

# GAŠENJE POŽARA U NAFTNOJ INDUSTRIJI

---

**Matijaš, Mario**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*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:128:575362>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-17**



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

*Repository / Repozitorij:*

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



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Mario Matijaš

# **GAŠENJE POŽARA U NAFTNOJ INDUSTRIJI**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2023.

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

Mario Matijaš

# **FIRE EXTINGUISHING IN THE OIL INDUSTRY**

Final paper

Karlovac, 2023.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Mario Matijaš

# **GAŠENJE POŽARA U NAFTNOJ INDUSTRIJI**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Dr.sc.Snježana Kirin, prof.v.š.

Karlovac, 2023.

## Završni zadatak



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J.Strossmayera 9

HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni / specijalistički studij: Stručni preddiplomski studij Sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita od požara

Karlovac, 2022.

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Mario Matijaš

Matični broj: 0416618050

Naslov: Gašenje požara u naftnoj industriji

Opis zadatka: Upoznati se s osnovnim procesima gorenja, te kako u određenim uvjetima, gorenje prerasta u požar. Kroz jedan dio rada proći ćemo kroz podjelu požara te tako naučiti kako ih razlikovati. Objasniti opasnosti koje mogu dovesti do požara i eksplozija u naftnoj industriji, te koje se mjere zaštite poduzimaju da bi se to spriječilo. Na kraju rada upoznati ćemo se sa sredstvima za gašenje, opremom i vozilima koji se koriste za gašenje požara u naftnoj industriji.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane

.....

.....

.....

Mentor: Dr.sc. Snježana Kirin, prof.v.š.

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

## **PREDGOVOR**

Završavanjem preddiplomskog studija Sigurnost i zaštita, Usmjerenje zaštita od požara ispunjena je jedna od etapa prema cilju obrazovanja i usavršavanja na području zaštite od požara.

Veliko hvala mentorici Dr.sc. Snježani Kirin, prof.v.š. koja se istaknula svojim stručnim pristupom na predavanjima iz više kolegija, te mi tako olakšala izbor mentora za završni rad.

Ovim putem želio bih se zahvaliti djevojci Katarini koja je bila najveća podrška za vrijeme studiranja, te obitelji, prijateljima i kolegama.

Također hvala svim djelatnicima i profesorima Veleučilišta u Karlovcu, kolegama studentima na svakom obliku pomoći tijekom mog studiranja.

Sama ideja za izbor teme došla je od toga da radim kao profesionalni vatrogasac na naftnom terminalu Ina Solin, te se profesionalno bavim zaštitom od požara zapaljivih tekućina.

## SAŽETAK

Da bi lakše razumjeli gašenje požara potrebno je analizirati kako dolazi do gorenja, koje kasnije može prerasti u požar s katastrofalnim posljedicama. Svako gorenje zapravo je primjer oksidacijskog procesa kada se goriva tvar spaja s kisikom iz zraka oksidansom, te dolazi do oslobađanja topline i produkata gorenja. Za gorenje je potrebno da su ispunjena 4 uvjeta, a to su: prisustvo gorive tvari, prisustvo kisika iz zraka, dovoljna količina topline te nesmetano odvijanje lančane reakcije gorenja.

Iz svakog takvog gorenja koje postaje nekontrolirano nastaje požar. Njih dijelimo prema: mjestu nastanka, obujmu i veličini, fazama razvoja te prema vrsti gorive stvari. Te podjele su nam važne da bi znali kako prema određenom požaru reagirati. Koliko nam je ljudstva potrebno, koliko vozila i opreme, a u konačnici s kojim sredstvom za gašenje gasiti požar.

U naftnoj industriji zaštita od požara je jako važan segment iz razloga što je nafta lako zapaljiva tekućina. U postrojenjima gdje su naftne bušotine, rafinerije i skladišta propisano je puno preventivnih mjera zaštite od požara. Za svako tako postrojenje donose se planovi zaštite od požara u kojima su sadržane i druge protupožarne mjere i postupci kojima bi se smanjila mogućnost nastanka požara, a ako do požara dođe da se što prije može ugaziti.

Za gašenje požara u naftnoj industriji upotrebljava se pjena i prah. Pjena je mješavina pjenila, vode i zraka, a na požar djeluje ugušujuće te stvara prekrivač na površini zapaljive tekućine i razdvaja pare tekućine i kisik iz zraka. Prisutan je efekt hlađenja zbog prisustva vode u pjenu. Prahovi za gašenje požara su čestice određenih inertnih i neotrovnih anorganskih soli, koje se pod tlakom izbacuju iz aparata za gašenje u požaru. Prahovi koji se koriste za gašenje zapaljivih tekućina gase samo plamen, gase inhibirajućim učinkom tj. u plamenu prekidaju lančanu reakciju gorenja.

KLJUČNE RIJEČI: požar, gorenje, naftna industrija, prah, pjena

## **SUMMARY**

In order to understand better fire-fighting it is necessary to analyse the process of combustion, that can later lead to fire with the catastrophic consequences. Each combustion is actually an example of process of oxidation when a combustible substance comes into a contact with oxygen from air which is called oxidant, and temperature and products of combustion are being extricated. In order for the combustion to happen, 4 conditions have to be fulfilled and these are: presence of the combustible substance, presence of the oxygen in the air, sufficient amount of the heat and unhindered developing of chain reaction of combustion.

Fire is created from each combustion of that type, that becomes unhinged. We divide them by: place of emergence, volume, size, phases of development and by the type of combustible substance. These divisions are very important to us in order to know how to react to the specific type of fire. How many people we need, how many vehicles, how much equipment, and ultimately what kind of extinguishing media is used for fire-fighting. In petroleum industry, protection from fire is a very important segment because petroleum is very flammable fluid. In facilities where there are oil wells, refineries and warehouses, a lot of preventive measures for fire are being prescribed. For each of these facilities, protection plans are being adopted in which other fire prevention measures and procedures are listed in order to decrease the possibility of emergence of fire, and if it comes to fire, that they can put out a fire as soon as possible. Foam and powder are being used in the petroleum industry to put out a fire. The foam is a mixture of foam concentrates, water and air, and it suffocates fire and it creates a sort of cover on the surface of flammable liquid, and it separates steam from the liquid and oxygen from the air. The effect of cooling is present in this situation because of the presence of water in the foam. Powders for fire-fighting are particles of certain inactive and non-toxic inorganic salts, that are being thrown under pressure from fire extinguisher. Powders that are being used for fire-fighting of flammable liquids put out only a flame, and they put out this flame by inhibiting effect, i. e. they stop the chain reaction of combustion in the flame.

**KEY WORDS:** fire, process of combustion, oil industry, foam, powder



## SADRŽAJ

Završni zadatak.....	I
Predgovor.....	II
Sažetak.....	III
Sadržaj.....	IV
1. UVOD.....	1
1.1. Predmet i cilj rada.....	2
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja.....	2
2. Procesi gorenja	
2.1. Oksidacijski procesi.....	3
2.2. Osnove procesa gorenja.....	4
2.3. Toplina i temperatura.....	6
3. Požar	
3.1. Razredba požara prema mjestu nastanka.....	7
3.2. Razredba požara prema obujmu i veličini.....	7
3.3. Razredba požara prema fazama razvoja.....	8
3.4. Razredba požara prema vrsti gorive tvari.....	10
4. Naftna industrija.....	11
4.1. Nafta.....	11
4.2. Mjere zaštite od požara i eksplozija na naftnim bušotinama.....	11
4.3. Opasnosti od požara i mjere zaštite u rafinerijama.....	13
4.4. Požarne opasnosti prilikom skladištenja nafte i naftnih derivata.....	16

4.5. Zaštita spremnika od požara.....	20
5. Sredstva za gašenje požara u naftnoj industriji.....	26
5.1. Pjena kao sredstvo za gašenje.....	26
5.2. Vrste pjenila.....	27
5.3. Primjena pjene za gašenje.....	29
5.4. Prahovi za gašenje požara.....	32
5.5. Taktička upotreba praha.....	33
6. Vatrogasne armature za pjenu.....	35
6.1. Mješači vode i pjenila.....	35
6.2. Mlaznice za pjenu.....	36
6.3. Bacači vode i pjene.....	37
6.4. Generatori za proizvodnju lake pjene.....	38
7. Vatrogasna vozila koja se koriste za gašenje požara u naftnoj industriji.....	39
7.1. Posebna vatrogasna vozila za gašenje požara vodom i pjenom.....	39
7.2. Posebna vatrogasna vozila za gašenje požara prahom.....	40
8. Zaključak.....	42
9. Literatura.....	44
10. Prilog.....	45



## **1. UVOD**

Središnji pojam ovog rada je nafta. Nafta je smjesa tekućih ugljikovodika akumuliranih u Zemljinoj kori, svijetložute do tamno smeđe boje i neugodna je mirisa. Zbog toga što je nafta lakozapaljiva, pri njenoj eksploataciji, prijevozu ili skladištenju provode se posebne mjere zaštite od požara i eksplozija s kojima ćemo se pobliže upoznati u jednom dijelu ovoga rada.

Kroz rad su obrađene mjere zaštite od požara koje se reguliraju posebnim planovima zaštite od požara, u kojima su propisane protupožarne mjere i postupci, koji sprječavaju opasnost od nastanka požara ili omogućuju gašenje ako do požara dođe. Neke mjere zaštite koje se provode u naftnoj industriji su: ugradnja ventilacije u radne prostore, instaliranje uređaja za dojavu požara, instaliranje stabilni uređaji za gašenje požara te nabavka opreme za gašenje požara.

U središnjem dijelu rada obrađena su sredstva za gašenje koja su najpogodnija za gašenje požara zapaljivih tekućina u naftnoj industriji a to su pjena i posebna vrsta praha.

Veliku ulogu u gašenju požara u naftnoj industriji imaju i vatrogasna vozila za gašenje požara. Ta vozila spadaju u grupu posebnih vatrogasnih vozila i dijelimo ih na ona za gašenje požara vodom i pjenom, prahom ili kombinirana. Glavne značajke tih vozila su da imaju ugrađen sustav za gašenje pjenom ili prahom, a kod kombiniranih vozila je moguće da su oba sustava instalirana u vozilu.

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

Predmet i cilj rada je upoznati se osnovnim procesima gorenja te načini nastajanja gorenja. Također, koji uvjeti moraju biti ispunjeni da bi došlo do gorenja. Poseban naglasak je stavljen na podjelu požara prema mjestu nastanka, obujmu i veličini, fazama razvoja te vrsti gorive tvari. Nadalje, upoznat ćemo se s požarnim opasnostima i mjerama zaštite koje se provode u naftnoj industriji. Sredstva za gašenje požara, armature te vatrogasna vozila obrađena na kraju rada.

## **1.2. Izvor podataka i metoda prikupljanja**

Tijekom izrade završnog rada korištene su domaće stručne knjige, članci te Pravilnik o zapaljivim tekućinama te web izvori. Prikupljanje podataka trajalo je dva mjeseca, uz pomoć internetske tražilice te privatne literature o vatrogastvu.

## 2. PROCESI GORENJA

### 2.1. Oksidacijski procesi

Pod oksidacijskim procesima mislimo na kemijsku reakciju neke tvari s oksidansom, uslijed čega dolazi do oslobađanja topline. Za gorenje kažemo da je jedan od najboljih primjera oksidacije, kada se goriva tvar spaja s kisikom iz zraka kao oksidansom i dolazi do oslobađanja topline i produkata gorenja.<sup>1</sup>

Za oksidanse kažemo da su to tvari koje mogu upaliti gorivu tvar ili podržavaju gorenje, a dijelimo ih na organske i anorganske.

Anorganski oksidansi nisu gorivi ali podržavaju gorenje, prema agregatnom stanju mogu biti plinoviti, tekući ili kruti.

Plinoviti – Kisik –  $O_2$ , Klor –  $Cl_2$

Tekući – Vodikov peroksid –  $H_2O_2$ , Dušična kiselina –  $HNO_3$

Kruti – Kalijev nitrat –  $KNO_3$ , Amonijev nitrat –  $NH_4NO_3$ , Kalijev klorat –  $KClO_3$

Prilikom raspadanja tekućih i krutih oksidansa dobivamo kisik, koji je nosioc gorenja.

Organski oksidansi su organski peroksidi koji podržavaju gorenje ali i sami gore zbog toga što u svom sastavu imaju ugljik i vodik.

Oksidacijski procesi razlikuju se prema brzini kojom se sam proces odvija, u vatrogastvu razlikujemo tihi, burnu i eksplozijsku.

Kod tihe oksidacije sam proces se odvija jako sporo, pri sobnoj temperaturi bez pojave plamena a razvijanje topline je neprimjetno, npr. hrđanje željeza, truljenje nekih organskih tvari.

Burna oksidacija – gorenje je proces koji se odvija jako brzo uz razvijanje velikih količina topline i pojavu svjetlosti (plamena).

---

<sup>1</sup> KARLOVIĆ, V.: Proces i gorenja i gašenja. Zagreb: Ministarstvo unutarnjih poslova RH,

Kod eksplozije dolazi do trenutnog oslobađanja energije, uz naglu eksploziju plinova i para. Razlikujemo tri vrste eksplozije: prasak – brzina se mjeri u cm/s, deflagracija – brzina se mjeri u m/s i detonacija – brzina se mjeri u km/s.

## 2.2. Osnove procesa gorenja

Da bi uopće došlo do gorenja potrebno je da su ispunjena četiri uvjeta:

1. Prisustvo gorive tvari
2. Prisustvo kisika iz zraka ili nekog drugog oksidansa
3. Dovoljna količina topline dovedena zapaljivoj tvari da se postigne temperatura paljenja
4. Nesmetano odvijanje lančanih reakcija gorenja

Uklanjanjem bilo kojeg od uvjeta gorenja zaustavljamo proces gorenja te na tom principu temeljimo učinke gašenja.

Gorive tvari dijelimo na lako gorive tvari i teško gorive tvari. Lako gorive tvari nakon zapaljenja nastavljaju gorjeti (papir, benzin, ulja), a teško gorive tvari nakon zapaljenja ne nastavljaju gorjeti već se gase, gore jedino onda ako im se dovodi toplina iz nekog drugog izvora (plastične mase, gume, debeli komad drveta).

Ako je u zraku manje od 15% kisika većina tvari prestaje gorjeti, što je jednako i granici izdržljivosti čovjeka, dok ispod 10% kisika u zraku za čovjeka nastupa smrt.

Sam proces gorenja uz pojavu plamena odvija se posredstvom lančane reakcije, koja se pojavljuje prilikom gorenja tvari iz A, B i C razreda požara. Tvari iz D razreda požara gore bez prisustva lančanih reakcija gorenja pa tako i plamena, gore samo žarom.<sup>2</sup>

Gorenja se može odvijati na tri načina. Plamenom gore plinovi i pare zapaljivih tekućina, te nastaju samo plinoviti produkti gorenja. Neke krutine koje se rastale u tekućinu gorjet će isto samo plamenom. Plamenom i žarom gore krutine te uz plinovite produkte imamo i kruti ostatak ili žar. Samo žarom gore metali, kao produkt gorenja nemamo plinoviti

---

<sup>2</sup> KARLOVIĆ, V.: Procesi gorenja i gašenja. Zagreb: Ministarstvo unutarnjih poslova RH,

produkt već samo kruti ostatak tj. žar. Kod gorenja žarom nema lančanih reakcija gorenja dok kod prethodnih načina gorenja imamo lančanu reakciju gorenja.

Da bi započeo proces gorenja potrebno je gorivu tvar zagrijati do temperature plamišta ili temperature samozapaljenja. Pod temperaturom plamišta podrazumijeva se najniža temperatura na koju treba neku tvar zagrijati, da bi se iznad nje stvorila koncentracija zapaljivih plinova ili para, u smjesi sa zrakom koju možemo zapaliti s vanjskim izvorom paljenja.

Dok kod temperature samozapaljenja kažemo da je to najniža temperatura na koju treba zagrijati neku tvar u prisustvu zraka i da se ona upali bez vanjskog izvora paljenja. Temperatura samozapaljenja uvijek je viša od temperature plamišta.<sup>3</sup>

Prema uvjetima pod kojima se odvija gorenje, a tu ponajprije mislimo na dostupnu količinu kisika, proces gorenja dijelimo na potpuno gorenje i nepotpuno gorenje. Kod potpunog gorenja prisutna je dovoljna količina zraka (kisika) i nema pojave dima. Plinoviti produkti i kruti ostatak nisu više zapaljivi. Primjere potpunog gorenja vidimo u kontroliranim procesima gorenja (plamenici, ložišta).

Nepotpuno gorenje odvija se uz nedovoljnu količinu zraka (kisika), uz pojavu puno dima. Produkti nastali gorenjem mogu se zapaliti, plinoviti produkti u smjesi sa zrakom eksplozivni su. Primjer nepotpunog gorenja imamo kod požara zatvorenog prostora.

---

<sup>3</sup> KARLOVIĆ, V.: Procesi gorenja i gašenja. Zagreb: Ministarstvo unutarnjih poslova RH,



### **2.3. Toplina i temperatura**

Toplina je energija koja prelazi s jednog tijela na drugo, ona je dio unutarnje energije tijela koja prelazi s tijela više temperature na tijelo niže temperature.

Temperatura nekog sustava izražava intenzitet gibanja atoma i molekula koji se nalaze u tom sustavu.

Postoje tri oblika prijenosa topline, i to:

Kondukcijom, koja se odvija kod krutih materijala, prijenos topline odvija se vibracijom molekula i strujanjem elektrona. Kao primjer možemo navesti, kada metalni dijelovi konstrukcije kao dobri vodiči mogu provoditi toplinu do materijala koji se mogu zapaliti.

Konvekcijom, tu se radi o prijelazu topline s krutine na plin ili tekućinu u kretanju ili obrnuto, a ovisi o tome tko je na višoj odnosno nižoj temperaturi. U požarima primjer konvekcije imamo kada toplinsku energiju plinoviti produkti gorenja prenose na materijal koji nije zahvaćen požarom.

Zračenjem, kada se prijenos topline odvija putem toplinskih zraka. Kod zračenja mora postojati tijelo koje toplinski zrači i tijelo koje toplinsko zračenje prima. Toplinsko zračenje jako je opasno za vatrogasce jer uzrokuje opekotine bez kontakta s vatrom, širi požar tako da zapaljive tvari koje nisu zahvaćene s plamenom zagrije do temperature samozapaljenja.

### **3.POŽAR**

Svako nekontrolirano gorenje u kojem nastaje materijalna šteta ili postoji opasnost za život ljudi, životinja i materijalnih dobara nazivamo požar. Kod požara gorenje može postići velike razmjere i nastaje vatrena stihija koja radi veliku štetu i koju je jako teško zaustaviti. Kao posljedica požara imamo i druge pojave koje kao što su eksplozije, rušenje, pojava otrovnih plinova itd. S gledišta vatrogasnih intervencija sve požare razlikujemo prema mjestu nastanka, prema obujmu i veličini, prema fazama razvoja i prema vrsti gorive tvari.<sup>4</sup>

#### **3.1 Razredba požara prema mjestu nastanka**

Požar u zatvorenom prostoru nazivamo još i unutarnji požar, kako mu i naziv kaže radi se o požaru koji se razvija unutar zatvorenog prostora: zgrada, hala, jedna ili više prostorija zgrade itd. Razvoj takvog požara uvelike ovisi o količini gorive tvari kao i o količini kisika. Karakteristično za takve požare je da mogu tinjati jako dugo zbog nedostatka kisika a zatim uslijed nekakve radnje koja omogućava dotok svježeg zraka dolazi do burnog izgaranja vrućih plinova (plameni udar).

Kod požar koji se razvija na otvorenom prostoru kažemo da se radi o požaru otvorenog prostora. U takve požare svrstavamo požare na tehnološkim postrojenjima na otvorenom prostoru, šumske požare, požare polja, požare otvorenih skladišta, požare na prijevoznim sredstvima i ostale požare. Zbog dovoljne količine kisika kod otvorenih požara dolazi do potpunog izgaranja gorive tvari, a djelovanje vjetra može utjecati na širenje požara tako da se požar ubrzano širi.

#### **3.2.Razredba požara prema obujmu i veličini**

U vatrogastvu podjela požara prema obujmu i veličini dosta je uobičajena, radi se o prostornom obujmu požara i količini gorivog materijala koji je obuhvaćen požarom. Požari se prema veličini dijele na: male, srednje i velike.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> SZABO, N.: Vatrogasna taktika. Biblioteka inženjera sigurnosti. Zagreb 2001.

<sup>5</sup> SZABO, N.: Vatrogasna taktika. Biblioteka inženjera sigurnosti. Zagreb 2001.

Kod malih požara radi se o jako maloj količini gorivog materijala zahvaćenog požarom, većinom su to požari u samoj početnoj fazi razvoja koji se mogu brzo pogasiti ako se odmah počne s gašenjem. Za gašenje se može koristiti priručna sredstva kao što je pokrivač, zemlja, pijesak, kanta s vodom ili ručni aparat za gašenje požara. Male požare možemo gasiti i s jednim „C“ mlazom vode s hidranta. Ovakve požare ne smije se podcijeniti jer ako se ne reagira pravovremeno, lako se može desiti da za posljedicu imaju ljudske žrtve.

Kada je požarom zahvaćena jedna ili više prostorija s većim požarnim opterećenjem tada se radi o srednjem požaru. U srednje požare ubrajamo manje požare na otvorenom prostoru, kod kojih postoji opasnost da se prošire. Da bi se ugasio takav požar potreban je angažman vatrogasne postrojbe koja će za takav požar koristiti dva do tri mlaza vode. Razlika između malog i srednjeg požara je u tome da kod srednjih požara dolazi do većeg oslobađanja topline i produkata gorenja.

Specifičnost kod velikih požara je što osim velikog broja vatrogasnih snaga javlja se i potreba za angažiranjem pripadnika vojske, civilne zaštite i raznih službi kao što su (vodovodna, medicinska, električna itd.). Takvi požari obuhvaćaju čitave objekte, na otvorenom prostoru to su požari velikih skladišta, velikih šumskih površina koji mogu trajati par dana. Za gašenje velikih požara potreban je angažman jako velikog broja vatrogasnih snaga, više vatrogasnih postrojbi te puno vatrogasne tehnike i sredstava za gašenje požara.

### **3.3 Razredba požara prema fazama razvoja**

Podjela požara prema fazama razvoja nastala je na temelju iskustava prilikom praćenja parametara kao što su: veličina i brzine porasta temperature, protoku vremena, količini i vrsti dima. Prema tim parametrima faze razvoja požara podijeljene su na: fazu zapaljenja požara (početna faza), fazu rasta požara (faza razvoja), flashover, faza punog razvoja požara (razbuktna faza) i zgarište požara (faza gašenja).<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> SZABO, N.: Vatrogasna taktika. Biblioteka inženjera sigurnosti. Zagreb 2001.

Prva faza kod razvoja požara koju nazivamo faza zapaljenja, zapravo je vrijeme kada je došlo do zapaljenja, radi se o požaru malog intenziteta kada gore samo stvari koje su zapaljenje.

Nakon faze zapaljenja javlja se faza rasta požara u kojoj dolazi do pojave vrućih požarnih plinova iznad materijala koji gori. Ta faza traje dok u prostoru koji je zahvaćen požarom ima dovoljno materijala koji može gorjeti i dok postoji dotok svježeg zraka u prostor da bi se podržavalo gorenje.

Flashover naziva se još plameni udar ventiliranog zatvorenog prostora, radi se o prijelazu iz faze razvoja u razbuktalu fazu požara i nije uobičajen kod svih požara. U jako kratkom vremenu dolazi do prijelaza iz požara u kojem gori malo gorivog materijala u žarištu požara do požara u kojem gori cijeli gorivi materijal u prostoriji zahvaćenoj požarom.

Definicija flashovera temelji se na visokoj temperaturi unutar određenog požarnog sektora koji je zahvaćen požarom, a koja uzrokuje naglo zapaljenje cjelokupnog gorivog materijala u jako kratkom vremenskom periodu.<sup>7</sup>

Kada je cijeli zapaljivi materijal, unutar nekog prostora zahvaćen požarom, možemo reći da je požar ušao u svoju fazu punog razvoja ili razbuktalu fazu. Tada dolazi do najveće brzine izgaranja, požar se širi jako brzo a temperature su ekstremno velike.

Zadnja faza je faza gašenja, koja nastupa kada gorivi materijal izgori, količina toplinske energije nastala u požaru počne padati, vatra se gasi a temperatura smanjuje. Da ne bi došlo do ponovnog požara zgarište je potrebno dobro pregledati.

### **3.4. Razredba požara prema vrsti gorive tvari**

Požare prema vrsti gorive tvari dijelimo na:

Požari razreda A – požari krutina a podrazumijeva drvo, tekstil, papir, gume, plastične mase. Za gašenje požara razreda A osnovno sredstvo za gašenje je voda koja djeluje ohlađujuće i temperaturu gorive tvari spušta ispod temperature paljenja.

---

<sup>7</sup> SZABO, N.: Vatrogasna taktika. Biblioteka inženjera sigurnosti. Zagreb 2001.

Požari razreda B – požari zapaljivih tekućina u koje spadaju, benzin, eter, lož ulje, diesel gorivo, ulje suncokreta. Požare zapaljivih tekućina gasimo većinom pjenom, ali možemo ih ugaziti i prahom te ugljičnim- dioksidom.

Požari razreda C – zapaljivih plinova kao što su metan, etan, propan, butan, vodik, acetilen. Ukoliko dođe do požara plina trebalo bi zatvoriti ventil te tako ugaziti požar.

Požari razreda D – zapaljivi metali u koje ubrajamo aluminijski, magnezij, natrij, cirkonij, titanij, kalij. Prilikom požara metala javljaju se ekstremno velike temperature pa korištenje vode i ostalih klasičnih sredstava za gašenje nije praktično. Osnovno sredstvo za gašenje je „M“ prah tj. metal prah, specijalna vrsta praha.

Požari razreda F – biljna i životinjska ulja i masti u uređajima za prženje. Za gašenje požara masnoće koristi se sredstvo pomoću kojeg vruće ulje s vodom emulgira u sapunsku pjenu. Ta pjena nije zapaljiva i odvaja ulje od kisika u zraku i tako gasi požar.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> SZABO, N.: Vatrogasna taktika. Biblioteka inženjera sigurnosti. Zagreb 2001.

## **4.NAFTNA INDUSTRIJA**

### **4.1 Nafta**

Nafta je tekućina smeđe, tamnozeleno ili crne boje i neugodna mirisa. Po kemijskom sastavu složena je smjesa od nekoliko tisuća različitih ugljikovodikovih spojeva koji se međusobno razlikuju po načinu međusobnog vezivanja ugljikovih atoma i po zasićenosti vodikom. Nafta je lakša od vode, a specifična težina joj se kreće unutar granica (od 0.75 do 1.00). Kako su svi sastojci nafte zapaljivi, svojstvo lagane hlapivosti čini naftu lakozapaljivom, pa su pri eksploataciji, prijevozu i skladištenju potrebne stroge mjere zaštite od požara.<sup>9</sup>

### **4.2. Mjere zaštite od požara i eksplozija na naftnim bušotinama**

Prema kategorijama opasnosti, prostorije i prostore u krugu naftnih bušotina, koje su ugrožene od zapaljivih i eksplozivnih smjesa zapaljivih plinova i para zapaljivih tekućina mora biti podijeljen u kategorije opasnosti.

Prema toj kategorizaciji najopasnija je Zona 0, što znači da je u tom prostoru koncentracija zapaljivih i eksplozivnih plinova i para zapaljivih tekućina trajno prisutna u granicama eksplozivnosti. Prostor u kojem je koncentracija zapaljivih i eksplozivnih plinova i para zapaljivih tekućina u granicama eksplozivnosti samo kada je u normalnom radu prema kategorizaciji označavamo kao Zona 1. Najmanje opasna zona u toj kategorizaciji je Zona 2. U toj zoni ne očekuje se pojava zapaljivih i eksplozivnih plinova i para zapaljivih tekućina, a ako se i pojave to je kratkotrajno i jako rijetko.<sup>10</sup>

Preventivne mjere zaštite od požara i eksplozija obuhvaćaju:

1.Preventivni sustav za zatvaranje ušća bušotine i kontrolu tlaka slojnih fluida

2.Sustav za kontrolu bušenja

---

<sup>9</sup> I.Gulan: Protupožarna tehnološka preventiva. – Zagreb: Nading 1997.

<sup>10</sup> I.Gulan: Protupožarna tehnološka preventiva. – Zagreb: Nading 1997.

3. Isplačni fluid sa sustavom za otplinjavanje isplake, kontrolu gustoće isplake u cirkulaciji i kontrolu razine isplake u usisnom spremniku

4. Sustav za otkrivanje i praćenje koncentracije plina u zraku

5. Sustav ventilacije



Sl. 1. Naftne bušotine [Hr.Puntomarinero.com]

Planovima zaštite od požara mogu se donositi i druge mjere, ako se pojave neke opasnosti koje mogu dovesti do izbijanja požara ili eksplozija. Operativni planovi zaštite od požara donose se zasebno za svaku proizvodnu jedinicu odvojeno. U njima su sadržane sve protupožarne mjere i postupci kojima bi se spriječile opasnosti koje mogu dovesti do požara, a ako do njega i dođe da bi se moglo učinkovito gasiti. U svakom takvom planu posebno treba obuhvatiti:

- Zaduženja rukovoditelja i radnika za zaštitu od požara
- Konkretna mjera zaštite od požara
- Zone opasnosti

- Način upoznavanja radnika s opasnostima od požara i mjerama kojih se moraju pridržavati
- Opremljenost vatrogasnom opremom i sredstvima za gašenje
- Način izvješćivanja o požaru te uključivanje najbliže vatrogasne postrojbe
- Način protupožarne akcije radnika s opremom i sredstvima kojima raspolažu
- Suradnju radnika uključujući i vatrogasnu postrojbu koja je pozvana

### **4.3. Opasnosti od požara i mjere zaštite u rafinerijama**

Opasnosti od nastanka požara ili eksplozije u rafinerijama nafte su jako velike, zbog velikih količina zapaljivih tekućina koje se tamo nalaze te ako dođe do požara na takvim mjestima nastat će velike materijalne štete a moguće su i ljudske žrtve.

Opasnosti koje mogu dovesti do požara i eksplozija u rafinerijama su:

- Poremećaj u tehnološkom procesu koji može uzrokovati izbijanje plina ili zapaljivih tekućina
- Nepažljivo dreniranje skladišnih spremnika
- Propuštanje medija na spojevima i armaturama
- Oštećenje pumpi pri čemu dolazi do prolijevanja zapaljivih medija
- Opasnosti od tehnološke kanalizacije, otvoreni separatori, api separatori, pumpaonica otpadnih zauljenih voda
- Nepravilno vođenje tehnološkog procesa
- Masne krpe, naslage željeznog sulfida koje mogu uzrokovati samozapaljenje
- Opasnosti na punilištima ako se ne primjenjuju mjere zaštite

Statistički pokazatelji kažu da je u većini slučajeva kada dođe do požara u rafinerijama u pitanju ljudska greška. Nemarno ponašanje, nepažnja i neznanje dovode do toga da čovjek uzrokuje požar. Najčešći izvori zapaljenja mogu biti, iskrom ili otvorenim plamenom prilikom radova alatima koji proizvode iskru ili plamen, može doći do zapaljenja vrućim predmetima ili toplinom trenja kod rotirajućih strojnih dijelova koji se ne podmazuju, zapaljenje električnom energijom, udar groma može također uzrokovati požar, ako se koristi alat od čeličnog ili željeznog materijala može se izazvati iskra te uzrokovati požar.



Da bi sve te izvore zapaljenja sveli na najmanje moguće potrebno je provoditi mjere zaštite.



Sl. 2. Rafinerija nafte Rijeka [Fiuman.hr]

Mjere zaštite u rafinerijama mogu biti različite a donose se u cilju smanjivanja rizika od nastanka požara. Mjere koje se donose dijelimo na:

Tehnološke - to su mjere koje se odnose na otkrivanje nedostataka koji mogu uzrokovati požar i eksploziju te pravila ponašanja u zonama opasnosti prilikom izvođenja bilo kakvih radnih aktivnosti koji mogu dovesti do požara ili eksplozija. Takvi radovi moraju se izvoditi pod posebnim mjerama zaštite od požara i zaštite na radu.

Mjere zaštite pri održavanju postrojenja – svi radovi koji mogu dovesti do požara i eksplozija izvode se uz posebno odobrenje u kojima se propisuju uvjeti za siguran rad i propisuju mjere zaštite. Radovi na instalacijama u kojima su bile zapaljive tekućine i plinovi mogu se izvoditi samo onda kada su instalacije potpuno očišćene i ispitane eksploziometrom, da se utvrdi da jesu li odstranjeni svi plinove i pare zapaljivih tekućina.

Građevne mjere – kako se najviše u građevini koristi drvo potrebno ga je zaštititi od djelovanja požara.

Tehničke mjere – u ove mjere spadaju ventilacija radnih prostorija koja služi da bi se izbacilo zapaljive plinove i pare zapaljivih tekućina iz ugroženog prostora. Uređaji za dojavu požara kao što su razni javljači požara koji su instalirani u rafinerijama i služe za brzu dojavu požara. Stabilni uređaji za gašenje požara koji su ugrađeni u rafinerijama radi bolje sigurnosti. Imamo više vrsta a najčešće su: Stabilni sustav za hlađenje i gašenje raspršenom vodom, stabilni sustav za gašenje zračnom pjenom i stabilni sustav za gašenje vodenom parom.

Pokretni uređaji za gašenje požara – u njih ubrajamo: vozila za gašenje požara – pjenom, prahom, vodom i kombinirano, prijevozni i prijenosni monitori za gašenje požara, prijevozni i prijenosni pumpni agregati, prijevozni i prijenosni aparati s prahom i ugljičnim – dioksidom.

Normativne mjere – temelje se na nekoliko zakona koju su vezani uz zaštitu od požara, a to su Zakon o zaštiti od požara, Zakon o vatrogastvu i opći normativni akt poduzeća, te Pravilnik o zaštiti od požara i eksplozija.

Organizacijske mjere – za poslove zaštite od požara zadužena je služba zaštite od požara u sklopu koje djeluje i vatrogasna postrojba. Stručnjaci zaštite od požara nadziru provedbu mjera zaštite od požara.

Obrazovne mjere - pod ovim mjerama podrazumijevamo obuke koje se provode za svakog djelatnika. Nakon obuke svaki uposlenik mora dobiti i potrebno uvjerenje o osposobljenosti iz programa zaštite od požara. Obuke se mogu provoditi i periodično a na opasnijim radnim mjestima provode se i osposobljavanja za rad na siguran način.

#### 4.4 Požarne opasnosti prilikom skladištenja nafte i naftnih derivata

Zbog velikih količina nafte i naftnih derivata koji se skladište u naftnoj industriji spremnici za njihovo skladištenje moraju biti prikladni. Prema izvedbi dijelimo ih na nadzemne i podzemne spremnike. Nadzemni spremnici se češće rade zbog toga što su lakši za raditi ali su mjere zaštite strože. Nadzemni spremnici mogu biti spremnici s čvrstim (fiksni) krovom, oslabljenim spojem između krovnog lima i plašta, plutajućima krovom, sigurnosnim odušnim ventilom koji dozvoljava ili ne dozvoljava unutarnji tlak u spremniku veći od 0,1 bar.

##### Spremnici s čvrstim krovom

U Spremnike s čvrstim krovom skladište se teže hlapive zapaljive tekućine kao što su plinska ulja, loživa ulja itd. i oni rade pod atmosferskim tlakom. Većinom se ne rade veći od 30000m<sup>3</sup>. Krov može biti samonosiv s profilnom ili rešetkastom konstrukcijom oslonjenom u kutni profil na vrhu plašta spremnika ili s jednim ili više nosivih stupova. Zavareni spoj krova i plašta izvodi se kao najslabija točka, u slučaju povećanja tlaka u spremniku na tom mjestu došlo do pucanja i tako spriječi izlivanje zapaljive tekućine.<sup>11</sup>



Sl. 3. Spremnici s čvrstim krovom [Vlastita fotografija]

##### Spremnici s plivajućim krovom

<sup>11</sup> I.Gulan: Protupožarna tehnološka preventiva. – Zagreb: Nading 1997.

U spremnicima s plivajućim krovom skladište se lako hlapivi mediji( nafta, benzin, alkoholi). Kod takvih spremnika krov pliva na površini uskladištenog medija. Prostor između oboda plivajućeg krova i plašta potrebno je brtviti jer se ostavlja razmak od nekoliko stotina milimetara zbog nemogućnosti točne izrade spremnika. Oborinske vode odvođe se s krova pomoću posebnih cijevi na plašt spremnika i ispuštaju u bazen oko njega.<sup>12</sup>



Sl. 4. Spremnik s plivajućim krovom [Vlastita fotografija]

Kod skladištenja zapaljivih tekućina u spremnicima imamo sljedeće požarne opasnosti:

Električne instalacije i postrojenja, u ovom slučaju imamo opasnost od nastanka električnog luka ili iskre koji se javljaju uslijed uporabe električnih instalacija a mogu biti izvor paljenja zapaljivih smjesa.

Opasnost od groma, zbog opasnosti udara groma potrebno je postaviti gromobranske instalacije i mjerenje otpora.

---

<sup>12</sup> I.Gulan: Protupožarna tehnološka preventiva. – Zagreb: Nading 1997.

Opasnosti od lutajućih struja nastaju zbog propusnosti električnih vodova a kao posljedicu možemo imati požare i eksplozije zbog električnog luka.

Opasnost od statičkog elektriciteta je naelektriziranje materijala zbog fizičkih kretnji, dodira i razdvajanja. Lako zapaljive tekućine nabijaju se statičkim elektricitetom za vrijeme punjenja, strujanja kroz cjevovod, filtriranja itd. Teže zapaljive tekućine neće se naelektrizirati jer se kod njih nastali elektricitet gubi brzo kao što i nastaje.<sup>13</sup>

Opasnost od samozapaljenja dolazi u situacijama kada imamo taloženje željeznog sulfida na dnu spremnika nakon čega se stvara mulj. Kada se mulj ugrije do žara i dođe do prisutnosti para, moguće je zapaljenje i eksplozija.

Opasnost od požara tijekom pretakanja. Sam prostor oko pretakališta zapaljivih tekućina podijeljen je u više zona. Zona II. koja obuhvaća armature i elemente koji su dio cjeline za pretakanje i prostor oko uređaja za punjenje ili otvor kroz koji se puni cisterna polumjera 5m i visine 1m iznad gornjeg otvora kroz koji se puni, mjereno od tla. U Zona III. ubrajamo prostor iznad okolnog terena širine 15m od zone II. Mjereno horizontalno i visine 1m iznad gornjeg otvora kroz koji se puni, mjereno od tla.



Sl. 5. Auto pretakalište zapaljivih tekućina [Vlastita fotografija]

<sup>13</sup> I.Gulan: Protupožarna tehnološka preventiva. – Zagreb: Nading 1997

Opasnost od požara tijekom remonta spremnika - nakon pražnjenja spremnika u njemu ostaju koncentracije zapaljivih para. Kada se spremnik otvori te zapaljive pare se miješaju sa zrakom i njihova smjesa je lakoeksplozivna.

Opasnost od mehaničke iskre ne smiju se zanemarivati pri određivanju sigurnosnih mjera u područjima gdje postoji koncentracija zapaljivih plinova i para.

Opasnost od trovanja moguća je prilikom ulaska radnika u spremnik za vrijeme čišćenja, tako posebnu pozornost treba voditi o zaštiti radnika. Koncentracije otrovnih plinova kao što su olovo i sumporovodik nalaze se u mulju na dnu spremnika.

Opasnost od korozije, kada zbog korozije dođe do propuštanja spremnika, imamo nekontrolirano istjecanje zapaljive tekućine i veliku opasnost od nastanka požara.

Za sve požarne opasnosti na spremnicima zapaljivih tekućina imamo i mjere zaštite koje se provode da bi se smanjila mogućnost nastanka požara. Tako kao mjere zaštite nadzemnih spremnika od udara groma potrebno je spriječiti povratak plamena u spremnik ako je zbog udara groma došlo do požara, te je potrebno dobrim uzemljenjem spriječiti mogućnost nastanka požara zbog udara groma. Uzemljenjem spremnika također spremnik štitimo i od lutajućih struja a u nekim situacijama problem lutajućih struja možemo riješiti izoliranjem dijelova postrojenja.

Opasnost od statičkog elektriciteta može se riješiti s uzemljenjem. Posebna izvedba uzemljenja na spremnicima potrebna je zbog toga što spremnici, cjevovodi i drugi uređaji nedovoljno provode struju.

Zaštita spremnika prilikom održavanja provodi se tako da se nakon čišćenja a za vrijeme punjenja spremnika svi cjevovodi moraju biti dobro povezani sa spremnikom da ne bi došlo do prolijevanja. Mora se voditi računa da ne dođe do prepumpavanja spremnika. Prilikom čišćenja spremnika potrebno je postaviti slijepe prirubnice na sve priključke spremnika osim na priključcima za pjenu i ispuštanje vode. Iz spremnika je potrebno ukloniti zapaljive pare uz pomoć ventilacije, a koncentraciju para potrebno je mjeriti eksploziometrom.

Zaštitu od samozapaljenja taloga željeznog sulfida provodimo tako da talog stalno vlažimo do uklanjanja iz spremnika a nakon uklanjanja potrebno ga je hladiti vodom do njegovog odstranjivanja izvan područja gdje je moguće samozapaljenje.

Za radove s otvorenim plamenom potrebno je dobiti posebne dozvole a prije izdavanja dozvole potrebno je izmjeriti koncentraciju zapaljivih para. Za vrijeme radova s plamenom ne smiju se obavljati poslovi koji mogu dovesti do prolijevanja zapaljivih tekućina ili izlaženja zapaljivih para.

#### **4.5. Zaštita spremnika od požara**

Nadzemni spremnici moraju biti zaštićeni hidrantskom mrežom i sustavom za zaštitu od požara u koji spadaju sustav za hlađenje spremnika vodom i sustav za gašenje pjenom.

##### Hlađenje spremnika

Za hlađenje spremnika potrebno je 1,2 lit/min na m<sup>2</sup> plašta spremnika u trajanju dva sata. Za spremnik s konusnim krov količina vode za hlađenje krova najmanje je 0,6 lit/min na m<sup>2</sup> površine krova u trajanju od najmanje dva sata. Za ležeće cilindrične spremnike količina vode potrebna za hlađenje iznosi najmanje 1,6 lit/min na m<sup>2</sup> površine spremnika u trajanju od najmanje dva sata. Rasporeda hidranata u hidrantskoj mreži ovisan je o broju nadzemnih spremnika, tako da za jedan nadzemni spremnik moraju biti postavljena najmanje dva standardna hidranta. Za dva ili više spremnika bitno je da udaljenost između hidranata nije veća od 50m i manja od 25m od spremnika.<sup>14</sup>

Najdjelotvornije sredstvo za gašenje požara zapaljivih tekućina je zračna pjena iako se mogu gasiti i drugim sredstvima. Radi rashladnog djelovanja, veće sposobnosti klizanja i veće specifične težine teška pjena ima najveću primjenu pri gašenju svih požara zapaljivih tekućina. Ovisno o tome koja zapaljiva tekućina gori odabrat ćemo najpogodniju vrstu pjenila.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> I.Gulan: Protupožarna tehnološka preventiva. – Zagreb: Nading 1997

<sup>15</sup> Grupa autora: Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, HVZ, Zagreb 2006.

## Instalacije za gašenje pjenom

Sastavni dijelovi stabilne instalacije za gašenje su izvor vode, spremnik pjenila, automatski mješač i zračne komore dok se kod polustabilnih instalacija koristi priključak za vatrogasno vozilo ili hidrantsku mrežu. Instalacije se mogu pokretati automatski ili poluautomatski. Automatsko pokretanje koristi se najčešće u pogonima gdje je tehnološki proces automatiziran dok kod poluautomatskog pumpa se uključuje ručno i otvaraju se odgovarajući ventili.<sup>16</sup>

Sastavni dijelovi sustava za gašenje zračnom pjenom su:

Izvor vode – mora uvijek opskrbljivati sustav dovoljnom količinom vode. Količina vode mora biti dostatna za potrošnju vode svih uređaja predviđenih za rad u isto vrijeme u najnepovoljnijem slučaju.

Spremnik za pjenilo i mješač vode i pjenila – u spremniku se nalazi pjenilo a mješač stvara mješavinu vode i pjenila u određenom omjeru. Miješanje može biti podtlačno ili pretlačno. Kod pretlačnog mješača koristi se pumpa za pjenilo dok kod podtlačnog mješača, mješač dozira pjenilo stvaranjem podtlaka u mješaču.



Sl. 6. Spremnik za pjenilo i mješač vode i pjenila [Vlastita fotografija]

<sup>16</sup> Grupa autora: Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, HVZ, Zagreb 2006.



Sistem cjevovoda – služi da sredstvo za gašenje dovedemo od izvora preko mlaznica do požara.



Sl. 7. Sistem cjevovoda [Vlastita fotografija]

Razdjelni ventili – služe da mješavinu vode i pjenila usmjerimo prema određenom spremniku.



Sl. 8. Razdjelni ventili [Vlastita fotografija]

Mlaznice za zračnu pjenu – mlaznice podtlakom dodaju zrak u mješavinu i tako se stvara pjena koja gasi nastali požar.



Sl. 9. Mlaznica za zračnu pjenu na spremniku s plivajućim krovom [Vlastita fotografija]

Kada dođe do požara stabilni sustav se uključuje i iz izvora poteče voda kroz dozator, podtlakom se usisava određena količina pjenila te se stvara mješavina. Mješavina se cjevovodom usmjerava kroz otvoren razdjelni ventil prema spremniku u kojem je izbio požar. Kada mješavina uđe u komoru za gašenje požara umješava se zrak i tako dobivamo pjenu za gašenje.

Pjenu u spremnik možemo ubacivati na dva načina. Kod ubacivanja pjene odozgo otopina vode i pjenila kroz cjevovod dolazi do vrha spremnika gdje se nalaze komore u kojima se otopina miješa sa zrakom te se dobije pjena koja se ubacuje u spremnik kod čvrstog krova kod gašenja spremnika. Kada požare spremnika gasimo ubacivanjem pjene s dna onda se pjena unaprijed određenim protokom uvodi u dno spremnika iznad razine vode. Tako pjenu uzdižemo kroz gorivo i na površini se stvara prekrivač od pjene koji gasi požar. Uslijed gibanja pjene kroz gorivo dolazi do miješanja goriva a kada na površinu dođe hladnije gorivo smanjit će se isparavanje a time i jačina požara.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> Grupa autora: Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, HVZ, Zagreb 2006.

## Taktika gašenja požara spremnika

Kod početne faze gašenja požara spremnika bitno je mlazove vode usmjeriti na najviše dijelove spremnika kako bi voda koja otječe niz stijenu spremnika hladila spremnik. Gašenje i hlađenje treba obavljati u smjeru puhanja vjetra ako je moguće. Kada se spremnik kontinuirano hladi može se započeti s gašenjem požara. Ako imamo više požara spremnika, gasimo samo one spremnike za čije gašenje imamo dovoljno pjene. Ako nemamo dovoljne količine pjene za gašenje svih spremnika, ne možemo uspješno ugasiti požar na svim spremnicima.<sup>18</sup>

Taktiku gašenja u ovom slučaju morali bi odrediti preventivnim planovima. Kod požara spremnika, hlađenje susjednih spremnika ovisno je o međusobnom razmaku i vjetru te nije potrebno osim u situacijama kada imamo direktan dodir s plamenom, kada je toplina toliko jaka da oprži njihovu boju ili ako voda koju proljevamo po plaštu isparava. Toplina radijacije koja zagrijava susjedni spremnik podiže temperaturu goriva i u tom spremniku stvaraju se uvjeti zapaljivosti a ako se radi o spremniku goriva s niskim plamištom tada može doći do povećanja tlaka i izbacivanja zapaljivih para koje se mogu zapaliti. Da bi se spriječilo širenje požara oko spremnika, preventivno se izgrađuju zaštitni bazeni koji se još nazivaju tankvane, a njihov je zadatak zadržati tekućinu koja je istekla iz spremnika ili spriječiti dolazak drugih zapaljivih materijala do spremnika. Visina zidova takvih zaštitnih bazena mora iznositi minimalno dva metra a zidovi i unutarnje površine moraju biti izražene od nepropusnih materijala za naftne derivate. Kod zaštite bazena koristi se mobilna oprema kao što su mobilni bacači voda – pjena. Prednost korištenja mobilnih bacača u odnosu na stabilne sustave za gašenje požara u zaštitnim bazenima je da će se potrošiti puno manja količina pjene.<sup>19</sup>

Kod požara spremnika može se dogoditi prekipljenje tekućine što predstavlja dodatnu opasnost za vatrogasce i može napraviti dodatnu štetu. Takve pojave nazivaju se „Boilover“ i „Slopoover“ a nazivi su preuzeti iz engleskog jezika.<sup>20</sup>

---

<sup>18</sup> Grupa autora: Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, HVZ, Zagreb 2006.

<sup>19</sup> Grupa autora: Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, HVZ, Zagreb 2006.

<sup>20</sup> Knežević D.: „Požari na spremnicima tekućih naftnih prerađevina“, Vatrogastvo i upravljanje požarima, 6, (2016.), 5-11

Kod spremnika može doći i do požara na odušnicima. Kod takvih požara bitno je prepoznati boju vatre na odušniku koja nam ukazuje je li smjesa para i zraka u spremniku iznad granice zapaljivosti (eksplozivnosti). Ako je smjesa iznad granice eksplozivnosti onda je boja vatre žuto – narančasta i daje crni dim, dok kod smjese koja je u granicama eksplozivnosti vatra na odušniku gori praskavim plavo – crvenim bezdimnim plamenom. Požare na odušnicima spremnika možemo ugasiti suhim prahom.

Kod požara u okolini spremnika potrebno je hladiti sve metalne dijelove izložene plamenu. Ako je do požara došlo uslijed istjecanja zapaljivih tekućina potrebno je zatvoriti dotok tekućine zatvaranjem ventila da bi lakše ugasili požar. Ako se radi o požaru naftne tekućine koja se prolila po tlu za gašenje možemo koristiti pjenu ili prah. Pjenu koristimo za gašenje požara oko spremnika i u prihvatnim bazenima, važno je znati da ovakve požare treba stavljati pod kontrolu prije početka gašenja spremnika.



Sl. 10. Požar spremnika u skladištu nafte [Dnevni avaz.ba]

## 5. SREDSTVA ZA GAŠENJE POŽARA U NAFTNOJ INDUSTRIJI

### 5.1. Pjena kao sredstvo za gašenje

Za gašenje požara zapaljivih tekućina u naftnoj industriji najčešće se upotrebljava pjena. Pri gašenju požara pjenom djeluje efekt gušenja odnosno razdvajanja, gdje pjena stvara prekrivač na površini zapaljive tekućine i razdvaja pare tekućina i kisik iz zraka. Uz efekt gušenja prisutan je i efekt hlađenja zbog prisutnosti vode u pjeni.<sup>21</sup>

Osnovna podjela pjene u vatrogastvu je na kemijsku i zračnu pjenu. Kemijsku pjenu dobivamo oslobađanjem CO<sub>2</sub> u vodenoj otopini deterdženta putem kemijske reakcije. Kemijska pjena upotrebljava se samo u prenosivim aparatima za gašenje. Zračna pjena nastaje doziranjem pjenila u vodu te dodavanjem zraka toj mješavini. Postupak dobivanja zračne pjene provodi se mehanički pomoću raznih mješača i mlaznica za pjenu.<sup>22</sup>

Ekspanzija ili stupanj opjenjenja nam pokazuje odnos između volumena dobivene pjene i volumena otopine pjenila.  $E = V \text{ pjene} / V \text{ otopine pjenila}$ . Prema ekspanziji pjenu dijelimo u tri skupine:

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

Pjene koje stvaraju vodeni film

Stvaranje vodenog filma moguće je samo na nepolarnim tekućinama, a to su tekućine koje nisu mješljive s vodom (npr. benzin). Kod gašenja takvih tekućina stvara se tanak sloj vode preko površine tekućine koji ublažava isparavanje. Ako nakon gašenja dođe slučajnog otkrivanja površine zapaljive tekućine ona će se teže zapaliti otvorenim plamenom. Vodeni film formira se odmah po nabacivanju pjene na nepolarnu tekućinu

---

<sup>21</sup> Grupa autora: Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, HVZ, Zagreb 2006.

<sup>22</sup> Šmejkal, Z.: Uređaji, oprema i sredstva za gašenje i zaštitu od požara. – Zagreb: SKTH/ Kemija u industriji

i putuje ispred nje, ublažavajući isparavanje tekućine i intenzitet plamena. Ovakva primjena kod nepolarnih tekućina s vrelištem preko 90° nije moguća jer voda ispari.

## 5.2. Vrste pjenila

Pjenila prema sirovini iz kojih ih dobivamo dijele se na prirodna ili sintetska.

Pjenila prirodnog porijekla dobivaju se obradom otpadnog materijala iz klaonica stoke, nazivamo ih još proteinska. Vrlo su neugodnog mirisa, crne su boje i neprozirna. U požaru se teže raspadaju jer imaju bolju toplinsku stabilnost od sintetskih.

Sintetska pjenila su kombinacija deterdženata, obično su prozirne, žućkaste, narančaste ili smeđe tekućine ugodnijeg mirisa od proteinskih.

Za gašenje požara zapaljivih tekućina koriste se proteinska i fluoroproteinska pjenila. Doziranja su najčešće 3% i 6%, ali može se primjenjivati i neka međukoncentracija. U zadnje vrijeme javljaju se i nova pjenila s doziranjem od 1%, a zahtijevaju i određenu prilagodbu dozatora.

### Podjela pjenila

Čista proteinska pjenila (oznaka P) sastoje se od proteinske baze i soli metala, najjednostavnije su proteinsko pjenilo. Pjene dobivene od ovog pjenila su čvrste i slabo tečljive, što znači da se sporo kreću po površini zapaljene tekućine. Namijenjene su za gašenje nepolarnih tekućina.<sup>23</sup>

Fluoroproteinska pjenila (oznaka FP) sastoji se od čistog proteinskog pjenila i fluoriranih površinski aktivnih tvari koji pjenu čine pojačano otporno na miješanje s tekućinom koju gase. Namijenjena su za gašenje nepolarnih tekućina.<sup>24</sup>

Fluoroproteinska pjenila koja stvaraju vodeni film (oznaka FFFP). Ova pjenila pored komponenti fluoroproteinskog pjenila sadrže i dodatak fluorirane površinski aktivne tvari koja omogućava stvaranje vodenog filma. FFFP pjena je lako tečljiva, brzo se širi po površini zapaljene tekućine. Namijenjena je za gašenje nepolarnih tekućina.<sup>25</sup>

---

<sup>23</sup> Grupa autora: Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, HVZ, Zagreb 2006.

<sup>24</sup> Grupa autora: Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, HVZ, Zagreb 2006.

<sup>25</sup> Grupa autora: Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, HVZ, Zagreb 2006.

Obična sintetska (oznaka S) – koriste se za gašenje požara razreda A, ulaze u grupu supresanata.

Fluorosintetska pjenila (oznaka AFFF) Ova pjenila sadrže fluorirane površinske aktivne tvari koje im omogućavaju stvaranje vodenog filma. Ovakvim pjenama je brzina gašenja velika ali su čvrstoća i toplinska otpornost male. Namijenjene su gašenju nepolarnih tekućina.<sup>26</sup>

Alkoholno otporna ili univerzalna pjenila (oznaka AR ispred oznake osnovnog pjenila), namijenjena su za gašenje polarnih i nepolarnih tekućina. Osnova za njihovo dobivanje može biti proteinska i sintetska.



Sl. 11. Spremnik Fluorproteinskog pjenila koje stvara vodeni film FFFP [Vlastita fotografija]

Kriteriji koji određuju kvalitetu teške pjene za gašenje zapaljivih tekućina

Razlikujemo pet kriterija pomoću kojih određujemo kvalitetu teške pjene:

<sup>26</sup> Grupa autora: Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, HVZ, Zagreb 2006.

Brzina gašenja, vrijeme koje je potrebno pjenu da se raširi po površini neke posude i ugasi vatru, FFF pjene imaju jako veliku brzinu gašenja ali čvrstoća im je mala.

Otpornost na toplinu, to je stabilnost pjene na djelovanje plamena i topline iz plamena. To svojstvo imaju sve proteinske pjene dok su sintetske na toplinu slabo otporne.

Otpornost na povratno paljenje (tolerancija na gorivo), to je tolerancija pjene na gorivo, što manje primješavanja goriva s pjenom smatra se dobrom tolerancijom, a time se postiže i dobra otpornost na povratno paljenje. Na povratno paljenje otporne su sve proteinske pjene s fluoriranim dodatcima.

Čvrstoća pjene, to je efikasnost sprječavanja prodora zapaljivih para kroz strukturu pjene. Čvrsta pjena prije prekine proces gorenja. Proteinske pjene su vrlo čvrsta.

Podnosivost s polarnom zapaljivom tekućinom. To svojstvo odnosi se na utjecaj zapaljive tekućine koje su mješljive s vodom, na pjenu. Alkoholno otporne pjene odolijevaju utjecaju takvih tekućina dok se klasične pjene raspadaju.

### **5.3. Primjena pjene za gašenje**

U vatrogastvu, nakon vode, pjena ima najveću primjenu kao sredstvo za gašenje. Većinu požara razreda B nezamislivo je gasiti nekim drugim sredstvom za gašenje. Pjena danas ima jako veliku ulogu zbog usavršenosti vatrogasnih armatura, te jako puno novih pjenila koji omogućavaju dobivanje zračne pjene različitih opjenjenja.<sup>27</sup>

Pjena ima izrazitu postojanost, ne raspada se brzo i ima sposobnost progresivnog gašenja požara kada se primjenjuje u odgovarajućim jediničnim količinama. Pjena se može upotrijebiti i za zaštitu od toplinskog isijavanja jer zbog izolacijskih obilježja, učinka hlađenja i reflektivnosti smanjuje prijelaz topline na površine koje štiti.

Teška pjena najčešće se upotrebljava kod gašenja požara zapaljivih tekućina, a pogodna je za gašenje požara u otvorenim posudama ili razlivenih tekućina u lokvama, tankvanama. Kada se koristi potrebno ju je pravilno nabacivati jer postoji mogućnost da se počne miješati s tekućinom koja gori, a time se poboljšava mogućnost isparavanja ili pak izlivanja same tekućine van posude što dovodi do širenja požara. Može se koristiti

---

<sup>27</sup> Grupa autora: Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, HVZ, Zagreb 2006.



i u kombinaciji s prahom kada prah gasi plamen a pjena prekriva zapaljenu tekućinu i sprječava daljnje isparavanje.<sup>28</sup>

Tekućine u lokvama potrebno je gasiti u cik – cak linijama, a kada se gasi požar u posudama potrebno je mlaz pjene nabaciti na unutarnju stijenku posude uz samu površinu tekućine. Pjenu je potrebno nabacivati u smjeru vjetra.

Da bi imali uspjeha u gašenju teškom pjenom bitno je nanijeti dovoljnu količinu pjene u jedinici vremena na određenu površinu – gustoća nanosa pjene (L/min/m<sup>2</sup>). Zadovoljavajući nanos pjene je onaj koji osigurava uspjeh gašenja.

Pjenu se ne smije nabacivati s velike visine, jer se pri tome mjehurići rasprše ili potonu. Uspjeh u gašenju postiže se kada se nanosi više pjene nego što je može uništiti temperatura i plamen. Minimalna visina nanosa pjene ovisi o površini tekućine zahvaćenoj požarom.

Gašenje treba provoditi neprekidno, tako da se odgovarajući sloj pjene dobije najdulje za 10 – 15 minuta. Okomite površine gase se odozgo prema dolje, a ravne površine od sebe prema dalje, cik – cak nabacivanjem niz vjetar.

Pjenom se ne smiju gasiti: uređaji pod naponom, požari razreda D, kemikalije kao što su celulozni nitrat, tvari koje reagiraju s vodom.

Gašenje pjenom započinje se kada postoji dovoljna količina pjenila za pogasiti požar i kada su pripremljene sve potrebne armature.

---

<sup>28</sup> Grupa autora: Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, HVZ, Zagreb 2006.

Debljina sloja pjene koju je potrebno nabaciti na razlivenu tekućinu:

Površina tekućine (m<sup>2</sup>) / Sloj pjene (m)

do 2	0.10
80	0,15 – 0,40
80 – 300	0,40 – 0,60
300 – 500	0,60 – 0,80

Površina tekućine (m<sup>2</sup>) / Sloj pjene (m)

500 – 700	0,80 – 1,00
>700	1,20 – 1,40

Debljina sloja pjene koji je potrebno nabaciti u spremnik:

Promjer spremnika (m) / Sloj pjene (m)

do 10	0,4
10 – 20	0,4 – 0,6
20 – 25	0,6 – 0,8
25 – 30	0,8 – 1,0
>30	1,2 – 1,4

Minimalna gustoća nanošenja pjene:

	Požar lokve(lit/m <sup>2</sup> /min) / Požar rezervoara / Požar tankvane		
AFFF pjenilo	4	6,5	4
FFFP pjenilo	4	6,5	4
FP pjenilo	5	6,5	5



Sl. 12. Gašenje požara pjenom [ Javna vatrogasna postrojba grada Rijeke]

#### **5.4. Prahovi za gašenje požara**

Prahovi za gašenje požara čestice određenih kemijskih inertnih i neotrovnih anorganskih soli, koje se pod tlakom izbacuju iz aparata za gašenje u požar. Prema namjeni dijelimo ih u tri skupine:

Prva skupina su prahovi koji gase samo plamen, gase inhibirajućim učinkom tj. u plamenu prekidaju lančanu reakciju gorenja, nose oznaku BC prahovi i namijenjeni su gašenju požara zapaljivih tekućina i plinova.

Prahovi koji mogu gasiti plamen i žar spadaju u drugu skupinu, plamen gase inhibirajuće kao i prethodna skupina a žar ugušivanjem, označavaju se ABC prahovi.

Prahovi koji se primjenjuju za požare metala a ugušivanjem gase samo žar spadaju u treću skupinu i označavaju se kao D prahovi.

Glavni učinak gašenja plamena pomoću praha je inhibirajući, mehanizam gašenja sličan je kao kod razmaka gašenja. Plamen će potpuno biti ugašen prahom kada koncentracija praha u zraku bude takva da su razmaci između čestica praha manji od razmaka gašenja.

Izvjestan fizikalni učinak gašenja očituje se stvaranjem toplinske barijere od oblaka praha koji sprječava daljnje zapaljenje plinske smjese, i ugušujući učinak uslijed razrjeđenja zraka prahom.

## Vrste prahova

BC – prahovi, natrijev hidrogenkarbonat ili soda bikarbona je osnovna kemikalija današnjih BC prahova. Ima dobra gasiva svojstva nije skupa i neotrovna je. Primjenjuje se i kalijev hidrogenkarbonat i kalijev klorid. Od BC prahova možemo istaknuti prah „Monnex“ Napravljen je na bazi kalijevog hidrogenkarbonata uz dodatak uree. Njegove čestice u kontaktu s plamenom eksplodiraju na mnoštvo još sitnijih čestica a time je efikasnost gašenja još veća.

ABC – prahovi, zbog problema s naknadnim razbuktavanjem požara razreda A koji se ugašen BC prahom može ponovno upaliti zbog žara koji ostane, a taj ga prah ne može ugasiti, napravljen je ABC prah. Taj novi prah je na bazi monoamonijevog dihidrogenfosfata skraćeno MAP-a. Taj prah ne može ohladiti gorivu tvar, ali se na temperaturi iznad 180°C raspada na metafosfate i vodu. Time se stvara masa koja prekriva tvar koja gori i sprječava kontakt sa zrakom. Nakon gašenja možemo koristiti vodu za hlađenje tvari koja je gorila.

D – prahovi, prahovi koji su namijenjeni gašenju metala nazivaju se D ili specijalni prahovi. Za ovakve prahove rabe se najčešće natrijev klorid ili grafiti. Do gašenja dolazi ugušivanjem, koje je rezultat stvaranja taline ili debelog pokrova praha na površini gorućeg metala.

## Kompatibilnost praha i pjene

U nekim slučajevima gašenja zapaljivih tekućina potrebno je paralelno primijeniti pjenu i prah. U ranijim stadijima razvoja prahova zajednička primjena praha i pjene nije se preporučila jer su čestice praha razarale pjenu. Kombinacijom raznih aditiva i soli dobili su se prahovi koji imaju zanemariv utjecaj na stabilnost pjene, paralelno su se i pojavile pjene s izuzetnom otpornošću na prahove te njihova kompatibilnost nije upitna.<sup>29</sup>

## 5.5. Taktička upotreba praha

Prah spada u skupinu nevedenih sredstava za gašenje ili u skupinu suhih sredstava za gašenje. Kod gašenja tvari koje gore plamenom efekt gašenja proizvodi samo oblak praha,

---

<sup>29</sup> Grupa autora: Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, HVZ, Zagreb 2006.

dok kod požara tekućina koje istječu, djelovanje praha se usmjerava na samo mjesto istjecanja. Kod gašenja požara prahom na otvorenom prostoru gasi se u smjeru vjetra. Prvi mlaz praha treba usmjeriti na pod ispred zapaljene tekućine, a tako stvoreni oblak praha može odozdo prekrivati požar. To ne vrijedi kod Monnex prahova, kod kojih je povoljnije mlaz direktno usmjeriti u plamen.

Kratki isprekidani mlazovi praha djelotvorniji su od neprekinutog mlaza, a prilikom gašenja ručnim aparatom treba provoditi pokrete aparatom u cik – cak liniji.

Ako je zapaljena tekućina u nekom spremniku, mlaz praha ne smije se usmjeriti u tekućinu, izlazni tlak iznosi 12 – 16 bara.

Količine praha koje se koriste za gašenje na otvorenom prostoru približno iznose 4 – 10 kg/m<sup>2</sup>, a za zatvoreni prostor od 1 – 4 kg/m<sup>3</sup>. Kod gašenja prahom, vatri treba prići tako da se iznad same goruće površine stvori dovoljna koncentracija oblaka praha koji će je ugušiti. Vrlo je pogodna kombinacija prah – pjena za gašenje požara, pogotovo ako su kompatibilni.

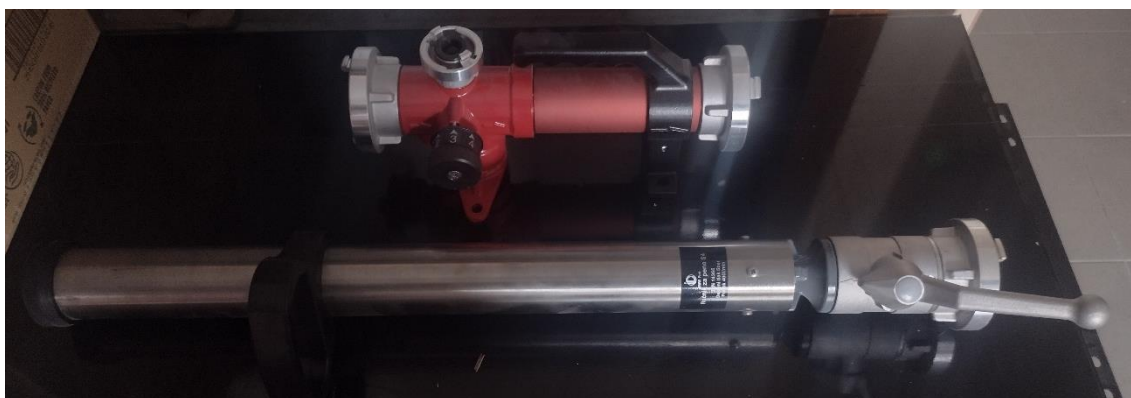


Sl. 13. Gašenje požara prahom [Tehprojekt.com]

## 6. VATROGASNE ARMATURE ZA PJENU

Sprave za dobivanje zračne pjene:

- 1.Mješači vode i pjenila
- 2.Mlaznice za pjenu
- 3.Bacači vode i pjene
- 4.Generatori za proizvodnju lake pjene



Sl. 14. Mlaznica za tešku pjenu i injektorski mješač vode i pjenila[Vlastita fotografija]

### 6.1. Mješači vode i pjenila

Mješač je uređaj u kojem se u određenom postotku miješaju voda i pjenilo, a mogu biti prijenosni, prijevozni ili stabilni.

Prijenosni mogu biti injektorski, kod njih se pjenilo dovodi u struju vode bez pritiska(međumiješalica) i tlačni mješači kod kojih se pjenilo dovodi pod tlakom (turbomješač).

Prijevozni mješači također mogu biti injektorski i tlačni.

Kod stabilnih mješača imamo linijske, predmješače, tlačne mješače s pumpom za pjenilo i dozatorom, tlačne mješače (rezervoare s membranom) i turbomješače.

Jedna od prvih sprava za dobivanje pjene je samomiješalica, mogla je miješati vodu, pjenilo i zrak tj. bila je kombinacija mješača i mlaznice.

Međumiješalica – je linijski mješač koji radi na injektorskom principu, a njena je uloga da u određenom omjeru miješa vodu i pjenilo. Pomoću regulacijskog ventila podešavamo postotak doziranja, od 0% do 6% a ovisi o vrsti pjenila koje koristimo i vrsti pjene koju trebamo dobiti. Bitno je napomenuti da kod rada s međumiješalicom mora biti usklađen volumni protok međumiješalice i mlaznice a radni tlak sustava međumiješalica – mlaznica iznosi 5 bara na mlaznici. Međumiješalica ima pad tlaka 25% - 30% pa to znači da tlak pred njom treba iznositi najmanje 7 bara. Imamo međumiješalice volumnog protoka 200, 400 ili 800 lit/min.<sup>30</sup>

Tlačni mješači, glavna karakteristika ovih mješača je da miješaju vodu i pjenilo na tlačnom principu gdje se pjenilo dovodi u struju vode pod tlakom. Glavni elementi tlačnog mješača su klipna pumpa za pjenilo i mješač s elektronskom regulacijom. Prednost tlačnog mješača je da može postići precizno doziranje neovisno o vrsti pjenila i pjene.

## **6.2. Mlaznice za pjenu**

Mlaznice za pjenu imaju zadatak da usisavaju zrak, umješavaju ga u mješavinu vode i pjenila te proizvedenu pjenu usmjeravaju prema požaru. Dijelimo ih na mlaznice za tešku pjenu i mlaznice za srednje tešku pjenu.

Mlaznice za tešku pjenu, ove mlaznice razlikujemo po tome da pri radnom tlaku od 5 bara imaju protok 200l/min, 400l/min i 800l/min a domet mlaza može biti 12m, 20m i 25m. Njihove kapacitete dobijemo množenjem protoka mješavine i stupnjem opjenjenja.

Mlaznica za srednje tešku pjenu također ima više vrsta i razlikujemo ih tako da pri radnom tlaku od 5 bara imaju protoke 200l/min, 400l/min i 800l/min ali su im dometi mlaza manji u odnosu na mlaznice za tešku pjenu te iznose 6m, 7m i 10m.

---

<sup>30</sup> Grupa autora: Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, HVZ, Zagreb 2006.

### 6.3. Bacači vode i pjene

Za bacače vode možemo reći da su to velike mlaznice koje izbacuju velike količine vode ili pjene na velike udaljenosti. Mogu se proizvoditi s protocima od 1000 pa do 80000 l/min i dometima oko 200 m. Domet bacača puno je više ovisan o njihovom protoku nego o nazivnom tlaku bacača.

Možemo ih podijeliti na više načina. Prema sredstvu za gašenje dijelimo ih na:

- Bacače za gašenje požara vodom:
- Bacače za gašenje požara pjenom
- Bacače za gašenje požara vodom i pjenom

Svi ti bacači mogu biti stacionirani ili mobilni. Prema načinu upravljanja dijelimo ih na:

- Bacače koji su ručno upravljivi
- Bacače koji pomnožen u daljinski upravljivi
- Samooscilirajuće bacače

Prema načinu usisa pjenila mogu biti različiti. Neki rade s gotovom mješavinom, usis pjenila je na mješaču vozila ili stabilnog sustava. Imamo bacače koji imaju usis pjenila na mješaču na ulaznom otvoru bacača i samousisavajuće bacače.

Osnovne oznake bacača

Bacač vode može imati npr. oznaku BV 10 u kojoj broj 10 pomnožen sa 100 daje nazivni kapacitet vode pri nazivnom radnom tlaku.

Bacač teške pjene ima oznaku npr. BTP 10 a označavanje nazivnog kapaciteta bacača isto je kao i onoga s vodom. Ako bacač ima uz broj oznaku S znači da je bacač samousisavajući.

Osnovne značajke bacača su:

- nazivni kapacitet bacača
- nazivni radni tlak
- domet mlaza



-horizontalno kretanje

-vertikalno kretanje-značajke pjene: -postotak miješanja, stupanj opjenjenja, polovinsko vrijeme raspadanja



Sl. 15. Prijenosni bacač za gašenje vodom i pjenom [Vlastita fotografija]

#### **6.4 Generatori za proizvodnju lake pjene**

Generator za proizvodnju lake pjene uglavnom je namijenjen za gašenje požara u zatvorenim prostorima, a koristimo ga na način da određeni prostor ispunimo pjenom i tako ugasimo požar.

Razlikujemo ih prema:

-Protoku vode od 100 do 1500 l/min

-Doziranju od 1.5 do 3%

-Ekspanziji od 200 do 1000

-Pogonu

-Namjeni – samo generator ili dimovuk

Generatoru pjene dovodi se voda i pjenilo i mješavina se sistemom sapnica u raspršenom obliku nanosi na specijalnu mrežu na kojoj se stvara tanki film. Pomoću struje zraka iz ventilatora formiraju se mjehurići pjene koja se tlači u prostor koji se gasi.

## **7. VATROGASNA VOZILA KOJA SE KORISTE ZA GAŠENJE POŽARA U NAFTNOJ INDUSTRIJI**

Vatrogasna vozila koja se koriste u naftnoj industriji ubrajaju se u posebna vatrogasna vozila. To su posebna vatrogasna vozila za gašenje požara vodom i pjenom i posebna vatrogasna vozila za gašenje prahom. Moguća je i kombinacija tih vozila pa ih onda nazivamo posebna vatrogasna vozila kombinirana.

### **7.1. Posebna vatrogasna vozila za gašenje požara vodom i pjenom**

Vatrogasna vozila za gašenje vodom i pjenom razlikuju se od vozila za gašenje vodom po tome što imaju sustav za gašenje pjenom. Taj sustav za gašenje pjenom sastoji se od dodatnog spremnika za pjenilo, mješača vode i pjenila i bacača vode – pjene.

Svako vozilo za gašenje požara vodom – pjenom sastoji se od sljedeće opreme: centrifugalna pumpa, spremnik za vodu, spremnik za pjenilo, mješač vode i pjenila, bacač vode – pjene. Svako takvo vozilo uz ovu nabrojenu osnovnu opremu ima i dodatnu opremu koja se može koristiti. Tu spadaju vatrogasne armature kao što su: mlaznice za vodu, mlaznica za pjenu, razdjelnica, sabirnica, usisna košara, hidrantski ključ, hidrantski nastavak, prijelaznice. Na vozilu se nalaze i vatrogasne cijevi koje mogu biti tlačne i usisne, te svjetlosna oprema i ostala oprema.

Uređaji za gašenje pjenom mogu biti:

-srednjetačni uređaji za gašenje pjenom

-visokotlačni uređaji za gašenje pjenom (sa srednjetačnom pumpom s visokotlačnim sklopom ili visokotlačnom pumpom, visokotlačnim mješačem vode i pjenila te visokotlačnim mlaznicama na visokotlačnim vitlima za brzu navalu).



Sl. 16. Posebno vatrogasno vozilo za gašenje vodom i pjenom [Vlastita fotografija]

## 7.2. Posebna vatrogasna vozila za gašenje prahom

Posebna vatrogasna vozila za gašenje požara prahom, namijenjena su za gašenje požara razreda B (zapaljive tekućine) i C (zapaljivi plinovi), za ostale razrede ovisi o vrsti i namjeni praha.

Svako vozilo za gašenje prahom sastoji se od:

- spremnika za prah, može biti jedna ili više
- baterija čeličnih boca s pogonskim plinom ( $N_2$  ili  $CO_2$ , tlak u bocama 150 – 200 bara)
- sustav aktiviranja i kontrole rada uređaja (komande, poluge, instrumenti)
- uređaji za reguliranje radnog tlaka (radni tlak 10 – 14 bara, vrijeme aktiviranja najviše 15 s)
- sustav cjevovoda s armaturama
- sustav za ispiranje
- mlaznice (2,5 – 5 kg/s)

-fleksibilne cijevi ili vitla za brzo gašenje

-bacač (10 – 40 kg/s)



Sl. 17. Posebno vatrogasno vozilo kombinirano (Pjena/ Prah) [Vlastita fotografija]

## 8. ZAKLJUČAK

Požari zapaljivih tekućina u naftnoj industriji predstavljaju veliku opasnost te se zbog toga velika pozornost pridaje provođenju mjera zaštite od požara. Iako se ne događaju često takvi požari obično nastaju ako se te mjere ne provode.

Važno je na vrijeme prepoznati požarne opasnosti te ukloniti nedostatke koji mogu dovesti do požara. Jedna od najvažnijih mjera zaštite od požara je ugradnja stabilnih instalacija za gašenje požara, one pripadaju tehničkim mjerama. Nadalje, pozornost treba pridati i ostali mjerama; poput tehnoloških, obrazovnih, mjerama prilikom održavanja postrojenja itd.

Požari u naftnoj industriji spadaju među najteže i najopasnije intervencije koje jedna vatrogasna postrojba može odraditi. Takvi požari razvijaju se jako brzo zbog velikih površina koje zahvaćaju i velike količine gorivog materijala, najčešće su ugroženi i ljudski životi radnika koji sudjeluju u radnim procesima samih postrojenja.

Gašenje požara u naftnoj industriji je jako zahtjevan i težak izazov za vatrogasnu postrojbu, pri čemu treba napomenuti i važnost same koordinacije i suradnje s ostalim službama u takvim postrojenjima, koje mogu imati informacije koje mogu biti od presudne važnosti za olakšati gašenje.

Postoje mnogi faktori koji mogu utjecati na gašenje. Jedan od potrebno je ugasiti prije je i pravilan izbor sredstva za gašenje, u naftnoj industriji, radi se o pjenu i prahu za gašenje požara. Potrebno je odabrati ispravan nastup vatrogasnih snaga i taktiku gašenja požara, a istovremeno predvidjeti sve potencijalne opasnosti koje se mogu pojaviti za vrijeme intervencije.

Kod požara na spremnicima u kojima su uskladišteni naftni derivati potrebna je brza reakcija i stavljanje u pogon stabilnih instalacija za gašenje požara, važno je da imamo dovoljno količina pjene da bi ugasili požar. Količine pjena potrebnih za gašenje unaprijed se određuju planovima zaštite od požara za takve objekte. Kod više istovremenih požara gasimo samo onaj broj spremnika za koje imamo dovoljno količina pjene.

Za gašenje požara na tlu u blizini spremnika koristimo također pjenu. Da bi znali koliko nam je pjene potrebno moramo znati površinu tekućine koja gori. Te požare potrebno je ugasiti prije nego počnemo gašenje požara spremnika.

## 9. LITERATURA

- [1] Karlović V.: „Procesi gorenja i gašenja“, Vatrogasna škola, Zagreb, (2002.),
- [2] Grupa autora: „Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika“, Hrvatska vatrogasna zajednica, Sveučilišna tiskara d.o.o., Zagreb, (2006.), ISBN 953-6385-16-3.
- [3] Gulan I.: „Protupožarna tehnološka preventiva“, Biblioteka Nading, Zagreb, (1997.), ISBN 953-96015-4-1.
- [4] Knežević D.: „Požari na spremnicima tekućih naftnih prerađevina“, Vatrogastvo i upravljanje požarima, 6, (2016.), 5-11
- [5] Šmejkal Z.: „Uređaji, oprema i sredstva za gašenje i zaštitu od požara“, Savez kemičara i tehnologa Hrvatske; Kemija u industriji, Zagreb, (1991.), ISBN 86-80907-11-1
- [6] Ministarstvo unutarnjih poslova: „Pravilnik o zapaljivim tekućinama“, Narodne novine, Zagreb, (1999.)
- [7] Carević M.: „Tehnički priručnik za zaštitu od požara“, Grafo – Amadeus d.o.o., Zagreb, (1997), ISBN 953-97239-0-6
- [8] JVP Rijeka: „Gašenje požara spremnika lakozapaljivih tekućina“ [WWW.Vatrogasci-rijeka.hr](http://WWW.Vatrogasci-rijeka.hr), pristupljeno 15.09.2022.

## 10. PRILOG

### 10.1. Popis slika

Slika 1. Naftne bušotine.....	12
Slika 2. Rafinerija nafte Rijeka.....	14
Slika 3. Spremnici s čvrstim krovom.....	16
Slika 4. Spremnik s plivajućim krovom.....	17
Slika 5. Auto pretakalište zapaljivih tekućina.....	18
Slika 6. Spremnik za pjenilo i mješač vode i pjenila.....	21
Slika 7. Sistem cjevovoda.....	22
Slika 8. Razdjelni ventili.....	22
Slika 9. Mlaznica za zračnu pjenu na spremniku sa plivajućim krovom.....	23
Slika 10. Požar spremnika u skladištu nafte.....	25
Sliku 11. Spremnik Fluorproteinskog pjenila koje stvara vodeni film FFFP.....	28
Slika 12. Gašenje požara pjenom.....	32
Slika 13. Gašenje požara prahom.....	34
Slika 14. Mlaznica za tešku pjenu i injektorski mješač vode i pjenila.....	35
Slika 15. Prijenosni bacač za gašenje vodom i pjenom.....	38
Slika 16. Posebno vatrogasno vozilo za gašenje vodom i pjenom.....	40
Slika 17. Posebno vatrogasno vozilo kombinirano (Pjena/ Prah).....	41