ormarići [14]

3.2 Bacači vode i pjene

Bacači vode i pjene postavljaju se za gašenje i hlađenje šticeh objekata. Postavljeni su na adekvatne lokacije za šticeh objekata i spojeni su na hidrantsku mrežu. [13] Upravljanje je moguće ručno i automatski. Obzirom da su velikih protoka najčešće se koriste u naftnoj industiji, na brodovima, lučkim kapetanijama, odnosno na objektima gdje je u kratkom vremenu potrebno nabaciti veće količine sredstva za gašenje, a da je dobava sredstva za gašenje osigurana. Kod navedenih objekata uz korištenje stabilnih bacača vode i pjene moguće je šticeh i uz dodatno korištenje prijenosnih ili prijevoznih bacača vode i pjene. Bacači vode mogu biti automatski ili ručno upravljivi, te postoje samooscilirajući bacači. (slika 8. i 9.)

Dijelovi od kojih se sastoje bacači vode i pjene su:

- postolja na kojem je bacač montiran
- cjevovoda za dopremu vode
- cjevovoda za dopremu pjenila kod bacača pjene
- ventila s ručnim ili daljinskim upravljenjem



Slika 8. Prikaz bacača vode [14]



Slika 9. Samooscilirajući stabilni bacač pjene [14]

3.3 Stabilni sustavi za gašenje „clear agent“

Na naftnim postrojenjima potrebno je i šticeenje osjetljivih upravljačkih modula, odnosno prostorija s elektroničkom opremom. Ratifikacijom Montrealskog protokola o tvarima koje oštećuju ozonski omotač i RH ga je ratificirala zabranjeno je korištenje halona u sustavima za gašenje požara. Kako je halon imao odlična svojstva kod gašenja požara i dobra svojstva za osobe u šticeenom prostoru krenulo se sa razvojem zamjenskih sredstava. Ipak nije pronađeno sredstvo koje bi u potpunosti imalo pozitivna svojstava kao haloni a da nije štetno za okoliš istraživanja i razvoj zamjenskih sredstava je i dalje u tijeku. Danas se kao zamjenski sustavi koriste npr. FM 200, NAF-S III, aerosolni sustavi i sl.(slika 10.)



Slika 10 Primjer stabilnog sustava za gašenje požara FM 200, [15]

3.4 Stabilni sustavi za gašenje inertnim plinovima CO₂ , N₂

Gašenje inertnim plinovima koristi se kod očekivanih razreda požara B i C tekućina i plinova. Stabilni sustavi koji štite objekte rade na principu djelomičnog ili potpunog ispunjavanja prostora koji štite. Obzirom da ugljični dioksid – (CO₂) 1.5 puta teži od zraka, plin bez boje i mirisa istiskuje zrak iz prostora i na taj način uklanja oksidans bez koje se požar gasi. Zbog toga je opasan i za ljude koji borave u šticeenom prostoru te je to veliki nedostatak ovakvog sustava zaštite od požara. Koncentracije veće od 5-6 % volumno su opasne za život ljudi a kod gašenja požara se koriste koncentracije veće od 34% volumno. Ispunjavanje požarnog sektora mora imati odgodu kako bi osobe koje borave u šticeenom prostoru imale vremena izaći van, a moraju biti upozorene zvučnim i svjetlosnim znakovima. Vrijeme ispunjavanja prostora je maksimalno 30 sekundi, nakon što su svi napustili šticeeni prostor. Djelomično šticeenje

prostora se koristi kod specijaliziranih strojeva koji se štite zasebno. Prema načinu skladištenja CO₂ postoji niskotlačni i visokotlačni sustav. Niskotlačni sustavi su rijetki u uporabi, a kod njih se CO₂ skladišti pothlađen na -20° C. Visokotlačni sustavi se koriste češće, a kod njih je CO₂ stlačen u čelične boce na 50-60 bara. Zapremine boca su 47 i 60 litara, pojedinačne boce su spojene u baterije preko visokotlačnih sabirnih cijevi. Baterije s CO₂ moraju biti smještene u zasebnom požarnom sektoru, a svaka boca mora imati uređaj za stalnu kontrolu istjecanja. Ukoliko je gubitak mase po boci veći od 10 % potrebno je nadopuniti tj. zamjeniti boce u roku od 36 sati. Aktivacija je moguća automatski, ali mora postojati i ručna mogućnost aktiviranja. Napajanje sustava električnom energijom mora biti osigurano pomoćnim izvorom kako bi se osiguralo konstantno napajanje električnom energijom. Nakon aktivacije dolazi do prestanka dovoda zraka u štićeni objekt i zatvaranja otvora. Aktiviranjem mehanizma otvaraju se ventili na bocama i ugljični dioksid ulazi u uzbudnu cijev, te aktivira ventil koji otvara cijelu bateriju. Ugljični dioksid iz baterije sabirnom cijevi i dalje preko cjevovoda dolazi do mjesta gašenja požara (slika 11, primjer stabilnog sustava za gašenje požara CO₂).

Dijelovi od kojih se sastoji stabilni sustav: stanica – baterija CO₂, sustav cjevovoda, razdjelni ventili, mlaznice za ugljični dioksid, sustav za aktiviranje i upravljanje i sustav za alarmiranje. [16]



Slika 11. Prikaz stabilnog sustava za gašenje CO₂ [17]

3.5 Stabilni drencher sustav za gašenje

Drencher sustav sličan je sprinkler sustavu, ali glavna karakteristika, odnosno prepoznatljivost su otvorene mlaznice sustava. Ovaj sustav pogodan je za objekte gdje je moguće brzo širenje požara i potrebno je izrazito brzo djelovanje, međutim ima i svoja ograničenja zbog velikih količina vode koje su mu potrebne za rad, te je moguć nastanak sekundarnih šteta zbog količine vode koja se koristi, u zimskom periodu zbog niskih temperatura pojavljuju se problemi smrzavanja vode. Puštanje sustava u rad se vrši aktivacijom automatskog ili ručnog javljača. Pokretanje sustava tj. puštanje vode moguće je: električno, pneumatsko, hidrauličko ili ručno, ovisno o uvjetima šticenog objekta.(slika 12.)



Slika 12. Drencher uređaj za aktivaciju, [16]

3.6 Sprinkler sustav za gašenje požara

Najčešće upotrebljavani stabilni sustavi za zaštitu od požara su sprinkler sustavi zbog toga što su vrlo prilagodljivi. Rade na principu lokalnog djelovanja te gase isključivo na mjestu požara. Požar gase raspršenom vodom ili pjenom. Zbog prilagodbe traženim uvjetima šticećenih objekata mogu biti izvedeni kao: mokri, suhi, suhi brzodjelujući (s ubrzivačem), s predalarmom (Preaction) i kombinirani. [16]

Sprinkler sustavi se dijele na sljedeće prema načinu aktiviranja:

- aktiviranje pucanjem ili topljenjem ampule na mlaznicama
- aktiviranje otvaranjem glavnog ventila signalom dobivenim od vatrodojavnog sustava
- aktiviranje pucanjem ampula i otvaranjem glavnog ventila (kombinirano prva dva načina aktiviranja, oba uvjeta moraju biti ispunjena)

3.6.1 Mokri sprinkler sustav

Zbog svoje jednostavnosti i prilagodljivosti mokri sprinkler je najviše korišten. Da bi pravilno funkcionirao potrebno je osigurati u prostorima koje štite da ne dolazi do pojave niskih temperatura kako bi se spriječilo smrzavanje vode u cijevima. Moguća je ugradnja različitih tipova mlaznica kako bi se postigla najbolja moguća zaštita. Prema zahtjevima zaštite, mlaznice se razlikuju prema mjestu ugradnje, dimenzijama i obliku, te prema načinu aktiviranja (topiva legura ili ampula) pomoću kojih je moguće odrediti temperaturu aktiviranja. Prikaz temperatura aktiviranja ampula tablica 5. i Prikaz temperatura aktiviranja topivih elementara tablica 6.

Tablica 5. Prikaz temperatura aktivacije ampula prema bojama [16]

Temperatura aktiviranja °C	Boja ampule u sprinkler mlaznici
58°C	Naranđasta
68°C	Crvena
79°C	Žuta
93°C	Zelena
141°C	Plava
182°C	Ljubičasta
260°C	Crna

Tablica 6. Prikaz temperatura aktiviranja topivih elemenata prema bojama[16]

Temperatura aktiviranja °C	Boja topivog elementa u sprinkler mlaznici
72°C	Bez boje
96°C	Bijela
141°C	Plava
182°C	Crvena
207°C - 260°C	Zelena

Vrste mlaznica prema izvedbi su: univerzalna mlaznica, spray mlaznica, „Marina“ mlaznica, zidna viseća mlaznica i zidna horizontalna mlaznica.

Aktivacija sprinkler sustava vrši se nastankom požara na šticejnoj lokaciji na način da pri porastu temperature dolazi do topljenja topivog elementa ili pucanja ampule u mlaznici. Dolazi do otvaranja mlaznice i početka protoka vode kroz mlaznicu ili mlaznice ovisno o veličini požara koliko je mlaznica aktivirano. Raspršena voda ima veću iskoristivost pri gašenju požara pa tako preuzme više topline od požara i gasi ga, a istovremeno prelaskom u vodenu paru onemogućuje pristup novog zraka opožarenom prostoru. Trenutno kada se aktivira mlaznica pada tlak u cjevovodu, što aktivira otvaranje zaklopke u ventilu te voda omogućava protok vode. Voda se koristi za gašenje, a mali dio te vode preko alarmnog otvora dolazi do usporivača, te do alarmnog hidrauličkog zvona i do tlačne sklopke u kojoj nastaje električni signal. Usporivač je ustvari komora koja služi za usporavanje protoka kako bi se spriječili tlačni udari prema tlačnoj sklopki i alarmnom zvonu. Voda iz zvona i dijela za ispitivanje ispravnosti sustava odlazi u sustav odvodnje.

3.6.2 Suhi sprinkler sustav

Suhi sprinkler sustav ima skoro isti princip rada kao i mokri, međutim postavlja se u prostore gdje je moguća pojava niskih temperatura i smrzavanje vode. Zbog toga u cijevovodu se ne nalazi voda, već zrak ili dušik pod tlakom. Prilikom nastanka požara dolazi do aktivacije kao i kod mokrog sprinkler sustava te do pada tlaka u cjevovodu što aktivira zaklopku i počinje teći voda. Kod većih sustava potrebno je ugraditi ubrzivač kako bi voda potekla na mlaznicama što prije. Ostatak principa rada je isti kao i kod mokrog sprinkler sustava, dio vode ide prema alarmnom zvonu i tlačnoj sklopki u kojoj nastaje električni signal. Kod ovog sustava je također kao i kod mokrog ugrađen dio za ispitivanje sustava.

3.6.3 Preaction sprinkler sustav

Kod osjetljivijih mjesta gdje je potrebno jako brzo djelovanje koristi se preaction sustav, odnosno sprinkler s predalarmom. (slika 13.) Dodatno osiguranje kod ovog sustava je što sprečava neželjno istjecanje vode u štíćeni prostor, a ubrzava rad sustava pogotovo kada je veliki. To se postiže na način da ja sustav povezan s vatrodajavom, te nakon dobivenog signala od vatrodajave dolazi do stanja pripravnosti – preaction i sustav se puni vodom te je spreman, a do samog gašenja dolazi aktiviranjem mlaznice. [16]



Slika 13. Primjer preaction sprinkler sustava [16]

5. DRENCHER STABILNI SUSTAV ZA GAŠENJE POŽARA U NAFTNOJ INDUSTRIJI

Objekti na kojima je moguće brzo šitenje požara štite se Drencher sustavima jer su u mogućnosti u brzom vremenu nanijeti velike količine sredstva za gašenje. Stoga Drencher sustavi se koriste u naftnoj industriji za zaštitu spremnika, punilišta, pretakališta, petrokemijskim postrojenjima i dr. Većinom je sredstvo za gašenje voda, ali može biti i pjena. Sustavi osim za gašenje požara služe i za zaštitu, odvajanje sektora, hlađenje spremnika, sektora i dr. Prepoznatljivost sustava se očituje po otvorenim mlaznicama i razlika u udnosu na sprinkler sustav je da nema na mlaznici termoelementa.

Obzirom da se Drencher sustavom štite veliki objekti koji su izloženi atmosferskim uvjetima smrzavanje se sprječava na način da je drencher uređaj – ventil za aktiviranje ispod razine zemlje zaštićen od smrzavanja, a cijevovod do mlaznica je suh u vremenu mirovanja. (slika 14.)



Slika 14 Drencher sustav na valjkastim spremnicima [14]

Drenher susav sastoji se od: izvora vode, sustava cjevovoda, drenher stanica, uređaja za aktiviranje drenher sustava i sustava ili uređaja za alarmiranje. Drenher sustav je prilagodljiv sustav na razne tipove objekata koje štiti. Zbog toga postoji više vrsta drenher mlaznica: normalna mlaznica, mlaznica za hlađenje spremnika, površinska mlaznica, konična mlaznica, mlaznica za plosnati mlaz, spray mlaznica, mlaznica za kablovske police, zidna mlaznica. Aktiviranje drenher sustava moguće je: električno, pneumatsko (ukoliko je sustav u zonama ugorženim od eksplozija), hidrauličko i ručno. [16] Na slici 15. prikazan je promjer drenher mlaznice.

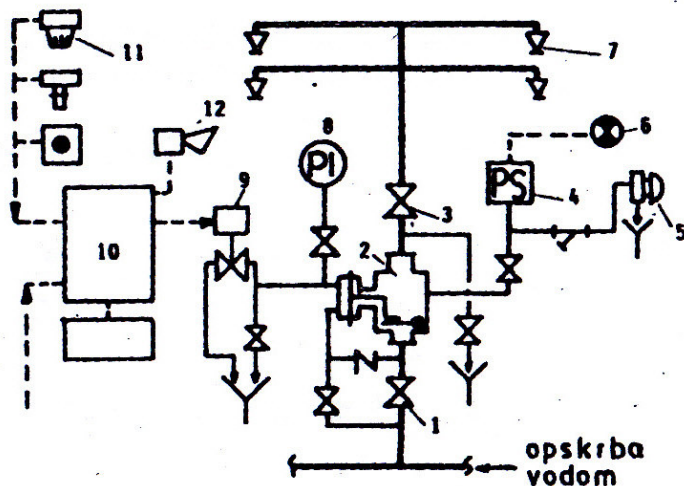


Slika 15 Primjer drenher mlaznice [14]

Puštanje sustava u rad se vrši aktivacijom automatskog ili ručnog javljača. Pokretanje sustava tj. puštanje vode moguće je: električno, pneumatsko, hidrauličko ili ručno, ovisno o uvjetima štice objekta. Na slici 16. prikazana je shema drenher sustava.

Obzirom da su na sustavu otvorene sve mlaznice, aktivacijom sustava voda kreće na sve mlaznice istovremeno, a u naftnoj industriji drenher sustavi su veliki. Stoga veliki spremnici koji se štite stabilnim drenher sustavima zahtjevaju velike sustave koji trebaju velike količine vode. Izvori vode mogu biti hidrantska mreža, spremnici vode, rijeke, jezera i dr. Potrebno je osigurati dovoljno vode za gašenje najnepovoljnijeg slučaja koji se može dogoditi na štice objektu.

- 1 – zasun na cijevi za dovod vode u ventilsku stanicu
- 2 – glavni ventil za sistem raspršene vode ili potapajući ventil
- 3 – zasun na cijevi za razvod vode
- 4 – tlačna sklopka
- 5 – alarmni uređaj, turbina i zvono
- 6 – električno alarmno zvono
- 7 – mlaznice za raspršenu vodu
- 8 – manometar
- 9 – elektromotorni ventil
- 10 – vatrodojavna centrala
- 11 – javljači požara
- 12 – sirena za uzbunjivanje



Slika 16 Shema drencher sustava [16]

Radni tlak i protok vode je potrebno osigurati sukladno hidrodinamičkom proračunu za pojedini sustav. Mlaznice drencher sustava proizvode raspršeni mlaz pa je potrebno osigurati da u vodi za napajanje sustava nema nečistoća kako ne bi došlo do začepjenja stabilnog sustava za gašenje s raspršenom vodom. Na slici 17. prikazan je primjer poluukopanog otvorenog spremnika za vodu.



Slika 17 Primjer poluukopanog spremnika za vodu [14]

Drencher sustav mora imati uređaj za alarmiranje kako bi dežurno osoblje dobilo zvučne i svjetlosne signale kada sustav proradi. Alarmni sustav može biti lokalno pomoću sirene i bljeskalice ili daljinsko posredstvom vatrodojavnog sustava.

Poslodavac odnosno vlasnik je dužan građevine i sustave namjenjene za rad održavati u stanju koje ne ugrožava sigurnost i zdravlje radnika i ispitivati pojedine vrste instalacija u rokovima utvrđenim tehničkim propisima. Sukladno Pravilniku o provjeri stabilnih sustava zaštite od požara u slučaju izgradnje novog sustava ili rekonstrukcije na postojećem prvo ispitivanje sustava obavljaju pravne osobeovlaštene od MUP-a koje nisu proizvele, uvezle, projektirale, ugradile itd., odnosno nisu vlasnici niti korisnici sustava. Sukladno navedenom pravilniku nakon ispitivanja mora o tome postojati pisani dokazi u obliku izdanog Uvjerenja o ispravnosti sustava i Zapisnika o izvršenoj provjeri ispravnosti sustava.

6. ZAŠTITA OD POŽARA INA OBJEKTI FRAKCIONACIJE IVANIĆ GRAD

Objekti frakcionacije Ivanić Grad su u sklopu Proizvodne jedinice procesi koja se sastoji od Objekata prerade plina Molve i Objekata frakcionacije Ivanić Grad. Prvi dio obrade se vrši na OPPM-u, a završni dio na OFIG-u. Udaljenost između dva postrojenja je 98 kilometara i povezani su cjevovodima kojima se transportira plin od OPPM-a do OFIG-a. Na objektima frakcionacije Ivanić Grad se prerađuju i skladište, te pune u auto, vagon cisterne i produktovodom otpremaju gotovi proizvodi ugljikovodika. Pri preradi i skladištenju ugljikovodika postoji opasnost od požara i eksplozija pa je potrebno objasniti nekoliko definicija. Zapaljivi plinovi i pare zapaljivih tekućina u smjesi sa zrakom čine zapaljivu, odnosno eksplozivnu smjesu ukoliko se nalaze između donje i gornje koncentracije eksplozivnosti. Donja granica eksplozivnosti (DGE) je najniža koncentracija zapaljivih plinova ili para u smjesi sa zrakom koja se može zapaliti, gornja granica eksplozivnosti je najviša koncentracija zapaljivih plinova ili para koje se može zapaliti. Koncentracije zapaljivih plinova ili para u smjesi sa zrakom koje su ispod DGE ili GGE se ne mogu zapaliti.

Prostori u kojima je moguća pojava koncentracija zapaljivih plinova ili para može se podijeliti u tri zone opasnosti, zona 0, 1 i 2. [12]

Zona 0 je prostor u kojem je koncentracija zapaljivih plinova ili para u smjesi sa zrakom unutar granica DGE i GGE stalno ili duže vrijeme, te često prisutna. To su prostori unutar posuda, kolona ili cjevovoda postrojenja ili skladišnog prostora te se u njima nalaze zapaljivi plinovi ili pare.

Zona 1 je prostor u kojem je koncentracija zapaljivih plinova ili para u smjesi sa zrakom unutar granica DGE i GGE može povremeno pojaviti za vrijeme normalnog rada. Za zonu 1 se uzima 15 metara od ruba zone 0.

Zona 2 je prostor u kojem je koncentracija zapaljivih plinova ili para u smjesi sa zrakom unutar granica DGE i GGE se ne očekuje za vrijeme normalnog rada, a moguća pojava je kratkog inteziteta trajanja. Uzima se kružnica daljnjih 15 metara od ruba zone 1.

5.1 Vatrogasno dežurstvo

Na objektima frakcionacije Ivanić Grad je 24 satno vatrogasno dežurstvo vatrogasaca PVP Molve (tri vatrogasca u smjeni i jedno vatrogasno vozilo) + zapovjednik ili zamjenik zapovjednika PVP Molve s jednim zapovjednim vozilom. PVP Molve je smještena na Objektima prerade plina Molve koji zajedno s Objektima frakcionacije Ivanić Grad čine Proizvodnu jedinicu procesi. U smjeni su tri vatrogasca od kojih je jedan voditelj odjeljenja, jedan vatrogasac vozač i jedan vatrogasac. U slučaju da je situacija toliko zahtjevna da je ne mogu sami savladati postoji i ugovor s JVP Ivanić Grad te se u tom slučaju pozivaju dodatne snage javne vatrogasne postrojbe. Vatrogasci na lokaciji upravljaju stabilnim instalacijama za zaštitu od požara, vatrogasnim vozilom i svim ostalim vatrogasnim armaturama i opremom. [12] Na slici 20. prikazan je primjer vježbe vatrogasaca na OFIG-u.



Slika 18. Primjer vatrogasne vježbe na lokaciji Objekti frakcionacije Ivanić Grad [14]

5.2 Sustavi zaštite od požara

Zaštita objekata frakcionacije Ivanić Grad je započeta pri samom konstruiranju istih, pa se sigurnost povećava shut-down sustavom koji u slučaju kritičnih stanja vitalne dijelove postrojenja izbacuje iz rada, sekcijским ventilima automatski sekcionira postrojenje čime se smanjuje opasnost, štiti postrojenje u slučaju visokih ili niskih temperatura, visokih ili niskih tlakova. Rasterećenje postrojenja vrši se putem kolektora baklje gdje se razdvaja plinovita od tekuće faze koje se spaljuje zasebno. Tekuća faza na „ležećoj“ baklji, plinska faza na vertikalnoj baklji. Operateri u kontrolnoj sali mogu i ručno pokrenuti shutdown ili zaustaviti postrojenje te svu količinu poslati direktno u distribuciju putem „by-passa“. Uz tehnološke mogućnosti spriječavanja i lokaliziranja neželjenih događaja, u INA d.d. – Proizvodnja i istraživanje nafte i plina u sklopu čega je i proizvodna jedinica procesi na svim kategoriziranim objektima su imenovane osobe za zaštitu od požara koje vode brigu o izgrađenim sustavima.

Na Objektima frakcionacije Ivanić Grad su sljedeći sustavi zaštite od požara:

- vatrogasni aparati
- sustav za detekciju zapaljivih plinova i para
- sustav za dojavu požara
- stabilni sustav za dojavu i gašenje požara na CO₂ u plinski pokretanim generatorima električne energije GT1 i GT2
- sustav za gašenje požara zagrijača ulja H 701 A dušikom
- sustav za gašenje požara zagrijača ulja H 701 B vodenom parom
- sustav vanjske i unutarnje hidrantske mreže
- sustav za hlađenje spremnika UNP-a, auto i vagon pretakališta (drencher sustav)
- sustav za gašenje i hlađenje spremnika primarnog benzina G 10 do G 14, TK 903

5.2.1 Vatrogasni aparati

Sukladno procjeni ugroženosti od požara i tehnoloških eksplozija raspoređeno je 146 vatrogasnih aparata. (slika 19.) Aparati su tipa P i S veličina punjenja od 6 kg do 100 kg praha. Uz vatrogasne aparate na vatrogasnom vozilu se nalazi sustav za gašenje prahom spremnika 750 kg, s dva bočna izlaza preko ručnih mlaznica i jednog krovnog bacača praha montiranog na vozilu. Također je raspoređeno 58 komada vatrogasnih aparata punjenih CO₂ veličina punjenja od CO₂ - 5 kg do CO₂ - 30 kg. Sukladno Pravilniku o vatrogasnim aparatima vrši se redoviti pregled svaka tri mjeseca, a jednom godišnjese vrši periodički pregled od strane ovlaštene tvrtke. O svim pregledima se vode propisane evidencije. [20]



Slika 19. Vatrogasni aparat za početno gašenje požara [14]

5.2.2 Sustavi za detekciju zapaljivih plinova i para

U procesnom dijelu postrojenja, skladišnom prostoru, vagon i auto pretakalištu i analizatorskojkućici su postavljeni mjerni uređaji za detekciju zapaljivih plinova i para. Sustav je izgrađen zato jer je procijenjeno da prilikom kvara na opremi ili ljudskom pogreškom može na tim mjestima doći do mogućeg propuštanja. Sustav čini 28 mikroprocesorskih mjernih glava proizvođača General Monitors Ltd. Sve mjerne glave povezane su sklopovljem podsistema MISTC (proizvođač OPTO 22) naprocesno računalo koje povezuje sve u jedan sustav. Navedeno računalo se nalazi u prostoriji procesnih računala DCS te u slučaju propuštanja uzbunjuje aktiviranjem alarma. Evidencija s lokacijom mjerne glave, vremenom dojave, izmjerenom koncentracijom i vrstom medija vidljiva je na osobnom računalu u sali kontrole koje je povezano s procesnim računalom i evidentira se na pisaču koji je povezan s procesnim računalom. Uz funkciju uzbunjivanja na mjestima gdje se operativno manevrira medijima, odnosno vrši punjenje auto i vagon cisterni sustav ima mogućnost isključivanja pumpi kako bi se zaustavio dotok novog medija u slučaju propuštanja. Kod analizatorske kućice zbog zaštite radnika i opreme u slučaju propuštanja sustav također može isključiti rad analizatorske kućice. Isključivanje auto i vagon punilišta isključuje se prema zadanim kriterijima, izmjerena koncentracija zapaljivih plinova ili para u koncentracijama većim od zadanih, međutim blokadne signale je moguće premostiti zasebno za svaku lokaciju sa računala iz kontrolne sale. [12]

Na slici 20. prikazana je mjerna glava, a u tablici 7. prikazani su mjerni uređaji za detekciju zapaljivih plinova i para.



Slika 18. Prikaz mjerne glave [14]

Tablica 7. Prikaz mjernih mjesta za zapaljive plinove i pare [12]

Oznaka	Objekt	MEDIJ	DGE (vol%)	H1 (%DGE)	H ₂ (%DGE)
AT-1001	Kompresor C610	Propan	2,40	25	50
AT-1002	Kompresor C610	Propan	2,40	25	50
AT-1003	Rashladni tornjevi	Prop/But	1,86	5	10
AT-1004	Zona 100	Metan	5,00	25	50
AT-1101	Analizatorska kućica	Metan	5,00	25	50
AT-1201	Spremnici V901 A-F	Propan	2,40	25	60
AT-1202	Spremnici V901 A-F	Propan	2,40	25	60
AT-1203	Spremnici V901 A-F	Propan	2,40	25	60
AT-1301	Spremnici V901 G-L	Propan	2,40	25	60
AT-1302	Spremnici V901 G-L	Propan	2,40	25	60
AT-1303	Spremnici V901 G-L	Propan	2,40	25	60
AT-1401	Spremnici V901 A-E	Butan	1,86	25	60
AT-1402	Spremnici V901 A-E	Butan	1,86	25	60

AT-1403	Spremnici V901 A-E	Butan	1,86	25	60
AT-1501	Spremnici V901 F-J	Butan	1,86	25	60
AT-1502	Spremnici V901 F-J	Butan	1,86	25	60
AT-1503	Spremnici V901 F-J	Butan	1,86	25	60
AT-1603	Kanal kod.kugl. spremnika G15-G18	Butan	1,86	25	60
AT-1701	Autopunilište	Propan	2,40	25	50
AT-1702	Autopunilište	Butan	1,86	25	50
AT-1703	Autopunilište	Propan	2,40	25	50
AT-1704	Autopunilište	Butan	1,86	25	50
AT-1801	Vagonpretakalište	Propan	2,40	25	50
AT-1802	Vagonpretakalište	Butan	1,86	25	50
AT-1803	Vagonpretakalište	Propan	2,40	25	50
AT-1804	Vagonpretakalište	Butan	1,86	25	50
AT-1901	Okno otpadnih voda	Butan	1,86	25	50
AT-3001	Spremnik V903A	Prop/But	1,86	25	50
AT-3002	Spremnik V903A	Prop/But	1,86	25	50
AT-3003	Spremnik V903A	Prop/But	1,86	25	50

5.2.3 Sustav za dojavu požara

Vatrodjavna centrala „INTAL“ 1/20 smještena je u kontrolnoj sali, a vatrodjavna podcentrala „BENTEL“ J408 je smještena na ulazu u Upravnu zgradu. Na glavnu centralu spojeni su ručni javljači tipa TTI-J u protueksplozijskoj izvedbi – „S“ izvedbi. (slika 21.) Na podcentralu su spojeni ionizacijski javljači dima tipa IJD-5 „Tehnozavod dojavnici tipa AT 41. Osim lokalne svjetlosne i zvučne signalizacije na obje centrale postoji centralni alarm (rotacijska sirena na krovu zgrade koja je povezana s centralama)[12]. Sustav vatrodjave ima napajanje iz dva neovisna izvora. U redovnom radu napaja se iz mreže 220 V, 50 Hz, a u slučaju kvara na mreži i nestanka električne energije automatski se prebacuje na pričuvno napajanje iz akumulatorskih baterija (UPS).



Slika 19. Primjer ručnog dojavnika, [14]

Sa glavne vatrogasne centrale u kontrolnoj sali moguće je upravljati gašenjem sa sustavom CO₂ na TEA 1 i TEA 2. Kompjutorska jedinica u kontrolnoj sali (MCC) vrši nadzor sustava vatrodojave, obje centrale imaju zvučnu i svjetlosnu signalizaciju, signalizaciju kvara napajanja i testnu opciju za provjeru ispravnosti kod ispitivanja sustava. Svi alarmi kako pravi tako i alarmi kvara putem zvučne i svjetlosne signalizacije alarmiraju vatrogasce u vatrogasnici putem fiksnog uređaja za alarmiranje vatrogasaca. Iz kontrolne sale se vodi cijeli proces, u slučaju propuštanja kod koncentracije od 10 % donje granice eksplozivnosti kod punjenja spremnika prekida se punjenje zatvaranjem zapornog ventila i aktivira se stabilni sustav (Drencher) za hlađenje spremnika dok kod auto i vagon punilišta aktiviranje ručnih javljača nije kriterij za automatsku blokadu, ali se alarmni signal odmah prosljeđuje vatrogascima. Periodična ispitivanja sustava za dojavu požara se obavljaju jednom godišnje od strane ovlaštene tvrtke, te se po završetku ispitivanja sastavlja zapisnik i izdaje uvjerenje o ispravnosti sustava. [20]

U tablici 8. prikazan je raspored javljača po štićenim objektima.

Tablica 8. Rapored javljača po šticećenim objektima [12]

PROSTOR ŠTIĆENJA	TIP JAVLJAČA	KOMADA
Procesno postrojenje	Ručni	3
Kompresornica	Ručni	2
Spremnik primarnog benzina TK 903, spremnik vrućeg ulja V 703	Ručni	2
Horizontalni spremnici za propan i butan	Ručni	3
Pomoćna postrojenja	Ručni	2
Radionica	Ručni	1
Kontrolna zgrada	Ručni	3
Područje zapadno od ceste	Ručni	2
Kompresorska stanica KS 1 i KS 2 transporta plina	Ručni	2
Prilazna cesta	Ručni	1
Prilaz za upravnu zgradu	Ručni	3
Autopretakalište	Ručni	3
Pumpaona	Ručni	1
Vatrogasnica	Ručni	4
Upravna Zgrada	Ručni + ionizirajući	2+ 21

5.2.4. Stabilni sustav za dojavu i gašenje požara sa CO₂ u plinski pokretanim generatorima električne energije GT1 i GT2

Električni generatori proizvođača Končar pokretanisu plinskim turbinama proizvođača Centrax te su u sklopu energane. Plinske turbine kao pogonsko gorivo koriste prirodni zemni plin. Prirodni zemni plin se cjevovodima dovodi do turbina, mješa sa zrakom i takva smjesa odlazi u komoru za izgaranje. Topli ispušni plinovi nakon što izađu iz turbine služe za zagrijavanje ulja preko izmjenjivača. Na taj način se povećava iskoristivost plinskih turbina i smanjuje toplina ispušnih plinova. Sustav plinskih turbina i električnih generatora koje pogone turbine štiti se stabilnim CO₂ sustavom za gašenje požara. Karakteristike plinskih generatora su:

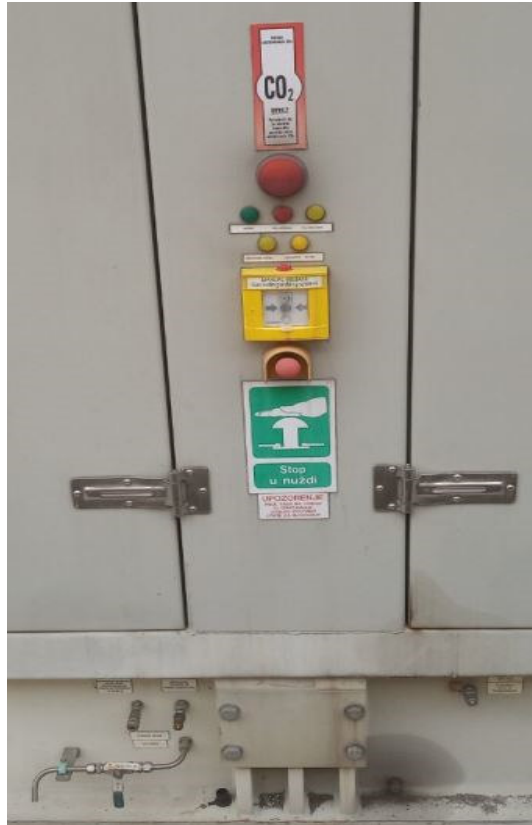
- napon generatora je 10 500 V pri 50 Hz
- snaga generatora je 3 500 kW (3,5 MW) po jedinici

Turbine i električni generatori su zaštićeni limenim kućištem zatvorenim sa svih strana. Prostor u kojem su smješteni plinska turbina i električni generator su odjeljeni plinotjесnom pregradom tako da je u jednom dijelu plinska turbina sa mješačem plina i zraka, a na drugoj strani električni generator s reduktorom (slika 22.)



Slika 20 Prikaz energane [14]

Zaštitu od požara u prostoru turbina i generatora čini stabilni sustav za gašenje požara koji se sastoji od: vatrodojavnog sustava (sustav za dojavu i aktiviranje gašenja) i sustav za gašenje požara pomoću CO₂. Iako su plinska turbina i generator električne energije odvojeni plinotjесnom pregradom razina zaštite je identična. Sustav na svakoj jedinici ima 4 boce CO₂, od kojih dvije štite turbinski prostor, a dvije generatorski prostor. U unutarnjem prostoru je instalirano osam komada termomaksimalnih javljača tipa Fenwal 325 F koji aktiviraju uređaj, a aktivacija je moguća i daljinski preko ručnog javljača, te preko tipkala instaliranog s vanjske strane zaštitne oplata. [12] Na slici 23. prikazana su tipkala za aktiviranje sustava gašenja požara.



Slika 21. Prikaz tipkala za aktivaciju sustava za gašenje požara sa CO₂ [14]

Na vratima je instaliran mikroprekidač koji služi za sprečavanje aktiviranja sustava ukoliko su vrata otvorena. Za pravilan rad sustava u slučaju požara kako bi se spriječilo istjecanje CO₂ iz štíćenog prostora ugrađena je automatska zaklopka u ventilacijskom kanalu turbinskog i generatorskog prostora kao i rebrenica sa strane generatorskog prostora koje se zatvaraju u slučaju aktivacije sustava. Blokada i rad centrale povezani su sa centralnim sustavom a koriste se za blokiranje aktivacije generatora u slučaju servisa ili drugih radova na sustavu za dobivanje električne energije.

5.2.5 Sustav za gašenje požara zagrijača ulja H701 A

Zagrijač ulja H 701 A štiti se stabilnim sustavom za gašenje inertnim plinom dušikom. Inertizacija ložišta i dimnjaka zagrijača se vrši dovođenjem dušika u ložište ukoliko dođe do gorenja ulja u ložištu. Instalacija je priključena preko sustava cjevovoda na

spremnik dušika V 901 C zapremine 200 m³, s radnim tlakom od 13 do 17 bara. Aktivacija gašenja moguća je jedino ručno otvaranjem ventila VD-H701 A1, VD-H701-A2 i VD-H701-A3. Zbog različitog protoka sirovine dolazi do prekida u radu, te promjene temperature u zagrijaču što s vremenom zbog zamora materijala može dovesti do pucanja plamenih cijevi i prodora ulja u ložište. Indikacija prodora ulja se vrši vizualno. Gašenje se vrši dušikom koji se od V901 C do H701 A transportira cjevovodom 2" u dužini od 450 m, a zatim preko redukcijskog ventla i cijevi od 1" u ložište.

Tehnički podatci: $V_{ulja} = 7\text{ m}^3$, $t_{\text{Termano130}} = 170 - 230\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{plamišta ulja}} = 210\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{oN} = 200\text{ m}^3$, $P = 13 - 17\text{ bara}$ i $l_{\text{cjevovoda}} = 450\text{ m}$. [12]

5.2.6. Sustav za gašenje požara zagrijača ulja H701 B

Instalacija projektirana za gašenje zagrijača ulja H-701B vodenom parom, priključena je preko sistema parovoda na dva kotla pare smještenih u kotlovnici. Tehničke karakteristike: $V_{ulja} = 5,7\text{ m}^3$, $T_{\text{spremnika ulja}} = \text{cca } 700\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Proizvodnja vodene pare 3,5 t/h: $p = 6,1\text{ bar}$, $t = 140\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $v = 0,51\text{ m}^3/\text{kg}$. [12]

Zaštita od požara koncipirana je na principu ugušenja požara vodenom parom, za što je potrebno 1,3 kg vodene pare/m³ šticeonog prostora. Gašenje se aktivira ručno putem označenog ventila za puštanje pare, te dvije cijevi od 2", koje u zagrijač ulaze s dvije strane i reduciraju se na 3/4", a završavaju na četiri sapnice. Na cijevi prije ulaza u zagrijač ugrađen je drenažni ventil.

5.2.5 Opskrba vodom i sustav vanjske i unutarnje hidrantske mreže

Da bi sustavi za gašenje požara radili ispravno potrebna im je kontinuirana i stabilna opskrba vodom. Opskrba vodom objekata frakcionacije Ivanić Grad se vrši preko vodocrpne stanice Dubrovčak I i II na Savi. Od vodoopskrbne stanice do industrijskog kruga postoji cjevovod NO 10", te se u industrijskom krugu dalje preko cjevovoda NO8"

puni spremnik vode oznake TK 803 zapremine 2000 m³. (slika 24.) Pokraj spremnika vode nalazi se pumpna stanica postrojenja iz navedene izlazi cjevovod NO 10“ prema postrojenju. Voda iz spremnika koristi se za zaštitu od požara i za tehnološke svrhe.



Slika 22. Prikaz spremnika za vodu [14]

U pumpnoj stanici nalazi se pet pumpi za vodu pokretanih elektromotorom. Dvije pumpe su tehnološke koje služe za održavanje tlaka u hidrantskoj mreži i tehnološkom vodu, a mogu zadovoljiti kapacitete za gašenje manje zahtjevnih požara. „Vatrogasne pumpe“ odnosno pumpe za gašenje požara su preostale tri od kojih su dvije za pogon a jedna za rezervu u slučaju kvara na radnim pumpama. Pumpe za gašenje požara imaju usisni vod 20“, a njihov tlačni vod je 16“ dok je kod tehnoloških pumpi usisni vod 6“, a tlačni vod 4“. Priključak jednih i drugih na hidrantsku mrežu je 10“. Recirkulacija je 2“ i 3“. U slučaju havarije na spremniku ili kvara koji bi onemogućio dobavu vode iz istoga postoji pomoćni poluukopani spremnik vode kapacitete 600 m³ („vatrogasni bazen“) koji se puni odvojkom industrijskog cjevovoda 8“ ili iz gradske mreže cjevovodom 4“ dobava se vrši putem diesel agregata. Kao treće u slučaju da zakažu oba izvora vode moguća je opskrba vode iz ribnjaka „Bajer“ koji su odmah do

postrojenja a veličine su 3,5 hektara. (slika 25. prikaz poluukopanog spremnika vode, slika 26. prikaz ribnjaka „Bajer“). Dobava vode iz pomoćnih spremnika vrši se putem diesel agregata.



Slika 23 Prikaz poluukopanog spremnika za vodu [14]



Slika 26. Prikaz ribnjaka "Bajer", [21]

Podatci o tehnološkim pumpama i pumpama za gašenje požara koje se nalaze u pumpnoj stanici. U tablici 9. navedene su karakteristike tehnoloških pumpi.

Tablica 9. Karakteristike tehnoloških pumpi [12]

Karakteristike tehnoloških pumpi	
Oznaka	PM 805A i PM 806B
Karakteristike	Q= 37m ³ /h, H= 72mVs
Pogonski motor	Elektični
Protok (l/s)	10,27
Tlak (bar)	7,2
Automatsko/ručno uključanje	Da

U kontrolnoj sali uz mogućnost manipulacije pumpama, moguć je uvid u nivo vode u spremniku vode i tlak u hidrantskoj mreži. Karakteristike pumpi za gašenje požara navedene su u tablici 10.

Tablica 10. Karakteristike pumpi za gašenje požara [12]

Karakteristike pumpi za gašenje požara	
Oznaka	PM 806A, PM 806B, PM 806C
Karakteristike	Q= 475m ³ /h, H= 105mVs
Pogonski motor	Električni
Protok (l/s)	132
Tlak (bar)	10,5
Automatsko uključivanje	4,5 bara
Ručno uključivanje	Da

Iako pumpe za gašenje požara imaju napajanje iz dva izvora električne energije iz vlastite proizvodnje plinske turbine i vanjska mreža, ukoliko zakažu oba izvora pomoćno rješenje je diesel agregat. (tablica 11.)

Tablica 11. Karakteristike diesel agregata [12]

Karakteristike diesel agregata	
Proizvođač diesel agregata	Torpedo
Proizvođač pumpe	Jugoturbina
Pogonski motor	diesel
Protok (l/s)	80
Tlak (bar)	11
Automatsko/Ručno uključivanje	Da

Kapaciteti izvora vode i Q-H karakteristika pumpi su znatno iznad zahtjevanih pa tako postoji rezerva u smislu nadogradnje i unapređenja sustava za gašenje i hlađenje. Na slici 27, prikazan je pomoćni diesel agregat.



Slika 24 Prikaz rezervnog diesel agregata [14]

Hidrantska mreža na OFIG-u je izvedena kao prstenasta hidrantska mreža. Spojena je preko zasunskih okana tako da se može sekcijski zatvoriti samo njen pojedini dio i time razdvajanje mreže u slučaju puknuća ili popravaka. Cjevovodi mreže su promjera 200 i 250 mm. Postrojenje broji 71 nadzemni hidrant s pripdajućim hidrantskim ormarićima. Raspoloživi tlak u hidrantskoj mreži iznosi 10,3 bara, dinamički tlak pri dva otvorena hidranta i hlađenju grupe spremnika V 903ABC, mjereno na hidrantu mlaznicom promjerom usnaca 16 mm iznosi 8,5 bara što je ekvivalentno $Q = 473$ l/min odnosno na dva hidranta 946 l/min protoka. Dinamički tlak pri dva otvorena hidranta i hlađenju grupe spremnika V 902 A, mjereno na hidrantu sa mlaznicom usnaca 16 mm iznosi 9,5 bara što je ekvivalentno $Q = 502$ l/min odnosno a dva hidranta 1004 l/min protoka. Dinamički tlak pri dva otvorena hidranta i hlađenju grupe spremnika G1 – G7, mjereno na hidrantu sa mlaznicom usnaca 16 mm iznosi 7,7 bara što je ekvivalentno $Q=467$ l/min odnosno a dva hidranta 934 l/min protoka. Hidranti su s izlaznim

priključcima 2x75 (B) i 1x110 (A). Svi hidranti su uočljivi, propisno obojeni i označeni, te je oko njih slobodan radni prostor i nesmetani pristup istima. U tablici 12. navedene su karakteristike nadzemnih hidranata.

Tablica 12. Karakteristike nadzemnih hidranata [12]

Karakteristike nadzemnih hidranata	
Proizvođač	MIV Varaždin, IMP Livar
Tip	Barok-A/2B, NH LS100 A/2B, NO 100/2B
Priključak	NO 100
Nazivni tlak	16 bara

Pokraj hidranata su pripadajući hidrantski ormarići opremljeni propisanom opremom. (slika 28.) Hidrantski ormarići oznaka PO 27, 28, 39, 40 i ZH 12, 13, 14 i 15 opremljeni su dodatnom opremom, a gašenje pjenom i dodatnom količinom pjenuša.

Nadzemni hidranti s pripadajućim hidrantskim ormarićima razmješteni su sukladno projektu.



Slika 28. Prikaz hidrantskog ormarića [14]

Hidranti su raspoređeni tako da okružuju spremnike a od spremnika udaljeni najmanje 25 metara, te jedan od drugoga 50 m, osim oko pratećih objekata gdje udaljenost hidranata mora biti 5 do 20 metara. Uz hidrante na hidrantsku mrežu spojeni su i bacači vode koji također štite postojenje. Bacačima se upravlja ručno pomoću mehanizma s zupčanicima. Bacači su opremljeni drenažnim ventilom kako bi se spriječilo smrzavanje u zimskim uvjetima, te imaju mogućnost operativnog rada 360° horizontalno s horizontalnim dometom 60 metara i visinskim dometom 40 metara kod udaljenosti 30 metara i radnim tlakom 10 bara. Bacači su proizvođača Rosenbauer i Vatrosprem protoka 1660 do 2000 l/min pri radnom tlaku 10 bara.

Unutarnja hidrantska mreža je spojena na vanjsku hidrantsku mrežu cijevima promjera 80 mm i koristi istu dobavu voda kao i vanjska mreža. Unutarnja hidrantska mreža ima ukupno 9 zidnih hidranata s ormarićima a raspoređeni su: 1 u parnoj kotlovnici, 3 u restoranu i 6 u kontrolnoj zgradi.

5.2.6 Stabilni sustav za hlađenje spremnika auto i vagon pretakalište raspršenom vodom (drencher sustav)

Auto punilište

Stabilni sustav s raspršenom vodom štiti auto pretakalište i parkirane auto cisterne prilikom punjenja, a isti je spojen na hidrantsku mrežu preko koje se vrši dobava vode za isti. Ispod nadstrešnice ugrađena je horizontalna cijev No 3“ te iz nje se vertikalno spuštaju cijevi s mlaznicama raspoređenim tako da pokrivaju cijelu parkirališnu površinu gdje stoji kamion i cisterna prilikom punjenja. Instalacija ima kapacitet od 10 l/min po m² površine svih priključenih cisterni i u trajanju najmanje dva sata, što je sukladno važećim propisima za instalacije s raspršenom vodom. Ukupna količina vode za zaštitu od požara iznosi 500 l/min na ukupnoj šticenoj površini od 50 m². Osim stabilnog sustava s raspršenom vodom za šticeenje navedenog prostora na hidrantskoj mreži ugrađena su i tri nadzemna hidranta No 100 s pripadajućim hidrantskim ormarićima i opremom.

Aktiviranje sustava moguće je putem sklopke za aktiviranje koja se nalazi na stupu kod telefonskog aparata i manipulativnom osoblju omogućuje brzu aktivaciju ukoliko uoče propuštanje. Aktivacija je moguća i putem tipkala sa zida objekta otpremne stanice, te s panela iz sale kontrole gdje se vodi proces i nadgledaju svi parametri i aktivnosti koje se odvijaju na pogonu. U slučaju kvara na upravljačkoj instalaciji moguća je i ručna aktivacija sustava ručno putem zaobilaznog voda „by-pass“. Aktiviranjem sklopke ili tipkala stabilnog sustava za zaštitu od požara automatski dolazi do prestanka punjenja autocisterni, pumpe prestaju s radom i automatski se zatvaraju zasuni na vodu za punjenje autocisterni. U zasunskom oknu nalazi se elektromagnetski ventil koji u kombinaciji s pneumatskim ventilom nakon dobivenog signala pušta sustav u rad. Prije i poslije pneumatskog ventila nalaze se ručni ventili koji služe zbog potreba servisiranja pneumatskog ventila a u normalno radu su stalno u otvorenom položaju te funkciju otvaranja/zatvaranja obavlja pneumatski ventil. U slučaju kvara ili zatajenja upravljačkog ventila postoji zaobilazni vod „by-pass“ koj se otvara ručno u zasunskom oknu. Na slici 29. prikazan je drencher stabilni sustav za gašenje požara na auto punilištu.



Slika 25 Prikaz drencher sustava auto punilište [14]

Vagon pretakalište

Stabilni sustav s raspršenom vodom štiti vagon pretakalište i parkirane vagon cisterne prilikom punjenja, a isti je spojen na hidrantsku mrežu preko koje se vrši dobava vode za isti. Ispod nadstrešnice na oba kolosjeka ugrađena je horizontalna cijev No 2" te iz nje se vertikalno spuštaju cijevi s mlaznicama raspoređenim tako da pokrivaju cijelu kompoziciju vagon cisterni koje se pune s obje strane vagon pretakališta, odnosno oba kolosjeka. Instalacija ima kapacitet od 10 l/min po m² površine svih priključenih cisterni i u trajanju najmanje dva sata, što je sukladno važećim propisima za instalacije s raspršenom vodom. Osim stabilnog sustava s raspršenom vodom za štíćenje navedenog prostora na hidrantskoj mreži ugrađena su i dva nadzemna hidranta NO 100 s pripadajućim hidrantskim ormarićima i opremom. Ukupna projektirana količina vode za štíćenje vagon pretakališta sa stabilnim sustavom i dva hidranta iznosi 3600 lit/min što je dovoljno za gašenje jedne cisterne i istovremeno hlađenje tri cisterne.

Aktiviranje sustava moguće je putem tipkala za aktiviranje smještenog na stupu pokraj kućice za manipulativno osoblje udaljeno približno tridesetak metara od zadnje vagon cisterne što je van zone opasnosti, te s panela iz sale kontrole gdje se vodi proces i nadgledaju svi parametri i aktivnosti koje se odvijaju na pogonu. U slučaju kvara na upravljačkoj instalaciji moguća je i ručna aktivacija sustava ručno putem zaobilaznog voda „by-pass“. Aktiviranjem tipkala stabilnog sustava za zaštitu od požara automatski dolazi do prestanka punjenja vagon cisterni, pumpe prestaju s radom i automatski se zatvaraju zasuni na vodu za punjenje vagon cisterni. U zasunskom oknu nalazi se elektromagnetski ventil koji u kombinaciji s pneumatskim ventilom nakon dobivenog signala pušta sustav u rad. Prije i poslije pneumatskog ventila nalaze se ručni ventili koji služe zbog potreba servisiranja pneumatskog ventila a u normalnom radu su stalno u otvorenom položaju te funkciju otvaranja/zatvaranja obavlja pneumatski ventil. U slučaju kvara ili zatajenja upravljačkog ventila postoji zaobilazni vod „by-pass“ koj se otvara ručno u zasunskom oknu. Na slici 30. prikazan je drencher stabilni sustav na auto punilištu.



Slika 30. Drencher stabilni sustav na vagon pretakalištu i tipkala za aktivaciju sustava
[14]

Spremnici zona 900 i G spremnici

Spremnici su postavljeni u grupe te je potrebno štiti ih kako grupe. Količina vode prema važećim propisima potrebna za zaštitu iznosi 10 l/min po m² tlocrtne površine u trajanju najmanje 2 sata. Tlak na najnepovoljnijoj mlaznici treba izositi 3,5 bara. Stabilni sustavi za šticeenje nadzemnih spremnika raspršenom vodom spojeni su na hidrantsku mrežu preko koje se vrši dobava vode. Iznad spremnika je izgrađen cijevni prsten No2“ iz kojeg izlaze cjevi s mlaznicama za raspršenu vodu. U zoni 900 (901,092,903) za sve grupe spremnika aktiviranje sustava moguće je putem sklopke za aktiviranje smještenog na stupu pokraj ceste (spremnici 901, 12 spremnika – 4 grupe, spremnici

902, 10 spremnika – 4 grupe, spremnici 903, 3 spremnika 1 grupa) koja okružuje spremnički prostor približno tridesetak metara od ruba spremnika što je van zone opasnosti, te s panela iz sale kontrole gdje se vodi proces i nadgledaju svi parametri i aktivnosti koje se odvijaju na pogonu. Svaku od navedenih grupa moguće je zasebno aktivirati ali i sve zajedno. U slučaju kvara na upravljačkoj instalaciji moguća je i ručna aktivacija sustava ručno putem zaobilaznog voda „by-pass“. U zasunskom oknu nalazi se elektromagnetski ventil koji u kombinaciji s pneumatskim ventilom nakon dobivenog signala pušta sustav u rad. Prije i poslije pneumatskog ventila nalaze se ručni ventili koji služe zbog potreba servisiranja pneumatskog ventila a u normalnom radu su stalno u otvorenom položaju te funkciju otvaranja/zatvaranja obavlja pneumatski ventil. U slučaju kvara ili zatajenja upravljačkog ventila postoji zaobilazni vod „by-pass“ koji se otvara ručno u zasunskom oknu. Stabilni sustav za hlađenje na grupi spremnika G 1-7 moguće je aktivirati jedino ručno iz zasunskog okna. Također uz glavni ventil postoji i zaobilazni vod „by-pass“ tako da je aktivacija sustava moguća i u slučaju kvara na glavnom ventilu. Na slici 31. prikazano je zasunsko okno s aktivacijskim uređajem stabilnog sustava s raspršenom vodom.



Slika 26 Zasunsko okno s aktivacijskim uređajem stabilnog sustava s raspršenom vodom (drencher) [14]

Spremniki prostor V 901, V 902, V 903 i G 1-7 štíčen je stabilnim sustavom s raspršenom vodom (drencher) (slika 32.). U tablici 13. navedeni su tehnički podatci o mlaznicama na spremnicima.



Slika 32. Štićeni spremnički prostor [14]

Tablica 133. Tehnički podatci o mlaznicama na spremnicima [12]

Spremnici	V - 901 A - L
Tip mlaznice	KVM 5
Kapacitet mlaznice	28 l/min pri p=5bara
Broj mlaznica na jednom spremniku	44 kom
Spremnici	V – 902 A - J
Tip mlaznice	KVM 5
Kapacitet mlaznice	28 l/min pri p=5bara
Broj mlaznica na jednom spremniku	44 kom
Spremnici	V – 903 A - C
Tip mlaznice	KVM 5
Kapacitet mlaznice	28 l/min pri p=5bara
Broj mlaznica na jednom spremniku	44 kom
Spremnici	G 1 - 7
Tip mlaznice	EM – H1
Kapacitet mlaznice	22 l/min pri p=3,5 bara
Broj mlaznica na jednom spremniku	46 kom

Spremnici TK 903 i G 10 - 14

Hlađenje plašta na spremnicima G 10 – 14 i TK 903 vrši se stabilnim sustavom s raspršenom vodom (drencher). Na spremnicima G 10 – 14 aktivacija sustava hlađenja plašta aktivira se ručno u zasunskom oknu. Također uz glavni ventil postoji i zaobilazni vod „by-pass“ tako da je aktivacija sustava moguća i u slučaju kvara na glavnom ventilu. Aktiviranje stabilnog sustava s raspršenom vodom moguće je putem sklopke za aktiviranje na zidu pokraj energane , te s panela iz sale kontrole gdje se vodi proces i nadgledaju svi parametri i aktivnosti koje se odvijaju na pogonu. U slučaju kvara na upravljačkoj instalaciji moguća je i ručna aktivacija sustava putem zaobilaznog voda „by-pass“. U zasunskom oknu nalazi se elektromagnetski ventil koji u kombinaciji s pneumatskim ventilom nakon dobivenog signala pušta sustav u rad. Prije i poslije pneumatskog ventila nalaze se ručni ventili koji služe zbog potreba servisiranja pneumatskog ventila, a u normalnom radu su stalno u otvorenom položaju te funkciju otvaranja/zatvaranja obavlja pneumatski ventil. U slučaju kvara ili zatajenja upravljačkog ventila postoji zaobilazni vod „by-pass“ koj se otvara ručno u zasunskom oknu. U tablici 14. navedene su karakteristike sustava za gašenje i hlađenje.

Tablica 14. Karakteristike sustava za gašenje i hlađenje [12]

Oznaka spremnika	TK - 903	G-10 i G-11	G-10 do G-14
Tip mlaznice krov plašt	KVM-5 KUVM-4,5	KVM-5 KUVM-4,5	KVM-5 KUVM-4,5
Broj mlaznica krov plašt	3 22	7 11	5 10
Kapacitet mlaznica krov plašt	28 l/min kod p = 3,5 bara 22 l/min kod p = 3,5 bara		
Tip komore	KP-17	KP-9	KP-9
Broj komora	1	1	1
Kapacitet komora (5 bara)	500 l/min	400 l/min	400 l/min

Obzirom da su spremnici G 10 -14 i TK 903 (slika 33.) spremnici za tekućine, gašenje spremnika i pripadajućih tankvana vrši se stabilnim sustavom za gašenje s pjenom. Sustav za pripremu mješavine vode i pjenila sastoji se od atmosferskog spremnika s pjenilom i mješačem pjenila s vodenom pumpom. Postoji mogućnost smanjivanja postotka pjenila sa 3% na 1%.



Slika 27 Prikaz spremnika TK 903 [14]

Sustav za pripremu mješavine pjenila i vode sastoji se od: [22]

- spremnika volumena 4000 litara za pjenilo
- skid s mješačem pjenila i
- cjevovod sa zonskim ventilima

Spremnik s pjenilom je volumena 4000 litara promjera 1600 mm atmosferske izvedbe okomitog položaja. Pjenilo u spremniku je tipa FOMTEC ARC 3X3 namijenjeno za gašenje ugljikovodičnih goriva razreda B, kompatibilno s svim suhim kemijskim prahom.

Karakteristike mješača pjenila s vodenim motorom su: [22]

- protok min 250 l/min – max 2500 l/min
- max. tlak 16 bara
- radna temperatura min. 5°C – max. 50°C
- mješavina 3% (s mogućnošću regulacije 1%)
- materijal aluminij, nehrđajući čelik 303, 316ti, POM, PVDF, NBR, mesing, PTFE
- priključak za vodu 3“, ženski navoj, BSP
- priključak za pjenilo 1/4“, ženski navoj, BSP

Aktivacija sustava za gašenje spremnika i tankavane TK 903 moguće je aktivirati automatski iz sale kontrole gdje se vodi proces i nadgledaju svi parametri i aktivnosti koje se odvijaju na pogonu i ručno iz vatrogasnice, dok za spremnike G 10 – 14 aktiviranje sustava gašenja spremnika i tankvana se aktivira ručno iz vatrogasnice. (slika 34.)



Slika 28 Prikaz sustava za gašenje TK 903, G 10-14 u vatrogasnici [14]

Poslodavac je dužan građevine namjenjene za rad održavati u stanju koje ne ugrožava sigurnost i zdravlje radnika i ispitivati pojedine vrste instalacija u rokovima utvrđenim tehničkim propisima. Stabilni sustavi za gašenje i hlađenje raspršenom vodom se funkcionalno ispituju jednom mjesečno od strane vatrogasaca na pogonu o čemu se vodi evidencija, te u slučaju neispravnosti sustava se obavještava preventivna osoba zaštite od požara i voditelj pogona koji dalje poduzimaju mjere u svrhu otklanjanja nedostataka angažiranjem ovlaštene tvrtke. Sukladno Pravilniku o provjeri stabilnih sustava zaštite od požara u slučaju izgradnje novog sustava ili rekonstrukcije na postojećem prvo ispitivanje sustava obavljaju pravne osobe ovlaštene od MUP-a koje nisu proizvele, uvezle, projektirale, ugradile itd., odnosno nisu vlasnici niti korisnici sustava. Sukladno navedenom pravilniku na OFIG-u se vrši periodičko ispitivanje sustava koje obavljaju pravne osobe ovlaštene od MUP-a za obavljanje poslova ispitivanja ispravnosti sustava i o tome postoje pisani dokazi u obliku izdanog Uvjerenja o ispravnosti sustava i Zapisnika o izvršenoj provjeri ispravnosti sustava. Svi postojeći sustavi na Objekima frakcionacije Ivanić Grad su ispravni i imaju važeću dokumentaciju koja to potvrđuje.

7. ZAKLJUČAK

Na objektima za preradu nafte i plina nalaze se velike količine zapaljivih tvari što predstavlja veliku opasnost od požara i eksplozija. Korištenjem preventivnih mjera, stabilnih sustava za dojavu, gašenje požara i vatrogasnih dežurstava postiže se zadovoljavajuća razina zaštite od požara

U naftnoj industriji u spremnicima skladište se velike količine nafte i naftnih derivata što predstavlja veliku opasnost i veliki izazov za gasitelje u slučaju požara. Konstrukcija i način rada drencher sustava za gašenje požara omogućuju brzo djelovanje i zaštitu po cijelom šticienom prostoru zbog čega je drencher sustav izrazito dobra zaštita od požara. Spremnički prostori pretežno su napravljeni od više spremnika poredanih jednog uz drugi te tu drencher sustav služi i za sprečavanje prelaska požara na susjedne spremnike.

Stabilni drencher sustav za gašenje požara smanjuje ozljede jer pokriva ponekad i teže pristupačna mjesta pa vatrogasci u slučajevima gašenja požara ne moraju biti u neposrednoj blizini opožarenog objekta. Svojim brzim djelovanjem smanjuje i materijalnu štetu jer uz funkciju gašenja ima i funkciju zaštite objekata.

Za pravilno funkcioniranje drencher sustava potrebno je održavanje sukladno uputama proizvođača i funkcionalno ispitivanje sukladno zakonskoj regulativi. Servis odnosno popravke sustava smije vršiti isključivo ovlaštena osoba.

Na objektima frakcionacije Ivanić Grad vizualnim pregledom i mjesečnim probama drencher stabilnog sustava za gašenje požara, utvrđeno je da na pojedinim mjestima dolazi do smanjene funkcije mlaznica zbog pojave unutarnje korozije izazvane višegodišnjom izloženosti vremenskim uvjetima. Preporučuje se zamjena cjevologije starijih dijelova sustava novom cjevologijom zaštićenom od korozije (nehrđajući čelik ili neka druga primjerena razina zaštite od korozije).

8. LITERATURA

- [1] **Grupa autora**, Osnove tehnologije proizvodnje, sabiranja i transporta nafte i plina, INA Industrija nafte d.d., Naftaplin zagreb – za internu uporabu
- [2] Wikipedija, Nafta, <https://hr.wikipedia.org/wiki/Nafta>, pristupljeno 21.07.2019.
- [3] YouTube, Hrvatski radio, Povijest nafte do 1945 godine
<https://www.youtube.com/watch?v=kp7FJkl6Me0>, pristupljeno 21.07.2019.
- [4] Wikipedija, Rafinerija Nafte, https://hr.wikipedia.org/wiki/Rafinerija_nafte, pristupljeno 25.07.2019.
- [5] Večernji list, Bušotine u Jadranskom moru, <https://www.vecernji.hr/vijesti/istina-o-busotinama-u-jadranskom-moru-993652>, pristupljeno 21.07.2019.
- [6] INA d.d., Istraživanje nafte i plina, <https://www.ina.hr/o-kompaniji/temeljne-djelatnosti/istrazivanje-i-proizvodnja-nafte-i-plina/28>, pristupljeno 10.08.2019.
- [7] Naftalan, jedinstvenost naftalana, <https://www.naftalan.hr/hr/naftalan/jedinstvenost-naftalana/>, pristupljeno 12.08.2019.
- [8] **Grupa autora**, Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočadnika i časnik, Zagreb, Hrvatska vatrogasna zajednica 2006, ISBN 953-6358-16-3
- [9] **Zhou Y., Zhao X., Zhao J., Chen D.**: Research on Fire and Explosion Accidents of Oil Depots, Chemical Engineering Transactions, 51(2016), 163 – 168.
- [10] **Chag J. I., & Lin C. C.**: A study of storage tank accidents, Journal of loss prevention in the process industries, 19(1), (2006.), 51 -59
- [11] Slobodna Dalmacija, Požar u Rafineriji nafte Sisak,
<https://slobodnadalmacija.hr/novosti/crna-kronika/clanak/id/135707/pozar-u-rafineriji-sisku-vise-od-tri-sata-prijetila-katastrofa-cetiri-vatrogasca-ozlijeena-foto-video#&gid=null&pid=9>, pristupljeno 20.08.2019
- [12] Usklađenje Procjene ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije Sektor proizvodnje i razrade plina za J Europu, Proizvodna jedinica Procesi OFIG, 2015.
- [13] Pravilnik o hidrantskoj mreži za gašenje požara (N.N 008/2006)
- [14] Slika vlastiti izvor

[15] FM 200,

http://d&bih=786&biw=1600&q=stabilni%20sustav%20za%20ga%C5%A1enje%20c%20slike&ved=0ahUKEwiN_fyW_KLkAhVI_CoKHcloD8YQMwhLKAwwDA&iact=mr c&uact=8#h=135&imgdii=nMkNalkredBgWM:&vet=10ahUKEwiN_fyW_KLkAhVI_CoKHcloD8YQMwhLKAwwDA..i&w=247, pristupljeno 12.08.2019.

[16] **Todorovski Đ.**: Kolegij „*Sustav vatrodjave i gašenje*“, PowerPoint prezentacija, i predavanja Veleučilište u Karlovcu, 2019.

[17] Preventa d.o.o. Ispitivanje stabilnih sustava za gašenje ugljičnim dioksidom, <https://preventa.hr/ispitivanje-sustava-za-gasenje-pozara-ugljicnim-dioksidom.html>, pristupljeno 12.08.2019.

[18] Tehnoplam, protupožarni i sustavi tehničke zaštite, <https://www.mojkvart.hr/Zagreb/Voltino/Sigurnost-zastita-naradu/TEHNOPLAM-sustavi-tehnicke-zastite/Sprinkler-sustav-S1791>, pristupljeno 12.08.2019

[19] Pravilnik o vatrogasnim aparatima (N.N 101/2011)

[20] Pravilnik o sustavima za dojavu požara (N.N.,br.:56/99

[21] Google Maps, prikaz područja ribnjaka „Bajer“

<https://www.google.hr/maps/place/Ivani%C4%87+Grad/@45.7196606,16.3985324,17.25z/data=!4m5!3m4!1s0x47665fbddc1d410b:0x400ad50862bb640!8m2!3d45.7071022!4d16.3959765>, pristupljeno 26.08.2019

[22] Strojarski projekt 028-2017-GL

9. PRILOZI

9.1 Popis korištenih simbola (krativa)

POPIS SIMBOLA	(KORIŠTENIH KRATICA)
CO ₂	Ugljik dioksid
H ₂ S	Vodik sulfid
RH	Republika Hrvatska
Razred požara B	Razred požara koji obuhvaća gorenje tekućina
Razred požara C	Razred požara koji obuhvaća gorenje plinova
N ₂	Dušik
OFIG	Objekti frakcionacije Ivanić Grad
OPPM	Objekti prerade plina Molve
DGE	Donja granica eksplozivnosti
GGE	Gornja granica eksplozivnosti
PVP	Profesionalana vatrogasna postrojba
MUP	Ministarstvo unutarnjih poslova
By pass	Zaobilazni – pomoćni vod
ZNR	Zaštita na radu
ZOP	Zaštita od požara
UNP	Ukapljeni naftni plin
l	Litra
JVP	Javna vatrogasna postrojba
Aparat P	Vatrogasni aparat za početno gašenje pod stalnim tlakom
Aparat S	Vatrogasni aparat s bočicom
„S“	Uređaji u protueksplozijskoj izvedbi
UPS	Uninterruptible power supply – neprekidni izvor napajanja

9.2 Popis slika

Slika 1. Borba grčkih brodova	3
Slika 2. Prikaz bušeće naftne platforme	5
Slika 3. Podizanje nafte dubinskim sisaljkaama	6
Slika 4. Nadzemni spremnik s čvrstim krovom	8
Slika 5. Broj nesreća	11
Slika 6. Požar u Rafineriji nafte Sisak	13
Slika 7. Hidranti i hidrantski ormarići	15
Slika 8. Prikaz bacača vode	16
Slika 9. Samooscilirajući stabilni bacač pjene	17

Slika 10 Primjer stabilnog sustava za gašenje požara FM 200,	18
Slika 11. Prikaz stabilnog sustava za gašenje CO ₂	19
Slika 12. Drencher uređaj za aktivaciju,	20
Slika 13. Primjer preaction sprinkler sustava	23
Slika 14. Drencher sustav na valjkastim spremnicima	24
Slika 15. Primjer drencher mlaznice	25
Slika 16. Shema drencher sustava	26
Slika 17. Primjer poluukopanog spremnika za vodu	26
Slika 20. Prikaz mjerne glave	33
Slika 21. Primjer ručnog dojavnika,	35
Slika 22. Prikaz energane	37
Slika 23. Prikaz tipkala za aktivaciju sustava za gašenje požara sa CO ₂ [14]	38
Slika 24. Prikaz spremnika za vodu	40
Slika 25. Prikaz poluukopanog spremnika za vodu	41
Slika 27. Prikaz rezervnog diesel agregata	43
Slika 29. Prikaz drencher sustava auto punilište	46
Slika 31. Zasunsko okno s aktivacijskim uređajem stabilnog sustava s raspršenom vodom (drencher)	49
Slika 33. Prikaz spremnika TK 903	52
Slika 34. Prikaz sustava za gašenje TK 903, G 10-14 u vatrogasnici	53

9.3 Popis tablica

Tablica 1. Broj žrtava u nesrećama u naftnoj industriji u Kini.....	11
Tablica 2 Najopasnija područja.....	12
Tablica 3. Broj nesreća u svijetu.....	12
Tablica 4. Broj nesreća prema mjestu nastanka.....	13
Tablica 5. Prikaz temperatura aktivacije ampula prema bojama	22
Tablica 6. Prikaz temperatura aktiviranjatopivih elemenata prema bojama	22
Tablica 7. Prikaz mjernih mjesta za zapaljive plinove i pare	33

Tablica 8. Rapored javljača po štíćenim objektima	36
Tablica 9. Karakteristike tehnoloških pumpi.....	42
Tablica 10. Karakteristike pumpi za gašenje požara	42
Tablica 11. Karakteristike diesel agregata.....	42
Tablica 12. Karakteristike nadzemnih hidranata	44
Tablica 13. Tehnički podatci o mlaznicama na spremnicima	50