

# STABILNI SUSTAV ZA GAŠENJE POŽARA VODOM U RAFINERIJU NAFTI

---

**Dankić, Davor**

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

**2021**

*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:128:171298>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-22**



**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

Davor Dankić

# **Stabilni sustav za gašenje požara vodom u rafineriji nafte**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2021.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Davor Dankić

# **Stabilni sustav za gašenje požara vodom u rafineriji nafte**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2021.

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and protection Department

Professional graduate study of Safety and protection

Davor Dankić

**Stable water fire extinguishing system  
in an oil refinery**

FINAL PAPER

Karlovac, 2021.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Davor Dankić


# **Stabilni sustav za gašenje požara vodom u rafineriji nafte**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

mr.sc. Đorđi Todorovski, dipl.ing.

Karlovac, 2021.

 <b>VELEUČILIŠTE U KARLOVCU</b> Karlovac University of Applied Sciences	Klasa: 602-11/___- 01/____
<b>ZADATAK ZAVRŠNOG / DIPLOMSKOG RADA</b>	Ur.broj: Datum:

Stručni / specijalistički studij: SIGURNOSTI I ZAŠTITE  
(označiti)

Usmjerenje: Zaštita od požara

Karlovac, 2021.

### ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Davor Dankić

Matični broj: 0420418005

Naslov: Stabilni sustav za gašenje požara vodom u rafineriji nafte

Opis zadatka:

- općenito o stabilnim sustavima za gašenje požara s automatskim i bez automatskog rada s naglaskom na hidrantske mreže (vanjska, unutarnja, suha, mokra)
- zakonske regulative o hidrantskim mrežama
- projektiranje hidrantskih mreža
- hidrantska mreža u „Rafineriji nafte Sisak“ (dobava vode, vatrogasna pumpaona, razvod i održavanje hidrantske mreže)
- taktičko korištenje hidrantske mreže u „Rafineriji nafte Sisak“ (stabilni i polustabilni bacači, TDP-i, polustabilni sustavi za posredno gašenje spremnika, vatrogasna oprema i tehnika)

Zadatak zadan:  
04/2021

Rok predaje rada:  
06/2021.

Predviđeni datum obrane:  
06/2021.

Mentor:

mr.sc. Đorđi Todorovski, dipl.ing.

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Dr. sc. Zvonimir Matusinović

## **PREDGOVOR**

Uz pomoć mentora koji je predložio ovu temu, krenuo sam u izradu završnog rada koji treba biti vrhunac studiranja i u kojem se prezentira znanje i iskustvo koje smo skupili na studiju i poslu na kojem radim. Tema je nadam se zanimljiva i svima izvan Rafinerije nafte Sisak jer se može možda primijeniti i na druga visoko rizična postrojenja. Zahvaljujem kolegama iz Rafinerije i kolegama s kojima sam studirao i putovao na studij koji su mi pomogli oko pisanja ovog rada, također zahvaljujem svom mentoru za pruženu pomoć pri pisanju ovog rada te u cjelokupnom studiranju. Na kraju zahvaljujem svojoj obitelji na razumijevanju tijekom studiranja.

## **SAŽETAK**

Oprema koja se nalazi u Rafineriji nafte Sisak štiti se stabilnim sustavom za hlađenje i gašenje i polustabilnim sustavima za gašenje požara pjenom. Drencher sustavi za hlađenje i gašenje vodom štite spremnike, opremu, i punilišta unutar rafinerije. Navedeni su i stabilni i mobilni bacači vode/pjene i njihove karakteristike. Svi stabilni sustavi koji služe za zaštitu od požara moraju proći zakonska ispitivanja i posjedovati Uvjerenje o ispravnosti. Uz primjer požara spremnika, taktiku gašenja požara vodom i pjenom kao i vrste pjena i pjene koji su detaljno opisani. Vanjska hidrantska mreža Rafinerije nafte Sisak je izvedena kroz dobavu vode iz rijeke Kupe sustavom cjevovoda uz mogućnost manipuliranja tlakom vode kroz vatrogasnu pumpaonicu.

Ključne riječi: drencher, polustabilni sustav gašenja, hidrantska mreža, ispitivanja stabilnih sustava.

## **SUMMARY**

The equipment located in the Sisak Oil Refinery is protected by a stable cooling and extinguishing system and semi-stable foam fire extinguishing systems. Drencher water cooling and extinguishing systems protect tanks, equipment, and tank filling stations inside the refinery. Stable and mobile water / foam launchers and their characteristics are listed. All stable fire protection systems must pass legal tests and have a Certificate of Correctness. With the example of tank fire, water and foam fire extinguishing tactics as well as the types of foam which are described in detail The external hydrant network of the Sisak Oil Refinery is supplied from water of the Kupa river through a pipeline system with the possibility of manipulating the water pressure through the fire pumping station.

Keywords: drencher, semi-stable extinguishing system, hydrant network, tests of stable systems



SADRŽAJ	
ZADATAK ZAVRŠNOG RADA.....	I
PREDGOVOR.....	II
SAŽETAK.....	III
SADRŽAJ.....	IV
1.UVOD.....	1
1.1. Predmet i cilj rada .....	1
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja.....	1
2. STABILNI SUSTAVI ZAŠTITE OD POŽARA .....	2
2.1. Općenito o stabilnim sustavima sa i bez automatskog rada .....	2
2.2. Hidrantska mreža.....	3
2.3. Vanjska hidrantska mreža.....	5
2.3.1. Nadzemni hidranti .....	7
2.4. Unutarnja hidrantska mreža.....	9
2.5. Suha hidrantska mreža .....	11
2.6. Polustabilni i stabilni sustavi za gašenje požara pjenom.....	12
2.6.1. Polustabilni sustav gašenja pjenom .....	12
2.6.2. Stabilni sustavi gašenja požara pjenom .....	14
2.7. Uređaji za gašenje raspršenom vodom.....	15
2.8. Stabilni sustavi za gašenje vodenom parom.....	17
2.9. Bacači voda/pjena .....	18
2.9.1. Stabilni bacači voda/pjena na punilištu željezničkih cisterni .....	19
2.9.2. Stabilni bacači oko postrojenja SRU .....	21
2.9.3. Bacači voda/pjena na KP-5 .....	22

2.9.4. Stabilni bacači u luci Crnac .....	24
2.9.5. Mobilni prijevozni bacači voda/pjena oko postrojenja KP-6.....	25
2.9.6. Mobilni prijevozni bacači na KP-7.....	27
3. ZAKONSKA ISPITIVANJA .....	29
3.1. Ispitivanje hidrantske mreže .....	30
4. TAKTIČKA UPOTREBA VODE ZA GAŠENJE POŽARA .....	32
5. TAKTIČKA UPOTREBA PJENE ZA GAŠENJE POŽARA.....	34
5.1. Vrste pjenila .....	35
5.1.1. Proteinska pjenila (P) .....	35
5.1.2. Fluoroproteinska pjenila (FP) .....	36
5.1.3. Fluoroproteinska pjenila (FFFP).....	36
5.1.4. Sintetska pjenila (S) .....	36
5.1.5. Fluorosintetska pjenila (AFFF) .....	36
5.1.6. Polivalentna-alkoholna pjenila (AR).....	37
6. VANJSKA HIDRANTSKA MREŽA RAFINERIJE NAFTE SISAK .....	38
6.1. Vatrogasna pumpaona (DCV).....	40
6.2. Retencioni bazeni .....	42
6.3. Bunar Kupa 2.....	43
7. GAŠENJE SPREMNIKA S PLIVAJUĆIM KROVOM .....	46
7.1. Opis nastalog požara .....	46
8. ZAKLJUČAK.....	49
9. LITERATURA .....	50
10. PRILOZI .....	52
10.1. Popis simbola (korištenih kratica .....	52
10.2. Popis slika.....	52
10.3. Popis tablica .....	53

## **1.UVOD**

Zaštita od požara stabilnim sustavima za gašenje i hlađenje vodom unutar rafinerijskih postrojenja je osnovna zaštita koja se kao takva nadograđuje s polustabilnim sustavima za gašenje pjenom, stabilnim i polustabilnim bacačima, parom i slično. Rafinerijska postrojenja predstavljaju visoko rizična postrojenja s stanovišta zaštite od požara tako će biti analizirani i ostali sustavi zaštite, njihova učinkovitost, zakonska ispitivanja te analiza nekih primjera požara u Rafineriji nafte Sisak. Sustav zaštite od požara podrazumijeva planiranje zaštite od požara, propisivanje mjera zaštite od požara, financiranje zaštite od požara te osposobljavanje i ovlašćivanje za obavljanje poslova zaštite od požara, s ciljem zaštite života, zdravlja i sigurnosti ljudi i životinja te sigurnost materijalnih dobara, okoliša i prirode od požara, uz društveno i gospodarski prihvatljiv požarni rizik. [1]

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

Ovim radom će biti obrađena tema zaštite od požara neautomatskim stabilnim sustavima unutar Rafinerije nafte Sisak. Posebno i detaljno bit će obrađena tema vanjske hidrantske mreže koja predstavlja osnovni dio sustava zaštite od požara s posebnim osvrtom i detaljnim prikazom takve zaštite na postrojenjima Rafinerije nafte Sisak.

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

Kao izvore podataka u ovom radu koristio sam službene pravilnike i zakone, Internet, te knjige koje koristim i inače u svom radu. Kao dragocjeni izvor informacija su mi poslužile prezentacije s predavanja koje sam skupio u tijeku svog studiranja na Veleučilištu.

## **2. STABILNI SUSTAVI ZAŠTITE OD POŽARA**

### **2.1. Općenito o stabilnim sustavima sa i bez automatskog rada**

Stabilni sustavi za zaštitu od požara zbog svojih prednosti pokazuju se kao osnovna aktivna zaštita od požara na tehnološkim postrojenjima, a posebice na petrokemijskim postrojenjima. Zbog karakteristika zapaljivog medija na takvim postrojenjima požare karakterizira visoka temperatura, eksplozija, velika površina opožarenog područja, te samim tim stabilni sustavi s automatskim radom bili bi najbolji izbor. Njihova prednost je što djeluju odmah kroz dojavu požara, pa s tim eliminiraju moguću ljudsku pogrešku. Dojavom požara se automatski aktivira i aplikacija sredstva za gašenje koje se nalazi u spremnicima sustava te dolazi do brzog i učinkovitog gašenja bez opasnosti za ljudske živote. Ovakvi sustavi iako u startu skuplji u konačnici pružaju puno veću i sigurniju zaštitu ljudskih života i materijalnih dobara, a kroz smanjene troškove osiguranja nameću se kao dobra investicija.

Stabilni sustavi za gašenje požara dijele se na:

- uređaje s automatskim radom, pri čemu za aktiviranje i postupak gašenja nije potrebna ljudska aktivnost
- na uređaje s neautomatskim radom kojima se za gašenje požara koriste gasitelji

Stabilni sustavi s automatskim radom su:

- sustavi tipa sprinkler
- sustavi tipa drencher
- sustavi s ugljičnim dioksidom
- sustavi s halonom (haloni su zabranjeni od 1.1.2006.)
- sustavi s „clear agentom“ (FM-200, NOVEC 1230)
- bacači pjene i vode

Stabilni sustavi bez automatskog rada su:

- unutarnja hidrantska mreža
- vanjska hidrantska mreža
- uređaji za gašenje vodom i pjenom koji se koriste u sklopu s vatrogasnim motornim vozilom [2]

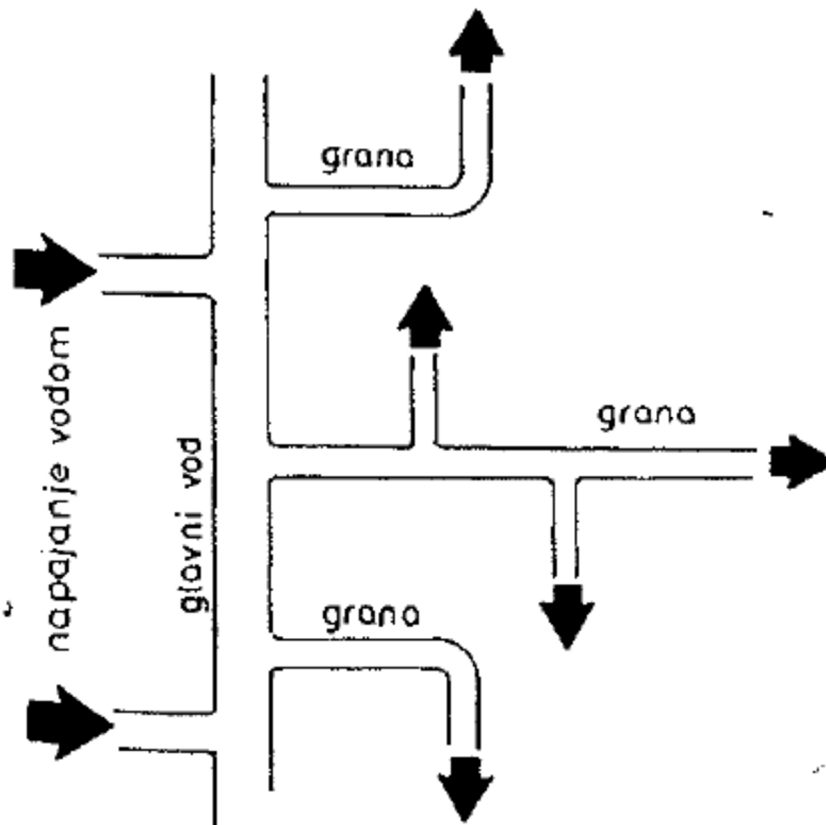
U ovom radu su opisani i stabilni sustavi zaštite od požara bez automatskog rada koji se nalaze u Rafineriji nafte Sisak, drencher sustavi, sustavi za gašenje požara vodenom parom i bacači voda/pjena. Postrojenja rafinerije su izgrađena sedamdesetih godina te je zaštita od požara izvedena sustavima bez automatskog rada.

## 2.2. Hidrantska mreža

Hidrantska mreža za gašenje požara je skup cjevovoda, uređaja i opreme kojima se voda od sigurnog izvora dovodi do štice prostora i građevina. Hidrantska mreža se dijeli na :

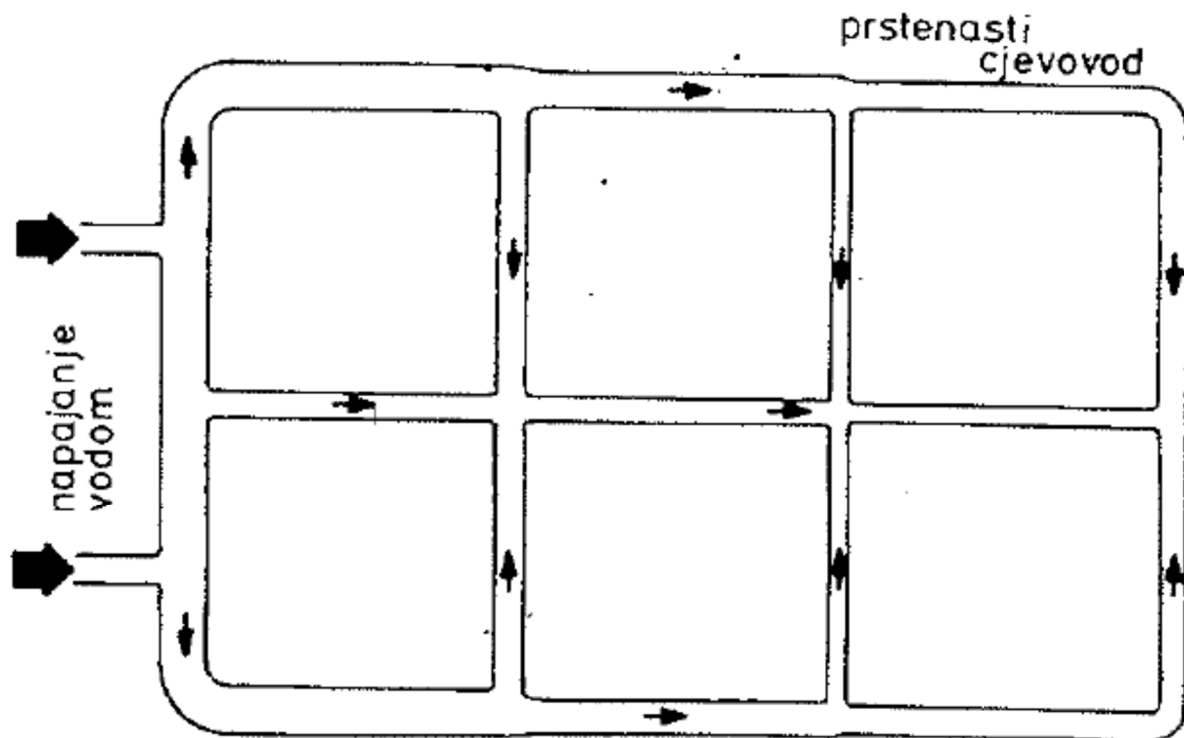
- Vanjsku hidrantsku mrežu
- Unutarnju hidrantsku mrežu
- Moku hidrantsku mrežu
- Suhu hidrantsku mrežu

Hidrantska mreža u pravilu mora biti izgrađena kao mokra hidrantska mreža i samo iznimno ako postoji opasnost od zamrzavanja, posebnosti tehnološkog procesa ili građevine može se izgraditi suha hidrantska mreža ali samo iznimno i po odobrenju tijela nadležnog za zaštitu od požara. Suha hidrantska mreža je hidrantska mreža za gašenje požara koja je suha do daljinski upravljanoj zapornog ventila, od kojeg je stalno ispunjena vodom pod tlakom. Suha hidrantska mreža izvodi se isto kao i mokra hidrantska mreža s klasičnim hidrantskim ormarićima ili s ormarićima s bubnjem. Jedina razlika između suhe hidrantske mreže i mokre hidrantske mreže je uvjet, da se svi cjevovodi suhe hidrantske mreže moraju moći potpuno isprazniti (drenirati) poslije upotrebe ili poslije tlačne probe. [3] Voda za gašenje požara u hidrantskoj mreži opskrbljuje se pomoću cjevovoda koji može biti razgranate izvedbe ili izvedbe u obliku zatvorenog prstena. Cijevna mreža ima glavne ili magistralne vodove i cijevne grane ili među linije. Magistralni cjevovod ima promjer cjevovoda više od 300 mm, a grane i među linije promjer cjevovoda manji 100 mm. Razgranati sistem (slika 1.) ima više cijevnih grana koje su priključene na magistralni cjevovod. Grananje cjevovoda može biti jednostrano ili dvostrano. Sistem zatvorenog prstena čine cjevovodi međusobno povezani u zatvorene petlje (prstene) tako da se svako mjesto na cjevovodu napaja najmanje s dvije strane. Razgranati sistemi primjenjuju se tamo gdje proces rada dozvoljava prekid u opskrbi vodom tehnoloških postrojenja u toku gašenja požara, na privrednim objektima sa sanitarnom i pitkom vodom i tamo gdje hidrantska mreža nije duža od 200 m.



Slika 1. Razgranati sistem cjevovoda [4]

U slučaju da je hidrantska mreža duža od 200 m, a razgranatog je oblika, potrebno je na najugroženijim mjestima izgraditi vodocrpilišta. Najčešće projektirani cjevovod u praksi je prstenasti cjevovod (slika 2.) zbog veće sigurnosti u radu jer u slučaju propuštanja na jednom dovodnom cjevovodu, napajanje vodom je moguće s drugog dovodnog kanala.



Slika 2. Prstenasti sistem cjevovoda [4]

Osim veće sigurnosti u dobavi vode i gubitak tlaka u cjevovodu je ravnomjernije raspoređen nego što je to slučaj u razgranatom sistemu. Kako bi se osigurala što bolja i ekonomičnija doprema vode te pristupačnost i kontrola, cjevovod je potrebno polagati uz ceste.

### 2.3. Vanjska hidrantska mreža

Vanjska hidrantska mreža za gašenje požara je hidrantska mreža za gašenje požara izvedena izvan građevine koja se štiti, a završava nadzemnim ili podzemnim hidrantom. Vanjskom hidrantskom mrežom za gašenje požara obvezatno se moraju štiti:

- građevine i prostori za koje je to traženo posebnim propisima
- građevine i prostori za koje je to traženo posebnim uvjetima građenja iz područja zaštite od požara
- građevine i prostori za koje je to zahtijevano prostornim planom

- naseljena mjesta koja imaju izgrađen vodoopskrbni sustav
- građevine i prostori koji svojim značajkama spadaju u I., II. ili III. kategoriju ugroženosti od požara, izuzev prostora sa zaštićenom i visokokvalitetnom šumom (nacionalni parkovi i sl.) za koje će se moguća obveza izgradnje hidrantske mreže utvrditi u procjeni ugroženosti od požara

U cjevovodne se mreže ugrađuju zasuni, ventili, ispusti, odzračni ventili i hidranti. Zasuni i ventili služe za zatvaranje i izolaciju određene sekcije mreže u slučaju havarije ili za preusmjerenje određene količine vode u željenom pravcu, odnosno za preraspodjelu vode. Zasuni i ventili se zatvaraju i otvaraju ručno ili automatski (električni, hidraulički ili pneumatski pogon). Ispusti na cijevnoj mreži postavljaju se na najnižim točkama da se mreža u slučaju remonta može potpuno isprazniti. Odzračni ventili služe za ispuštanje zraka iz mreže na najvišim točkama i za sprečavanje stvaranja vakuuma u mreži. [5] Na cjevovod vanjske hidrantske mreže za gašenje požara postavljaju se u pravilu nadzemni hidranti, a samo iznimno u opravdanim slučajevima podzemni hidranti. Kada je procjenom ugroženosti od požara predviđeno da vanjska hidrantska mreža služi za neposredno gašenje požara, na udaljenosti ne većoj od 10 m od svakog hidranta vanjske hidrantske mreže za gašenje požara mora se nalaziti ormarić s vatrogasnim cijevima potrebne dužine, mlaznicama i ostalim potrebnim vatrogasnim armaturama (prijelaznice, razdjelnice) koje će omogućiti efikasno gašenje požara. Udaljenost bilo koje vanjske točke građevine ili neke točke štíćenog prostora i najbližeg hidranta ne smije biti veća od 80 m, niti manja od 5 m. Udaljenost između dva susjedna vanjska hidranta smije iznositi najviše 150 m, ako posebnim propisom nije drugačije određeno. Iznimno, u naseljima sa samostojećim obiteljskim kućama udaljenost između dva susjedna vanjska hidranta smije iznositi najviše 300 m. Vanjska hidrantska mreža za gašenje požara mora imati siguran izvor vode takvog kapaciteta da omogući opskrbu minimalno propisanom protočnom količinom vode koja je potrebna za zaštitu požarnog sektora s najvećim požarnim opterećenjem građevine koja se štiti, uz tlak na hidrantu koji nije manji od tlaka koji je propisan Pravilnikom o hidrantskoj mreži za gašenje požara („NN“ 8/06) u trajanju od najmanje 120 minuta. [3] Hidrantska mreža unutar Rafinerije nafte Sisak je namijenjena za posredno gašenje požara, odnosno preko Vatrogasnih vozila.



### 2.3.1. Nadzemni hidranti

Nadzemni se hidranti proizvode s dva različita priključka na cjevovodne mreže: NO 80 i NO 100. Hidranti s ulaznim otvorom NO 80 imaju dva izlazna otvora C i jedan izlazni otvor B. Nadzemni hidranti s ulaznim otvorom NO 100 imaju dva izlazna otvora B i jedan izlazni otvor A. Osnovni dijelovi nadzemnog hidranta su kućišta od lijevanog željeza, ventil s vretenom, glava vretena za otvaranje i zatvaranje hidranta, drenažni sistem i, na nekim najnovijim hidrantima, gumena kugla za automatsko zatvaranje hidranta u slučaju oštećenja. Visokotlačni nadzemni hidrant ima široku primjenu pri zaštiti od požara u rafinerijskim postrojenjima, kemijskoj industriji, tankerskim i ostalim lukama, pretakalištima zapaljivih tekućina i na svim ostalim mjestima gdje se u hidrantskom cjevovodu pojavljuju tlakovi veći od 6 odnosno 10 bar. Opremljen je priključcima za vatrogasne cijevi standardne izvedbe radi gašenja požara ili zaštite susjednih objekata, ako služi za neposredno gašenje. Materijali od kojih je izrađen:

- tijelo i prirubnice: ugljični čelik
- vreteno: legirani čelik (nehrđajući)
- glavna matica: mesing
- vodilice vretena: bronca
- sjedište ventila: bronca
- brtve: specijalna sintetička guma [4]

Prednost visokotlačnih hidranata (slika 3.):

- visoka otpornost na udarce jer je izrađen od čelika
- vruće pocinčavanje i kvalitetni materijali garantiraju otpornost na koroziju i trajnost
- laka i brza manipulacija bez posebnog alata
- predviđen udarni zarez za slučaj loma
- povratno brtvljenje automatski zatvara istjecanje vode ako nastane lom ili pri demontaži, pa hidrantski cjevovod ostaje u funkciji s radnim tlakom (moguća izvedba bez povratnog brtvljenja)
- automatski ispust onemogućuje smrzavanje vode u tijelu hidranta. Ispust je otvoren kad je hidrant zatvoren, i obratno

- bitni rotirajući dijelovi hidranta su izvan vode i podmazuju se mašću, što povećava sigurnost pogona i smanjuje troškove održavanja.



*Slika 3. Visoko tlačni nadzemni hidrant [7]*

## 2.4. Unutarnja hidrantska mreža

Unutarnja hidrantska mreža za gašenje požara je hidrantska mreža za gašenje požara izvedena u objektu koji se štiti, a završava bubnjem s namotanim cijevima stalnog presjeka i mlaznicom ili vatrogasnom cijevi sa spojnicama i mlaznicom (slika 4.).

Unutarnjom hidrantskom mrežom za gašenje požara moraju se štiti:

- građevine i prostori za koje je to traženo posebnim propisima
- građevine i prostori za koje je to traženo posebnim uvjetima građenja iz područja zaštite od požara
- građevine za koje je to zahtijevano prostornim planom
- građevine koje svojim značajkama spadaju u I., II. ili III. kategoriju ugroženosti od požara sukladno odredbama Pravilnika o razvrstavanju građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara
- objekti čija je kota poda najviše etaže namijenjene za boravak ljudi najmanje 9 m iznad najniže kote površine uz stambeni objekt koja služi kao vatrogasni pristup
- mjesta okupljanja većeg broja ljudi u građevinama
- garaže i parkirališta u građevinama, čija je površina veća od 100 m<sup>2</sup>
- građevine i prostori namijenjeni trgovini čija je površina veća od 100 m<sup>2</sup>
- podzemne etaže površine veće od 100 m<sup>2</sup>
- mjesta stalnog zavarivanja koja se nalaze unutar građevine

Unutarnja hidrantska mreža za gašenje požara mora biti izvedena na takav način da se ostvari potpuno prekrivanje prostora koji se štiti najmanje s jednim mlazom vode s tim da se na dužinu cijevi s mlaznicom može dodati dužina mlaza od najviše 5 m. U slučaju da se potrebna protočna količina vode u požarnom sektoru koji se štiti ostvaruje s dva ili više hidranata potrebno je da se cjelokupna štíčena površina prekrije s onoliko hidranata koliko je potrebno da se ostvari potrebna protočna količina vode. Unutarnja hidrantska mreža za gašenje požara mora imati siguran izvor vode takvog kapaciteta da omogući opskrbu minimalno propisanom protočnom količinom vode koja je potrebna za zaštitu požarnog sektora s najvećim specifičnim požarnim opterećenjem građevine koja se štiti, uz tlak na mlaznici koji nije manji od tlaka koji je propisan Pravilnikom o hidrantskoj mreži za gašenje požara („NN“ 8/06)u trajanju od najmanje 60 minuta.



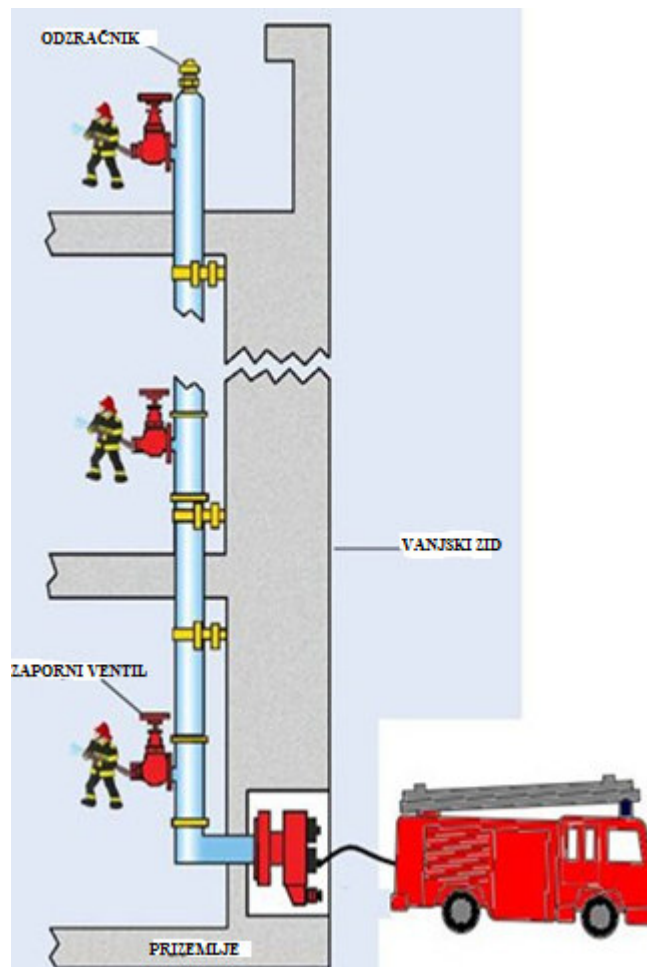
*Slika 4. Unutarnji zidni ormarić s opremom [8]*

Osnovna oprema koja se nalazi u zidnom ormariću je:

- Mlaznica s zatvaračem Ø 52 mm
- Crijevo Ø 52 mm, 15 m sa spojka
- Kutni ventil Ø 52 mm

## **2.5. Suha hidrantska mreža**

Suha hidrantska mreža je skup uređaja koji su u normalnim uvjetima bez vode, a u slučaju požara služe da se voda za gašenje požara transportira od vatrogasnih vozila ili drugih izvora za opskrbu vodom do mjesta potrošnje. Suha je do daljinski upravljano zapornog ventila od kojeg je stalno ispunjena vodom pod tlakom. [1] U takvom slučaju mora biti omogućeno automatsko otvaranje zapornog ventila na početku cjevovoda suhe hidrantske mreže otvaranjem zapornog ventila bilo kojeg hidranta suhe hidrantske mreže za gašenje požara. Suha hidrantska mreža izvodi se isto kao i mokra hidrantska mreža s klasičnim hidrantskim ormarićima ili s ormarićima s bubnjem. Jedina razlika između suhe hidrantske mreže i mokre hidrantske mreže je uvjet, da se svi cjevovodi suhe hidrantske mreže moraju moći potpuno isprazniti (drenirati) poslije upotrebe ili poslije tlačne probe. Primjenu ovakvog tipa hidrantske mreže nalazimo u negrijanim otvorenim, poluotvorenim i podzemnim javnim garažama, u industrijskim prostorima gdje grijanje prostora nije moguće, a hidrantska mreža je neophodna te na visokim građevinama gdje se tlakom vode upravlja preko vatrogasnog vozila (slika 5.). Priključci za vatrogasno vozilo se nalaze uz glavni objekt. Suha hidrantska mreža može biti unutarnja i vanjska. Vanjski se priključak za vatrogasno vozilo na cjevovod za suhu hidrantsku mrežu postavlja što bliže glavnom ulazu u objekt, na visini od 60 cm do 120 cm u posebnom limenom ormaru koji se otvara ključem za otvaranje hidrantskih ventila. Ovakav tip suhe hidrantske mreže je namijenjen za visoke građevine. Unutarnji dio suhe hidrantske mreže projektira se i izvodi u skladu sa propisima za hidrantsku mrežu (mokru). U Rafineriji nafte Sisak ne postoji ovakav tip razvoda hidrantske mreže.



Slika 5. Vanjska suha hidrantska mreža [9]

## 2.6. Polustabilni i stabilni sustavi za gašenje požara pjenom

Rafinerija nafte Sisak kao petrokemijska industrija i skladišni prostor koji skladišti derivate nafte u spremnike opremljena je zaštitom spremnika upravo stabilnim i polustabilnim sustavima za gašenje požara. Stabilni i polustabilni sustavi za gašenje požara pjenom najčešće se koriste zračnom pjenom kao sredstvom za gašenje.

### 2.6.1. Polustabilni sustav gašenja pjenom

Polustabilni sustav gašenja pjenom se sastoji od fiksnih cjevovoda razvedenih oko spremnika na kraju kojih su ugrađene zračne komore za proizvodnju pjene sa ulazom pjene u štíćeni spremnik u slučaju požara. Na početku ovih cjevovoda su fiksne vatrogasne „storz“ spojke za priključenje vatrogasnih vozila pomoću tlačnih cijevi (slika 6.).



*Slika 6. Polustabilni sustav za gašenje spremnika [7]*

Sustav je opremljen zasunskim armaturama za aktiviranje i armaturama za drenažu. Gašenje se vrši priključenjem vatrogasnog vozila odgovarajućeg kapaciteta pumpe koje tlači mješavinu vode i pjenila prema zračnoj komori i šticeu spremniku. Na komori u mješavinu vode i pjenila usisava se zrak i stvara pjena koja ulazi u šticeu spremnik (slika 7.). Koristi se pjenilo koje se nalazi u vatrogasnim vozilima, profesionalne vatrogasne postrojbe Rafinerije nafte Sisak „IVS“. Dobava vode u vatrogasno vozilo se obavlja preko rafinerijske hidrantske mreže iz nadzemnih hidranata.



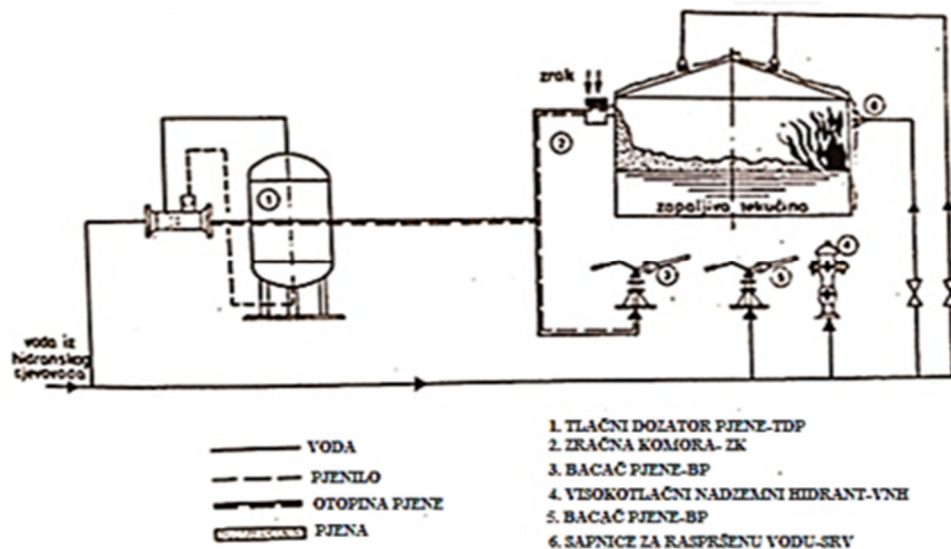
*Slika 7. Sustav cjevovoda gašenja i hlađenja spremnika [7]*

#### 2.6.2. Stabilni sustavi gašenja požara pjenom

Stabilni uređaji za gašenje požara zračnom pjenom su fiksne instalacije koje se sastoje od izvora vode i sistema za opskrbu vodom, od sistema za opskrbu i miješanje pjenu s vodom, od razvodnog cjevovoda s ventilima i drugim armaturama, od mlaznica za ubacivanje pjene na projektirano mjesto ili bacača voda/pjena s kojim se tako dobivena pjena baca na željeno mjesto. U rafineriji nafte Sisak ovakvi sustavi imaju opskrbu vode iz hidrantske mreže, a pjenilo se nalazi unutar spremnika tlačnih dozatora pjene (slika 8.). Ovaj uređaj se sastoji od spremnika s ugrađenom fleksibilnom membranom, proporcijatorom i pratećeg cijevnog razvoda, a potrebnu energiju za rad dobiva korištenjem tlaka vode u hidrantskom cjevovodu. Aktivira se ručno otvaranjem ventila za vodu koji propušta vodu kroz mješač vode i pjenu. Propuštanjem vode u spremnik plastični balon se skuplja i istiskuje pjenilo iz balona. Istisnuto pjenilo iz spremnika usmjerava se u mješač, gdje se pjenilo i voda miješaju u omjeru koji je određen u mješaču, ovisno o pjenilu koje se koristi. U rafineriji se u TDP-u koristi Proflex 3 (FFFP) pjenilo koje se u mješaču miješa s vodom u omjeru 3% pjenu i 97% vode. Takva



mješavina dalje cjevovodom struji do bacača voda/pjena gdje se mješavina opjenjuje uz prisustvo zraka te nanosi na požar.



Slika 8. Shema rada tlačnog dozatora pjene [4]

## 2.7. Uređaji za gašenje raspršenom vodom

Stabilni uređaji za gašenje požara raspršenom vodom (drencher uređaji) namijenjeni su gašenju požara koji se brzo širi u prostorima i na objektima. Kao sredstvo za gašenje služi voda. Koristi se za odvajanje dijela prostora koji je zahvaćen požarom (vodena zavjesa), hlađenje spremnika tekućina s niskim plamištem te gašenje postrojenja. Razlika u odnosu na sprinkler sustav je prvenstveno u tome što su mlaznice na cjevovodu otvorene, tj. nemaju toplinski osjetljivi element. Cjevovod je povezan s izvorom vode preko drencher ventilske stanice. Na početku cjevovoda iza izvora vode nalazi se drencher ventil (slika 9.) kao dio drencher ventilske stanice.



*Slika 9. Glavni ventil za ručno otvaranje drencher sustava [7]*

Vodom iz cijevne mreže jednog drencher ventila polijeva se istovremeno cjelokupna površina (slika10.). Najčešću primjenu ovog sustava nalazimo u kazalištima, lakirnicama, naftnoj industriji, spremnicima goriva, kablovskim kanalima, postrojenjima za reciklažu, skladištima baruta itd. S obzirom da na mlaznicama nema toplinski osjetljivog elementa, a u cjevovodu je atmosferski tlak, drencher ventil se može aktivirati na različite načine. Najčešće kombinacije aktiviranja drencher ventila su pomoću ostalih sustava iz štice prostora:

- pneumatski sustav npr. uzбудni cjevovod ispunjen zrakom do određenog tlaka
- hidraulički sustav npr. uzбудni cjevovod ispunjen tekućinom
- električki sustav npr. preko sustava dimnih i/ili toplinskih i/ili optičkih javljača požara i/ili sustava termovizije
- ručno npr. ručnim pritiskom tipkala u štice prostoru ili otvaranjem ventila za aktiviranje na samom drencher ventilu

S jednog ili više navedenih uzбудnih sustava prosljeđuje se signal na upravljačku centralu drencher sustava. Nakon toga sa upravljačke centrale, poslije primitka naloga za aktiviranje, a nakon zadržske i potvrde, dolazi do otvaranja drencher ventila i gašenja požara. [3] Unutar Rafinerije nafte Sisak nalaze se drencher sustavi koji se aktiviraju ručno i pneumatski. Ručno aktiviranje je na svim sustavima za hlađenje spremnika i objekata na postrojenjima, a sustav je spojen na hidrantsku mrežu rafinerije. Jedini sustav koji se aktivira pneumatski, a može se aktivirati i ručno, služi za gašenje i hlađenje punilišta autocisterni s derivatima.



*Slika 10. Drencher sustav mlaznica [7]*

## **2.8. Stabilni sustavi za gašenje vodenom parom**

Upotreba uređaja za gašenje vodenom parom vrlo je rijetka, a moguća je samo na objektima koji imaju stalnu veliku zalihu vodene pare. To su energane, kotlovnice, odnosno parovodi u rafinerijama i slično. Stabilni uređaji gase požar na principu smanjenja koncentracije kisika ili plinovite faze goriva u zraku i na taj način ugušuju

požar. Za efikasno gašenje požara potrebno je u kratkom vremenu 40% volumena objekta ispuniti vodenom parom. U Rafineriji nafte Sisak gašenje požara s vodenom parom se primjenjuje na vrućim pumpama, tehnološkim kanalima, ložištima peći, priborima vrućih izmjenjivača i reaktora. Sustavi se sastoje iz dovodnih parnih cjevovoda i zapornih armatura. Na šticienom prostoru procesne peći, linije parnog cjevovoda razvedene su do cijevnog prstena oko peći na koji su spojeni ulazni parovodi u ložište peći i ugrađene sapnice za paru koje omogućuju ravnomjerno i brzo punjenje šticienog prostora parom. Na ostalim šticienim objektima izmjenjivačima, vrućim pumpama, tehnološkim slop kanalima linije parnog cjevovoda su razvedene s ugrađenim sapnicama za paru preko kojih se ravnomjerno puni šticieni prostor s vodenom parom. Lokacija zasuna za ručno aktiviranje je označena jasno vidljivom tablicom. Prema NFPA standardu 86 A potrebno je upotrijebiti pregrijanu paru visokog tlaka. Početni kapacitet vodene pare za gašenje požara treba biti 1,3 kg u minuti po m<sup>3</sup> objekta, pri tlaku na mlaznici 1,05 bara. [3] Opskrba vodenom parom vrši se iz Energane II na KP-6. Protupožarna para koju daje Energana II, Rafinerije nafte Sisak je temperature 220 °C i tlaka 14 bara, što sasvim zadovoljava standard.

## **2.9. Bacači voda/pjena**

Za zaštitu od požara u rafineriji postavljeni su stabilni i mobilni bacači voda pjena. Bacači vode i pjene su armature, zapravo velike mlaznice, koje pod tlakom izbacuju velike količine vode ili pjene na velike udaljenosti. Danas se proizvode bacači s protocima od 1000 pa do 80000 l/min i dometima do 240 m. Samo veliki protoci mogu imati i velike domete mlaza vode. Bacače možemo podijeliti na nekoliko načina. Bacači se prema sredstvu za gašenje dijele na:

- Bacači za gašenje požara vodom (puni mlaz ili puni i raspršeni mlaz)
- Bacači za gašenje požara pjenom (teškom ili neaspiriranom)
- Bacači za gašenje požara vodom i pjenom

Prema načinu postavljanja dijele se na:

- Stacionarne (stabilne)
- Mobilne (prijevozni ili prijenosni)

Prema načinu upravljanja dijele se na:

- Ručno upravljane

- Daljinski upravljani
- Samooscilirajući

Prema načinu usisa pjenila dijele se na:

- Bacače koji rade s gotovom mješavinom (usis pjenila na mješaču vozila, stabilnog sustava i sl.)
- Bacače koji imaju usis pjenila na mješaču na ulaznom otvoru bacača
- Samousisivajuće bacače[13]

Stabilni bacači voda/pjene u Rafineriji nafte Sisak locirani su oko:

- Punilišta željezničkih cisterni
- Postrojenja SRU
- Postrojenja KP-5
- Luka Crnac

Dok su mobilni prijevozni bacači raspoređeni oko postrojenja na KP-6 i KP-7. Kako su ova postrojenja služila za preradu nafte i takvi procesi zahtijevaju velike temperature i tlakove smatralo se da je bolje da su oko takvih postrojenja postavljeni mobilni bacači da se mogu prevesti na područje požara i time pojačati aplikaciju pjene na požarište.

#### 2.9.1. Stabilni bacači voda/pjena na punilištu željezničkih cisterni

Stabilni bacači voda/pjena oznaka PT-301, PT-302, PT-303 i PT-304 locirani su oko punilišta željezničkih cisterni tekućih derivata koje je smješteno na prostoru Logistike, lokacija Sisak (slika 11.). Bacači su instalirani na tornjevima visine 8 m i namijenjeni su za zaštitu na vagon punilištu u slučaju požara. Gašenje požara zračnom pjenom preko bacača, vrši se preko vatrogasnih vozila koja se pomoću tlačnih vatrogasnih cijevi spajaju na priključke bacača. Na ovaj način iz vozila se tlači mješavina voda/pjenilo do mlaznice bacača gdje se usisavanjem zraka stvara zračna pjena koju bacač izbacuje na požar.



*Slika 11. Stabilni bacač voda/pjena na MM2 [7]*

Stabilni bacači voda/pjena locirani su oko punilišta željezničkih cisterni tekućih derivata koje je smješteno na prostoru Logistike, lokacija Sisak. Bacači su spojeni na hidrantsku mrežu Rafinerije. Promjer usnaca mlaznice bacača je 40 mm (tablica 1.).

*Tablica 1. Tehničke karakteristike stabilnih bacača na željezničkom punilištu [7]*

Tehnološka oznaka	Proizvođač	Okretanje		Kapacitet (l/min)	Radni tlak (bar)	Domet (m)	
		Horizontalno (°)	Vertikalno (°)			Voda	Pjena
PT-301	Vatrosprem	360	-15+75	2400	8	60	50
PT-302	Vatrosprem	360	-15+75	2400	8	60	50
PT-303	Vatrosprem	360	-15+75	2400	8	60	50
PT-304	Vatrosprem	360	-15+75	2400	8	60	50

### 2.9.2. Stabilni bacači oko postrojenja SRU

Stabilni bacači su namijenjeni za zaštitu od požara na postrojenju za rekuperaciju sumpora i pretakališta tekućeg sumpora. Na postrojenju SRU ugrađeno je 6 bacača koji su instalirani na nadzemne hidrante (slika 12.).



*Slika 12. Stabilni bacač vode na SRU [7]*

Za aktiviranje bacača koristi se leptirasti ventil sa zaporom. Bacači na hidrantima su raspoređeni oko postrojenja i pretakališta uz požarne puteve, te im je omogućen siguran i nesmetan pristup. Namijenjeni su samo za rad s raspršenom vodom, ne i pjenom (tablica 2.). Promjer usnaca bacača je 34 mm.

*Tablica 2. Tehničke karakteristike bacača vode na SRU [11]*

Tehnološka oznaka i model	Proizvođač i godina proizvodnje	Okretanje		Nazivni protok (l/min)	Radni tlak (bar)	Domet (m)
		Horizontalno	Vertikalno			Voda
SB-381 MB3-GN-20	FAS SpA ITALIJA 2007 g	360°	-15° + 75°	2000	7	50
SB-382 MB3-GN-20	FAS SpA ITALIJA 2007 g	360°	-15° + 75°	2000	7	50
SB-383 MB3-GN-20	FAS SpA ITALIJA 2007 g	360°	-15° + 75°	2000	7	50
SB-384 MB3-GN-20	FAS SpA ITALIJA 2007 g	360°	-15° + 75°	2000	7	50
SB-385 MB3-GN-20	FAS SpA ITALIJA 2007 g	360°	-15° + 75°	2000	7	50
SB-386 MB3-GN-20	FAS SpA ITALIJA 2007 g	360°	-15° + 75°	2000	7	50

### 2.9.3. Bacači voda/pjena na KP-5

Oko postrojenja KP-5, sekcija 301 i 8001, nalaze se 2 stabilna bacača voda/pjena. Namijenjeni su za hlađenje i gašenje požara vodom i pjenom. Bacači su spojeni na hidrantsku mrežu rafinerije i zahtijevaju ručno otvaranje ventila. Bacači imaju dvije cijevi od kojih jedna služi za gašenje pjenom, a druga hlađenje i gašenje punim mlazom vode (slika13.).





*Slika 13. Stabilni bacač voda/pjena na KP-5 [7]*

Pjena na bacačima se dobiva tako da vatrogasci spoje vatrogasno vozilo na za to predviđeno mjesto na tijelu bacača te vatrogasno vozilo služi kao mobilni spremnik pjenila, a voda koja struji bacačem podtlakom usisava pjenilo iz vozila te se na mlaznici takva mješavina vode i pjenila pretvara u pjenu i gasi se požar (tablica 3.). Isti postupak može biti i s neakvim drugačijim spremnikom pjenila, bačva, IBC kontejner i slično.

Tablica 3. Tehničke karakteristike bacača voda/pjena na KP-5 [12]

Tehnološka oznaka		SBV-3	SBV-4
Proizvođač		MW Njemačka	MW Njemačka
Okretanje	Horizontalno	360°	360°
	Vertikalno	-15° + 75°	-15° + 75°
Kapacitet (l/min)		2600-3000	2600-3000
Radni tlak (bar)		8-10	8-10
Domet	Voda	60	60
	Pjena	50	50
Promjer usnaca mlaznice		38 mm	38 mm

#### 2.9.4. Stabilni bacači u luci Crnac

Luka Crnac je pristanište riječnih tankera koji prevoze većinom slavonsku naftu. Nalazi se na rijeci Savi i sastavni je dio organizacijske jedinice Logistika, terminali Sisak. Za zaštitu kod pretovara nafte iz teglenice u sustav cjevovoda, služe stabilni bacači voda/pjena kojih ima sedam komada (tablica 4.). Bacači su spojeni na hidrantsku mrežu rafinerije, a gašenje pjenom se vrši preko TDP-a na način da se ručno otvori ventil koji propušta vodu u spremnik gdje se plastični balon skuplja i istiskuje pjenilo iz balona. Istisnuto pjenilo iz spremnika usmjerava se u mješač, gdje se pjenilo i voda miješaju u omjeru 3% pjenila i 97% vode. U plastičnim balonima 2 tlačna dozatora kapaciteta pjenila 5000 litara, nalazi se pjenilo Proflex 3 (FFFP). Takva mješavina dalje struji do bacača gdje se mješavina opjenjuje uz prisustvo zraka. Dobivena pjena se dalje bacačima, kojima mora upravljati vatrogasac, aplicira na požar na privezištu teglenice.

Tablica 4. Tehničke karakteristike bacača voda/pjena u luci Crnac [10]

Tehnološka oznaka i model	Proizvođač i godina proizvodnje	Okretanje		Nazivni protok (l/min)	Radni tlak (bar)	Domet (m)
		Horizontalno	Vertikalno			Voda Pjena
11-01 KM-L-4X	JURING 1999	360°	-15° + 75°	3500	8	50/45
11-02 KM-L-4X	JURING 1999	360°	-15° + 75°	3500	8	50/45
11-03 KM-L-4X	JURING 1999	360°	-15° + 75°	3500	8	50/45
11-04 KM-L-4X	JURING 1999	360°	-15° + 75°	3500	8	50/45
11-05	JURING					

KM-L-4X	1999	360°	-15° + 75°	3500	8	50/45
11-06 KM-L-4X	JURING 1999	360°	-15° + 75°	3500	8	50/45
11-07 KM-L-4X	JURING 1999	360°	-15° + 75°	3500	8	50/45

#### 2.9.5. Mobilni prijevozni bacači voda/pjena oko postrojenja KP-6

Mobilni prijevozni bacači koji su postavljeni oko postrojenja KP-6 služe za gašenje požara pjenom ili hlađenje, kolone, izmjenjivača i slične opreme, vodom (slika 14.). Gašenje pjenom se vrši na način da vatrogasno vozilo tlači mješavinu pjenila i vode, a sama pjena za gašenje se stvara kod uvlačenja zraka na mlaznici.



*Slika 14. Mobilni bacač voda/pjena tip "Juring" na KP-6 [7]*

Njihova je prednost upravo u tome što su prijevozni te ih se može prevesti na dio postrojenja na kojemu se pojavi požar. Postavljeno ih je deset komada (tablica 5.).

Tablica 5. Tehničke karakteristike prijevoznih bacača oko postrojenja KP-6 [14]

Tehnološka oznaka	Proizvođač i lokacija	Okretanje		Nazivni protok (l/min)	Radni tlak (bar)	Domet (m)
		Horizontalno	Vertikalno			Voda/Pjena
MB-27	VATROSPREM Kod sekcije 6100	360°	-15° + 75°	2400	8,5	50/45
MB-4	ALCO Uz PP-24 na kraju sekcije 6100	360°	-15° + 75°	2400	8,5	50/45
MB-5	JURING Uz PP-21	360°	-15° + 75°	3500	8,5	70/65
MB-6	JURING Uz PP-21	360°	-15° + 75°	3500	8,5	70/65
MB-7	JURING Uz PP-21 kod sekcije 6200/300	360°	-15° + 75°	3500	8,5	70/65
MB-8	JURING Uz PP-21 kod sekcije 6200/300	360°	-15° + 75°	3500	8,5	70/65
MB-9	JURING Uz PP-21 kod sekcije 6400/500	360°	-15° + 75°	3500	8,5	70/65
MB-10	ALCO Uz PP-VI/66	360°	-15° + 75°	2400	8,5	50/45
MB-11	ALCO Uz PP-24 kod H-6101	360°	-15° + 75°	2400	8,5	50/45
MB-12	ALCO Uz PP-VI/66	360°	-15° + 75°	2400	8,5	50/45

### 2.9.6. Mobilni prijevozni bacači na KP-7

Oko postrojenja KP-7 također je postavljeno šest prijevoznih bacača (slika 15.) koji za gašenje požara koriste ne aspiriranu pjenu i također mogu podešavanjem na mlaznici bacača gasiti požar i hladiti opremu kao raspršeni mlaz (tablica 6.).



*Slika 15. Mobilni bacač voda/pjena na KP-7 [7]*

Tablica 6. Mobilni prijevozni bacači oko KP-7 [15]

Tehnološka oznaka	Proizvođač i lokacija	Okretanje		Nazivni protok (l/min)	Radni tlak (bar)	Domet (m)
		Horizontalno	Vertikalno			Voda i neaspirirana pjena
MB-21	JURING-KM-2V-3X Uz PP-27	180°	-15° + 75°	4000	8	45
MB-22	JURING-KM-2V-3X Uz PP-27	180°	-15° + 75°	4000	8	45
MB-23	JURING-KM-2V-3X Uz PP-27	180°	-15° + 75°	4000	8	45
MB-24	JURING-KM-2V-3X Uz PP-X/101	180°	-15° + 75°	4000	8	45
MB-25	JURING-KM-2V-3X Uz PP-X/101	180°	-15° + 75°	4000	8	45
MB-26	JURING-KM-2V-3X Uz PP-X/101	180°	-15° + 75°	4000	8	45

### 3. ZAKONSKA ISPITIVANJA

Ispitivanja stabilnih sustava zaštite od požara su uređena „Pravilnikom o provjeri ispravnosti stabilnih sustava zaštite od požara“. Pravilnik uređuje uvjete za davanja ovlaštenja za obavljanje provjere ispravnosti i funkcionalnosti izvedenih stabilnih sustava, uređaja i instalacija za otkrivanje i dojavu prisutnosti zapaljivih plinova i para te sprječavanje širenja požara, kao i način provjere njihove ispravnosti. Ispravnost sustava provjerava se prvim i periodičnim ispitivanjima. Prvo ispitivanje sustava obavljaju pravne osobe ovlaštene od Ministarstva unutarnjih poslova za obavljanje poslova ispitivanja ispravnosti sustava, koje nisu proizvele ili rekonstruirale, uvezle, projektirale, ugradile ili nadzirale ugradnju ili rekonstrukciju sustava ili njegovih elemenata, odnosno nisu vlasnici niti korisnici sustava. Periodično ispitivanje sustava obavljaju pravne osobe ovlaštene od Ministarstva za obavljanje poslova ispitivanja ispravnosti sustava. Iznimno, periodično ispitivanje sustava smije obavljati i pravna osoba koja je vlasnik odnosno korisnik sustava ili ga je proizvela ili uvezla, uz ovlaštenje Ministarstva. Pravne osobe koje obavljaju provjeru ispravnosti sustava trećim osobama moraju biti registrirane za obavljanje poslova ispitivanja ispravnosti sustava.

Provjera ispravnosti obavlja se za sljedeće sustave:

- sustav za otkrivanje i dojavu požara
- sustav za gašenje požara plinskim sredstvima
- sustav za gašenje požara pjenom
- sustav za gašenje požara vodom

Oprema za provjeru ispravnosti izvedenih sustava je također određena u Pravilniku. Postupak provjere ispravnosti sustava, ako posebnim propisom nije drugačije određeno, sastoji se od:

- pregleda odobrene projektne dokumentacije
- pregleda izvedenog stanja u odnosu na projektirano stanje
- pregleda isprava o uporabljivosti pojedinih elemenata sustava propisanih posebnim propisima kao i isprava o provedenim ispitivanjima propisanih posebnim propisima (npr. tlačne probe)

- provjera stanja sredstva sustava te stanja i ispravnosti rada pojedinih elemenata sustava
- provjera ispravnosti međusobnih veza pojedinih elemenata sustava (povezanost, nepropusnost, prohodnost i dr.)
- provjera ispravnosti glavnog i pomoćnih izvora napajanja sustava pogonskom energijom
- provjera ispravnosti rada dijelova sustava koji djeluju u sprezi s drugim sustavima
- provjera slijeda operacija kod aktiviranja sustava uključujući mogućnost blokade
- provjera oznaka te indikacija i signalizacije stanja sustava uključujući i stanje kvara
- mjerenje radnih karakteristika sustava (vremena, količine, protoci, koncentracije, kvaliteta, fizikalne osobine, jakost signala i dr.)
- provjera ručnog i automatskog aktiviranja sustava simuliranjem stvarnog događaja
- provjere ispravnosti rada sustava u cjelini
- drugih ispitivanja i provjera koji su neophodni za utvrđivanje ispravnosti sustava

Provjera ispravnosti sustava obavlja se sukladno propisima i normama koji se odnose na sustav koji se provjerava. O obavljenoj provjeri ispravnosti sustava sastavlja se zapisnik o ispitivanju i ako je nezadovoljavajuća ocjena ispravnosti sustava pravna osoba koja je obavila provjeru dužna je dostaviti nadležnom inspektoratu unutarnjih poslova policijske uprave u roku od sedam dana od dana obavljenog ispitivanja takav zapisnik, ako je sustav ocjenjen ispravnim izdaje se uvjerenje o ispravnosti sustava. [6]

### **3.1. Ispitivanje hidrantske mreže**

Postupak ispitivanja hidrantske mreže sastoji se od pregleda odobrene projektne dokumentacije te usporedbe projektiranog stanja u odnosu na izvedeno stanje. U odobrenoj projektnoj dokumentaciji mora biti navedeno koju količinu vode mora zadovoljiti hidrantska mreža te koristi li se ta hidrantska mreža za neposredno gašenje požara ili za nadopunu vatrogasnih vozila. Ukoliko se hidrantska mreža koristi za neposredno gašenje požara, tada mora imati hidrantske ormariće na udaljenosti ne većoj od 10 m od svakog hidranta s odgovarajućom opremom. U tu opremu spadaju



cijevi potrebne dužine, mlaznice i ostala potrebna armatura kao što su prijelaznice, razdjelnice i dr. Udaljenost bilo koje vanjske točke građevine ili neke točke šticehog prostora i najbližeg hidranta ne smije biti veća od 80 m niti manja od 5 m. Nadalje u projektu mora postojati i grafički dio s opisom hidranata te hidrantskih vodova, kao i dio gdje se opisuje način dobave vode do hidranata. Da bi gašenje požara bilo uspješno, opskrba vodom mora biti zadovoljavajuća i to je osnovni element pri projektiranju sustava zaštite od požara. Potrebna količina vode određuje se na osnovu požarnih opterećenja, izvedbe objekata, namjene objekata i predviđenih mobilnih i stabilnih sistema za zaštitu i gašenje požara (tablica 7.).

Tablica 7. Potrebna količina vode u hidrantskoj mreži [1]

Specifično požarno opterećenje u MJ/m <sup>2</sup> , do	Potrebna količina vode u l/min, ovisno o površini objekta koji se štiti u m <sup>2</sup>							
	do 100	101 do 300	301 do 500	501 do 1000	1001 do 3000	3001 do 5000	5001 do 10000	više od 10000
200	600	600	600	600	600	600	600	900
500	600	600	600	600	900	1200	1200	1500
1000	600	600	600	900	1200	1200	1500	1800
2000	600	600	900	1200	1500	1800	2100	*
>2000	600	900	1200	1800	1800	2100	*	*

#### 4. TAKTIČKA UPOTREBA VODE ZA GAŠENJE POŽARA

Kao što je već navedeno, voda se može uspješno primijeniti za gašenje krutih, tekućih i plinovitih tvari, izuzimajući neke tvari koje s vodom stupaju u kemijsku reakciju, koje su lakše od vode, a ne miješaju se i ne otapaju u vodi, ali pak gdje primjena vode dovodi do nepovoljnih posljedica. Mogućnosti i vidovi primjene vode su različiti i mnogobrojni. Voda se najviše primjenjuje u vidu vodenog mlaza. Vodeni mlaz je formirani oblik vode usmjeren na požar ili na neki objekt u cilju gašenja, hlađenja, rušenja, razblaživanja ili ispiranja. Voda služi za gašenje požara razreda "A". Prednost vode je da imaju dovoljne količine, jeftina, neškodljiva, brza i jednostavna primjena. Specifična težina vode je 1kg/l na 4 °C, ledište je na 0 °C, vrelište na 100 °C. Kod gašenja požara voda prilikom isparavanja oduzima 2,256 MJ/kg topline požara. Kad se voda pretvara u led njezin volumen se povećava za 9%. Kod isparavanja iz 1 litre vode nastaje 1700 litara vodene pare taj efekt vode također služi za gašenje jer u prostoru u kojem je 30% vodene pare nema gorenja. Voda u obliku vodene magle razblažuje i obara plinove, prašine i neke kiseline te se ova prednost često koristi u taktici gašenja i sprečavanja požara u petrokemijskim postrojenjima kao što je rafinerija. Uz ove prednosti postoje i negativna strana vode što se tiče vatrogasaca i gašenja požara, a to su:

- provodi električnu struju
- ne može gasiti tekućine s gustoćom manje od jedan pada na dno
- ulazi u kemijske reakcije s nekim kemijskim tvarima i oslobađa toplinu ili vodik koji eksplozivno izgara
- neracionalna primjena nanosi štetu
- neke tvari je upijaju i povećavaju volumen, žitarice, pamuk i sl. opasnost od povećanja volumena i pucanja silosa
- površinska napetost koju treba smanjiti tj. povećati prodornost vode se postiže raznim dodacima

Gašenje vodom najčešće koristimo u jednom od ovih vrsta mlazeva:

- puni kompaktni mlaz
- raspršeni mlaz
- kombinirani mlaz
- vodena magla

Puni mlaz se koristi na otvorenom prostoru gdje ne možemo napraviti štetu od vode. Učinkovitost je dosta mala između 8-10%, a ovisi o obliku i količini isparene vode, aditivima i gorivoj tvari, ostatak vode uzrokuje štetu. Koristimo ga i kod gašenja većih požara klase „A“, za hlađenje konstrukcija ili rušenje, za hlađenje spremnika. Oblik punog mlaza može biti lepezasti, stožasti i cik cak. Domet punog mlaza je od 30-70 metara uz volumni protok od 200 do 2600 litara u minuti. Raspršeni mlaz ima domet od 10 do 30 metara uz kut mlaznice 10 do 200 stupnjeva. Koristimo ga za gašenje požara otvorenog prostora, automobila i stanova. U rafineriji ga koristimo za hlađenje susjednih spremnika i opreme. Stupanj iskoristivosti vode je oko 20 do 25%. Promjer kapljica od 0,1 do 1 milimetar. Kombinirani mlaz koristimo onda kad trebamo domet i istovremeno zaštitu gasitelja. Vodena magla je izrazito učinkovita samo kad čestice isparavaju na samom žarištu, a ne prije žarišta. Požari klase „B“ koji se pojavljuju u rafinerijama mogu se gasiti vodenom maglom, manji požari i kvalitetni mlazovi magle. Opasnosti koje se pojavljuju kod gašenja vodom su da voda padne na dno, a tekućina se zagrije na temperaturu preko 100 °C i dolazi do prekipljavanja ovo se događa najčešće kod velikih požara i vrlo je opasna pojava. [16]

## 5. TAKTIČKA UPOTREBA PJENE ZA GAŠENJE POŽARA

Za gašenje požara klase „B“ sa stabilnim sustavima koje smo naveli u ovom radu koristimo pjenu. Pjena je polustabilna masa sastavljena od pjenila i sitnih mjehurića zraka, gasi ugušujućim učinkom, a sporedni učinak je ohlađujući i inhibirajući. Dobiva se miješanjem vode i pjenila u dozatorima, mješačima ili međumješalicama, a nakon toga ta otopina vode i pjenila dolazi do mlaznica, generatora ili bacača pjene gdje se ovoj otopini dodaju mjehurići zraka. Broj koji govori koliko se puta poveća obujam otopine voda-pjenilo kad se na mlaznici doda zrak i dobije pjena označava opjenjenje ili ekspanziju. Prema načinu dobivanja pjene imamo kemijsku i zračnu ili mehaničku pjenu. Kemijska pjena se dobiva kemijskom reakcijom, odnosno miješanjem vodenih otopina natrijeva hidrokarbonata i aluminijske sulfata u aparatu, pri čemu se stvara CO<sub>2</sub> koji služi kao potisni plin, opnu mjehurića čini vodena otopina, danas vrlo rijetko u upotrebi i treba im dodavati sredstva protiv smrzavanja. Zračna ili mehanička pjena se dobiva doziranjem pjenila u vodu u masenom udjelu od 2-6% i miješanjem sa zrakom, pri tlaku od 3-5 bara, a u bacačima i do 8 bara. Prema opjenjenju ili ekspanziji pjenu dijelimo na tešku pjenu, ekspanzije do 20, srednje tešku pjenu, ekspanzije od 21 do 200 i laku pjenu ekspanzije od 201 do 1500 i više. Teška pjena sadrži manje zraka više vode, domet nabacivanja na požar od 30 do 50 metara, bolje hladi, koristi se za gašenje većih požara na otvorenim prostorima, spremnicima, zrakoplovima i sl. Najčešće u upotrebi kod stabilnih sustava koje smo obradili u ovom radu. Srednje teška pjena ima domet do 10 metara, koristi se za gašenje razlivenih tekućina na otvorenom i zatvorenom prostoru, podrumima i sl. Primjenjuje se i za požare razreda „A“, podruma, potpalublja i sl. Neučinkovita pri jakom uzgonu i vjetru. Laka pjena ima mali domet, koristi se u zatvorenom prostoru, neotporna na vjetar i uzgon, transportira se folijama, a dobiva se na generatorima pjene i namijenjena je za gašenje požara hangara, podruma, tunela, rudnika, visoko regalnih skladišta. Brzo ispunjava prostor i ugušuje požar i koristi se na mjestima gdje je opasno poslati ljude, a služi i za sprječavanje isparavanja razlivenih zapaljivih tekućina i lokvi amonijaka. Kod gašenja pjenom potrebno je da gašenje traje što kraće to jest u što kraćem vremenu nabacati velike količine pjene. Pjenu je potrebno nanositi nježno, ne bacati pjenu jer se razara sloj pjene koji je već nanesen na požar. Za gašenje teškom pjenom gustoća nanošenja otopine je minimum 4,1 l/min/m<sup>2</sup>. Prvo se gasi zaštitni bazen spremnika, a onda spremnici. Ne smije se ulijevati voda u zapaljivu tekućinu zbog mogućnosti prekipljenja. Kod gašenja pjenom trebamo grupirati mlazove na jedan prostor. Pjena

se dobro lijepi pa se njome štite i vertikalni prostori. Nije za gašenje razreda "C" i "E" i "D" i tvari koje burno reagiraju s vodom. Pjenom gašenje treba početi kad imamo dovoljnu količinu pjenila za gašenje i nanošenje još sat vremena nakon gašenja. Kod gašenja kontrolirati manometar na mlaznici i treba se pridržavati uputa proizvođača. Volumni protoci armatura moraju biti usklađeni i najbolje da su armature od istog proizvođača. Gasi se niz vjetar, a mlaz se usmjerava na požar tek kad je došla pjena do tada mlaznicu usmjeriti sa strane. Nije preporučljivo ulaziti u tekućinu nakon gašenja zbog ponavljanja plamena. Obavezna kombinacija sa hlađenjem stjenki spremnika da vodu ne ubacujete u pjenu i zapaljivu tekućinu. Potrebno je voditi računa da li je pjena kompatibilna sa prahom. Ukoliko mlaznica usisava dim i produkte izgaranja onda se pjena razara i nije kvalitetna. Vrijeme poluraspada pjene je vrijeme za koje će nestati polovina pjene. Vrijeme poluraspada za proteinska pjenila je oko 10 - 20 minuta. Pjenu razaraju i toplina, dim i produkti gorenja te ostala sredstva za gašenje (prah, H<sub>2</sub>O), i o tome se mora voditi računa kod gašenja. Površina po kojoj klizi uništava do 15% pjene pa i više ovisno o toplini. [16]

## **5.1. Vrste pjenila**

Pjenila dijelimo prema kemijskom ili sirovinskom sastavu. Prema „ECHA“ regulativi sva pjenila moraju zadovoljavati propisane ekološke standarde i od ove godine ona pjenila koja ne zadovoljavaju takve standarde, moraju biti adekvatno zbrinuta. Unutar rafinerije nafte Sisak pjenila koja su na skladištu zadovoljavaju ta pravila, ali pjenila koja se nalaze u vatrogasnim vozilima moraju se zbrinuti u slijedeće dvije godine, što ćemo napraviti kroz ispitivanje stabilnih sustava i kroz vatrogasne vježbe.

### **5.1.1. Proteinska pjenila (P)**

Proteinska pjenila su prirodnog porijekla (bjelančevine), tamne boje, neprozirna i neugodna mirisa. Dobivaju se kemijskom obradom iz otpadaka u klaonicama stoke. Pjene su stabilne, čvrste i teško tečljive, sporo se kreću. Namijenjena za tešku pjenu i gašenje ugljikovodika i nepolarnih otapala. Vijek trajanja ograničen i ekološki prihvatljiva za upotrebu. Poznati predstavnik proteinskih pjenila je NICEROL. Označavaju se s velikim slovom „P“.

#### 5.1.2. Fluoroproteinska pjenila (FP)

Fluoroproteinska pjenila su napravljena na osnovu modificiranih proteina s posebno fluoriranim površinski aktivnim tvarima, koje pjene daju otpornost na toplinu i otpornost na miješanje sa tekućinom koja se gasi. Namijenjena za teške pjene i pod površinsko gašenje ugljikovodika i ne polarnih otapala, nisu toksična, imaju dobra gasiva svojstva. Označavaju se s slovima „FP“.

#### 5.1.3. Fluoroproteinska pjenila (FFFP)

Ova pjenila koja stvaraju vodeni film, posjeduju fluidnost, plastičnost te se lako i brzo šire po površini tekućine. Nalaze svoju primjenu u zračnim lukama, rafinerijama, kompatibilna su s prahovima. Koriste se uglavnom za teške pjene, doziranje 3-6% i poznate pjenila su PETROSEAL i HIDREX.

#### 5.1.4. Sintetska pjenila (S)

Sintetska pjenila su na bazi deterdženata i nisu ekološki popularna to su pjenila za srednje i visoke ekspanzije. Koristi se za stvaranje lake i srednje teške pjene i za gašenje požara razreda „A“ i „B“. Na tržištu ih nalazimo pod nazivima PLUREKS, STAMEX, 4S i jedna vrsta Laight Water LW/ATC (alkoholni tip pjenila). Treba ih veća količina od fluoroproteinskih jer imaju slabija gasiva svojstva i veći omjer miješanja, doziranje 1- 6%. U novije vrijeme čista sintetska pjenila koriste se za gašenje požara razreda „A“ i kao supresanti. Označavaju se velikim slovom „S“.

#### 5.1.5. Fluorosintetska pjenila (AFFF)

Fluorosintetska pjenila nastaju tako da su sintetskim pjenilima dodane fluorirane površinski aktivne tvari koje stvaraju vodeni film, koji se regenerira sam od sebe iz gornjeg sloja. Brzo se šire i imaju veliku brzinu gašenja, ali imaju malu čvrstoću i toplinsku otpornost. Dobra su za preventivno polijevanje i gašenje požara razreda "A", film ima dobru postojanost (tekstil, ugljen, sijeno). Doziranje je od 1 do 6%, može se koristiti sa svim mlaznicama. Kompatibilna je sa svim prahovima. Ovakav tip pjenila „Profilm“ se nalazi u Rafineriji nafte Sisak. Označavaju se slovima „AFFF“.

#### 5.1.6. Polivalentna-alkoholna pjenila (AR)

Ova pjenila su ili alkoholno otporna (rezistentna) pjenila, stvaraju film koji sprječava miješanje vode sa alkoholima. Koristi se za gašenje svih vrsta polarnih i ne polarnih tekućina stvaranjem polimernog sloja na površini tekućine. Osnova za njihovo dobivanje može biti proteinska (AR FP, AR FFFP) i sintetska (AR AFFF), pjenila su sa svim značajkama osnovnog pjenila s tim da mogu gasiti polarne i ne polarne tekućine. Poznata pjenila su ALCOSEAL i DD6. [16]

## 6. VANJSKA HIDRANTSKA MREŽA RAFINERIJE NAFTE SISAK

Vanjska hidrantska mreža rafinerije izvedena je u prstenastom obliku. Dužina cjevovoda same hidrantske mreže je 29160 metara. Cjevovodi hidrantske mreže na pojedinim mjestima imaju ugrađene zasune sa kojima se može zatvoriti dovod vode na pojedine dijelove zbog mogućnosti izvođenja popravaka na hidrantskoj mreži ili hidrantima, a da se ne obustavlja voda u cijeloj hidrantskoj mreži. Unutar razvoda hidrantske mreže cjevovodi su različitog promjera (tablica 8.).

Tablica 8. Promjer i dužina cjevovoda hidrantske mreže u RNS [7]

Promjer cjevovoda (inch)	Dužina cjevovoda (m)
24"	2 500
18"	3 910
16"	950
14"	13 410
10"	7 740
8	350
6	300
UKUPNO	29 160

Na hidrantskoj mreži su postavljena 336 nadzemna hidranta različitih tipova (slika 16.).



Slika 16. Vanjski nadzemni hidranti "Silvani" i "MIV" [7]



Svi su hidranti opremljeni s dva „B“ izlaza i jednim „A“ izlazom s „Storz“ spojkom i slijepom spojkom na njima (slika 17.).



*Slika 17. Vanjski nadzemni hidranti "RNS" i "Juring" [7]*

Namijenjeni su za spajanje s vatrogasnim vozilima. Hidranti tipa „RNS“ su opremljeni i s ispusnim armaturama dok su drugi tipovi hidranata opremljeni tehničkim rješenjem za automatsko ispuštanje vode iz tijela hidranta nakon upotrebe. Voda se mora ispustiti iz tijela hidranta radi mogućeg smrzavanja u zimskim mjesecima. Hidrantska mreža je namijenjena za posredno gašenje požara, preko vatrogasnih vozila profesionalne vatrogasne postrojbe Rafinerije nafte Sisak, IVS. Kao izvor vode napajanja hidrantske mreže služi rijeka Kupa. Srce sustava hidrantske mreže je vatrogasna pumponica koja snabdijeva mrežu vodom i tlakom. Voda se doprema iz crpilišta, bunara „Kupa 2“ koji je lociran iznad ušća na rijeci Kupi. Ovaj bunar služi za snabdijevanje retencionih bazena u Vatrogasnoj pumponi (DCV), a iz bazena se voda crpi za vatrogasne i tehnološke potrebe. U slučaju potrebe retencioni bazeni mogu se snabdijevati s vodom iz gradske vodovodne mreže

### 6.1. Vatrogasna pumpaona (DCV)

Pumpaonica je izvedena kao čvrsti objekt s ugrađenim vertikalnim bunarskim centrifugalnim pumpama, a prema namjeni podijeljena je na procesni i vatrogasni dio (slika 18.). U sklopu pumpaonice nalaze se i retencioni bazeni koji služe za akumuliranje i taloženje sirove vode. Kapacitet vode u bazenima je 10000 m<sup>3</sup>. Iz ovih bazena pumpe vatrogasne pumpaonice usisavaju i transportiraju vodu u sustav hidrantske mreže.



*Slika 18. Vatrogasna pumpaonica RNS (DCV) [7]*

U tu svrhu služe pumpe sljedećih karakteristika. Pumpa P-4803 održava stalan tlak u hidrantskoj mreži od 2-4 bara. Kapacitet pumpe je 2000 l/min, pod tlakom od 6,5 bara. Pumpa radi na elektro pogon 3800 V i snage 250 kW. Pumpa P-4804 A, uključuje se u rad kod povećane potrošnje vode u hidrantskoj mreži. Kapacitet pumpe je 12000 l/min pod tlakom od 7,5 bara. Pumpa radi na elektro pogon 6000 V i snage 250 kW. U istom režimu rada ima još jedna pumpa istih karakteristika P-4804 B. Kod velike

potrošnje vode, u slučaju požara, uključuje se u rad pumpa P-4801 A i P-4801. Kapacitet pumpe je 12000 l/min pod tlakom 18 bara. Pumpe rade na elektro pogon 6000 V i snage 900 KW (slika 19.). Ove pumpe se uključuju samo u iznimnim slučajevima velike potrošnje vode radi požara ili kod ispitivanja visokih kolona i spremnika na lokaciji.



*Slika 19. Unutrašnjost pumpaonice s pumpama [7]*

Za uključivanje ovih pumpi potreban je zahtjev prema radniku koji radi u pumpaonici od strane zapovjednika vatrogasne postrojbe, preko VDC-a ili službenim mobitelom. Kako su tlakovi koji se mogu pojaviti u sustavu hidrantske mreže veliki (do 16 bara) potrebna je i kontrola korištenja vode iz hidranata. Za svako korištenje hidranta u rafineriji potrebna je dozvola za korištenje hidranta kojom se evidentira potrošnja vode i može se upozoriti korisnik hidranta ako postoji potreba za uključivanje ovih pumpi, da prestane koristiti hidrant. U pumpaonici se nalaze i dvije pumpe na dizel pogon, koje

se uključuju u slučaju nestanka struje, pumpe P-4802 A i B. Kapacitet ovih pumpi je 20000 l/min pod tlakom od 18 bara. Snaga dizel agregata je 853 KW (1600 ks).

## **6.2. Retencioni bazeni**

Retencijski bazeni su armirano – betonske konstrukcije, izvedeni u četiri komore (slika 20.). Sustav dovoda i odvoda vode u komore spojen je neovisno, tako da se po potrebi bilo koja može isključiti iz rada. Na ulaznom dijelu svake komore ugrađen je distribucijski sustav vode radi ravnomjernog dotoka, a na dnu izvedeno je udubljenje za sakupljanje mulja. U svakom udubljenju instalirana je mamut pumpa za ispušavanje vode i mulja prilikom čišćenja ili pražnjenja. Izlazna strana komore opremljena je preljevnim češljevima preko kojih se voda prelijeva u preljevne komore. Spoj preljevne komore i bazena pumpaonice izveden je s cijevi na čijem kraju je ručna zaporna armatura. Svaka komora je spojena na preljevnu komoru i jednim podljevnom otvorom koji je opremljen pločastim zasunom na elektro motorni pogon. Dovod vode u bazene regulira se dobavom pumpi u objektu „Bunar Kupa II“ ručno. Odvod vode iz komora reguliran je geometrijom preljevnih češljeva pri stalnoj razini i otvaranjem podljevnih otvora u slučaju požara. Komore su opremljene mjeračima razine. Komore su označene rimskim brojkama od I do IV s desna u lijevo, gledano od pumpaonice. Djelomično punjenje retencijskih bazena moguće je i preko cjevovoda Ø 400 mm, povratnom vodom iz sustava za obradu otpadnih oborinskih voda.



*Slika 20. Retencioni bazeni [7]*

### **6.3. Bunar Kupa 2**

Pumpna stanica je izvedena u obliku dubokog bunara  $\varnothing$  6 m, dubine 14 m koji je tunelom spojen sa rijekom Kupom, na koji su nadograđene dvije razine, razina pumpi i razina ventila( slika 21.). Na usisnom tunelu (cijev promjera 1,25 m) nalaze se gruba i fina rešetka za zadržavanje krupnih mehaničkih onečišćenja koje voda donosi iz vodotoka rijeke Kupe. Voda iz bunara se preko sustava vatrogasne vode, cijevi promjera 1000 mm i sustava procesne vode, cijevi promjera 400 mm, prepumpava u retencijske bazene udaljene oko 600 m.



*Slika 21. Bunar Kupa 2 [7]*

Sustav vatrogasne vode opremljen je s dvije vertikalne centrifugalne pumpe, tipa PVC 44-50/1 sa prigradenim usisnim zvonom koje je proizvela firma „Jugoturbina“ iz Karlovca, kapacitet pumpi je 2000– 3000 m<sup>3</sup> na sat svaka i visine dobave 12-16 m. Pumpe su pogonjene elektromotorom i diesel motorom. U slučaju da je pumpa pogonjena diesel motorom elektromotor se vrti, ali je izvršena električna blokada elektromotora. Diesel motor B 519 tipa „Torpedo“ hlađen je vodom i prilagođen za ručni start i zaustavljanje. Startanje slijedi preko elektro startera 24 V koji se napaja iz akubaterija. U normalnom pogonu pumpe su opremljene elektromotorima, međutim u slučaju nestanka električne energije elektromagnetna spojka spaja diesel motor za pogon pumpe. Start pumpi (elektromotorni ili diesel) je ručni daljinski sa upravljačkog ormara DCV ili sa upravljačkog ormara u strojarnici bunara. Mjerenje količine vrši se ultrazvučnim mjerачem protoka instaliranim na cjevovod Ø 400 mm. Dakle, sustavom za dobavu vode iz bunara moguće je osigurati ukupno 4000 m<sup>3</sup>/h sirove vode. Mora se prebaciti preklopnik na lokalno upravljanje u samom objektu Bunar Kupa II i tek tada

startati elektromotor određene pumpe, nakon 20 sekundi otvoriti tlačni ventil na cjevovodu za distribuciju vode. U slučaju kvara pumpi P-4501 i P-4502 A/B dopuna retencijskih bazena može se izvršiti i vatrogasnim pumpama P-4503 A/B pomoću elektromotora i P-4503 A/B pomoću diesel motora. Iste pumpe koriste se i u slučaju požara.

## 7. GAŠENJE SPREMNIKA S PLIVAJUĆIM KROVOM

Požar spremnika u rafinerijama rijetko se događa ali uslijed ratnih djelovanja u rafineriji je bilo više takvih požara koji su nastali pogocima topničkih granata. Jedan od takvih požara je bio požar spremnika R-802. To je nadzemni spremnik s plivajućim krovom, a služi za prihvatanje domaće nafte s moslavačkih nalazišta. Spremnik je obrubljen zaštitnim zemljanom nasipom koji služi za zadržavanje izlivena tekućine. Opremljen je stabilnim sustavom za hlađenje vodom i polustabilnim sustavom za gašenje požara pjenom. Spremnik je volumena 30000 m<sup>3</sup> promjera 54,8 m i visine 13,4 m.

### 7.1. Opis nastalog požara

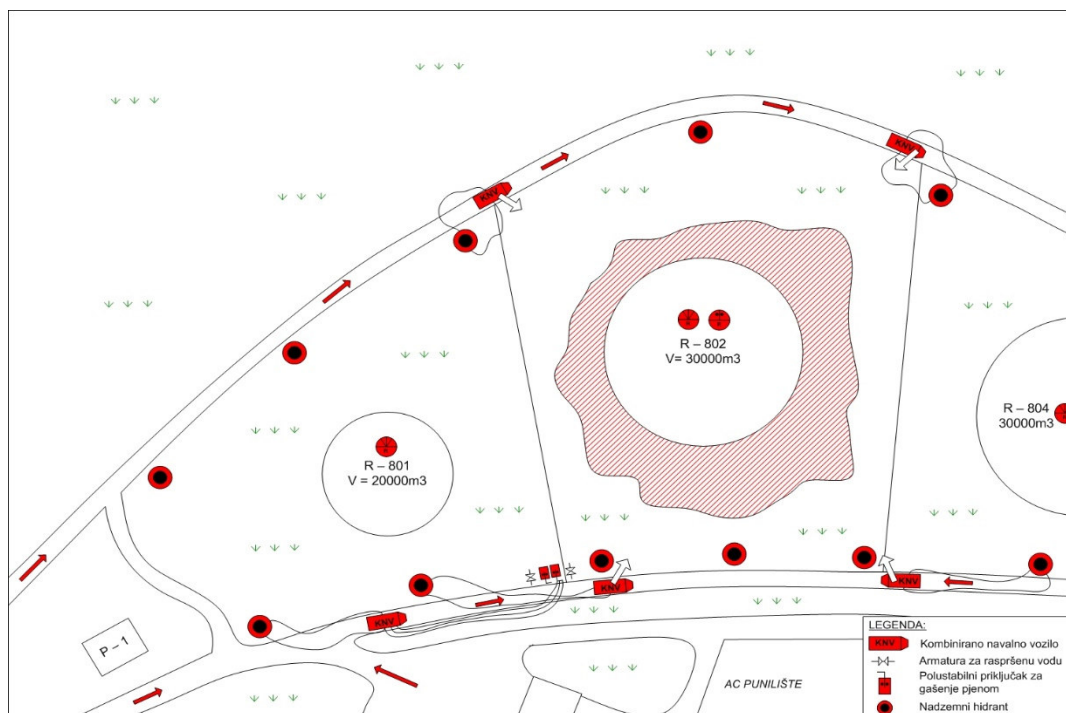
Požar je nastao odmah kod pogotka granate koja je probila plašt spremnika. Počelo je razlijevanje nafte u zaštitni bazen i gorjela je površina oko 4500-5000 m<sup>2</sup>. Unutar spremnika požar je zahvatio cjelokupnu površinu prstena plivajućeg krova. Plivajući krov je ostao na površini tekućine. Vatrogasci su alarmirani ručnim javljačem požara i izašli su na požar sa 5 navalnih vozila (slika 22.). Gašenje je započeto teškom pjenom s bacačima na vozilima kapaciteta 5000 l/min i polustabilnim sustavima za gašenje pjenom spremnika.



*Slika 22. Navalno vozilo RNS u akciji [7]*

Na spremniku se nalaze 14 komora za stvaranje pjene tipa FKO 30, kapaciteta 160 l/min po komori kod 3,5 bara. Također je primijenjeno hlađenje susjednih spremnika instaliranim stabilnim sustavima (slika 23.).





Slika 23. Shema gašenja spremnika R-802 [7]

Sveukupni broj vatrogasaca koji je sudjelovao u gašenju je 25 i uz njih su bili prisutni 3 radnika koji su pomagali s tehnološke strane. Potrošeno je 15000 litara pjenila za gašenje zaštitnog bazena i oko 2000 litara za gašenje prstena plivajućeg spremnika. U akciji gašenja tlak u hidrantskoj mreži je preko vatrogasne pumpaonice podignut na 14 bara te je bio ključan čimbenik u uspješnom gašenju spremnika (slika 24.). Usprkos velikoj potrošnji vode koja se koristila za gašenje i hlađenje spremnika, vode nije nedostajalo. Požar spremnika i zaštitnog bazena je uspješno ugašen za 3 sata.



*Slika 24. Spremnik R-802 nakon gašenja [7]*

## **8. ZAKLJUČAK**

Nakon obrade ove teme vidi se da je sustav zaštite požara u Rafineriji nafte Sisak djelomično zastario. Svi sustavi koji su trenutno instalirani su bez automatskog rada te se samim time otvara mogućnost kašnjenja ili pogreške uzrokovane ljudskom greškom.

Sustavi koji se oslanjaju samo na čovjeka imaju i manu upravo u tom čovjeku koji mora biti educiran, osposobljen i uvježban da pokrene sustav.

Prednosti stabilnih sustava bez automatskog rada su u njihovoj robusnosti i uz redovito servisiranje jako rijetko postoji mogućnost da sustav zakaže, a to je najveća vrijednost takvih sustava.

Hidrantska mreža Rafinerije nafte Sisak je odlično izvedena i predstavlja osnovni stup zaštite od požara unutar rafinerije. U svim požarima koji su zadesili rafineriju hidrantska mreža je uvijek izdržala sve zahtjeve potrošnje vode. Sustav cjevovoda hidrantske mreže trenutno zbog starosti cijevi traži dodatna ulaganja u zamjenu cjevovoda. Stanje cjevovoda se svakodnevno prati i svako propuštanje se bilježi i pokreće nalog za popravak mjesta propuštanja i u konačnici zamjenu takvih dijelova cjevovoda.

Rafinerija nafte Sisak je prema odluci Uprave od 2020 u konzervaciji te je u njoj zaustavljena prerada nafte do daljnjeg, a rizici i opasnosti od požara samim tim su smanjeni ali nisu nestali.

Održavanje, servisiranje i ispitivanje sustava zaštite od požara treba se nastaviti prema stupnju konzervacije pojedinih postrojenja, a u skladu sa zakonskim i podzakonskim propisima Republike Hrvatske.

## 9. LITERATURA

- [1] Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)
- [2] **Todorovski Đ.:** Kolegij „*Sustav vatrodjave i gašenje*“. PowerPoint prezentacija, Veleučilište u Karlovcu, 2020.
- [3] Pravilnik o hidrantskoj mreži za gašenje požara (“NN” 8/06)
- [4] **Šmejkal Z.:** „*Uređaji, oprema i sredstva za gašenje i zaštitu od požara*“, Zagreb, 1991, ISBN 86-80907-11-1
- [5] <http://www.alinq.hr/clanak/65/delugedrencher>, pristupljeno 2.2.2021
- [6] Pravilnik o provjeri ispravnosti stabilnih sustava zaštite od požara (“NN” 92/2010)
- [7] **Dankić D.:** Vlastiti izvor autora
- [8] <https://www.vitos.hr/proizvodi/hidrantski-ormaric/hidrantski-ormaric-zidni-ho-1-komplet-fi-5215m-cijev/2163/>, pristupljeno 11.2.2021
- [9] <http://www.srsfiresafety.com/latest-update/dry-riser-fire-hydrant-system-/541>, pristupljeno 11.2.2021
- [10] Uvjerenje i zapisnik o ispravnosti stabilnih bacača voda/pjena na željezničkom terminalu Sisak, Logistika, br: 50724097-2205/20, izdano od STSI d.o.o.
- [11] Uvjerenje i zapisnik o ispravnosti stabilnih bacača vode na KP-7, sekcija 9300 (SRU), RNS, br: 50724097-2153/20, izdano od STSI d.o.o.
- [12] Uvjerenje i zapisnik o ispravnosti stabilnih bacača vode na KP-5, RNS, br: 50724097-2147/20, izdano od STSI d.o.o.
- [13] **Grupa autora:** „*Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih časnika i dočasnika*“, Zagreb, HVZ, 2006, ISBN 953-6385-16-3
- [14] Izvješće o funkcionalnoj probi bacača voda/pjena, br:50001178/08-06-18/001/1129, INA d.d.
- [15] Izvješće o funkcionalnoj probi bacača voda/pjena, br:50001178/08-06-18/001/1126, INA d.d.

[16]<http://www.jvp-krizevci.hr/wp-content/uploads/2019/02/Vatrogasna-taktika-2019.pdf>, pristupljeno 13.2.2021, 15:40

## **10. PRILOZI**

### **10.1. Popis simbola (korištenih kratica**

IVS - Ina vatrogasni servisi

KP-(4,5,6,7) - Kombinirano postrojenje (4,5,6,7)

STORZ - Vrsta spojnice za vatrogasne cijevi, hidrante i sl.

MM2 - Manipulativno mjesto 2 (punilište željezničkih cisterni)

PT-1,2,3,4 - Slovna oznaka stabilnih bacača

SRU - Sulforrecoveryunit (Rekuperacija sumpora)

FFFP - Film FormingFlouroProtein

DCV - Distributivni centar vode

BUNAR KUPA 2 - Mjesto zahvata sirove vode iz rijeke Kupe

VDC - Vatrodojavna centrala

ECHA - Europska agencija za kemikalije

### **10.2. Popis slika**

Slika 1. Razgranati sistem cjevovoda .....	4
Slika 2. Prstenasti sistem cjevovoda .....	5
Slika 3. Visoko tlačni nadzemni hidrant .....	8
Slika 4. Unutarnji zidni ormarić s opremom .....	10
Slika 5. Vanjska suha hidrantska mreža .....	12
Slika 6. Polustabilni sustav za gašenje spremnika .....	13
Slika 7. Sustav cjevovoda gašenja i hlađenja spremnika .....	14
Slika 8. Shema rada tlačnog dozatora pjene .....	15
Slika 9. Glavni ventil za ručno otvaranje drencher sustava.....	16
Slika 10. Drencher sustav mlaznica.....	17
Slika 11.Stabilni bacač voda/pjena na MM2 .....	20
Slika 12. Stabilni bacač vode na SRU .....	21
Slika 13. Stabilni bacač voda/pjena na KP-5 .....	23

Slika 14. Mobilni bacač voda/pjena tip "Juring" na KP-6.....	25
Slika 15. Mobilni bacač voda/pjena na KP-7.....	27
Slika 16. Vanjski nadzemni hidranti "Silvani" i "MIV" .....	38
Slika 17. Vanjski nadzemni hidranti "RNS" i "Juring".....	39
Slika 18. Vatrogasna pumpaonica RNS (DCV).....	40
Slika 19. Unutrašnjost pumpaonice s pumpama.....	41
Slika 20. Retencioni bazeni .....	43
Slika 21. Bunar Kupa 2 .....	44
Slika 22. Navalno vozilo RNS u akciji .....	46
Slika 23. Shema gašenja spremnika R-802.....	47
Slika 24. Spremnik R-802 nakon gašenja.....	48

### **10.3. Popis tablica**

Tablica 1. Tehničke karakteristike stabilnih bacača na željezničkom punilištu .....	21
Tablica 2. Tehničke karakteristike bacača vode na SRU.....	22
Tablica 3. Tehničke karakteristike bacača voda/pjena na KP-5.....	24
Tablica 4. Tehničke karakteristike bacača voda/pjena u luci Crnac.....	24
Tablica 5. Tehničke karakteristike prijevoznih bacača oko postrojenja KP-6.....	26
Tablica 6. Mobilni prijevozni bacači oko KP-7.....	28
Tablica 7. Potrebna količina vode u hidrantskoj mreži .....	31
Tablica 8. Promjer i dužina cjevovoda hidrantske mreže u RNS .....	38