

OPREMA I UREĐAJI ZA OTKRIVANJE, DOJAVU I GAŠENJE POŽARA

Kreh, Vedran

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:128:552976>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-30**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

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



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Veleučilište u Karlovcu
Odjel sigurnosti i zaštite
Stručni diplomski studij Sigurnost i zaštita

Vedran Kreh

OPREMA I UREĐAJI ZA OTKRIVANJE, DOJAVU I GAŠENJE POŽARA

DIPLOMSKI RAD

Karlovac, 2024.

Karlovac University of Applied Sciences
Safety and Protection Department
Profesional graduate study of Safe and Protection

Vedran Kreh

**EQUIPMENT AND DEVICE FOR FIRE
DETECTION, REPORTING AND
EXTINGUISHING**

MASTER THESIS

Karlovac, 2024

Veleučilište u Karlovcu
Odjel sigurnosti i zaštite
Stručni diplomski studij Sigurnost i zaštita

Vedran Kreh

OPREMA I UREĐAJI ZA OTKRIVANJE, DOJAVU I GAŠENJE POŽARA

DIPLOMSKI RAD

Mentor: Lidija Jakšić, mag. ing. cheming., pred.

Karlovac, 2024.



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni diplomski studij: Sigurnost i zaštita

Usmjerenje: Zaštita od požara

Karlovac, 2024.

ZADATAK DIPLOMSKOG RADA

Student: Vedran Kreh

Matični broj: 0248063596

Naslov: Oprema i uređaji za otkrivanje, dojavu i gašenje požara

Opis zadatka:

Zadatak završnog rada je prikazati i detaljno opisati sustave za dojavu požara te njegove dijelove, njegovo projektiranje i povezivanje na vatrogasnu postrojbu. Prikazani su stabilni sustavi sa automatskim načinom rada i bez automatskog načina rada. Prikazana je usporedba NFPA 25 smjernica sa VdS CEA smjericama te održavanje sprinkler sustava prema VdS 4001 smjericama.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

06./2023.

08./2024.

09./2024.

Mentor:

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

Lidija Jakšić, mag. ing. cheming., pred.

dr. sc. Zvonimir Matusinović, v. pred.

PREDGOVOR

Zahvaljujem svojoj mentorici Lidiji Jakšić, mag. ing. cheming., koja me je svojim savjetima i usmjeravanjima pomogla da bi moj rad bio kvalitetno i stručno obrađen.

Zahvaljujem se svojoj obitelji, posebno supruzi Katarini i sinu Ivanu što su bili strpljivi, na njihovoj bezuvjetnoj pomoći te na svim savjetima koje sam primio od njih.

Zahvaljujem svim kolegama sa posla koji su me podupirali u mojem školovanju te su uvijek uskočili kada sam trebao zamjenu smjene ili slobodan dan. Zahvaljujem se svojim zapovjednicima što su me podupirali i motivirali tijekom školovanja.

Posebno se zahvaljujem svim profesorima i predavačima na Veleučilištu u Karlovcu na zanimljivim predavanjima, kvalitetnom prenesenom znanju te su nas naučili jako puno stvari koje će nam koristiti dalje u radu.

SAŽETAK

Tema ovog rada je oprema i uređaji za otkrivanje, dojavu i gašenje požara, te njena primjena u zaštiti od požara ljudi i imovine. Oprema i uređaji za otkrivanje, dojavu i gašenje požara je vrlo bitan čimbenik u zaštiti od požara, pogotovo u početnoj fazi požara gdje se brzim reagiranjem sprječava velika materijalna šteta na imovini.

Također bitna je stalna provjera ispravnosti i redovite kontrole opreme i uređaja za otkrivanje, dojavu i gašenje požara, te redovita obuka ljudi. Pridržavanje zakonskih propisa koji reguliraju ugradnju, projektiranje i samu izgradnju sustava za otkrivanje, dojavu i gašenje požara uvelike doprinosi da sustav funkcionira u najboljoj mjeri ukoliko dođe do nesretnog slučaja.

Ključne riječi: vatrodojava, otkrivanje, javljači požara, stabilni sustavi

SUMMARY

The topic of this work is equipment and devices for detecting, reporting and extinguishing fires, and their application in fire protection of people and property. Equipment and devices for detecting, reporting and extinguishing fires is a very important factor in fire protection, especially in the initial phase of a fire, where rapid reaction prevents major material damage to property.

It is also important to constantly check the correctness and regular control of equipment and devices for detecting, reporting and extinguishing fires, as well as regular training of people. Adherence to the legal regulations that regulate the installation, design and construction of the fire detection, notification and extinguishing system greatly contributes to the system functioning to the best extent if an accident occurs.

Keywords: fire alarm, detection, fire detectors, stable systems

SADRŽAJ

ZADATAK DIPLOMSKOG RADA	I
PREDGOVOR.....	II
SAŽETAK	III
SUMMARY	IV
SADRŽAJ.....	V
1. SUSTAV ZA DOJAVU POŽARA	1
1.1 Vatrodojavna centrala	3
1.2 Javljači požara.....	4
1.2.1 Termički javljači požara	4
1.2.2 Javljači dima	6
1.2.3 Javljači plamena	9
1.2.4 Ručni javljači požara	12
1.3 Dojavne linije.....	13
1.4 Izvori napajanja.....	13
1.5 Uređaji za uzbuđivanje	14
1.6 Uređaji za prijenos obavijesti	15
1.7 Projektiranje sustava za otkrivanje i dojavu požara.....	15
1.7.1 Izbor javljača požara.....	16
1.8 Povezivanje vatrodojavnog sustava na vatrogasnu postrojbu.....	17
1.8.1 Enigma II višelinijski prijamnik alarmnih događaja	18
1.8.2 Vatrogasna sef za ključeve	19
2. STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE POŽARA	20
2.1 Stabilni sustavi za gašenje požara s automatskim radom	20
2.2 Stabilni sustav za gašenje požara tipa sprinkler.....	21
2.2.1 Sprinkler mlaznica	22
2.2.2 Mokri sprinkler sustav	27
2.2.3 Suhi sprinkler sustav.....	27

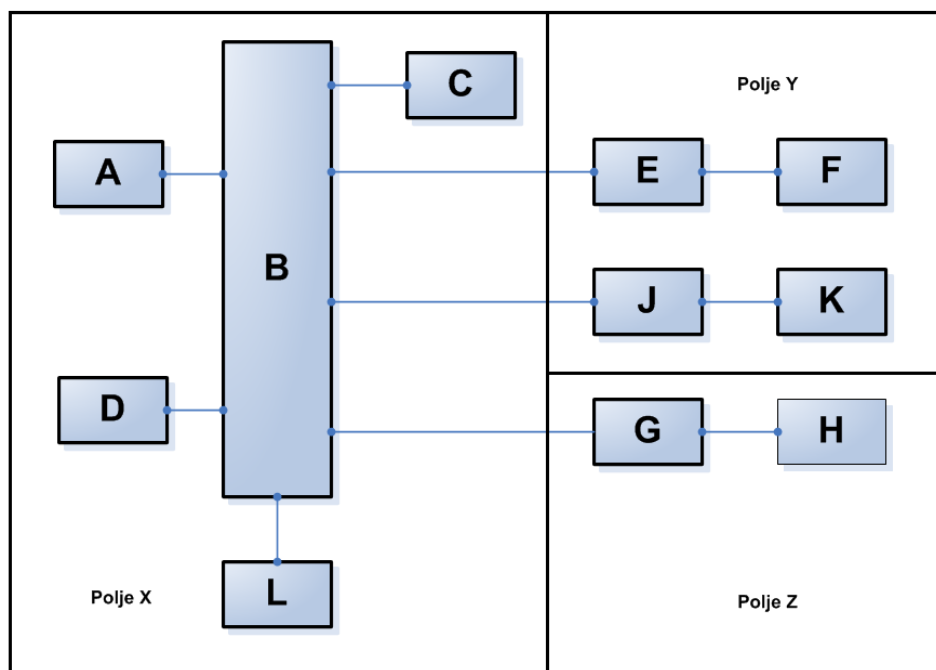
2.2.4	Preaction sprinkler sustav	28
2.2.5	Sustav sprinkler s pjenom.....	29
2.2.6	Usporedba NFPA 25 smjernica sa VdS CEA smjernicama za održavanje sprinkler sustava.....	30
2.2.7	Održavanje sprinkler sustava prema VdS 4001 smjernicama	32
2.3	Stabilni sustavi za gašenje požara tipa Drencher.....	36
2.3.1	Deluge ventil	38
2.3.2	Alarmna sirena kod drencher sustava.....	39
2.3.3	Sustav cjevovoda kod drencher sustava	39
2.3.4	Mlaznice drencher sustava.....	40
2.4	Stabilni sustavi za gašenje ugljičnim dioksidom	40
2.4.1	Baterije čeličnih boca sa ugljičnim dioksidom.....	41
2.4.2	Cjevovod sa ventilima	42
2.4.3	Mlaznice za sustave za gašenje ugljičnim dioksidom	42
2.4.4	Stabilni sustavi sa ugljičnim dioksidom niskog tlaka.....	43
2.4.5	Stabilni sustavi sa ugljičnim dioksidom visokog tlaka.....	44
2.5	Stabilni sustavi za gašenje halonom	45
2.5.1	Sustav sa "Clear agentom"	46
2.6	Stabilni sustavi bez automatskoga rada	46
2.6.1	Hidrantska mreža za gašenje požara.....	46
2.6.2	Vanjska hidrantska mreža.....	47
2.6.3	Unutarnja hidrantska mreža.....	48
2.6.4	Suha hidrantska mreža.....	51
3.	USPOREDBA STABILNIH SUSTAVA ZA GAŠENJE POŽARA.....	52
4.	ZAKONSKA REGULATIVA SUSTAVA ZA OTKRIVANJE, DOJAVU I GAŠENJE POŽARA.....	54
5.	PROVJERA ISPRAVNOSTI OPREME I UREĐAJA ZA OTKRIVANJE, DOJAVU I GAŠENJE POŽARA.....	55

6. PRIKAZ SUSTAVA ZAŠTITE OD POŽARA U TRGOVAČKOM CENTRU STOP & SHOP DARUVAR	59
6.1 Lokacija, površina.....	59
6.2 Udaljenost trgovačkog centra od vatrogasne postrojbe	59
6.3 Trgovački, skladišni i dostavni dio	60
6.4 Vatrodojavna centrala Inim electronics Smart Line 020-4	60
6.5 Stabilni sustav za gašenje Sprinkler u trgovačkom centru Stop & Shop	61
6.6 Princip rada stabilnog sustava za gašenje požara u trgovačkom centru Stop&Shop Daruvar.....	64
6.7 Pregled i ispitivanje stabilnog sustava u Stop&shop Daruvar	64
6.8 Korištena oprema i instrumenti kod ispitivanja	66
6.9 Projektno tehnička dokumentacija.....	66
6.10 Zapisnik o tlačnoj probi	66
6.11 Postupanje prilikom zaprimanja dojave na intervenciju	67
7. ZAKLJUČAK	68
8. LITERATURA.....	70
9. PRILOZI.....	73
9.1 Popis slika	73
9.2 Popis tablica.....	74

1. SUSTAV ZA DOJAVU POŽARA

Sustavi za dojavu požara imaju namjenu ranoga otkrivanja požara u početnoj fazi, otkrivanje točnog mjesta nastanka požara te zvučno i svjetlosno alarmiranje odgovornoga osoblja. Osnovni elementi sustava za dojavu požara (Slika 1.) prema europskim normama HRN EN 54 su:

- vatrodojavne centrale - uređaj za upravljanje i nadzor (B)
- automatski javljača požara (A)
- ručni javljači požara (D)
- uređaji za uzbunjivanje (C)
- predajnik daljinske signalizacije o požaru (F)
- predajnik za daljinsku signalizaciju neispravnosti (J)
- prijemnik za daljinsku signalizaciju neispravnosti (K)
- izvor napajanja (L)
- uređaji za upravljanje instalacijom za gašenje požara (G)
- uređaji za automatsko gašenje požara [1].



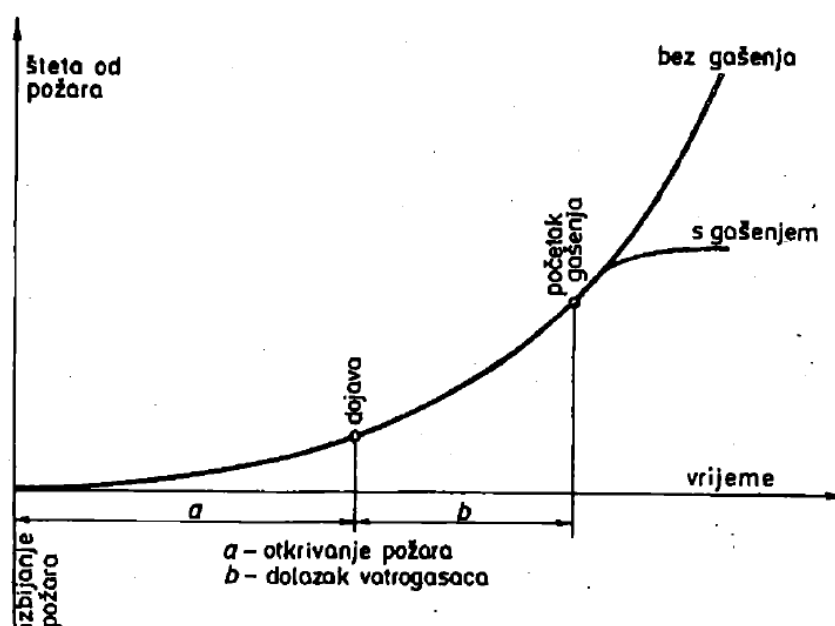
Slika 1. Prikaz osnovnih elemenata za dojavu požar [1]

Polje X sadrži uređaje i elemente veze uvijek sastavni dio sustava za dojavu požara, dok polje Y i Z su uređaji i elementi veze koji mogu, ali ne moraju biti sastavni dio sustava za dojavu požara.

Sustavi za dojavu požara je sistem u kojemu primjenom specijalnih uređaja i opreme te organizacijom međusobnih odnosa dobivamo informaciju o pojavi požara. Vrijeme od nastanka požara do početka gašenja požara dijeli se na dvije faze a i b (Slika 2.).

Prva faza je vrijeme koje protječe od nastanka požara do njegova otkrivanja, odnosno dojave požara. Druga faza obuhvaća vrijeme od dojave požara do početka njegovog gašenja. Vrijeme potrebno za provedbu te dvije faze zapravo je period kašnjenja u gašenju požara.

Ovisno o tome kako je požar otkriven (čovjekovim osjetilima ili uz pomoć javljača požara) i kako je provedeno alarmiranje (ručnim javljačem, telefonom, UKV stanicom, pomoću javljača i vatrodojavne centrale), vrijeme za provedbu za provedbu dviju navedenih faza može se skratiti ili produžiti.



Slika 2. Veličina štete od požara ovisi o vremenu proteklom do početka gašenja požara [1]

Kraće vrijeme za provedbu prvih dviju faza može se postići pomoću automatskih javljača požara, automatskim uređajima ga gašenje požara i besprijekornom organizacijom rada vatrogasne službe. U svemu tome automatski dojavni sustavi imaju zadatak da u početnoj fazi požara alarmiraju dežurnu službu o nastalom požaru i uključe automatski sistem za gašenje požara ako je priključen na vatrodojavnu centralu [1].

1.1 Vatrodojavna centrala

Vatrodojavna centrala nadzire sustav za dojavu požara (Slika 3.), prima obavijesti o drugim dijelovima sustava, obrađuje ih i prosljeđuje, te dojavljuje stanje sustava ili upravlja drugim sustavima i njihovim dijelovima.

Vatrodojavne centrale moraju biti sposobne:

- primiti dojavu odnosno odgovarajuću obavijest od dojavnih grupa;
- nadzirati glavne vodove;
- automatski pokazivati pogonsko stanje sustava.

Vatrodojavne centrale ovisno o izvedbi sustava za dojavu požara, moraju biti sposobne:

- uključiti uređaj za uzbunjivanje;
- uključiti uređaj za prosljeđivanje dojave požara;
- uključiti uređaj za upravljanje uređajima zaštite od požara;
- primiti dojavu ostalih uređaja zaštite od požara;
- omogućiti priključivanje paralelnog pokazivanja;
- omogućiti priključivanje vatrogasne postrojbe prema mjesnim uvjetima;
- ubilježiti dojavu požara;
- prihvatiti poziv ručnih javljača požara;
- spojiti se s drugim sustavima dojave na daljinu;
- uključiti i sustav za obradu podataka;
- ispitivati i privremeno ograničeno isključiti dojavne grupe ili glavne vodove pri čemu određeni upravljački izlazi moraju biti blokirani.

Smještaj centrale odabire se prema vrsti prostora koji se nadzire ili štiti, te konstrukcijskim čimbenicima same građevine, odnosno odabiru mjesta na kojem se nalaze osobe zadužene za nadzor. Centrale za dojavu požara moraju se smjestiti u suhe, pogonski pristupačne i dovoljno svijetle prostore [2].



Slika 3. Vatrodojavna centrala Bosch FPA 1200 [3]

1.2 Javljači požara

Javljači požara su sastavni dio vatrodojavnog sustava koji automatskim radom ili ljudskim pritiskom na dugme registriraju nastanak požara. Registrirana obavijest pretvara se u električnu veličinu te se obavijest proslijeđuje do vatrodojavne centrale. Dojavljivači se dijele na automatske i ručne [4].

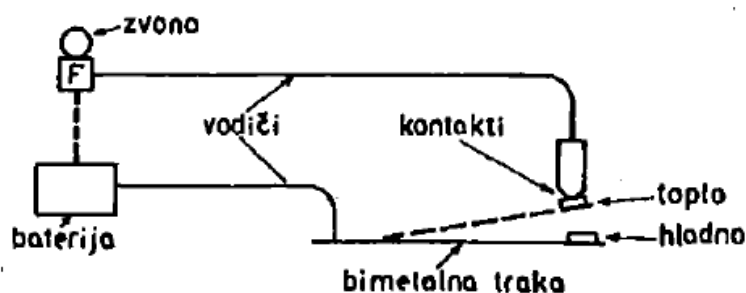
Ovisno o konstrukciji javljača, odnosno o tome koji je parametar požara odabran za njihovo aktiviranje, automatske javljače požara dijelimo na termičke, dimne, plamene i javljače plina.

1.2.1 Termički javljači požara

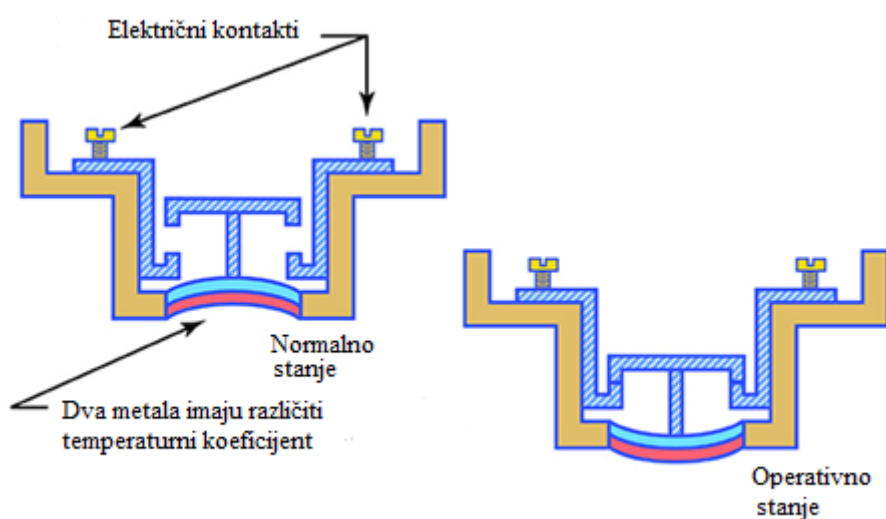
Ova vrsta javljača požara ugrađuje se u objekte kao zaštita od požara gdje se mogu očekivati brzi porasti temperature. Ovisno o konstrukciji termičkih javljača požara postoje dvije vrste termomaksimalni i termodiferencijalni javljači požara.

1.2.1.1 Termomaksimalni javljači požara

Termomaksimalni javljači požara aktiviraju se pri određenoj temperaturi zatvaranjem ili prekidanjem strujnog kruga pomoću bimetala (Slika 4. i Slika 5.) ili termičkog senzora. Kroz tiristor koji je smješten u javljaču počne teći struja koja uključuje vatrodojavnu centralu. Osnovni elementi javljača su kućište, termički senzor, tiristor, indikator rada i podnožje javljača [1].



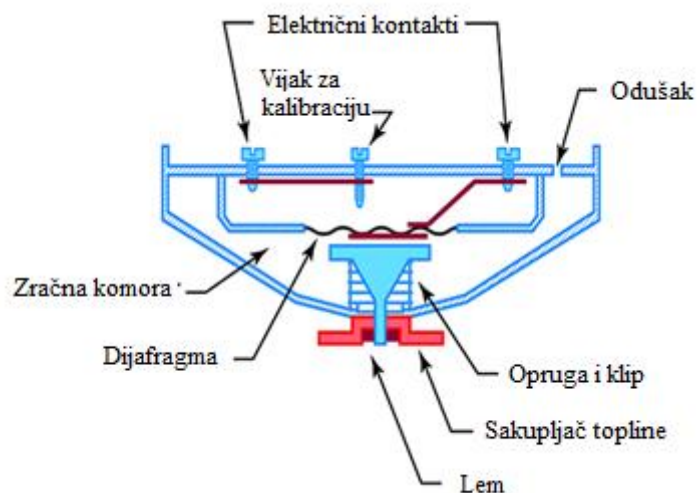
Slika 4. Princip rada termomaksimalnog javljača s bimetalnom trakom [1]



Slika 5. Princip rada termomaksimalnog javljača sa diskom [5]

1.2.1.2 Termodiferencijalni javljači požara

Termodiferencijalni javljači požara aktiviraju se pri prekoračenju određenog temperaturnog gradijenta, odnosno pri porastu temperature za određeni broj stupnjeva u jedinici vremena. Ovisno o konstrukciji aktiviranje javljača može se postići pri temperaturnom gradijentu $5\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$, $10\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$ ili $15\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$. Kod jedne izvedbe takvih javljača (Slika 6.) pri porastu temperature u određenoj zatvorenoj komori povišeni tlak istiskuje zrak i djeluje na membranu koja svojom površinom zatvara ili prekida strujni krug. Diferencijalno djelovanje postiže se pomoću uske sapnice na komori, kroz koju zrak pri malom, ali željenom temperaturnom gradijentu polako struji van. U većine tih javljača ugrađen je i tzv. maksimalni kontakt, koji pri malom i dugotrajnom porastu temperature na određenoj temperaturi, na principu termomaksimalnog javljača, aktivira javljač. [1]



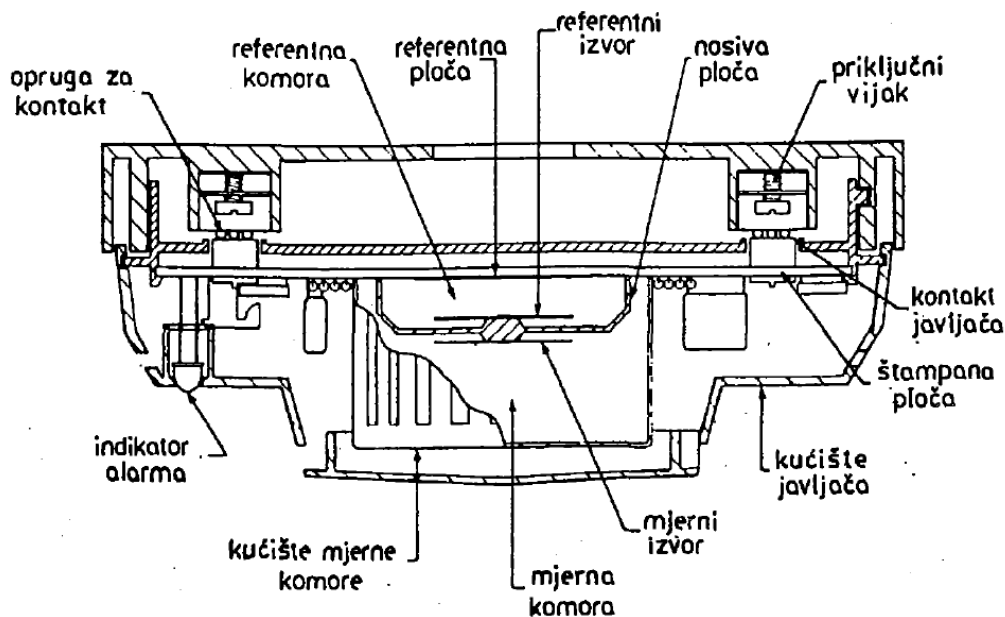
Slika 6. Prikaz rada pneumatskog javljača sa membranom [5]

1.2.2 Javljači dima

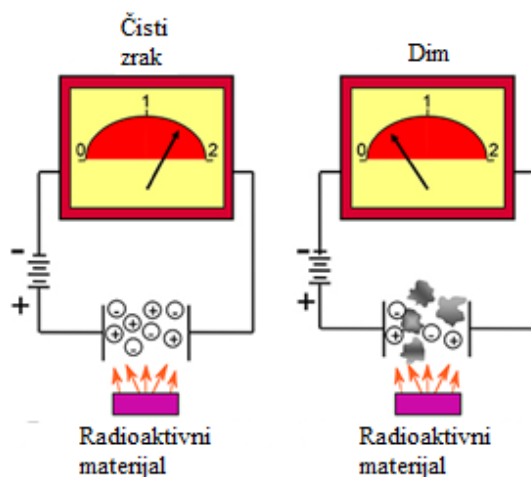
Ove vrste javljača požara primjenjuje se za dojavu požara kada se u nastalom požaru najprije očekuje razvijanje velike količine dima, a tek nakon toga pojava otvorenog plamena pa u takvim požarima dolazi do ranijeg uključanja nego kod termičkih vrsta javljača. Ne preporučuje se njihova ugradnja u prostore u kojima se očekuju temperature ispod 0°C zbog mogućnosti lažnog alarma do čega dolazi zbog kondenzacije vodene pare ili zbog pojave kristala leda u komorama. Javljače dima dijelimo prema konstrukciji i načinu rada na ionizacijske i optičke javljače [4].

1.2.2.1 Ionizacijski javljač

Ionizacijski javljači rade na načelu promjene referentnoga stanja strujnog kruga promjenom električnog otpora u jednoj od komora javljača (u javljača se nalaze dvije komore, referentna i usporedna) (Slika 7.). Do promjene otpora (Slika 8.) dolazi zbog čestica (dima) koje tijekom požara ulaze u jednu od komora javljača i na taj način mijenjaju električni otpor komore. Bilježi se promjena otpora, što uključuje javljač. Loša strana ovih javljača je u tome što u sebi imaju ugrađen radioaktivni izvor zračenja (zbog ioniziranja zraka u komorama javljača) pa se javlja pitanje zbrinjavanja u požaru oštećenih javljača i pitanje stalne izloženosti osoba zračenju ma koliko malo zračenje bilo, i dosta velika mogućnost lažnog alarma zbog veće osjetljivosti (dim od pušenja i sl.). Ovi javljači požara ne ugrađuju se u prostorima u kojima pri normalnim djelatnostima dolazi do pojave veće količine prašine ili do bržeg strujanja zraka [4].



Slika 7. Osnovni elementi ionizacijskog javljača [1]



Slika 8. Utjecaj dima na jakost električne struje kroz otvorenu komoru ionizacijskog javljača [5]

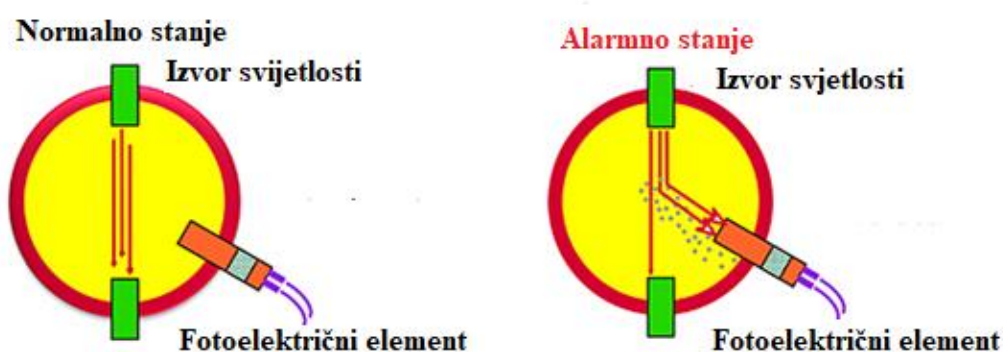
1.2.2.2 Optički javljač dima sa raspršivanjem svjetlosti

Ova vrsta javljača aktivira se na principu djelovanja svjetlosnog snopa na fotoelement koji transformira svjetlosnu energiju u električnu. U zatvorenoj komori s labirintom (da bi se spriječilo prodiranje vanjske svjetlosti u unutrašnjost komore) nalaze se umjetni izvor svjetlosti - sijalica ili infracrvena LED - dioda koja emitira svjetlosni snop na

suprotnu stranu kućišta i leće s fotootpornikom ili fototranzistorom okomito postavljenim na taj snop.

Kada produkti sagorijevanja i čestice dima prodru u komoru javljača, dio svjetlosnog snopa reflektira se od njih na okomito postavljenu leću fotootpornika ili fototranzistora. Promjenom otpora iz vatrodojavne centrale poteče veća struja i centrala ustanovljuje požar (Slika 9.).

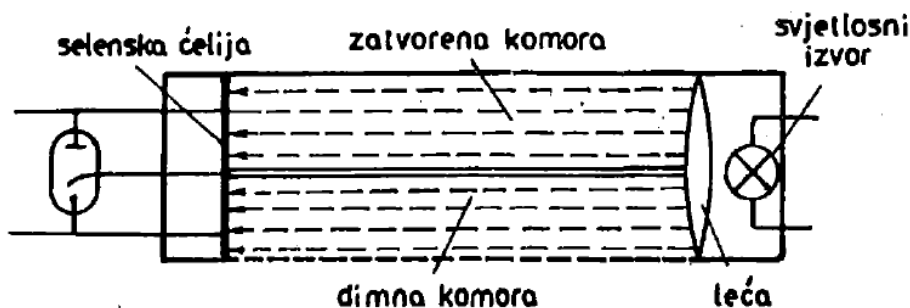
Osnovni elementi javljača s raspršenom svjetlosti jesu kućište s komorom, umjetni izvori svjetlosti, leća, fotootpornik, tiristor, indikator rada javljača i podnožje javljača. [1]



Slika 9. Princip rada optičkog javljača požara s rasipanjem svjetlosnog snopa [5]

1.2.2.3 Optički javljač dima sa apsorpcijom svjetlosti

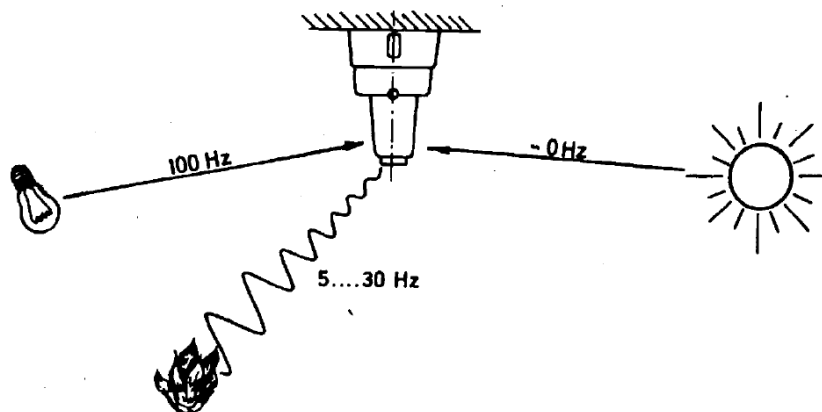
Ovaj tip javljača aktivira se kada se naruši ravnoteža stanja u strujnom krugu izazvanim smanjenjem intenziteta svjetlosnog snopa (Slika 10.). U kućištu javljača nalaze se dvije komore, jedna komora je otvorena dok je druga hermetički zatvorena. Kroz svaku komoru prolazi svjetlosni snop jednakoga intenziteta čija se vrijednost mjeri pomoću mosta s fotoelementom. Nakon ulaska dima u otvorenu komoru smanjuje se intenzitet svjetlosti na fotoelementu otvorene komore i narušava se ravnotežno stanje.



Slika 10. Princip rada optičkog javljača požara s apsorpcijom svjetlosti [1]

1.2.3 Javljači plamena

Javljači plamena ugrađuju se na mjesta u objektu gdje očekujemo izgaranje tvari pojavom plamena. Plamen ima modularno zračenje od 5 do 30 Hz (Slika 11.), te uz pomoć filtra i fotoelemenata u javljaču plamena možemo lako prepoznati da se radi o požaru. Postoje dvije vrste javljača plamena infracrveni i ultraljubičasti.



Slika 11. Prikaz valne duljine plamena u odnosu na valne duljine sunca i žarulje [1]

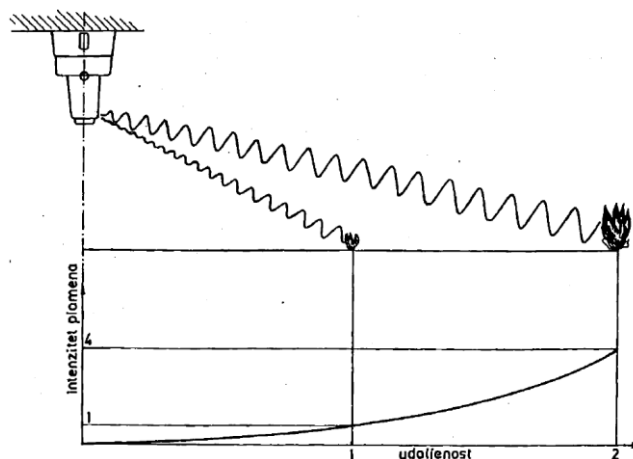
Udaljenost javljača od plamena (požara) što je manja to će javljač požara brže reagirati na pojavu plamena a kako se udaljenost povećava smanjuje se brzina reagiranja javljača požara te je potreban veći intenzitet plamena (Slika 12.) da bi javljač reagirao, to se može prikazati formulom:

$$E = \frac{I}{r^2} \quad (1)$$

E - jačina rasvjete

I - količnik jačina zračenja

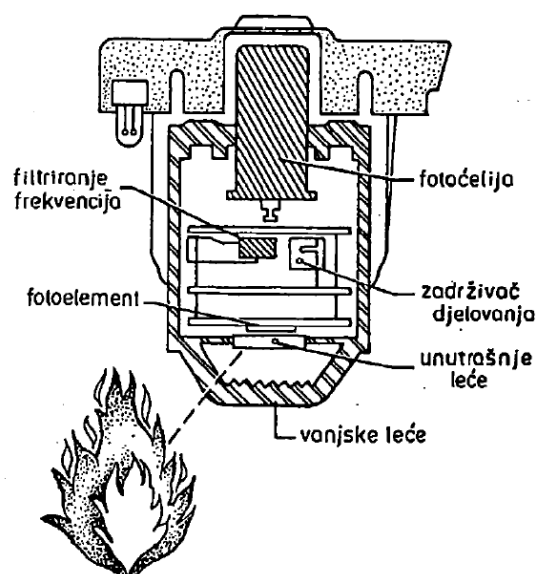
r - udaljenost od izvora zračenja



Slika 12. Prikaz udaljenosti javljača od plamena ovisno o intenzitetu plamena [1]

1.2.3.1 Infracrveni javljači požara

Kod infracrvenih javljača požara zračenje plamena se očitava putem sabirne leće koja projicira zračenje na fotoelement. Nastali napon, pojačan tranzistorskim krugom uključuje tiristor, te nastala struja aktivira vatrodojavnu centralu. Aktiviranje javljača postiže se samo pri infracrvenom zračenju u području valnih duljina $0,85 - 1,2 \mu\text{m}$ koje emitira plamen od $2000 - 2500 \text{ K}$ (približno $1700^{\circ}\text{C} - 2200^{\circ}\text{C}$) što je uobičajeno za većinu požara. Kod ovog javljača zračenje kraćih valova prigušeno je pomoću sabirne leće i filtra, a zračenje duljih valova prigušeno je fotoelementom. Javljač reagira na plamen veličine 15 cm na udaljenosti od 6 m . Vrijeme djelovanja javljača može se regulirati od 6 do 30 sekundi. Na Slici 13. prikazani su osnovni dijelovi infracrvenog javljača požara.



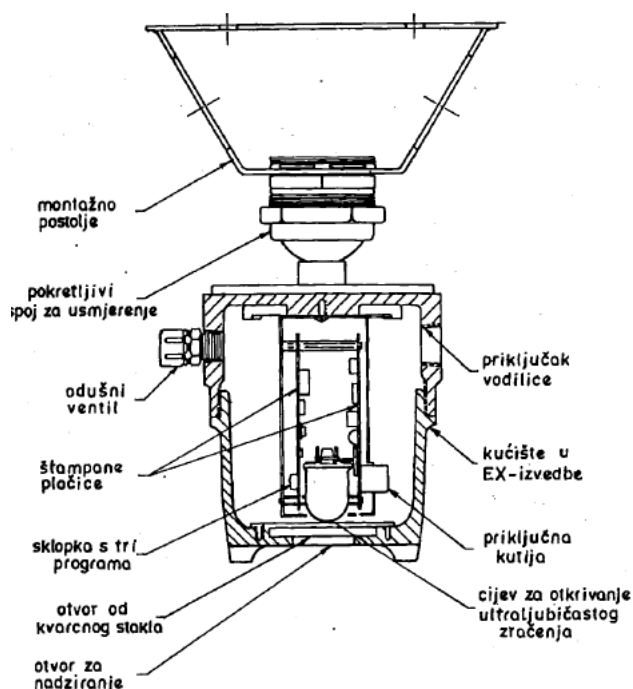
Slika 13. Osnovni dijelovi infracrvenog javljača požara [1]



Slika 14. Javljač požara sa ultraljubičastim i infracrvenim senzorom [6]

1.2.3.2 Ultraljubičasti javljači požara

Ovaj tip javljača je neosjetljiv na sunčevo i umjetno svjetlo jer ima radni opseg valnih duljina unutar područja 0,17 do 0,30 μm . Princip rada ultraljubičastoga javljača požara je da sadrži čvrsto tijelo kao što je silicijev karbid, aluminijski nitrid ili cijev ispunjena plinom u kojoj se on radijacijom ionizira, smanjuje se otpor i postaje vodljiv te na taj način se šalje signal vatrodojavnoj centrali. Na Slici 15. prikazani su osnovni dijelovi ultraljubičastog javljača požara.



Slika 15. Osnovni dijelovi ultraljubičastoga javljača požara [1]

1.2.4 Ručni javljači požara

Ručni javljači (Slika 16.) omogućuju ručno aktiviranje alarma kada čovjek svojim osjetilima prepozna požar. Alarm sa ručnog javljača uvijek se tretira kao pouzdan i odmah aktivira mjere za sprječavanje širenja požara. Kod ručnih javljača se najviše lažnih alarma javlja zbog vandalizma i obijesti [7].



Slika 16. Ručni javljači različite namjene ovisno o boji. [7]

Ručni javljači rade na principu da razbijanjem stakla i pritiskom na mikroprekidač, preko kabela dolazi do vatrodojavne centrale signal o požaru. U kućištu ručnog javljača nalaze se redne stezaljke, tiskana pločica sa mikroprekidačem. Kod aktiviranja ručnog javljača može se isključiti ili uključiti potrošač jake struje od 220V. Ugrađuju se u posebnu dojavnu skupinu, te se postavljaju blizu izlaza, vatrogasnih aparata, stubišta i prolaza. Prilikom aktiviranja javljača pritisnuta tipka mora ostati u aktiviranom položaju. Ručni javljači mogu se ugraditi podžbukno i nadžbukno, na mjestima gdje postoji opasnost od eksplozije potrebno ih je izvesti u protueksplozijskoj izvedbi. Ručni javljači požara ugrađuju se na visini 150 cm od poda. Svaki ručni javljač mora imati na sebi adresu na vidljivom mjestu (slika 17.).



Slika 17. Ručni javljač sa vidljivom adresom [8]

1.3 Dojavne linije

Dojavne linije se mogu ugraditi ispod žbuke ili iznad žbuke. Dojavne linije moraju biti postavljene odvojeno od energetskih kabela u poseban požarni sektor kako bi se spriječilo ometanje rada vatrodjavne centrale kod požara energetskih kabela (Slika 18.). Primarna namjena požarnih linija je prijenos obavijesti od javljača prema vatrodjavnoj centrali kod nastanka požara, a sekundarna namjena je provjera ispravnosti rada javljača požara.



Slika 18. Kabel vatrodjavni 2x2x0,8 - JB-Y(ST)Y [8]

1.4 Izvori napajanja

Svaka vatrodjavna centrala treba imati minimalno dva izvora napajanja. Vatrodjavni sustavi se prvenstveno napajaju iz električne mreže sa 220 V. Kada dođe do nestanka električne energije prebacuju se na napajanje preko baterije od 12 ili 24 V. Vatrodjavna centrala na pričuvnom izvoru napajanja na mjestima gdje nema stalnog ljudskog nadzora mora preko baterije moći raditi 72 sata te još 30 minuta rada alarmnog sustava, dok kod

vatrodojavnih centrala gdje je stalni ljudski nadzor mora imati mogućnost raditi 30 sati neprekidno i 30 minuta rada alarmnog sustava.

Uređaj za punjenje baterija treba biti kapaciteta da u roku od 24 sata napuni baterija na 80% nazivnoga kapaciteta a punjenje mora završiti najkasnije za 72 sata.

1.5 Uređaji za uzbunjivanje

Uređaji za uzbunjivanje služe da bi upozorili korisnike objekta od opasnosti požara zvučnim i svjetlosnim signalima. Vatrodojavna sirena (Slika 19.) povezuje se sa vatrodojavnom centralom na poseban izlaz, dok se adresabilne sirene povezuju u petlju (Slika 20). Vatrodojavne sirene sa bljeskalicom se ugrađuju na vanjsku stranu objekta (Slika 21.)



Slika 19. Vatrodojavna sirena [9]



Slika 20. Adresabilna vatrodojavna sirena od 100 db [9]



Slika 21. Vanjska sirena sa bljeskalicom [9]

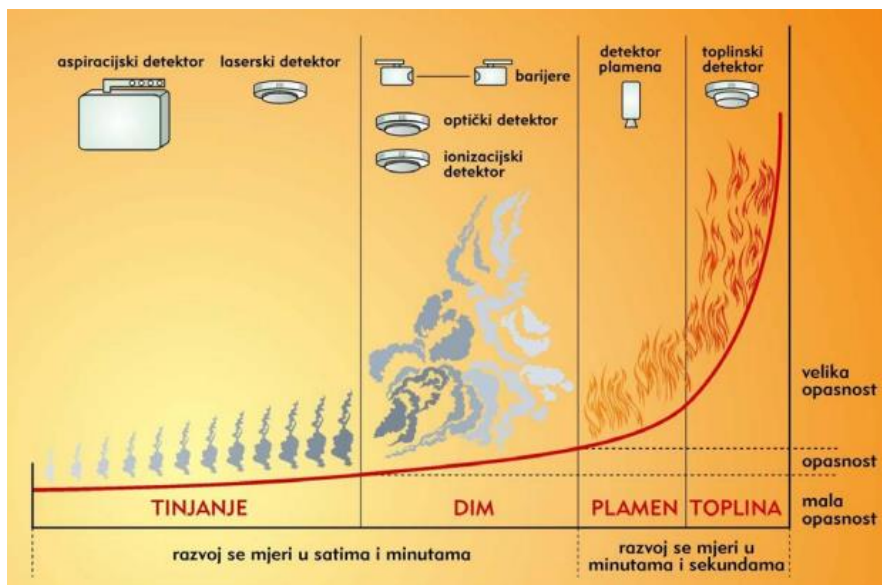
1.6 Uređaji za prijenos obavijesti

Uređaji za prijenos obavijesti ugrađuju se u vatrodojavnu centralu kada ona nije pod stalnim 24 satnim nadzorom nego se nadzire sa nekoga drugoga mjesta (npr. vatrogasna postrojba, policija, zaštitarska služba). Informacije se preko ovih uređaja može prosljeđivati preko telefona, radio veze ili interneta.

1.7 Projektiranje sustava za otkrivanje i dojavu požara

Projekt sustava za otkrivanje i dojavu požara sastavni je dio projekta zaštite od požara. Izbor javljača požara (Slika 22.), opseg i površina nadziranog područja, broj, raspodjela i razmještaj javljača, dimenzioniranje zona i provodnika, napajanje energijom, priključenje uređaja i opreme za gašenje i zaštitu na vatrodojavni sustav projektira se prema europskim normama EN 54, te prema uputama proizvođača opreme.

Temelj uspješnog projektiranja jest svakako razumijevanje fizikalne naravi same pojave požara i njegove detekcije. Vatra gorenjem razvija dim i toplinu, a sam plamen intenzivno zrači u ultraljubičastom spektru. Upravo su te tri fizikalne osobine temelj detekcije [2].



Slika 22. Izbor javljača ovisno o fizikalnoj veličini [2]

1.7.1 Izbor javljača požara

Izbor vrste javljača i broja ovisi o vrsti požarne opasnosti objekta koji želimo zaštititi, o vrsti i vrijednosti sadržaja objekta, o parametru okoline i požara, koji su dominantni za aktiviranje pojedinih vrsta javljača, o osjetljivosti i radnom području pojedinih vrsta, o konstrukciji i zoni djelovanja, o konstrukciji objekta, izvedbi objekta i vrsti ventilacije, te drugih karakteristika koje utječu na javljače u svakom pojedinom slučaju posebno. Pravilan izbor javljača ovisi o poznavanju osnovnih karakteristika objekta koje želimo zaštititi i tehničkim karakteristikama javljača.

U prostorijama gdje je moguća prisutnost dima, pare ili drugih supstanci koje izazivaju raspršivanje svjetlosti koriste se metode detekcije temperature. Stoga se danas u pravilu koriste termički javljači požara. Radna temperatura termomaksimalnog javljača (temperatura aktiviranja) treba biti najmanje 20°C viša od normalne dopuštene temperature prostora ili objekta koji se zaštićuje odnosno 40°C viša od radne temperature. Termodiferencijalni javljači mogu se primjenjivati u prostorijama u kojima u normalnim uvjetima nema naglog porasta temperature zraka. Termički javljači se ne postavljaju blizu grijaćih tijela odnosno izvora topline. Međutim pogodni su za pogone gdje je prisutna veća količina prašine ili sličnih aerosola.

Kada se pretpostavlja da će se u zaštićenim objektima pojaviti tinjajući požar s velikom količinom dima i plamena, najčešće se upotrebljavaju dimni javljači. Dimni javljači

požara postavljaju se na mjestima gdje temperatura nije viša od 50°C, te gdje brzina strujanja zraka nije veća od 5 ms⁻¹. Radni uvjeti praćeni pojavom dima, prašine ili aerosola u slučaju primjene dimnih javljača mogu biti inicijatori lažnog uzbunjivanja, te se u tom slučaju njihova primjena ne preporuča.

Vlažnost prostora u koji se postavljaju ionizacijski javljači ne smije biti veća od 80% (pri 20°C). Pri postavljanju ionizacijskih javljača moraju se uzeti u obzir prirodna strujanja zraka i strujanja zraka koja nastaju zbog ventilacije, pri čemu brzina strujanja zraka ne smije biti veća od 0,5 ms⁻¹. Ionizacijski javljači se ne primjenjuju u prostorima s mnogo prašine.

U prostorima i objektima gdje se postavljaju javljači plamena u normalnim uvjetima ne smije biti jačeg izvora ultraljubičastoga odnosno infracrvenog, te radioaktivnog zračenja, otvorenog plamena, električnog iskrenja, jer su to parametri koji u slučaju požara aktiviraju javljače.

Ako se nakon pojave požara očekuje njegovo širenje, oslobađanje velike količine topline i intenzivno zračenje plamena, mogu se primijeniti dimni termički ili plameni javljači, odnosno kombinacija tih javljača.

Čestice dima se pri izgaranju dižu u obliku gljive, čiji kut i veličina ovise o intenzitetu požara i žarišta. Što je udaljenost javljača od požara veća, to je koncentracija dima koji do njega dolazi manja. Koncentracija se s udaljenošću smanjuje, ali s porastom visine prostora povećava se zona jednolike koncentracije dima, pa se mogu povećavati i površina nadzora javljača.

Ako se javljači ugrađuju u prostore gdje je temperatura niža od 0°C, nije preporučljivo da to budu dimni javljači jer kristali leda i kondenzacija bitno utječu na njihov ispravan rad. Za niske temperature nije pogodna primjena termomaksimalnih javljača, već su prikladniji termodiferencijalni. Također, ako se javljači postavljaju na stropove određenih prostorija potrebno je izmjeriti i utvrditi određene vibracije, koje bi mogle utjecati na njihov pravilan rad.[2]

1.8 Povezivanje vatrodojavnog sustava na vatrogasnu postrojbu

Stupanjem na snagu novoga Zakona o vatrogastvu (Narodne novine 125/19), definirano je da pravne osobe koje imaju svoju vatrogasnu postrojbu te imaju 24 satno dežurstvo i dežurstvo kod vatrodojavne centrale u novoj štićenoj građevini, a koriste sustave za dojavu požara dužne su prosljeđivati informaciju sa sustava za dojavu požara u svoju

vatrogasnu postrojbu. Kod pravnih osoba koje nemaju svoju vatrogasnu postrojbu a koriste sustave za dojavu požara u novoj štíćenoj građevini dužne su prosljeđivati informaciju sa sustava za dojavu požara u najbližu javnu vatrogasnu postrojbu ili u središnje dobrovoljno vatrogasno društvo čije područje odgovornosti uključuje vatrogasnu postrojbu. Ovom propisanom obvezom je cilj smanjiti vrijeme za djelovanje te brzu i učinkovitu vatrogasnu intervenciju odnosno smanjenje materijalne štete i ugroze za ljudske živote na štíćenom objektu. Sve građevine koje su izgrađene prije stupanja na snagu novog Zakona o vatrogastvu odnosno izdana im je uporabna dozvola ili građevinska dozvola prije stupanja na snagu novoga zakona nisu dužne se prilagoditi odredbama novog zakona te su prosljeđivanje signala dojave požara riješili na način koji je bio dozvoljen na način prema tadašnjim propisima.

Također je definirano da sve troškove povezivanja vatrodojavne centrale sa vatrogasnom postrojbom snosi pravna osoba koja koristi sustav za dojavu požara. Svaka lažna dojava na temelju koje je intervenirala vatrogasna postrojba naplaćuje se od pravne osobe koja koristi sustav za dojavu požara prema cjeniku koji donosi glavni vatrogasni zapovjednik. Vatrogasne postrojbe se danas najčešće povezuju sa vatrodojavnim centralama putem IP ili analognih komunikatora. Podatci potrebni za analogno povezivanje su telefonski broj i korisnička oznaka koja se dodjeljuje korisniku a komunikacija se ostvaruje pomoći Contact ID ili SIA Formata. Kod IP komunikatora podatci za povezivanje vatrodojavne centrale su IP adresa vatrodojavne centrale, port i korisnička oznaka. Danas najčešći sustav povezivanje je preko Enigma II više-linijskih prijemnik alarmnih događaja.

1.8.1 Enigma II višelinijski prijamnik alarmnih događaja

Enigma II je višelinijski alarmni prijemnik koji pruža kompleksno i pouzdano rješenje modernog dojavnog centra (Slika 23.). Enigma II može primati signale sa vatrodojavnih centrala putem IP mreže, telefonske linije i radio kanala. Zahvaljujući univerzalnim karakteristikama Enigma II može primati sve standardne signale iz alarmnih centrala i komunikatora.



Slika 23. Enigma II višelinijski prijamnik alarmnih događaja [21]

1.8.2 Vatrogasna sef za ključeve

Vatrogasni sef za ključeve (eng. Knox box) je sef koji se nalazi na štíćenom objektu, te se on može otvoriti posebnim ključem koji imaju vatrogasci, a unutar sefa se nalazi glavni ključ za ulazak u objekt. Vatrogasni sef (Slika 24.) mora se nalaziti u blizini glavnog ulaza u objekt. Vatrogasni sef za ključeve ne smije se moći otključati ključem vatrogasne postrojbe ako nije aktivirana vatrodojava. Svrha ugradnje ovoga sefa na štíćeni objekt je brzi pristup vatrogasne postrojbe u štíćeni objekt, smanjenje nastanka materijalne štete.



Slika 24 Vatrogasni sef sa ključevima [21]

2. STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE POŽARA

Stabilni sustavi za gašenje požara je skup elemenata, funkcionalno povezanih i neprenosivih koji se koriste za gašenje požara. On može djelovati samostalno ili zajedno sa sustavom za dojavu požara te zaštitnim uređajima i instalacijom za sprečavanje širenja požara i nastajanje eksplozija.

Elementi i sredstva stabilnih sustava moraju posjedovati važeći certifikat sukladno važećim propisima ili uvjerenje o ispravnosti i podobnosti za namijenjenu svrhu izdato po ovlaštenoj pravnoj osobi sukladno odredbama pravilnika o uvjetima za ispitivanje uvezenih uređaja za gašenje požara ako posebnim propisima drukčije nije rečeno.

Prema vrsti sredstva za gašenje požara koja se koriste u stabilnim sustavima razlikujemo sljedeće stabilne sustave:

- stabilni sustavi za gašenje vodom,
- stabilni sustavi za gašenje požara zračnom pjenom,
- stabilni sustavi za gašenje požara ugljičnim dioksidom (CO₂),
- stabilni sustavi za gašenje požara halonom (HL) ili zamjenskim sredstvom za halon,
- stabilni sustavi za gašenje vodenom parom,
- stabilni sustavi za gašenje požara prahom.

Stabilni sustavi upotrebljavaju se za zaštitu raznih proizvodnih postrojenja, skladišta, radnih prostora, objekata javne namjene itd. oni u većini slučajeva otkriju požar u ranoj fazi nastajanja te odmah vrše uzbunjivanje dežurnog osoblja i provode gašenje požara [10].

Stabilne sustave za gašenje požara možemo podijeliti na:

- uređaje s automatskim radom za čije aktiviranje i postupak gašenja nisu potrebne aktivnosti ljudi (gasitelja);
- uređaje bez automatskog rada kojima se za gašenje požara koriste gasitelji [4].

2.1 Stabilni sustavi za gašenje požara s automatskim radom

Prilikom tehnološkog razvoja došlo je do razvoja sustava za gašenje požara s automatskim radom. Povećanjem tehnološkog razvoja povećale su se i požarne opasnosti

čije gašenje ponekad ne bi bilo moguće bez sustava za gašenje požara s automatskim radom.

Prednosti sustava za gašenje požara s automatskim radom su:

- neovisnost o ljudskom čimbeniku,
- brzo započinje gašenje,
- učinkovito gašenje bez opasnosti za ljudske čimbenike,
- odsutnost panike kod nastanka požara.

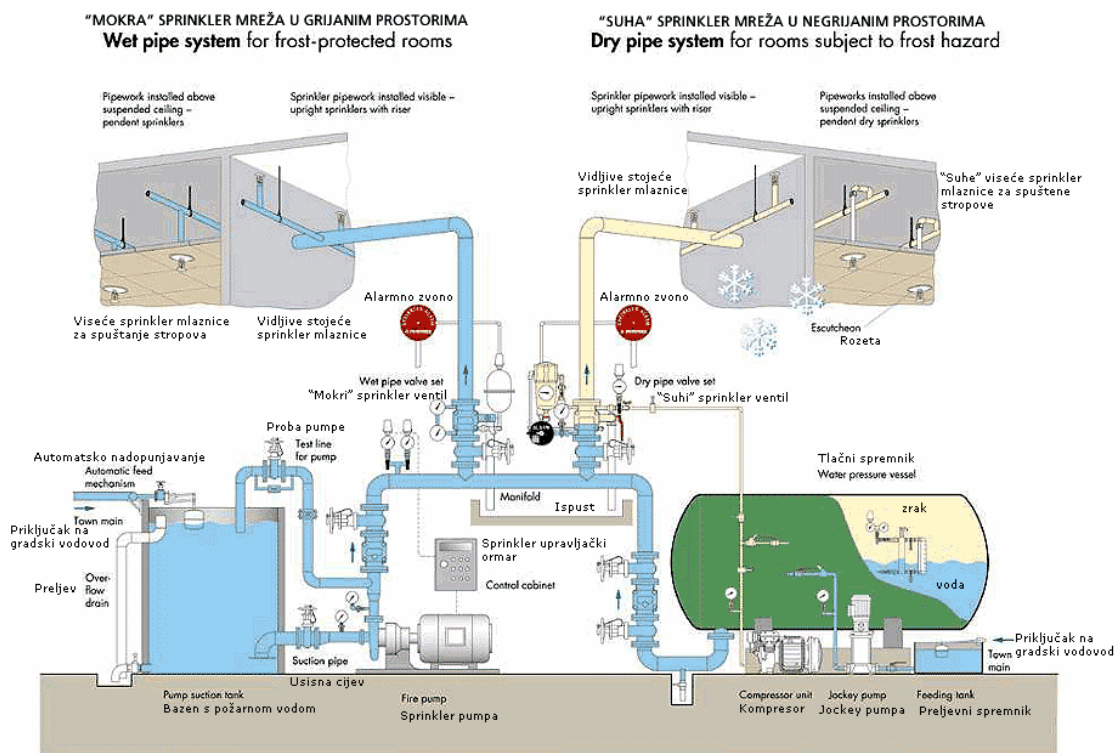
2.2 Stabilni sustav za gašenje požara tipa sprinkler

Povijest sprinklera počinje početkom 19. stoljeća kada se javila potreba za sustavom protupožarne zaštite u zgradama od vitalnog značaja. Jedan od prvih sustava stabilne protupožarne zaštite opisao je arhitekt Benjamin Wyatt, a instaliran je u kazalištu Royal (Theatar Royal, Dury Lane) 1812. godine. U Sjedinjenim Američkim Državama takav sustav prvi se put upotrijebio 1852. godine za zaštitu krovova u tekstilnoj industriji. Oba navedena sustava bila su tipa drencher. Prvu sprinkler mlaznicu izradio je 1864. godine u Londonu A. Stewart Harrison. Deset godina kasnije Henry S. Pamelee iz Connecticuta instalirao je sprinkler zaštitu u tvornicu klavira 1874. godine u Chicagu. U Velikoj Britaniji je 1881. godine tzv. "Parmelle" sustav instaliran u tvornicu gume u Edinburgu, te je to ujedno i prvi sprinkler sustav priznat od osiguravajućeg društva. U ovim našim krajevima 1898. godine instaliran je prvi sprinkler uređaj u tekstilnoj industriji u Dugoj Resi, kraj Karlovca [11].

Stabilni sustavi za gašenje požara tipa sprinkler za gašenje koriste raspršenu vodu te se najčešće upotrebljavaju od stabilnih sustava u objektima za zaštitu od požara. Postoji mokri sprinkler sustav gdje se u cjevovodu nalazi voda te suhi sprinkler sustav gdje je dio cjevovoda ispunjen za zrakom (Slika 25.). Stabilni sustav za gašenje požara koristi posebno konstruiranu mlaznicu (tzv. sprinkler mlaznica) koja raspršuje vodu po požaru.

Stabilni sustavi tipa sprinkler konstruiraju se pomoću računalnih programa i prema inozemnim propisima najčešće VdS, NFPA i TRVB. Ovi sustavi imaju veliku učinkovitost gašenja, a koriste se najčešće gdje boravi veći broj ljudi ili gdje bi mogla nastati velika materijalna šteta. Mogu se koristiti kao samostalni sustav za gašenje požara ili kao kombinacija se nekim drugim sustavima za gašenje ili dojavu požara. Stabilni sustav tipa sprinkler počinje djelovati kod aktiviranja prve mlaznice (pucanje ampule), da

bi sustav pravilno funkcionirao potrebno je redovito održavanje i redoviti pregledi. Kod ovog sustava je gotovo nemoguća slučajna aktivacija jedino kod mehaničkog oštećenja ili kvara.



Slika 25. Sprinkler shema [11]

2.2.1 Sprinkler mlaznica

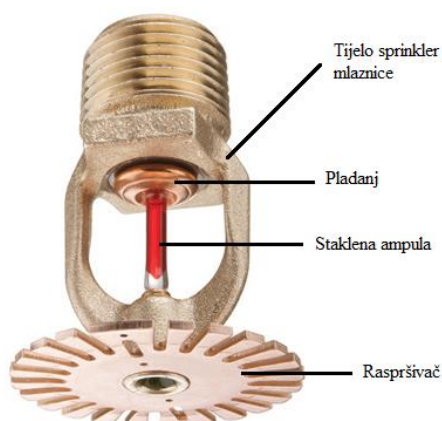
Ključni element stabilnog sustava sprinkler je sprinkler mlaznica. Sprinkler mlaznica ima dvostruku ulogu: obavlja automatsku dojavu požara i automatski gasi požar na određenoj površini. Sprinkler mlaznica sastoji se od raspršivača, topivog elementa ili ampule, pladanj i tijelo sprinkler mlaznice (Slika 26.). Princip aktivacije sprinkler mlaznice je da ampula ili topivi element sprinkler mlaznice puca na temperaturi oko 20°C iznad okolne temperature, te tlak vode izbacuje pladanj što omogućava da se mlaz vode raspršuje na raspršivaču i stvara paraboloidan oblik mlaza vode. Sprinkler mlaznica pokriva površinu od 6 do 12 m². Dozvoljeni broj sprinkler mlaznica koje se spajaju na jedan sprinkler ventil ovisi o požarnom opterećenju, te je za malo požarno opterećenje dozvoljeno spajanje do 500 sprinkler mlaznica, 1000 sprinkler mlaznica za srednje požarno opterećenje i do 5000 za veliko požarno opterećenje.

Sprinkler mlaznice možemo podijeliti na:

- sprinkler mlaznice sa staklenom ampulom,
- sprinkler mlaznice sa topivim elementom,
- specijalne sprinkler mlaznice za posebne namjene.

Sprinkler mlaznica sa staklenom ampulom

Ovaj tip sprinkler mlaznice koristi kao aktivator staklenu ampulu u kojoj se nalazi tekućina (Slika 26.). Porastom temperature tekućina se brže širi te dolazi do pucanja ampule te se sprinkler mlaznica aktivira. Ovisno o boji tekućine u staklenoj ampuli sprinkler mlaznica se aktivira na određenoj temperaturi (Tablica 1.). Dozvoljeno odstupanje temperature aktiviranja kod sprinkler mlaznice sa staklenom ampulom je +10°C kod temperatura do 141°C, kod temperatura aktiviranja iznad 141°C je dozvoljeno odstupanje od +7°C.



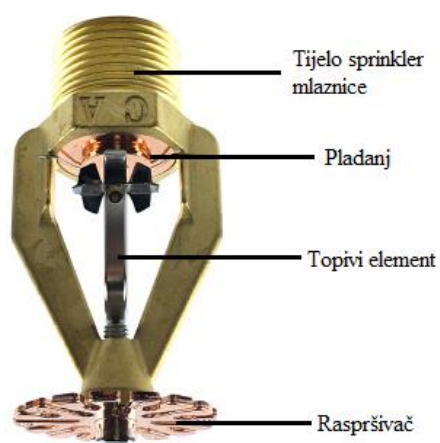
Slika 26. Sprinkler mlaznica sa staklenom ampulom [12]

Tablica 1. Podjela sprinkler mlaznica sa staklenom ampulom prema temperaturi aktiviranja

Vrsta sprinkler mlaznice	Nominalna temperatura otvaranja °C	Boja
Sprinkler mlaznica sa staklenom ampulom	57	narančasta
	68	crvena
	79	žuta
	93/100	zelena
	141	plava
	182	ljubičasta
	260	crna

Sprinkler mlaznica sa topivim elementom

Sprinkler mlaznica sa topivim elementom (Slika 27.) rade na principu da je topivi element izrađen od legura bizmunta, kalaja, olova i kadmija te porastom temperature dolazi do topljenja legure i otvaranja mlaznice. Ovisno o boji topivoga elementa drugačija je temperatura aktiviranja mlaznice (Tablica 2). Dopusšteno odstupanje od standardnih vrijednosti temperature aktiviranja iznosi $\pm 8^{\circ}\text{C}$.



Slika 27. Sprinkler mlaznica sa topivim elementom [12]

Tablica 2. Podjela sprinkler mlaznica sa topivim elementom prema temperaturi aktiviranja

Vrsta sprinkler mlaznice	Nominalna temperatura otvaranja $^{\circ}\text{C}$	Boja
Sprinkler mlaznica sa topljivim elementom	55 - 77	Nebojen
	80 - 107	Bijela
	121 - 149	Plava
	163 - 191	Crvena
	207 - 269	Zelena

Specijalne sprinkler mlaznice

Najpoznatije specijalne sprinkler mlaznice su:

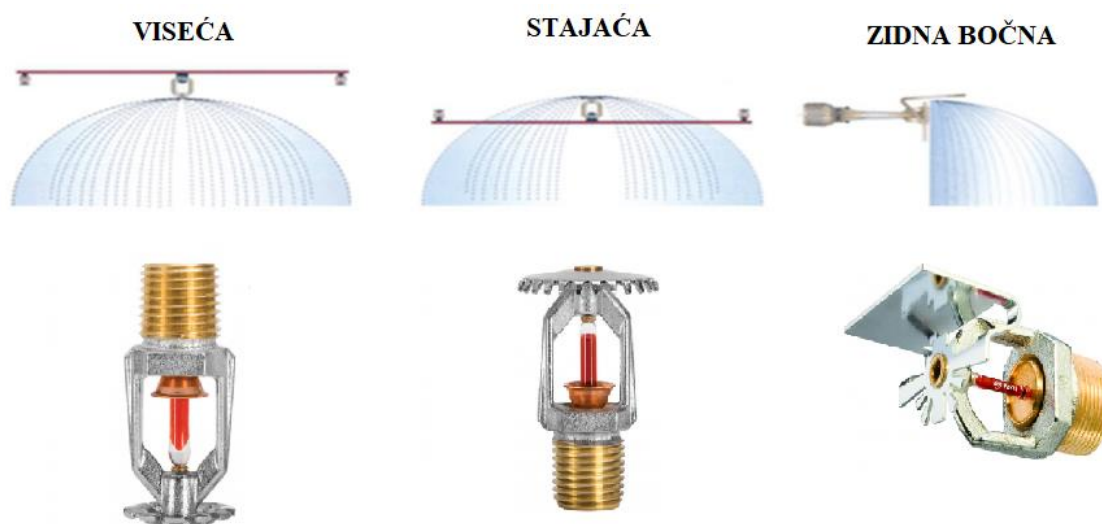
- predupravljana dvostruka sprinkler mlaznica,
- suha viseća mlaznica,
- regalne sprinkler mlaznice.

Predupravljana dvostruka sprinkler mlaznica radi na principu da propušta vodu tek kada se aktiviraju obje ampule. Koristi se na mjestima gdje je potrebna dodatna sigurnost od slučajnog aktiviranja i izazivanja nepotrebne štete.

Suha viseća mlaznica koristi se za zaštitu na mjestima gdje se postoji mogućnost od smrzavanja sa spojem na mokru sprinkler mrežu. Ovaj tip mlaznice se najčešće koristi u hladnjačama.

Regalne sprinkler mlaznica posebno konstruirana mlaznica za regale sa ugrađenim deflektorom.

Sprinkler mlaznice ovisno o svojoj konstrukciji formiraju različite vrste vodenih mlazova, a prema tipu ugradnje mogu biti stojeće, viseće i zidna mlaznica (Slika 28.).



Slika 28. Sprinkler mlaznice prema konstrukciji i prema tipu ugradnje [12]

Proračun volumnog protoka i tlaka na sprinkler mlaznici

Volumni protok i tlak na sprinkler mlaznici mogu se izračunati pomoću formule

$$Q = k\sqrt{p} \quad (2)$$

Q - volumni protok l/min

k - koeficijent sprinkler mlaznice

p - tlak pred sprinkler mlaznicom (bar)

Proračun inertnosti sprinkler mlaznice

Inertnost sprinkler mlaznice predstavlja vrijeme od aktiviranja sprinkler mlaznice do početka rada sprinkler mlaznice

$$t = \frac{\sqrt{A}}{2,2 v} \quad (3)$$

t - inertnost rada sprinkler uređaja (s)

A - projektirana površina koju štiti jedna sprinkler mlaznica (6 - 12 m²)

v - brzina širenja požara (m/s) (očitati iz tablice linijska brzina širenja požara)

Izračun površine koju štiti sprinkler mlaznica

Sprinkler mlaznica mora osigurati ravnomjernu zaštitu određene površine ravnomjerno raspršenom vodom projektiranog intenziteta. Ta se površina određuje pomoću efektivnog polumjera kružnice opisane oko površine kvadrata koji je dio površine zaštite nekoga objekta:

$$A = a^2 = r^2 \pi \quad (4)$$

a - stranica kvadrata (m)

r - efektivni polumjer kružnice opisan oko kvadrata

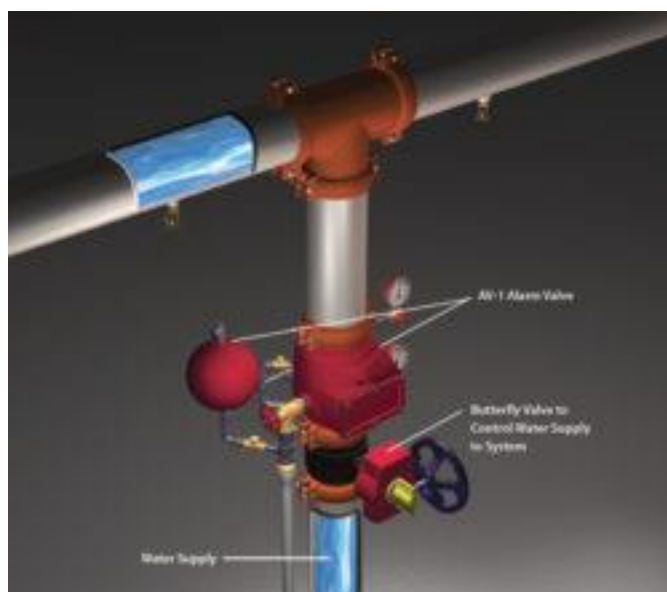
Ovisno o požarnom opterećenju i izvedbi štice objekta, jedna sprinkler mlaznica može štititi površinu od 6 do 12 m², a u specijalnim slučajevima do 21 m². Za primjer možemo navesti mlin gdje je veliko požarno opterećenje pa jedna sprinkler mlaznica može štititi najviše 6,5 m² dok kod objekata gdje nije veliko požarno opterećenje npr. hotel ili škola gdje jedna sprinkler mlaznica može štititi 12m².

Na površinu štice sprinkler mlaznice utječe i visina štice prostorije, odnosno što je visina prostorije veća površina štice prostorije je manja. Kod prostorija koje su više od 10 metara jedna sprinkler mlaznica štiti 7 m² bez obzira na manje požarno opterećenje.

Površina koju pokriva sprinkler mlaznica može se odrediti iz dijagrama u kojemu promjer površine štice jednom sprinkler mlaznicom ovisi o konstruktivnoj izvedbi mlaznice i tlaku ispred mlaznice te visini na kojoj je postavljena [1].

2.2.2 Mokri sprinkler sustav

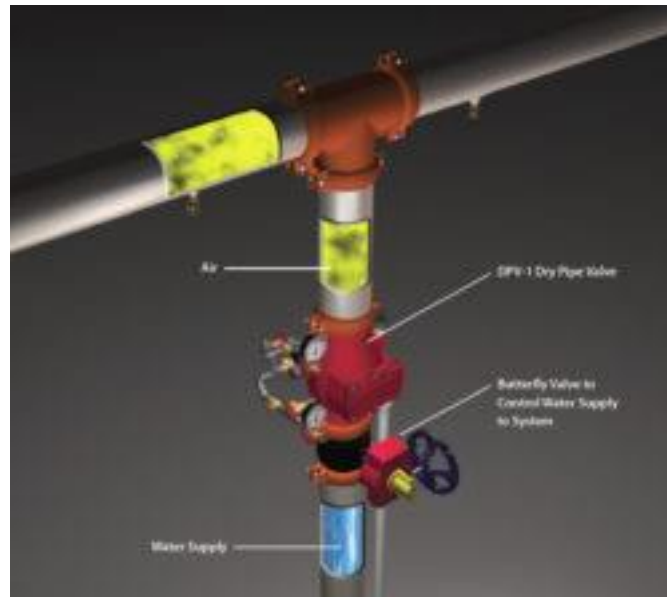
Najčešće korišteni tip Sprinkler protupožarnih sustava (Slika 29.). Sistem cjevovoda je ispunjen sa vodom do mlaznica. Sprinkler mlaznice su raspoređene na određenu udaljenost. Svaka Sprinkler mlaznica djeluje kao samostalni detektor topline. Pojavom požara i porastom temperature do određene vrijednosti dolazi do pucanja ampule na Sprinkler mlaznici te započinje gašenje. Kod požara ne aktiviraju se sve Sprinkler mlaznice nego samo one gdje je došlo do određenog porasta temperature jer svaka Sprinkler mlaznica djeluje kao samostalni "detektor".



Slika 29. Mokri Sprinkler sustav [13]

2.2.3 Suhi sprinkler sustav

Suhi sprinkler sustav je slično konstrukcije kao mokri sprinkler sustav (Slika 30.). Ugrađuje se na mjesta gdje postoji mogućnost smrzavanja vode u cijevima (garaže, hale, sladišta itd.). Suhi dio cjevovoda je ispunjen zrakom ili dušikom. Suhi dio cjevovoda je do sprinkler ventila, a iza sprinkler ventila nalazi se voda. U slučaju pojave požara te pucanja ampule na sprinkler ventilu dolazi do istjecanja zraka ili dušika iz cjevovoda te neravnoteže tlaka na sprinkler ventilu te se otvara zaklopka i punjenje sistema cjevovoda vodom. Kod velikih sustava da bi se ubrzao rad sustava ugrađuje se ubrzivač koji ubrzava rad ovoga sustava.



Slika 30. Suhi sprinkler sustav [13]

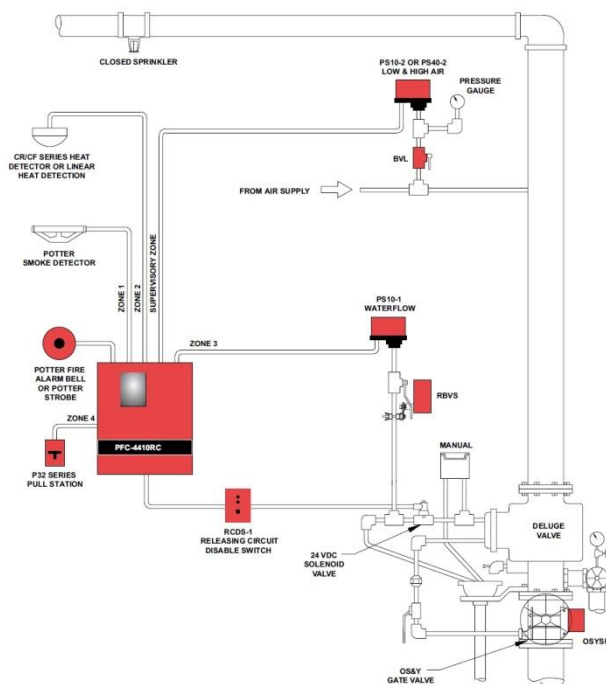
2.2.4 Preaction sprinkler sustav

Preaction sprinkler sustav upotrebljava se u kombinaciji sa vatrodojavnim sustavom (Slika 31.). Upotrebljava se u prostorima gdje želimo se osigurati od nepotrebnog polijevanja prostora vodom. Aktiviranje preaction sprinkler sustava dolazi proradom vatrodojavnog sustava ali zalijevanje prostora započinje tek kada se aktivira sprinkler mlaznica. Ovim sustavom se želi spriječiti da kod mehaničkog kvara ili oštećenja dođe do nepotrebnog zalijevanja prostora.

Postoji verzija preaction sprinkler sustava gdje do punjenja sistema vodom dolazi tek kada dođe do aktiviranja javljača požara i sprinkler mlaznice.

Preaction sprinkler sustav zaštite se najčešće koristi:

- u knjižnicama,
- u arhivima,
- u muzejima,
- u skladištima vrijednih artefakata i umjetninama,
- kod visokonaponskih instalacija gdje se koristi voda kao sredstvo za gašenje,
- računalne sobe,
- kod rukovanja zapaljivim tekućinama itd.



Slika 31. Preaction sprinkler sustav [14]

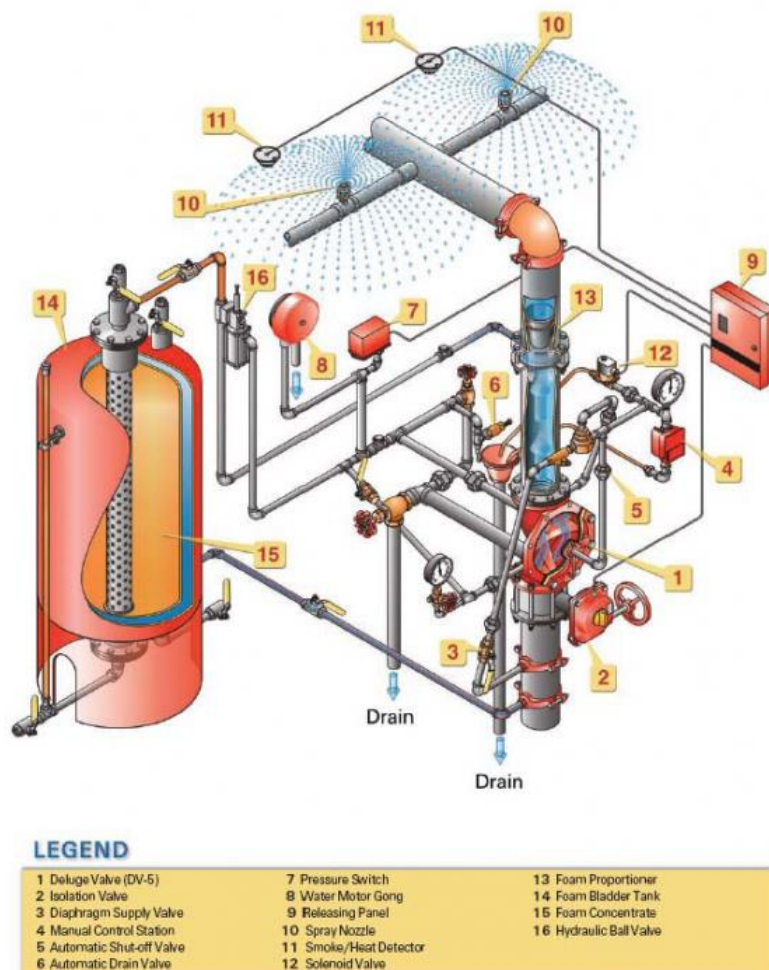
2.2.5 Sustav sprinkler s pjenom

Ovakav sustav zaštite najčešće se koristi tamo gdje se mogu pojaviti požari zapaljivih tekućina ili zapaljivih krutina (Slika 32.). Sistem rada i aktiviranja je sličan kao i kod ostalih sprinkler sustava. Kod ovog tipa sprinkler sustava je ugrađen spremnik sa pjenilom koji je spojen na cjevovod sprinkler sustava.

Sustavi sprinkler s pjenom općenito rade tako da dopuštaju miješanju koncentrata pjenila s vodom koja teče u sustav cjevovoda. Ovi sustavi opremljeni su spremnikom u kojemu se nalazi mjehura koji sadrži pjenilo. Kada se aktivira alarm za požar, šalje se signal ploči za otpuštanje kako bi se otvorio drenažni ventil omogućavajući protok vode. U isto vrijeme, cijevi do spremnika s mjehurom teče i tlači vanjsku ljusku spremnika s mjehurom što tjera koncentrat pjene da putuje u cjevovod sustava. Otopina pjene proizvedena od vode i koncentrata pjene teče u cjevovod sustava i ispušta se kroz otvorene mlaznice ili prskalice

Sustavi za raspršivanje vode s pjenom mogu se prvo koristiti za ispuštanje vode, nakon čega slijedi ispuštanje pjene tijekom unaprijed određenog razdoblja, a zatim za ispuštanje vode do ručnog zatvaranja.

Ovaj tip sprinkler sustava sa pjenom također se može koristiti kao suhi sprinkler sustav, mokri sprinkler sustav ili kao preaction sprinkler sustav.



Slika 32. Sustav sprinkler s pjenom [15]

2.2.6 Usporedba NFPA 25 smjernica sa VdS CEA smjernicama za održavanje sprinkler sustava

U Sjedinjenim Američkim Državama koristi se standard za ispitivanje i održavanje NFPA 25 "Standard za inspekciju, testiranje i održavanje sustava zaštite od požara na bazi vode", dok je u Europi zajednički standard VdS CEA "Smjernice za sprinkler sustave, planiranje i instalaciju". Standard VdS ne bavi se samo ispitivanjem i održavanjem već također upućuje na zahtjeve za instalaciju slične NFPA 13 "Standard za instalaciju sustava sprinkler" (Tablica 3.).

Tablica 3. Prikaz usporedbe zahtjeva za održavanje sprinkler sustava prema normama VdS CEA i NFPA 25

Zahtjev	VdS CEA	NFPA 25
Pregled mjerača na instalacijama, glavnoj mreži i tlačnim spremnicima	Tjedni	Mjesečno (mokri sprinkler sustav), Tjedno (suhi, deluge i sustav sa predupravljanjem)
Pregled hidrauličnog zvona	Tjedni	Tromjesečni
Pregled aktivacije pumpe	Tjedni	Tjedni
Pregled protoka na pumpi	Jednom godišnje	Jednom godišnje
Pregled ventilnih stanica (vizualno)	Tjedno	Tjedno
Pregled protoka na vatrodojavu	Tromjesečno	Tromjesečno
Ispitivanje ispravnosti ventila	Tromjesečno	Jednom godišnje
Ispitivanje instalacija suhih ventila	Polugodišnje	Jednom godišnje
Korodiranost spremnika vode	Svake tri godine	Svakih 5 godina
Sustav za proporcioniranje pjene	Godišnje	Godišnje
Cjevovodi	Tromjesečno	Godišnje

Kod VdS standarda nadgledaju se samo sljedeći sustavi:

- sustavi sa više od 3000 mlaznica OH (Ordinary hazard),
- sustavi sa više od 750 mlaznica HHP (High hazard production) i HHS (High hazard storage) te
- visoki regalni sustavi za pohranu s više od 80 mlaznica.

Prema VdS standardu sva ispitivanja i održavanja mora izvršiti ovlašteni VdS instalater.

NFPA 25 nije definiran prema klasifikaciji šticeenog prostora već prema broju mlaznica u instalaciji i broju rezervnih mlaznica:

- za šticeene objekte sa manje od 300 mlaznica - 6 rezervnih mlaznica,
- za šticeene objekte s između 300 i 1000 mlaznica - ne manje od 12 rezervnih mlaznica,
- za šticeene objekte sa više od 1000 mlaznica - ne manje od 24 rezervnih mlaznica.

2.2.7 Održavanje sprinkler sustava prema VdS 4001 smjernicama

Sprinkler sustavi za gašenje vodom i pjenom imaju veliku uspješnost gašenja požara kod velikih požarnih opterećenja. Kako bi se ovi sustavi održali ispravni i operativni potrebno je provoditi redovite preglede i popravke, te su navedeni općeniti elementi sustavi održavanja odnosno kontrole sustava gašenja požara koje je propisao VdS (Vertrauen durch Sicherheit). Kako je svaki sprinkler sustav različite konstrukcije nemoguće je dati potpuni raspon kontrolnih mjera i mjera popravka. Svako održavanje sprinkler sustava temelji se na preventivno planskom održavanju.

Prema VdS 4001 smjernicama za svaki sustav potrebno je imenovati nadzornika i njegovog zamjenika koji se brinu za sve servise, kontrolu sustava za gašenje i provođenje zakonskih propisa. Kod namjere izvođenje radova operater mora obavijestiti osoblje o namjeri izvođenja radova. Nakon kontrole i popravka cijeli sustav treba vratiti u ispravan i operativan rad, te treba voditi dnevnik o izvedenim radovima. Samo operateri koji imaju VdS odobrenje za odgovarajući sustav smiju izvoditi preinake ili servisiranje sustava te moraju imati rezervne dijelove i potrebne podatke.

Servisiranje, izmjene i popravci sustava koji nisu u potpunosti operativni moraju biti izvedena tako da se minimalizira vrijeme i opseg izvan funkcije. Kada je postrojenje onespособljeno, operater je dužan provesti sljedeće mjere:

- vatrogasna postrojba mora biti obaviještena ako je vatrodojava povezana sa vatrogasnom postrojbom,
- izmjene i popravci na instalaciji ili njenoj opskrbi vodom potrebno je provoditi u radnom vremenu,
- svaki rad koji uključuje brušenje, rezanje ili varenje treba odobriti, odnosno dobiti dozvolu. U zoni radova zabranjeno je pušenje i otvoreni plamen,
- protupožarni vatrogasni aparat moraju biti u pripravnosti sa osobljem koje zna rukovati s njima,
- ako sustav ne radi izvan radnog vremena sva protupožarna vrata i rolete moraju biti zatvoreni,
- ako je moguće veći dio instalacije treba zadržati u operativnom stanju zatvaranjem cjevovoda koji napaja dio ili dijelove na kojima se obavljaju radovi,

- u slučaju proizvodnih prostorija, kada su izmjene ili popravci opsežni ili je potrebno odvojiti cijev promjera većeg od 40 mm, ili za remont ili uklanjanje glavnog zapornog ventila, alarmnog ventila ili nepovratnog ventila, potrebno je poduzeti sve napore da se posao izvede dok su svi strojevi isključeni,
- svaka pumpa koja nije u funkciji mora biti izdvojena pomoću ventila,
- osoblje odgovorno za područje treba informirati za površine koje se kontroliraju.

Način održavanja prema proteklom vremenu sprinkler sustava prema VdS:

- dnevna kontrola,
- tjedna kontrola,
- mjesečna kontrola,
- tromjesečna kontrola,
- polugodišnja kontrola,
- godišnja kontrola,
- trogodišnja kontrola,
- petogodišnja kontrola,
- petnaestogodišnja kontrola,
- dvadeset petogodišnja kontrola.

Dnevna kontrola sprinkler sustava

Dnevne kontrole provode se svim radnim danima. Maksimalni razmak između kontrola zbog nedjelje i praznika je tri dana. U slučaju sustava čiji se radni status nadzire automatski, dnevne kontrole nisu potrebne. U tom slučaju kontrole se provode najmanje jednom tjedno. Dnevna kontrola sastoji se od sljedećih elemenata:

- provjera razine vode u spremnicima (spremnici reduciranog kapaciteta, uzemljeni i povišeni spremnici, temeljni spremnici pumpi),
- provjera razina vode u spremniku pod tlakom,
- provjera razine goriva,
- provjeriti razinu pjenila u spremniku,
- provjeriti tlaka u spremniku pod tlakom,

- provjera tlak alarmnih cijevi,
- provjera tlaka u cjevovodu,
- provjera funkcionalnosti opreme za zagrijavanje,

Tjedna kontrola sprinkler sustava

Tjedne kontrole provode se na tjednoj bazi i ne bi trebao biti razmak između dvije kontrole veći od 7 dana. Tijekom tjedne kontrole sustava treba provjeriti:

- operativni položaj svih glavnih zaustavnih ventila,
- razinu vode u rijeci, jezeru, koji se koriste za opskrbu sustava,
- kontroliraju se alarmi koji moraju raditi 30 sekundi svaki te se mora provjeriti veza sa vatrogasnom postrojbom ili mjestom sa stalnim dežurstvom,
- provjera automatizirane pumpe:
 - razina goriva, ulja i rashladne tekućine kod diesel motora,
 - tlak vode prilikom pokretanja uređaja,
 - tlak goriva, ulja i rashladne tekućine,
 - protok vode kroz pumpu,
 - temperatura rada diesel motora,
- u slučaju pokretanja pumpe elektromotorom mjeri se potrošnja električne energije
- nakon pokretanja pumpe moraju se provesti sljedeće kontrole diesel motora:
 - motor mora biti prema preporuci proizvođača broju okretaja ili na najmanjima dok se ne postigne radna temperatura, motor se zaustavlja i odmah pokreće pomoću gumba za pokretanje,
 - razina vode u rashladnom sistemu treba biti kontrolirana.

Mjesečna kontrola sprinkler sustava

Tijekom mjesečne kontrole sprinkler sustava provode se sljedeće kontrole:

- vizualno kontrolirati cjevovod, sprinklere i raspršivače,
- rad opreme za automatsko punjenje i ponovno punjenje spremnika manjega kapaciteta, spremnike za punjenje pumpama i povišene spremnike,
- kontrolirati dozvoljenu visinu spremnika, kontrola minimalnog procjepa između sprinklera i skladištenih dobara,

- dijelove sprinkler sustava koji služe za dobivanje pjene,
- funkcijska kontrola proporcijских jedinica bez korištenja vode i pjene.

Tromjesečna kontrola sprinkler sustava

Tromjesečna kontrola sprinkler sustava provodi se u intervalima ne dužima od 13 tjedana koju može provoditi odgovorna osoba a kontrolu može provesti i serviser ovlašten od VdS tijekom servisiranja. Tijekom tromjesečne kontrole sprinkler sustava provodi se sljedeće:

- kontrola klasifikacije opasnosti,
- kontrola sprinkler mlaznica,
- kontrola cjevovoda,
- kontrola zaštite od smrzavanja,
- kontrola dovoda električne energije iz sekundarnog izvora,
- kontrola svih zapornih ventila,
- kontrola sprinkler zvona,
- kontrola sustava za grijanje,
- kontrola sustava za nadgledanje sprinkler sustava.

Polugodišnja kontrola sprinkler sustava

Polugodišnja kontrola sprinkler sustava provodi se u intervalima ne dužim od 6 mjeseci. Tijekom šestomjesečne kontrole sprinkler sustava provodi se sljedeće:

- provjera pomoćnih mehanizama (rezervne pumpe, elektromotori...),
- provjera suhog djela sprinkler sustava,
- ispitivanje rada sustava za doziranje pjene (ako postoji).

Godišnja kontrola sprinkler sustava

Godišnja kontrola sprinkler sustava provodi se u intervalima ne dužim od 12 mjeseci. Tijekom godišnje kontrole sprinkler sustava provodi se sljedeće:

- provjera ventila,
- provjera automatskih pumpi,
- provjera neuspjelog pokretanja diesel motora (failed to start test),

- provjera ventila za punjenje spremnika,
- provjera cjedila i rešetki u opskrbi vodom,
- provjera sprinkler sustava s pjenom.

Trogodišnja kontrola sprinkler sustava

Trogodišnja kontrola sprinkler sustava provodi se u intervalima ne dužim od 3 godine. Tijekom trogodišnje kontrole sprinkler sustava se provodi provjera svih zapornih, alarmnih ili nepovratnih ventila te prema potrebi njihova zamjena.

Petogodišnja kontrola sprinkler sustava

Tijekom petogodišnje kontrole sprinkler sustava provodi se kontrola svih spremnika na koroziju izvana i iznutra. Potrebno je spremnike isprazniti, očistiti, obojiti i obnoviti zaštitu od korozije. Intervali ispitivanja moraju biti usklađeni s direktivom o tlačnoj opremi i odgovarajućim zakonskim propisima.

Petnaestogodišnja kontrola sprinkler sustava

Tijekom petnaestogodišnje kontrole sprinkler sustava potrebno je spremnike isprazniti, očistiti i pregledati iznutra te po potrebi popraviti nedostatke.

Dvadeset petogodišnja kontrola sprinkler sustava

Tijekom dvadeset petogodišnje kontrole sprinkler sustava provodi se kontrola svih cjevovoda, doke se suhi cjevovodi moraju pregledati svakih 12,5 godina. Cjevovod se ispituje pod tlakom od najmanje 10 bara, te treba provjeriti određeni broj sprinkler mlaznica.

2.3 Stabilni sustavi za gašenje požara tipa Drencher

Sustav tipa drencher (Slika 33.) se koristi na objektima gdje postoji velika opasnost od požara (hangari, rafinerije, petrokemija). Velikom količinom vode zaustavlja ili usporava razvoj požara. Gašenje požara i preventivna zaštita raspršenom vodom iz drencher sustava koristi se za hlađenje objekta, odvajanje dijela prostora koji je zahvaćen požarom (vodena zavjesa) i gašenje požara kod velike količine zapaljive tekućine i plinova u

tlačnim posudama, elektro-energetskim objektima (transformatori, generatori, kanali i sl.), te kod različitih krutih tvari (papir, piljevina, pelet i sl.).

Kod drencher sustava sve su mlaznice stalno otvorene te u slučaju aktivacije zalijeva kompletnu štječnu površinu (Slika 34.).

Sustav drencher se sastoji od deluge ventila, sustava cjevovoda s mlaznicama za raspršivanje vode. Deluge ventil je moguće aktivirati ručno ili automatski. Ručna aktivacija se postiže pomoću ručnoga sigurnosnog ispusnog ventila ili iz kontrolne sobe aktiviranjem elektromagnetskog ventila, dok se automatski aktivira preko vatrodojavnog sustava. Neovisno dali se radi o ručnom ili automatskom načinu aktivacije, aktivacijski sustav mora biti smješten izvan zone gašenja. Nedostatak ovoga sustava je što mu je potrebno osigurati veliku količinu vode za hlađenje ili gašenje.



Slika 33. Drencher sustav sa deluge ventilom [16]

Pregled drencher sustava obuhvaća vizualni i tehnički dio ispitivanja koji se sastoji od:

- Pregleda izvedenog stanja drencher sustava prema projektnoj dokumentaciji.
- Provjere raspoloživog protoka vode u sustavu (l/min) propisane projektnom dokumentacijom. Pri ispitivanju drencher sustava mjeri se protok po mlaznici (l/min), ukupni protok te količina vode po kvadratu ((l/min)/m²) štječne površine.

- Provjere funkcionalnosti drencher sustava, odnosno ručnog i automatskog pokretanja.
- Provjere prohodnosti mlaznica, te raspršivanja vode i pokrivenosti štíćene površine objekta.
- Vizualne provjere ispravnosti cjevovoda i antikorozivne zaštite.
- Mjerenja statičkog i dinamičkog tlaka vode u sustavu. [16]



Slika 34. Prikaz zaštite pomoću drencher stabilnog sustava [16]

2.3.1 Deluge ventil

Deluge ventil je jedan od osnovnih dijelova drencher sustava. Gašenje/hlađenje drencher sustavom se aktivira pokretanjem deluge ventila koji propušta medij za gašenje požara (vodu ili pjenu) kroz razvodni cjevovod. Iz cjevovoda se dalje napajaju mlaznice koje raspršuju medija po štíćenom objektu. U osnovi deluge ventil se sastoji od primarnog protočnog dijela i aktivacijske komore. Pokretanje gašenja/hlađenje počinje padom tlaka u aktivacijskoj komori pri čemu se otvara primarni protočni dio deluge ventila.

Aktivacijska komora preko tlačne membrane pri padu tlaka pomjera polugu za zabavljanje poklopca primarnog protočnog dijela. Tada tlak medija otvara poklopac primarnog protočnog dijela čime se otvara protok medija za gašenje/hlađenje. Neke izvedbe deluge ventila imaju aktivacijsku komoru izvedenu na način da se glavni protok medija zatvara samom deformacijom membrane aktivacijske komore. Tada tlakom deformirana membrana zatvara protok, a kada se pri aktivaciji pusti tlak iz aktivacijske

komore membrana se vraća u početni oblik te se oslobađa slobodan protok medija za gašenje/hlađenje.

Aktivacijska komora kada je u stanju pripravnosti može biti pod tlakom vode ili zraka pa se prema tome deluge ventil dijeli na mokri i suhi.

Pad tlaka u aktivacijskoj komori čime se aktivira deluge ventil može biti uzrokovan otvaranjem ručnog ventila, otvaranjem elektromagnetskog ventila, otvaranjem membranskog ventila ili propuštanjem bimetalnog ventila. Ručni ventil se aktivira ručno od strane korisnika. Elektromagnetski ventil se aktivira pomoću aktivacijskog elektroničkog signala. Taj signal se vrlo često zaprima od strane vatrodajnog sustava u slučaju požara, kontrolnog sustava za aktivaciju pri povišenoj temperaturi te tipkala iz kontrolne sobe u slučaju izvanrednih situacija.

Bimetalni ventili cjevovodom su povezani s aktivacijskom komorom deluge ventila. U slučaju povišene temperature u štićenom prostoru, aktiviraju se na način da pomakom bimetala ispuštaju tlak iz aktivacijske komore deluge ventila.

Nakon aktivacije drencher sustava i početka gašenja/hlađenja, jedna od bitnih stavki je onemogućiti da se tlak u aktivacijskoj komori deluge ventila nadopunjava jer u tom slučaju bi se primarni protok mogao zatvoriti. Kao sigurnosni element da se to ne dogodi koristi se tlakom aktivirani ispusni ventil koji ispušta vodu iz cjevovoda aktivacijske komore kada je deluge ventil aktiviran odnosno kada je primarni protok omogućen [16].

2.3.2 Alarmna sirena kod drencher sustava

Požarna alarmna sirena se aktivira u jednakom trenutku i na jednak način kao i mlaznice pogonjena protokom vode nakon aktivacije deluge ventila. Ukoliko je sustav aktiviran vatrodajnom centralom tada se pokreće i alarmna sirena vatrodajave. Elektronska alarmna sirena vatrodajave osim aktivacije signalom vatrodajavne centrale može se pokrenuti i pri padu tlaka na aktivacijskom vodu deluge ventila, signalom s tlačne elektromehaničke sklopke. To će se dogoditi naravno pri padu tlaka u aktivacijskoj komori [16].

2.3.3 Sustav cjevovoda kod drencher sustava

Razvod mreže cijevi drencher sustava te dimenzioniranje cijevi određuje se hidrauličkim proračunom. Konstrukcijska izvedba cjevovoda projektirana je na tlak od 10 bar, pri čemu se koriste čelične šavne i bešavne cijevi. Radni tlak u mreži drencher sustava određen je

zahtijevanom količinom vode potrebnom za gašenje. Radni tlak definira se radnim tlakom na mlaznicama, visinskom razlikom dovoda i najviše mlaznice, gubitkom tlaka na cijevima i gubitkom tlaka na deluge ventilu. Promjer cjevovoda određuje u ovisnosti o volumnom protoku i broju mlaznica. U slučaju da se koriste u agresivnim uvjetima upotrebljavaju se galvanizirane cijevi kao i prihvatiti [16].

2.3.4 Mlaznice drencher sustava

Mlaznica drencher sustava regulira količina medija za gašenje/hlađenje na šticeu objektu. Da ne bi došlo do zabune kod servisa, ugradnje i pregleda bitno je naglasiti da se znatno razlikuju od sprinkler mlaznica. Drencher mlaznice su za razliku od sprinkler mlaznice uvijek otvorene tj. nemaju toplinski osjetljivi element te u slučaju da se zamijene s sprinkler mlaznicama drencher sustav neće raditi u skladu s očekivanjima. Aktivirat će se tek nakon povišenja temperature do razine koja će otvoriti sprinkler mlaznicu. Takav način rada ne odgovara uvjetima u kojima se ugrađuje drencher sustav od kojeg se zahtjeva iznimno brza reakcija s velikim količinama medija za gašenje/hlađenje.

Kod odabira drencher mlaznica moraju se uzeti u obzir uvjeti u kojima se koriste kao što su vjetar, elektrovođljivost itd. Nadalje, ovisno o vrsti opasnosti i šticeu objektu (površini i volumenu) određuje se izlazna brzina medija za gašenje, veličina kapljica te oblik mlaza. Zahtjevi na mlaznice određeni su normom (DIN 14494), prema kojoj jedna mlaznica u zatvorenom prostoru može štiti 12 m², a na otvorenom prostoru 9 m². Udaljenost između mlaznica u zatvorenom prostoru može biti maksimalno 4 m, a na otvorenom prostoru maksimalno 3 m. Minimalna udaljenost od zida ili neke druge prepreke u zatvorenim prostorima može biti 2 m, a na otvorenim 1,5 m. Minimalni promjer mlaznice je 8 mm (izvanredno ako je prije mlaznica postavljen hvatač nečistoća onda je 6 mm). Ispitivanjem i servisiranjem drencher sustava začepljenje mlaznica se treba spriječiti i kontrolirati. Prilikom ugradnje mlaznice kako bi se u daljnjem radu i održavanju (eventualnoj zamjeni) omogućio ispravan i funkcionalan rad na svakoj mlaznici se treba nalaziti informacija o proizvođaču, tipu i nazivnom otvoru mlaznice. [16]

2.4 Stabilni sustavi za gašenje ugljičnim dioksidom

Stabilni sustavi sa ugljičnim dioksidom su jedni od najstarijih sustava za zaštitu od požara. Haloni su ih istisnuli iz upotrebe ali nakon zabrane halona ponovno se počinju

više upotrebljavati stabilni sustavi za gašenje sa ugljičnim dioksidom. Najviše se koriste za zaštitu u energetskim postrojenjima, serverskim sobama, laboratorijima jer ne stvara veliku štetu na uređajima, a ugljični dioksid je jeftini plin. Ugljični dioksid je 1,5 puta teži od zraka, plin bez boje i mirisa, a gasi požar na način da smanjuje udio kisika u štićenom prostoru gdje se desio požar. Nedostatak mu je što u štićenom prostoru mora ostvariti veću koncentraciju od koncentracije koja je opasna za život. Kod gašenja se koriste koncentracije koje su veće od 34% vol dok je za ljudsko zdravlje opasna koncentracija koja prelazi 5,6% vol. Zbog toga kod oglašavanja alarma za požar potrebno je omogućiti osoblju ili korisnicima da sigurno izađe iz prostorije te se aktivira sustav za gašenje ugljičnim dioksidom određeno vrijeme nakon alarma. Zaštita prostora stabilnim sustavima za gašenje sa ugljičnim dioksidom može se izvesti kao potpuna ili djelomična.

Potpuna zaštita prostora podrazumijeva popunu cjelokupnog prostora koji se štiti ugljičnim dioksidom. Štićeni prostor mora biti požarni sektor, što znači da od okolnog prostora mora biti odvojen građevinskim elementima određene vatrootpornosti. Količinom ugljičnog dioksida uskladištenom na jednom mjestu može se istodobno štiti pet požarnih sektora, pri čemu se količina ugljičnog dioksida određuje prema najvećem sektoru. Ako postoji više požarnih sektora, za zaštitu se mora predvidjeti dopunska količina ugljičnog dioksida.[4]

Djelomična zaštita prostora izvodi se za zaštitu rizičnih dijelova uređaja ili dijela prostora ispunjavanjem ugljičnog dioksida. Kod djelomične zaštite potrebno je posebno voditi računa o koncentraciji ugljičnog dioksida. Koja se u postupku gašenja može povisiti iznad 5% ukupnog volumena (osobito u prostorima manjega volumena) jer se tada moraju predvidjeti mjere zaštite osoba kao i kod potpune zaštite [4].

Stabilni sustav za gašenje ugljičnim dioksidom sastoji se od baterije čeličnih boca ili spremnika za plin, cjevovoda sa ventilima i mlaznicama, uz ovaj sustav još se ugrađuje vatrodjavni sustav, sigurnosni uređaji i uređaji za uzbunjivanje.

2.4.1 Baterije čeličnih boca sa ugljičnim dioksidom

Boce moraju biti postavljene kako bi se spriječilo njihovo prevrtanje. Smještaju se u jedan ili dva reda u poseban požarni sektor ovisno o količini, ako ih nije moguće smjestiti u poseban požarni sektor, može ih se smjestiti u drugi zaštićeni prostor, koji nije izravno

ugrožen požarom koji bi nastao u nekom od šticećenih sektora tako da je u slučaju potrebe omogućen pristup sustavu osobama u svrhu ručnoga upravljanja (Slika 35.). U sustavu svaka boca mora imati uređaj za stalnu kontrolu mase ugljičnog dioksida, ili uređaj koji prikazuje gubitak mase ugljičnog dioksida veći od 10%. Kada je gubitak mase ugljičnog dioksida u boci veći od 10%, boce se moraju nadopuniti ili zamijeniti u roku od 36 sati. U upotrebi su dvije veličine boca volumena od 40 i 67 litara, a pretlak u bocama kod +20°C iznosi 57 bara (5,7 MPa). Nakon punjenja pretlak u bocama jako ovisi o okolnim temperaturama pa je potrebno voditi računa o temperaturama u prostoru skladištenja. U prostorima u kojima su uskladištene baterije dopuštena je temperatura od -10°C do +40°C. Boce se spajaju na sabirnu cijev s pomoću savitljivih spojnih cijevi koje imaju ugrađen nepovratni ventil [4].



Slika 35. Baterije čeličnih boca u kojima se nalazi ugljični dioksid [17]

2.4.2 Cjevovod sa ventilima

Ugljični dioksid se transferira pomoću cjevovoda od baterije čeličnih boca ili niskotlačnog spremnika do mlaznica. Na sustavima cjevovoda postoje kontrolni, sigurnosni, preklopni i pneumatski ventili kojima se može upravljati i transferirati ugljični dioksid na mjesto nastanka požara.

2.4.3 Mlaznice za sustave za gašenje ugljičnim dioksidom

Mlaznice su krajnji element sustava za gašenje ugljičnim dioksidom na kojima se ugljični dioksid usmjerava na materijal zahvaćen požarom. Odabir broja, tipa i rasporeda mlaznica obavlja se prema značajkama objekta koji se štiti. Presjek izlaznog otvora na

mlaznicama određuje se sukladno traženom protoku kroz mlaznicu, koji opet ovisi o pretlaku na mlaznici. Ipak najmanji presjek otvora mlaznice mora biti veći od 7 mm² da bi se spriječila mogućnosti zaleđivanja otvora jer ekspanzijom ugljičnog dioksida dolazi do njegova pothlađenja. Najmanji pretlak na mlaznici kod visokotlačnih sustava mora biti 21 bar (2,1 MPa) a kod niskotlačnih 10 bara (1MPa).

Jednom se mlaznicom može štiti najviše 30 m², a u prostorijama višim od 5 metara mlaznice se obavezno smještaju pod stropom i na 1/3 visine prostorije. Za prostorije više od 5 metara sustav se projektira na takav način da oko 35% ukupne količine ugljičnog dioksida izlazi kroz mlaznice smještene na 1/3 visine. Mlaznice moraju biti izrađena od materijala koji ne hrđa.

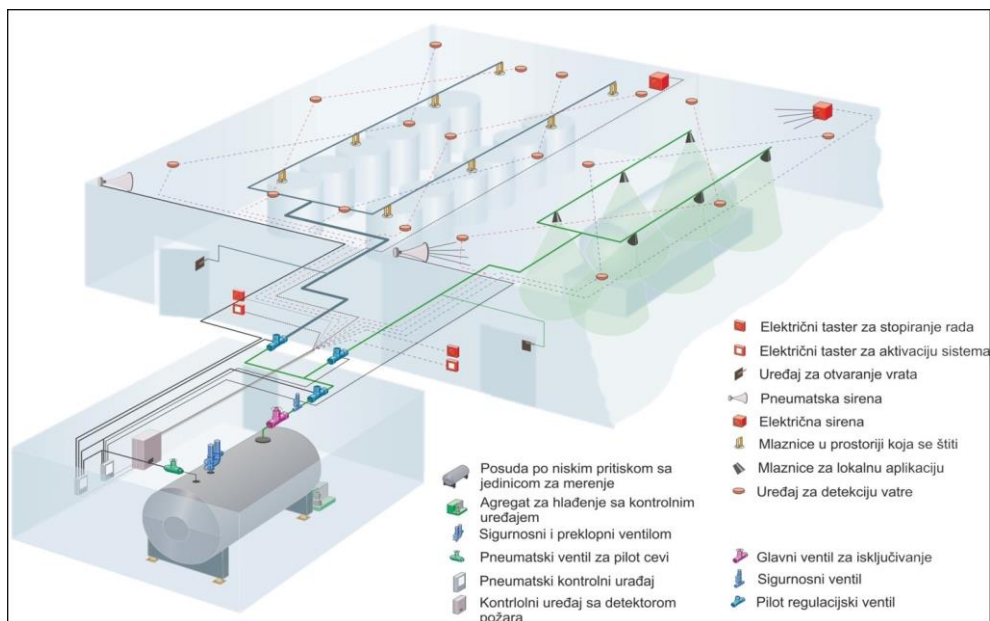
U agresivnim i onečišćenim atmosferama na mlaznice se stavljaju zaštitne kape da bi se spriječio ulazak nečistoća u sustav. Zbog pretlaka plina, ove se zaštitne kape odbacuju s mlaznica uključivanjem sustava na početku izlaska ugljičnog dioksida pa je istjecanje neometano [4].

Prema načinu skladištenja ugljičnog dioksida stabilne sustave za gašenje ugljičnim dioksidom možemo podijeliti na:

- stabilni sustavi sa ugljičnim dioksidom niskog tlaka,
- stabilni sustavi sa ugljičnim dioksidom visokog tlaka.

2.4.4 Stabilni sustavi sa ugljičnim dioksidom niskog tlaka

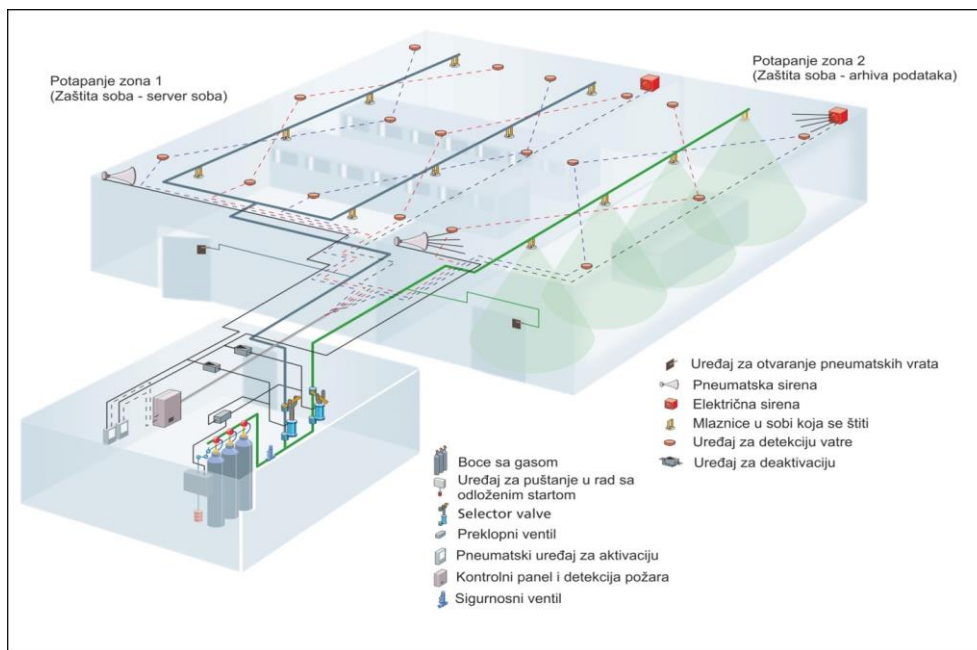
Stabilni sustavi sa ugljičnim dioksidom imaju uskladišten ugljični dioksid u pothlađenim spremnicima, pod tlakom od 15 do 25 bara i pri temperaturi od - 30 do - 10 °C (Slika 36.). Ugljični dioksid skladišti se u spremnike veličine od 3,5 do 20 tona. Ovaj tip stabilnog sustava sa ugljičnim dioksidom se rjeđe ugrađuje.



Slika 36. Stabilni sustav sa ugljičnim dioksidom niskog tlaka [17]

2.4.5 Stabilni sustavi sa ugljičnim dioksidom visokog tlaka

Stabilni sustavi sa ugljičnim dioksidom visokog tlaka imaju uskladišten ugljični dioksid u bocama pod tlakom od 50 do 60 bara i pri temperaturi okoline (Slika 37.). Kod ovoga tipa stabilnih sustava ugljični dioksid se skladišti u boce volumena 40 i 67 litara. Tlak u bocama iznosi 57 bara. Potrebno je voditi računa o temperaturi okoline jer tlak u bocama jako ovisi o temperaturama. Boce se smiju skladištiti u prostorima gdje je temperatura od - 10°C do 40°C.



Slika 37. Stabilni sustav sa ugljičnim dioksidom visokog pritiska [17]

2.5 Stabilni sustavi za gašenje halonom

Haloni su plinovi bez boje i mirisa, električni ne vodljivi, na požar djeluju antikatalitički prekidajući lančane reakcije gorenja. Pogodni su za gašenje svih vrsta požara osim lakih metala. Kako je otkriveno da je halon plin koji je štetan za ozonski omotač izbacuje se iz upotrebe i koristi se samo na mjestima gdje se ne mogu koristiti druga sredstva za gašenje, umjesto halona se danas koriste zamjenska sredstva.

Prema vrsti zaštite stabilni sustavi za gašenje halonom mogu biti kao sustavi potpune i djelomične zaštite.

Potpuna zaštita se provodi na način da u štijećenom prostoru se ispusti halon u potrebnoj koncentraciji za gašenje od 5 do 8%.

Djelomična zaštita se provodi da se štite pojedini dijelovi prostora ili uređaji.

Osnovni dijelovi stabilnog sustava za gašenje halonom su:

- spremnik za halon ili baterija spremnika,
- sistem cjevovoda,
- razdjelni ventil,
- mlaznice za halon,
- sustav za uključivanje i upravljanje stabilnim sustavom,

- sistem za alarmiranje [10].

2.5.1 Sustav sa "Clear agentom"

Kada se je saznalo da je halon plin koji je štetan za ozonski omotač ubrzo je zabranjena njegova upotreba. Trebalo je ubrzano pronaći zamjenska sredstva koje ne oštećuju ozonski omotač te se traže nova zamjenska sredstva koja danas pronalazimo pod nazivom "Clear agent". Danas najpoznatija zamjenska sredstva za gašenje požara su FM 200 i Inergen te su se počela koristiti kao zamjenska sredstva za halon 1211 i halon 1301. Koncentracija zamjenskih sredstava kod gašenje je nešto veća nego od onih koncentracija halona koje su se koristile za gašenje. Sustavi sa clear agentom prema osnovnim dijelovima i načinu rada vrlo je sličan stabilnim sustavima za gašenje halonom.

2.6 Stabilni sustavi bez automatskoga rada

Stabilni sustavi bez automatskoga rada u slučaju požara najčešće koriste vatrogasci (profesionalni ili dobrovoljni). Sustavi bez automatskog rada su hidrantske mreže za gašenje požar, koje mogu biti nadzemne ili podzemne te vanjske ili unutarnje.

2.6.1 Hidrantska mreža za gašenje požara

Hidrantska mreža prema Pravilniku o hidrantskoj mreži za gašenje požara (NN 08/2006) je skup cjevovoda, uređaja i opreme kojima se voda od sigurnog izvora dovodi do šticeenog objekta i građevine. Oznaka za hidrant prikazana je slikom 38.



Slika 38. Oznaka za hidrant [18]

Hidrantska mreža se sastoji od:

- izvora vode,
- građevinskih elemenata,

- cjevovoda,
- ventila,
- opreme za gašenje,
- uređaja za regulaciju tlaka,
- pričuvno napajanje za uređaje za regulaciju tlaka.

2.6.2 Vanjska hidrantska mreža

Vanjska hidrantska mreža izrađuje se oko objekta koji štiti u obliku prstena od cijevi promjera najmanje 100 mm. Najmanja dovoljna protočna količina vode mora se dobiti potrebnim dinamičkim tlakom. Protočna količina vode za zaštitu građevina ili prostora ovisi o specifičnom požarnom opterećenju i površini objekta koji se štiti dok za naselja iznosi 600 l/min. Potrebna je osigurati iz izvora vode sigurnu opskrbu hidrantske mreže u najmanjem trajanju od 120 minuta. Ako hidrantska mreža nema dovoljan tlak potrebno je ugraditi uređaj za regulaciju tlaka, najmanji dinamički tlak je 2,5 bara, hidrostatski tlak je 12 bara. Kod ispitivanja na 16 bara ne smije doći do propuštanja te do pucanja pri tlaku od 24 bara.

Razmještaj hidranta [10]:

- uvjet da se požar na svakom objektu gasi s najmanje dva vanjska hidranta,
- najveća udaljenost između dva hidranta može biti 150 m (iznimno 300 m u naseljima sa samostojećim obiteljskim kućama),
- udaljenost hidranta od zida objekta treba biti od 5 do 80 m.

Označavanje i održavanje hidranta:

- mjesto postavljanja hidranta mora se označiti na uočljiv način,
- osim redovitog održavanja hidranta održavaju se i pristupi hidrantima (prostor oko hidranta mora biti slobodan i očišćen, kako bi hidrant bio dostupan).

Prema Pravilniku o hidrantskoj mreži (NN 08/06) vanjskom hidrantskom mrežom se štite[20]:

- građevine i prostori za koje je to traženo posebnim propisima,
- građevine i prostori za koje je to traženo posebnim propisima zaštite od požara,
- građevine i prostori za koje je to zahtijevano prostornim planom,
- naseljena mjesta koja imaju izgrađen vodoopskrbni sustav,

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

Vrste hidranata:

- nadzemni hidrant (Slika 39.),
- podzemni hidrant (Slika 40.).



Slika 39. Nadzemni hidrant [18]



Slika 40. Podzemni hidrant [18]

2.6.3 Unutarnja hidrantska mreža

Unutarnja hidrantska mreža ovisno o specifičnom požarnom opterećenju mora dobiti najmanju potrebnu količinu sa dinamičkim tlakom. Potrebna je osigurati iz izvora vode

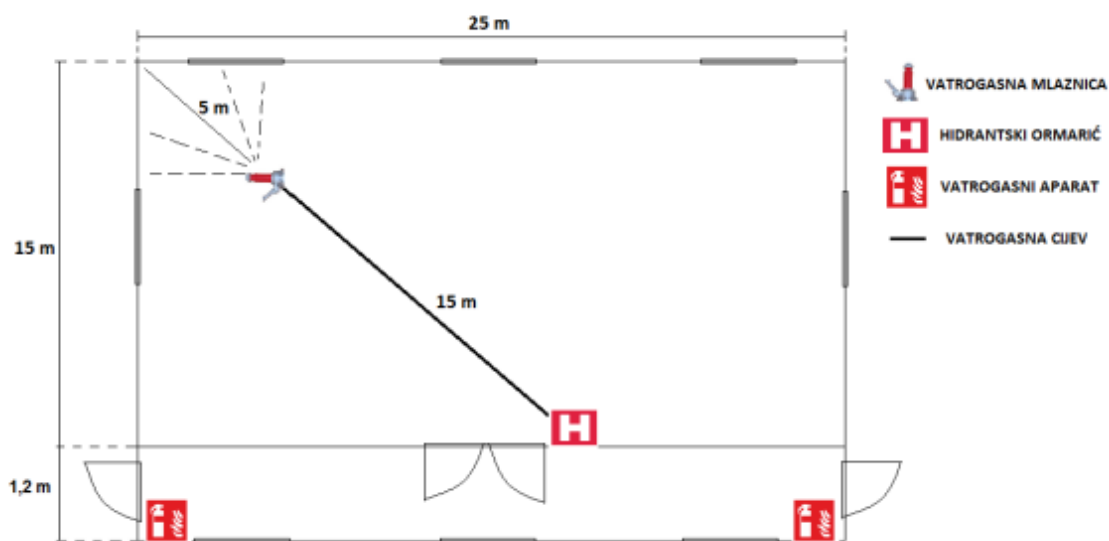
sigurnu opskrbu hidrantske mreže u najmanjem trajanju od 60 minuta. Ako hidrantska mreža nema dovoljan tlak potrebno je ugraditi uređaj za regulaciju tlaka, najmanji dinamički tlak je 2,5 bara, hidrostatski tlak je 7 bara. Cjevovod se dimenzionira na najmanje $\Phi 52\text{mm}$. Unutarnja hidranti (Slika 41.) se nalaza unutar zidnih ormarića koji moraju biti crvene boje i označeni naljepnicom iz koje je vidljivo da se tamo nalazi hidrant sa pripadajućom opremom.



Slika 41. Unutarnji hidrantski ormarić s bubnjem namotanom cijevi i mlaznicom (lijevo) i hidrantski ormarić sa vatrogasnom cijevi i mlaznicom (desno)[18]

Raspored i smještaj hidranta[10]:

- Uvjet je da se cjelokupan prostor koji se štiti može pokriti mlazom vode (politi) vodeći računa o preprekama i duljini cijevi i mlaza ($15\text{m} + 5\text{m}$) (Slika 42.),
- Zidni hidranti smještaju se u prolaze, stubišta, putove za evakuaciju, u neposrednoj blizini ulaznih vrata prostorija koje mogu biti ugrožene požarom,
- Prostorije s visokim požarnim opterećenjem štite se najmanje s dva mlaza.



Slika 42. Prikaz šticeenja prostorije unutarnjom hidrantskom mrežom [18]

Prema Pravilniku o hidrantskoj mreži (NN 8/2006) vanjskom hidrantskom mrežom se štite [19]:

- građevine i prostori za koje je to traženo posebnim propisima,
- građevine i prostori za koje je to traženo posebnim uvjetima građenja iz područja zaštite od požara,
- građevine za koje je to zahtijevano prostornim planom,
- građevine koje svojim značajkama spadaju u I., II. ili III. kategoriju ugroženosti od požara sukladno odredbama Pravilnika o razvrstavanju građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara,
- građevina čija je kota poda najviše etaže namijenjena za boravak ljudi najmanje 9 m iznad najniže kote površine u stambenom objektu koja služi kao vatrogasni pristup,
- mjesto okupljanja većeg broja ljudi u građevinama,
- garaže i parkirališta u građevinama, čija je površina veća od 100m²,
- građevine i prostori namijenjeni trgovini čija je površina veća od 100m²,
- podzemne etaže površine veće od 100m²,
- mjesta stalnog zavarivanja koja se nalaze unutar građevina.

Vrsta hidranta je zidni hidrant $\Phi 52$.

2.6.4 Suha hidrantska mreža

Suha hidrantska mreža je bez vode do zapornog ventila. Suha hidrantska mreža može biti vanjska i unutarnja. Najčešće se nalazi na mjestima gdje može doći do smrzavanja cjevovoda to su najčešće javne otvorene, poluotvorene i podzemnim garažama koje nisu grijane ili u industrijskim pogonima otvorenog ili poluotvorenog tipa gdje grijanje prostora nije moguće.

Suha hidrantska mreža se konstruira na isti način kao i mokra hidrantska mreža sa hidrantima i hidrantskim ormarićima. Nakon korištenja suhe hidrantske mreže svi cjevovodi se moraju moći isprazniti od zaostale vode poslije upotrebe ili tlačne probe.

3. USPOREDBA STABILNIH SUSTAVA ZA GAŠENJE POŽARA

Slično kao kod vatrodajavnih sustava kod izbora javljača požara kod sustava za gašenje požara odabiru se sustavi koji najučinkovitije gase određenu vrstu gorive tvari sa određenim sredstvom za gašenje te stvaraju najmanju štetu na objektu. Stoga je u tablici 4. prikazana usporedba stabilnih sustava za gašenje požara ovisno o sredstvu gašenja, štetnost po zdravlju ovisno o sredstvu za gašenje te prednosti i nedostaci stabilnih sustava za gašenje požara.

Tablica 4. Prikaz usporedbe stabilnih sustava za gašenje požara

Stabilni sustav za gašenje požara	Sredstvo za gašenje	Način gašenja	Štetnost po zdravlje	Prednosti	Nedostaci
Stabilni sustavi za gašenje požara tipa Sprinkler	Voda, pjena (specijalne mlaznice)	Ohlađujuće, ugušujuće	Nema štetnosti za zdravlje od sredstva za gašenje	Aktiviraju se samo mlaznice gdje je žarište požara (gase požar samo na određenoj površini), neograničena količina sredstva za gašenje (više načina opskrbe vodom)	Sredstvo za gašenje može prouzročiti veću štetu na objektu, opasnost od smrzavanja sredstva za gašenje požara
Stabilni sustavi za gašenje požara tipa Drencher	Voda, pjena (specijalne mlaznice)	Ohlađujuće, ugušujuće	Nema štetnosti za zdravlje od sredstva za gašenje	Neograničena količina sredstva za gašenje (gradski vodovod, spremnik, vatrogasna vozila). Za zaštitu i hlađenje spremnika te za zaštitu objekata i prostora gdje se brzo širi požar	Aktiviraju se sve mlaznice za gašenje kod aktiviranja sustava (otvorene mlaznice), može doći do veće štete na objektu od sredstva za gašenje

Stabilni sustavi za gašenje ugljičnim dioksidom	Ugljični dioksid	Ohlađujuće, ugušujuće (smanjenje količine O ₂ u prostoru)	Potreban volumni udio CO ₂ za gašenje požara je opasan za čovjeka i može izazvati smrt.	Upotrebljavaju se na objektima gdje se nalaze osjetljivi elektronički uređaji jer sredstvo za gašenje stvara minimalnu štetu na uređajima	Ograničena količina sredstva za gašenje u spremnicima, ljudi moraju napustiti prostorije gdje se gasi sa ugljičnim dioksidom
Stabilni sustavi za gašenje halonom	Haloni ili zamjenski sredstva	Inhibirajuće i antikatalitičko djelovanje	Toksičan za ljudsko zdravlje, opasnost od produkata halona u požaru (kiselina halogena HF, HBr i slobodni halogeni Br ₂ itd.	Upotrebljavaju se električnim računskim centrima, biblioteke, muzeji, kemijska industrija, letjelice, električne i telefonske centrale.	Ograničena količina sredstva za gašenje skladišti se u čeličnim bocama ili spremnicima u tekućem stanju. Upotreba halona u prostorima gdje borave ljudi uvjetuje ugradnju alarma koja prije početka upozorava na opasnost. Smanjuju udio kisika u prostoru gdje se koriste za gašenje.

4. ZAKONSKA REGULATIVA SUSTAVA ZA OTKRIVANJE, DOJAVU I GAŠENJE POŽARA

U objektima gdje se koriste uređaji za otkrivanje, dojavu i gašenje požara propisani su uvjeti i pravila kojih se treba pridržavati kod izgradnje i projektiranja sustava za otkrivanje, dojavu i gašenje požara, te se treba pridržavati sljedećih važećih zakona i pravilnika.

Zakoni:

- Zakon o gradnji (NN 153/13, NN 20/17, NN 39/19, NN 125/19),
- Zakon o prostornom uređenju (NN 76/07),
- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, NN 118/14, NN 154/14, NN 94/18, NN 69/18),
- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10, NN 114/22),
- Zakon o normizaciji (NN 80/13),
- Zakon o vatrogastvu (NN 125/19, NN 114/22),
- Zakon o eksplozivnim tvarima (NN 70/17, 141/20, 114/22),
- Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima (NN 108/95, NN 56/10, NN 114/22),
- Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanje sukladnosti (126/21).

Pravilnici:

- Pravilnik o sustavima za dojavu požara (NN 56/99),
- Pravilnik o hidrantskoj mreži za gašenje požara (NN 08/06),
- Pravilnik o uvjetima za obavljanje ispitivanja stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara (NN 67/96),
- Pravilnik o održavanju i izboru vatrogasnih aparata (NN 101/11),
- Pravilnik o programu i načinu polaganja stručnog ispita za obavljanje poslova održavanja vatrogasnih aparata (NN 110/20),
- Pravilnik o programu i načinu polaganja stručnog ispita za obavljanje poslova ispitivanja sustava za dojavu i gašenje požara (NN 35/94, NN 55/94),
- Pravilnik o uvjetima za ispitivanje uvezenih uređaja za gašenje požara (NN 75/94, NN 119/07),
- Pravilnik o tehničkim normativima za stabilne uređaje za gašenje požara ugljičnim dioksidom (Službeni list broj 44/1983 i Službeni list 31/1989),
- Pravilnik o provjeri ispravnosti stabilnih sustava zaštite od požara (NN 44/12).

5. PROVJERA ISPRAVNOSTI OPREME I UREĐAJA ZA OTKRIVANJE, DOJAVU I GAŠENJE POŽARA

Provjera ispravnosti opreme i uređaja za otkrivanje, dojavu i gašenje požara provodi se prema Pravilniku o provjeri ispravnosti stabilnih sustava zaštite od požara (NN 44/2012, 98/2021).

Prvim i periodičnim ispitivanjem provodi se provjera ispravnosti sustava. Prvo ispitivanje mogu provoditi osobe koje su ovlaštene od Ministarstva unutarnjih poslova, a te osobe ne smiju biti proizvođači, uvoznici, osobe koje su ugradile sustav ili osobe koje koriste taj sustav zaštite. Periodično ispitivanje mogu izvoditi osobe koje su ovlaštene od Ministarstva unutarnjih poslova ali i osoba koja je proizvođač, uvoznik ili osoba koja koristi taj sustav zaštite. Sve pravne osobe koje izvode poslove provjere ispravnosti stabilnih sustava zaštite od požara trećim osobama moraju biti registrirane te ispunjavati određene uvjete.

Zahtjev za izdavanje ovlaštenja za provjeru ispravnosti stabilnih sustava podnosi se Ministarstvu unutarnjih poslova te uz zahtjev treba priložiti [20]:

- izvod iz registra trgovačkog suda,
- popis imena i prezimena, OIB osoba za obavljanje poslova za koje se traži ovlaštenje te isprava kojom se dokazuje smjer i stupanj obrazovanja,
- isprave kojima se dokazuje radni odnos s osobama za obavljanje poslova za koje se traži ovlaštenje,
- isprave o položenom stručnom ispitu za poslove ispitivanja sustava za osobe za obavljanje poslova za koje se traži ovlaštenje,
- popis opreme potrebne za obavljanje poslova za koje se ovlaštenje traži s navedenim inventarskim brojevima,
- potvrda o uplaćenju upravnoj pristojbi.

Ispitivanje mogu provoditi osobe koje imaju stalni radni odnos kod pravne osobe koja provodi ispitivanje te imaju položen stručni ispit prema Pravilniku o programima i načinu polaganja stručnog ispita za obavljanje poslova ispitivanja sustava za dojavu i gašenje požara (NN 35/1994). Osoba koja vodi ispitivanje naziva se voditelj ispitivanja a pomažu mu ostali zaposlenici koji su zaposleni u stalnom radnom odnosu i imaju položen stručni

ispit u pravnoj osobi koja provodi ispitivanje. Voditelj ispitivanja mora biti osoba koja ima stručno znanje za provedbu ispitivanja.

Popis opreme koja je potrebna za obavljanje provjere ispravnosti stabilnih sustava [20]:

- univerzalni mjerni električni instrument,
- uređaj za mjerenje električnog otpora izolacije,
- uređaj za mjerenje kapaciteta akumulatorske baterije,
- sredstvo veze (dva komada),
- zaporni sat,
- mjerna traka (25 - 50 metara),
- pomična mjerka,
- zvukomjer (0 - 120 dB),
- termometar (-20 do +60°C),
- higrometar,
- mjerač brzine strujanja zraka (do 20 m/s)
- manometri odgovarajućeg mjernog područja najmanjeg promjera od 100mm i klase točnosti 1.6 ili manje,
- čelični trometar
- uređaj za određivanje nagiba cjevovoda,
- različiti priključci i slavine za ugradnju manometra na cjevovod,
- ključevi za vatrogasne spojke,
- komplet za određivanje protoka vode,
- komplet standardnog alata,
- refraktometar po Abbe-u (područje refrakcije 1.3330 - 1.3723),
- posuda za uzimanje uzorka pjene,
- kosina za hvatanje uzorka pjene,
- stalak za držanje uzorka pjene,
- vage propisane točnosti,
- kompresor za pretlak min 150 kPa,
- pumpa pretlaka min 10 MPa,
- boce sa ispitnim plinovima (s tehničkom specifikacijom) matanom, propanom, butanom i vodikom u koncentracijama od 20 i 40% DGE
- reduktor pritiska ispitnog plina

- adapter za mjernu glavu sa pripadajućim cijevima
- druga oprema neophodna za utvrđivanje ispravnosti sustava.

Provjera ispravnosti obavlja se na sljedećim sustavima [20]:

- sustav za otkrivanje i dojavu požara,
- sustav za gašenje požara plinskim sredstvima,
- sustav za gašenje pjenom,
- sustav za gašenje vodom,
- sustav za gašenje vodenom maglom,
- sustav za gašenje prahom,
- sustav za otkrivanje i dojavu prisutnosti zapaljivih plinova i para,
- hidrantska mreža,
- uređaji i instalacije za sprječavanje nastajanje i širenja požara i eksplozija,

Postupak provjere ispravnosti sustava provodi se ako nije drugačije definirano posebnim propisom [20]:

- pregled odobrene projektne dokumentacije,
- pregled izvedenog stanja u odnosu na projektirano stanje,
- pregled isprava o uporabljivosti pojedinih elemenata sustava propisanih posebnim propisima kao i isprava o provedenim ispitivanjima propisanih posebnim propisom (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 pomoćnog 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.

6. PRIKAZ SUSTAVA ZAŠTITE OD POŽARA U TRGOVAČKOM CENTRU STOP & SHOP DARUVAR

Prikazat će se mjere i postupci koji se provode kod zaštite od požara te kada je potrebna vatrogasna intervencija na objektu trgovačkog centra "Stop & Shop" Daruvar, Augusta Šenoe 1, u slučajevima kada je zbog nastanka požara, eksplozije ili nekog drugoga događaja ugrožen život i zdravlje ljudi, te imovine i materijalna dobra.

6.1 Lokacija, površina

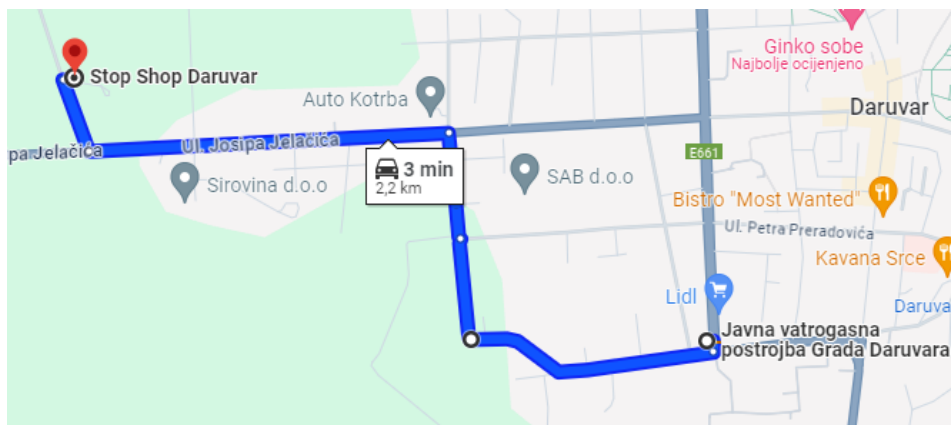
Trgovački centar Stop & Shop se nalazi na zapadnom dijelu grada Daruvara kod križanju ulice Josipa Jelačića i ulice Augusta Šenoe. Površina trgovačkog centra 9396 m² u koje spadaju 11 trgovačkih prostora a ukupna površina iznosi 28297 m². Na Slici 43. prikazan je plan rasporeda i ugostiteljskih objekata.



Slika 43. Plan rasporeda i ugostiteljskih objekata [21]

6.2 Udaljenost trgovačkog centra od vatrogasne postrojbe

Najbliži put od Javne vatrogasne postrojbe Grada Daruvara do trgovačkog centra Stop & Shop je 2,2 km te je potrebno oko 3 minute (Slika 44.).



Slika 44. Prikaz udaljenosti trgovačkog centra od vatrogasne postrojbe [21]

6.3 Trgovački, skladišni i dostavni dio

U sklopu trgovačkog centra Stop & Shop nalaze se sljedeći trgovački i ugostiteljski objekti: Jysk, Sport vision, NKD, Plodine, Optika Anda, Sinsay, dm, Deichmann, Kik, Offertissima, Zoocity, Mana, Green room, Admiral, Vacom.

Svaki trgovački i ugostiteljski objekt ima svoj trgovački i skladišni dio u sklopu svog prostora u objektu trgovačkog centra.

6.4 Vatrodojavna centrala Inim electronics Smart Line 020-4

Trgovački centar Stop & Shop u Daruvaru koristi klasičnu vatrodojavnu centralu s 4 vatrodojavne zone, proširiva do 20, 32 detektora po zoni (Slika 45.). Posjeduje baterijsko napajanje 2x12V 7Ah.



Slika 45. Vatrodojavna centrala u trgovačkom centru Stop & Shop [21]

6.5 Stabilni sustav za gašenje Sprinkler u trgovačkom centru Stop & Shop

Karakteristike stabilnog sustava u trgovačkom centru su sljedeće:

- Izvor vode je akumulacijski spremnik (Slika 46. lijevo) smješten južno od građevine, te postoji pomoćni izvor vode priključak za vatrogasna vozila sa dvije vatrogasne spojnice tip "B" (Slika 46. desno)



Slika 46. Podzemni akumulacijski spremnik (lijevo), priključak za vatrogasno vozilo sprinkler stanice (desno) [21]

Potopna sprinkler pumpa WILO, tip KM 350 se nalazi u podzemnom akumulacijskom spremniku (Slika 47.).



Slika 47. Otvor za ulaz u podzemno akumulacijski spremnik gdje se nalazi potopna sprinkler pumpa [21]

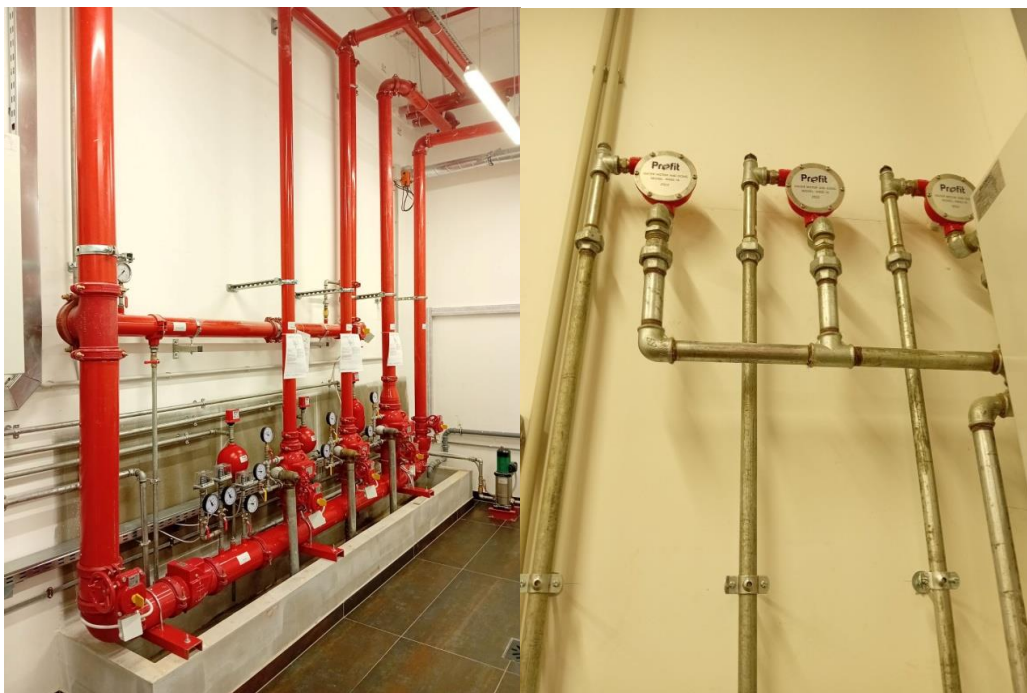
Pumpa za održavanje tlaka u sustavu (jockey pump) Wilo, tip Medana CV1-L409-1/E/E/160 (Slika 48.)



Slika 48. Pumpa za održavanje tlaka u sustavu [21]

U trgovačkom centru Stop&Shop u Daruvaru stabilni sustav za gašenje požara je zbog veličine centra podijeljen u 3 zone zbog toga je potrebno imati:

- mokri sprinkler ventil (zona 1),
- mokri sprinkler ventil (zona 2),
- mokri sprinkler ventil (zona 3),
- tampon boce (3 komada),
- tlačna sklopka (zona 1),
- tlačna sklopka (zona 2),
- tlačna sklopka (zona 3),
- tlačna sklopka sprinkler pumpe (2 komada),
- tlačna sklopka jockey pumpe,
- alarmno zvono Profit WMG-16 (3 komada).



Slika 49. Sprinkler stanica sa pripadajućom armaturom (lijevo), alarmno zvono (desno)
[21]

U svakoj Sprinkler stanici potrebno je imati ormarić sa rezervnim Sprinkler mlaznicama i alatom za izmjenu mlaznica (Slika 50.).



Slika 50. Rezervne sprinkler mlaznice u Stop&shop centru [21]

Na slici 51. prikazan je elektro-upravljački ormar.



Slika 51. Elektro upravljački ormar u Stop&shop centru [21]

Cjevovod je izrađen od bezšavnih zavarenih cijevi u požarnim sektorima. Ostala oprema su kontrolni manometri, ostala regulacijska, kontrolna i zaporna oprema

6.6 Princip rada stabilnog sustava za gašenje požara u trgovačkom centru Stop&Shop Daruvar

Nakon što se rasprsne ampula u sprinkler mlaznici tlak vode u cjevovodu između sprinkler ventila i mlaznice počne opadati. Narušava se ravnoteža tlakova u sprinkler ventilu, pa viši tlak u dovodnom cjevovodu podiže padanj i otvara sprinkler ventil. Otvaranjem ventila voda ulazi u signalni uređaj, djeluje na tlačnu sklopku (daljinska signalizacija požara) i pokreće vodenu turbinu koja pogoni zvono i daje zvučni signal da je uređaj proradio. Nadalje voda strujanjem kroz cijevnu mrežu dolazi do otvorenih sprinkler mlaznica i gasi požar. Signal prorade uređaja preko tlačne sklopke proslijeđuje se u vatrodojavnu centralu koja uključuje alarm - sirenu i telefonskom linijom nadzorni centar ili dežurno osoblje.

6.7 Pregled i ispitivanje stabilnog sustava u Stop&shop Daruvar

Prilikom pregleda i ispitivanja izvršavaju se sljedeće radnje:

- pregled odobrene projektne tehničke dokumentacije, odnosno usklađenost prema važećim propisima u vrijeme izrade sustava,
- pregled odgovara li izvedeno stanje projektiranom,

- pregled dokumenata o kakvoći sastavnih elemenata izvedene instalacije,
- smještaj - građevinska izvedba sprinkler ventilske stanice (vatrootpornost zidova i stropa),
- vizualno ispitivanje cjevovoda te pripadajuće armature i opreme (oštećenja i nepravilnosti),
- provjera smještaja i rasporeda sprinkler mlaznica te pokrivanje štićenog prostora,
- pregled i provjera sustava za dobavu vode:
 - provjera količine vode u akumulacijskom spremniku,
 - pregled priključka na gradsku vodovodnu mrežu, pregled napojnog cjevovoda,
- pregled, smještaj i izvedba priključka za rezervnu opskrbu vodom Sprinkler sustava pomoću vatrogasnog vozila,
- provjera rada kontrolno signalne stanice,
- provjera ispravnosti i smještaja mjernih instrumenata (manometri, nivokaz spremnika),
- stanje i provjera kapaciteta protupožarne sprinkler crpke.
- provjera automatskog uključivanja protupožarne sprinkler crpke,
- provjera automatskog uključivanja i isključenja napojne crpke kolektorskog cjevovoda "Jockey" crpke vodom,
- provjera tlaka i protoka vode,
- provjera rada alarma - signalizacije i slanje signala vatrodojavnoj centrali uključujući uključivanje zvučnog alarma – sirene,
- provjera izvedbe i ispravnosti dovoda i razvoda električne energije,
- provjera ispravnosti i pouzdanosti uređaja za uključivanje, isključivanje, regulaciju, upravljanje i signalizaciju,
- provjera ispravnosti uključivanja rezervnog napajanja (diesel agregat) na nestanak mrežnog napona, te provjera rezervnog el. napajanja crpke,
- provjera dali se gibanje stroja ili uređaja odnosno njegovih dijelova ostvaruju prema oznakama koje pokazuju način upotrebe,
- ispitivanje dali je zaštita od izravnog dodira dijelova pod naponom provedena izoliranjem i smještajem u odgovarajuće kućište,
- pregled električnih shema i oznaka,

- pregled upravljačkog elektro ormara, te provjera automatskog rada sustava,
- provjera instalacija za izjednačavanje potencijala,
- pregled shema uređaja - instalacije, te uputa za rad i održavanje,
- ostali elementi o kojima ovisi ispravan rad stabilnog sustava za gašenje.

6.8 Korištena oprema i instrumenti kod ispitivanja

Prilikom pregleda i ispitivanja korištena je sljedeća oprema i instrumenti:

- uređaj za aktiviranje optičkih javljača požara Siemens Cerberus tip RE6,
- uređaj za aktiviranje termičkih javljača požara Siemens Cerberus tip RE6T,
- višenamjenski mjerni instrument,
- uređaj za mjerenje kapaciteta akumulatorske baterija Metrel,
- sredstvo veze,
- zaporni sat za mjerenje vremena protoka,
- integracijski zvukomjer Bruel & Kjaer, tip 2236,
- pomična mjerka i mjerna traka.

6.9 Projektno tehnička dokumentacija

Prilikom pregleda i ispitivanja stabilnog sustava u Stop&Shop Daruvar potrebno je pregledati odobrene projektno tehničke dokumentacije te dali je izrađena u skladu sa važećim propisima u vrijeme izrade sustava, te bi trebalo pregledati slijedeću dokumentaciju:

- građevinska dozvola,
- glavni projekt, strojarski projekt,
- izvedbeni projekt, strojarski projekt sprinkler instalacije,
- zapisnik o tlačnoj probi,
- izjave o svojstvima.

6.10 Zapisnik o tlačnoj probi

Zapisnik o tlačnoj probi potvrđuje da je kompletna instalacija ispitana te da propuštanje nije utvrđeno. Zapisnik o tlačnoj probi provodi se za tlačnu probu i probu nepropusnosti. Vrijeme trajanja tlačne probe je 24 sata pri tlaku od 16 bara. Na zapisniku je točno navedenu kojeg datuma je započeta tlačna proba i kada je završila tlačna proba. Uz tlačnu probu izvršava se još optički pregled stabilnog sustava.

6.11 Postupanje prilikom zaprimanja dojave na intervenciju

Prilikom aktiviranja vatrodojavnog sustava u trgovačkom centru Stop & Shop u Daruvaru vatrodojavna centrala prosljeđuje putem telefonske linije glasovnu poruku Javnoj vatrogasnoj postrojbi Grada Daruvara da je došlo do požara u trgovačkom centru. Odmah po zaprimljenoj dojavi dežurni dispečer uzbuđuje dežurnu smjenu o vatrogasnoj intervenciji u trgovačkom centru. Odmah po zaprimljenoj dojavi se opremaju za intervenciju i upućuju se na mjesto intervencije, u međuvremenu dežurni dispečer pokušava stupiti u kontakt sa službom održavanja Stop & Shop centra kako bi pokušao saznati točno o čemu se radi, intenzitetu požara i broju ozlijeđenih itd.

7. ZAKLJUČAK

Razvojem industrije pojavljuje se potreba za uređajima za zaštitu od požara kako bi se zaštitila imovina i radna mjesta ljudima. U 19. stoljeću su dizajnirani prvi sprinkler sustavi za gašenje požara i instalirani u zgrade od posebnog značaja. U današnje vrijeme oprema i uređaji za otkrivanje, dojavu i gašenje požara bitan su element u zaštiti objekata od požara u smislu brzog otkrivanja i gašenja požara. Ulaganjem u opremu i uređaje za otkrivanje, dojavu i gašenje požara smanjujemo rizik od nastanka velike materijalne štete i mogućih štetnih posljedica na ljudske živote, te brzo otklanjanje posljedica požara i nastavak proizvodnje u industrijskim objektima uz minimalne investicije popravka pogona. Razvojem stabilnih sustava i sredstava za gašenje požara razvijaju se novi stabilni sustavi za gašenje požara sa novim sredstvima za gašenje požara. Danas ova oprema i uređaji postaju sve jeftiniji i dostupniji te ih je moguće ugraditi u vlastite domove, garaže, radionice te time povećavamo sigurnost za svoju imovinu i ljudske živote.

Razvojem tehnologije i pojavom poluvodičkih elemenata dolazi do razvoja sustava za dojavu požara koji su također bitan faktor uz stabilne sustave za gašenje požara u sprečavanju velikih materijalnih šteta na objektima. Njihova primarna zadaća je otkrivanje požara u početnoj fazi kako bi se minimalizirala šteta i spriječilo brzo širenje požara unutar požarnih sektora ili objekata. Današnjim razvojem tehnologije sustavi za dojavu požara su spojeni na vatrogasne postrojbe sa stalnim dežurstvom. Ovi sustavi u realnom vremenu prosljeđuju statuse vatrodojavne centrale odnosno javljača vatrogasnim postrojbama te se time smanjuje vrijeme reagiranja i izlaska vatrogasnih postrojbi na mjesto intervencije – požara.

U nekim slučajevima oprema i uređaji za otkrivanje, dojavu i gašenje požara zbog neispravnosti i nepravilne instalacije nije reagirala pa nije bilo moguće spriječiti veću materijalnu štetu stoga je važno da budu pravilno izvedeni i napravljeni u skladu sa zakonskim normama. Odnosno potrebno je redovito održavati i servisirati uređaje i opremu za gašenje požara sa automatskim radom prema određenim smjernicama (npr. NFPA 25, VdS CEA itd.). Gdje je prema smjernicama točno određeno u kojim intervalima i što treba pregledati, servisirati ili zamijeniti. Također je potrebno redovito održavati i provjeravati njihovu ispravnost i otklanjati kvarove i propuste kako bi zaštita

od požara bila što bolja. Samo ispravnim korištenjem, servisiranjem i pridržavanjem smjernica proizvođača jamči se siguran i ispravan rad opreme i uređaja za otkrivanje, dojavu i gašenje požara te time sigurnost za imovinu koju štite.

8. LITERATURA

- [1] Šmejkal Z.: „Uređaji, oprema i sredstva za gašenje i zaštitu od požara”, Savez kemičara i tehnologa Hrvatske, Kemija u industriji, Zagreb, (1991.), ISBN: 953-80907-11-1
- [2] Ivančić Z., Kirin S.: „Izvori požarne opasnosti”, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, (2010.), ISBN: 978-953-7343-32-3
- [3] Vatrodojavna centrala FPA 1200 C fire panel, <https://commerce.boschsecurity.com/pl/pl/FPA-1200-C-Fire-Panel/p/9628181259/>, pristupljeno: 30.01.2023.
- [4] Carević M., Jukić P., Kaštelanac Z., Sertić Z.: „Tehnički priručnik za zaštitu od požara”, Zagrebinspekt d.o.o. za kontrolu i inženjering, Grafo-Amadeus, Zagreb, (1997.), ISBN: 9539723906
- [5] Upute za vatrodojavne alarme NFPA Today, <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Publications-and-media/Blogs-Landing-Page/NFPA-Today/Blog-Posts/2021/04/14/A-Guide-to-Fire-Alarm-Basics-Initiation?icid=W483>, pristupljeno: 10.01.2023.
- [6] Vatrogasni sustavi za detekciju, <https://evenos.com.tr/en/fire-detection-systems>, pristupljeno: 22.01.2023.
- [7] Protupožarni javljači, <https://www.tehnomobil-elsting.hr/media/k2/attachments/Protupozarni-javljac.pdf>, pristupljeno: 23.01.2023.
- [8] Puljić I.: „Vatrodojavni sustavi”, završni rad, Sveučilište u Splitu, 2020.
- [9] Vatrodojavna sirena i bljeskalice, <https://kamir.hr/vatrodojava-sirene-i-bljeskalice#/noFilterApplied>, pristupljeno: 23.01.2023.
- [10] Grupa autora: „Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika”, Hrvatska vatrogasna zajednica, Zagreb, (2006.), ISBN: 9789536385164
- [11] Sprinkler sustav, <http://www.aling.hr/clanak/38/sprinkler-sustav>, pristupljeno: 04.02.2023.

- [12] Mlaznice i oprema, <https://www.interprotekt.com/categories/mlaznice-i-opreme>, pristupljeno: 15.02.2023.
- [13] Sprinkler sustav, <https://ecstechnicalservices.com/fire-sprinkler-systems/>, pristupljeno: 04.02.2023
- [14] Preaction sprinkler sustav, <https://www.foxvalleyfire.com/product/deluge-pre-action-systems/>, pristupljeno: 04.02.2023
- [15] Pjena, voda, vodena magla sustavi za gašenje NFPA 16, <https://www.enggcyclopedia.com/2011/11/foam-water-spray-systems-fire-protection-nfpa-16/>, pristupljeno: 06.02.2023
- [16] Drencher sustavi, uređaji za hlađenje i gašenje raspršenom vodom, <https://www.zastita.eu/baza-znanja/drencher-sustav-uredjaj-za-hladjenje-i-gasenje-rasprsenom-vodom>, pristupljeno: 06.02.2023
- [17] Gašenje požara ugljičnim dioksidom, <http://www.virsistem.co.rs/gasenje-pozara/gasenje-ugljen-dioksidom/>, pristupljeno: 08.02.2023
- [18] Cindrić D.: „Unutarnja i vanjska hidrantska mreža za gašenje požara”, završni rad, Veleučilište u Karlovcu, (2015.)
- [19] Pravilnik o hidrantskoj mreži za gašenje požara (NN 08/2006)
- [20] Pravilniku o provjeri ispravnosti stabilnih sustava zaštite od požara (NN 44/2012, 98/2021)
- [21] Arhiva JVP Grada Daruvara
- [22] Pravilnik o sustavima za dojavu požara, NN 56/1999
- [23] Uvod u sustave vatrodojave, https://www.aurel.hr/download/documents/read/projektiranje-vatrodojave_13, pristupljeno: 30.01.2023
- [24] Voda, pjena sprinkler sistemi, <https://ace-control.com.sg/products/viking/water-foam-deluge-sprinkler-system/>, pristupljeno: 04.02.2023

[25] NFPA 15 usporedba sa VDS uputama za održavanje sprinkler sustava, <https://risklogic.com/nfpa-25-vs-vds-cea-guidelines-for-sprinkler-systems/>, pristupljeno: 26.02.2023

[26] VdS CEA 4001 smjernice za sprinkler sustave

9. PRILOZI

9.1 Popis slika

Slika 1. Prikaz osnovnih elemenata za dojavu požar [1]	1
Slika 2. Veličina štete od požara ovisi o vremenu proteklom do početka gašenja požara [1]	2
Slika 3. Vatrodojavna centrala Bosch FPA 1200 [3].....	4
Slika 4. Princip rada termomaksimalnog javljača s bimetalnom trakom [1]	5
Slika 5. Princip rada termomaksimalnog javljača sa diskom [5]	5
Slika 6. Prikaz rada pneumatskog javljača sa membranom [5]	6
Slika 7. Osnovni elementi ionizacijskog javljača [1]	7
Slika 8. Utjecaj dima na jakost električne struje kroz otvorenu komoru ionizacijskog javljača [5]	7
Slika 9. Princip rada optičkog javljača požara s rasipanjem svjetlosnog snopa [5]	8
Slika 10. Princip rada optičkog javljača požara s apsorpcijom svjetlosti [1]	8
Slika 11. Prikaz valne duljine plamena u odnosu na valne duljine sunca i žarulje [1].....	9
Slika 12. Prikaz udaljenosti javljača od plamena ovisno o intenzitetu plamena [1]	10
Slika 13. Osnovni dijelovi infracrvenog javljača požara [1]	10
Slika 14. Javljač požara sa ultraljubičastim i infracrvenim senzorom [6].....	11
Slika 15. Osnovni dijelovi ultraljubičastoga javljača požara [1]	11
Slika 16. Ručni javljači različite namjene ovisno o boji. [7].....	12
Slika 17. Ručni javljač sa vidljivom adresom [8].....	13
Slika 18. Kabel vatrodojavni 2x2x0,8 - JB-Y(ST)Y [8]	13
Slika 19. Vatrodojavna sirena [9]	14
Slika 20. Adresabilna vatrodojavna sirena od 100 db [9]	14
Slika 21. Vanjska sirena sa bljeskalicom [9]	15
Slika 22. Izbor javljača ovisno o fizikalnoj veličini [2]	16
Slika 23. Enigma II višelinijski prijamnik alarmnih događaja [21]	19
Slika 24. Vatrogasni sef sa ključevima [21]	19
Slika 25. Sprinkler shema [11]	22
Slika 26. Sprinkler mlaznica sa staklenom ampulom [12]	23
Slika 27. Sprinkler mlaznica sa topivim elementom [12]	24
Slika 28. Sprinkler mlaznice prema konstrukciji i prema tipu ugradnje [12].....	25
Slika 29. Mokri Sprinkler sustav [13]	27
Slika 30. Suhi sprinkler sustav [13].....	28
Slika 31. Preaction sprinkler sustav [14]	29
Slika 32. Sustav sprinkler s pjenom [15].....	30
Slika 33. Drencher sustav sa deluge ventilom [16]	37
Slika 34. Prikaz zaštite pomoću drencher stabilnog sustava [16]	38
Slika 35. Baterije čeličnih boca u kojima se nalazi ugljični dioksid [17]	42
Slika 36. Stabilni sustav sa ugljičnim dioksidom niskog tlaka [17].....	44

Slika 37. Stabilni sustav sa ugljičnim dioksidom visokog pritiska [17].....	45
Slika 38. Oznaka za hidrant [18]	46
Slika 39. Nadzemni hidrant [18].....	48
Slika 40. Podzemni hidrant [18].....	48
Slika 41. Unutarnji hidrantski ormarić s bubnjem namotanom cijevi i mlaznicom (lijevo) i hidrantski ormarić sa vatrogasnom cijevi i mlaznicom (desno)[18]	49
Slika 42. Prikaz šticeenja prostorije unutarnjom hidrantskom mrežom [18]	50
Slika 43. Plan rasporeda i ugostiteljskih objekata [21]	59
Slika 44. Prikaz udaljenosti trgovačkog centra od vatrogasne postrojbe [21].....	60
Slika 45. Vatrodjavna centarala u trgovačkom centru Stop & Shop [21]	60
Slika 46. Podzemni akumulacijski spremnik (lijevo), priključak za vatrogasno vozilo sprinkler stanice (desno) [21]	61
Slika 47. Otvor za ulaz u podzemno akumulacijski premnik gdje se nalazi potopna sprinkler pumpa [21]	61
Slika 48. Pumpa za održavanje tlaka u sustavu [21]	62
Slika 49. Sprinkler stanica sa pripadajućom armaturom (lijevo), alarmno zvono (desno) [21]	63
Slika 50. Rezervne sprinkler mlaznice u Stop&shop centru [21].....	63
Slika 51. Elektro upravljački ormar u Stop&shop centru [21]	64

9.2 Popis tablica

Tablica 1. Podjela sprinkler mlaznica sa staklenom ampulom prema temperaturi aktiviranja	23
Tablica 2. Podjela sprinkler mlaznica sa topivim elementom prema temperaturi aktiviranja	24
Tablica 3. Prikaz usporedbe zahtjeva za održavanje sprinkler sustava prema normama VdS CEA i NFPA 25.....	31
Tablica 4. Prikaz usporedbe stabilnih sustava za gašenje požara.....	52