

# Stabilni sustavi za gašenje požara ugljičnim dioksidom s automatskim radom

---

Ručević, Ivan

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2015

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:128:010174>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-06**



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

Repository / Repozitorij:

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



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE  
SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI SUTRUČNI STUDIJ**

**IVAN RUČEVIĆ**

**STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE POŽARA UGLJIČNIM  
DIOKSIDOM S AUTOMATSKIM RADOM**

**ZAVRŠNI RAD**

**Karlovac, 2015.  
VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

**ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE  
SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ**

**IVAN RUČEVIĆ**

**STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE POŽARA UGLJIČNIM  
DIOKSIDOM S AUTOMATSKIM RADOM**

**ZAVRŠNI RAD**

**MENTOR :**

mr.sc. Đorđi Todorovski, dipl. ing.

**Karlovac, 2015.**

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
**ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE**

Studij: Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita od požara

**ZAVRŠNI RAD**

Student: Ivan Ručević

Matični broj: 0420413028

Naslov teme:

**STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE POŽARA UGLJIČNIM  
DIOKSIDOM S AUTOMATSKIM RADOM**

**Opis zadaće:**

- općenito o stabilnim sustavima za gašenje požara
- stabilni sustavi za gašenje požara ugljičnim dioksidom
- ispitivanje stabilnog sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom
- prikaz rada stabilnog sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom na odabranom primjeru

Zadatak zadan:

Rok predaje:

Datum obrane rada:

04/2015.

05/2015

06/2015

Mentor:

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

mr.sc. Đorđi Todorovski, dipl.ing.

dr.sc. Zlatko Jurac, prof. v.š.

## PREDGOVOR

Ovim se putem zahvaljujem svom stručnom osoblju i profesorima sa Specijalističkog stručnog studija sigurnosti i zaštite, koji su nam prenijeli svoje znanje iz područja zaštite od požara, a posebno mentoru mr.sc.Đorđi Todorovski koji je pružio svoju stručnu pomoć pri njegovoj izradi.

Iznimno se zahvaljujem svojoj obitelji koja mi je bila najveća podrška tijekom ovog studiranja daleko od kuće. Zahvaljujem se i svim kolegama, te prijateljima i poznicima koje sam stekao kroz ovo akademsko obrazovanje.

Hvala svima!

Ivan Ručević

## SAŽETAK

Zadatak sustava automatske detekcije i gašenja požara je pravovremeno uočavanje i sprječavanje, te potpuno gašenje ili sprječavanje širenja nastalog požara, što je u konačnici osnovni cilj sprječavanja nastanka materijalnih šteta i gubitaka ljudskih života i imovine.

Ovisno o vrsti građevine i proizvodnog procesa te tvari koje se nalaze u predmetnom objektu, unaprijed su predviđene vrste automatskih detektora požara, kao i stabilnih sustava za gašenje sa različitim sredstvima za gašenje požara, ili raznih sustava za sprječavanje ili širenje štetnih posljedica eksplozije.

Prilikom projektiranja objekta, izrađuje se i procjena ugroženosti od požara, na temelju koje se ugrađuju različite vrste materijala i sustava koji sprječavaju štetne učinke požara ukoliko do njega ipak dođe.

Sustav gašenja požara ugljičnim dioksidom jedan je od najstarijih sustava koji se primjenjuju za automatsko gašenje požara. Ugljični dioksid se pokazao kao najpovoljnije sredstvo za gašenje požara u zatvorenim prostorima, pogotovo kod onih uređaja koji su pod naponom električne energije, kao i kod tvari koje razvijaju velike temperature i omogućuju brzo širenje nastalog požara.

Prilikom ugrađivanja sustava za automatsku detekciju i gašenje požara, smanjuje se i premija osiguranja koju naplaćuju osiguravateljske kuće, pogotovo ako se radi o objektu koji ima veliku materijalnu vrijednost.

Pravilan izbor i ugradnja sustava za detekciju i gašenje požara, zajedno sa ostalim konstrukcijskim i tehnološkim rješenjima protupožarne zaštite, predstavljaju sigurnost i kvalitetan opstanak nekog poduzeća ili kompanije u slučaju da do požara ipak nekako dođe, a onda je zadatak ovih sustava da ga što prije lokaliziraju i spriječe njegovo daljnje širenje.

## SUMMARY

The task of the automatic detection and fire fighting is to detect and prevent and completely extinguishing or preventing the spread of the resulting fire, which is ultimately the main objective of preventing damage to property and loss of human life and property.

Depending on the type of building and manufacturing process and substances found in the present facility, in advance are provided for types of automatic fire detectors, and stable systems for extinguishing of various fire extinguishers, or various systems for the prevention or spread of the harmful consequences of the explosion.

During designing the building, is made and fire hazard assessment, based on which are mounted various types of materials and systems that prevent harmful effects of fire should it still occurs.

Carbon dioxide fire suppression system is one of the oldest systems that apply for automatic fire extinguishing. Carbon dioxide has proven to be the best means of extinguishing fires in enclosed spaces, especially in those devices which are under voltage electricity, as well as substances that develop high temperatures and allow for rapid expansion caused the fire.

During the incorporation of automatic fire detection and extinguishing, reduces the insurance premium charged by the insurance company, especially if it is a facility that has great material value.

Proper selection and installation of systems for the detection and fire fighting, along with other construction and technological solutions of fire protection, safety and quality are the survival of an enterprise or company in the event that a fire somehow came, and then the task of these systems to localize it as soon as possible and prevent its further spread.

# SADRŽAJ

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1. UVOD.....  | 1                                   |
| <b>2. STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE POŽARA.....</b>   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>2.1. Stabilni sustavi za gašenje požara s automatskim radom .....</b>                              | <b>2</b>                            |
| 2.1.1. Stabilni sustavi za gašenje požara s automatskim radom tipa splinkler.....                     | 2                                   |
| 2.1.1.1. Mokri stabilni sustav za gašenje požara s automatskim radom tipa splinkler.....              | 3                                   |
| 2.1.1.2. Suhi stabilni sustav za gašenje požara s automatskim radom tipa splinkler.....               | 4                                   |
| 2.1.1.3. Suhi brzodjelujući stabilni sustav za gašenje požara s automatskim radom (s ubrzivačem)..... | 4                                   |
| 2.1.1.4. Kombinirani stabilni sustav za gašenje požara s automatskim radom tipa splinkler             | 4                                   |
| 2.1.1.5. Stabilni sustav tipa sprinkler s predalarmom (pre action).....                               | 5                                   |
| 2.1.1.6. Stabilne sustave tipa sprinkler s pjenom .....   | 6                                   |
| 2.1.2. Sustavi za gašenje požara vodenom maglom.....  | 7                                   |
| 2.1.3. Drencher sustav za gašenje požara.....   | 7                                   |
| 2.1.4. Stabilni sustavi za gašenje požara pjenom .....  | 9                                   |
| 2.1.5. Stabilni sustavi za gašenje požara halonom .....   | 10                                  |
| 2.1.6. Stabilni sustavi za gašenje požara FM-200 .....  | 11                                  |
| 2.1.7. Stabilni sustavi za gašenje požara NOVEC 1230 .....  | 12                                  |
| 2.1.8. Stabilni sustavi za gašenje požara inertnim plinom .....                                       | 13                                  |
| 2.1.9. Stabilni sustavi za gašenje požara pomoću bacača vode i pjene.....                             | 14                                  |
| <b>2.2. Stabilni sustavi za gašenje požara bez automatskog rada .....</b>                             | <b>15</b>                           |
| <b>3. STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE POŽARA UGLJIČNIM DIOKSIDOM.....</b>                                 | <b>18</b>                           |
| <b>3.1. Karakteristike ugljičnog dioksida kao sredstva za gašenje požara .....</b>                    | <b>18</b>                           |
| <b>3.2. Zakonske regulative za gašenje požara u objektima ugljičnim dioksidom.....</b>                | <b>19</b>                           |
| <b>3.3. Vrste sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom .....</b>                                 | <b>20</b>                           |
| 3.3.1. Visokotlačni sustav za gašenje požara ugljičnim dioksidom.....                                 | 20                                  |
| 3.3.2. Niskotlačni sustav za gašenje požara ugljičnim dioksidom.....                                  | 21                                  |
| <b>3.4. Vrste zaštite objekata ugljičnim dioksidom .....</b>  | <b>22</b>                           |
| 3.4.1. Potpuna zaštita ugljičnim dioksidom .....  | 23                                  |
| 3.4.2. Djelomična zaštita ugljičnim dioksidom.....  | 24                                  |
| <b>3.5. Osnovni dijelovi sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom .....</b>                      | <b>25</b>                           |
| 3.5.1. Spremnici (stanice) sa ugljičnim dioksidom.....  | 25                                  |
| 3.5.2. Ventilna stanica .....   | 27                                  |
| 3.5.3. Cjevovod za ugljični dioksid.....  | 28                                  |
| 3.5.4. Uređaj za vremensku odgodu ispuštanja ugljičnog dioksida .....                                 | 29                                  |



|  |           |
|--|-----------|
| 3.5.5. Mlaznice za ugljični dioksid .....  | 30        |
| 3.5.6. Javljači požara u radu sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom.....   | 32        |
| 3.5.7. Vatrodojavna centrala .....   | 35        |
| 3.5.8. Svjetlosna signalizacija požara .....   | 36        |
| 3.5.9. Zvučna signalizacija požara .....   | 36        |
| 3.5.10. Sirena za upozoravanje ljudi zbog gašenja požara sa CO <sub>2</sub> .....  | 37        |
| 3.5.11. Uređaj za ručno aktiviranje gašenja .....  | 37        |
| <b>3.6. Opis funkcioniranja sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom.....</b>   | <b>38</b> |
| 3.6.1. Proračun mase ugljičnog dioksida potrebnog za gašenje požara .....  | 39        |
| <b>4. ISPITIVANJE STABILNOG SUSTAVA ZA GAŠENJE POŽARA UGLJIČNIM<br/>DIOKSIDOM.....</b>   | <b>42</b> |
| <b>4.1. Postupak provjere ispravnosti sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom... 42</b>  | <b>42</b> |
| <b>4.2. Oprema potrebna za obavljanje provjere ispravnosti sustava .....</b>   | <b>43</b> |
| <b>4.3. Zapisnici o ispitivanju i uvjerenja o ispravnosti sustava .....</b>  | <b>44</b> |
| <b>5. PRIKAZ RADA STABILNOG SUSTAVA ZA GAŠENJE POŽARA UGLJIČNIM<br/>DIOKSIDOM U PROSTORU LAKIRNICE DRVENIH PROIZVODA TVRTKE PRO<br/>WOOD U ĐURĐENOVCU.....</b> | <b>46</b> |
| <b>6. ZAKLJUČAK .....</b>  | <b>61</b> |
| <b>7. PRILOZI.....</b>   | <b>62</b> |
| <b>7.1. Popis slika.....</b>   | <b>62</b> |
| <b>7.2. Popis korištenih kratica .....</b>   | <b>63</b> |
| <b>7.3. Popis tablica .....</b>  | <b>63</b> |
| <b>8. LITERATURA.....</b>  | <b>64</b> |

## 1. UVOD

U modernome svijetu uz razvoj tehnike i tehnologije, te novih proizvodnih procesa i načina obavljanja djelatnosti, sve su više prisutne požarne opasnosti koje predstavljaju ne samo materijalni gubitak, već i često odnose ljudske žrtve. Paralelno sa razvojem ljudskih djelatnosti te industrijskih procesa razvijala se i protupožarna zaštita.

Protupožarna zaštita predstavlja skup mjera i postupaka koji se poduzimaju radi sprječavanja nastanka i širenja požara, utvrđivanja i uklanjanja uzroka požara, otkrivanja i gašenja nastalog požara, te pružanja prve pomoći pri otklanjanju posljedica koje su uzrokovane požarom. Mjere zaštite od požara mogu biti pasivne ili aktivne.

Najznačajnije pasivne mjere su građevinske koje se provode prilikom projektiranja i izgradnje građevina sukladno važećim propisima, zatim tehničko-tehnološke mjere koje se provode prilikom izvođenja tehnoloških procesa, održavanja eksplozivno ugroženih prostora, skladištenja, prijevoza, i rukovanja opasnim tvarima u prometu. Pasivne organizacijske mjere obuhvaćaju izradu planova zaštite od požara, razvrstavanje građevina i prostora u kategorije ugroženosti od požara, pridržavanje propisanih zakona iz područja zaštite od požara, te nadzor provedbe mjera na razini lokalne samouprave, pojedinih ministarstava i državne uprave.

Aktivne mjere zaštite od požara obuhvaćaju kontrolu izvedenosti objekta ili instalacija, kontrolu projekata, tehnički pregled građevina ili instalacija, redoviti periodični pregled vatrogasnih aparata, nadzor i funkcionalno ispitivanje stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara, osposobljavanje osoba iz područja zaštite od požara i slično.

Stabilni sustavi za gašenje požara predstavljaju sigurnost i efikasnost u gašenju nastalog požara iz razloga što djeluju već u samom početku nastanka požara, te samim time sprječavaju nastanak velikih materijalnih šteta i gubitaka. U ovome radu posebno će se obraditi sustav za gašenje požara pomoću ugljičnog dioksida, njegovi osnovni dijelovi, načini gašenja, te prednosti i neke mane koje ovaj sustav ima.

## 2. STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE POŽARA

Stabilni sustavi zauzimaju danas sve veći udio u aktivnoj zaštiti od požara, a posebno sustavi koji se pored dojava požara automatski uključuju i gase požar. Ugrađuju se u javne i industrijske objekte, plovne objekte i vozila. Princip rada se zasniva na dojavi požara, koja preko vatrodajne centrale aktivira sredstvo za gašenje, koje se cjevovodima i mlaznicama dovodi do šticećenih prostora ili objekata. Iako svi stabilni automatski sustavi rade na ovom jednostavnom principu, danas postoji čitav niz različitih sustava, kao posebno područje tehnike pokriveno strogim propisima i zahtjevima kvalitete. Osnovna podjela slijedi prema vrstama sredstva za gašenje, te prema načinu rada.

Vrijednost i prednost ovakvih sustava je što djeluju odmah, bez ljudskog faktora, te također i na mjestima gdje bi ljudska intervencija bila otežana ili čak nemoguća. Osnovni preduvjet za postizanje pune sigurnosti koju daje stabilni sustav, prije svega da je projekt izrađen u skladu sa propisima, ugradnja kvalitetne i certificirane opreme, kvalitetna izvedba, te redovito održavanje i atestiranje u skladu sa propisima i uputama proizvođača.

### 2.1. Stabilni sustavi za gašenje požara s automatskim radom

#### 2.1.1. Stabilni sustavi za gašenje požara s automatskim radom tipa sprinkler

Početakom 19. stoljeća u tekstilnoj industriji u Novoj Engleskoj montirani su prvi sustavi protupožarne zaštite. Navedeni sustavi su bili deluge tipa sa ručnim aktiviranjem. Prvi automatski sprinkler sustav deluge tipa razvio je John Carey 1806. godine u Engleskoj. Godine 1864., Major Stewart Harrison, razvio je prvu automatsku sprinkler mlaznicu. Prvu sprinkler mlaznicu u SAD-u patentirao je Philip W. Pratt 17. rujna 1872. godine. Henry S. Parmalee je poboljšao performanse Prattove sprinkler mlaznice i ugradio je prvi sprinkler sustav 1874. godine za zaštitu od požara vlastite tvornice klavira. Navedeni sustav smatra se pretećom današnjih sprinkler sustava. Godine 1895. u New Yorku predstavnici osiguravajućih društava su održali sastanak sa ciljem uspostavljanja protupožarnih standarda. Sljedeće godine, NFPA (National Fire Protection Association) je službeno osnovan te je izdan prvi standard za projektiranje i izvođenje sprinkler sustava. Od tih dana do danas, sprinkler sustav svake godine štiti od vatre, nekretnine vrijedne milijune dolara. Još je važnije da svake godine spasi na tisuće života. [16]

Klasičan sprinkler sustav, sukladno NFPA propisima, zamišljen je za lokaliziranje požara, a ne nužno i za gašenje požara. Kod aktiviranja sustava, voda koja se raspršuje na mlaznicama, lokalizira požar do dolaska vatrogasne postrojbe koje dovršavaju gašenje požara. EFRS (Early suppression fast response) je novi tip sprinkler uređaja koji je namijenjen gašenju požara u skladištima. Navedeni sustav je prvi sustav namijenjen gašenju, a ne samo lokaliziranju požara.

Prema konstruktivnoj izvedbi i načinu rada uređaja, stabilni sustavi tipa sprinkler dijele se na:

- mokre stabilne sustave tipa sprinkler
- suhe stabilne sustave tipa sprinkler
- suhe brzodjelujuće stabilne sustave tipa sprinkler (s ubrzivačem)
- kombinirane stabilne sustave tipa sprinkler
- stabilne sustave tipa sprinkler s predalarmom (pre action)
- stabilne sustave tipa sprinkler s pjenom.

#### 2.1.1.1. Mokri stabilni sustav za gašenje požara s automatskim radom tipa sprinkler

Mokri tip sustava se primjenjuje u prostorima u kojima ne postoji opasnost od smrzavanja vode u cjevovodima. U ovom sprinkler sustavu u cjevovodu ispred sprinkler ventila i u cjevovodu iza sprinkler ventila nalazi se voda. Sustav ima izuzetnu efikasnost u gašenju s obzirom da je nakon aktiviranja sprinkler mlaznice vrlo kratko vrijeme dolaska vode na mlaznicu. Temperatura aktiviranja sprinkler mlaznice viša je za oko 30°C (a može biti niža ili viša) od najviše očekivane radne temperature štíćenog prostora. Pri pojavi požara i porastom temperature dolazi do aktiviranja sprinkler mlaznica čime je omogućen izlaz vode iz cjevovoda pod tlakom od najviše 10 bara koji je spojen na izvor vode. Princip dojava požara kod sprinkler sustava zasniva se na padu tlaka u cjevovodu do kojeg dolazi uslijed otvaranja sprinkler mlaznice.

#### 2.1.1.2. Suhi stabilni sustav za gašenje požara s automatskim radom tipa sprinkler

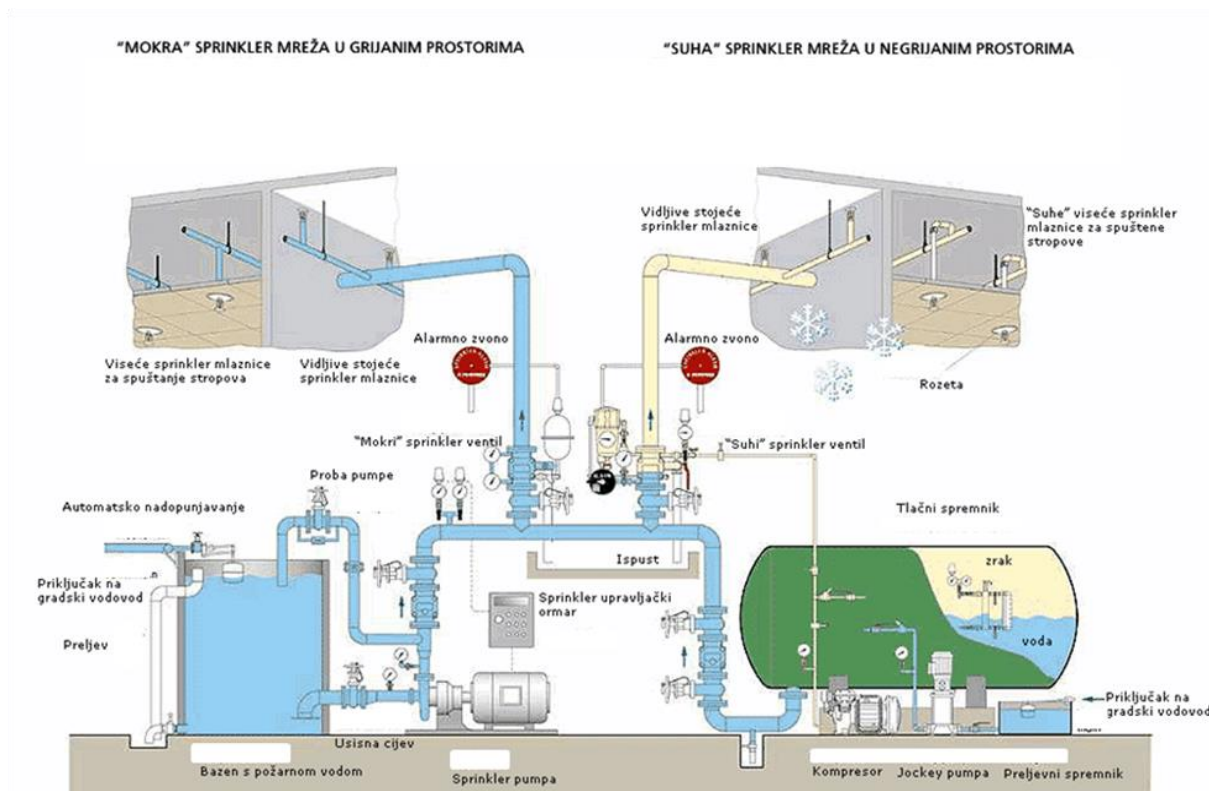
Ovaj se tip sustava primjenjuje u prostorima u kojima postoji opasnost od smrzavanja vode u cjevovodima (npr. garažni prostori otvorenog tipa i sl.). U navedenom tipu se ispred sprinkler ventila nalazi voda, dok se u cjevovodu koji je razveden do mlaznica nalazi zrak ili dušik pod tlakom. U ovom sustavu postoji kašnjenje dolaska vode do sprinkler mlaznice, budući da iz cjevovoda prethodno mora izaći zrak. Kada se sprinkler mlaznica otvori, iz sustava izlazi zrak te dolazi do pada tlaka u sustavu iza ventila, zatim se otvaraju zaklopke te se sustav ispunjava sa vodom. [1]

#### 2.1.1.3. Suhi brzodjelujući stabilni sustav za gašenje požara s automatskim radom (s ubrzivačem)

Ubrzivač je namijenjen za brzo otvaranje suhe sprinkler stanice, odnosno za brzo podizanje zaklopke u suhom sprinkler ventilu. Pri padu tlaka u cijevnoj mreži narušava se ravnoteža u komori ubrzivača, zbog čega membrana potiskuje pladanj ventila i oslobađa prolaz zraka iz cijevne mreže u utor ispod sprinkler ventila. Djelovanjem ubrzivača smanjuje se vrijeme reakcije u suhog sprinkler sustava. [1]

#### 2.1.1.4. Kombinirani stabilni sustav za gašenje požara s automatskim radom tipa splinkler

Ovaj sustav je u stvari kombinacija suhog i mokrog sustava koji koristi zajednički izvor vode potrebne za gašenje požara i ima dva splinklerska ventila: mokri i suhi splinklerski ventil. (slika 1.) Način funkcioniranja kombiniranog sustava je identičan sa mokrim odnosno suhim splinkler sustavom ovisno o mjestu nastanka požara tj. aktiviranja splinklerske mlaznice. [1]



Slika 1. Shema kombiniranog (mokrog i suhog) stabilnog sustava za gašenje požara s automatskim radom tipa sprinkler

#### 2.1.1.5. Stabilni sustav tipa sprinkler s predalarmom (pre action)

Ovaj sustav koristi se kao dopunsko osiguranje od neželjenog istjecanja vode. Nakon prorade vatrodajavnog sustava, voda ulazi u sistem i dolazi do mlaznice, ali do polijevanja dolazi tek nakon što se uključi sprinkler mlaznica, te je na taj način spriječeno bespotrebno polijevanje prostora u kojemu nije došlo do požara. Sustav radi na način da se nakon prorade javljača požara signal šalje u vatrodajvnu centralu koja pokreće alarmni sustav te istovremeno oslobađa sprinkler ventil, voda struji u sustavu i "čeka" proradu odnosno aktiviranje sprinkler mlaznice.

#### 2.1.1.6. Stabilni sustavi tipa sprinkler s pjenom

Svaki od navedenih sprinkler sustava može biti izveden sa pjenom. Najčešće se koristi za zaštitu požara tekućina. Izveden je na način da je u klasičan sprinkler sustav dodan spremnik sa koncentriranim pjenilom koji je spojen na cjevovod sustava. Na spoju sa cjevovodom nalazi se uređaj za miješanje pjenu i vode kako bi se dobila željena koncentracija pjene. (slika 2.)

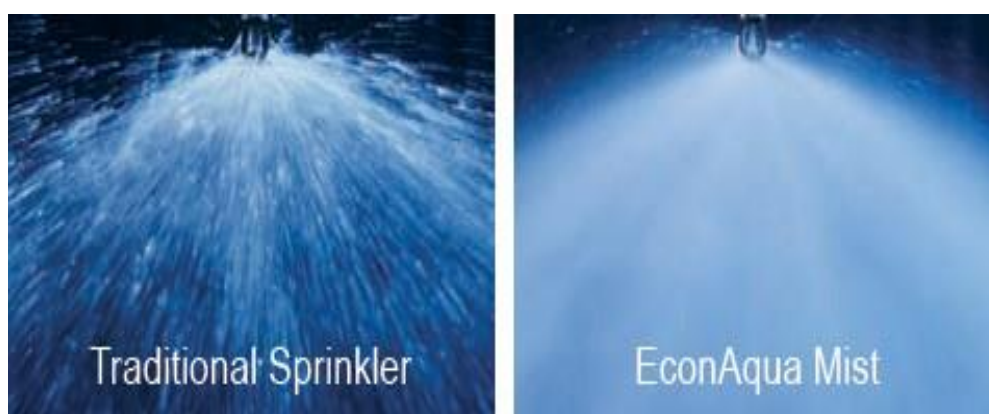


Slika 2. Sprinkler sustav sa pjenom

### 2.1.2. Sustavi za gašenje požara vodenom maglom

Stabilni sustavi za gašenje požara vodenom maglom koriste inovativne tehnologije raspršivanja vode pri niskom tlaku pri čemu nastaje vodena magla. Fino raspršene kapljice vode koriste fizikalna svojstva mnogo efikasnije od klasičnih sustava za gašenje vodom tipa sprinkler. Voda prolazi kroz posebne mlaznice i prskalice te se raspršuje u kapljice veličine oko 1000 mikrona. Rezultat toga je veća ukupna površina gašenja, što se ostvaruje boljim prijelazom topline na vodu i bržim prijelazom vode iz tekuće u plinsku fazu što daje efekt “ugušivanja“ požara. (slika 3.)

Stabilni sustavi za gašenje požara pomoću vodene magle koriste i do 85% manje količine vode od klasičnih sprinkler sustava. [2]



Slika 3. Razlika između klasičnog sprinkler sustava i sustava sa vodenom maglom

### 2.1.3. Drencher sustav za gašenje požara

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

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 sprinkler mlaznice s ampulom ili s toplinski osjetljivim elementom od legure metala. Cjevovod je povezan s izvorom vode preko drencher ventilske stanice. Na početku cjevovoda iza izvora vode nalazi se drencher ventil kao dio drencher ventilske stanice. Vodom iz cijevne mreže jednog drencher ventila polijeva se istovremeno cjelokupna površina.



Najčešću primjenu ovog sustava nalazimo u kazalištima, lakirnicama, naftnoj industriji, spremnicima goriva, kablovskim kanalima, postrojenjima za reciklažu, skladištima baruta itd. (slika 4. i 5.) [2]



Slika 4. Drencher sustav



Slika 5. Drencher sustav na pretakalištu za vagon cisterne

#### 2.1.4. Stabilni sustavi za gašenje požara pjenom

Sustavi za gašenje pjenom primjenjuju se u slučajevima kada je potrebno gašenje sa velike udaljenosti te sa velikom količinom pjene. To su sustavi kojima se štite objekti visokog požarnog rizika i velike vrijednosti (spremnici i postrojenja sa lakozapaljivim tekućina, hangari za smještaj zrakoplova i sl.). (slika 6. i 7.)

Mehanizam gašenja zračnom pjenom sastoji se od efekta hlađenja i zagušivanja koji se postižu prekrivanjem zapaljene površine pjenom. Princip rada sastoji se u dovođenju vode i pjenila u mješač te dalje kroz sustav razvodnih cijevi prema objektu koji se štiti. Istovremeno sa dovođenjem vode, pumpa pjenila potiskuje pjenilo u mješač gdje se u traženom omjeru (1-6%) miješa sa vodom. [2]

Nakon toga mješavina vode i pjenila (emulzija) prolazi cjevovodom do specijalno dizajniranih mlaznica, gdje se miješa sa zrakom, te na taj način nastaje pjena.



Slika 6. Sustav za gašenje požara spremnika lakozapaljive tekućine pomoću pjene



Slika 7. Sustav za gašenje pjenom u hangarima

#### 2.1.5. Stabilni sustavi za gašenje požara halonom

Haloni su plinovi bez boje i mirisa, električki nevodljivi, inhibiraju reakciju gorive tvari i kisika tj. djeluju antikatalitički na način da prekida lančanu reakciju normalnog gorenja (raspadnuti halon veže se sa atomima i radikalima). Pogodni su za sve vrste požara, osim požara lakih metala.

Stabilni sustavi za gašenje požara halonom koriste se uglavnom u zatvorenim prostorima, za gašenje požara električnih uređaja, kao i kod onih zatvorenih prostora kod kojih je evakuacija otežana ili onemogućena (zrakoplovi, podmornice, brodovi i sl.).

Kao sredstvo za gašenje haloni 1211 i 1301 bili su gotovo nezamjenjivi u gašenju požara na nizu različitih objekata. Posebno se to odnosi na halon 1301 koji se koristio kod zatvorenih prostora gdje borave ljudi, kod zaštite skupe opreme i velikih vrijednosti. Trodimenzionalni efekt gašenja požara, sa koncentracijom od svega 5%, činilo ga je jednim od najprihvatljivijih sredstava za gašenje požara.

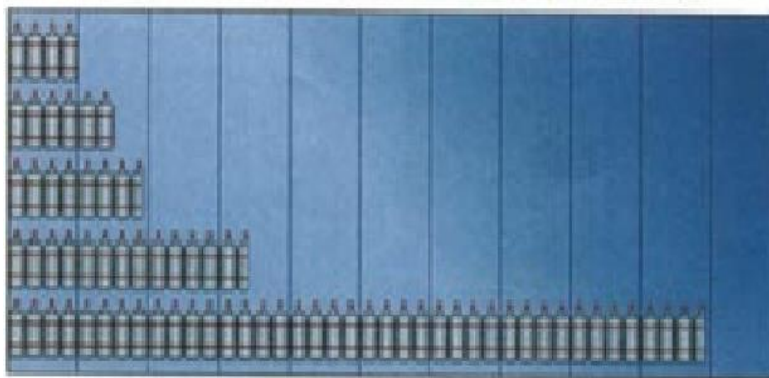
Zbog uništavanja ozonskog sloja haloni su u razvijenim zemljama izbačeni iz upotrebe 1. siječnja 1996., dok je za zemlje u razvoju u koje spada i Hrvatska određen krajnji rok 1. siječnja 2010. Izuzetak je primjena halona za kritične namjene, a to se odnosi na zrakoplove (odjeljci za posadu, kućišta motora, tovarni prostor i prazne protupožarne komore); vojna terenska vozila i brodove (prostori za osoblje, odjeljci za motor); postizanje inertnosti u prostorima za boravak gdje postoji mogućnost ispuštanja zapaljive tekućine, plina u vojnom, uljnom, plinskom i petrokemijskom sektoru, te na postojećim teretnim brodovima; postizanje inertnosti u postojećim komunikacijskim i upravljačkim središtima oružanih snaga ili drugih centara s ljudskom posadom ključnim za nacionalnu sigurnost, te za postizanje inertnosti u prostorima gdje postoji rizik širenja radioaktivnih tvari. Upotreba Halona 1211 za kritične namjene odnosi se na ručne aparate za gašenje požara motora vojnih vozila i brodova; u zrakoplovima (odjeljci za posadu, kućišta motora, tovarni prostor i prazne protupožarne komore); gašenje požara aparatima nužnim za osobnu sigurnost za početna gašenja vatrogasnih postrojbi; u vojnim i policijskim aparatima za gašenje požara za uporabu na osobama. [19]

Usporedba halona i ostalih plinskih sredstava za gašenje požara prikazana je slikom 8.

## **KOLIČINA PLINA POTREBNOG ZA GAŠENJE PROSTORA ISTOG VOLUMENA**

**Halon 1301**

**FM-200**



Slika 8. Usporedba halona i ostalih plinskih sredstava za gašenje požara

#### 2.1.6. Stabilni sustavi za gašenje požara FM-200

FM-200 je tekući plin, kemijske formule  $\text{CF}_3\text{CHCF}$  koji se pod tlakom od 24,8 bar kod  $20^\circ\text{C}$ , drži u spremnicima, a služi kao vrlo djelotvorno sredstvo za gašenje. Pod komercijalnim nazivom FM-200, u standardu NFPA 2001, taj se plin naziva HFC-227ea. (slika 9. i 10.)

Plin FM-200 je siguran za ljude koji bi se zatekli u prostoru u trenutku automatskog gašenja, bezbojan i bez mirisa, bez opasnosti od povećanja tlaka u prostoru, nije električki vodljiv što izvrsno odgovara za zaštitu elektronike i elektroopreme i gasi požar vrlo brzo, unutar deset sekundi od trenutka aktiviranja.

Tekući plin FM-200 ne sadrži atome broma (Br) ni atome klora (Cl), već slobodne atome fluora (F), koji ne mogu u radikalnoj lančanoj reakciji razarati ozonski omotač u stratosferi, zbog čega je prihvaćen kao alternativa zabranjenom halonu 1301 (koji je razgrađivao ozonski omotač preko reakcije broma) ili halonu 1211 (koji sadrži atome broma i klora) kojim su se punili ručni vatrogasni aparati.

Karakteristično je za instalacije s plinom FM-200 (slično kao i za halon 1301) da vrijeme ispuštanja, sredstva za gašenje, mora biti najdulje 10 sekundi, da sredstvo ne podnosi dugačke cjevovode, tj. spremnici sa sredstvom za gašenje trebaju biti čim bliže šticeenom prostoru. [16]



Slika 9. Spremnici plina FM-200



Slika 10. Gašenje sa FM-200

#### 2.1.7. Stabilni sustavi za gašenje požara NOVEC 1230

Novec 1230 je plin koji spada u najnoviju generaciju nasljednika nekadašnjeg halona. Ima izrazito blagi utjecaj na okoliš i ozonski omotač. Uz veliku efikasnost i brzinu kojom gasi požara, njegova je najbitnija karakteristika i vrlo kratko vrijeme raspada u atmosferi od svega 5 dana.

Elektronički je neprovodljiv te je idealan za zaštitu IT prostora, server prostorija, telefonskih centrala, raznih prostora s elektronikom, galerija, muzeja, trezora i sličnih prostora. Uspješno gasi požare unutar 10 sekundi od aktiviranja, a uz to je i potpuno bezopasan za ljude koji se zateknu u vrijeme aktiviranja u štíćenom prostoru. (slika 11. i 12.)

Plin Novec 1230 pohranjen je u tekućem stanju u spremnicima pod tlakom dušika od 50 bara pri temperaturi 21°C. Kako bi se jamčila djelotvornost kod gašenja požara, traži se projektantski precizno riješene instalacije, kako bi vrijeme istjecanja sredstva za gašenje bilo 10 sekundi. Vrlo je bitno istaknuti kako cjevovodi i mjesta ispuštanja mogu biti udaljeni i do 80 m od spremnika sa plinom što je prednost Noveca 1230 u odnosu na plin FM-200. [18]



Slika 11. Ispuštanje plina NOVEC 1230 u prostoriji sa računalnom opremom



Slika 12. Različiti tipovi spremnika plina NOVEC 1230

#### 2.1.8. Stabilni sustavi za gašenje požara inertnim plinom

Sustavi za gašenje požara inertnim plinom (slika 13.) se koriste kao “clean agent“ sustavi za gašenje požara sukladno NFPA 2001 i ISO 14520 standardu. Princip gašenja požara je dodavanje inertnih plinova u štice prostora s ciljem smanjenja koncentracije kisika, odnosno gušenja požara. Kao sigurno sredstvo i efikasno sredstvo za gašenje upotrebljava se kod gašenja požara klase A i B, te higer hazard klase A (krutine koje ostaju pod naponom tijekom gašenja).

Postoji nekoliko različitih kombinacija internih plinova, a najpoznatije su IG 55 (50% dušik i 50% argon), te IG 541 (52% dušik, 42% argon i 8% ugljični dioksid).

U Inergen sustave je dodan ugljični dioksid u cilju adaptacije ljudskog tijela pri udisanju zraka sa smanjenom količinom kisika. [18]

Prednosti ovih sustava:

- atmosfera plina u projektiranim koncentracijama ne predstavlja opasnost za ljude
- velika brzina djelovanja i efikasnost u gašenju požara
- minimalno smanjenje vidljivosti prilikom gašenja
- maksimalna disperzija plina unutar štice prostorije
- dobro miješanje plina sa zrakom
- plin nije korozivan, ne provodi struju, te je izuzetno ekološki prihvatljiv



Slika 13. Sustav za gašenje požara sa inertnim plinom (clean agent)

#### 2.1.9. Stabilni sustavi za gašenje požara pomoću bacača vode i pjene

Pjena, kao efikasno sredstvo za gašenje prvenstveno kemikalija i naftnih derivata nastaje miješanjem vode, pjenila i zraka (u omjeru od 3 do 6%). Ovisno o faktoru opjenjenja ona može biti teška, srednje teška i laka pjena. Količina vode i vrsta pjenila određuju se prema vrsti šticeenog objekta i zapaljive tekućine. Primjena ovakvih sustava je najčešća u naftnim postrojenjima, skladišnim prostorima, istakalištima, aerodromima i avionskim hangarima.

Ovakvim sustavima moguće je upravljati ručno ili automatski, a karakterizira ih veliki domet i veliki protok vode/pjene.

Posebno su zanimljive brodske instalacije za sa teškom pjenom na palubama tankera, jer materijali za izradu opreme kao i samo pjenilo moraju biti pogodni za primjenu sa morskom vodom. (slika 14., 15. i 16.) [9]



Slika 14. Daljinski upravljani bacači vode na pretakalištu plina u rafineriji Urinj u Rijeci



Slika 15. Bacači vode/pjene na brodu



Slika 16. Ručno upravljani bacač vode/pjene

## 2.2. Stabilni sustavi za gašenje požara bez automatskog rada

U ove sustave spadaju hidrantske mreže i uređaji za gašenje požara sa vodom/pjenom koji se koriste zajedno sa vatrogasnim vozilom (oprema za dobivanje pjene, prijenosni i stabilni bacači vode/pjene na vatrogasnom vozilu, mlaznice, armature i ostala oprema)

Hidrantska mreža za gašenje požara je skup cjevovoda, uređaja i opreme kojima se voda od sigurnog izvora dovodi do šticećenih prostora i građevina. Može biti: [3]



**Vanjska hidrantska mreža:**

- izrađuje se u obliku prstena oko štíćenog objekta od cijevi promjera 100 mm, u pravilu sa nadzemnim hidrantima, (slika 17.) a iznimno sa podzemnima ukoliko bi nadzemni hidranti ometali promet
- broj hidranata određuje se prema požarnom opterećenju objekta, ali svaki bi objekt trebao biti štíćen sa najmanje 2 nadzemna hidranta, između kojih udaljenost ne smije biti veća od 80 m, a od objekta moraju biti udaljeni minimalno 5 m
- uz hidrante je obavezno postavljanje ormarića sa hidrantskom opremom u kojem se nalazi ključ za hidrant, vatrogasne cijevi i mlaznice (slika 18.)

**Unutarnja hidrantska mreža:**

- izvedena je unutar objekta koji se štiti, završava zidnim hidrantskim ormarićem u kojem se nalazi C cijev (promjera 52 mm) sa spojnicama i mlaznicom, ili bubnjem s namotanim cijevima stalnog presjeka i mlaznicom (slika 19.)
- unutarnjom hidrantskom mrežom moraju se štiti građevine i prostori za koje je to traženo posebnim propisima zaštite od požara, objekti I.,II.,III. kategorije ugroženosti od požara, objekti za boravak ljudi čiji je pod 9 m iznad površine oko objekta, mjesta gdje se u okuplja veći broj ljudi u građevinama, garažni, trgovački, podzemni prostori površine veće od 100 m<sup>2</sup>
- unutarnja hidrantska mreža može biti izvedena i kao suha, što je karakteristično za visoke objekte (objekti viši od 22 m) i za objekte u kojima postoji mogućnost od smrzavanja vode u cjevovodu
- suha hidrantska mreža ne može jednolično zamijeniti mokru hidrantsku mrežu



Slika 17. Nadzemni hidrant i ormarić sa opremom



Slika 18. Ormarić sa opremom za podzemni hidrant



Slika 19. Ormarić unutarne hidrantske mreže

### 3. STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE POŽARA UGLJIČNIM DIOKSIDOM

Sustavi za gašenje ugljičnim dioksidom jedni su od najstarijih sustava za gašenje požara. Ovi sustavi koriste efekt gušenja, odnosno smanjenje količine kisika u zraku, te efekt hlađenja, odnosno oduzimanje topline isparavanjem iz okoline. Ovim sustavima najefikasnije se štite kemijski pogoni, elektroenergetska postrojenja, skladišta raznih zapaljivih materijala, lakirnice, tekstilni pogoni, tvornice gumenih proizvoda, brodovi i sl. [2]

#### 3.1. Karakteristike ugljičnog dioksida kao sredstva za gašenje požara

Ugljik-dioksid ( $\text{CO}_2$ ) je kemijski spoj sastavljen od dva atoma kisika kovalentno vezanih za jedan atom ugljika. Ugljik-dioksid je plin koji se pod standardnim tlakom i temperaturom nalazi u Zemljinoj atmosferi, u koncentraciji od 0,039 %, a stvara se i kao rezultat izgaranja. Oslobađaju ga vulkani, termalni izvori i gejziri, a oslobađa se i iz karbonatnih stijena otapanjem. Ugljik-dioksid se koristi i kod aparata i stabilnih sustava za gašenje požara, posebno za požare na električnim instalacijama i za zapaljive tekućine. Za velike požare se obično ne koristi, jer je previše suh. Prema Međunarodnoj pomorskoj organizaciji (engl. International Maritime Organization – IMO), gašenje strojarnica i kuhinja na brodovima, se mora obavljati s ugljik-dioksidom. Iako je bilo i smrtnih slučajeva zbog tog sistema gašenja požara, IMO inzistira na primjeni  $\text{CO}_2$  za strojarnice i kuhinje, s tim da je nakon gašenja potrebno prostorije dobro ventilirati, prije ulaska spasilaca.

Za gašenje požara pomoću stabilnih uređaja upotrebljava se tehnički ugljik-dioksid, koji je bez boje i mirisa i električki je nevodljiv. Njegova gustoća je 1,5 puta veća od zraka, a skladišti se u tekućoj fazi u čeličnim bocama ili u rezervoarima pod tlakom.

Potrebni volumni udjel  $\text{CO}_2$  za gašenje požara guši čovjeka i može izazvati smrt. Maksimalno dopušteni udjel na radnome mjestu iznosi 0,5 % što tijekom radnog vremena od 8 sati 5 dana u tjednu ne djeluje štetno na čovjekovo zdravlje.  $\text{CO}_2$  je otrovan u većim koncentracijama: 1 %  $\text{CO}_2$  će učiniti neke ljude pospanim, od 7 % do 10 %, javlja se nesvjestica, glavobolja, slabljenja vida i sluha, a gubljenje svijesti može biti od nekoliko minuta do sata.

Mehanizam gašenja požara očituje se na ugušujućem djelovanju, odnosno na sprječavanju dotoka kisika ili nekog drugog oksidansa do tvari koja je zahvaćena požarom. [2]

### 3.2. Zakonske regulative za gašenje požara u objektima ugljičnim dioksidom

Za objekte koji primjenjuju sustave za gašenje požara ugljičnim dioksidom, točno su propisani uvjeti, pravila i osnovni elementi kojih se treba pridržavati prilikom izgradnje objekta i projektiranja sustava za gašenje požara, stoga se trebaju uzeti u obzir slijedeći zakoni i pravilnici:  
[13]

#### Zakoni:

- NN 175/03 Zakon o gradnji
- NN 153/13 Zakon o prostornom uređenju
- NN 114/03 Zakon o zaštiti na radu
- NN 92/10 Zakon o zaštiti od požara
- NN 163/03 Zakon o normizaciji.

#### Pravilnici:

- NN 158/03 Pravilnik o zaštiti na radu za radne i pomoćne prostorije, koji je preuzet temeljem čl. 20 Zakona o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjene suglasnosti
- NN 158/03 Pravilnik o mjerama i normativima zaštite na radu oruđa za rad, preuzet temeljem čl. 20 Zakona o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjene suglasnosti
- NN 158/03 Pravilnik o zaštiti na radu pri korištenju električne energije, preuzet temeljem čl. 20 Zakona o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjene suglasnosti
- NN 158/03 Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona, preuzet temeljem čl. 20 Zakona o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjene suglasnosti
- NN 48/97 Pravilnik o vrsti objekata namijenjenih za rad kod kojih inspekcija rada sudjeluje u postupku izdavanja građevinskih dozvola i u tehničkom pregledu izgrađenih objekata
- NN 56/99 Pravilnik o sustavima za dojavu požara
- NN 44/12 Pravilnik o uvjetima za ispitivanje funkcionalnosti opreme i sustava za dojavu i gašenje požara
- NN 158/03, Sl. list 44/83 i 31/89 Pravilnik o tehničkim normativima za stabilne uređaje za gašenje požara ugljičnim dioksidom, koji je preuzet temeljem čl. 20 Zakona o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjene suglasnosti
- NFPA 12 Propisi za projektiranje i izvođenje automatskih instalacija sa CO<sub>2</sub>.

### 3.3. Vrste sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom

Ovisno o vrsti i veličini prostora koji se štiti, zatim o tehničkim i požarnim karakteristikama strojeva i uređaja u ugroženom prostoru, ali kao i o činjenici da li se u tome prostoru nalaze ljudi, postoje dvije vrste sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom i to: [2]

- visokotlačni sustav za gašenje požara ugljičnim dioksidom
- niskotlačni sustav za gašenje požara ugljičnim dioksidom.

#### 3.3.1. Visokotlačni sustav za gašenje požara ugljičnim dioksidom

U ovom sustavu CO<sub>2</sub> je uskladišten u bocama pod tlakom od 50 do 60 bara i pri temperaturi okoline. Glavna mu je karakteristika da su boce sa uskladištenim CO<sub>2</sub> spojene u tzv. baterije, od kojih se prvo aktivira tzv. pilot boca. Sustav se može aktivirati ručno, pneumatski ili preko vatrodojave. U ovakvim sustavima obavezan je pred alarm, kako bi se upozorile osobe da napuste štićeni prostor, jer će u roku od 30 sekundi nakon alarmiranja početi istjecati CO<sub>2</sub> u prostor. [2]

Dijelovi visokotlačnog sustava:

- spremnici sa CO<sub>2</sub> volumena do 67 litara, punjeni do 50 kg CO<sub>2</sub> i opremljeni sa brzoootvarajućim ventilima, nepovratnim ventilima, visokotlačnim crijevima i sabirnim cjevovodima povezani u tzv. bateriju boca (slika 20.)
- zonski ventil sa pneumatskim cilindrima i polugama za ručno aktiviranje sustava (slika 21.)
- sustav pneumatskog aktiviranja, s ormarima opremljenim posebnom armaturom i uređajima za vremensku odgodu aktiviranja
- razvodni cjevovodi, mlaznice, te akustični i optički signalni uređaji.



Slika 20. Baterije boca sa CO<sub>2</sub>



Slika 21. Zonski ventil

### 3.3.2. Niskotlačni sustav za gašenje požara ugljičnim dioksidom

Niskotlačni sustavi ugrađuju se na kopnene i brodske instalacije. Osnovna im je karakteristika da mogu skladištiti velike količine ugljičnog dioksida, pa se njima mogu štititi prostori velikih volumena. Ovim se sustavima može štititi više zona gašenje, a mogu se aktivirati automatski, poluautomatski ili ručno. Spremnik niskotlačnog uređaja je izoliran i u sklopu sustava se nalazi rashladni uređaj koji održava konstantan tlak i temperaturu. U ovim spremnicima može se pohraniti i do 40 tona ugljičnog dioksida, a moguće su i kombinacije više spremnika. Spremnik CO<sub>2</sub> je izrađen od posebnog čelika otpornog na niske temperature, izoliran toplinskom izolacijom, pokazivačem nivoa ugljičnog dioksida u spremniku, sigurnosnom i ostalom posebnom armaturom, te postoljem na kojem su smješteni ostali dijelovi sustava. Radni tlak je oko 23 bara pri 18°C. (slika 22.) [2]



Slika 22. Spremnik CO<sub>2</sub> u niskotlačnom sustavu za gašenje požara

Prednosti niskotlačnog sustava:

- veličina čitavog uređaja zauzima manje prostora nego baterije s bocama (ovisno o količini uskladištenog ugljičnog dioksida)
- nadopunjavanje spremnika je jednostavnije, dok se kod visokotlačnog sustava sve boce moraju odspojiti, odnijeti na punjenje, vratiti i opet montirati, te ispitati da li je sve ispravno
- jednostavnija i sigurnija zaštita za više zona
- jednostavnije rukovanje u slučaju ručnog aktiviranja
- malim povećanjem cijene moguće je osigurati dvostruku količinu CO<sub>2</sub>.

### **3.4. Vrste zaštite objekata ugljičnim dioksidom**

Ugljični dioksid kao stabilan plin koji gasi požara efektom ugušivanja i ohlađivanja, prvenstveno je prikladan za totalnu, odnosno potpunu zaštitu požarom ugroženog prostora, ali i za lokalnu, odnosno djelomičnu zaštitu, i to u vrlo širokom rasponu (industrijska postrojenja, transformatori u zatvorenome prostoru, lakirnice i sl.).

### 3.4.1. Potpuna zaštita ugljičnim dioksidom

Potpuna zaštita je zaštita prostora ograđenog od susjednih prostorija zidovima i vratima otpornim prema požaru zasićivanjem ugljičnim dioksidom. (slika 23.) Pri potpunoj se zaštiti vrata za evakuaciju automatski zatvaraju u trenutku kada se otvore ventili za ispuštanje CO<sub>2</sub>, ali tako da se mogu ručno otvoriti.

Zbroj površina otvora koji se ne mogu zatvarati a nalaze se u donjoj polovici visine prostora što se štiti, izražen u m<sup>2</sup>, smije iznositi najviše 3% veličine tog prostora. Aktiviranjem stabilnih uređaja istovremeno se mora automatski isključiti svako prisilno strujanje zraka, te se svi otvori u požarnom sektoru moraju automatski zatvoriti.

Otvori koji se ne mogu zatvoriti i koji se nalaze u donjoj polovici visine požarnog sektora a površina im nije veća od 6 m<sup>2</sup>, zaštićuju se posebnim mlaznicama za stvaranje zastora od ugljičnog dioksida. [12]

Najmanja potrebna količina CO<sub>2</sub> za 1 m<sup>2</sup> prostora određuje se ovisno o veličini požarnog sektora koji se štiti, te je prikazana u Tablici 1.



Slika 23. Potpuna zaštita prostora ugljičnim dioksidom



Tablica 1. Količina ugljičnog dioksida ovisno o obujmu prostora [2]

| Obujam prostorije (m <sup>3</sup> ) | Ugljični dioksid (kg/m <sup>3</sup> ) |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 do 100                            | 1,00                                  |
| od 100 do 300                       | 0,95                                  |
| od 300 do 500                       | 0,90                                  |
| od 500 do 1000                      | 0,85                                  |
| od 1000 do 1500                     | 0,80                                  |
| od 1500 do 2000                     | 0,75                                  |
| preko 2000                          | 0,70                                  |

### 3.4.2. Djelomična zaštita ugljičnim dioksidom

Djelomična zaštita podrazumijeva štice pojedinih predmeta ili dijelova prostora unutar prostorije, a primjenjuje se i u slučajevima kada se unaprijed mogu odrediti mjesta i veličine eventualnih požara. Ona se uspješno provodi na tekstilnim strojevima, procesnim postrojenjima, uljnim transformatorima, posudama za kaljenje, tiskarskim strojevima, spremnicima itd. (slika 24.)

Oko predmeta koji se štiti u svim smjerovima mora postojati prostor od 5 m u kojemu se ne smije nalaziti tvar koja bi mogla prenijeti požar. Istjecanje ugljičnog dioksida pri djelomičnoj zaštiti mora trajati kraće od 30 sekundi. Ako ispušteni ugljični dioksid prelazi 5% ukupnog obujma prostorije, potrebno je ugraditi uređaj za usporeno izlaženje.[2]



Slika 24. Djelomična zaštita transformatora sustavom za gašenje ugljičnim dioksidom

### 3.5. Osnovni dijelovi sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom

Sustav se u osnovi sastoji od zalihe ugljičnog dioksida - u bateriji boca ili u pothlađenom rezervoaru (ovisno o ukupnoj količini), zonskih brzootvarajućih ventila, te cjevovoda sa mlaznicama. Na kopnenim instalacijama se za aktiviranje koristi vatrodojavni sustav, također u dvozonskoj ovisnosti, te u kombinaciji sa manje osjetljivim termičkim javljačima. Budući da je CO<sub>2</sub> u koncentracijama za gašenje također opasan po život, dodatno se radi sigurnosti aktiviranje automatski odlaže za 30 sekundi, a sa unutarnje strane šticeh prostorijsa se postavljaju tasteri za blokiranje gašenja - blokira aktiviranje dok je stisnut, te po otpuštanju ponovo odbrojava 30 sekundi. Na brodskim instalacijama se automatsko aktiviranje ne koristi, nego isključivo po ljudskoj odluci - ručnim otvaranjem pilot ventila, čime se aktivira pneumatski sustav za otvaranje ventilskog razvoda za CO<sub>2</sub>. [15]

Dijelovi:

- spremnici sa ugljičnim dioksidom
- ventilska stanica
- cjevovod za ugljični dioksid
- uređaj za vremensku odgodu ispuštanja ugljičnog dioksida
- mlaznice za disperziju ugljičnog dioksida
- detektori (javljači) požara
- vatrodojavna centrala
- svjetlosna signalizacija požara
- zvučna signalizacija požara
- sirena za upozoravanje ljudi zbog gašenja požara sa CO<sub>2</sub>
- uređaj za ručno aktiviranje gašenja.

#### 3.5.1. Spremnici (stanice) sa ugljičnim dioksidom

Spremnici, odnosno stanice sa ugljičnim dioksidom razlikuju se ovisno o tome da li se radi o visokotlačnom ili niskotlačnom stabilnom sustavu za gašenje požara.

U visokotlačnom sustavu CO<sub>2</sub> stanica se sastoji od čeličnih boca u kojima je uskladišten CO<sub>2</sub>, pneumatskih i mehaničkih ventila za boce, elektromehaničkog okidača, vodilice utega s

mikrosklopkom i blokatorom, utega, poluge mehanizma za aktiviranje, okvira baterije sa zaštitnom mrežom i kutije za ručno aktiviranje.

Čelične boce izrađuju se prema Tehničkim propisima za izradu i upotrebu pokretnih spremnika za komprimirane, tekuće i pod pritiskom zatvorene plinove. Standardizirana punjenja boca u visokotlačnom sustavu iznose između 30 i 50 kg. Svaka boca mora imati izlazni ventil koji treba biti izveden tako da se njime može rukovati pojedinačno ili zajedno s ventilima ostalih boca. Ti ventili omogućuju izlazak ugljičnog dioksida u sabirnu cijev (kolektor) CO<sub>2</sub> stanice. Svaka boca mora imati sigurnosni ventil i uređaj za kontrolu napunjenosti (vaga ili slično). Ukoliko se pri kontroli boca pokazuje smanjenje količine ugljičnog dioksida za više od 10%, obavezno ih treba zamijeniti odnosno nadopuniti. Na boce se postavljaju ventili s mehaničkom, odnosno s pneumatskom kapom. Pri aktiviranju ventila s mehaničkom kapom, klip ventila se sistemom poluge potiskuje u donji položaj, čime se oslobađa izlaz ugljičnom dioksidu iz boce. Na pneumatskog kapi klip ventila se potiskuje tlakom ugljičnog dioksida iz uzbudne cijevi CO<sub>2</sub> stanice, koja je visokotlačnom gumenom cijevi povezana s pneumatskom kapom, te oslobođeni CO<sub>2</sub> izlazi iz boce kroz priključak sabirne cijevi.

CO<sub>2</sub> stanice se izvode s jednim ili dva reda CO<sub>2</sub> boca, a moguće je konstrukcija s više od dva reda boca. Baterija boca smješta se u poseban prostor u kojemu je temperatura od -10 do 40°C.

Za zaštitu velikih zatvorenih prostora kao što su tankovi i strojarnice velikih brodova upotrebljava se niskotlačni sustav za gašenje ugljičnim dioksidom. Pothlađeni CO<sub>2</sub> uskladišten je pod tlakom od 15 do 25 bara i pri temperaturi od -30 do -10°C u spremnicima sa specijalnom izolacijom. Radni tlak 20 bara i temperatura -21°C postižu se pomoću agregata za hlađenje. Uz agregat za hlađenje nalaze se i dva kompresora (radni i rezervni) sa zračnim ili vodenim hlađenjem. Spremnici se izrađuju u različitim kapacitetima punjenja (2-5 tona) od hladno vučenoga, sitnozrnastoga konstrukcijskog čelika i s opremom za mjerenje nivoa punjenja i alarmiranja, s dvostrukim sigurnosnim ventilima i s priključcima za punjenje. [15]



Slika 25. Spremnik ugljičnog dioksida u niskotlačnom sustavu za gašenje požara [15]



Slika 26. Spremnici (baterije) ugljičnog dioksida u visokotlačnom sustavu za gašenje požara [16]

### 3.5.2. Ventilna stanica

Ventilna stanica za CO<sub>2</sub> uređaje se upotrebljava u situacijama kada se jednom CO<sub>2</sub> stanicom zaštićuje više odvojenih prostora ili objekata. Tada se u slučaju požara sva količina ugljičnog dioksida iz CO<sub>2</sub> stanice preusmjerava preko razdjelnih ventila usmjerava u prostor koji je zahvaćen požarom. (slika 27.)

Ventilska stanica povezana je sa CO<sub>2</sub> stanicom kolektorskim cjevovodom koji je direktno spojen na sabirnu cijev CO<sub>2</sub> stanice. U trenutku aktiviranja elektromehanički okidač oslobađa uteg koji svojim padom otvara razdjelni ventil (kuglastu slavinu) i omogućuje prolaz ugljičnog dioksida do mjesta požara. Uteg svojim padom također zatvara kontakt krajnje sklopke, odakle se šalje signal o proradi sistema u vatrodojavnu centralu. [2]

Dijelovi ventilske stanice:

- razdjelni ventil
- kolektorski cjevovod
- elektromehanički okidač ili neka druga izvedba
- vodilica utega s utegom i krajnjom sklopkom ili duga izvedba
- poluga razdjelnog ventila
- kutija za ručno aktiviranje.



Slika 27. Ventilska stanica u sustavu za gašenje požara ugljičnim dioksidom [17]

### 3.5.3. Cjevovod za ugljični dioksid

Cjevovod za dovod ugljičnog dioksida od mjesta uskladištenja do mjesta korištenja (mlaznica) izrađuje se od čeličnih cijevi. Između uskladištenog ugljičnog dioksida i razvodnih ventila na cjevovod se postavlja sigurnosni ventil podešen na 2/3 vrijednosti ispitanog tlaka cjevovoda. Na svako mjesto na cjevovodu na kojem se može skupljati kondenzirana voda ugrađuje se uređaj za ispuštanje vode. Cjevovod se izvana zaštićuje od korozije i mehaničkih

oštećenja, a unutrašnjost se zaštićuje od agresivnih para i plinova, te mehaničkih nečistoća na način da se na mlaznice stavljaju kape koje tlak CO<sub>2</sub> u slučaju aktiviranja sustava odbaci. (slika 28.)

Ako se stabilni sustav opskrbljuje ugljičnim dioksidom iz više boca ili rezervoara, cijevi koje vode iz svake boce moraju biti priključene na zajedničku sabirnu cijev čija površina presjeka mora biti jednaka sumi površina presjeka svih ventila na bocama ili veća od nje. Minimalni unutarnji promjer cjevovoda ne smije biti manji od 10 mm. U spojnu cijev između boce i sabirne cijevi treba biti ugrađen nepovratni ventil.

Cjevovod mora biti tako dimenzioniran da niti na jednom mjestu za vrijeme rada sustava sa CO<sub>2</sub> na visokotlačnom sustavu pri 21°C nije manji od 20 bara, a na niskotlačnom od 10 bara.



Slika 28. Cjevovod sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom [15]

#### 3.5.4. Uređaj za vremensku odgodu ispuštanja ugljičnog dioksida

Budući da je CO<sub>2</sub> u koncentracijama za gašenje opasan po život, dodatno se radi sigurnosti aktiviranje odgađa za 30 sekundi, a s unutarnje strane štice prostora postavljaju se tasteri za blokiranje gašenja – blokira aktiviranje dok je stisnut te po otpuštanju opet odbrojava 30 sekundi. Na brodskim se instalacijama automatsko aktiviranje ne koristi, već isključivo po ljudskoj odluci ručnim otvaranjem ventila na pilot boci u visokotlačnom sustavu, čime se aktivira pneumatski sustav za otvaranje ventilske razvoda za CO<sub>2</sub>.

Na slici 29. prikazan je uređaj za vremensku odgodu ispuštanja CO<sub>2</sub>.



Slika 29. Uređaj za vremensku odgodu ispuštanja

### 3.5.5. Mlaznice za ugljični dioksid

Mlaznice su krajnji dijelovi stabilne instalacije za gašenje požara na kojima se ugljični dioksid raspršuje i usmjerava na objekt zahvaćen požarom. Ovisno o karakteristikama objekta koji se gasi, odabire se tip i raspored mlaznica.

Protok kroz mlaznicu ovisi o presjeku otvora i tlaku na mlaznici. (tablica 2.) Da bi se spriječilo začepljenje otvora mlaznice u onečišćenim atmosferama, na njih se postavljaju plastične kape ili poklopci koje pri gašenju izbaci tlak ugljičnog dioksida.

Svaka mlaznica ima svoj presjek, no najmanji presjek na mlaznicama za CO<sub>2</sub> smije iznositi 7 mm<sup>2</sup>. Ovisnost masenog protoka u jedinici vremena i na jedinicu površine prikazani su u slijedećoj Tablici 2.

Mlaznice moraju biti tako dimenzionirane da u zadanom vremenu gašenja na šticienu površinu izbace projektiranu masu ugljičnog dioksida. (slika 30. i 31.)

Na uređajima za zaštitu zatvorenih prostora jedna mlaznica smije maksimalno štititi površinu od 30 m<sup>2</sup>. U požarnim sektorima višim od 3 m, mlaznice za ugljični dioksid postavljaju se pod strop i na 1/3 visine požarnog sektora, a kroz mlaznice na 1/3 visine požarnog sektora mora izlaziti oko 35% ukupne mase ugljičnog dioksida što se ispušta.

Tablica 2. Ovisnost gustoće protoka i tlaka na mlaznici u sustavu za gašenje požara ugljičnim dioksidom [2]

| NISKOTLAČNI SISTEM              |  | VISOKOTLAČNI SISTEM             |  |
|---------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Predtlak na mlaznici<br>(p/bar) | Gustoća protoka<br>(q/kg min <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) | Predtlak na mlaznici<br>(p/bar) | Gustoća protoka<br>(q/kg min <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> ) |
| 20,7                            | 2,9670   | 51,7                            | 3,2550   |
| 20,0                            | 2,0390   | 51,0                            | 2,7030   |
| 19,3                            | 1,6700   | 48,3                            | 2,4010   |
| 18,6                            | 1,4410   | 46,5                            | 2,1720   |
| 17,9                            | 1,2830   | 44,8                            | 1,9930   |
| 17,2                            | 1,1640   | 43,1                            | 1,8390   |
| 16,5                            | 1,0720   | 41,4                            | 1,7050   |
| 15,9                            | 0,9913   | 39,6                            | 1,5890   |
| 15,2                            | 0,9175   | 37,9                            | 1,4870   |
| 14,5                            | 0,8507   | 36,2                            | 1,3960   |
| 13,3                            | 0,7910   | 34,5                            | 1,3080   |
| 13,1                            | 0,7368   | 32,8                            | 1,2230   |
| 12,4                            | 0,6896   | 31,0                            | 1,1390   |
| 11,7                            | 0,6412   | 29,3                            | 1,0620   |
| 11,0                            | 0,5990   | 27,6                            | 0,9843   |
| 10,3                            | 0,5589   | 25,9                            | 0,9070   |
| 9,7                             | 0,5210   | 24,1                            | 0,8296   |
|                                 |  | 22,4                            | 0,7593   |
|                                 |  | 20,7                            | 0,6890   |
|                                 |  | 17,2                            | 0,5484   |
|                                 |  | 13,8                            | 0,4183   |





Slika 30. Ispuštanje ugljičnog dioksida na mlaznicama



Slika 31. Različiti tipovi mlaznica za ispuštanje ugljičnog dioksida

### 3.5.6. Javljači požara u radu sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom

Kao što je svaki sustav za automatsko gašenje požara opremljen sa detektorima te ručnim i automatskim javljačima požara, tako je to slučaj i kod sustava za gašenje požara pomoću ugljičnog dioksida.

Detektori požara razlikuju se prema vrstama detekcije produkata izgaranja, ovisno o tome da li reagiraju na plamen, dim ili temperaturu. Sukladno tome, postoje sljedeće vrste detektora požara: [1]

#### **Detektori dima**

- **ionizacijski** – rade na načelu promjene stanja u strujnom krugu promjenom električnog otpora u jednoj od dvije komore; radioaktivni izvor je americij 241; čestice gorenja spajaju se s ioniziranim molekulama, njihov se broj smanjuje a time

je uzrokovano smanjenje struje u komori, danas se više ne upotrebljavaju zbog radioaktivnih sastavnica

- **optički** – bilježe pojavu dima smanjenjem intenziteta svjetlosnog snopa ili promjenom otpora zbog raspršivanja svjetlosti u komori u kojoj je ušao dim.

### **Detektori plamena**

- **infracrveni** – bilježe infracrveni spektar u plamenu koji je različite frekvencije od nekih drugih izvora topline (Sunce, sijalica i sl.)
- **ultraljubičasti** – rade na istom načelu kao i infracrveni, samo što bilježe ultraljubičasti spektar plamena.

### **Termični detektori**

- **termomaksimalni** – bilježe prekoračenje određene temperature, ukoliko je temperatura za 15-35°C veća od okoline, rade na načelu bimetala koji na namještenoj temperaturi zatvori ili otvori strujni krug te šalje obavijest vatrodojavnoj centrali
- **termodiferencijalni** – rade na načelu zapisa brzine porasta temperature u jedinici vremena, brzina porasta temperature je 5-20°C/min a često rade i kao termomaksimalni
- **kombinirani termomaksimalni-termodiferencijalni** – namijenjeni su korištenju u zahtjevnim i otežanim radnim uvjetima kao što je agresivna atmosfera, blizina korozivnih kemikalija, te visok stupanj kondenzacije. (slika 32. i 33.)



Slika 32. Specijalni termički/termodiferencijalni detektori



Slika 33. Detektori požara uz sustav za gašenje ugljičnim dioksidom

### 3.5.7. Vatrodojavna centrala

Vatrodojavna centrala je glavni dio cjelokupnog vatrodojavnog sustava. Njezin zadatak je obrada i prosljeđivanje svih signala koji nastaju unutar vatrodojavnog sustava kao posljedica stanja i reakcije sustava na uzbune koje su nastale unutar šticećenog prostora. Centrala vodi računa o perifernim elementima vatrodojavnog sustava, pamti stanja, generira događaje i brine se o cjelokupnom funkcioniranju vatrodojavnog sustava. (slika 34.) Prostor u kojem se nalazi vatrodojavna centrala mora biti zaštićeno od utjecaja okoline, te mora biti zasebni požarni sektor.

[1]

Funkcije vatrodojavne centrale:

- prijem i prosljeđivanje obavijesti o nastanku požara (vatrogasna postrojba, korisnik sustava...)
- provjera ispravnosti javljača požara, dojavnih linija, linija alarmnog sustava, te linija pričuvnog izvora napajanja
- prikaz i bilježenje stanja vatrodojave (pogon, smetnja, alarm)
- aktiviranje sustava alarma, te stabilnih sustava za gašenje požara.



Slika 34. Vatrodojavna centrala u stabilnom sustavu za gašenje požara ugljičnim dioksidom

### 3.5.8. Svjetlosna signalizacija požara

U mnogim industrijskim i proizvodnim pogonima buka strojeva i opreme je nezaobilazan pojam. Upravo iz tog razloga u sustavima detekcije požara ili plina uvedeni su svjetlosni signalizatori (slika 35.) koji se po svome intenzitetu i boji razlikuju od svih ostalih lampica ili bljeskalica u radnom prostoru u kojem se nalazi veliki broj radnika.



Slika 35. Svjetlosna signalizacija požara

### 3.5.9. Zvučna signalizacija požara

Požarni alarm se signalizira pomoću unutarnjih i vanjskih sirena. Sirene moraju biti crvene boje, te mogu biti sa bljeskalicom ili bez. Klasične sirene se aktiviraju pomoću alarmnog izlaza na vatrodojavnoj centrali ili zasebnog izlaznog modula, dok se sirene u adresabilnom sustavu napajaju i aktiviraju koristeći petlju vatrodojavnog sustava. (slika 36.)



Slika 36. Kombinacija zvučno/svjetlosne signalizacije požara

### 3.5.10. Sirena za upozoravanje ljudi zbog gašenja požara sa CO<sub>2</sub>

Nakon detekcije požara u objektu koji se štiti sustavom za gašenje ugljičnim dioksidom, a gdje je predviđeno da se nalazi određeni broj osoba, ugrađuju se posebne sirene koje upozoravaju osobe, koje su se zatekle u ugroženom prostoru, da napuste prostor jer će uskoro započeti gašenje pomoću ugljičnog dioksida. (slika 37.) Također, zvuk sirene mora biti drugačiji i glasniji od ostalih zvukova koji se očekuju u prostoru koji se štiti sustavom gašenja.



Slika 37. Sirena za upozoravanje ljudi zbog gašenja požara ugljičnim dioksidom

### 3.5.11. Uređaj za ručno aktiviranje gašenja

Budući da je CO<sub>2</sub> u koncentracijama za gašenje također opasan po život, dodatno se radi sigurnosti aktiviranje automatski odlaže za 30 sekundi, a sa unutarnje strane štice prostori se postavljaju tasteri za blokiranje gašenja - blokira aktiviranje dok je stisnut, te po otpuštanju ponovo odbrojava 30 sekundi. Na brodskim instalacijama se automatsko aktiviranje ne koristi, nego isključivo po ljudskoj odluci, odnosno ručnim otvaranjem pilot ventila u visokotlačnom sistemu, čime se aktivira pneumatski sustav za otvaranje ventilskeg razvoda za CO<sub>2</sub>.

Na slici 38. prikazan je uređaj za ručno aktiviranje/prekidanje gašenja sa ugljičnim dioksidom.

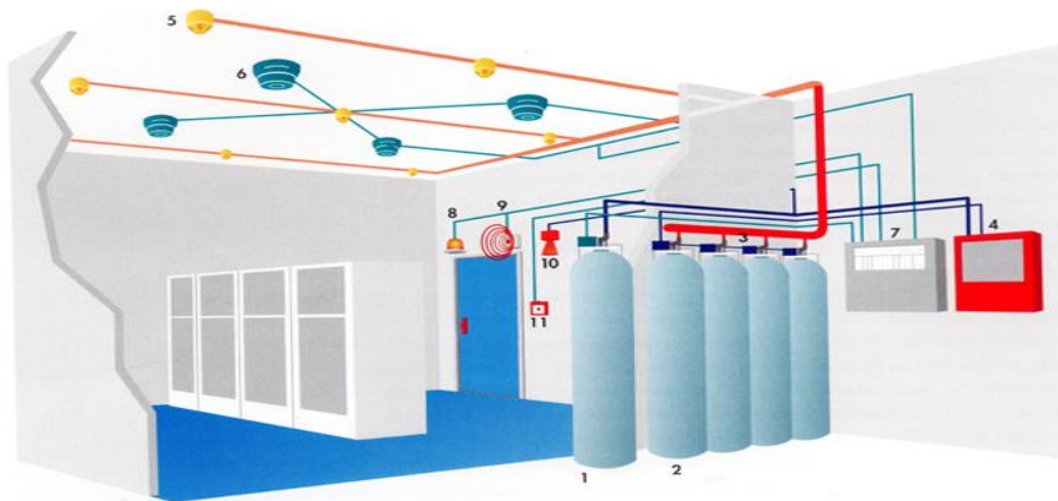


Slika 38. Uređaj za ručno aktiviranje/prekidanje gašenja sa ugljičnim dioksidom

### 3.6. Opis funkcioniranja sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom

Nakon detekcije požara putem ručnog javljača požara ili preko detektora požara, šalje se signal u vatrodojavnu centralu koja zaprima signal i raspoznaje ga kao požarni alarm. Paralelno s time, vatrodojavna centrala aktivira svjetlosnu i zvučnu signalizaciju o požaru u prostoru u kojem je detektiran požar, te aktivira sirenu za uzbuđivanje osoba u šticeenom prostoru zbog gašenja požara sa ugljičnim dioksidom, što je znak da osobe napuste prostor u što kraćem roku. To je vremenska odgoda, odnosno zatezno vrijeme aktiviranja sustava gašenja koje traje 30 sekundi od zaprimanja signala o požaru u šticeenom prostoru, te u tome vremenu zatvaraju se svi otvori i vrata, te se gasi ventilacija u šticeenom prostoru. Ukoliko osobe ne uspiju napustiti prostor u vremenskom periodu odgode aktiviranja gašenja, vrata na izlaznim putovima koja su se automatski zatvorila, imaju mogućnost i ručnog otvaranja. Nakon isteka zateznog vremena preko vatrodojavnog sustava aktivira se pilot boca u visokotlačnom sustavu preko pneumatskog ventila nakon koje se otvaraju i druge boce, te ugljični dioksid ispunjava cjevovod i dolazi do krajnjih elemenata sustava za gašenje, odnosno do mlaznica za disperziju ugljičnog dioksida u opožareni prostor. [1]

Na slici 39. prikazana je shema izvedenog visokotlačnog sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom.



Slika 39. Shema izvedenog visokotlačnog sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom

1 – pilot boca sa ugljičnim dioksidom; 2 – boce sa ugljičnim dioksidom; 3 – cijevovod; 4 – uređaj za vremensku odgodu ispuštanja ugljičnog dioksida; 5 – mlaznice za disperziju ugljičnog dioksida; 6 – detektori (javljači) požara; 7 – vatrodojavna centrala; 8 – svjetlosna signalizacija požara; 9 – zvučna signalizacija požara; 10 – sirena za upozoravanje ljudi zbog gašenje požara sa CO<sub>2</sub>; 11 – uređaj za ručno aktiviranje gašenja

### 3.6.1. Proračun mase ugljičnog dioksida potrebnog za gašenje požara

Proračun mase ugljičnog dioksida potrebnog za gašenje požara obavlja se prema pravilniku o tehničkim normativima za stabilne uređaje za gašenje požara ugljičnim dioksidom, prema British Standardu (BS-5306, dio 4), te NFPA-12. Posebno se vodi proračun za potpunu, a posebno za djelomičnu zaštitu ugljičnim dioksidom. [2]

#### **Potpuna zaštita**

U poglavlju o vrstama zaštite sustavima za gašenje ugljičnim dioksidom već je navedena Tablica 1. kao mjerilo prema kojem se ovisno o veličini požarnog sektora izračunava potrebna količina za 1 m<sup>2</sup> prostora. Ako su u prostorima stvari koje su navedene u tablici 3., masa ugljik dioksida se povećava množenjem sljedećim faktorima:



Tablica 3. Povećanje mase CO<sub>2</sub> ovisno o tvari koja je predmet zaštite [2]

| TVAR            | FAKTOR |
|-----------------|--------|
| Etanol          | 1,30   |
| Eter            | 1,45   |
| Etilen          | 1,55   |
| Etilen-oksid    | 1,75   |
| Acetilen        | 2,50   |
| Ugljik-disulfid | 2,50   |
| Ugljik-monoksid | 2,40   |
| Vodik           | 3,15   |

Ako je predmet zaštite određena vrsta postrojenja ili uređaja, potrebna masa ugljičnog dioksida za gašenje tih prostorija određuje se prema tablici 4., a zasićivanje prostora ugljičnim dioksidom mora biti završeno za 2 minute.

Tablica 4. Određivanje potrebne mase ugljičnog dioksida za zaštitu postrojenja i uređaja [2]

| Vrsta postrojenja                     | Masa ugljičnog dioksida po m <sup>3</sup> |
|---------------------------------------|---|
| Transformatorske stanice              | 2   |
| Rasklopni releji i uređaji            | 1   |
| Lakirnice                             | 1,5                                       |
| Peći za sušenje s otvorenim prolazima | 1,5                                       |

Ako postoji opasnost gubitka ugljičnog dioksida iz zaštićene prostorije, količina koja je dobivena proračunom povećava se za 10 do 20%. Zbroj površina otvora koji se ne mogu zatvoriti a nalaze se u donjoj polovici visine štice prostora, izražen u m<sup>2</sup>, smije iznositi najviše 3% veličine tog prostora, a otvori površine ne veće od 6 m<sup>2</sup> zaštićuju se posebnim mlaznicama za stvaranje zavjese.

Pri planiranju količine ugljičnog dioksida za gašenje požara klase A, masa toga plina mora se povećati za 2,25 puta i održati u prostoru najmanje 30 min.

## Djelomična zaštita

Masa ugljičnog dioksida za djelomičnu zaštitu izračunava se prema računskom obujmu objekta tako da se sve dimenzije objekta povećaju za 1,5 m. Najmanja masa ugljičnog dioksida za površinsku zaštitu iznosi  $7 \text{ kg/m}^2$ . Najmanja masa ugljičnog dioksida za djelomičnu zaštitu iznosi  $2 \text{ kg/m}^3$  računskog obujma.

Primjer proračuna djelomične zaštite: [2]

- objekt: pisac otvorene gorive površine (faktor tvari  $f=1$ )
- dimenzije: duljina 1,52 m , širina 1,22 m, visina 1,22 m
- ukupni pretpostavljeni volumen:  
 $(1,22+0,6+0,6) \times (1,52+0,6+0,6) \times (1,22+0,6) = 11,98 \text{ m}^3$
- maseni protok za 0%-tnu zatvorenost =  $16 \text{ kg min}^{-1} \text{ m}^{-3}$
- maseni protok ukupni:  $11,98 \times 16 = 191,7 \text{ kg min}^{-1}$
- masa  $\text{CO}_2$  korigirana prema  $f=1,4$ ; vrijeme ispuštanja 0,5 min  
 $(191,7 \times 0,5 \times 1,4 = 134,2 \text{ kg})$ .

## 4. ISPITIVANJE STABILNOG SUSTAVA ZA GAŠENJE POŽARA UGLJIČNIM DIOKSIDOM

Zakonom o zaštiti od požara propisano je da se ispravnost sustava za dojavu i gašenje požara mora periodički provjeravati najmanje jednom godišnje od strane ovlaštene pravne osobe, sukladno tehničkim normativima, normama i uputama proizvođača. Ispitivanje se vrši iz razloga kako sustav u slučaju požara slučajno ne bi zakazao, te bi time bila beznačajna njegova funkcija.

### 4.1. Postupak provjere ispravnosti sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom

Postupak provjere ispravnosti sustava za gašenje požara, ako posebnim propisom nije drugačije određeno, sastoji se od: [4]

- 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 za gašenje požara ugljičnim dioksidom prema Pravilniku o provjeri ispravnosti stabilnih sustava zaštite od požara (NN 44/12) sastoji se od: [5]

- pregleda odobrene tehničke (projektne) dokumentacije
- pregleda izvedenog stanja u odnosu na projektirano
- pregleda isprava o kakvoći elemenata sustava sukladno Pravilnika i isprava o tlačnoj probi dijelova sustava za koji su propisane tlačne probe
- provjere slijeda otvaranja razvodnih ventila i ventila na bocama
- provjere ispravnosti rada dijelova sustava za dojavu požara koji djeluju u sprezi sa izvedenim sustavom
- provjere ručnog aktiviranja, rada alarma i mjerenja jačine zvučnog signala
- provjere mogućnosti blokade aktiviranja i blokade signalizacije
- mjerenja zateznog vremena i provjere signalizacije na dojavnoj centrali
- provjere indikacije kvara i električnog napajanja
- provjere ispravnosti rada zaštitnih uređaja i instalacija za sprečavanje nastajanja i širenja požara i eksplozija koji djeluju sa izvedenim sustavom
- provjere količine CO<sub>2</sub>
- mjerenja vremena trajanja ispuštanja medija (kod CO<sub>2</sub> sustava)
- simuliranja primjene - ispuštanja medija (kod CO<sub>2</sub> sustava)
- ispitivanje savitljive spojne cijevi između spremnika plinskih sredstava i cjevovoda
- i drugih ispitivanja koji su neophodni za utvrđivanje ispravnosti.

#### **4.2. Oprema potrebna za obavljanje provjere ispravnosti sustava**

Kako bi ispitivanje svih tehnički zahtijevanih parametara sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom moglo biti izvedeno na kvalitetan i siguran način, u svrhu dobivanja pozitivnog izvješća o ispravnosti sustava, za ispitivanje se koristi sljedeća oprema: [5]

- uređaji za aktiviranje svih vrsta javljača požara
- univerzalni mjerni električni instrument
- uređaj za mjerenje kapaciteta akumulatorske baterije
- sredstvo veze (2 komada)
- zaporni sat
- mjerna traka
- zvukomjer (0-120 dB)

- higrometar
- manometri odgovarajućih mjernih područja
- uređaj za određivanje nagiba cjevovoda
- komplet za određivanje protoka
- komplet standardnog alata
- vaga propisane točnosti
- reduktor pritiska ispitnog plina
- adapter za mjernu glavu s pripadajućim cijevima
- druga neophodna oprema za utvrđivanje ispravnosti sustava.

### **4.3. Zapisnici o ispitivanju i uvjerenja o ispravnosti sustava**

O obavljenoj provjeri ispravnosti sustava sastavlja se zapisnik o ispitivanju koji sadrži:

[12]

- evidencijski broj i datum zapisnika i naziv pravne osobe koja je obavila ispitivanje
- broj ovlaštenja Ministarstva na temelju kojeg se obavlja ispitivanje
- ime, prezime, stupanj obrazovanja i struka osoba koje su obavile ispitivanje
- datum obavljenog ispitivanja
- broj, nadnevak i naziv izrađivača projektne dokumentacije
- broj, nadnevak i naziv akta kojim je odobrena projektna dokumentacija sustava
- naziv i opis izvedenog sustava koji je ispitan
- propise koji su primijenjeni kod ispitivanja sustava
- podatke o upotrebnoj opremi i mjernim instrumentima
- opis i rezultate ispitivanja
- odstupanja od odobrene projektne dokumentacije s ocjenom utjecaja odstupanja na funkcionalnost sustava i izjavama projektanta sustava i glavnog projektanta (ukoliko postoji)
- ocjenu ispravnosti sustava
- ostala zapažanja i napomene
- potpis osoba koje su obavile ispitivanje
- potpis odgovorne osobe vlasnika ili korisnika sustava
- ovjeru pečatom i potpisom odgovorne osobe u pravnoj osobi koja je obavila ispitivanja.

Zapisnik koji sadrži nezadovoljavajuću ocjenu ispravnosti sustava pravna osoba koja je obavila provjeru dužna je dostaviti nadležnom inspektoratu unutarnjih poslova policijske uprave u roku od 7 dana od dana obavljenog ispitivanja.

Prvo ispitivanje sustava obavljaju pravne osobe koje su ovlaštene od MUP-a za obavljanje poslova ispravnosti sustava, koje nisu proizvele niti rekonstruirale, uvezle, projektirale, ugradile ili nadzirale ugradnju ili rekonstrukciju sustava ili njegovih elemenata, odnosno nisu vlasnici niti korisnici tog sustava.

Periodično ispitivanje obavljaju pravne osobe koje su ovlaštene od MUP-a za obavljanje poslova ispitivanja ispravnosti stabilnih sustava za gašenje požara, a iznimno ispitivanje smije obaviti i pravna osoba koja je vlasnik ili korisnik sustava ili ga je proizvela ili uvezla, uz ovlaštenje MUP-a. [1]

## 5. PRIKAZ RADA STABILNOG SUSTAVA ZA GAŠENJE POŽARA UGLJIČNIM DIOKSIDOM U PROSTORU LAKIRNICE DRVENIH PROIZVODA TVRTKE PRO WOOD U ĐURĐENOVCU

Kao što je već napomenuto u prethodnim poglavljima, sustavom za gašenje požara ugljičnim dioksidom posebno se kvalitetno štite prostori energetske postrojenja, skladišta zapaljivih tekućina, prostori lakirnice, brodski prostori i sl.

Predmetna lakirnica zaštićena je automatskim protupožarnim sustavom za gašenje ugljičnim dioksidom, koji je 1980. izveden od strane poduzeća Đuro Đaković iz Slavenskog Broda. Tadašnjim projektom lakirnice ona je bila podijeljena u tri odvojene tehnološke linije lakiranja od kojih je svaka linija bila pokrivena odgovarajućom zonom gašenja: ZONA 1, ZONA 2 i ZONA 3.

U međuvremenu je lakirnica rekonstruirana, te je jedna linija lakiranja iz tehnoloških razloga ugašena, a oprema je demontirana i odstranjena. Sustav za gašenje požara nije bio u radu u dužem vremenskom razdoblju, dio opreme je oštećen ili nedostaje, te ga je potrebno funkcionalno osposobiti, što je u veljači 2015. godine odradila tvrtka Total Bomar d.o.o. iz Slavenskog Broda. [7]

Podaci o građevini PRO WOOD Virovitica prikazani su na slici 40., rješenje o ovlaštenoj osobi za projektiranje objekta na slici 41., izjava odgovornog projektanta na slici 42.

|  |   |                           |
|--|---|---------------------------|
| <b>TOTAL BOMAR d.o.o.</b><br>35 000 SLAVONSKI BROD<br>P.Krešimira IV.br.2<br>tel/fax: 00385 35 441 579 | Građevina:<br><br><b>PRO WOOD</b><br><br>VIROVITICA | Br. projekta:<br>235 - 15 |
|  |   | Stranica br:<br>1         |
|  |   | Uk. stranica:             |

**INVESTITOR :** PRO WOOD

**KORISNIK OBJEKTA :** PRO WOOD

**NAZIV PREDMETA:** SNIMKA IZVEDENOG STANJA ZAŠTITA OD POŽARA LAKIRNICE

**VRSTA:** AUTOMATSKI SUSTAV ZA GAŠENJE POŽARA LAKIRNICE SA CO 2

**OBJEKT SNIMKA:** LAKIRNICA, tvornica proizvodnog masivnog drveta

**LOKACIJA SNIMKA :** Trg Dr. Franje Tuđmana, 31 511 ĐURĐENOVAC

**ODGOVORNI IZVRŠITELJ SNIMKE:** Karlo Katušić ing. zaštite od požara  
Hrvatska komora inženjera strojarstva

**BROJ TEHNIČKOG DOKUMENTA :** 235 – 15  
Karlo Katušić  
 ing. zaštite od požara  
 Ovlašten inženjer strojarstva



U Slavonskom Brodu, veljača 2015.

DIREKTOR :  
Zdenka Bošnjak



Slika 40. Podaci o građevini PRO WOOD Virovitica [7]



|  |                 |                           |
|--|-----------------|---------------------------|
| <b>TOTAL BOMAR d.o.o.</b><br>35 000 SLAVONSKI BROD<br>P. Krešimira IV, br.2<br>tel/fax: 00385 35 441 579 | Građevina:      | Br. projekta:<br>235 - 15 |
|  | <b>PRO WOOD</b> | Stranica br:<br>11        |
|  | VIROVITICA      | Uk. stranica:             |

Na temelju čl.35. Zakona o gradnji ( NN 175/03) izdaje se:

**RJEŠENJE 235 – 15 / 1**

Kojom se Karlo Katušić ing. zaštite od požara postavlja za glavnog i odgovornog projektanta snimke izvedenoga stanja sustava za gašenje požara sa CO 2, za zaštitu lakirnice PRO WOOD na lokaciji Đurđenovac

INVESTITOR: PRO WOOD Virovitica

OBJEKT SNIMKA: LAKIRNICA DRVENIH PROIZVODA

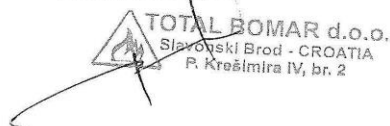
BROJ PROJEKTA: 235 – 15

Imenovani je u poduzeću TOTAL BOMAR d.o.o. za inženjering i proizvodnju na neodređeno vrijeme, i upisan u Imenik ovlaštenih inženjera Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu klasa UP/I-310-01/01-01/1040, Ur.br.314-01-00-1 od 25.02.2000.

Postavljeni projektant dužan se pridržavati odredaba Zakona o gradnji  
Ovo rješenje vrijedi do završetka projektiranja ili do opoziva .

Slavonski Brod, veljača 2015.

Direktor :  
Zdenka Bošnjak



Slika 41. Rješenje o ovlaštenoj osobi za projektiranje objekta [7]

|  |  |                           |
|--|--|---------------------------|
| <b>TOTAL BOMAR d.o.o.</b><br>35 000 SLAVONSKI BROD<br>P.Krešimira IV,br.2<br>tel/fax: 00385 35 441 579 | Građevina:<br><br><p style="text-align: center;"><b>PRO WOOD</b></p> <p style="text-align: center;">VIROVITICA</p> | Br. projekta:<br>235 - 15 |
|  |  | Stranica br:<br>15        |
|  |  | Uk. stranica:             |

Na temelju čl.14. st.3 i 4. Zakona o zaštiti od požara( NN br.58/93 i 33/05) izdaje se

I Z J A V A br. 235 – 15/4

Kojom se potvrđuje da niže navedeni snimak izvedenog stanja :

INVESTITOR: PRO WOOD, Virovitica

OBJEKT SNIMKA: LAKIRNICA DRVENIH PROIZVODA

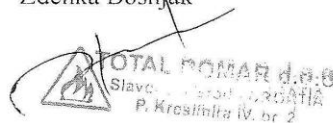
BROJ SNIMKA IZVEDENOG STANJA: 235 – 15

Sadrži mjere zaštite od požara, i tehnička rješenja u skladu sa Zakonom o zaštiti od požara ( NN 58/93 i 33/05 ) uvjetima uređenja prostora, tehničkim normativima i normama, kojima projektant građevina mora udovoljavati u upotrebi.

Slavonski Brod, veljača 2015.

Odgovorni projektant:  
 Karlo Katušić ing. zaštite od požara  
 Hrvatska komora inženjera strojarstva  
 Karlo Katušić  
 ing. zašt. od požara  
 Ovlašteni inženjer strojarstva  
 S 1040

Direktor:  
 Zdenka Bošnjak



Slika 42. Izjava odgovornog projektanta [7]

## OPIS FUNKCIONALNOSTI [7]

Sredstvo za gašenje požara u lakirnici kao najpovoljnije sredstvo je ugljični dioksid (CO<sub>2</sub>). Ugljični dioksid je bezbojan plin, osim što kod izlaska liči na oblak pare. Ako se udahne u malim količinama uzrokuje svbež u nosu i grlu. On je loš vodič elektriciteta, ne nagriza, nije korozivan i neškodljiv je za sve tvari. Teži je od zraka i ne sadrži kisik, te svojom povećanom koncentracijom smanjuje udio kisika u zraku, ispod granice gorenja ukoliko se dovede na mjesto požara.

Nagli požari, kao oni što se razvijaju kod zapaljenih boja, lakova, razrjeđivača i slično, brzo se gase dovođenjem CO<sub>2</sub> na mjesto požara.

Ugljični dioksid se drži u čeličnim bocama u tekućem stanju pod takom oko 52 bara. Svaka boca opremljena je sigurnosnim ventilom, koji ne dozvoljava eventualnu pojavu tlaka u bocama koji je iznad ispitanog tlaka boce. Boce su smještene u prostoru izdvojenom od prostora koji se štiti, te se nalaze u prostoru pokraj lakirnice koji predstavlja izdvojenu zonu opasnosti sa 2 sata vatrootpornosti.

Skup boca čini bateriju boca. Svaka boca je volumena 67,5 l, te sadrži 50 kg ugljičnog dioksida. Na svakoj boci nalazi se brzootvarajući ventil koji je preko fleksibilne cijevi spojen na kolektor. Između fleksibilne cijevi i kolektora ugrađen je nepovratni ventil za sprječavanje strujanja CO<sub>2</sub> u suprotnome smjeru druge boce. Svaka boca stoji na vagi, koja konstantno kontrolira težinu punjenja boca u propisanoj težini. Vaga reagira ako se težina punjenja jedne boce smanji za više od 10% CO<sub>2</sub> plina. Kada dođe do smanjenja plina više od 10% oglašava se alarm kvara na protupožarnog uređaja na vatrodojavnoj centrali. U slučaju aktiviranja protupožarnog uređaja, aktiviraju se sve boce iz baterije boca, te se CO<sub>2</sub> usmjerava u ugroženu zonu gašenja. Plin iz svih boca preko fleksibilnog crijeva ulazi u kolektor koji je spojen s razvodnim kolektorom na kojem su ugrađena dva zonska ventila, koji usmjeravaju CO<sub>2</sub> u ugroženu zonu, koji se preko cjevovoda dovodi do mjesta gašenja, a u štice se prostor uvodi kroz mlaznice za ravnomjerno raspršivanje CO<sub>2</sub>.

Uključivanje u rad protupožarnog uređaja u slučaju požara je:

- AUTOMATSKO-preko automatskih javljača požara uz mogućnost
- DALJINSKOG RUČNOG aktiviranja, preko tastera ručnog javljača požara
- RUČNO MEHANIČKI kod baterije na pilot boci preko elektromagnetskog aktivatora pilot boce i zonskoga ventila ugrožene zone, te povlačenjem poluge elektromagnetskog aktivatora.

Nakon aktiviranja protupožarnog uređaja, odnosno aktiviranja pilot boce CO<sub>2</sub>, plin iz pilot boce ide u pneumatski aktivator koji aktivira sve ostale boce u bateriji boca.

Na stropu lakirnih linija ugrađeni su termomaksimalni javljači požara koji reagiraju na prekoračenje dozvoljene temperature. Da bi se uključio protupožarni uređaj, potrebno je aktiviranje najmanje jednog javljača u šticenoj lakirnoj liniji. Nakon reagiranja javljača, dobiva se signal koji se prenosi na vatrodojavnu centralu, koja ga registrira i odmah uključuje zvučni alarm i sirenu koja upozorava prisutno osoblje da napuste prostor lakirnice i da će po isteku vremena zatezanja koje traje 30 sekundi doći do istjecanja CO<sub>2</sub> u šticenu zonu gašenja.

Lakirnica je podijeljena u dvije odvojene zone gašenja od kojih svaka predstavlja odvojenu tehnološku liniju lakiranja:

- ZONA GAŠENJA I štiti: lakirnu kabinu I, automat za špricanje i tunel za sušenje I
- ZONA GAŠENJA II štiti: otvoreni prostor sa stolovima za ručno brušenje (3 stola), lakirnu kabinu II i tunel za sušenje II.

Baterija boca sadrži 8 boca koje su raspoređene u jednom redu boca. Baterija posjeduje 1 pilot bocu, koja aktivira sve ostale boce u bateriji boca. Kod aktiviranja protupožarnog uređaja prvo se aktivira odgovarajući zonski ventil, a potom i pilot boca, nakon čega plin iz pilot boce pomoću pneumatskog aktivatora aktivira ostalih 7 boca.

Nakon aktiviranja protupožarnog uređaja isključuje se električno napajanje lakirnice. Na vatrodojavnoj centrali je ugrađena oprema koja signalizira i kontrolira ispravnost rada protupožarnog uređaja:

- ispravnost funkcija svih dojavnih linija automatskih i ručnih javljača požara
- ispravnost funkcija svih upravnih linija, zonskih ventila, pilot boce i sirene
- ispravnost napajanja 220 V i 24 V
- kvar vage.

PRORAČUN TEHNIČKIH PARAMETARA SUSTAVA ZA GAŠENJE POŽARA  
PARAMETRI ZA STROJARSKU OPREMU [7]

ZONA GAŠENJA I

- volumen ugroženog prostora:  
 $V = 75 + 48 + 50 = 175 \text{ m}^3$
- potrebna količina CO<sub>2</sub>:  
 $G = V \times q = 175 \times 2 = 350 \text{ kg}$        $q = 2 \text{ kg/m}^3$  potrebna koncentracija CO<sub>2</sub>
- ukupni potrebni broj boca u bateriji boca:  
 $n = G / g = 350 / 48,5 = 7,2$  (usvaja se 8 boca)  $g = 48,5 \text{ kg}$  punjenje jedne boce CO<sub>2</sub>.

ZONA GAŠENJA II

- volumen ugroženog prostora:  
 $V = 75 + 68 + 50 = 193 \text{ m}^3$
- potrebna količina CO<sub>2</sub>:  
 $G = V \times q = 193 \times 2 = 386 \text{ kg}$
- ukupni potrebni broj boca u bateriji boca  
 $n = G / g = 386 / 48,5 = 7,5$  (usvaja se 8 boca).

PRESJEK I BROJ MLAZNICA ZONE I

|                           |                   |
|---------------------------|-------------------|
| Kabina I:                 | 6 mlaznica        |
| Automat za špricanje:     | 4 mlaznice        |
| <u>Tunel za sušenje:</u>  | <u>8 mlaznica</u> |
| Ukupno (n <sub>1</sub> ): | 18 mlaznica       |

$$F_{m1} = F_c / K = 904 / 1,18 = 767 \text{ mm}^2$$

F<sub>m1</sub> – presjek svih mlaznica

F<sub>c</sub> – presjek kolektora

K = 1,18 kapacitet mlaznica

$$f_{m1} = F_{m1} / n_1 = 767 / 18 = 42,6 \text{ mm}^2$$

$$d_1 = \sqrt{f_{m1} / 3,14} = \sqrt{42,6 / 3,14} = 3,6 \text{ mm}^2$$

f<sub>m1</sub> – presjek jedne mlaznice Zone 1

- usvajaju se mlaznice R<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" sa lijevkom, 4 rupe promjera svaka 3,6 mm<sup>2</sup>.

## PRESJEK I BROJ MLAZNICA ZONE II

|                                       |                   |
|---------------------------------------|-------------------|
| Kabina II:                            | 8 mlaznica        |
| Otvoreni prostor stolova za brušenje: | 4 mlaznice        |
| <u>Tunel za sušenje:</u>              | <u>8 mlaznica</u> |
| Ukupno ( $n_2$ ):                     | 22 mlaznice       |

$$F_{m2} = F_c / K = 904 / 1,18 = 767 \text{ mm}^2$$

$$f_{m2} = F_{m2} / n_2 = 767 / 22 = 34,86 \text{ mm}^2$$

$$d_2 = \sqrt{f_{m2} / 3,14} = \sqrt{34,86 / 3,14} = 3,33 \text{ mm}^2$$

- usvajaju se mlaznice R $\frac{1}{2}$ " sa lijevkom, 4 rupe promjera svaka 3,3 mm<sup>2</sup>.

## PROVJERA GUBITKA TLAKA DO ZADNJE MLAZNICE

$$Q_m = \frac{10^{-5} \times 0,8725 (d^{5,25} \times y)}{LE + 0,04319 (d^{1,25} \times z)}$$

Nakon provedenog tabličnog proračuna, koristeći podatke iz tablice, dobiveni su rezultati:

- početni tlak u boci  $p_1 = 51,7$  bara
- ukupni pad tlaka do zadnje mlaznice je  $\Delta p = 29,2$  bara
- tlak na zadnjoj mlaznici  $p_2 = p_1 - \Delta p = 51,7 - 29,2 = 22,5$  bara
- minimalni dozvoljeni tlak na zadnjoj mlaznici je  $p_2 \text{ dop} = 21$  bar.

$Q_m$  – maseni protok CO<sub>2</sub> (kg/min)

$D$  (mm) – unutarnji promjer cijevi

$LE$  – ekvivalentna dužina cijevi

$y, z$  – faktori punjenja i tlaka u boci i cijevi

$p_1 = 51,7$  bara – tlak u boci kod 20°C

$p_2$  – nulti tlak u krajnjoj točki (na zadnjoj mlaznici)

$\Delta p$  – gubitak tlaka (bar)

## PARAMETRI ZA ELEKTROOPREMU [7]

### Izbor vodova u dojavnim linijama zone dojave

- prema tehničkim karakteristikama dojave vatrodojavne centrale, ukupni otpor linije jedne dojavne zone smije iznositi maksimalno:  $2 \times 10 \Omega$
- maksimalna dužina voda u jednoj zoni dojave odrađena je po obrazcu:

$$L = Az \times R / 2 \times \rho = 228 \text{ m}$$

Gdje je:

L – maksimalno dozvoljena dužina vodiča do najudaljenijeg javljača

Az – presjek vodiča,  $\varnothing 0,8 \text{ mm}$

R – dozvoljeni maksimalni otpor linije  $2 \times 10 \Omega = 20 \Omega$

$\rho$  – specifični otpor bakra ( $0,0122 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ )

- pošto je na ovoj građevini i najudaljeniji javljač požara bliži vatrodojavnoj centrali od proračunate maksimalne dužine, odabrani presjek vodiča u potpunosti zadovoljava, te se u dojavne linije postavlja kabel tipa JBY (St)  $\times 2 \times 0,8 \text{ mm}^2$
- dojavna linija obuhvaća liniju automatskih javljača požara i liniju ručnog javljača požara, te liniju STOP prekidača
- napajanje vatrodojavne centrale sa stalnim naponom 220 V ide direktno sa glavnog razvodnog ormara objekta.

### Rezervno napajanje

U slučaju nestanka mrežnog napona, napajanje sustava električnom energijom preuzima AKU baterija. Kapacitet AKU baterije se izračunava tako da može napajati sustav 48 sati u normalnom režimu rada, te nakon toga 1 sat u alarmnom režimu rada.

$$C_{aku} = 48 \times I_n \times I_a / 0,8 = 26 \text{ Ah}$$

$C_{aku}$  – kapacitet akumulatorske baterije u amper satima

$I_n$  – potrošnja vatrodojavne centrale ( $I_n = 0,4 \text{ A}$ )

$I_a$  – potrošnja vatrodojavne centrale u alarmnom režimu rada ( $I_a = 3 \text{ A}$ ).

## POGONSKE UPUTE [7]

Da bi automatski protupožarni uređaj bio u svakom trenutku spreman za gašenje požara, potrebno je da bude u stalnom pogonskom stanju koji se očituje na bateriji boca i signalizaciji na vatrodojavnoj centrali.

Svaka boca CO<sub>2</sub> treba biti u 100% napunjenosti, odnosno punjenja s 48,50 kg CO<sub>2</sub>, što se očituje vizualno na kontrolnoj vagi-položaj utega u gorenjem položaju na oznaci 100% i bez zvučnog i svjetlosnog signala na vatrodojavnoj centrali.

Elektromagnetski aktivator treba biti u radnom položaju, što se očituje:

- igla je uvučena u kućište, a kazaljka elektromagnetskog aktivatora usmjerena prema gore
- svi brzootvarajući ventili trebaju biti međusobno povezani sajlom i preko poluga nasadenih na ventile
- sva svjetlosna signalizacija na vatrodojavnoj centrali kod pogonskog stanja treba biti ugašena osim zelene lampice 220 V koja je upaljena i koja signalizira da je sustav u funkciji i pod stalnim naponom.

Sve nepravilnosti koje se mogu dogoditi kod sustava za gašenje i sustava vatrodojave:

- gubitak punjenja u boci za više od 10% signalizira se na vatrodojavnoj centrali i padom poluge utega na vagi u donji položaj
- nestanak mrežnog napona 220 V, i prijelaz na rad preko AKU baterije signalizira napajanje AKU baterije
- kvar javljača požara – oglašava se kvar
- prekid električnog provodnika – oglašava se opći kvar
- ispražnjenost AKU baterije – oglašava se kvar AKU baterije
- isključivanje dojavnih i upravnih linija ili njihov prekid
- isključenje zvučne signalizacije u štićenim prostorima
- testiranje vatrodojavnog sustava očitava se: na vatrodojavnoj centrali signaliziraju zvučno, kao i opći alarm (kvar) i svjetlosno koji označava o kojem se kvaru radi
- svi kvarovi očituju se zvučno i svjetlosno.



## PLAN UZBUNJIVANJA [7]

Planom uzbunjivanja utvrđeni su opći postupci uzbunjivanja.

Plan uzbunjivanja rađen je pod uvjetom prisustvovanja dežurne osobe u portirnici koja se nalazi u blizini lakirnice.

U slučaju pojave požara u objektu, jedan od automatskih javljača požara će reagirati, te će se posredstvom vatrodojavne centrale odmah oglasiti zvučna sirena, čime će upozoriti da je sustav gašenja u predalarmu, te će za 30 sekundi doći do aktiviranja i ispuštanja ugljičnog dioksida u šticeći prostor.

Nakon alarma pojave požara, osoba koja je uočila požar treba odmah:

- upozoriti osobe u objektu na opasnost od požara i prisutnosti plina CO<sub>2</sub>, te ih pravovremeno evakuirati
- pozvati vatrogasce
- uključiti se u gašenje požara s dežurnim osobljem
- uzbuniti osoblje koje ima posebne dužnosti u vezi zaštite od požara (prema općem aktu korisnika ili planu zaštite od požara).

Nakon završetka gašenja, zadužena osoba mora poništiti alarm na vatrodojavnoj centrali i pozvati servisnu službu da izvrši servisiranje protupožarnog sustava.

Prije tehničkog prijema investitor u zajednici sa odgovornom službom treba ustrojiti:

- plan sustava za dojavu požara
- detaljan plan uzbunjivanja
- knjigu održavanja i upute za rukovanje koji su dio dokumentacije sustava za dojavu požara što se pohranjuje kod vlasnika.

## REDOVITI PREGLED [7]

### Mjesečni pregled

- izvršiti kontrolni pregled instalacija (vizualno stanje baterije boca i vatrodojavne centrale).

### Šestomjesečni pregled

- izvršiti detaljan pregled svih dijelova instalacije obzirom na dotrajalost, funkcionalnost i brtvljenje
- simuliranje aktiviranja uređaja, bez ispuštanja CO<sub>2</sub> u šticeći prostor.

### Godišnji pregled

- provodi se u skladu sa zahtjevima Zakona o zaštiti od požara, i ispitivanja stabilnih sustava za gašenje požara.

### Svaki deset godina

- zatražiti ispitivanje boca CO<sub>2</sub> od inspekcije za ispitivanje posuda pod tlakom.

## SPECIFIKACIJA OPREME I MATERIJALA [7]

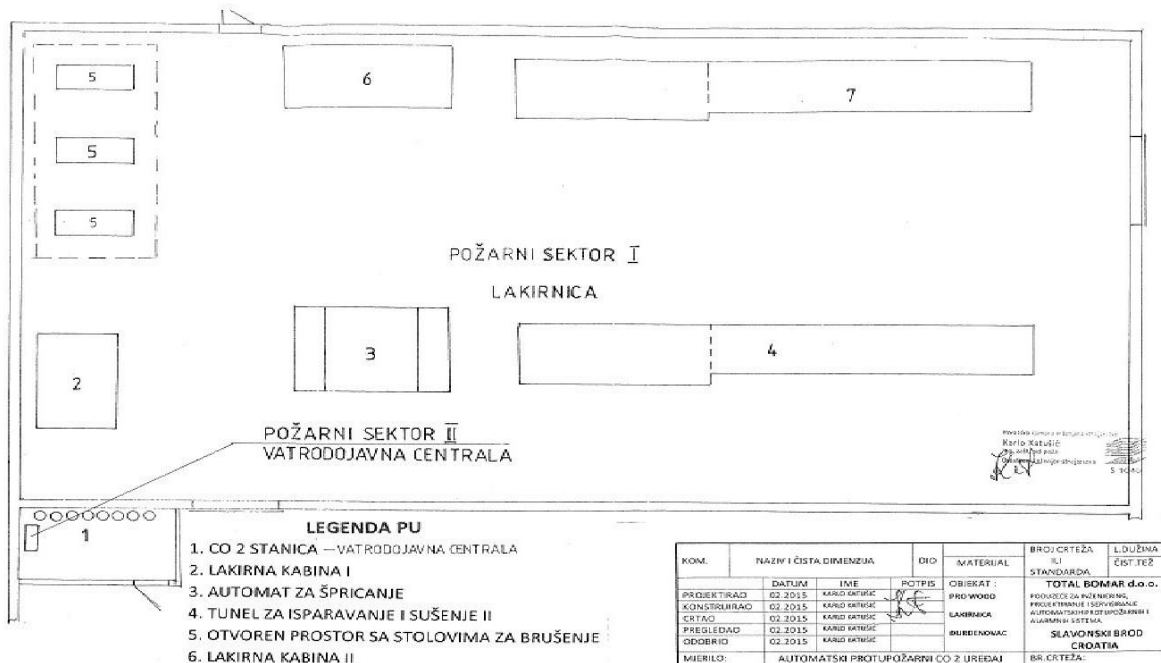
### Strojarski dio:

|   |        |
|---|--------|
| 1. Čelična boca 67,5 l napunjena s 50 kog CO <sub>2</sub> | 8 kom  |
| 2. Tlačni ventil za pilot bocu                            | 1 kom  |
| 3. Brzootvarajući ventil                                  | 7 kom  |
| 4. Pneumatski aktivator                                   | 1 kom  |
| 5. Elektromagnetski okidač 24 V                           | 1 kom  |
| 6. Kuglasti nepovratni ventil R ¾"                        | 3 kom  |
| 7. Nepovratni ventil R ½"                                 | 7 kom  |
| 8. Zonski (sektorski) ventil 1 ¼"                         | 2 kom  |
| 9. Vaga za kontrolu punjenja CO <sub>2</sub>              | 8 kom  |
| 10. Savitljivo crijevo R ¾", NP 200 bara                  | 8 kom  |
| 11. Nosač baterije boca za 8 kom                          | 1 kom  |
| 12. Kolektor za 7 boca                                    | 1 kom  |
| 13. Razvodni kolektor za dvije boce                       | 1 kom  |
| 14. Sigurnosni ventil 127 bara                            | 1 kom  |
| 15. Čelična cijev bešavna ½" – 1 ¼"                       | 266 m  |
| 16. CO <sub>2</sub> mlaznice R ½"                         | 40 kom |
| 17. Razne konzole   | 95 kom |

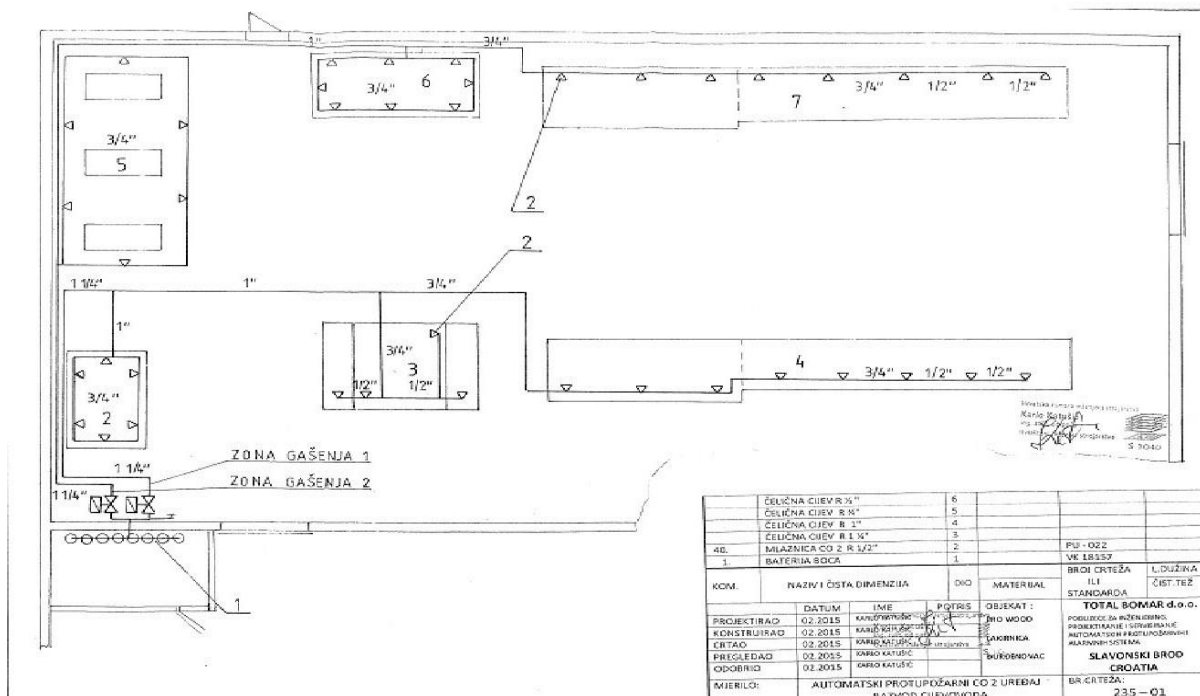
### Vatrodojava:

|   |       |
|---|-------|
| 1. Elektromagnetski okidač 24 V   | 1 kom |
| 2. Vatrodojavna centrala s dvije linije gašenje i jednom linijom dojave | 1 kom |
| 3. Javljač požara termomaksimalni t = 71°C                              | 8 kom |
| 4. Javljač požara termomaksimalni t = 107°C                             | 2 kom |
| 5. Javljač požara termomaksimalni t = 135°C                             | 5 kom |
| 6. Ručni javljač požara   | 1 kom |
| 7. Sirena 24 V  | 1 kom |

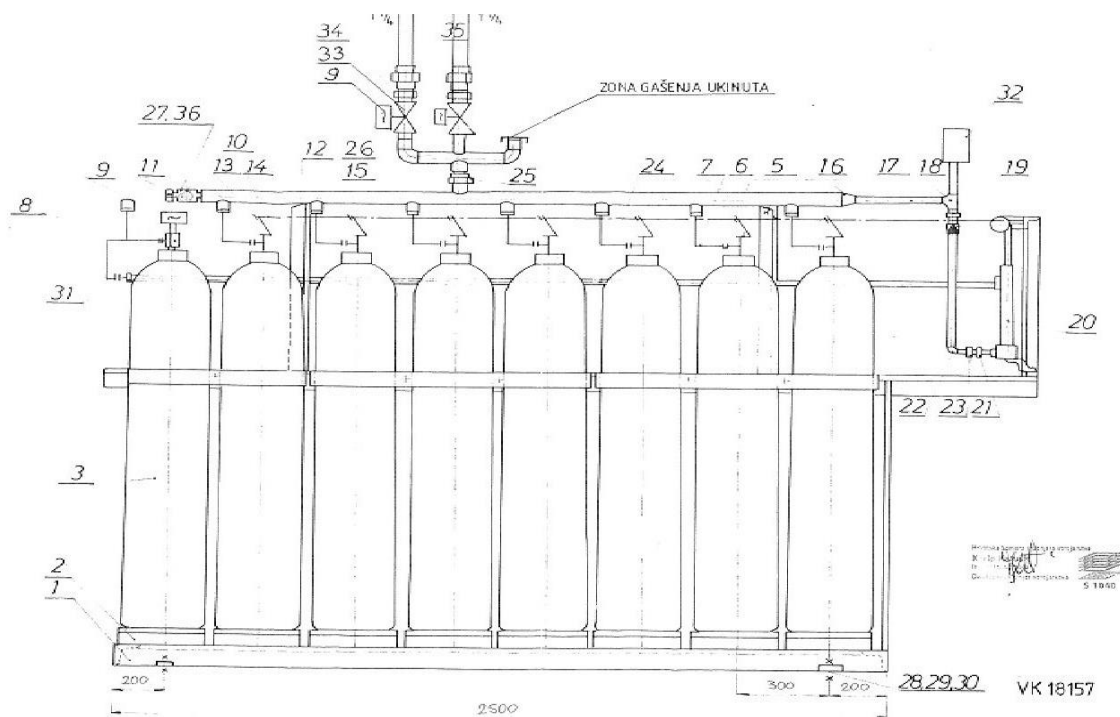
Na slici 43. prikazana je skica požarnih sektora I i II, na slici 44. shematski je prikazan razvod cjevovoda, na slici 45. nalazi se grafički prikaz baterije boca sa ugljičnim dioksidom i na slici 46. shematski prikaz izvedenog vatrodajnog sustava.



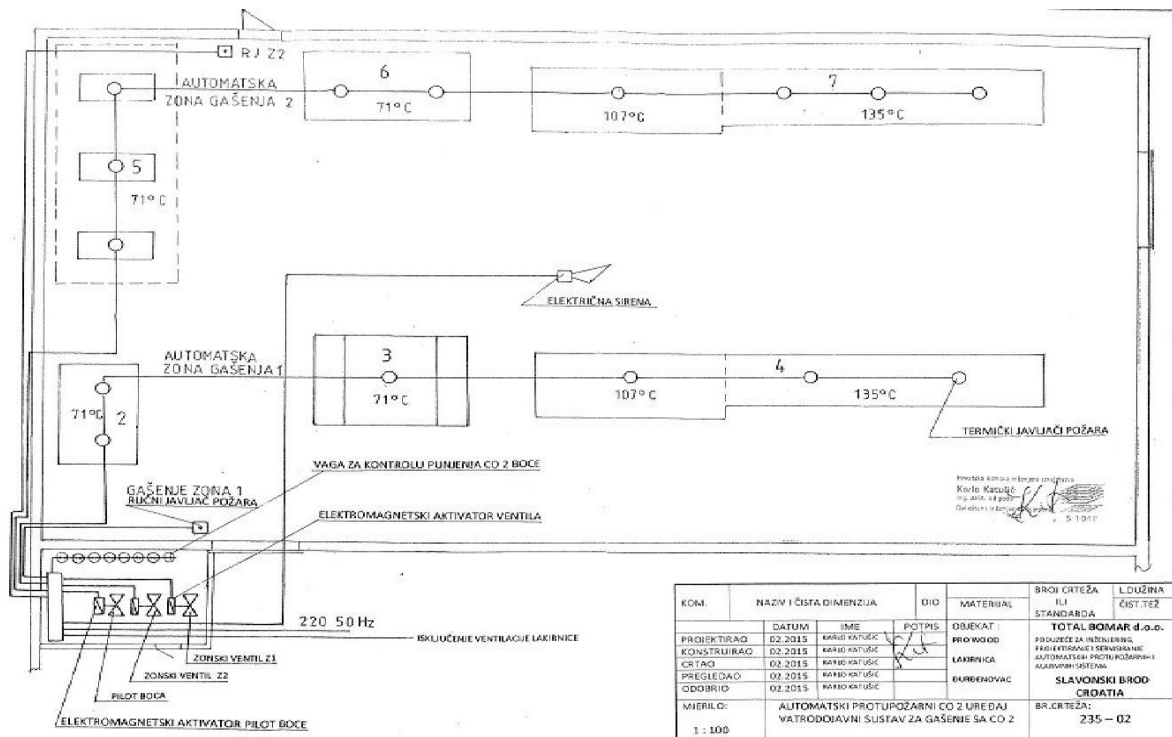
Slika 43. Skica požarnih sektora I i II [7]



Slika 44. Prikaz razvoda cjevovoda [7]



Slika 45. Grafički prikaz baterije boca sa ugljičnim dioksidom [7]



| KOM.        | NAZIV I ČISTA DIMENZIJA   | DIO           | MATERIJAL   | BROJ ČIJEŽA I/II | L.ĐUŽINA ČIST. TEŽ.    |
|-------------|---|---------------|-------------|------------------|------------------------|
| PROJEKTIRAO | 02.2015   | IME           | POTPIS      | OBJEKAT          | TOTAL BOMAR d.o.o.     |
| KONSTRUIRAC | 02.2015   | KRIMO KATUŠEK | [Signature] | PROJEKTOVANJE    | PROJEKTOVANJE I OBRADA |
| CRTAO       | 02.2015   | KRIMO KATUŠEK |             | LABRNIKA         | PROJEKTOVANJE I OBRADA |
| PREGLEDAO   | 02.2015   | KRIMO KATUŠEK |             | ĐURĐENOVAČ       | SLAVONSKI BROD CROATIA |
| ODDIBRIO    | 02.2015   | KRIMO KATUŠEK |             |                  |                        |
| MJERILO:    | AUTOMATSKI PROTUPOŽARNI CO2 UREDAJ VATRODOJAVNI SUSSTAV ZA GAŠENJE SA CO2 |               |             |                  | BR.ČIJEŽA: 235-02      |
| 1:100       |   |               |             |                  |                        |

Slika 46. Prikaz izvedenog vatrodajavnog sustava [7]

## LEGENDA GRAFIČKIH SIMBOLA [7]



- CJEVOVOD SA MLAZNICAMA



- ELEKTORMAGNETSKI AKTIVATOR PILOT BOCE 24 V



- ELEKTORMAGNETSKI ZONSKI VENTIL 24 V



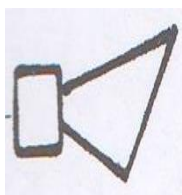
- VAGA ZA KONTROLU PUNJENJA CO<sub>2</sub> U BOCI



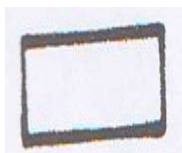
- AUTOMATSKI JAVLJAČ POŽARA



- RUČNI JAVLJAČ POŽARA



- ELEKTRIČNA SIRENA



- VATRODOJAVNA CENTRALA

## 6. ZAKLJUČAK

Automatski sustavi dojave i gašenja požara postali su neizostavan segment modernog doba i modernih industrija, te proizvodnih pogona i procesa. Ovi sustavi odlikuju se iznimnom brzinom detekcije i gašenja požara, pogotovo na onim mjestima u kojima nisu stalno prisutni ljudi. Ovisno o tipu građevine, odnosno o vrsti gorivog materijala, kao i brzini širenja nastalog požara, postoji više vrsta sustava za gašenje požara sa različitim sredstvima za gašenje (voda, pjena, ugljični dioksid, razna plinska sredstva, kombinacije više sredstava za gašenje).

Sustavi gašenja požara pomoću ugljičnog dioksida pokazali su se vrlo pogodnima za gašenje požara u zatvorenim prostorima, pogotovo kod onih uređaja koji su pod naponom električne energije, kao i kod onih tvari koje vrlo brzo razvijaju visoke temperature i omogućuju nagli razvoj nastalog početnog požara, bilo da se radi o potpunoj zaštiti prostora, ili djelomičnoj zaštiti nekog stroja, uređaja ili proizvodne jedinice.

Veliki nedostatak sustava za gašenje ugljičnim dioksidom je činjenica da su koncentracije potrebne za gašenje nekog požara, iznimno štetne za ljude iz razloga što ugljični dioksid istiskuje kisik iz prostora te na taj način ugušuje nastali požar. Zbog toga su u ove sustave projektirani uređaji za vremensku odgodu ispuštanja ugljičnog dioksida, koji omogućavaju napuštanje ugroženog objekta osobama koje se zateknu u prostoru u kojem je detektiran požar, kao i uređaji kojima je moguće ručno aktivirati ili prekinuti ispuštanje ugljičnog dioksida.

## 7. PRILOZI

### 7.1. Popis slika

| Redni broj | Naziv slike  | Broj stranice |
|------------|--|---------------|
| 1          | Shema kombiniranog (mokrog i suhog) stabilnog sustava za gašenje požara s automatskim radom tipa sprinkler | 5             |
| 2          | Sprinkler sustav sa pjenom   | 6             |
| 3          | Razlika između klasičnog sprinkler sustava i sustava sa vodenom  | 7             |
| 4          | Drencher sustav  | 8             |
| 5          | Drencher sustav na pretakalištu za vagon cisterne  | 8             |
| 6          | Sustav za gašenje požara spremnika lakozapaljive tekućine pomoću   | 9             |
| 7          | Sustav za gašenje pjenom u hangarima   | 9             |
| 8          | Usporedba halona i ostalih plinskih sredstava za gašenje požara  | 11            |
| 9          | Spremnici plina FM-200   | 12            |
| 10         | Gašenje sa FM-200  | 12            |
| 11         | Ispuštanje plina NOVEC 1230 u prostoriji sa računalnom opremom   | 13            |
| 12         | Različiti tipovi spremnika plina NOVEC 1230  | 13            |
| 13         | Sustav za gašenje požara sa inertnim plinom (clean agent)  | 14            |
| 14         | Daljinski upravljani bacači vode na pretakalištu plina u rafineriji Urinj u Rijeci                         | 15            |
| 15         | Bacači vode/pjene na brodu   | 15            |
| 16         | Ručno upravljani bacač vode/pjene  | 15            |
| 17         | Nadzemni hidrant i ormarić sa opremom  | 17            |
| 18         | Ormarić sa opremom za podzemni hidrant   | 17            |
| 19         | Ormarić unutarnje hidrantske mreže   | 17            |
| 20         | Baterije boca sa CO <sub>2</sub>   | 21            |
| 21         | Zonski ventil  | 21            |
| 22         | Spremnik CO <sub>2</sub> u niskotlačnom sustavu za gašenje požara  | 22            |
| 23         | Potpuna zaštita prostora ugljičnim dioksidom   | 23            |
| 24         | Djelomična zaštita transformatora sustavom za gašenje ugljičnim dioksidom                                  | 24            |
| 25         | Spremnik ugljičnog dioksida u niskotlačnom sustavu za gašenje požara                                       | 27            |
| 26         | Spremnici (baterije) ugljičnog dioksida u visokotlačnom sustavu za gašenje požara                          | 27            |
| 27         | Ventilska stanica u sustavu za gašenje požara ugljičnim dioksidom  | 28            |
| 28         | Cjevovod sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom   | 29            |
| 29         | Uređaj za vremensku odgodu ispuštanja  | 30            |
| 30         | Ispuštanje ugljičnog dioksida na mlaznicama  | 32            |
| 31         | Različiti tipovi mlaznica za ispuštanje ugljičnog dioksida   | 32            |
| 32         | Specijalni termički/termodiferencijalni detektori  | 34            |
| 33         | Detektori požara uz sustav za gašenje ugljičnim dioksidom  | 34            |

|    |   |    |
|----|---|----|
| 34 | Vatrodajavna centrala u stabilnom sustavu za gašenje požara ugljičnim dioksidom | 35 |
| 35 | Svjetlosna signalizacija požara   | 36 |
| 36 | Kombinacija zvučno/svjetlosne signalizacije požara                              | 36 |
| 37 | Sirena za upozoravanje ljudi zbog gašenja požara ugljičnim dioksidom            | 37 |
| 38 | Uređaj za ručno aktiviranje/prekidanje gašenja sa ugljičnim dioksidom           | 38 |
| 39 | Shema izvedenog visokotlačnog sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom     | 39 |
| 40 | Podaci o građevini PRO WOOD Virovitica  | 47 |
| 41 | Rješenje o ovlaštenoj osobi za projektiranje objekta                            | 48 |
| 42 | Izjava odgovornog projektanta   | 49 |
| 43 | Skica požarnih sektora I i II   | 58 |
| 44 | Prikaz razvoda cjevovoda  | 58 |
| 45 | Grafički prikaz baterije boca sa ugljičnim dioksidom                            | 59 |
| 46 | Prikaz izvedenog vatrodajavnog sustava  | 59 |

## 7.2. Popis korištenih kratica

| Kratice | Značenje kratice  |
|---------|---|
| NFPA    | Nacional Fire Protection Agency (nacionalna agencija za protupožarnu zaštitu) |
| NN      | Narodne novine  |
| EFRS    | Early suppression fast response (sustav za brzo otkrivanje i gašenje)         |
| IT      | Informatičke tehnologija  |
| IMO     | International Maritime Organization (međunarodna pomorska organizacija)       |
| MUP     | Ministarstvo unutarnjih poslova   |

## 7.3. Popis tablica

| Redni broj | Naziv tablice  | Broj stranice |
|------------|--|---------------|
| 1          | Količina ugljičnog dioksida ovisno o obujmu prostora   | 24            |
| 2          | Ovisnost gustoće protoka i tlaka na mlaznici u sustavu za gašenje požara ugljičnim dioksidom | 31            |
| 3          | Povećanje mase CO <sub>2</sub> ovisno o tvari koja je predmet zaštite                        | 40            |
| 4          | Određivanje potrebne mase ugljičnog dioksida za zaštitu postrojenja i uređaja                | 40            |



## 8. LITERATURA

- [1] Todorovski Đ., *Materijali sa predavanja iz kolegija Sustav vatrodojave i gašenje*, Veleučilište u Karlovcu, 2014.
- [2] Šmejkal Z., *Uređaji, oprema i sredstva za gašenje i zaštitu od požara*, Zagreb, 1991.
- [3] Pravilnik o hidranstkoj mreži za gašenje požara (NN 8/06)
- [4] Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)
- [5] Pravilnik o uvjetima za obavljanje ispitivanja stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara (NN 44/12)
- [6] Pravilnik o planu zaštite od požara (NN 51/12)
- [7] Tehnička dokumentacija izvedenog stabilnog sustava za gašenje požara lakirnice ugljičnim dioksidom u tvrtki PRO WOOD u Đurđenovcu
- [8] Pravilnik o razvrstavanju građevina u skupine po zahtjevanosti zaštite od požara (NN 61/12)
- [9] Grupa autora, *Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika*, Hrvatska vatrogasna zajednica, 2010.
- [10] Pravilnik o tehničkim normativima za stabilne uređaje za gašenje požara ugljičnim dioksidom (Sl. 31/1989)
- [11] Pravilnik o sustavima za dojavu požara (NN 56/99)
- [12] Pravilnik o stručnim ispitima u području zaštite od požara (NN 141/11)
- [13] [www.nn.hr](http://www.nn.hr) – pristupio 10.5.2015.
- [14] [www.hvz.hr](http://www.hvz.hr) – pristupio 11.5.2015.
- [15] [www.pastor-inz.hr](http://www.pastor-inz.hr) – pristupio 11.5.2015.
- [16] [www.aling.hr](http://www.aling.hr) – pristupio 15.5.2015.
- [17] [www.vikingsprinkler.com](http://www.vikingsprinkler.com) – pristupio 17.5.2015.
- [18] [www.aspin.hr](http://www.aspin.hr) – pristupio 17.5.2015.
- [19] [www.zastita.info.hr](http://www.zastita.info.hr) – pristupio 20.5.2015.