

MATERIJALI ZA STRUČNI ISPIT IZ PODRUČJA ZAŠTITE OD POŽARA

Zagreb, veljača 2026. god.

S A D R Ž A J

1. TEORIJA PROCESA GORENJA I GAŠENJA

1.1. Građa atoma i periodni sustav elemenata

1.2. Kemijska veza i struktura molekula

2. JEDNADŽBE IZGARANJA

2.1. Volumen produkata izgaranja.

2.2. Teoretski utrošak zraka pri izgaranju

3. TEORIJA GORENJA

3.1. Kinetika gorenja

3.2. Teorija oksidacije gorivih tvari

4. PROCES GORENJA

4.1. Opći pojmovi o gorenju

4.2. Uvjeti potrebni za gorenje

4.3. Agregatna stanja

5. TERMODINAMIKA POŽARA

5.1. Osnovni pojmovi

5.2. Osnovni oblici prijenosa topline

6. NAČINI IZGARANJA

6.1. Izgaranje žarom

6.2. Izgaranje plamenom

6.3. Kombinirano izgaranje plamenom i žarom

6.4. Piroliza drva

6.5. Produkti izgaranja

7. POŽAR

7.1. Tijek požara

7.2. Flashover – definicija

7.3. Projektirano požarno opterećenje

7.4. Stvaranje dima

8. GORIVE TVARI

9. POJMOVI VEZANI UZ GORENJE

9.1. Temperatura izgaranja

9.2. Temperatura požara i vrijeme njegovog trajanja

9.3. Kalorijska moć tvari - topline izgaranja

9.4. Požarno opterećenje

10. EKSPLOZIJE

10.1. Uzroci, širenje i posljedice eksplozija

10.2. Difuzija

10.3. Procjena opasnosti na osnovu određivanja koncentracije zapaljivih smjesa eksplozimetrom

10.4. Smjesa tvari

10.5. Temperaturne granice eksplozivnosti

10.6. Izračunavanje stehiometrijske koncentracije

10.7. Izračunavanje tlaka eksplozije

10.8. Izračunavanje eksplozivne koncentracije uzvratne prašine

11. POJAVA ZAMAZAPALJENJA

11.1. Samozagrijavanje tvari pod utjecajem samooksidacije

i inih egzotermnih promjena tvari

11.2. Zapaljenje tvari kemijskom reakcijom

12. UZROČNICI PALJENJA

- 12.1. Električna struja
- 12.2. Otvoreni plamen i užarene čestice
- 12.3. Statički elektricitet
- 12.4. Ultrazvuk
- 12.5. Ionizirajuće zračenje

13. SVOJSTVA I POŽARNE OPASNOSTI TVARI

- 13.1 Elementi
- 13.2 Zasićeni ugljikovodici
- 13.3. Nezasićeni ugljikovodici
- 13.4. Aromatski ugljikovodici
- 13.5. Svojstva i požarne opasnosti organskih tvari, koje sadrže kisik
 - 13.5.1. Alkoholi
 - 13.5.2. Požarne opasnosti aldehida, ketona i karbonskih kiselina
 - 13.5.3. Prašina ugljena i čađa
 - 13.5.4. Fosfor
 - 13.5.5. Guma

14. GAŠENJE

- 14.1. Opća razmatranja o postupku gašenja
- 14.2. Glavni učinci (efekti) gašenja

15. SREDSTVA ZA GAŠENJE

- 15.1. Voda
- 15.2. Pjena
- 15.3. Ugljikov dioksid (CO₂)
- 15.4. Haloni
- 15.5. Prah
- 15.6. Retardanti
- 15.7. Supresanti

16. OZNAKE ZA KLASIFIKACIJU TVARI I ROBE GLEDE OPASNOSTI PRI POŽARU

- 16.1. Kategorija i stupanj opasnosti (Dijamant opasnosti)
- 16.2. Klasifikacija tvari i roba prema ponašanju u požaru
- 16.3. Klasifikacija zapaljivih tekućina prema plamištu i vrelištu

17. PRIJEVOZ OPASNIH TVARI

- 17.1. Klasifikacija opasne robe
- 17.2. Table (ploče) opasnosti
- 17.3. Listice opasnosti

1. PREVENTIVNE MJERE ZAŠTITE OD POŽARA

2.1. GRAĐEVINSKE MJERE ZAŠTITE OD POŽARA

2.1.1. POSTUPAK PREDVIĐEN ZAKONOM KOJIM SE OSIGURAVA PROVEDBA GRAĐEVINSKIH I DRUGIH MJERA ZAŠTITE OD POŽARA

- 2.1.1.1. Posebni uvjeti građenja iz područja zaštite od požara
- 2.1.1.2. Prikaz mjera zaštite od požara i isprava pravne osobe odgovorne za projektiranje
- 2.1.1.3. Suglasnost na mjere zaštite od požara predviđene u glavnom projektu i uporabna dozvola
- 2.1.1.4. Održavanje projektiranih i izvedenim mjera zaštite od požara
- 2.1.1.5. Uloga djelatnika odgovornog za zaštitu od požara u provedbi građevinskih mjera zaštite od požara

2.1.2. TEMELJNI ZAHTJEVI ZAŠTITE OD POŽARA GRAĐEVINA

- 2.1.2.1. Požarne značajke građevinskih materijala i vrijedeće norme prema kojima se materijali ispituju
- 2.1.2.1.1. Vrijedeće hrvatske norme za ispitivanje požarnih svojstava građevinskih materijala
- 2.1.2.2. Otpornost na požar građevinskih elemenata i konstrukcija i vrijedeće norme prema kojima se ispituje otpornost na požar
- 2.1.2.2.1. Način ispitivanja građevinskih konstrukcija u pogledu otpornosti na požar

2.1.3. ZAHTJEVI U VEZI S OČUVANJEM NOSIVOSTI KONSTRUKCIJA GRAĐEVINA U SLUČAJU POŽARA KOJI SU SADRŽANI U POSTOJEĆOJ ZAKONSKOJ REGULATIVI

- 2.1.3.1. Postupci predviđeni zakonom
- 2.1.3.1.1. Određivanje klase otpornosti na požara temeljem hrvatskih propisa
- 2.1.3.2. Odabir građevinskih konstrukcija koje imaju traženu klasu otpornosti na požar
- 2.1.3.2.1. Određivanje otpornosti na požar građevinskih konstrukcija ispitivanjem

2.1.4. PONAŠANJE U POŽARU I NAČINI ZAŠTITE OD POŽARA GRAĐEVINSKIH KONSTRUKCIJA OVISNO O MATERIJALU IZRADE

- 2.1.4.1. Čelične konstrukcije
- 2.1.4.2. Drvene konstrukcije
- 2.1.4.3. Betonske i armirano-betonske konstrukcije
- 2.1.4.4. Zidane konstrukcije
- 2.1.4.5. Računsko određivanje otpornosti na požar nosivih konstrukcija prema UROCODOVIMA

2.1.5. POŽARNO SEKTORIRANJE GRAĐEVINA

- 2.1.5.1. Veličine požarnih sektora
- 2.1.5.2. Načini izvedbe požarnih sektora
- 2.1.5.3. Požarni zidovi
- 2.1.5.3.1. Zahtjevi za sprječavanje vodoravnog prijenosa požara kod požarnih zidova
- 2.1.5.3.2. Načini izvedbe požarnih zidova na krovu građevine
- 2.1.5.3.3. Načini izvedbe požarnih zidova kod građevine različite visine
- 2.1.5.3.4. Zatvaranje otvora u građevinskim konstrukcijama koje omeđuju požarne sektore
- 2.1.5.3.5. Zatvaranje otvora u vatrootpornim zidovima i stropovima pokretnim elementima
- 2.1.5.3.6. Vatrootporna vrata
- 2.1.5.3.7. Zaklopke u ventilacijskim i klimatizacijskim sustavima
- 2.1.5.3.8. Zatvaranje otvora u zidovima otpornim na požar kod prolaza različitim cjevovoda i instalacija

2.1.6. ZAŠTITA OD DIMA

- 2.1.6. Građevinske mjere zaštite od dima

2.1.7. ZAŠTITA OD PRIJENOSA POŽARA MEĐU SUSJEDNIM GRAĐEVINAMA

2.1.8. VATROGASNI PRISTUPI DO OBJEKATA

2.1.9. IZLAZNI PUTEVI IZ GRAĐEVINA U SLUČAJU POŽARA

- 2.1.9.1. Temeljni zahtjevi sadržani u vrijedećim hrvatskim propisima i pravilima tehničke prakse
- 2.1.9.2. Broj i raspored izlaza
- 2.1.9.3. Određivanje udaljenosti do izlaza
- 2.1.9.4. Prostorni parametri (širina i visina hodnika, stuba i dr.)
- 2.1.9.5. Vatroopornost izlaznih putova
- 2.1.9.6. Materijali za oblaganje podova, zidova i stropova izlaznih putova
- 2.1.9.7. Nužna rasvjeta
- 2.1.9.8. Označivanje izlaza

2.2. TEHNIČKO - TEHNOLOŠKE MJERE ZAŠTITE OD POŽARA

2.2.1. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA PRI IZVEDBI RADOVA ZAVARIVANJA, REZANJA, LEMLJENJA I SRODNIH TEHNIKA RADA

2.2.2. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA I EKSPLOZIJA PRI ČIŠĆENJU POSUDA ZA ZAPALJIVE TEKUĆINE

2.2.4. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA U ELEKTROENERGETSKIM POSTROJENJIMA

- 2.2.4.1. Mjere zaštite od požara u elektroenergetskim postrojenjima koja nisu daljinski vođena i daljinski nadzirana
- 2.2.4.2. Mjere zaštite od požara u elektroenergetskim postrojenjima koja su daljinski vođena i daljinski nadzirana

2.2.5. ISPITIVANJE ELEKTRIČNIH, PLINSKIH I DRUGIH INSTALACIJA

- 2.2.5.1. Ispitivanje električnih instalacija niskog napona
- 2.2.5.2. Ispitivanje i popravak električnih instalacija i uređaja u "S" - izvedbi
 - 2.2.5.2.1. Vrste zaštita
 - 2.2.5.2.2. Prvi pregled
 - 2.2.5.2.3. Periodični pregledi
 - 2.2.5.2.4. Pregledi uzoraka
 - 2.2.5.2.5. Stupnjevi pregleda
 - 2.2.5.2.6. Popravak električnih uređaja u „S“ - izvedbi
 - 2.2.5.2.7. Ispitivanje plinskih instalacija
- 2.2.5.3. Provjere, pregledi, provjere i ispitivanja plinskih kotlovnica
- 2.2.5.4. Ispitivanje gromobranske instalacije
- 2.2.5.5. Klimatizacijski ili ventilacijski kanali

2.2.6. PLINSKE KOTLOVNICE

2. OPREMA I NAPRAVE ZA DOJAVU POŽARA I ZA GAŠENJE POŽARA

3.1. VATROGASNI APARATI

3.1.1. PRIJENOSNI VATROGASNI APARATI

- 3.1.1.1. VATROGASNI APARATI S PRAHOM
- 3.1.1.2. VATROGASNI APARATI S CO₂
- 3.1.1.3. VATROGASNI APARATI S HALONOM
- 3.1.1.4. VATROGASNI APARATI S PJENOM ZA GAŠENJE
- 3.1.1.5. VATROGASNI APARATI ZA GAŠENJE VODOM
- 3.1.1.6. VATROGASNI APARATI ZA GAŠENJE POŽARA KLASA D

3.1.2. PRIJEVOZNI VATROGASNI APARATI

2.2. SUSTAV ZA DOJAVU POŽARA

3.2.1. JAVLJAČI POŽARA

- 3.2.1.1. RUČNI JAVLJAČI POŽARA
- 3.2.1.2. AUTOMATSKI JAVLJAČI POŽARA

3.2.2. DOJAVNE LINIJE

3.2.3. VATRODOJAVNA CENTRALA

3.2.4. IZVORI NAPAJANJA

3.2.5. UREĐAJ ZA UZBUNJIVANJE

3.2.6. UREĐAJI ZA PRIJENOS OBAVIJESTI

3.3. STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE POŽARA

3.3. STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE POŽARA

- 3.3.1.1. STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE TIPRA SPRINKLER
- 3.3.1.2. SUSTAVI TIPRA DRENCHER
- 3.3.1.2. STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE UGLJIČNIM DIOKSIDOM
- 3.3.1.3. STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE HALONOM
- 3.3.1.4. SUSTAVI S "CLEAR AGENTOM"
- 3.3.1.5. BACAČI PJENE I VODE

3.3.2. STABILNI SUSTAVI BEZ AUTOMATSKOG RADA

- 3.3.2.1. HIDRANTSKA MREŽA ZA GAŠENJE POŽARA

3. ODRŽAVANJE SUSTAVA I UREĐAJA ZA DOJAVU I GAŠENJE POŽARA

4.1. ISPITIVANJE STABILNIH SUSTAVA ZA DOJAVU I GAŠENJE POŽARA TE SUSTAVA ZA DOJAVU PRISUTNOSTI ZAPALJIVIH PLINOVA I PARA

4.2. ODRŽAVANJE VATROGASNIH APARATA

5. NORMATIVNO REGULIRANJE ZAŠTITE OD POŽARA

5.1. ZAKON O ZAŠTITI OD POŽARA

5.1.1. Opće odredbe

- 5.1.2. Organizacija zaštite od požara
- 5.1.3. Mjere zaštite od požara:

- 5.1.4. Gašenje požara
- 5.1.5. Nadzor nad provedbom mjera zaštite od požara
- 5.2. RAZVRSTAVANJE GRAĐEVINA I PROSTORA**
- 5.3. OPĆI AKTI IZ PODRUČJA ZAŠTITE OD POŽARA**
- 5.4. PLAN ZAŠTITE OD POŽARA**
 - 5.4.1. Plan zaštite od požara općine ili grada
 - 5.4.2. Plan zaštite od požara za područje Grada Zagreb i županije
 - 5.4.3. Plan zaštite od požara pravne osobe
- 5.5. PROCJENE UGROŽENOSTI**
 - 5.5.1. Temeljne sastavnice procjene ugroženosti
 - 5.5.2. Procjena ugroženosti županije i Grada Zagreba
 - 5.5.3. Procjena ugroženosti općine ili grada
 - 5.5.4. Procjena ugroženosti pravne osobe
 - 5.5.5. Prijedlog tehničkih i organizacijskih mjera
 - 5.5.6. Način izradbe procjene ugroženosti
 - 5.5.7. Metode za izradu procjene ugroženosti od požara i tehnoloških eksplozija za pravne osobe
 - 5.5.7.1. TRVB-100 austrijska metoda za procjenu ugroženosti i određivanje mjera zaštite od požara
 - 5.5.7.2. DOW metoda
 - 5.5.7.3. EURALARM (numerička metoda za analizu požarne ugroženosti)
- 5.6. EVIDENCIJE IZ PODRUČJA ZAŠTITE OD POŽARA**
- 6. KAZNENOPRAVNE I PREKRŠAJNE SANKCIJE**
 - 6.1. KAZNENA DJELA
 - 6.1.2. KAZNENOPRAVNE SANKCIJE
 - 6.1.3. KAZNENA DJELA PROTIV OPĆE SIGURNOSTI LJUDI I IMOVINE
 - 6.1.4. KAZNENA DJELA PROTIV SLUŽBENE DUŽNOSTI
 - 6.2. PREKRŠAJI
 - 6.2.1. KAZNE ZA PREKRŠAJE
 - 6.2.2. PRIMJENA PREKRŠAJNOG PRAVA REPUBLIKE HRVATSKE
 - 6.2.3. KAZNA ZATVORA ZA PREKRŠAJE
 - 6.2.4. POSTUPOVNE ODREDBE

1. TEORIJA GORENJA I GAŠENJA

Uvod

Vatra i gorenje su fenomeni koji su čovjeka fascinirali od najstarijih vremena te ih je on nastojao istražiti. Misterij koji je bio vezan uz pojavu gorenja nije se mogao riješiti sve do kraja 18. stoljeća. Prve pravilne pretpostavke u svezi s gorenjem vezane su uz početak moderne kemije.

Suvremena proizvodnja uvjetuje sve veću uporabu vrlo velikog broja novih, u većini slučajeva gorivih, pa čak i lako zapaljivih tvari i materijala.

1.1. GRAĐA ATOMA I PERIODNI SUSTAV ELEMENATA

Prije nego što damo općenito prihvatljivu definiciju oksidacije i gorenja potrebno je razjasniti neke važne kemijske pojmove iz ovog područja. Danas u atomsko doba nije teško reći da su **sve tvari** bez obzira na stanje u kojem se nalaze **građene od atoma**.

Atomi su građeni od jezgre (protoni i neutroni) i elektronskog omotača (elektroni).

Atomski broj

Broj protona u jezgri atoma nazivamo ATOMSKIM BROJEM. To je ujedno i redni broj elementa u periodnom sustavu elemenata.

Relativna atomska masa ili ATOMSKA TEŽINA je broj koji kazuje, koliko je puta masa nekog atoma veća od 1/12 mase atoma ugljika izotopa C-12.

Elektronske

ljuske

Oko jezgre svakog atoma kreću se elektroni. Broj elektrona u omotaču jednak je broju protona u jezgri. Svi **elektroni** u atomu **nemaju jednaku energiju**.

Stanje elektrona u atomu karakteriziraju četiri kvantna broja: n , l , m_l i m_s koji imaju ove oznake i vrijednosti:

Na temelju kvantnih brojeva određeno je i energetska stanje elektrona u atomu.

Orbitale i podljuske

Pokazalo se, međutim, da i elektroni u istoj ljuski nemaju jednaku energiju. Neki imaju manju a drugi veću. Zato u ljuskama razlikujemo još i **orbitale i podljuske**.

Svaka **orbitala** može primiti **najviše dva** elektrona uz uvjet da se ta dva **elektrona međusobno razlikuju po svojem spinu**.

Atomi različitih elemenata kojima posljednje ili vanjske ljuske imaju istu građu pokazuju **izvanrednu sličnost** u kemijskim svojstvima.

Elektroni ljuske koja je potpuno popunjena ne sudjeluju u kemijskim reakcijama.

Atomi plemenitih plinova imaju potpuno popunjenu vanjsku ljusku (osam elektrona) ili oktet te se ponašaju kao inertni za kemijske reakcije.

1.4. Kemijska veza i struktura molekula

1.4.1. Elektronska teorija valencije

Međusobnim spajanjem atoma istog elementa nastaju molekule tog elementa, a spajanjem atoma raznih elemenata nastaju kemijski spojevi točno određenog i stalnog kemijskog sastava. To svojstvo atoma nekog elementa da se spaja s određenim brojem atoma nekog drugog elementa naziva se njegovom *valencijom* (lat. *valentia* = moć ili kapacitet).

Kada se spajaju dva ili više atoma, oni to čine pomoću elektrona u svojim vanjskim ljuskama. Zato razlikujemo vanjske i unutarnje elektrone. Vanjski elektroni nazivaju se valentnim elektronima (služe za vezivanje atoma) i unutarnji elektroni koji ne sudjeluju u kemijskoj vezi.

Posebno su stabilne elektronske strukture plemenitih plinova koje imaju vanjsku elektronsku strukturu s 8 elektrona (najniža energija). Atomi se međusobno spajaju zato što spojeni čine energijski stabilniji sustav.

Atom bilo kojeg elementa nastoji poprimite elektronsku konfiguraciju plemenitih plinova i tako postići veću stabilnost. To se može postići primanjem ili gubljenjem elektrona pri čemu elektronske konfiguracije postaju identične s plemenitim plinom koji slijedi ili s plemenitim plinom na kraju periode. Odnosno, atomi nastoje da dobiju ili izgube toliko elektrona da broj elektrona u vanjskoj ljusci bude 8. To je tzv. Lewisova oktetna teorija valencije

1.4.1.1. Ionska veza

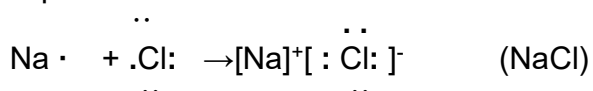
Ionska veza nastaje izmjenom elektrona među vezanim atomima. Nastaje spajanjem elemenata s lijeve i desne strane periodnog sustava.

Uzmimo primjer atom natrija i atom klora.

$\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{e}^-$ natrij daje elektron jer ima malu energiju ionizacije (elektron donor)

$\text{Cl} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^-$ klor prima elektron jer ima veliki elektronski afinitet (elektron akceptor)

Spajanje natrija i klora, uzevši u obzir samo vanjske elektrone, može se prikazati po ovako:



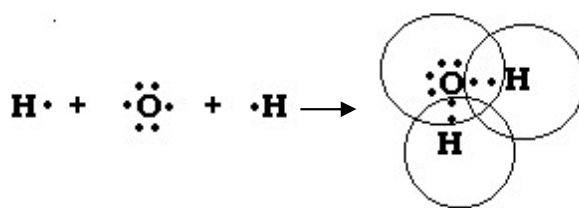
Pri tome atom natrija poprima konfiguraciju plemenitog plina neona s oktetom u vanjskoj ljusci, i oksidirajući se pritom, prelazi u pozitivno nabijeni ion. Atom klora primivši jedan elektron od natrija također poprima konfiguraciju plemenitog plina (argona) s oktetom u vanjskoj ljusci i prelazi u negativno nabijen ion.

Veza je elektrostatske prirode i naziva se **ionska ili heteropolarna veza**. Pozitivni i negativni ioni se uzajamno privlače, ali zbog toga što se ioni protivnog naboja privlače, a istoimeni odbijaju, oni se u prostoru rasporede tako da tvore ionsku kristalnu strukturu, tj. kristale. Broj naboja nastalih iona određuje njihovu valenciju koju tada nazivamo *ionskom valencijom ili elektrovalencijom*.

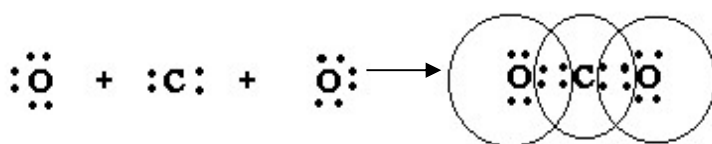
1.4.1.2. Kovalentna veza

Kovalentnom vezom vežu se atomi elemenata koji se nalaze na desnoj strani periodnog sustava elemenata. Ta se veza naziva još i "atomska", "nepolarna" i "kemijska".

Spajanje atoma kovalentnom vezom možemo također shematski prikazati vrlo jednostavno Lewisovim simbolima. Npr. pri spajanju vodika i kisika voda (vrlo česta reakcija u procesu gorenja) može se prikazati na slijedeći način:



Ili, još češća reakcija, nastajanje ugljičnog dioksida (CO₂) iz 1 atoma ugljika i 2 atoma kisika možemo prikazati ovom shemom



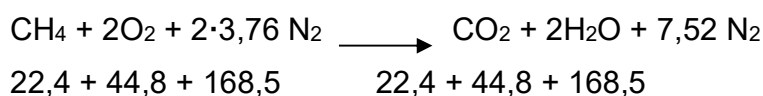
Tj. da se postigne oktet atoma kisika i ugljika u molekuli ugljikova dioksida, moraju nastati po dva zajednička elektronska para između atoma kisika i ugljika, tj. po dvije kovalencije.

U svim tim slučajevima, dakle, atomi nastaje postići stabilno stanje – elektronsku konfiguraciju plemenitog plina.

2. JEDNADŽBE IZGARANJA

Kod kemijske jednadžbe izgaranja na lijevoj strani jednadžbe su reaktanti a na desnoj strani su produkti.

Zapaljivi plinovi u smjesi sa zrakom mogu gorjeti samo ako su koncentracije plina u smjesi sa zrakom, odnosno kisikom ili nekim drugim oksidansom u točno određenom omjeru. Na primjer gorenje metana u zraku kao oksidansu:



Iz jednadžbe se vidi da je za potpuno gorenje 1 mola (22,4 L) metana potrebno 2 mola (44,8 L) kisika, odnosno 213,3 L zraka ($44,8 + 168,5 = 213,3$ jer zrak sadrži 21% kisika i 79% dušika odnosno na 1 vol. dio kisika dolazi $79/21 = 3,76$ vol. dijelova dušika).

Iz reakcije koja se odvija prema gornjoj jednadžbi može se zaključiti da je volumni udio metana u početnoj smjesi ($22,4 + 213,3 = 235,7$ L) jednak

$$\frac{22,4 \cdot 100}{235,7} = 9,5 \text{ vol } \%$$

Prema tome može se zaključiti da će zapaljiva smjesa, koja sadrži 9,5 vol. % metana u zraku pri paljenju potpuno izreagirati i da neće biti ni jedne reagirajuće komponente u višku. Ovakva smjesa koja sadrži upravo toliko zapaljivog plina i kisika (iz zraka) da nastaje potpuno izgaranja, naziva se *stehiometrijska smjesa*.

Gorenje tvari koje u svom sastavu imaju kisik

Kisik koji je sastavni dio gorive tvari, gorenjem se oslobađa u obliku oksida s drugim elementima gorive tvari, npr. kao CO_2 ili H_2O ali u obliku slobodnog kisika se ne oslobađa. Pri gorenju tvari koje su bogate kisikom, u pravilu treba manje zraka.

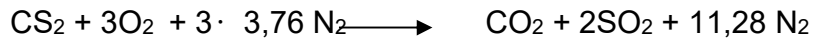
Jednadžba izgaranja acetona:



Gorenje tvari koje u svom sastavu imaju sumpor

Sumpor koji se nalazi u sastavu gorivoj tvari, oslobađa se na strani produkta u obliku sumpornog dioksida (SO₂).

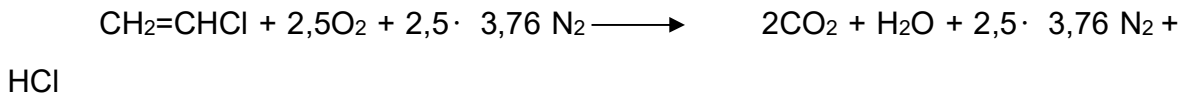
Jednadžba izgaranja ugljičnog disulfida:



Gorenje tvari koje u svom sastavu imaju klor

Ako u sastavu gorive tvari ima klora, on se pri gorenju obično izdvaja u obliku klorovodika (HCl).

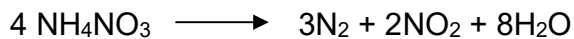
Jednadžba izgaranja vinilklorida



Gorenje tvari koje u svom sastavu imaju dušik

Gorive tvari koje osim ugljika i vodika u svom sastavu imaju i dušik, on se gorenjem oslobađa u obliku neizreagiranog dušika (N₂)

Također, gorenjem tvari koje u svom sastavu imaju dušika mogu se oslobađati i razni dušikovi oksidi kao npr.:



Jednadžba izgaranja acetilena

Kisik koji može biti sastavni dio gorive tvari, oslobađa se u obliku spoja sa drugim elementima gorive tvari, npr. kao CO₂ ili H₂O, u obliku slobodnog kisika on se ne oslobađa.

2.1. Volumen produkta izgaranja

Produkti izgaranja mogu biti: suhi ili vlažni.

Gorenje čistih kemijskih tvari

$$V_{\text{pi}} = \frac{(n\text{CO}_2 + n\text{H}_2\text{O} + n \text{ N}_2) \cdot 22,4}{m \cdot M} \quad (\text{m}^3/\text{kg}) \quad - \text{ vlažni produkti izgaranja}$$

$$V_{pi} = \frac{(nCO_2 + n N_2) \cdot 22,4}{m \cdot M} \quad (m^3/kg) \quad - \text{ suhi produkti izgaranja}$$

V_{pi} – volumen vlažnih (suhih) produkata izgaranja m^3/kg

n – broj kmola produkta izgaranja te broj kmola gorive tvari prema jednadžbi izgaranja

m – broj kmola goriva

M – molekularna masa gorive tvari

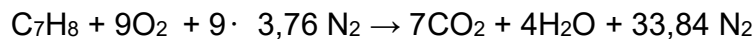
1 mol = 22,4 litre

1 kmol = 22,4 m^3

Za jedinicu m^3/m^3 (m^3 dima po m^3 plina)

$$V_{pi} = \frac{(nCO_2 + nH_2O + n N_2)}{m \text{ (ulazni)}} \quad (m^3/m^3)$$

Izgaranje toluena ($M=92$):



$$V_{pi} = \frac{(7 + 4 + 33,84) \cdot 22,4}{1 \cdot 92} = 10,92 \quad (m^3/kg)$$

2.2. Teoretski utrošak zraka pri izgaranju

Proces izgaranja je egzotermni proces pri čijem odvijanju se oslobađa toplina koja nastaje kao rezultat spajanja gorive tvari s kisikom. U proces gorenja zajedno s kisikom ulazi i dušik. Količina dušika ovisi o njegovom prisustvu u zraku.

$$\text{Volumen zraka} \quad Vzr = nO_2 + n \cdot 3,76 N_2 \quad n = \text{mol}$$

PLIN:

$$Vzr = \frac{4,76 \cdot n}{m} \quad m^3/m^3$$

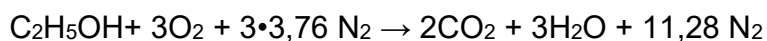
n – broj molova kisika
 m – broj molova goriva
 M – molna masa goriva

Krutina i tekućina:

$$V_{zr} = \frac{(n + n \cdot 3,76) \cdot 22,4}{M \cdot m} \text{ m}^3/\text{kg} \quad \text{ili kraće}$$

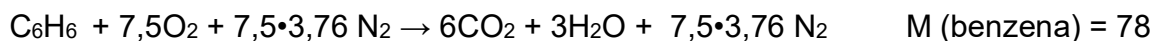
$$V_{zr} = \frac{n(1+3,76) \cdot 22,4}{M \cdot m} = \frac{n \cdot 106,6}{M \cdot m} \text{ m}^3/\text{kg}$$

Proračun količine zraka potrebnog za izgaranje etanola (C₂H₅OH).



$$V_{zr} = \frac{106,6 \cdot 3}{1 \cdot 46} = 6,95 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Količina zraka za izgaranje benzena C₆H₆



$$V_{zr} = \frac{106,6 \cdot 7,5}{1 \cdot 78} = 10,25 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Teoretska količina zraka znatno se razlikuje od stvarne količine utrošenog zraka.

3. TEORIJA GORENJA

3.1. Kinetika gorenja

Kinetika kemijskih reakcija, pa tako i gorenja, koje je specifičan oblik kemijske reakcije, ima za cilj da istovremeno i potpuno poveže čitav tok kemijske reakcije i utvrdi pojedine dionice tog toka.

Kraća definicija mogla bi biti sljedeća: "Kinetika je naučna disciplina o brzini i mehanizmu kemijske reakcije".

Brzina kemijske reakcije pa tako i gorenja ovisi o vrsti tvari, o koncentraciji, o temperaturi, o katalizatorima i retardantima.

Kemijski procesi protiču sa različitim brzinama. Tako na primjer reakcije eksplozije, zatim neutralizacije, su trenutačne.

Druge reakcije protiču vrlo polako, na primjer da bi proreagirali 2 mola vodika s 1 mol O_2 pri običnim temperaturama treba oko 1000 godina. Ta ista reakcija može protjecati trenutačno (eksplozivno) pri višim temperaturama.

Brzina kemijske reakcije zavisi od uvjeta u kojima ona protiče, od prirode reaktanata, od njihova agregatnog stanja.

Na primjer eksplozivne reakcije odvijaju se u djeliću sekunde, a procesi u zemljinoj kori protiču hiljadama godina.

Reakcije tvari u parnoj i plinovitoj fazi, protiču brže nego u tekućem ili krutom stanju. Tako na primjer tekući benzin gori relativno sporo crvenkastim plamenom (nepotpuno izgaranje) a pare benzina sa zrakom izgaraju eksplozivno.

Brzina reagiranja krutih tvari znatno se mijenja sa stupnjem usitnjenosti. Na primjer, ugaljen, drvo, pa i mnoge druge tvari u formi prašine čine sa zrakom eksplozivne smjese a u krutom komadnom stanju izgaraju relativno sporo.

Kao faktori koji utiču na brzinu kemijske reakcije mogu se navesti:

- koncentracija reagirajućih tvari
- temperatura i
- katalizator

Brzina većine kemijskih reakcija sa povećanjem temperature se povećava.

Na primjer sinteza vode iz H_2 i O_2

pri $20^\circ C$ praktički nemoguće

pri $500^\circ C$ reakcija proteče za 50 min.

pri $700^\circ C$ reakcija je eksplozivna (trenutačna)

Prema Vant-Hoffovom zakonu (1884) za povećanje temperature za $10^\circ C$ brzina se povećava za približno 2-4 puta.

Zašto zagrijavanje ima tako značajan utjecaj na ubrzavanje kemijske reakcije?

Brzina reakcije je proporcionalna broju sudara. Na pri pogled moguće je zaključiti da se povećanje brzine može objasniti sa povećanjem broja sudara čestica.

Suglasno kinetičkoj teoriji plinova broj sudara za jedinicu vremena raste proporcionalno sa kvadratnim korijenom apsolutne temperature (\sqrt{T}). Shodno tome pri zagrijavanju reakcione smjese od 0 do 100°C broj sudara molekula mora porasti za $\sqrt{373/273} = 1,2$ puta, a istovremeno eksperimenti pokazuju da za takvo zagrijavanje, brzina reakcije se povećava za cca 60.000 puta.

Zbog toga povećanje brzine reakcije nije moguće tumačiti samo uslijed povećanja broja sudara.

Nadalje, ako bi se za povećanjem broja sudara povećavala i brzina reakcije, nemoguće bi bilo protumačiti i utjecaj katalizatora. Ako bi svaki sudar molekula dovodio do reakcije sve bi reakcije bile trenutačne (eksplozivne).

Molekule koje se nalaze u 1 cm³ plina međusobno se sudare tako puno puta, da bi njemu odgovarale brzine reakcije koje bi za stotinu milijardi puta prelazile eksperimentalno dobivene (stvarne) rezultate.

Bazirajući se na ogromnoj razlici između broja reagirajućih molekula (koje nazivamo aktivnim molekulama) i ukupnim brojem sudara, a također na karakter promjene reakcije u ovisnosti od temperature, švedski naučnik Arrhenius je 1889. god. predložio jednadžbu koja pokazuje vezu između brzine reakcije i temperature

$$\ln k = -\frac{a}{T} + b$$

gdje su a i b – konstante za određeni proces

Jednadžbi Arrheniusa daju često i drugi oblik

$$k = A_0 e^{-E/RT}$$

A = faktor učestalosti

o = baza priir. log.

E = energija aktivacije

R = plinska konst.

T = apsolutna temp.

Uzroci povećanja brzine kemijske reakcije za povećanjem temperature leže u tome što se povećanjem temperature povećava broj efektivnih sudara. Poznato je da jedino te molekule stupaju u međusobnu reakciju koje imaju dovoljnu energiju.

Takve molekule zovemo “aktivne molekule”, a energiju koja je potrebna da se molekula prevede u to stanje nazivamo *energijom aktivacije*.

Ako molekule ne posjeduju tu energiju njihovi međusobni sudari ne dovode do reakcije.

Na primjer molekule kisika na običnoj temperaturi mogu se sudariti sa molekulama benzena ili alkohola, no reakcija među njima ne počinje, budući čestice koje se sudaraju ne posjeduju dovoljnu energiju.

Kod samozapaljivih tvari postoji sposobnost ka samoubrzanju uzajamnog djelovanja sa O_2 , čija brzina progresivno raste sa rastom temperature.

Često je dovoljno samo početi proces oksidacije, poslije čega reakcija se sama odvija čak i eksplozivno.

Utjecaj katalizatora na brzinu reakcije

Uloga katalizatora u kemiji je vrlo velika, mnogi važni procesi odvijaju se na primjeni katalizatora. Veliku ulogu katalizatori također igraju i u procesima gorenja i općenito zaštiti od požara.

Upečatljiv dokaz o tome dao je eksperiment V. Deberejnera, 1923. godine, koji je primijetio da se vodik u doticaju sa platinom bez ikakvih posebnih dovođenja energije zapali. Dakle vodik izgara sa O_2 i zrakom na običnoj temperaturi. 1835..

Katalizatori su tvari, koje mogu aktivirati reakciju ili promijeniti njenu brzinu a da pri tome ne promijene tok reakcije.

Katalizatori ustvari smanjuju energiju aktivacije. Katalizatori ne stupaju u konačnu reakciju niti se pri tome mijenjaju niti troše. Razlikujemo homogene i heterogene katalizatore.

Katalizatori sa negativnim djelovanjem zovu se inhibitori koji usporavaju tok reakcije, koji također imaju važno značenje. Inhibitori nalaze veliku primjenu kao sredstva za gašenje požara i sprečavanje eksplozije pare i plina zračnih smjesa.

Kao jedan od vrlo aktivnih inhibitora u cilju sredstva za gašenje može se navesti tetra fluordibrom etan $F_2BrC - CBrF_2$.

3.2. Teorija oksidacije gorivih tvari

Molekularni kisik pri običnoj temperaturi (10 - 50°C) nije reakciono sposoban, iako postoje tvari u okolini koje bi mogle stupiti sa njima u reakciju.

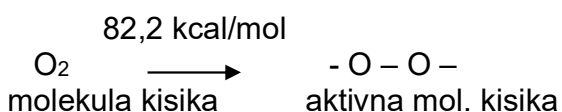
Aktivirati molekule kisika moguće je dodatkom određenog iznosa energije (npr. toplinske), koja bi bila dovoljna za aktiviranje molekula.

Predložena teorija oksidacije Bah-a i Englera nazvana je peroksidna budući je po toj teoriji najprije kao produkt oksidacije nastajali peroksidi i hidroperoksidi.

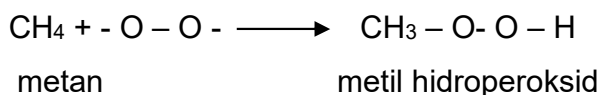
Organski peroksidi obično se razmatraju kao proizvodi vodikova peroksida H_2O_2 ($\text{H} - \text{O} - \text{O} - \text{H}$) u kojega na mjesto vodikova iona dolazi organski radikal $\text{R} - \text{O} - \text{O} - \text{R}$. Ako je u vodikovom peroksidu samo jedan atom vodika zamijenjen sa radikalom, govorimo o hidroperoksidima $\text{R} - \text{O} - \text{O} - \text{H}$.

Organski peroksidi vrlo su osjetljivi na porast temperature. Zbog porasta temperature može doći do raspadanja organskih peroksida i do oslobađanja topline odnosno do njihovog zapaljenja. Zbog toga, pojedini organski peroksidi moraju se držati u hladnjačama. Također, organski peroksidi lako reagiraju s drugim kemikalijama ili nečistoćama – zemlja, pijesak i sl. pri čemu se oslobađa topline i mogu se zapaliti.

Suglasno peroksidnoj teoriji oksidacije aktivacija kisika nastaje uslijed raskidanja jedne veze u molekuli kisika za što je potrebna manja energija 82,2 kcal/mol, nego na potpunu disocijaciju kisika 117,2 kcal/mol



Aktivna molekula kisika lagano stupa u reakciju sa molekulama gorive tvari a da se pri tome ne raspada na ione



Energija raspada veze $-\text{O} - \text{O}-$ u peroksidima i hidroperoksidima znatno je niža (30-40 kcal/mol) nego u molekuli kisika. Zbog toga su oni vrlo reakciono sposobni i

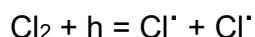
obično nestabilni. Pri zagrijavanju ili udarcu oni se lako raspadaju i stvaraju nove tvari ili radikale. Stvoreni radikali peroksida postaju tako centrima aktivnosti reakcije oksidacije.

Međutim, peroksidna teorija nije bila u stanju objasniti neke popratne pojave kao što su:

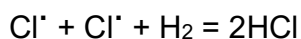
- postojanje indukcionog perioda
- jaki utjecaj dodataka u reakciji katalizatora, odnosno inhibitora.

To je bilo objašnjeno teorijom reakcije slobodnih radikala. Ove reakcije koje idu kroz čitav niz među stadija u kojima se stvaraju međuspojevi sa slobodnim valencijama (RADIKALIMA).

Prve rezultate o teoriji radikala dao je 1913. god. njemački fizičar i kemičar M.Bodenstein, koji je primijetio da pri osvjetljavanju smjese vodika i klora, molekula klora pod utjecajem kvanta svjetlosne energije h raspada na atome



Atomi klora trenutačno stupaju u reakciju sa vodikom uslijed čega nastaje eksplozija smjese



Istovremeno eksperimenti su pokazali da se pri tome stvara 100.000 molekula HCl. To je moguće objasniti time ako se pretpostavi da se stvaraju neke primarne reakcije atoma klora sa vodikom koje se ponovo raspadaju i bivaju dovoljno aktivne za drugu reakciju.

Tome bi odgovarala slijedeća shema reakcija:

- | | | |
|------|---|--------------------------|
| I. | $\text{Cl}_2 + h = \text{Cl}^\bullet + \text{Cl}^\bullet$ | primarna reakcija |
| II. | $\text{Cl}^\bullet + \text{H}_2 = \text{HCl} + \text{H}^\bullet$ | |
| III. | $\text{H}^\bullet + \text{Cl}_2 = \text{HCl} + \text{Cl}^\bullet$ | razvitak reakcionog niza |
| | $\text{Cl}^\bullet + \text{H}_2 = \text{HCl} + \text{H}^\bullet$ | |
| | $\text{H}^\bullet + \text{Cl}_2 = \text{HCl} + \text{Cl}^\bullet$ | |
| | itd. | |
| IV. | $\text{Cl}^\bullet + \text{Cl}^\bullet = \text{Cl}_2$ | prekidanje niza reakcija |
| V. | $\text{H}^\bullet + \text{H}^\bullet = \text{H}_2$ | |

Početna temperatura oksidacije gorivih tvari zavisi od građe njihovih molekula i molekularne težine. Tako u svakom homolognom nizu početna temperatura oksidacije smanjuje se sa rastom molekularne težine.

Kod zasićenih ugljikovodika najstabilniji je metan. On se oksidira tek iznad 400°C. Normalni oktan oksidira se pri 250°C.

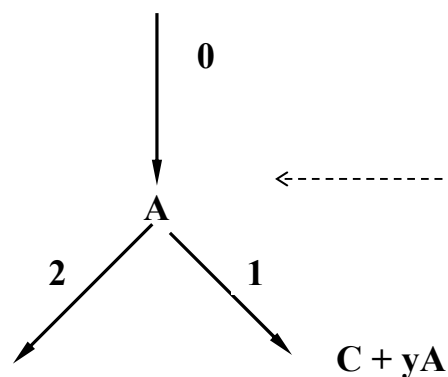
Oksidacija nezasićenih ugljikovodika protječe pri višim temperaturama nego kod zasićenih, jer oni imaju dvostruku vezu. Nezasićeni ugljikovodici drugih klasa kao npr. nezasićenih masnih kiselina oksidiraju se na mjestu dvostruke veze. Temperatura oksidacije aromatskih ugljikovodika je viša od normalnih i nezasićenih benzen pri 500°, heksan pri 300°C

Tvari sa niskom temperaturom oksidacije predstavljaju najveću požarnu opasnost zbog toga što se egzotermnim procesom oksidacije povećava temperatura koja redovito dovodi do zapaljenja.

3.3 Teorija lančanih reakcija gorenja

Osnovu lančane teorije gorenja predstavljaju lančane reakcije, koje se sastoje od niza međumolekularnih reakcija znatno nižeg reda reakcije što dovodi do sniženja energetske barijere, odnosno do znatno lakšeg toka sumarne reakcije. Za lančane reakcije se može reći da su to reakcije koje počinju stvaranjem aktivnih čestica, koje se zatim regeneriraju na kraju svakog koraka lančanog toka. Ulogu aktivnih čestica u lančanim reakcijama igraju atomi i slobodni radikali. Tok lančane reakcije

može se prikazati kao na slici 5. gdje: reakcija (0) predstavlja početnu generaciju aktivnih čestica, reakcija (1) je suma elementarnih reakcija koje vode stvaranju krajnjeg produkta (C) i (y) aktivnih čestica (A), a reakcija (2) označava sumu reakcija u kojima dolazi do uništenja aktivnih čestica. Dakle, u slučaju uništavanja aktivnih čestica lančana reakcija se može prekinuti, čime se ujedno prekida i proces gorenja.



Slika 5. Prikaz mehanizma lančanih reakcija

4. PROCES GORENJA

4.1. Opći pojmovi o gorenju

Gorenjem nazivamo fizikalno-kemijski proces, za kojeg su značajna tri popratna elementa: kemijska promjena tvari, oslobađanje topline, oslobađanje svjetla. Baš tim osnovnim popratnim pojavama gorenje se može razlikovati od drugih sličnih procesa. Npr. "gorenje" sijalice nije moguće doslovno nazvati gorenjem, iako se pri tome oslobađa i topline i svjetlo. U toj pojavi nema jedne popratne pojave - kemijskog procesa odnosno kemijske promjene tvari. Svjetljenje niti sijalice – je ustvari zagrijavanje niti uslijed električnog toka kroz nit.

Gorenje je u velikom broju slučajeva kemijski proces. Ono se sastoji iz elementarnih kemijskih reakcija oksidacijsko-redukcijskog tipa, koje dovode do "preraspodjele" valentnih elektrona među atomima molekule koje učestvuju u reakciji – u procesu gorenja. Oksidaciono sredstvo – oksidans – mogu biti različite tvari: klor, brom, sumpor, kisik, i tvari koje sadrže kisik itd. Međutim, najčešće se gorenje odvija u atmosferi zraka, pri čemu se kao oksidans pojavljuje kisik iz zraka. Poznato je da zrak predstavlja smjesu plinova, u kojoj se kao osnovne komponente pojavljuju dušik 78 %, kisik 21 % i argon 1 %. Argon koji je sastavni dio zraka, je inertni plin i isti ne učestvuje u procesu gorenja. Dušik također, u procesu gorenja organskih tvari praktički ne učestvuje.

Oksidacija i redukcija (prema oksidi; lat. *reductio*: vraćanje natrag) su kemijske reakcije pri kojima tvar što se oksidira (otpušta) elektrone, a tvar koja se reducira (prima) elektrone.

Danas se u kemijskom smislu oksidacijom naziva otpuštanje, a redukcijom primanje negativnog električnog naboja, što se ostvaruje prijelazom valentnih elektrona s atoma, iona ili molekulu druge tvari (redukcija), bilo izravno, bilo na elektrodama galvanskoga članka ili elektrolitske ćelije. Prema tome, kisik i vodik ne moraju uopće biti sudionici tih reakcija. Kako u prirodi nema slobodnih elektrona, te su dvije reakcije nužno povezane i uvijek se zbivaju istodobno, npr.:

$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$, oksidacija

$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$, redukcija

$\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$, ukupna reakcija

G o r j e t i znači biti podvrgnut izgaranju.

I z g a r a n j e je pojava oslobađanja topline neke tvari pomoću druge tvari, koja pomaže izgaranje, načelno uz pojavu plamena i/ili žara i/ili dima.

G o r e n j e (izgaranje), u užem značenju riječi je kemijski proces burnog spajanja gorive tvari s čistim kisikom ili kisikom iz zraka kao oksidansom (u količini koja podržava gorenje), uz obilno razvijanje topline, pojavu svjetlosti i plinovitih produkata izgaranja.

G o r e n j e u širem značenju nije samo proces spajanja gorive tvari sa kisikom. Postoji čitav niz izrazito egzotermnih, redoks, polimerizacijskih, neutralizacijskih i inih kemijskih reakcija razlaganja i spajanja u kojima ne sudjeluje samo (ili uopće) kisik. Vrlo brzo se oslobađa relativno velika (opasna) količina topline uz pojavu plamena ili bez te pojave.

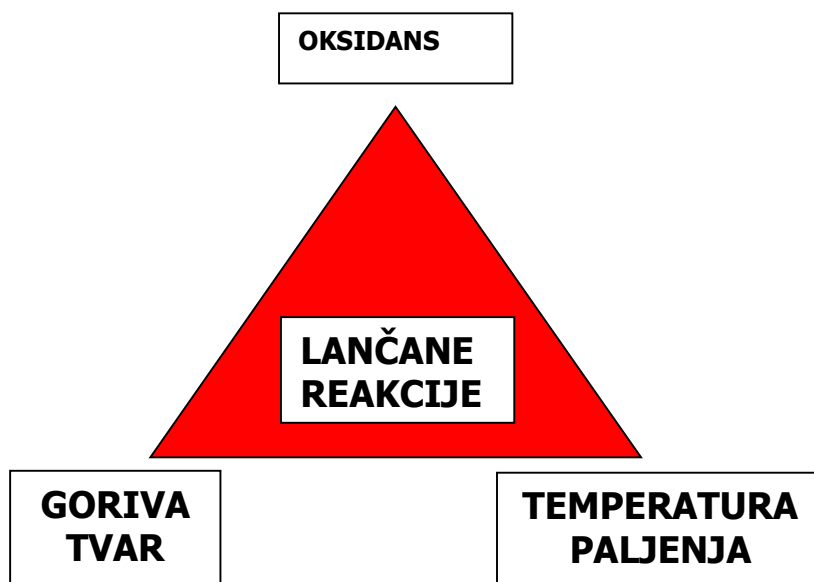
Primjer: zapaljiv i eksplozivan plin vodik može također izgarati (pa i eksplodirati) u atmosferi plina klora, aluminijska strugotina gori u dušiku, vuna gori u nitratnoj kiselini, magnezij gori u ugljičnom dioksidu.

Vatra je samostalno gorenje koje je namjerno tako postavljeno da proizvodi korisne učinke i koje je kontrolirano svojim opsegom u vremenu i prostoru

4.2. Uvjeti potrebni za gorenje

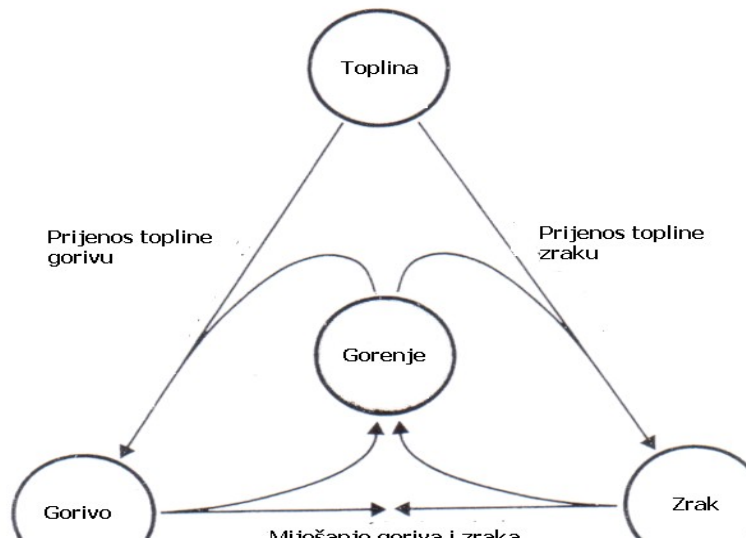
Da bi došlo do gorenja moraju biti ispunjena tri uvjeta, tri komponente – gorivo (goriva tvar), kisik i energija. Proces gorenja ne može započeti bez njih. Ovo se može zorno prikazati trokutom gorenja (Sl. 6.). Treba napomenuti da se kemijske reakcije spajanja gorive tvari s kisikom odvijaju preko tzv. lančanih reakcija, te ako one nisu ničim ometane (inhibirane) dolazi do gorenja.

Obično se ova tri uvjeta prikazuju grafički u obliku istostraničnog trokuta koji se zove "požarni trokut" u kojem svaka od stranica trokuta predstavlja po jedan od uvjeta za gorenje.



Sl. 6. Trokut gorenja

Osim što se najčešće za gorenje tvari uzima kisik iz zraka, gorenje tvari može se također odvijati i uz korištenje kisika iz drugih tvari koje su sposobne otpuštati ga. Takve tvari su npr. koncentrirana dušična kiselina (HNO_3), kalijev klorat (KClO_3), kalijev nitrat (KNO_3), amonijev nitrat (NH_4NO_3), kalijev permanganat (KMnO_4). Smjese nabrojenih oksidacijskih sredstava s gorivim tvarima uzrokuju veliku brzinu izgaranja, a često i eksploziju. Kao primjer takve smjese, može poslužiti crni barut, razne pirotehničke smjese i dr. Izvanredna kompleksnost gorenja javlja se između ove tri komponente koje su zahvaćene mnoštvom varijabli, a što je i prikazano na slici 7.



Sl.7. Tri komponente gorenja

Zbog toga je nemoguće opisati gorenje kvantitativno ili u potpunosti predvidjeti njegov tijek. Slijedeći parametri koji utječu na gore navedene komponente mogu se opisati:

- Toplina se može prenijeti u gorivo na više načina (npr. radijacijom, iskrama, plamenom). Od posebnog značaja za nastavak gorenja je intenzitet (udaljenost izvora topline od gorive tvari) i trajanje izvora paljenja;
- Kisik je potreban za nastavak procesa gorenja, npr. za kemijske reakcije s gorivom. Mora ga biti u suvišku (npr. putem ventilacije) na mjestu gorenja;
- Goriva tvar sama po sebi utječe na svoje gorenje na nekoliko načina. Osnovni parametri koji značajno utječu na ponašanje gorive tvari u požaru uključuju mjesto gorenja u prostoriji, građevinsku izvedbu prostorije, oblik (forma, debljina, karakteristike površine, razmještaj, gustoću itd.) i konačno fizikalno – kemijske karakteristike (plamište, temperatura zapaljenja, toplinska vodljivost, specifična toplota i toplota gorenja itd.)

Ovi različiti parametri pokazuju da je proces gorenja gorive tvari samo djelomično karakteriziran njegovim fizikalno – kemijskim svojstvima i zbog toga nije od značaja za gorenje samo jedno bitno svojstvo materijala kao što se to često misli.

4. 2.1. Plamen

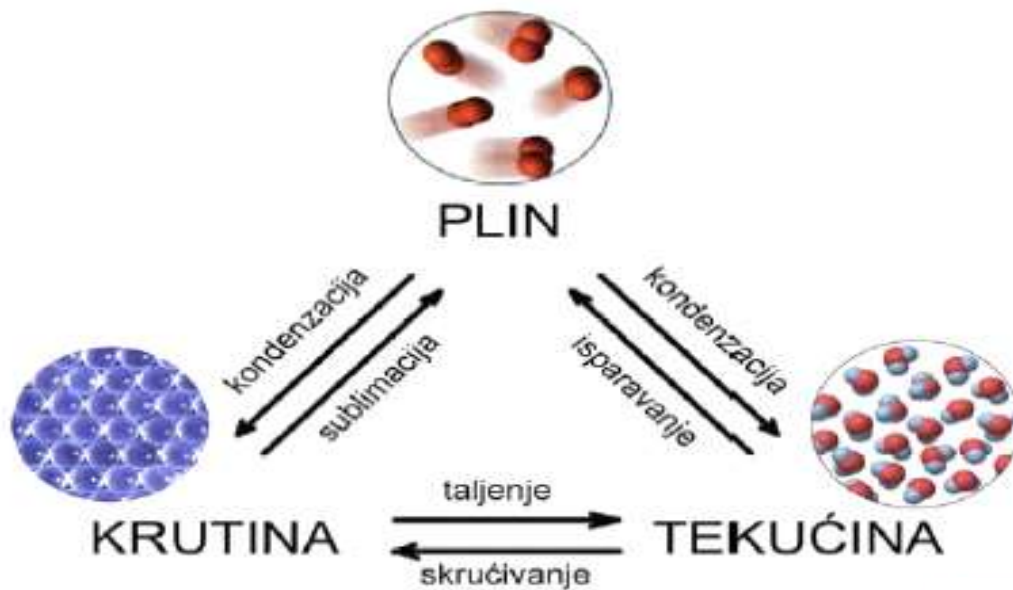
U redoslijedu dubljeg razumijevanja procesa gorenja, nije dovoljno usredotočiti se samo na makroskopske manifestacije, nego i na razmatranje mikroskopskog ili molekularnog područja gdje svojstva materijala predstavljaju značajnu ulogu. Dok je požar vanjska manifestacija procesa nekontroliranog gorenja i zbog toga se ne može egzaktno definirati, plamen se može proučavati kao pojava kontroliranog gorenja i može se opisati.

U osnovi, postoje dva tipa plamena: predmiješani plamen u kojem je plin prije zapaljenja pomiješan sa zrakom (npr. Bunsen plamenik) i difuzijski plamen – tako je nazvan jer kisik potreban za gorenje difuzijom ulazi u plinsku smjesu iz okolne atmosfere.

4.3 AGREGATNA STANJA

Agregatno stanje je stanje tvari određeno unutrašnjim karakteristikama tijela i vanjskim uvjetima u kojima se tijelo nalazi.

Najznačajniji vanjski faktori koji mijenjaju agregatna stanja su tlak i temperatura.



5. TERMODINAMIKA POŽARA

5.1 Osnovni pojmovi

Temperatura je mjera intenziteta topline, a ne količine prisutne topline

Koncept “latentne topline”: fazni prijelazi

- Toplina otapanja (čvrsto u tekuće stanje)
- Toplina isparavanja (tekuće u plinovito stanje)

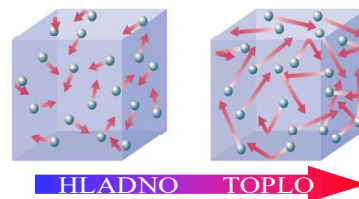
Koncept “specifične topline”, koliko topline je potreban da se podigne temperatura 1 grama neke tvari za 1 °C

- Fizikalna veličina koju karakterizira stanje zagrijanosti nekog tijela; proporcionalna je srednjoj kinetičkoj energiji molekula [K, °C]

- Celzijusova temperaturna skala ledištu vode proizvoljno pripisana vrijednost temperature 0°C , a vrelištu vode 100°C
- *Temperatura* je mjera zagrijanosti ili ohlađenosti (sustava) **Mjeri se termometrom.**

TEMPERATURA

- Prosječna brzina gibanja molekula je u izravnoj svezi s temperaturom –
molekule koje se **brzo gibaju imaju visoku temperaturu,**
a molekule koje se **sporo gibaju imaju nisku temperaturu**



Temperaturne skale – što je “apsolutna nula”

	<i>Fahrenheit</i>	<i>Celsius</i>	<i>Kelvin</i>	<i>Rankine</i>
<i>Točka vrelišta vode</i>	<i>212 °F</i>	<i>100 °C</i>	<i>373,15 K</i>	<i>671,67 °R</i>
<i>Točka leđišta vode</i>	<i>32 °F</i>	<i>0 °C</i>	<i>273,15 K</i>	<i>491,67 °R</i>
Apsolutna nula	<i>-459,67 °F</i>	<i>-273,15 °C</i>	<i>0 K</i>	<i>0 °R</i>

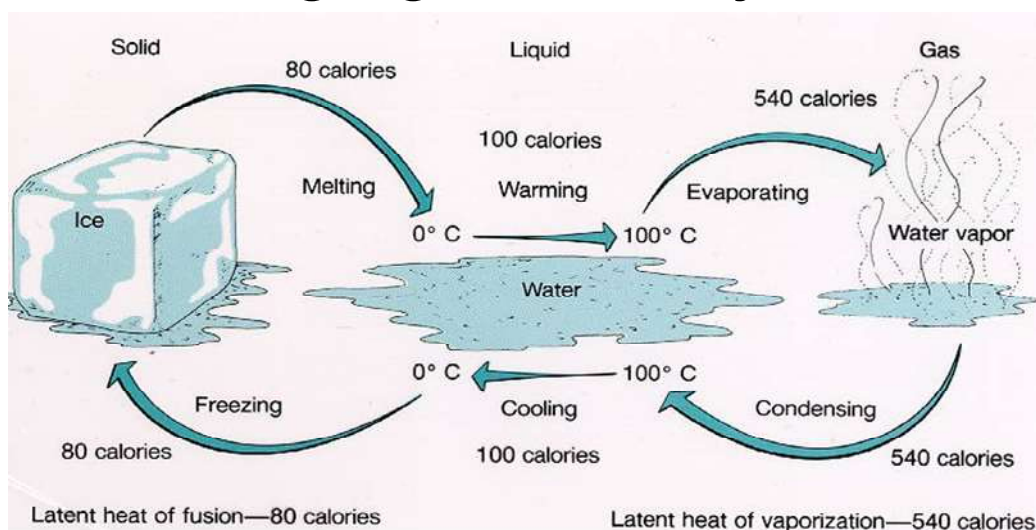
TOPLINA

- Toplina je energija koja zbog razlike temperatura prelazi iz područja
- **više temperature** u područje **niže temperature**
- Prijelaz topline teče dok se ne uspostavi toplinska ravnoteža
- **Količina topline, Q [J] – toplinska energija** koja prelazi s jednog tijela na drugo
- 1 cal = 4, 1868 J
- Jedinica za mjerenje količine topline je kalorija:
1cal je ona količina topline koja je potrebna da 1 g vode zagrije od 14 °C na 15 °C.

Latentna toplina

- **Latentna toplina** je toplina oslobođena ili apsorbirana po jedinici mase kad tvari mijenjaju agregatna stanja.
- **Latentna toplina taljenja** = toplina po jedinici mase dodana zbog taljenja
- **Latentna toplina isparavanja** = toplina po jedinici mase dodana zbog isparavanja

Latentne topline – promjena agregatnih stanja



5.2. Osnovni oblici prijenosa topline

5.2.1. Prijenos topline → Prijelaz topline

Definicija:

(1) Pojava spontanog **prijenosa topline** u smjeru temperaturnog pada, tj. od tijela više temperature na tijelo niže temperature ili od toplijih prema hladnijim slojevima tijela.

PRIJENOS TOPLINE



TERMODINAMIKA POŽARA

128

(2) Izmjena energije između dva sustava koja nastupa zbog njihovih različitih temperatura, naziva se **prijelaz topline**. Ako nema drugih uzroka, stanje promatranih sustava mijenjat će se sve dok se ne uspostavi **toplinska ravnoteža** → (relativnost pojma toplinske ravnoteže, ima samo lokalni značaj u ograničenom prostoru i vremenu!)

Izmjena topline između tijela različitih temperatura vrši se na dva načina, koji se po fizikalnom obliku načelno bitno razlikuju:

- a) materijalni transport
- b) nematerijalni, tj. EM (elektro magnetski) transport

Temeljni oblici prijenosa topline su slijedeći:

PROVOĐENJE ili KONDUKCIJA →	Izmjena topline vezana za materiju
KONVEKCIJA →	
ZRAČENJE ili RADIJACIJA →	Izmjena topline EM zračenjem, nije vezano za materiju!

TOPLINSKA PROVODLJIVOST

$$\lambda = \frac{Q}{A(T_1 - T_2)} \cdot \frac{d}{t}$$

λ - toplinska provodljivost [W/m K] svojstvo građevinskih materijala da provode toplinu uslijed razlike temperatura na dvije granične površine elementa

Toplinska provodljivost je količina topline u J, koja u jedinici vremena prođe kroz sloj materijala ploštine presjeka 1 m² i debljine 1 m okomito na njegovu površinu pri razlici temperature od 1 K



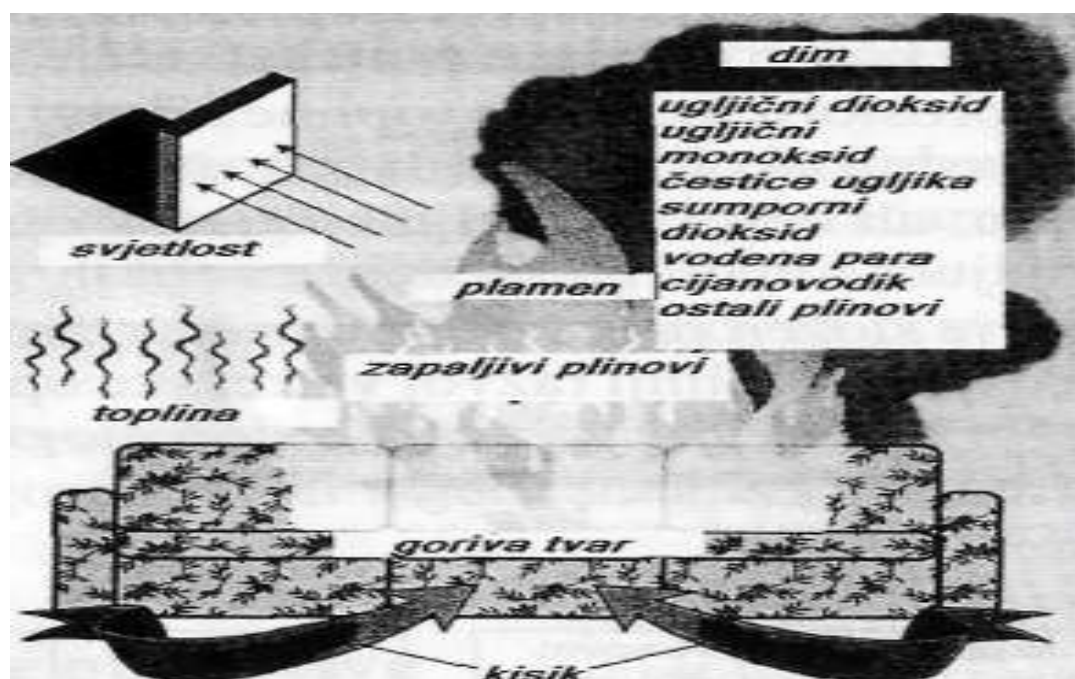
5.2.2 Zračenje topline (radijacija)

Prijenos energije zračenjem opisujemo elektromagnetskim valovima različitih duljina, bez prisustva materije. Pri nekom zračenju načelno sudjeluje spektar svih valnih dužina (λ), međutim prenošena energija će se, ovisno o karakteru zračenja nejednoliko distribuirati na različite valne dužine.

Kod **toplinskog zračenja** najveći dio energije se prenosi unutar spektra zračenja valnih dužina $\lambda = 0,1$ do $400 \mu\text{m}$, što uključuje valne dužine iz vidljivog (svjetlosnog) spektra ($\lambda = 0,4$ do $0,8 \mu\text{m}$), a veći dio pripada infracrvenom spektru..

6. NAČINI IZGARANJA

Gorenje, kako je navedeno u prethodnom tekstu je složen proces za koji moraju biti zadovoljeni osnovni uvjeti. Ovisno o načinu ispunjavanja tih osnovnih uvjeta gorenja i o karakterističnim svojstvima svakog pojedinog uvjeta, goriva tvar može gorjeti na različite načine. Kako gorivi materijal izgara u požaru, tako se njegov kemijski sastav mijenja. Ta promjena se očituje u nastanku novih kemijskih spojeva i tvari te oslobađanju energije prikazan na slici 1.



Slika 10. Oslobađanje energije i produkata gorenja

Do procesa burne oksidacije doći će samo onda kada je tvar koja se veže sa kisikom zagrijana na određenoj temperaturi. U procesu burne oksidacije postoje tri znakovita mehanizma izgaranja i to isključivo:

- žarom;

- plamenom i
- kombinirano (plamenom i žarom).

6.1 Izgaranje žarom

Da bi nastao i nesmetano se odvijao proces burne oksidacije (izgaranja) žarom homogenih tvari moraju se prethodno ispuniti slijedeća tri čimbenika zapaljenja i burnog izgaranja:

- a) nazočnost tvari koja može burno oksidirati (izgarati žarom),
- b) dostatna količina kisika (oksidansa),
- c) djelovanje dovoljno jakog izvora topline (energije) i temperature samopaljenja;

Izgaranje žarom odvija se najčešće pri izgaranju kemijskih elemenata metala i njihovih legura u homogenom stanju. Najčešće su to prašine zapaljivih krutih tvari koje mogu oksidirati, odnosno tvari sadrže skoro samo element ugljik. To su primjerice tvari biljnog podrijetla, razne vrste polimernih smola, nemetal fosfor. **Fosfor** spaja se direktno i često vrlo žestoko sa gotovo svima drugim elementima. Suhi se bijeli fosfor na zraku sam zapali i gori svijetlim plamenom (upotrebljava se za zapaljive bombe) stoga se uvijek čuva pod vodom. Sporu oksidaciju fosfora na vlažnom zraku prati pojava svjetlucanja. **Magnezij** u kisiku izgara i daje blještavo bijelo svjetlo od usijanog oksida, te se kao takav upotrebljava se također u fotografiji (za bljeskalice u proizvodnji el. baterija, kao reproduktivno sredstvo u kemiji i u vojne svrhe kao sastojak zapaljivih smjesa za osvjetljavanje ciljeva pri zračnim napadima. **Natrij** zagrijan, na zraku izgara i daje intenzivno žut plamen, pri čemu nastaje peroksid, Na_2O_2 .

6.2 Izgaranje plamenom

Plamenom izgaraju gorivi plinovi, pare gorivih tekućina i plinovi i pare talina nekih krutih gorivih ugljikovodika. Za odvijanje procesa izgaranja plamenom, potrebno je:

- a) nazočnost tvari koja može burno oksidirati (izgarati žarom),

- b) dostatna količina kisika (oksidansa),
- c) dovoljno jakog izvora topline (energije) i temperature samopaljenja,
- d) neinhibirane lančane reakcije u plamenu;

Izgaranje plamenom odvija se na sljedeći način: molekule gorivog plina ili pare postupno ulaze u prostor miješanja sa molekulama kisika (oksidansa). Poradi stalnog kretanja molekula gorivog plina i kisika dolazi do velikog broja među molekularnih sudara ovih dvaju plinova, a broj sudara ovisi o temperaturi na kojoj je plin zagrijan. U većini slučajeva na običnim temperaturama neće doći do reakcije sve dok nekim dovoljno jakim vanjskim izvorom toplinske energije ne djelujemo na zapaljivu smjesu. Ovo možemo objasniti time što molekule plina na običnoj temperaturi nemaju dovoljnu energiju da stupe u reakciju sa kisikom.

Da bi otpočeo proces oksidacije potrebno je oslabiti veze među atomima ili skupinama atoma u molekuli, te tako omogućiti vezanje novih skupina ili atoma u molekuli. Slabljenje veza unutar molekula ili njihovo cijepanje moguće je onda kada se molekuli preda potrebna energija. Aktiviranje molekula možemo postići i dovođenjem smjese toplinske energije. U tom slučaju određeni broj molekula će dobiti dovoljnu količinu energije da stupi s kisikom u kemijsku reakciju.

6.3 Kombinirano izgaranje plamenom i žarom

Kombinirano izgaranje plamenom i žarom odvija se najčešće kod tvari celuloznog podrijetla i nekih polimera. Pri tome se složeno kruto tijelo pod toplinskim utjecajem razlaže na jednostavne krute tvari i tekućine, a zatim i na plinove. Taj proces nazivamo piroliza (raspadanje pod utjecajem topline). Za nastanak i odvijanje procesa burne oksidacije (izgaranja) plamenom i žarom moraju biti ispunjeni sljedeći uvjeti:

- a) nazočnost tvari koja može burno oksidirati (izgarati žarom),
- b) dostatna količina kisika (oksidansa),
- c) dovoljno jakog izvora topline (energije) i temperature samopaljenja,
- d) neinhibirane lančane reakcije u plamenu;

Početak raspadanja tvari koje izgaraju plamenom i žarom ovisi o njihovim fizikalno-kemijskim značajkama. Izgaranje (gorenje) najčešće se odvija u dvije povezane faze:

- izgaranje plinovitih i parnih produkata razgradnjom krute tvari, i
- izgaranje krutog ostatka;

Prvi korak u razaranju celuloznih tvari je pojava skupljanja celuloznih tvari na površini. Dalje slijedi aktivna piroliza kontrakcije koja polagano prodire kroz krutinu s izmjenom oslobođene topline između krute tvari, plamena i okoliša. Toplina s površine prodire kroz pougljenjeni sloj, te održava aktivnu pirolizu u unutrašnjosti krute tvari. Neki produkti pirolize prodiru dalje u unutrašnjost i kondenziraju se, a neki se nastavljaju razlagati (pirolizirati) u jednostavnije plinove koji se probijaju na površinu kroz rupice i pukotine pougljenjenog sloja tvari. Udodiru sa zrakom ponovno se zapale. Nakon pirolize preostali ugljik se nastavlja žariti sa malom količinom minerala, a žarenje traje do nastanka pepela.

S obzirom na sastav gorivog sustava razlikujemo:

- *homogeno gorenje* – je gorenje homogenih gorivih sustava po njihovom čitavom volumenu. Ovaj način gorenja karakterističan je za plinovite i fino raspršene tekuće gorive tvari.

- *heterogeno gorenje* – je gorenje heterogenih gorivih sustava, koje se odvija na graničnoj površini dviju faza (gorive tvari i oksidansa). Ovaj način gorenja karakterističan je za tekuće i čvrste gorive tvari.

S obzirom na količinu prisutnog oksidansa goriva tvar može:

- *potpuno izgarati* – gorenje gorive tvari odvija se u prisutnosti dovoljne količine oksidansa (kisika), a produkti izgaranja ne mogu dalje sagorijevati (CO_2 , H_2O , SO_2 , P_2O_5).

- *nepotpuno izgarati* – gorenje gorive tvari odvija se s smanjenom količinom kisika, tj. snabdijevanje zone gorenja kisikom je nedovoljno, a nastali produkti izgaranja su gorivi i mogu dalje sagorijevati (CO, alkoholi, aldehidi, ketoni, niže organske kiseline i sl.). Zahvaljujući ovom načinu gorenja u požarima nastaje

jedna od karakterističnih pojava "tragovi", koji ukazuju da li je požar nastao u unutrašnjosti objekta i u kojem se smjeru širio.

Ovisno o načinu dotoka oksidansa u zonu gorenja razlikujemo:

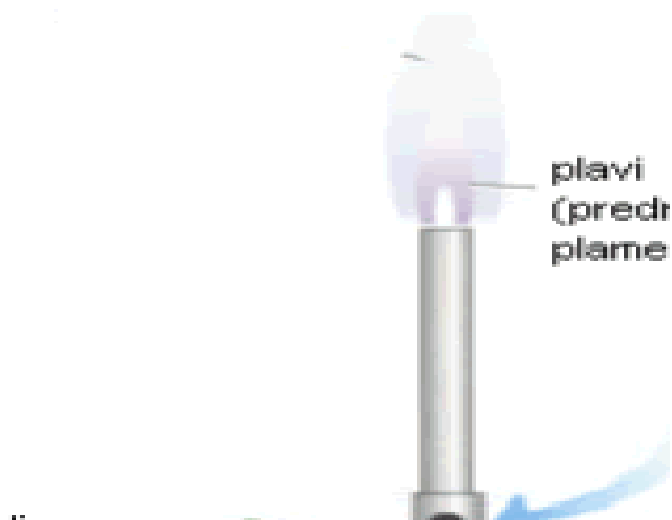
a) Vrste plamena

Difuzan plamen, nije pomiješan prije paljenja, zato izgara nečisto, hladniji plamen vidljiv iz boje plamena (narančasto-crvene boje), tiše izgaranje zbog sporijeg sagorijevanja, plamen ima definiran oblik. Sagorijevanje ima manju učinkovitost.



Slika 11 - Difuzan (Raspršeni) plamen

Prethodno pomiješani plamen, plinovi su pomiješani prije paljenja, zato gore čišće, topliji plamen koji se vidi po boji plamena (plaviji). Izgaranje je bučnije zbog veće brzine sagorijevanja, ustaljen plamen ali je teže razabrati njegov rub uslijed mutnog plamena. Učinkovitije izgaranje. U većini požara, plamen će biti raspršen (difuzan).



Slika 12 - Prethodno predmiješan plamen

- *kinetičko gorenje* – je gorenje koje se odvija u homogenim gorivim sustavima. Karakteristika ovog načina gorenja je da je brzina sagorijevanja određena brzinom kemijskih reakcija, koje su inače kod povišenih temperatura vrlo velike. Pod određenim, povoljnim, uvjetima ovaj način gorenja može poprimiti karakteristike eksplozije ili detonacije.

- *difuzno gorenje* – je gorenje koje se odvija u heterogenim gorivim sustavima, gdje u zonu gorenja oksidans dolazi molekularnom difuzijom. Brzina difuznog sagorijevanja gorive tvari je u velikoj mjeri određena fizikalnim procesom difuzije, a on je najčešće vrlo spor.

Ovisno o postignutim uvjetima, gorenje, odnosno oksidacijski procesi odvijaju se različitim brzinama, pa stoga brzina gorenje može biti različita.

Za naše razmatranje sa stajališta interesa opće protupožarne i protuekspluzijske prakse u ovome području, sve brzine kemijskih reakcija oksidacije (u užem i u širem smislu riječi) možemo grubo razvrstati, kako se uobičajeno u praksi i razvrstavaju, u tri ili četiri glavne skupine:

- a) spora ili "tiha" oksidacija ili samooksidacija,
- b) brza ili burna oksidacija i
- c) vrlo brza ili eksplozivna oksidacija.

Umjesto skupine (c): "vrlo brze ili eksplozivne oksidacije", pojedini autori odmah navode njezine dvije podvrste:

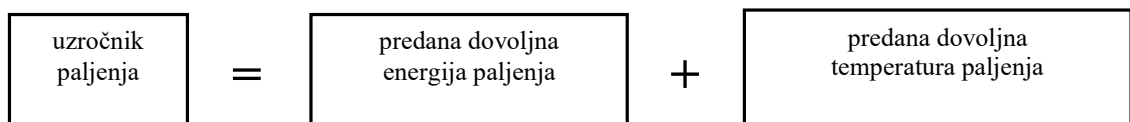
- c1) deflagracijska eksplozivna oksidacija i
- c2) detonacijska eksplozivna oksidacija.

Kod brzih oksidacija imamo slijedeće pojmove:

- **r a s p r s k a v a n j e** – (prasak ili buknuće) je brzo sagorijevanje bez značajnije pojave porasta tlaka. Kada se ova pojava događa unutar objekata naziva se još i **flash over** ili samo **flash**;
- **deflagracija** – je brza kemijska reakcija u toku koje se oslobođena toplina progresivno prenosi sa čestice na česticu. Brzina širenja plamena kod deflagracije je velika i kreće se ispod 400 ms^{-1} (niža od brzine zvuka), a ukoliko se ne odvija u zatvorenom prostoru ne dolazi do formiranja udarnog vala;
- **d e t o n a c i j a** – je kemijska reakcija kod koje se brzine širenja plamena kreću iznad brzine zvuka (uglavnom od $1000\text{-}8000 \text{ ms}^{-1}$). Neovisno da li se detonacija odvija u zatvorenom prostoru ili na otvorenom formira se udarni val jake rušilačke snage.

Da bi neki potencijalni izvor toplinske energije, tj. potencijalni uzročnik paljenja mogao postati stvarni uzročnik paljenja (pripaljivanja ili samopaljenja), pored ostalih uvjeta koje mora ispunjavati gorivi sustav u trenutku paljenja uzročnik mora istovremeno zadovoljiti dva osnovna uvjeta:

1. predaja dovoljne toplinske energije cijelom ili djeliću volumena gorivog sustava
2. zagrijavanje gorivog sustava na temperaturu samopaljenja ili bar njenog jednog dijela na temperaturu pripaljivanja.



Za prinudno paljenje točkastim izvorima paljenja potrebna je znatno manja količina energije od difuznih, jer oni osiguravaju veći intenzitet energije u ograničenom djeliću volumena gorivog sustava.

Stoga, upravo *minimalna energija paljenja* predstavlja tu najmanju količinu topline koju goriva tvar mora apsorbirati od izvora paljenja (uzročnika paljenja) da bi došlo do njenog paljenja i gorenja.

Minimalna energija paljenja - količina toplinskog impulsa koja može dovesti do zapaljenja neke tvari (najmanja količina topline koju goriva tvar mora apsorbirati od izvora paljenja – uzročnika paljenja da bi došlo do njenog paljenja i gorenja)

0,4 mA - jako zapaljive tvar

6.4. Piroliza drva

Suha destilacija drva zvana također pougljenjivanje drva je kemijski proces u kojem se drvo bez pristupa zraka podvrgava pirogenoj reakciji, tj. reakciji razgradnje na visokoj temperaturi. Pri tom niz kemijskih spojeva izlazi u plinovitom i parnom stanju, a u čvrstom stanju zaostaje drveni ugljen.

Pirolizom 100 kg drva s oko 20% vlage nastaje č 29 kg drvenog ugljena, 45 kg sirovog drvenog octa (bez katrana) i 18 kg plina.

Sirovi drveni ocat pored vode sadrži 10% niskomolekularnih hlapljivih masnih kiselina, 3% drvenog špirit i 7% otopljenih katranskih ulja . Niskomolekularne hlapljive masne kiseline sastoje se od octene kiseline, mravlje kiseline i viših homologa octene kiseline (maslačna, propionska, krotionska kiselina i dr.) Drveni špirit sastoji se od acetaldehida, acetona, metilaceteta, alil i propil alkohola, metilalkohola, raznih aldehida i ketona.

Pirolizom drva na 400°C nastaje 20% plinova, ili 12,5 m³/kg drva. Kemijski sastav (po volumenu) je ovaj:

CO 34%, H₂ 2%, CH₄ 10%, C₂H₄ 2%, CO₂ 50%. Toplina sagorjevanja 2130 kcal/kg.

6.4.1.Paljenje drva

Za građevinsko drvo s 15% vlage u tablici 6. navedene su vrijednosti za početak paljenja:

Tablica 6.

Temperatura paljenja drveta [°C]	200	250	300	400
Minimalno vrijeme paljenja drveta (minute)	25	16	6	2,5

6.4.2. Brzina pougljenja drva

Brzina stvaranja pougljenog sloja ovisi o :

- Zapreminske mase drveta,
- Zbijenosti strukture i anatomskeg sastava drva,
- Postotka vlage u drvetu
- Geometrije poprečnog presjeka
- Stanja naprezanja kojem je izložen element

6.5 Produkti izgaranja

Dim se sastoji od plinovite faze i čestica neizgorjele tvari. Čestice se mogu nalaziti u krutom i tekućem stanju. Kruti dio sastoji se od pepela i čađe, a tekući dio u formi aerosola, građen je uglavnom od kapljica vode nastalih kondenzacijom vlage u zraku i različitih ugljikovodika. Budući su krute čestice relativni većih dimenzija, dim postaje vidljiv, a njegova boja može biti različita. Na osnovi znakovitog obojenja dima, može se često puta zaključiti o kemijskoj građi gorive tvari i uvjetima pod kojima se izgaranje odvija. Tako na primjer organske tvari u pravilu izgaranjem stvaraju više dima od anorganskih, jer su bogatije ugljikom. Isto tako više dima se stvara pri izgaranju neke tvari koja sadrži manje oksidansa. Dim je u pravilu manje otrovan od plinovitih produkata, ali i on može imati sastojke koji izrazito djeluju na živčani sustav.

Različiti **plinoviti produkti** često se pojavljuju u industrijskim postrojenjima kao produkti nepotpune oksidacije. Plinska faza koja se formira tijekom razvoja požara je

promjenjivog sastava i prvenstveno ovisi od kemijskog sastava tvari koja goriva, te brzini izgaranja. Koncentracija plinovitih produkata (ili para zapaljivih tekućina) je veća što je proces izgaranja brži. Ti plinoviti produkti su pretežno otrovni, a kao najčešći se pojavljuju: oksidi dušika (NO i NO_2), cijanovodik (HCN), sumporovodik i sumporni dioksid (H_2S , SO_2), klorovodik (HCl), amonijak (NH_3), oksidi ugljika (CO , CO_2) i drugi. Često puta se tijekom procesa izgaranja naknado formiraju otrovni plinovi međusobnom reakcijom prije i posloje stvorenih kemijskih spojeva.

To se događa pri izgaranju plastične mase (PVC – a), gdje se primarno stvaraju plinoviti klor i ugljični monoksid. Na temperaturama iznad 600°C ova dva spoja stvaraju novi plin iz skupine zagušljivaca imenom fozgen (COCl_2). U procesu hlađenja plinova u završnoj fazi požara dolazi do njihove djelomične kondenzacije i stvaranja tekuće faze (u formi kapljica) koja se uglavnom sastoji od raznih vrsta ugljikovodika. Uslijed toga kapljice kondenzata kojima je relativna težina veća od zraka, postupno padaju na tlo, odnosno nazočne predmete. .

Čađe su manje ili više nečisti oblici ugljikovodika u fino raspršenom stanju i s razmjerno velikom površinom, a dobivaju se nepotpunim izgaranjem ili pirolizom organskih tvari bogatih ugljikovodikom, kao što su: smole, ulje, gume, plastika i dr. Prema vrsti materijala razlikujemo više vrsta čađi: acetilenske, koštane, plinske ili biljne.

Pepeo se sastoji od anorganskih ostataka koji zaostaju nakon izgaranja krutih goriva kao što su drvo, ugljen i koks, te drugih prirodnih organskih tvari kao žitarica, brašna, repe i dr., koje u svom sastavu imaju anorganske sastojke.

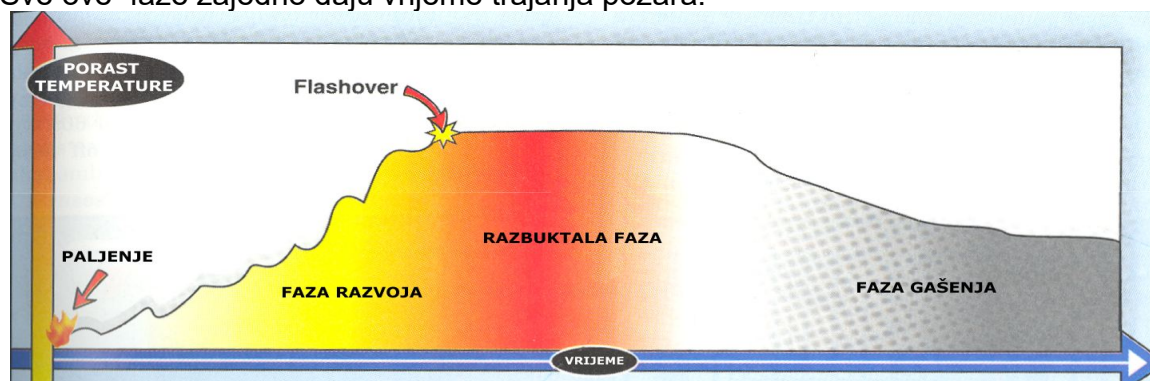
7. POŽAR

7.1. Tijek požara

U novije vrijeme istraživanja su pokazala da prilikom nastanka, razvoja i širenja požara zatvorenog prostora postoji nekoliko faza.

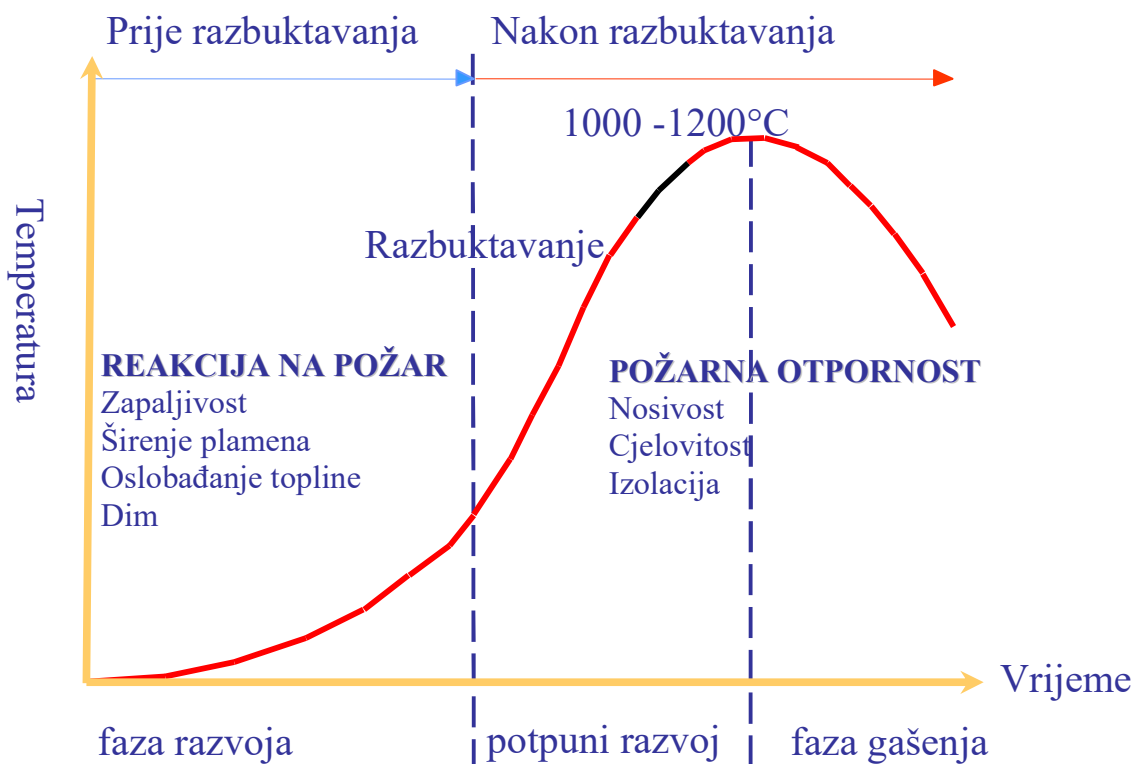
- faza zapaljenja(početna faza) požara,
- faza rasta (faza razvoja) požara,
- flashover,
- faza punog razvoja (razbuktala faza) požara i
- zgarište (faza gašenja) požara

Sve ove faze zajedno daju vrijeme trajanja požara.



Slika 13 - Razvoj i širenje požara zatvorenog prostora

Na slici 14. prikazan je razvoj požara u prostoriji.



Sl. 14. Razvoj požara u prostoriji

7.2 Flashover – definicija

ISO definicija (International standard organisation ISO 1990): "Nagli prijelaz rastućeg požara u stanje u kojem su odjednom zahvaćeni svi gorivi materijali koji se nalaze u odjeljku".

Definicija u literaturi "British fire service operations":

"U požarnom sektoru požar može ući u fazu gdje ukupna toplinska radijacija nastala požarom, vrući plinovi i vruće stijenke požarnog sektora uzrokuju nastanak zapaljivih produkata pirolize izloženih površina unutar požarnog sektora.

Ova definicija u osnovi znači: kako se požar u požarnom sektoru razvija, tako se nastali požarni plinovi skupljaju pod stropom. Temperatura u požarnom sektoru rasti će zbog:

- toplinskog zračenja nastalog samim gorenjem
- toplinskog zračenja nastalog unutar granica požarnog sektora

Oko 2/3 nastale topline zračenja biti će zadržano i usmjereno od stropa (neutralne površine) prema dolje uz povećan nastanak požarnih plinova kao rezultat pirolize. Tada nastaje kritičan trenutak kada se svi plinovi nastali pirolizom odjednom pale.

Da bi smo spriječili Flashover (trenutno sagorijevanje nakupljenih plinova), potrebno je pristupiti hlađenju i razrjeđivanju nesagorjelih produkata izgaranja i pirolize.

Flashover se događa kada ukupna topline nastala unutar požarnog sektora, i u najudaljenijoj točki od izvora požara, emitira energiju u iznosu od cca 25 KW/m².

7.2.1 UVJETI ZA NASTAJANJE FLASHOVERA

Oslobođeni zagrijani plinovi počinju se nakupljati u gornjem dijelu prostorije, međutim još ne dolazi do nagomilavanja topline, budući da se dim još može širiti, ili pak strop prostorije preuzima dio nastale topline. Požar se međutim počinje širiti (uz stalni dotok zraka) i dolazi do povećanog stvaranja vrućeg dima.

Ako se toplina sadržana u dimu ili sam dim ne mogu dovoljno odvoditi ili prenositi, u zadimljenoj će zoni doći do porasta temperature i gornji će se dio prostorije zagrijavati. Vrući dim i zagrijani dio prostorije (min. 600 °C) počinju zračiti toplinu, te će gorive tvari u preostalom dijelu prostorije, koje su udaljene od žarišta požara, početi oslobađati pirolitičke plinove koji će se gomilati u gornjem dijelu prostorije (u zadimljenom sloju).

To izmjenično djelovanje požarnog dima i toplinskog zračenja naziva se povratno termičko djelovanje radijacije.

Do razbuktavanja zadimljenog sloja doći će:

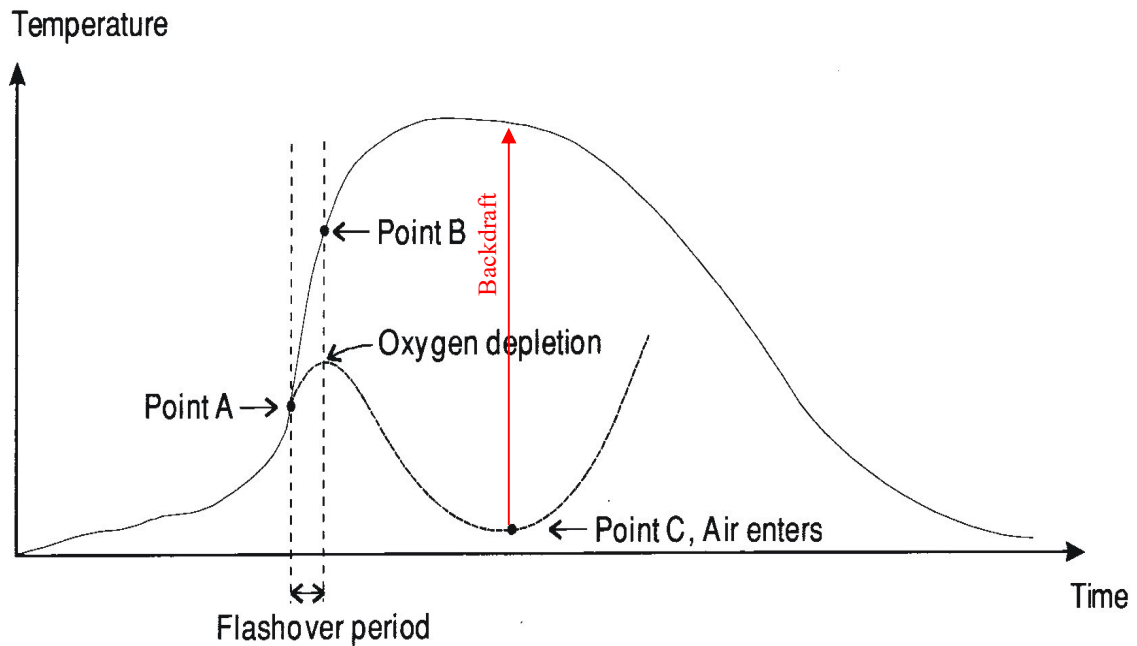
- čim se postigne donja granica eksplozivnosti (DGE) pirolitičkih plinova i ako postoji dovoljno kisika za izgaranje svih pirolitičkih plinova. Pri tom ne dolazi do značajnijeg porasta tlaka
- iznad (GGE) uz nagli dotok zraka, tlak može porasti do 1 kPa.

Nakon takvog zapaljenja cijela će prostorija buknuti, a preživljavanje bez zaštite je nemoguće. Zaštitno odijelo prema EN 469 omogućit će korisniku povlačenje u trajanju od oko 5-8 sekundi. Na žalost to je premalo vremena da bi se vatrogasac povukao iz prostorije bez teških ozljeda, a najčešće se radi o opekotinama opasnim po život.

Povratni plameni mlazovi (tzv. **“backdrafts”**), pojavljuju se kao najgori mogući ishod u toč. C, slika 15., tj. kada pirolitički plinovi nastali uslijed nedostatka kisika stvore sa svježim zrakom gorivu mješavinu i bivaju zapaljeni. Dolazi do eksplozivnog izgaranja i pripadajuće ekspanzije plamenih mlazova kroz otvore prostorije → kratkotrajni efekt!).

Odgođeni backdraught – u slučaju tinjajućeg i u prostoru duboko pozicioniranog požara, ako su k tome vrata prema požaru otvorena, ulazak zraka u okolinu koja oskudijeva kisikom, mijenja eksplozivnu granicu od prezasićene mješavine plinova ka idealnoj mješavini, ne izazivajući backdraught. Odgođeni backdraught se događa u slučaju kada se pougljenjeni sloj tinjajućeg požara uskomeša, ili ga se mlazom

vode iz vatrogasne cijevi razgrne, i u slučajevima kada se pomakne nagorjelo pokućstvo i time otkrije izvor paljenja.



Slika 15. Pojava flashovera i backdrafta

7.3. Projektirano požarno opterećenje

Za inženjersku praksu neophodno je definirati *tipski scenarij* razvoja požara s *vremenski prepoznatljivim fazama* i pripadajućim iznosima *požarnog opterećenja*. Tipski scenarij mora biti što sličniji realnoj situaciji razvoja požara u građevini, ali istovremeno opisan jednostavnim matematičkim izrazom pogodnim za inženjerske aplikacije.

Tipizacija požarnog opterećenja omogućuje inženjeru da uspoređuje efikasnost različitih projektnih rješenja pod utjecajem istovjetnog tipskog požara.

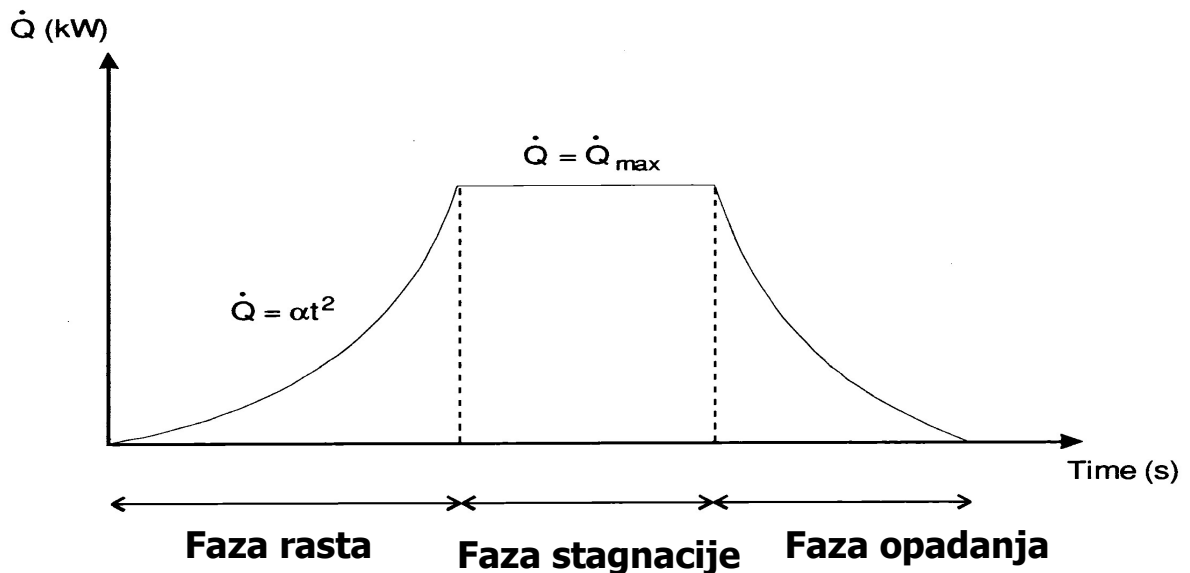
Energija oslobođena požarom se iskazuje u jedinici vremena, kao “oslobođena toplinska snaga” (**HRR** = Heat Release Rate) u kW ili MW.

Izraz kojim se najčešće opisuje vremenski razvoj požara, odnosno povećanje toplinske snage požara kao funkcije vremena, je tzv. *požar s kvadratnom ovisnosti o vremenu "t"*:

$$Q(t) = \alpha \cdot t^2$$

pri čemu je α koeficijent rasta u (kW/s²). Određuju se na temelju provedenih brojnih eksperimenata za različite artikle (namještaj, vozila i sl. npr. za drveni ormar sa stjenkama debljine 3/4" i mase od 120 kg, koeficijent rasta $\alpha = 0,0469$.)

Pojednostavljeni prikaz ovisnosti oslobađanja topline o projektiranom tijeku požara dat je na slici 18.



Slika 18. Pojednostavljena krivulja projektiranog požara s karakterističnim fazama

7.4. Stvaranje dima

Dim su plinoviti produkti izgaranja organskih materijala u kojima su disperzirane i sitne krute i tekuće čestice.

U definiciji dima prema NFPA (1993.) dodan je i termin *okolnog zraka* koji se nalazi pomiješan s produktima izgaranja i s njima predstavlja ono što promatrač vidi kao "dim"!

Dim, zbog kombiniranog učinka *smanjenja vidljivosti* i *toksičnosti*, predstavlja uzrok za više od 50% svih fatalnih ishoda u požarima!

Dim ima $0,2 \text{ kg/m}^3$, a zrak ima 1 kg/m^3 .

Osobine dima stvorenog sagorijevanjem materijala – u većini slučajeva dim je opasan, jer smanjuje vidljivost i onemogućava evakuaciju i gašenje, a često je toksičan i korozivan. Zbog toga se govori o tri aspekta štetnosti dima:

- Smanjenju vidljivosti
- Otrovnosti dima
- Korozivnosti dima.

7.4.1. Širenje dima

Na širenje dima, kao svojevrsnog fluida, utječu sile koje se manifestiraju kao gradijenti tlaka u neposrednom okolišu mjesta požara.

Spomenute *sile*, koje kreiraju gradijente tlaka, su slijedeće:

- Uzgonske sile uvjetovane izravnim djelovanjem požara na vruće produkte izgaranja → lokalni utjecaj unutar prostora.
- Uzgonske sile uvjetovane razlikom temperatura unutar i izvan građevine → makro utjecaj.
- Djelovanje vanjskih vjetrova u neposrednoj blizini građevine → raspored tlakova na fasadi.
- Djelovanje sustava (klimatizacije) i ventilacije unutar građevine.

8. GORIVE TVARI

Glede gorivosti ili zapaljivosti tvari dijelimo na :

- **gorive ili zapaljive tvari i**
- **negorive ili nezapaljive tvari**

Zapaljive tvari su one tvari koje se mogu upaliti.

Upaliti se znači biti zahvaćen požarom, uz korištenje vanjskog izvora topline ili bez toga.

Zapaliti se znači potaknuti izgaranje plamenom

Požar je izgaranje koje se brzo i nekontrolirano širi u prostoru i vremenu

Gorive ili zapaljive tvari su one koje se pri normalnim (standardnim) uvjetima pripaljivanja mogu lakše ili teže zapaliti i dovesti do pojave požara ili u uvjetima požara potpomagati njegov nesmetan razvoj i širenje. Skupini gorivih tvari pripadaju **razne organske tekućine** (sirovine, goriva, organska otapala), kao: benzin, eteri, esteri, ketoni, aldehidi, alkoholi; **plinoviti ugljikovodici** kao: metan, etan, propan, butan, acetilen i ini gorivi plinovi- amonijak, vodik; zatim **krute tvari** kao: drvo, sijeno, papir, tekstil, većina polimera, usitnjeni laki metali, alkalijski homogeni metali, sumpor, fosfor itd.

Negorive ili nezapaljive tvari su one koje se ne mogu zapaliti pri normalnim uvjetima pripaljivanja (815,6 °C u vremenu od 5 minuta), a mnoge ni kada su izložene djelovanju ekstremno povišene temperature (na primjer: beton, staklo, azbest, kamen, cigla i dr.). Neke tvari se pod određenim uvjetima mogu svrstati u jednu ili drugu skupinu. Primjer: aluminij u obliku velikih komada pripada skupini nezapaljivih tvari, međutim ako je aluminij usitnjen u finu prašinu, ona se može zapaliti pa i eksplodirati u određenim uvjetima.

I sadržaj vode ili nekih drugih primjesa, u nekim slučajevima znatno utječe na zapaljivost tvari.

Glede brzine vezivanja tvari sa kisikom te množine i brzine nagomilavanja topline u pripaljivanom dijelu tvari, sve gorive tvari možemo podijeliti na:

- **lako zapaljive tvari i**
- **teško zapaljive tvari**

Lako zapaljiv je pojam koji se odnosi na osobinu para i plinova da se mogu lako zapaliti pri kratkom djelovanju izvora paljenja.

Teško zapaljiv je pojam koji se odnosi na osobinu tvari da može gorjeti samo u dužoj vremenskoj prisutnosti izvora paljenja.

Lako zapaljive tvari su one koje se pod normalnim uvjetima ili na određenoj povišenoj temperaturi pod utjecajem inicijalnog plamena zapale i gore. To su **razne**

organske tekućine kao: benzin, eteri, esteri, ketoni, aldehidi, alkoholi; **plinoviti ugljikovodici** kao: metan, etan, propan, butan, acetilen i ini gorivi plinovi- amonijak, vodik; zatim **krute tvari** kao: drvo, sijeno, papir, tekstil, većina polimera, usitnjeni laki metali, alkalijski homogeni metali, sumpor, fosfor itd.

Teško zapaljive tvari su one koje se pod normalnim utjecajem inicijalnog plamena zapale, ali gore samo dok na njih plamen izravno djeluje. Na taj način izgaraju sve vrste životinjskih vlakana, mnoge polimerne sintetičke tvari, drvo ili tekstil impregniran nekim sredstvom za snižavanje stupnja zapaljivosti i brzine širenja plamena i dr.

Glede kemijskog sastava gorive tvari dijelimo na:

- a) tvari koje čine samo gorivi elementi (vodik – H_2);
- b) tvari koje čine gorivi i negorivi elementi (amonijak- NH_3);
- c) tvari koje u svom sastavu imaju uz gorive i negorive elemente i oksidans koji može u određenim uvjetima i kod određenih tvari pomoći u procesu detonacijskog izgaranja ((trinitrotoluen – TNT ($C_6 H_2 (NO_2)_3 CH_3$)));

Za prosudbu moguće gorivosti ili zapaljivosti tvari ponegdje se rabi tzv. koeficijent (K) gorivosti materijala (tvari). Temeljem veličine tog koeficijenta klasifikacija gorivih tvari prema ruskom autoru Popovu je sljedeća:

- a) negorive tvari kod kojih je koeficijent $k < 0$
- b) teško gorive tvari koje imaju $0 < k < 2,1$
- c) gorive tvari kod kojih je $k > 2,1$

Koeficijent gorivosti neke tvari poznate empirijske formule poznatog elementarnog sastava lako se može izračunati prema sljedećem izrazu:

$$K = 1x H + 4(C+S) - 2(O + Cl) - 1N - 3F - 5 Br$$

Pri tome je: H- atom vodika; C- atom ugljika; S – atom sumpora; O – atom kisika; Cl – atom klora; N – atom dušika; F – atom fluora; Br – atom broma.

Primjer izračuna 1: Izračunaj koeficijent gorivosti alkohola etanola ($C_2H_5 OH$)

$$K = 1 \times 6 + 4(2+0) - 2(1+0) - 1 \times 0 - 3 \times 0 - 5 \times 0$$

$$K = 6 + 8 - 2$$

$$K = 12$$

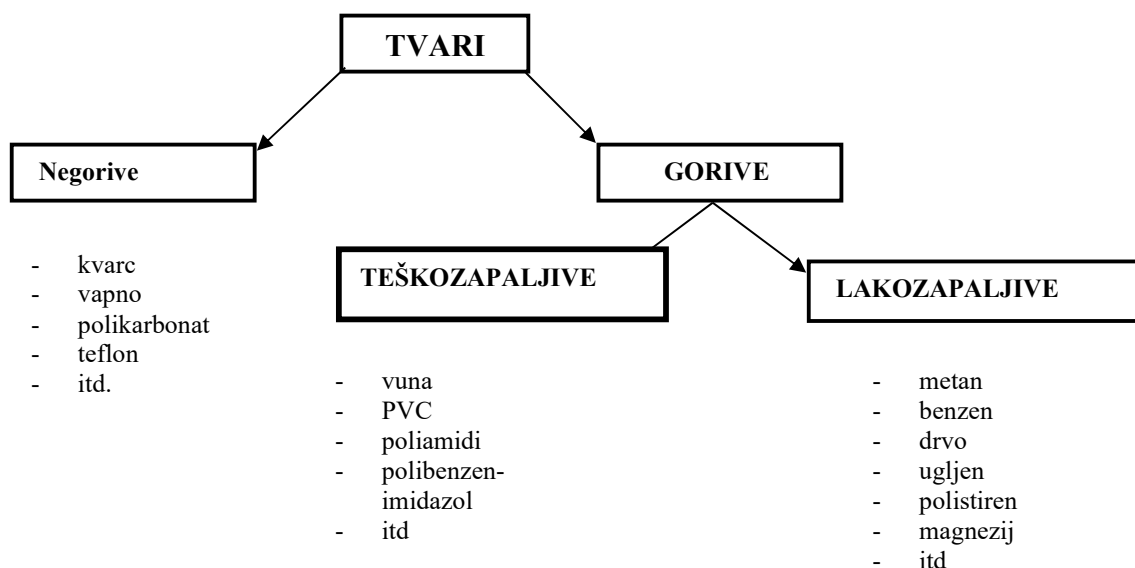
Primjer izračuna 2: Izračunaj koeficijent gorivosti trinitrotoluola– ($C_6H_2(NO_2)_3 CH_3$):

$$K = 1 \times 5 + 4(7+0) - 2(6+0) - 1 \times 3 - 3 \times 0 - 5 \times 0$$

$$K = 5 + 28 - 15$$

$$K = 18$$

Slikoviti prikaz podjele tvari s obzirom na svojstva gorivosti i zapaljivosti (slika 19) na vrlo jednostavan način predočava i definira podjelu tvari. Tvari, koje nas okružuju općenito se mogu podijeliti na:



Slika 19.. Podjela tvari s obzirom na gorivost

Pojmovi koji se također rabe kod opisa požarnih značajka materijala

g o r i v o s t – sposobnost materijala da reagira s medijem koji podržava sagorijevanje (obično kisik) pri čemu se razvija toplina.

z a p a l j i v o s t – sposobnost nekog materijala da se održava u stanju sagorijevanja (ili da počne sa sagorijevanjem) kada je izložen djelovanju izvora topline.

b r z i n a š i r e n j a p l a m e n a – brzina kojom se kreće fronta plamena po materijalu.

Kao sve druge tvari i gorive tvari se prema svom agregatnom stanju u normalnim uvjetima mogu podijeliti na:

- a) gorive plinove
- b) gorive pare tekućina
- c) gorive čvrste tvari

9. POJMOVI VEZANI UZ GORENJE

Temperatura nekog sustava izražava intenzivnost gibanja atoma i molekula koji se nalaze u tom sustavu. Drugim riječima, ako je mirovanje atoma i molekula u nekom sustavu apsolutno, temperatura je nula. Tu temperaturu nazivamo apsolutnom ili termodinamičkom, za razliku od nule na Celsiusovoj skali koja odgovara talištu leda, odnosno ledištu vode. Isto vrijedi i za 100°C što odgovara vrelištu vode pri 101325 PA.

$T = 0 \text{ K (kelvin)}$

$t = - 273,15^{\circ}\text{C}$

$t = (T - 273,15) ^{\circ}\text{C}$

$T = (t^{\circ}\text{C} + 273,15) \text{ K}$

Temperatura paljenja

– je najniža temperatura do koje treba *neizravno* zagrijati neku tvar (krutinu, tekućinu ili plin), kako bi se ona počela brzo (burno) spajati s kisikom, te počela

izgarati bez izravnog dodira sa vanjskim izvorom paljenja (plamen, iskra) i bez daljnjeg dovođenja topline.

Temperatura gorenja

– je najniža temperatura gorive tvari na kojoj se iznad njene površine oslobađaju gorive pare ili plinovi takvom brzinom da nakon njihova zapaljenja tvar nastavlja samostalno gorjeti

Temperatura plamišta

– je najniža temperatura gorive tekućine na kojoj se iznad njene površine stvaraju dovoljne količine pare koje se kratkotrajnim djelovanjem vanjskog izvora paljenja mogu zapaliti. Može se i izračunati pomoću formule ako znamo temperaturu vrelišta:

$$t_{pl} (^{\circ}\text{C}) = t_{vre} - 18 \sqrt{K} \quad K - \text{koeficijent gorivosti}$$

Glede temperature plamišta i vrelišta standardno razlikujemo:

1. zapaljive tekućine koje imaju penetraciju veću od 300 jedinica penetracije (1/10 mm) određenu prema normi za metode ispitivanja bitumena HRN U.M8.010 i čiji je tlak pare na 323,15 K (50°C) manji od 300 kPa (3 bara), a dijele se prema temperaturi plamišta na:

- upaljive (lako zapaljive) tekućine čija je temperatura plamišta jednaka ili manja 311,15 K (38°C) i
- gorive tekućine čija je temperatura plamišta iznad 311,15K(38°C)

Dodatno se razvrstavaju u skupine prema temperaturama plamišta i vrelišta sukladno HRN Z.C0.007 kako slijedi:

I - skupina zapaljivih tekućina čije je plamište do 38 °C a dijeli se u podskupine:

I.A - tekućine čija je temperatura plamišta niža od 23°C, a vrelište ispod 38° C,

I.B - tekućine čija je temperatura plamišta niža od 23°C, a vrelište iznad 38° C

I.C - tekućine čija je temperatura plamišta od 23°C do 38°C,

II - skupina zapaljivih tekućina su tekućine čija temperatura plamišta od 38°C do 60° C,

III- skupina zapaljivih tekućina čije plamište je od 60°C do 100°C a dijeli se u podskupine:

III.A - tekućine čija je temperatura plamišta od 60°C do 93°C

III.B - tekućine čija je temperatura plamišta viša od 93°C, ali ne više od 100°C,

Na promjenu plamišta neke tekućine mogu jako utjecati dodaci drugih zapaljivih tekućina.

Temperatura plamena

– je maksimalna temperatura koju dostižu produkti sagorijevanja u zoni intenzivnih reakcija.

Granični indeks kisika (Limited Oxygen Indeks) (GIK/LOI) pokazuje minimalnu koncentraciju kisika potrebnu za izgaranje izraženu kao obujamski postotak kisika u plinskoj smjesi kisika i dušika (N₂/O₂) standardne temperature (23 ± 2°C).

Granični indeks kisika izražava se formulom:

$$\text{GIK/LOI} = 100 V_0 / V_0 + V_N$$

pri čemu je:

- GIK/LOI je granični indeks kisika (Limited Oxygen Indeks), u % obujma;
- V_0 je količina kisika po obujmu smjese na temperaturi od 23 C;
- V_N je količina dušika po obujmu smjese na temperaturi od 23 C;

Svaka goriva tvar ima određenu vrijednost GIK/LOI koja određuje zapaljivost tvari. Ukoliko je ova vrijednost veća, tvar je manje zapaljiva.

Tablica broj 8: Vrijednosti GIK/LOI za neke gorive tvari

Naziv tvari	GIK/LOI (%)
Poliakrilonil	18,2
Triacetatceluloza	18,4
Acetatceluloza	18,6
Polipropilen	18,6
Viskoza	18,9
Pamuk	19,0
Poliamid	20,1
Poliester	20,6
Vuna	25,2
Polivinilklorid	37,1
Pamuk7poliester 50/50	18,4
Heptan	14,0
Aceton	15,0
Etanol	15,0

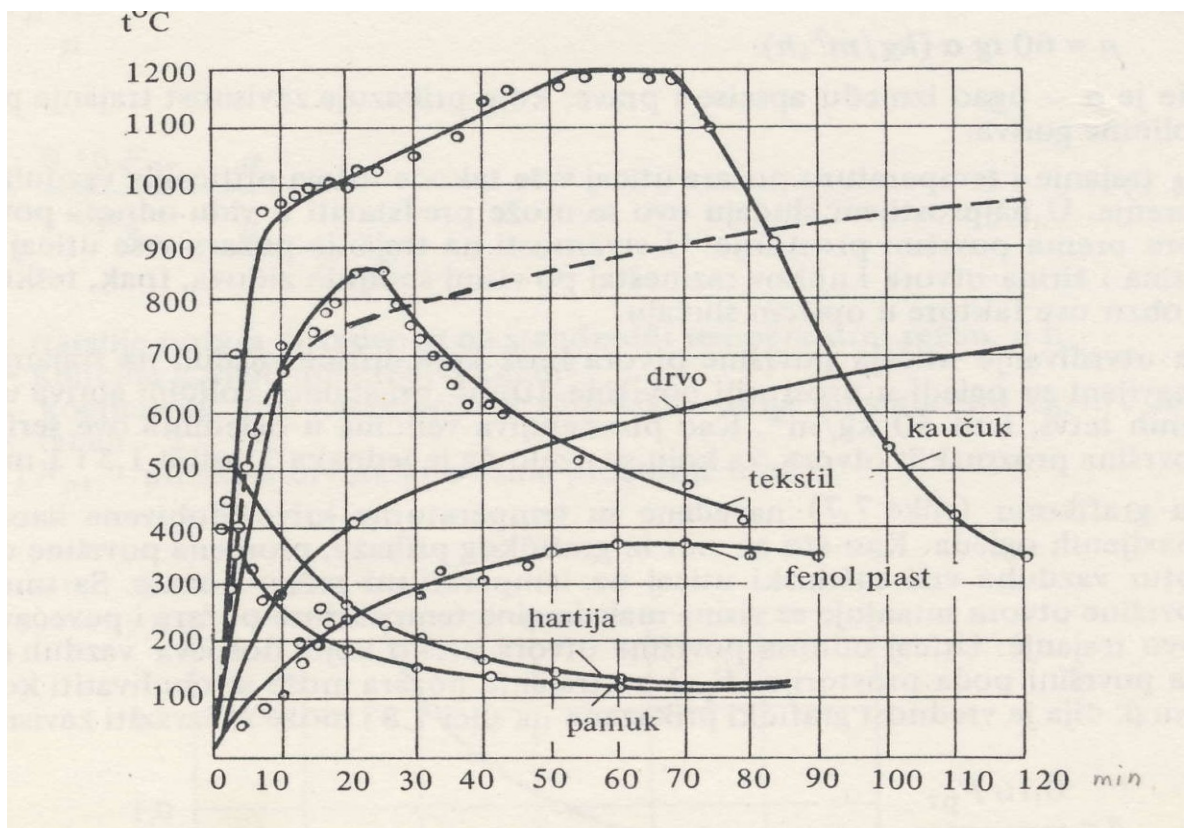
Eter	13,0
Fenolne smole	21,0
Polietilen	18,0
Epoksi smole	33,0
Poliuretanske smole	41,0
Silikonske smole	65,0
Vodik	5,4
Ugljični monoksid	7,6
Etan	10,5

Brzina izgaranja - količina tvari koja izgori u jedinici vremena na jedinicu površine
 $\text{m}^3/\text{m}^2\text{min}$ ($\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$)

Vrelište - temperatura pri kojoj tlak para tekućine dostigne vrijednost tlaka okoline
(stvaraju se pare unutar tekućine i izlaze u obliku mjehurića)

9.1. Temperatura izgaranja

Temperaturne krivulje za različite vrste tvari, prikazane su na slici 21., pokazuju da se porast temperature u odnosu na vrijeme požara značajno razlikuju se od standardne temperaturne krivulje.



Sl. 21. Krivulja «temperatura – vrijeme» za različite tvari

9.2. Temperatura požara i vrijeme njegovog trajanja

Temperatura požara kao i vrijeme njegovog trajanja ovisi o mnogo faktora kao npr. od:

- kalorične vrijednosti tvari koja izgara
- požarnom opterećenju
- brzini gorenja tvari zahvaćene požarom
- linearnoj brzini širenja požara
- uvjeta dotoka zraka
- odvoda produkata gorenja
- oblika prostorije – konstrukcijskog materijala

Pojednostavljeni izraz za određivanje vremena trajanja požara glasi:

q t – trajanje požara u satima

$$t = \frac{q}{m} \quad \begin{array}{l} q - \text{količina gorive tvari u kg/m}^2 \\ m - \text{brzina gorenja date tvari u kg/m}^2\text{h} \end{array}$$

Nedostatak ove metode određivanja trajanja požara je taj što se ne uzima u obzir temperatura požara. Tako npr. požar u trajanju od 1 sata može biti i pri gorenju prirodnog kaučuka i pri gorenju papira. U prvom slučaju biti će maksimalna temperatura u zoni požara preko 1100°C, a u drugom slučaju oko 500°C. Iako oba ova požara jednako traju, oni se po svom djelovanju na okolinu suštinski razlikuju.

Veličina maksimalne temperature u požarima također se mijenja.

Tako temperatura od 1000 do 1100°C primijećena je u mnogim požarima koji su trajali od 1 – 2 sata, a temperatura 1200 – 1300 °C primijećena je relativno rijetko, samo u požarima koji su trajali 3 – 5 i više sati.

Na početku požara temperatura je neravnomjerna u prostoriji. Uslijed oslobađanja topline javlja se razlika u temperaturi, a time i u gustoći između plinova u zoni gorenja i okružujućoj sredini, što uvjetuje ubrzano kretanje zagrijanih plinova naviše (slobodna konvekcija). Kao rezultat takvog kretanja iznad žarišta gorenja stvara se turbulentna konvektivna struja u kojoj se temperatura ravnomjerno rasprostire kako po visini, tako i po njenom poprečnom presjeku. (konusni oblik s vrhom u žarištu požara).

9.3. Kalorijska moć tvari - toplina izgaranja

Kemijske reakcije protječu dovođenjem ili oslobađanjem energije u obliku topline.

Toplina je oblik energije, a jedinica za količinu topline je džul (Joul) J ili vatsekunda (Ws) (1 J = 0,2388 cal ili 0,000238 kcal; 1 kcal = 4186,8 J) Temperatura je stupanj zagrijanosti tijela, a predstavlja kretanje čestica – molekula i atoma u njima i izražava se u stupnjevima celzija ili u kelvinima.

Reakcije za čije je odvijanje potrebno dovođenje topline, nazivaju se *endotermnim* reakcijama. Pri endotermnim reakcijama zagrijavanje komponenata reakcije je potrebno ne samo za početak reakcije nego i u tijeku vremena njezina odvijanja. Bez vanjskog dovođenje topline, endotermna reakcija se prekida.

Reakcije u čijem se tijeku oslobađa toplina, nazivaju se *egzotermnim*. Sve reakcije gorenja spadaju u grupu egzotermnih reakcija. Uslijed toga što se reakcijom oslobodi toplina, ona je sposobna, počevši u jednoj točki, proširiti se na sve reakcijske komponente.

Količina topline koja se oslobodi pri potpunom izgaranju i koja se odnosi na jedan mol, jedinicu mase (kg, ili g) ili jedinicu volumena (m³) gorive tvari, naziva se *toplinom izgaranja*.

Toplina izgaranja može se odrediti eksperimentalno i računski.

Toplinu izgaranja moguće je izračunati pomoću podatataka iz tablica koji su dobiveni na temelju zakona G.H. Hessa.

Za tvari za koje ne postoje podaci u tablicama toplina izgaranja se može izračunati po formuli za izračunavanje kalorične moći:

Donja kalorična moć

$$Q_d = 339,4 \cdot [C] + 1257 \cdot [H] - 108,9 ([O] - [S]) - 25,1 \cdot (9[H] + W) \quad \text{kJ /kg}$$

↘ Ako ima klora dodaje se kisik

[C]- postotno učešće ugljika npr. 82%

[H]- postotno učešće vodika npr. 18%

[O]- postotno učešće kisika npr. 2%

[S]- postotno učešće sumpora npr. 1,8%

W – postotno učešće vlage

Izračunavanje postotka (udjela) atoma u nekom spoju (npr. propan)

C ₃ H ₈	3 x 12 = 36	36/44 = 0,82 ili 82% C
	8 x 1 = 8	8/44 = 0,18 ili 18% H

	Mt 44	

Gornja kalorična moć

$$Q_g = 339,4 \cdot [C] + 1257 \cdot [H] - 108,9 ([O] - [S]) \quad \text{kJ}$$

ugljik vodik kisik sumpor (postotno učešće)

Gornja kalorična moć za C₃H₈

$$Q_g = (339,4 \cdot 82) + (1257 \cdot 18) = 27830,8 + 22626 = 50456,8 \text{ kJ/kg}$$

Kalorične moći nekih tvari koje su najčešće prisutne u požaru su slijedeće:

drvo (na zraku suho)	12,6 – 14,7 MJ/kg
drvo u konstrukciji objekta	16,8 – 17,1 MJ/kg
benzin	43,2 MJ/kg
papir	13,5 MJ/kg
diesel gorivo	41,0 MJ/kg

Latentna toplina

Količina topline koja se oslobađa kada se para pretvara u tekućinu iste temperature i obratno tj. kad se tekućina pretvara u paru iste temperature.

$$Q$$

$$L \text{ H}_2\text{O } 100^\circ\text{C (t)} \longrightarrow 100^\circ\text{(p)}$$

Izračunaj donju kaloričnu moć za gorivo sastava: C-82,5%; H-10,65%; S-3,1%; O-0,5%; W-3,0%; mineralne tvari-0,25%.

$$Q_d = (339,4 \cdot 82,5) + 1257 \cdot 10,65 - 108,9 ([0,5] - [3,1]) - 25 \cdot [9[10,65] + 3,0] = 28000,5 + 13387,05 + 283,4 - 2471,25 = 39199,7 \text{ kJ/kg}$$

9.4. Požarno opterećenje

Pod ukupnim požarnim opterećenjem podrazumijeva se količina topline koja bi se razvila izgaranjem svog gorivog materijala koji se nalazi u promatranom prostoru, svedena na jedinicu površine poda tog prostora, što čini specifično požarno opterećenje.

$$P_i = \frac{p_i \cdot V_i \cdot H_i}{S} \quad [\text{kJ} / \text{m}^2]$$

Gdje je:

P_i – požarno opterećenje u kJ/m^2
 p_i – prividna gustoća tvari u kg/m^3
 V_i – volumen tvari u m^3
 S – površina poda u m^2
 H_i – ogrijevna vrijednost u kJ/kg
 i – indeks elementarne jedinice

Ukupno požarno opterećenje je ukupna količina topline koja može nastati u nekom požarnom sektoru.

Specifično požarno opterećenje je količina topline koja se odnosi na 1 m² površine tog požarnog sektora

Podjela specifičnog požarnog opterećenja:

- Nisko požarno opterećenje do 1 GJ/m²
- Srednje požarno opterećenje od 1 do 2 GJ/m²
- Visoko požarno opterećenje iznad 2 GJ/m²

Prema vrsti gorivog materijala požarno opterećenje se dijeli na:

- Mobilno požarno opterećenje
- Imobilno požarno opterećenje

10. EKSPLOZIJE – poseban oblik izgaranja

Pored količine toplinske energije, koja se oslobodi pri sagorijevanju, značajan je čimbenik i brzina kojom se obavlja sagorijevanje. Ako je oslobađanje energije raspoređeno na duži vremenski period, takav proces se naziva oksidacija ili gorenje. Ako je, međutim, proces oslobađanja toplinske energije vrlo brz, proces poprima karakter eksplozije.

Za svaku eksploziju karakteristična je pojava plina pod tlakom koji je veći od tlaka okoline. Značaj tlaka i temperature u kemijskim eksplozijama (razlika od eksplozije parnog kotla) može se zorno prikazati ako se ima u vidu činjenica da se brzina kemijske reakcije povećava u prosjeku 2 do 4 puta s povišenjem temperature za svakih 10°C i da se s povećanjem tlaka od 1 na 1000 bara može povećati brzina kemijske reakcije u plinskoj fazi i za 10⁶ puta. Mehanički efekt eksplozije ovisi od količine oslobođene energije i zapremine oslobođenih plinovitih produkata.

Razorna moć eksplozije je posljedica vrlo velikog porasta tlaka, odnosno vrlo velikog porasta volumena u odnosu na volumen kojega je tvar imala prije eksplozije. Ako se pri tome uzme u obzir da se prilikom eksplozije razvija i vrlo visoka temperatura, tada je jasno da će volumen u eksploziji nastalih proizvoda (plinova) biti daleko veći od njihovog volumena prije eksplozije.

Eksplzivna smjesa može nastati kao rezultat miješanja zraka sa zapaljivim plinovima ili parama zapaljive tekućine, i kao rezultat raspršenosti određene količine zapaljive prašine u zraku. Vrlo velik broj plinova i para zapaljivih tekućina stvara sa zrakom eksplozivne smjese, ali ipak je važno napomenuti da neke od njih vrlo lako stvaraju eksplozivne smjese. Da bi nastala eksplozija smjese potrebno je da budu ispunjeni određeni uvjeti: zapaljivi plin, odnosno pare zapaljive tekućine moraju se u zraku nalaziti u određenoj količini, ako je smjesa u dodiru s izvorom paljenja. Na osnovi toga može se zaključiti da eksplozija može nastati samo ako se u zraku nalazi barem minimalna koncentracija određenog plina ili para zapaljive tekućine. U protivnom, ako je koncentracija plina, odnosno para zapaljive tekućine manja od minimalne, smjesa neće moći eksplodirati bez obzira na pojavu izvora paljenja.

Eksplzije su često uzroci ili posljedice početnih požara ili nesreća. Posebno su eksplozijama ugroženi pogoni koji proizvode, prerađuju ili skladište zapaljive plinove i tekućine, kao i pogoni za proizvodnju i skladištenje eksplozivnih tvari.

Eksplzija je trenutno oslobađanje energije popraćeno naglom eksplozijom plinova i para bez obzira je su li ti plinovi ili pare već prije bili nazočni u stlačenom obliku, kao na primjer pri eksploziji parnog kotla, ili su tek u eksploziji nastali kao produkti trenutnog izgaranja eksplozijske smjese ili raspada na eksplozivne tvari.



Eksplzijske smjese mogu tvoriti gorive tvari u sva tri agregatna stanja ukoliko su dobro pomiješana sa zrakom odnosno kisikom ili inim oksidansom. Dakle, eksplozivne smjese mogu tvoriti:

- zapaljivi plinovi,

- pare zapaljivih tekućina, i
- zapaljive organske i anorganske prašine.

Nastanak i zapaljenje eksplozijskih smjesa moguće je samo u određenim uvjetima unutar određenih granica kao što su:

- određeni koncentracijski omjer zapaljive tvari i zraka ili neke druge tvari koja podržava gorenje;
- apsolutni tlak plinovite smjese;
- apsolutna temperatura smjese;
- temperatura izvora energije paljenja koja je znatno iznad temperature samopaljenja određene smjese;
- energija paljenja iznad minimalne energije paljenja (izvor paljenja dovoljne energije za izazivanje zapaljenja);

Navedeni parametri imaju svoje granice unutar kojih se može izazvati inicirano paljenje a zatim i, lančana reakcija eksplozijskog izgaranja koja ostvaruje sve učinke eksplozije. Proces eksplozije odvija se u tri osnovna dijela:

- paljenje (iniciranje) smjese;
- odvijanje lančanih reakcija eksplozijskog izgaranja smjese;
- gašenje lančanih reakcija eksplozijskog izgaranja smjese;

Prema nastanku razlikujemo tri vrste eksplozije:

- fizikalna eksplozija;
- nuklearna eksplozija;
- kemijska eksplozija;

Fizikalna eksplozija

Primjeri eksplozija izazvanih fizičkim procesima su najčešće rasprskavanje posuda pod tlakom i cjevovoda s stlačenim plinovima (parni kotao, plinske boce i slično). Rasprskavanje je posljedica nadtlaka (povećanog tlaka u posudi) koji deformira i razbija stijenke posuda. Ovaj vid rasprskavanja najčešće izazivaju različite pogreške u materijalu od kojeg je napravljena posuda (primjerice: nagrizanje ili udarac drugog predmeta koji može uzrokovati pukotine na stijenci posude), pri čemu se smanjuje otpornost stijenki na utjecaj nadtlaka, nakon čega slijedi eksplozija. Takve eksplozije rezultiraju udarnim valom naglo oslobođenog stlačenog plina ili pare i potisnutog zraka, a odvijaju se bez svjetlosnih učinaka. Snaga eksplozije određena je temperaturom vruće tekućine i njezinog toplinskog kapaciteta kao i obujmom tekućine koja vrije. Eksplozije pare uzrokuju štetu zbog vala tlaka, kao i požar i opekline nastale istjecanjem vruće tekućine.

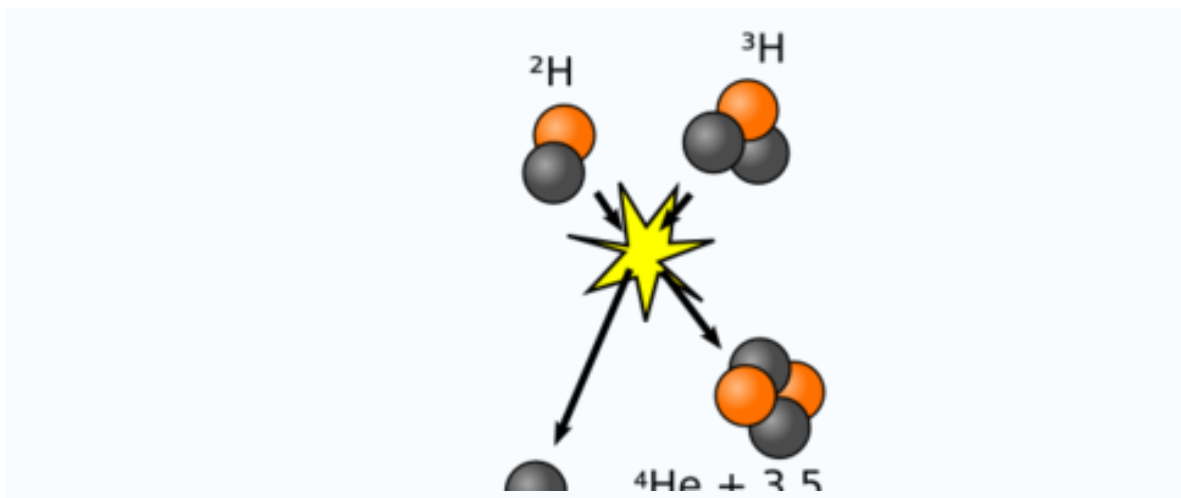
Eksplozije izazvane vanjskom energijom (obično električnom) mogu se dogoditi u krutini, tekućini ili plinu. Ako je dovedeno dovoljno energije, ona će uzrokovati veliko povećanje tlaka krutine koja se već nalazi u plinovitom stanju. Kada dođe do kratkoga spoja u velikom transformatoru koji se rashlađuje uljem ili plinom uvijek postoji rizik od ove vrste eksplozije. Šteta je uzrokovana valom tlaka i letećim odlomljenim dijelovima.

Nuklearna eksplozija

Nuklearna eksplozija posljedica je vezanja protona i neutrona u jezgri atoma (fuzija) ili bombardiranja (razbijanje) jezgre neutronima (fisija).

Nuklearna fuzija je dakle proces u kome se spaja više atomskih jezgri pri čemu nastaje teža atomska jezgra. To je praćeno oslobađanjem ili apsorpcijom energije što je ovisno o masi uključenih atomskih jezgri. Jezgre željeza i nikla imaju najveću energiju veze po nukleonu i zbog toga su one najstabilnije između svih drugih jezgri. Fuzija dvije jezgre lakših od jezgri željeza ili nikla najčešće oslobađa energiju, dok

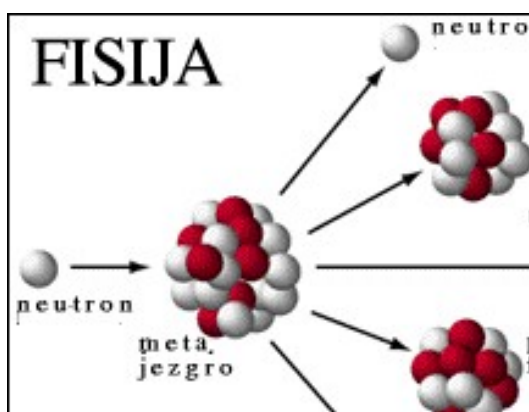
fuzija jezgri koje su teže od jezgri željeza ili nikla apsorbira energiju - obrnuto je kod reverznog procesa nuklearne fisije. Da bi došlo do fuzije potrebno je savladati znatnu energetska barijeru. Na velikim udaljenostima dvije potpuno ionizirane atomske jezgre odbijaju jedna drugu zbog odbojnih elektrostatičkih sila koje postoje između njihovih pozitivno nabijenih protona. Kada se dvije jezgre približe na udaljenost potrebnu za pojavu fuzije elektrostatička barijera će biti savladana zbog jakih nuklearnih sila koje su na maloj udaljenosti jače od elektrostatičkih odbojnih sila.



Kada se nukleoni kao što je proton ili neutron dodaju jezgri, jaka sila privlači ih prema drugim nukleonima u tom jezgri, ali prvenstveno ih privlači prema najbližim susjednim nukleonima zbog kratkog dometa te sile. Nuklearna fuzija lakih elemenata oslobađa energiju koja uzrokuje sjaj zvijezda i eksploziju vodikove bombe. Nuklearna fuzija težih elemenata (uz apsorpciju energije) javlja se pri ekstremnim uvjetima visoke energije ili kod eksplozije supernove. Nuklearna fuzija kod zvijezda i supranovih je glavni proces kojim se stvaraju novi prirodni elementi. Ova reakcija se koristi kod dobivanja energije fuzije. Potrebna je znatna energija da bi se izazvala nuklearna fuzija, čak i kod najlakšeg elementa vodika. Međutim, fuzijom lakših jezgri kojom nastaje teža jezgra i slobodni neutron, obično se oslobađa više energije nego što je potrebno da bi se jezgre spojile. To je egzotermni proces kojim mogu nastati samoodržive reakcije. Energija oslobođena u većini nuklearnih reakcija je mnogo veća od energije kemijskih reakcija, zato što je energija veze koja veže skupa nukleone u jezgri znatno veća od energije koja veže elektrone oko jezgre atoma. Na primjer, ionizacijska energija dobivena dodavanjem elektrona jezgri atoma vodika je 13,6 eV,

manje od milijuntog dijela 17 MeV energije koja se oslobađa u prikazanoj reakciji D-T (deuterij-tricij).

Nuklearna fisija je nuklearna reakcija cijepanja jezgre atoma na dva dijela (fisijski produkti ili fragmenti) pri čemu se oslobađa velika količina toplinske energije. Da bi se ova energija oslobodila potrebno je razbiti jezgru atoma. Proces razbijanja (bombardiranja jezgre neutronima) dokazan je na jezgri urana $^{235}\text{U}_{92}$. Jezgra dolazi u pobuđeno stanje jer se energija pobuđivanja prenosi na sve nukleone. Nukleoni, tj. protoni i neutroni su čestice koje se nalaze u jezgri. Nakon toga jezgra se cijepa u dvije manje jezgre koje su obično radioaktivne uz oslobađanje 2-3 neutrona i određene količine energije.



Pri cijepanju atoma urana oslobađa se 200 MeV energije, što znači da je u jednoj gorivnoj tableti toliko kalorijske vrijednosti koliko i u toni ugljena. Temeljni princip lančane reakcije prilično je jednostavan. Atom urana 235 apsorbira neutron, koji uzrokuje njegovo cijepanje. Pri cijepanju se oslobađa energija i u prosjeku dva do tri nova neutrona, koji mogu izazvati nova cijepanja. Taj se proces naziva lančanom reakcijom. U reaktoru proces lančane reakcije kontroliramo jer od dva do tri novonastala neutrona pri cijepanju u prosjeku samo jedan uzrokuje novo cijepanje urana 235. U reaktoru se, dakle, odvija kontrolirana lančana reakcija. Nakon cijepanja nastaju dvije vrste neutrona: promptni i zakašnjeli. Promptni se oslobađaju neposredno nakon cijepanja, a zakašnjeli kasnije, i to samo nakon raspada nekih fragmenata, odnosno njihovih potomaka. Iako zakašnjeli neutroni čine samo malen dio – 0,65 posto svih oslobođenih neutrona, imaju presudnu ulogu za regulaciju reaktora. Svi fragmenti i većina njihovih potomaka radioaktivni su i raspadaju se. U

prosijeku su do konačnoga stabilnog izotopa potrebna tri do četiri radioaktivna raspada. Većinom je riječ o beta- i gama-raspadu, pri čemu se oslobađaju beta-, odnosno gama-zrake. Energija koja se oslobađa u tim raspadima naziva se zakašnjelom toplotinom.

Kemijska eksplozija

Kemijska eksplozija je proces za koji je znakovito vrlo brzo oslobađanje unutarnje kemijske energije tvari u obliku toplinske energije. Oslobodena toplinska energija dovodi do jakog zagrijavanja produkata reakcije, koji su najvećim dijelom plinovi. Ako sustav može mijenjati obujam, produkti reakcije se počinju naglo širiti te se jedan dio razvijene topline pretvara u mehanički rad. Sve tvari koje se suprostavljaju toj ekspanziji (širenju), dakle, i susjedni slojevi zraka izloženi su djelovanju naglo povećanog, a često i vrlo visokog nadtlaka. Pored egzotermnosti i velike brzine reakcije, uvjet za njezinu eksplozivnost je i to da se ona spontano širi u eksplozivnoj smjesi nakon što je počela s inicijacijom na jednom mjestu. Glede brzine izgaranja u razrijeđenoj fazi, razlikujemo tri moguće kemijske eksplozije:

- prasak – brzina se mjeri u cm/s;
- deflagracija – brzina se u mjeri m/s;
- detonacija - brzina se mjeri u km/s

Prasak je veoma spora i slaba eksplozija koja se odvija s umjerenim nadtlakom, snažnim, dugotrajnim plamenom i slabim šumom.

Primjer: Smjesa plina ili pare, prašine ili maglice gorivih tvari sa zrakom u blizini njene donje ili gornje granice zapaljivosti.

Deflagracija je brzi proces izgaranja uz naglo oslobađanje topline i stvaranje većeg nadtlaka.. Pri tome se najčešće javlja kratkotrajan, intenzivan bljesak i zvučni prasak. Primjer: Zapaljivi plinovi, pare, maglice i prašine pomiješani u određenoj (nestehiometrijskoj) eksplozivnoj smjesi sa zrakom.

Detonacija proces širenja kemijske reakcije unutar eksplozivne tvari nadzvučnom brzinom. Popraćena je oštrim, kratkotrajnim i vrlo jakim, zvučnim, svjetlosnim, rušećim, a nerjetko i razarajućim nadtlakom. Ove vrste eksplozija posljedica su eksplozivnih reakcija izgaranja gorivih plinova, para, gorivih tekućina, maglica gorivih kapljevina i gorivih organskih i anorganskih prašina sa zrakom ili kisikom iz zraka.

Primjer: Zapaljivi plinovi i pare pomiješani u najpovoljnijim (skoro stehiometrijskim) omjerima sa zrakom ili kisikom;

Smjesa gorive tvari i zraka može eksplodirati uz pogodnu inicijaciju samo ako je sadržaj gorive tvari u njoj unutar određenih granica eksplozivnosti. Smjesa neće eksplodirati ako je sadržaj gorivog plina, pare, maglice ili prašine u smjesi sa zrakom ili inim oksidansom u određenim uvjetima tlaka i početne temperature manji od najmanje potrebne količine za nastanak zapaljenja i eksplozije (tzv. donja granica eksplozivnosti) ili veći od najveće količine koja se u smjesi sa zrakom može zapaliti (tzv. gornja granica eksplozivnosti).

Ako su u smjesi sa zrakom ili kisikom, gorivi plin ili para ili prašina nazočni u skoro stehiometrijskoj količini (tj. ako kisika iz zraka ima skoro točan koncentracijski omjer potreban za potpuno izgaranje) maksimalna se količina topline prenosi na maksimalnu količinu plinovitih produkata reakcije, te se postižu najviše temperature i nadtlakovi, što znači da je smjesa najeksplozivnija. Međutim, treba imati u vidu da se promjenom početnog tlaka i temperature granice eksplozivnosti mijenjaju, pri čemu neka smjesa koja pod običnim uvjetima nije eksplozivna, može postati eksplozivna ako joj se znakovito povisi tlak i/ili temperatura. Eksplozivna smjesa prestaje biti eksplozivna ako joj se tlak i/ili temperatura znakovito snizi.

Na granice eksplozivnosti mogu utjecati i način paljenja, vlaga, raspored prostorija u zatvorenom prostoru u kojem se nakupljaju gorivi plinovi, pare i prašine, te sastav negorivih plinova u smjesi. Za inicijaciju eksplozije potrebna je dovoljna energija i temperatura, što drugim riječima znači da uzročnik inicijarućeg paljenja mora imati:

- energiju iznad minimalne energije paljenja eksplozivne smjese i
- temperaturu iznad njene temperature samopaljenja eksplozivne smjese;

Pri tome se minimalnom energijom, odnosno temperaturom samopaljenja smatra ona energija ili temperatura, pri kojoj se vjerojatno standardno u standardnoj aparaturi i pri standardnim okolnostima pali eksplozivna smjesa.

Koncentracija plina ili pare zapaljive tekućine u smjesi sa zrakom izražava se u volumnim postocima.

Normalno je očekivati da su u praksi opasniji oni plinovi ili pare zapaljivih tekućina koji imaju nižu donju granicu eksplozivnosti, a višu gornju granicu, odnosno šire područje eksplozivnosti.

Različite zapaljive tekućine (tj. njihove pare) i eksplozivni plinovi imaju različite eksplozivne intervale, odnosno različite eksplozivne granice.

Razlog zbog kojega jedna smjesa zraka i zapaljivog plina, odnosno para zapaljive tekućine u određenim uvjetima normalno ne izgara, nego nastaje eksplozija moguće je objasniti građom takvih sustava – eksplozivnih smjesa. U takvim smjesama molekule zapaljivog plina, odnosno pare zapaljive tekućine okružene su molekulama kisika. Pritom postoji mogućnost, ako su svi ostali uvjeti ispunjeni, vrlo brze kemijske reakcije između kisika i plina, odnosno pare zapaljive tekućine. Gorivo i kisik su izmiješani i nije potrebna naknadna difuzija kisika (zraka), što se događa pri normalnim gorenjima. Ako je koncentracija zapaljivih tvari u zraku manja od gornje granice eksplozivnosti, tada je omjer molekula zapaljive tvari u odnosu na raspoloživi kisik u zraku mali, a samim tim i mogućnost da nastane eksplozija je mala, praktički nikakva. S druge strane, kada je koncentracija tih zapaljivih tvari iznad gornje granice eksplozivnosti, tada je broj molekula zapaljive tvari u odnosu na raspoloživi kisik prevelik, tako da nema dovoljno kisika da bi se bez obzira na ostale pogodnosti provelo eksplozivno izgaranje – trenutačna oksidacija, već dolazi do gorenja.

Pri primjeni preventivnih mjera za zaštitu od eksplozija treba polaziti od činjenice da eksplozija ne može nastati ako nisu ispunjena dva, već navedena osnovna uvjeta.

Važna preventivna mjera je i to da se spriječi svaka mogućnost zagrijavanja eksplozivnih smjesa iznad njihove temperature paljenja. Može se zaključiti da:

- su opasnije one tvari kojima je DGE niska
- su opasnije one tvari sa širokim područjem eksplozivnosti
- je za eksploziju potrebno puno manje materijala nego li za gorenje, pa je u smislu eksplozivne opasnosti opasnija prazna, nego puna bačva ili cisterna.

10.1. Uzroci, širenje i posljedice eksplozija

Da bi se plin, para ili prašina zapalili, potreban je dovoljno energetski jak i vruć izvor paljenja odnosno plamen. Najčešće je to posljedica nedozvoljenog paljenja vatre, žigica ili upaljača, pušenje, uporaba svjetiljki s otvorenim plamenom, aparata za zavarivanje, dakle svega što daje otvoreni plamen. Za paljenje eksplozivne prašine potreban je intenzivan izvor paljenja, zbog toga što su čestice znatno veće od molekula plina ili para zapaljivih tekućina. Svaka eksplozija prašine odvija se u dvije međusobno povezane faze.

U prvoj fazi upali se od plamena izvjesna količina najfinijih čestica prašine. Razvijena toplina izaziva pojavu isplinjavanja i suhe destilacije uz izdavanje gorivih produkata. U drugoj fazi se gorivi produkti nakupljaju i zapale, te se taj proces ponavlja velikom brzinom i u vrlo kratkim vremenskim razmacima. Tako se prašina koja kruži dalje, pali vlastitim razvojem topline i vatre. Naglim porastom topline, jako se povećava i tlak, pa dolazi do pojačanog dodira čestica prašine s molekulama kisika, čime se izgaranje dalje ubrzava. Toplina i nadtlak stalno se povećavaju, a njihovim uzajamnim djelovanjem raste brzina gorenja kojom se širi eksplozija u eksplozivnoj smjesi. Pri tome nastaje tlačni val koji uzvrtlava prašinu i mijenja fizikalne uvjete smjese tj.j nadtlak i temperaturu, a time i brzinu širenja plamena kroz smjesu. Brzina prijenosa plamena, odnosno širenja eksplozije ovisi o visini nadtlaka i temperature plina ili pare ili disperzije prašine. Što je plin ili para ili disperzije prašine pod većim nadtlakom to će biti veća brzina širenja plamena.

Kod jake i nagle eksplozije, plamen eksplozije može se prenijeti preko mjesta gdje ima malo prašine i preko mjesta gdje je uopće nema, pa na drugom mjestu opet uzvrtla prašinu. Zato eksplozija prašina može prostrujati kroz gotovo cijeli prostor, dok će se eksplozija plina ili pare dogoditi samo tamo gdje se plin nalazi. Mehaničko djelovanje eksplozije prašine nije najjače na izvornom mjestu, već pomalo raste s

udaljenošću do mjesta gdje je najjače stlačena smjesa, koj ovako zgusnuta pod povišenim nadtlakom najžešće eksplodira.

Kemijski sastav plinova nakon eksplozije vrlo je različitih, već prema tome da li se radi o eksploziji jednog plina, pare ili plina i prašine ili samo prašine. Poradi zračnog povratnog ustrujavanja zraka u zonu razrjeđenja atmosfere (oko središta eksplozije) nastali plinovi brzo se pomiješaju sa svježim zrakom iz atmosfere. Kod svake veće eksplozije nastaje veća ili manja količina zagušljivog CO_2 i zgusnutog plina CH_4 . Nastali otrovni i zagušljivi plinovi još izvjesno se vrijeme zadržavaju u prostorijama ili u prostoru eksplozije.

Nagla eksplozija plinova pri eksploziji očituje se kao snažan zračni udar, koji prevrće predmete u prostoru, oštećuje zidove, urušava prostore, obara i odbacuje ljude itd. Zračni udar je najjači na mjestu gdje je nastala eksplozija, a jenjava podalje od toga mjesta. Nakon eksplozije plinovi se brzo hlade na temperaturu koja je u prostoru, pri čemu im se obujam naglo smanjuje a vodena para u njima se kondenzira. Kratko vrijeme nakon prvog zračnog udara nastaje tzv. povratni udar, zbog nadtlaka koji također može prouzročiti znatnu štetu.

Implozije su poseban vid eksplozije. Predstavljaju naglo smanjenje obujma nekog tijela pod utjecajem vanjskog nadtlaka, a popraćene su praskom i razaranjem. Najčešće je to slučaj pri pucanju žarulje, katodne cijevi u televizoru, fisioni nuklearni eksploziv. Fisioni nuklearni eksploziv sfernog oblika, manje mase od kritične, podvrgnut vanjskom nadtlaku eksplozijom klasičnog eksploziva, smanjuje obujam a povećava gustoću i postaje natkritičan, te se tako ostvaruju uvjeti lančane reakcije nuklearne fisije i nuklearne eksplozije.

Zapaljivi plinovi i pare zapaljivih tekućina mogu u smjesi sa zrakom stvoriti opasnost za nastanak eksplozije. Nisu sve smjese zapaljivih plinova i para sa zrakom eksplozivne.

DGE (*donja granica eksplozivnosti*) - najniža koncentracija plina (pare) zapaljivih tvari u smjesi sa zrakom koja još može eksplodirati uz otvoreni izvor paljenja.

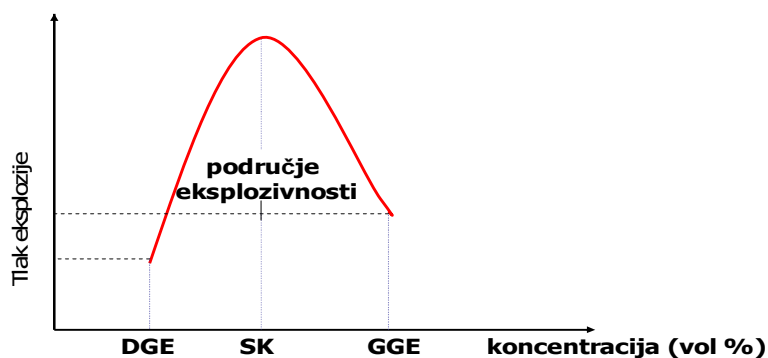
GGE (*gornja granica eksplozivnosti*) - najveća koncentracija plina (pare) zapaljivih tvari u smjesi sa zrakom koja još može eksplodirati uz otvoreni izvor paljenja.

PE (*područje eksplozivnosti*) – sve koncentracije između DGE i GGE
Opasnije su tvari čije je DGE niži, a PE šire.

Treba napomenuti da pored zapaljivih plinova i para zapaljivih tekućina eksplodirati mogu još i prašine prašine lakih metala Al, Mg, prašine organskog porijekla (brašno, šećer, piljevina, plastične mase, žitarice) kao i ugljene prašine. granulacija prašine ima važnu ulogu u nastajanju eksplozije. Finija prašina znatno smanjuje i temperaturu i energiju paljenja prašine, a osnovni podatak za utvrđivanje donje granice eksplozivnosti jest koncentracija uzvratne prašine u zraku mjerena u g/m^3 .

SK (*stehiometrijska koncentracija*) – idealni omjer plina/pare sa zrakom gdje je eksplozija najjača. Na slici 23. dan je prikaz tlaka nastalog eksplozijom u ovisnosti od koncentracije plina ili pare u zraku

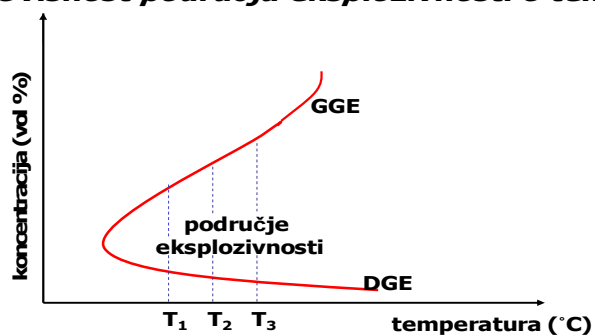
Granice eksplozivnosti



Sl. 23. Prikaz donje i gornje granice eksplozivnosti i tlaka nastalog eksplozijom

Granice eksplozivnosti

Ovisnost područja eksplozivnosti o temperaturi



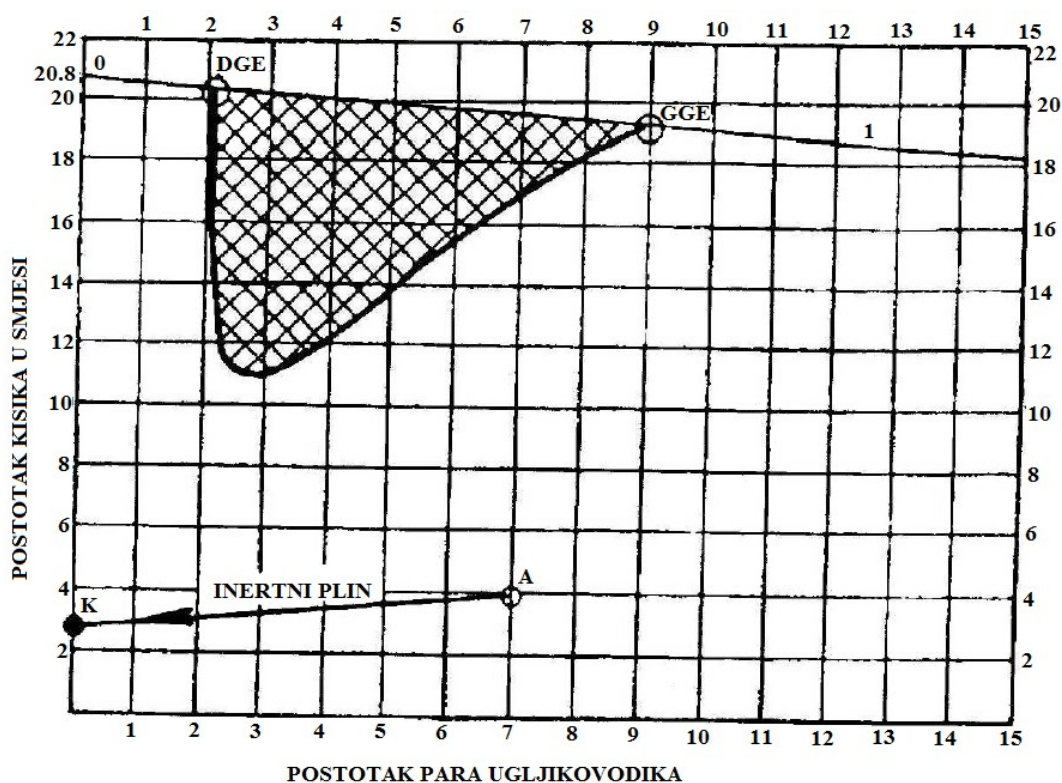
Tablica broj 40: Utjecaj temperature na granice eksplozivnosti za plin metan na atmosferskom tlaku

Početna temperatura prije zapaljenja (°C)	DGE (vol%)	GGE (vol%)	Interval eksplozivnosti (vol%)
20	6,0	13,2	7,2
250	4,6	14,0	9,4

500	3,7	15,2	11,5
-----	-----	------	------

Iz tablice je vidljivo da se povišenjem temperature proširuje interval eksplozivnosti: smanjuje se donja granica eksplozivnosti, a povećava gornja granica eksplozivnosti. Time se širi područje eksplozivnosti i povećava opasnost od eksplozije.

Slika 4: Granice eksplozivnosti ugljikovodika u ovisnosti o količini kisika i zraku



Na Slici 4 prikazane su granice eksplozivnosti ugljikovodika. Prošarano područje predstavlja omjer kisika i para ugljikovodika kod kojeg će doći do eksplozije ukoliko se u takvu atmosferu unese izvor paljenja. Linija AK predstavlja idealnu razinu kisika u inertnom plinu koji je potrebno dovesti u tankove tereta.

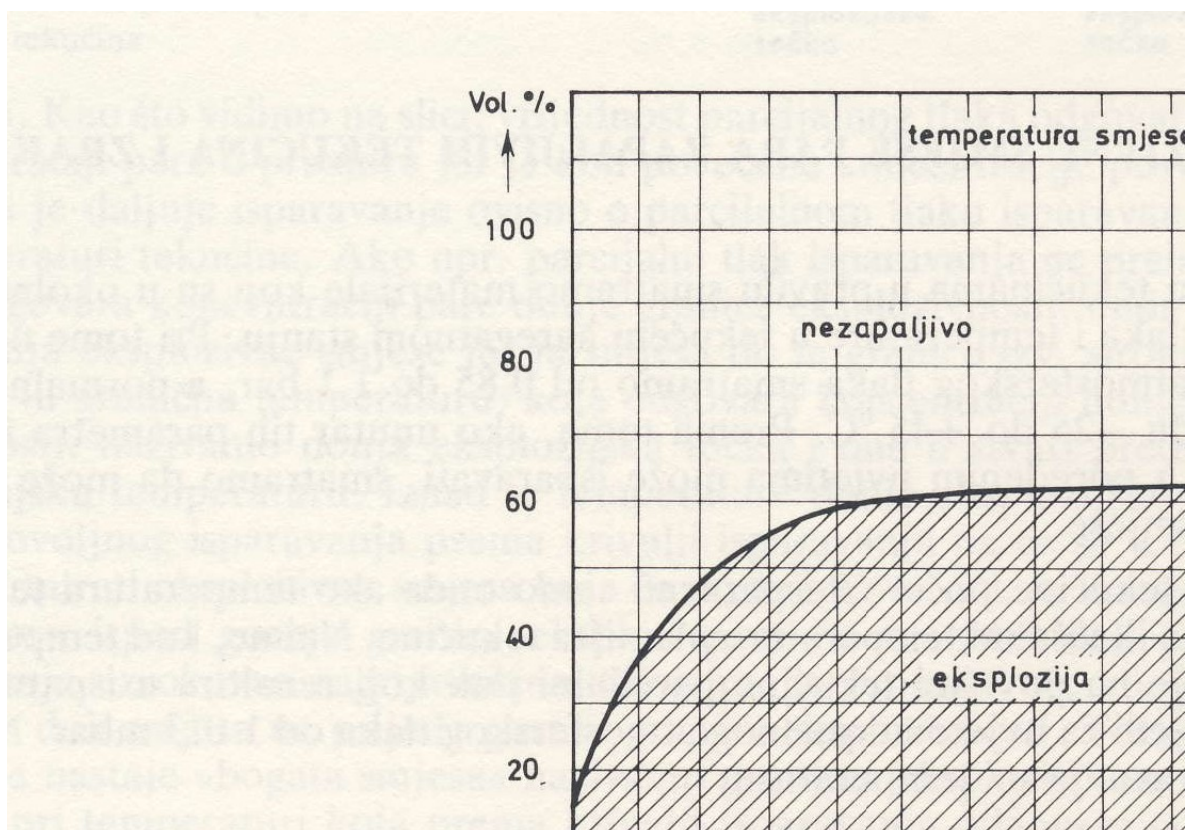
Da bi se smanjila opasnost od nastanka požara i eksplozije smanjuje se postotak kisika u tankovima tereta ispod granice koja podržava gorenje. To se postiže ubacivanjem inertnog plina u tankove tereta. Inertni plin je plin koji ne gori i ne podržava gorenje te u sebi sadrži manje od 5% kisika. Proizvodi se iz ispušnih plinova parnih kotlova ili dizel generatora. U slučajevima kada iz ovih uređaja nije

moгуће dobiti plin zadovoljavajućih karakteristika ugrađuje se generator inertnog plina.

Zapaljive tekućine početi će isparavati samo onda ako temperatura tekućine postaje jednaka ili viša od temperature plamništa tekućine. Naime, kod temperature plamništa nastaje na površini tekućine parcijalni tlak koji rezultira u isparavanje.

Na osnovi toga možemo pouzdano reći da ispod temperature plamništa, kad je parcijalni tlak isparavanja manji od atmosferskog tlaka, nema isparavanja tekućine niti mogućnosti formiranja eksplozivne smjese. Međutim, povećanjem temperature tekućine iznad plamništa počinje isparavanje koje je intenzivnije što je temperatura tekućine viša.

Granice eksplozivnosti nisu stalne. Mijenjaju se promjenom temperature i tlaka. Na sl. 25. prikazana je ovisnost granica eksplozivnosti plina metana o tlaku smjese.



Sl. 25.

Porastom temperature širi se PE, DGE se smanjuje, GGE se povećava.
U tabeli 8. za određene tvari prikazane su granice eksplozivnosti, stehiometrijska koncentracije te relativna gustoća para zapaljivih tekućina ili zapaljivih plinova u odnosu na zrak.

Tabela 8.

TVAR	GRANICE EKSPLOZIVNOSTI (%)		STEHIMETRIJSKA KONCENTRACIJA (%)	RELATIVNA GUSTOĆA (ZRAK =1)
	DGE	GGE		
Benzin	1,4	7,5	2,2	2,5 - 5
Etanol	3,28	18,95	6,52	1,6
Aceton	2,55	12,80	4,97	2,0
Dizel gorivo	0,6	6,5	—	5,0
UNP	1,9	8,5	3,7	2,0
Acetilen	1,5	80,5	7,8	0,9

Vodik	4,0	75,0	29,5	0,07
-------	-----	------	------	------

Granice eksplozivnosti se mijenjaju i uvođenjem inertnih plinova (dušika, ugljičnog dioksida, argona, helija) u smjesu zapaljivog plina ili pare sa zrakom.

Volumen i dijametar posude u kojoj se nalazi smjesa gorivog plina ima utjecaja na promjene granica eksplozivnosti. Objašnjenje ove pojave sastoji se u tome da smanjenjem volumena i dijametra posude u kojoj se nalazi eksplozivna smjesa povećava se kontaktna površina kojoj se predaje toplina u odnosu na jedinicu volumena smjese. Za svaku konkretnu smjesu gorivog plina ili pare sa zrakom karakterističan je najmanji volumen odnosno minimalni dijametar ispod kojega bez obzira na koncentraciju ne može doći do eksplozije.

10.2. Difuzija

Difuzija je fizikalni proces miješanja molekula u plinovitom stanju izazvanih silama difuzije ili izjednačenjem parcijalnih tlakova zbog različite gustoće plinova ili para i zraka.

Tako možemo imati idealno zatvoren prostor bez učinka strujanja u kojemu će također doći do miješanja različitih plinova i para, što će biti izazvano difuzijom. Kako je miješanje difuzijom relativno polagani proces, to će mnogo sporije doći do miješanja sa zrakom i formiranja eksplozivne smjese nego ako imamo i strujanje.

Kod zatvorenih prostora do strujanja će doći zbog razlika u temperaturi, a djelovat će redovito i u smislu bržeg izjednačenja koncentracije postojeće eksplozivne smjese u dotičnom prostoru, a što će također ubrzati proces difuzije plina u zrak.

Difuzija plina ili para u prostoru može utjecati na formiranje eksplozivnih smjesa ako je strujanje veoma ograničeno. To može biti kod spremnika zapaljive tekućine ili isparavanja površine u zatvorenim prostorijama s veoma slabim strujanjem bez izrazitih toplinskih izvora.

10.3. Procjena opasnosti na osnovu određivanja koncentracije zapaljivih smjesa eksplozimetrom

Mjerenjem koncentracije zapaljivih smjesa u zraku radnih prostorija, unutar uređaja i zatvorenih prostora ustvari se na instrumentu očitava postotak od donje granice eksplozivnosti.

Prema domaćim propisima smatra se da postoji opasnost od paljenja eksplozivnih smjesa ako se u odnosnom prostoru pojave koncentracije eksplozivnih plinova ili para veće od 10 % od donje granice eksplozivnosti odnosno plinske smjese. U takvim slučajevima treba upotrijebiti jedan od načina eksplozijske zaštite električnih uređaja.

Međutim ukoliko se u takvim plinskim smjesama ne nalaze električni uređaji nego drugi mogući izvori paljenja (otvoreni plamen, iskre, i sl.) potrebno je spriječiti radove i operacije kojima nastaju ti izvori paljenja ili drugim mjerama eliminirati opasnost.

10.4. Smjesa tvari

Ako ima više zapaljivih plinova u smjesi sa zrakom, tada svaka od njih utječe na DGE ovisno o koncentraciji i DGE svake od njih.

DGE za smjesu tvari → Le Chatelier-ov princip.

$$C_{DGE} = \frac{100}{\frac{\%C1}{DGE1} + \frac{\%C2}{DGE2} + \frac{\%Cn}{DGE_n}} \text{ (vol \%)} \quad (100 = C1 + C2 + Cn)$$

C1, C2 i Cn – koncentracija tvari izražena u volumnim postocima.

Izračunaj DGE TNP (UNP) - sastav: butan 64%, propan 35% i etan 1%.

$$C_{DGE} = \frac{100}{\frac{64}{1,7} + \frac{35}{2,2} + \frac{1}{3,2}} = \frac{100}{37,5+15,9+0,31} = 1,86\% \text{ vol.}$$

10.5. Temperaturne granice eksplozivnosti

Kod para zapaljivih tekućina postoji donja i gornja temperaturna granica eksplozivnosti.

DTGE je ona najniža temperatura kod koje je iznad površine te tekućine prisutno toliko para kolika je DGE.

GTGE je ona najviša temperatura kod koje je iznad površine te tekućine prisutno toliko para kolika je GGE.

Ako znamo vrelište zapaljive tekućine možemo izračunati temperaturne granice eksplozivnosti.

$$\text{DTGE } (t_d) = 0,82 \cdot t_v - 86 \text{ [}^\circ\text{C]} \quad t_v - \text{temperatura vrelišta (}^\circ\text{C)}$$

$$\text{GTGE } (t_g) = 0,70 \cdot t_v - 42 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

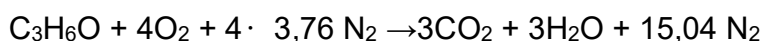
Primjer: Petroleter ima temperaturu vrelišta $t_v=35^\circ\text{C}$

$$t_d = 0,82 \cdot 35 - 86 = - 57,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_g = 0,70 \cdot 35 - 42 = - 17,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

10.5. Izračunavanje stehiometrijske koncentracije

Do potpunog sagorijevanja nekog plina ili para u zraku dolazi kada su reaktanti u stehiometrijskoj koncentraciji. Npr. sagorijevanje acetona:



gorivo z r a k

Iz jednadžbe se vidi da je za potpuno gorenje 1 mola (22,4 L) acetona potrebno 4 mola (89,6 L) kisika, odnosno 426,89 L zraka ($89,6 + 336,89 = 429,86$) jer zrak sadrži 21% kisika i 79% dušika odnosno na 1 vol. dio kisika dolazi $79/21 = 3,76$ vol. dijelova dušika).

Iz reakcije koja se odvija prema gornjoj jednadžbi može se zaključiti da je volumni udio acetona – stehiometrijska koncentracija u početnoj smjesi ($22,4 + 429,86 = 452,26$ L) jednaka

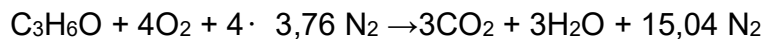
$$S_k = \frac{22,4 \cdot 100}{452,26} = 4,95 \text{ vol. \%}$$

10.6. Izračunavanje tlaka eksplozije

$$P_{\text{ex}} = \frac{P_{\text{opći}} \cdot t_{\text{ex}}}{T_0} \cdot \frac{\sum n_{\text{reaktanata}}}{\sum n_{\text{produkata}}} \quad [\text{bar}]$$

Primjer za aceton:

$$t_{\text{ex}} = 1900\text{K}, \quad T_0 = 293\text{K} \quad (20^\circ\text{C})$$



$$P_{\text{ex}} = \frac{1\text{bar} \cdot 1900\text{K}}{293\text{K}} \cdot \frac{20,04}{21,04} = 6,18 \text{ bar}$$

10.7. Izračunavanje eksplozivne koncentracije uzvitlane prašine

Donja odnosno gornja granica eksplozivnosti (**C**) za prašine izražava se u g/m³.

$$C = \frac{d \cdot l \cdot F}{V} \quad [\text{g/m}^3]$$

d – nasipna težina staložene prašine [g/cm²]

l – debljina sloja prašine [cm]

F – površina sloja prašine [cm²]

V – volumen prostora u kojem je prisutna uzvitlana prašina [m³]

Primjer: Izračunajte da li će uskovitlanjem prašine koja je staložena na površini 5 m² (50.000 cm²) u sloju od 2 mm (0,2 cm) nastati eksplozivna koncentracija te prašine uz pretpostavke:

- nasipna težina prašine 0,2 g/cm³
- volumen prostora gdje se ta prašina uskovitlala je 100 m³
- DGE te prašine je 45 g/m³

$$C_{\text{DGE}} = \frac{d \cdot l \cdot F}{V} = \frac{0,2 \cdot 0,2 \cdot 50000}{100} = 20 \text{ g/m}^3$$

$20 < 45$ - ne bi došlo do eksplozije jer nije postignuta DGE.

11. POJAVA ZAMAZAPALJENJA

Samozapaljenje je u većini slučajeva vremenski proces koji se završava paljenjem a odvija se na običnoj ili nešto povišenoj temperaturi. Proces oksidacije se odvija na površini materijala podložnog oksidaciji. Neke krute tvari imaju svojstvo da na svojoj površini apsorbiraju plinove, a također i kisik iz zraka. Uslijed apsorpcije kisika na površini proces oksidacije može se jako ubrzati. Ovaj proces je praćen oslobađanjem topline (egzotermna reakcija) i ukoliko je oslobađanje topline u vanjsku sredinu relativno malo, doći će do zagrijavanja zapaljive tvari uslijed čega se povećava temperatura a rezultat toga je još veće ubrzanje procesa oksidacije, što dovodi do paljenja.

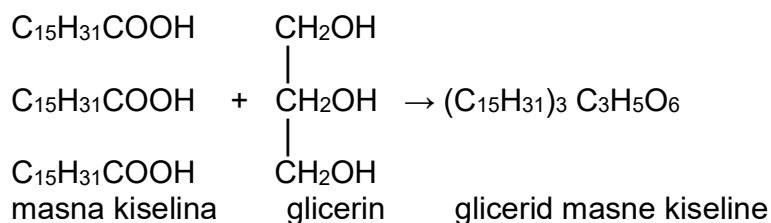
Ako do procesa gorenja dolazi kod tvari sklonih samozagrijavanju govorimo o *samoupali*.

Do samoupale može doći:

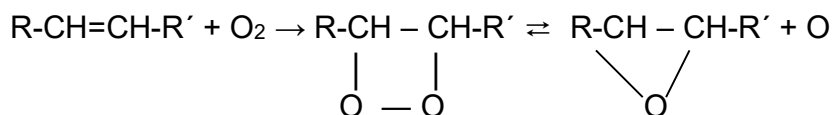
- a) vanjskim utjecajem (dovođenje topline do temperature samozagrijavanja)
- b) dovođenjem tvari do temperature samozagrijavanja djelovanjem bioloških reakcija
- c) djelovanjem kemijskih reakcija

Biljna i životinjska ulja i masti sklona su samoupali. To su gliceridi masnih kiselina. Najčešće kiseline su palmitinska, oleinska, stearinska i linolna. Većina masnih kiselina su nezasićene (dvostruka veza ili više njih)

Većina masnih kiselina su nezasićene (dvostruka veza ili više njih)



Veću sklonost samozapaljenju imaju oni gliceridi (ulja i masti) koji imaju više dvostrukih veza u molekuli masnih kiselina. Pucanjem dvostrukih veza nastaje peroksidni most.



Navedena reakcija odvija se lančano, je nakon pucanja prvih veza između ugljikovih atoma povećava se toplina i količina slobodnih kemijskih radikala a to ubrzava daljnje pucanje dvostrukih veza i nesmetano odvijanje kemijskih procesa. Stvorena peroksidna veza lako se raspada uz oslobađanje monoatomnog kisika. Istovremeno s oksidacijom teče i polimerizacija nezasićenih spojeva. Oksidacija se odvija pri relativno niskoj temperaturi i pri tome se oslobađa toplina.

11.1. Samozagrijavanje tvari pod utjecajem samooksidacije i inih egzotermnih promjena tvari

Pojave samozagrijavanja moguće su u bilo kojem od agregatnih stanja tvari, tj. u onih u plinovitom, kapljevitom ili čvrstom agregatnom stanju. To je proces spontano postupnog (sporijeg ili bržeg) nagomilavanja (akumuliranja) sve veće i veće količine oslobođene topline u tvarima koji može biti uzrokovan stanovitim spontanim, vrlo složenim ili nešto jednostavnijim, stupnjevitim sukcesivnim, paralelnim i/ili kombiniranim fizikalnim, mikrobiološkim i/ili kemijskim egzotermnim promjenama tvari, kao što su: – relativno slabi egzotermni fizikalni procesi adsorpcije (prianjanja molekula) plinova ili para ili apsorpcije (upijanja, absorpcije, sorpcije) kapljevina na granici (površini) čvrste faze (tvari u čvrstom agregatnom stanju), kao primjerice požarno opasna spontana adsorpcija kisika (a potom i spontana oksidacija ugljika) na aktivnom (svježije proizvedenom) drvenom ugljenu, ili primjerice adsorpcija nekih otrovnih plinova ili isparenja na česticama drvenog ugljena u filtrima vojnih ili industrijskih zaštitnih maski za zaštitu dišnih organa od bojnih ili industrijskih otrova, ili primjerice apsorpcija kapljevite vode ili adsorpcija vodene pare u tvari koje su (pre)osušene na razinu vlažnosti ispod one ravnotežne, u odnosu na vladajuću

relativnu vlažnost okolnog zraka (tj. u odnosu na sadržaj vodene pare u zraku);

Pod **apsorpcijom** u kemiji razumijevamo upijanje plinova u čvrste ili kapljevite tvari (tj. u čvrsti ili kapljeviti *apsorbens*).

Pod **adsorpcijom** razumijevamo stvaranje sloja plina ili pare na površini čvrste ili, što je rjeđe, kapljevite tvari (tj. na površini čvrstog ili kapljevito *adsorbensa*). *Apsorpcija* se razlikuje od *adsorpcije* po tomu što *apsorbirana* (upijana) tvar prožima obujam ili masu apsorbirajuće (upijajuće) tvari.

Treba istaknuti kako su najčešći izvori požarno i/ili eksplozijski opasnog spontanog generiranja topline u tvarima egzotermne kemijske promjene. Pritom treba istaknuti kako su kemijske reakcije oksidacije (uključujući, naravno, i samooksidaciju s kisikom iz zraka) najučestalije od svih egzotermnih promjena tvari. Kako je kisik prisutan u prostoru ambijenta (obično u okolnom zraku) njihova držanja najčešći oksidans u oksidacijskim procesima uzrokovanih samozagrijavanja i samozapaljenja tvari, posve zadovoljavajuće preventivsko rješenje ovog problema najčešće se pronalazi u odgovarajućem načinu izoliranja takvih tvari od dodira s okolnim zrakom, tj. uporabom pogodnih, za zrak nepropusnih, pakiranih obloga ili njihovim držanjem/skladištenje u dobro zatvorenim/ zabrtvljenim posudama ili spremnicima (eventualno i u atmosferi dovoljno visoke koncentracije plina CO₂, N₂, He ili Ar).

Opći čimbenici koji, u većoj ili manjoj mjeri, utječu na mogućnost pojave procesa samozagrijavanja i samozapaljenja u masama čvrstih tvari su:

1. Kemijska i fizikalna narav tvari.
2. Veličina i oblik hrpe, naslaga ili pakiranja te poroznost mase tvari.
3. Veličina čestica tvari (o kojoj ovisi i specifična površina mase samooksidaciji i/ili inim egzotermnim promjenama izložene tvari).
4. Temperatura ambijenta skladištenja ili držanja tvari u prostoru stanovitog transportnog sredstva ili određene procesne tehnološke jedinice te temperatura mase uskladištavane, prevožene ili tehnološki obrađivane tvari.
5. Duljina trajanja razdoblja skladištenja, odnosno držanja tvari u prostoru stanovitog transportnog sredstva, ili razdoblja trajanja procesa tehnološke obrade unutar prostora stanovite procesne tehnološke jedinice.

6. Dostupnost zraka.
7. Koncentracija raspoloživog kisika dostupna česticama oksidaciji sklonih tvari.
8. Izoliranost mase tvari (kako glede konvekcijske i kondukcijske izmjene topline tako i glede izmjene mase tvari s okolinom, tj. glede otpora ulazu, izlazu ili strujanju i difuziji fluida - poglavito kisika iz zraka u oksidacijskim procesima/stadijima egzotermnih promjena u masi).
9. Način eventualnog pakiranja i slaganja jediničnih pakiranih masa (učinci eventualne višestruke pakiranosti, specifične složenosti te rasporeda) tvari.
10. Vlažnost tvari, atmosfere ambijenta njezina držanja i eventualni prodor padalinskih, poplavnih ili podzemnih voda.
11. Gustoća tvari.
12. Sadržaj prirodnih ili umjetnih antioksidacijskih tvari ili dodanog kemijskog stabilizatora.
13. Sadržaj različitih vrsta onečišćenja (kontaminanata).
14. Sadržaj dviju ili više vrsta različitih (heterogeno ili homogeno izmiješanih) sastavnica u strukturi mase tvari.

Hoće li pojava spontanog zagrijavanja (samozagrijavanja) uzrokovati samozapaljenje ili spontano samopaljenje neke čvrste gorive tvari, ovisi ponajprije o nekoliko ključnih čimbenika:

- brzini generiranja (stvaranja) i uklanjanja (odvođenja) topline iz tvari koja se spontano oksidira i/ili na ine načine egzotermno mijenja (koje se izražavaju u J s^{-1} ili W);
- temperaturi samopaljenja vlaknaste ili praškaste gorive tvari, odnosno ugljikovodika, plina ili pare stvorene/oslobođene tijekom procesa toplinske razgradnje i/ili (nepotpune) oksidacije, tj. tijekom procesa ine relevantne egzotermne promjene tvari;
- specifičnoj površini stanovitog ugljikovodika ili ine samooksidaciji i/ili inim egzotermnim promjenama izložene tvari (koja se izražava u $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$);
- sadržaju vlage u atmosferi i u tvari (koji može, kako će se poslije pokazati, imati nekoliko, posve različitih ili posve suprotnih, utjecaja na procese samozagrijavanja i samozapaljenja), a koja se u oba slučaja obično izražava u % relativne vlažnosti ili, za tvari, $[\text{gH}_2\text{O} \cdot \text{kg}^{-1}]$.

Najveći dio požarno opasnim egzotermnim fizikalnim i/ili (bio)kemijskim promjenama sklonih vrsta čvrstih gorivih tvoriva već prirodno sadrži (odnosno nakon proizvodnje, žetve, vađenja, prerade, skladištenja ili pakiranja, dobivaju, tvore, koncentriraju ili i dalje zadržavaju) svoj specifičan fizikalno i/ili (bio)kemijski aktivan supstrat. (Bio)kemijski aktivan supstrat ključan je za mogućnost samoiniciranja i nesmetanog razvoja procesa njegovih egzotermnih promjena i koji za proces samozagrijavanja relativno lako može postići povoljnu čvrstu strukturu - sa sva tri prije navedena, nužno potrebna, svojstva (kao što je to primjerice u slučaju vlažnog sijena, balirane svježe trave, naslaga stočne silaže, uskladištenih žitarica, uskladištenog sjemenja uljarica ili njihovih vrućih ostataka nakon tiještenja ulja, svježe iskopanih ugljena, svježe proizvedenog drvnog ugljena itd.).

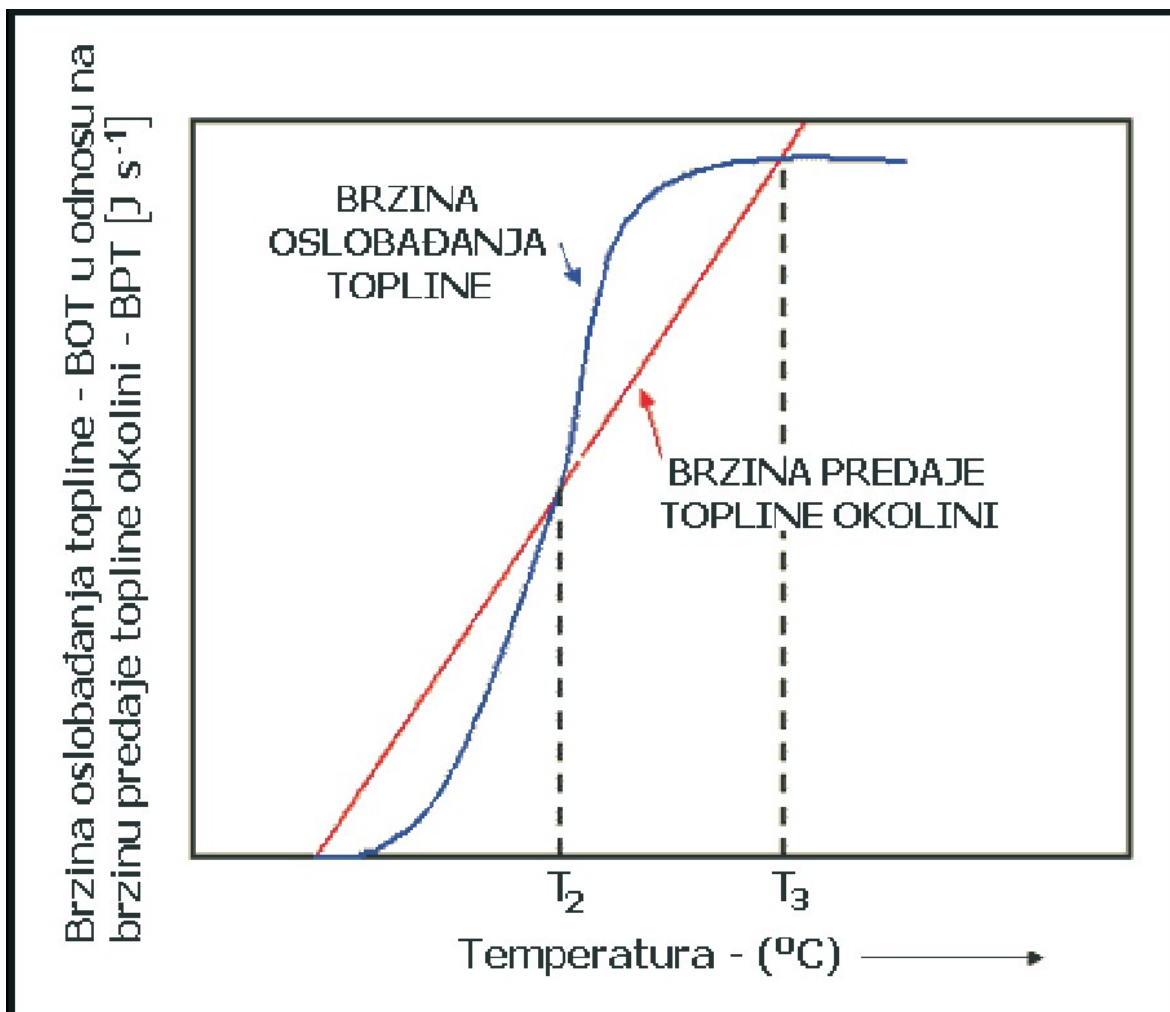
Razmotrimo to na primjeru tvari posebno opasno sklonih spontanom samozagrijavanju i samozapaljenju kao što su ona iz skupine *sušivih ulja*, u kojih je ***laneno ulje upijeno u pamučni otpad*** (tzv. «*stupu*») nedvojbeno jedno od najopasnijih. Ono postupno spontano kemijski reagira s kisikom iz zraka tvoreći, konačno, čvrstu «*kožicu*» kao rezultat složenog procesa «*sušenja*», tj. stanovitih sukcesivnih i paralelnih kemijskih reakcija, iniciranih kemijskom reakcijom oksidacije, i popraćenih oslobađanjem topline.

Ako se *laneno ulje* nanese na čvrstu, relativno slabo poroznu, površinu kao što je drvo, egzotermno oslobađana topline oksidacije i inih sukcesivnih i paralelnih egzotermnih kemijskih reakcija se relativno brzo odvodi s površine i predaje okolišu. Međutim, u slučaju da se tim uljem naulji pamučni otpad ili ino vrlo porozno gorivo tvorivo (krpe, piljevina, strugotine drveta, spužve itd.), egzotermnim reakcijama oslobađana količina topline se ne može dovoljno brzo odvoditi iz zone reakcija i predavati okolišu (okolnoj atmosferi ili okolnom čvrstom tvorivu) tako da dolazi do postupnog rasta temperature u takvom poroznom tvorivu. To uzrokuje ubrzavanje kemijskih reakcija oksidacije i inih egzotermnih kemijskih reakcija, što dovodi do sve bržeg rasta temperature.

Ako se taj proces nesmetano nastavi (tj. bez povremenog razgrtanja zbog provjetravanja/konvekcijskog ohlađivanja hrpe takvog tvoriva ili nezatvaranjem u metalne posude zbog sprečavanja daljeg dotoka svježeg zraka/kisika), temperatura

nauljenog poroznog tvoriva može postupno nastaviti rasti sve do nastanka njegova spontanog samozapaljenja. Taj proces obično traje nekoliko sati do par dana. Odlaze li se nauljena masa takvog tvoriva pored izvora toplinske energije ili u dodiru s njima kao što su elementi sustava grijanja ili prijenosa topline, rizik od (mnogo bržeg!) nastanka samozapaljenja je daleko veći.

Zbog toga, brzina stvaranja topline može lako nadmašiti brzinu gubljenja topline na okoliš i uzrokovati rast temperature u hrpi, naslagama ili pakiranju tvari (vidi sliku 27.) Dakle, proces samozagrijavanja, zapravo, započinje u onom trenutku, tj. pri onoj temperaturi tvari, kada brzina stvaranja topline postane veća od brzine gubljenja topline na okoliš. Tu temperaturu nazivamo temperaturom nastupanja procesa samoubrzavajućeg samozagrijavanja, temperaturom "toplinskog bijega procesa samozagrijavanja ili, pojednostavljeno, temperaturom nastanka samozagrijavanja (Tszg).



Slika 27. Brzina oslobađanja topline u ovisnosti o rastu temperature

Pojednostavljeni uopćeni prikaz situacije kada, pri stanovitoj temperaturi zagrijanosti tvari T_2 , brzina egzotermno oslobađane (tj. generirane) topline (BOT) postaje veća od brzine predaje topline okolini (BPT), tj. "gubljenja" topline u okolišu, kada nastupa sporiji ili brži proces samozagrijavanja tvari, i kada, nešto ili podosta kasnije, pri postizanju temperature T_3 nastupa njezino samozapaljenje (kao kod sijena) ili relativno brzo spontano samopaljenje (kao kod tzv. "pirofornih" tvari)

Previsoke temperature okolnog ambijenta mogu stvoriti povoljne uvjete, ne samo za pojavu i razvoj egzotermnih procesa/kemijskih reakcija promjena tvari, već i kondukcijskog odvođenja) egzotermno oslobađane topline okolišu. Zato se i glede tog čimbenika može reći kako postoje stanovite kritične razine temperature iznad

koje se proces samozapaljenja lako može dogoditi, odnosno ispod koje se samozapaljenje obično ne događa. Nazivaju se "kritičnim temperaturama ambijenta" držanja ili "kritičnim temperaturama površine" hrpe stanovite tvari.

U tablici 8. dat je pregled skupina i vrsta tvari poznatih po sklonosti procesu samozagrijavanja i samozapaljenja i stanovitih požarno opasnih preventivskih propusta/istražiteljski ključnih polaznih indicija

Tablica 8.

Tvar	Sklonost procesu samozagrijavanja	Uobičajen način pakiranja za prijevoz ili način skladištenja	Neki ključni propusti koji pogoduju nastanku procesa samozagrijavanja	Napomene
boje sa sadržajem sušivih ulja	<i>umjerena</i>	bačve, limenke, staklenke	neprijemčeno ili olako zanemareno curenje iz posuda po krpama, pamučnom materijalu ili po inim vlaknastim ili poroznim gorivim materijalima	Pojave samozagrijavanja krpa i inih gorivih poroznih materijala impregniranih takvim bojama, koje još sadrže i dodatke za ubrzavanje sušenja, su iznimno požarno opasne. ⁹
Boje, uljane	<i>velika</i>	bačve, limenke, staklenke	neprijemčeno ili olako zanemareno curenje iz posuda po krpama, pamučnom materijalu ili po inim vlaknastim ili poroznim gorivim materijalima	Može biti požarno vrlo opasno ako dođe do impregniranja spomenutih dobro upijajućih gorivih materijala ovim bojama.
brašno, kukuruzno (kao krmivo)	<i>velika</i>	vreće od prirodnih vlakana ili od čvrstog papira	propusti u kontroli vlage ili u sušenju pri preradi, prije skladištenja	Sadrži značajne količine ulja prilično jake sklonosti samozagrijavanju.
brašno, riblje	<i>velika</i>	vreće, u rasutom stanju	propusti u održavanju sigurnosno optimalne razine vlažnosti (6 – 12% vlažnosti) i u izbjegavanju izlaganju toplini	Posebno je sklono samozagrijavanju ako je presušeno i pakirano zagrijano na temperaturu iznad 38 oC.

Djeteline (vrste kao što su lucerna) ¹³	<i>velika</i>	vreće, hrpe (u rasutom stanju)	nedopustiva razina vlažnosti i prijevoz u dovoljno (na prodor svježeg zraka) nezabrtvljenim transportnim prostorima	Mnogi slučajevi požara pripisani samozagrijavanju su vjerojatno uzrokovani iskrom, žeravicom ili užarenim česticama kovina upalih tijekom strojne obrade krmiva. ¹⁴
Vapno, negašeno (kalcijev Oksid, Živo vapno, negašeni kreč)	<i>umjerena</i>	papirnate vreće, drvene bačve, u rasutom stanju	nesprečavanje prodora vode/vlage ili pakiranje proizvoda dok je još vruć	Namočen vodom se može toliko zagrijati da zapali drvenu ambalažu, blizu prisutne gorive tvari celuloznog podrijetla i mnoge ine gorive tvari.

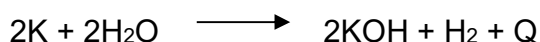
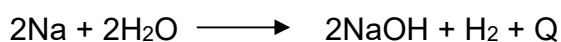
11.2. Zapaljenje tvari kemijskom reakcijom

Neke tvari mogu se zapaliti u kontaktu s vodom, oksidansom ili sa zrakom.

U grupu tvari koje mogu dovesti do zapaljenja u kontaktu s vodom su slijedeće:

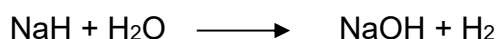
- zemnoalkalni metali (Na, K, Rb, Cs)
- karbidi alkalnih i zemnoalkalnih metala (kalcijev karbid)
- hidridi alkalnih i zemnoalkalnih metala
- silani (spojevi silicija s metalima)
- živo vapno (CaO)
- hidrosulfid natrija

Reakcija alkalnih metala s vodom

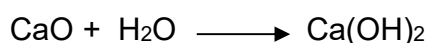
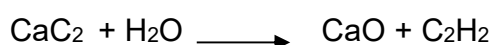


nastali plin vodik se zapali i gori istovremeno s metalom, ako je metal iznad vode. Ove reakcije često završe eksplozijom pri čemu postoji opasnost od razbacivanja rastaljenog metala.

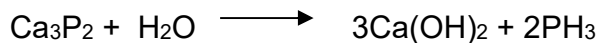
Reakcija hidrida alkalnih i zemnoalkalnih metala (NaH, KH, CaH₂) s vodom.



Reakcija karbida alkalnih i zemnoalkalnih metala (Na₂C₂, CaC₂, K₂C₂) s vodom.

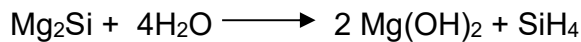


Reakcija fosfida s vodom



Fosfin (PH_3) je plin koji u reakciji fosfida s vodom spada u zapaljive i otrovne tvari. U ovoj reakciji paralelno s nastankom fosfina nastaje mala količina fosfornog hidrida (P_2H_4) koji ima sklonost samoupale što može dovesti do eksplozije prisutnog fosfina.

Reakcijom silana (spojevi silicija s metalima: Mg_2Si , Fe_2Si) s vodom nastaje lužina metala i silikovodik (samoupala).



Neke tvari kao peroksidi metala reagiraju s vodom. Međutim u reakciji ne nastaje zapaljiv plin, ali nastaje toplina koja može zapaliti prisutne zapaljive tvari.

Živo vapno (CaO) reagira s vodom pri čemu se oslobađa toplina koja može izazvati žarenje i zapaliti prisutne zapaljive tvari.

Sulfidi željeza FeS , FeS_2 , Fe_2S_3 sklone su samoupali što je vrlo čest uzrok požara. Osnovni uzrok samoupale željeznih sulfida je njihova sposobnost oksidacije sa kisikom iz zraka, čak i pri normalnoj okolnoj temperaturi uz istovremeno oslobađanje većih količina topline što se daje predočiti slijedećom formulom:



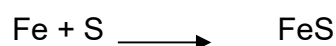
Zabilježeni su slučajevi samoupale pirita (FeS_2) na skladištima kemijskih tvornica u kojima se on koristi kao sirovina za proizvodnju sumporne kiseline (H_2SO_4), a također i u rudnicima. Samoupali pirita potpomaže i vlaga. Pretpostavlja se da reakcija oksidacije u prisustvu vlage protiče po slijedećoj reakciji:



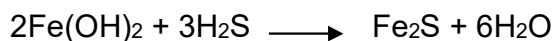
Stvaranjem molekula željeznog sulfata (zelene galice) povećava se volumen što dovodi do rastresanja - usitnjavanja pirita, što zatim (uslijed povećane površine) intenzivira proces oksidacije - a samim time i samoupalu.

Sulfidi FeS i Fe_2S_3 stvaraju se u rezervoarima u kojima se skladišti nafta i proizvodi prerade nafte, te u drugim aparaturama i kolonama tehnoloških procesa u kojima se nalazi H_2S (sumporovodik).

Oksidacijom sumporovodika može nastati elementarni sumpor i u tom slučaju nastanak željeznog (II) sulfida (FeS) može se prikazati slijedećim reakcijama:



Pri temperaturama ispod 310 °C sulfidi željeza ne nastaju djelovanjem H₂S-a na željezo nego na produkte korozije željeza što se može prikazati slijedećom jednačbom:



Svi požari izazvani piroforim željezom (sulfidima željeza) redovito nastaju tek nakon pražnjenja tih rezervoara ili reakcionih kolona.

Navodimo jedan od primjera:

U rafineriji nafte, u kojoj se vršila prerada nafte sa većim postotkom sumpora vršili su se remontni radovi rektifikacione kolone za benzin. Otvaranjem otvora na stjenki kolone, te skidanjem ekstrakcionih podova - tavana - bio je otkriven sloj željeznih sulfida. Brzi ulazak zraka ubrzao je oksidaciju što je dovelo do samoupale. Dakle, sulfidi koji su se sakupili na tom mjestu davno prije, upalili su se tek u momentu kontakta sa zrakom jer prije toga oksidacija je bila nemoguća zbog neprisustva kisika.

Samoupala željeznih sulfida u kolonama za preradu nafte i sl. proizvoda sprečava se slijedećim metodama:

- odstranjivanjem H₂S raznim tehnološkim metodama iz sirovina i gotovih proizvoda;
- antikorozivnom zaštitom unutrašnjih dijelova proizvodnih kolona ili rezervoara;
- propuhivanje parom ili inernim plinovima kolona nakon pražnjenja;
- punjenjem kolone s vodom i njenim laganim ispuštanjem, što uslovljava laganu oksidaciju sulfida bez ubrzavanja reakcije do opasnih razmjera.

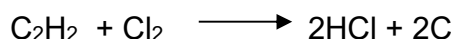
11.2.1. Zapaljenje tvari samoupalom u kontaktu s oksidansima

Mnoge tvari (posebno organskog porijekla) mogu se upaliti u kontaktu s oksidansima. To su uglavnom slijedeći spojevi:

- komprimirani i ukapljeni kisik
- dušična (nitratna) kiselina
- peroksidi (natrija, barija i sl.)
- klorati,
- perklorati,

- hipokloriti,
- halogeni elementi

Komprimirani kisik može izazvati zapaljenje mineralnih ulja i masti. Halogeni elementi (Cl, F, Br, I) mogu vrlo burno reagirati s nekim zapaljivim tvarima. Acetilen, metan, etilen i sl. u smjesi s klorom mogu se zapaliti i bez topline uz prisustvo intenzivne svjetlosti.



Iz navedenih razloga halogeni elementi se moraju držati odvojeno od zapaljivih tvari, a posebno od plinovitih ugljikovodika.

Dušična kiselina (HNO_3) razlaže se uz oslobađanje kisika pa je zbog toga vrlo jak oksidans, može izazvati zapaljenje mnogih gorivih tvari:



U reakciji sa HNO_3 samoupali su skloni terpentini i etileter. Materijali biljnog porijekla kao što su sijeno, slama, lan, konoplja, pamuk i sl. skloni su samoupali ako na njih djeluje koncentrirana dušična kiselina.

Natrijev peroksid (Na_2O_2) može izazvati samoupalu slijedećih gorivih i lakozapaljivih tekućina: Metilnog, etilnog, butilnog i izoamilnog alkohola, etilen glikola, anilina, terpentina i octene kiseline. Neke tekućine se pale u kontaktu sa Na_2O_2 , tek nakon dodatka nekoliko kapi vode. Od tih tekućina treba spomenuti: etilacetat, aceton, glicerini i izobutilni alkohol. Kao početak reakcije je međusobna reakcija natrijeva peroksida i vode, pri čemu nastaje atomarni kisik i toplota:



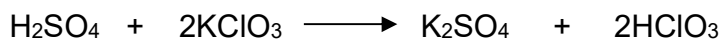
Atomarni kisik u momentu oslobađanja oksidira gorivu tvar što dovodi do samoupale.

Aluminijski prah, ugljen, sumpor i neke druge tvari u smjesi sa Na_2O_2 momentalno se pale nakon dodatka kapljice vode.

Vrlo jaki oksidans je *kalijev permanganat* (KMnO_4). Njegove smjese sa krutim gorivim tvarima krajnje su opasne. Ove smjese se pale pod uticajem koncentracije sumporne i dušične kiseline, a također i od udara ili od trenja.

Glicerini $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ i etilen glikol $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$ u smjesi s KMnO_4 pale se već nakon nekoliko sekundi poslije miješanja.

Smjese nitrata i klorata i perklorata sa gorivim tvarima sklone su samoupali pri djelovanju na njih sa sumpornom a ponekad i sa dušičnom kiselinom. Pri djelovanju sumporne kiseline na natrijev klorat dolazi do slijedeće reakcije;



Klorna kiselina slabo je stabilna i ubrzo se raspada pri čemu nastaje kisik prema reakciji:



12. UZROČNICI PALJENJA

Uzročnici paljenja eksplozivne atmosfere odnosno nekog zapaljivog materijala mogući biti različiti:

- električna struja,
- otvoreni plamen i užarene čestice,
- statički elektricitet,
- ultrazvuk
- ionizirajuće zračenje
- prijenos topline,
- topline trenja,
- kemijske reakcije,
- samozagrijavanje i samozapaljenje,

12.1. Električna struja

Kratki spoj na električnoj mreži jedan je od najopasnijih uzročnika paljenja. Njegovi učinci mogu biti:

- lučni izboj
- raspršivanje vrućih čestica metala
- termičko djelovanje struje kratkog spoja

- razaranje instalacije kabela

Lučni izboj (električna iskra ili luk) - nastaje na svim energetske ili sklopne električnim uređajima kojima se upravlja tokovima električne energije i napaja potrošače električnom energijom. Tu je temperatura znatno iznad temperatura paljenja svih eksplozivnih smjesa.

Raspršivanje vrućih čestica - smanjuju granični raspor probojnog paljenja, događa se unutar nekoliko ms od nastanka struje kratkog spoja

Termičko djelovanje luka – zagrijavanje ili rastaljivanje stjenki kućišta električnog uređaja ili drugih dijelova učinkom luka ili zagrijavanje zraka mogu uzrokovati probojno paljenje s povećanom energijom od plamena eksplozije. Lokalno zagrijavanje stjenki kućišta može biti opasno i pri nižim temperaturama ako se zapali vanjski premaz kućišta i na taj način plamenom izazove paljenje eksplozivne smjese.

Razaranje instalacije kabela – vanjskim mehaničkim oštećenjem ili unutarnjom greškom kabela ili vodiča može doći do kratkog spoja i električnog luka unutar kabela koji termičkim djelovanjem i tlakom razara izolaciju i omot kabela tako da izbijanjem iz kabela pale eksplozivnu atmosferu.

Atmosferska pražnjenja – u obliku udara groma u eksplozivnu atmosferu biti će siguran uzročnik paljenja zbog lučnog izboja. Osim lučnog izboja, paljenje može uzrokovati i zagrijavanje vodljive staze groma, posebno na spojnima mjestima gdje savladava prijelazne otpore. Od mjesta udara groma mogu proteći jake struje na veće udaljenost u svim smjerovima i prenijeti u eksplozivnu atmosferu lučne izboje u obliku iskrenja ili lokalnog zagrijavanja koja mogu biti opasan uzročnik paljenja eksplozivne atmosfere, a i uzročnik požara.

12.2. Otvoreni plamen i užarene čestice

Jedan od najčešćih izvora paljenja je otvoreni plamen ili užarene čestice. U tablici 9. su navedeni neki izvori paljenja i njihova temperatura.

Tablica 9.

IZVOR PALJENJA	TEMPERATURA (°C)
Otvoreni plamen	1000 - 1100
Opušak	do 650
Mehanička iskra (brušenje)	do 1800
Plinsko zavarivanje (acetilen i kisik)	do 3000
Iskra kod elektrozavarivanja	do 3600

12.3. Statički elektricitet

Formiranje uzročnika paljenja statičkim elektricitetom vrlo je složena pojava. Pri tome posebnu opasnost čine zapaljivi mediji koji sami po sebi čine nosioce elektrostatskih naboja, a ujedno su izvor eksplozivne atmosfere zapaljivih plinova, para zapaljivih tekućina i zapaljive prašine. Na svakom izolacijskom materijalu dovoljno velikog električnog otpora postoji mogućnost gomilanja naboja, posebno ako sadrži vodljive otoke ili metalne dijelove. Ako su uvjeti odvođenja tih naboja vrlo slabi, možemo reći da će kad-tad doći do gomilanja statičkog naboja koji može stvoriti opasna eklektična polja s dovoljno akumuliranom energijom da eventualni izboj bude uzročnikom paljenja.

Kako su nam uvjeti gomilanja naboja redovito nepoznati, to se pozornost mora usmjeriti na to da sve nagomilane naboje trajno intenzivno odvodimo tako da na taj način spriječimo nastajanje uzročnika paljenja.

Fizikalno najjednostavniji način je vlaga u atmosferi. Naime, uočeno je da između 60 i 80% vlažnosti pojava opasnih gomilanja statičkog naboja prestaje. Prema tome, jedna od opasnosti za formiranje opasnih uzročnika jest suha atmosfera.

Drugi način zaštite od statičkog elektriciteta je odvođenje gomilanih naboja uzemljenjem. Ova mjera se sastoji u tome da sva vodljiva mjesta izolirana izolacijskim materijalom elektrostatski uzemljimo, odnosno međusobno povežemo, a po potrebi oklopimo i uzemljimo. Elektrostatski uzemljiti znači uzemljiti i dovoljno visokim otporom koji sprečava pojavu opasnih izboja i uzročnika paljenja. Iskustvo je pokazalo da električki otpor za elektrostatsko uzemljenje može biti učinkovit i do reda veličine 10^9 oma. Međutim, u praksi se ti otpori izvode sa što manjim otporom,

ali nas to upućuje na mogućnost odvođenja statičkog naboja tzv. poluprovodljivim materijalima, kao što je poluprovodljiva guma, poluprovodljivi premazi i sl.

Osim neposrednog uzemljenja, odvođenje naboja možemo postići pomoću ionizatora. Ioniziranje prostora se provodi većim naponom, npr. nekoliko kV, i na taj način osigura odvođenje i uzemljenje naboja prije nego li se formira uzročnik paljenja.

U posebne mjere zaštite od statičkog elektriciteta spada i vlaženje podova i nošenje odjeće i obuće koja ne nakuplja statički elektricitet.

Pražnjenje u vlastitoj eksplozivnoj smjesi je najopasniji uzročnik paljenja izbojem statičkog naboja u eksplozivnoj atmosferi. To znači da su molekule zapaljivog materijala istovremeni uzrok i eksplozivne atmosfere i opasnog uzročnika paljenja gomilanjem statičkog naboja. Takav slučaj imamo kod transporta i uskladištenja zapaljivih tekućina i zapaljivih prašina. Promjer cijevi ima veliki utjecaj upravo zbog porasta intenziteta turbulentnog gibanja kod većih promjera. Međutim, bez obzira na promjer cijevi brzina gibanja je svakako ograničavajući parametar kojim moramo eliminirati opasni uzročnik paljenja. Jedina efikasna mjera je da se za svaki pojedini slučaj utvrde maksimalno dozvoljene brzine gibanja tekućine. Orijentacijski se može uzeti podatak kod tekućina čija je električna vodljivost manja od 10^{-10} A/Vcm da bi trebao biti zadovoljen uvjet, tj. da je

$$v^2 \cdot d \leq 0,64 \text{ m}^3/\text{s}^2$$

gdje je:

v – brzina tekućine u m/s

d – promjer cijevi u m

u tom slučaju ne treba očekivati opasna iskrenja kao uzročnik paljenja eksplozivne atmosfere u spremniku.

Kod zapaljivih prašina bitna je činjenica da je za opasani uzročnik paljenja u odnosu na plinove i pare potrebna znatno veća energija izboja statičkog naboja.

12.4. Ultrazvuk

Kod primjene ultrazvuka, jedan dio energije koju predaje pretvarač zvuka apsorbiraju čvrste tvari. Npr. u ozvučenoj tkanini time se stvara, zbog unutarnjeg

trenja, zagrijavanje koje u krajnjim slučajevima može dovesti do temperature iznad temperature paljenja.

12.5. Ionizirajuće zračenje

Ionizirajuće zračenje proizvode npr. izvori ultravioletnog svjetla, rendgenske cijevi, laseri, radioaktivni materijali, elektronski akceleratori ili atomski reaktori koji mogu uzrokovati neposredno paljenje eksplozivne atmosfere, posebno ako ona sadrži čestice prašine koje apsorpcijom ionizirajuće energije poprimaju visoke temperature i postaju uzročnici paljenja.

13. SVOJSTVA I POŽARNE OPASNOSTI TVARI

13.1 Elementi

Ugljik (C)

Ugljik je poznat od davnih vremena. Ime mu potječe od latinskog naziva za ugljen - *carbo*. Lako izgara u nazočnosti oksidansa. Javlja se u više alotropskih modifikacije, kao amorfni, grafit, dijamant i fulleren. Prirodni amorfni ugljik su razne vrste ugljena, koks i čađa. U kemijskom sastavu goriva, ugljik je jedan od osnovnih elemenata, a njegovo učešće u gorivu iznosi i do 95%. U gorivu se ugljik ne nalazi slobodan, nego u spojevima sa vodikom, kisikom, dušikom i sumporom. Kod izgaranja, složeni se spojevi raspadaju i oslobađaju ugljik. Ukoliko se izgaranje odvija uz dovoljnu količinu zraka, ugljik izgara u ugljični dioksid. Ugljik ima veliki značaj kod kemijske obrade goriva kao osnova niza organskih goriva. Grafit je crna, klizava krutina bez mirisa, visokog tališta i dobre električne vodljivosti. Ne tali se već sublimira na 3825°C. Najviše se upotrebljava za proizvodnju elektroda. Dijamant je prozirna ili obojena, ekstremno tvrda krutina visokog indeksa loma. Ne vodi električnu struju a upotrebljava se kao drago kamenje i za izradu bušilica i bruseva. Četvrta alotropska modifikacija ugljika, fullerene (sačinjavaju je 60 ili 70 atoma vezanih zajedno), otkrivena je 1969. godine sublimacijom pirolitičkog grafita na niskom tlaku. U zraku dolazi kao CO₂ a u stijenama kao karbonat. U prirodi se

nalazi u velikim količinama kao mineralni ugljen, nastao procesom pougljenjivanja. Suhom destilacijom ugljena proizvodi se koks. Koks se upotrebljava kao redukcijsko sredstvo u metalurgiji, naročito pri proizvodnji željeza. Čađa se upotrebljava kao boja i kao punilo u proizvodnji automobilskih guma. Aktivni ugljen ima veliku površinu i upotrebljava se kao adsorbens.

Vodik (H₂)

Vodik je 1766. godine otkrio Sir Henry Cavendish (GB). Ime mu je dao Lavoisier od grčkih riječi *hydro* što znači voda i *genes* što znači tvoriti. To je plin bez boje i mirisa, netopljiv u vodi. Lako difundira kroz sve materijale. Zapaljiv je i pravi eksplozivne smjese u zraku. Zapaljen na zraku gori svijetlim vrućim plamenom dajući vodenu paru. Na povišenoj temperaturi lako se spaja s kisikom, sumporom i halogenim elementima. Procjenjuje se da 90% svih atoma, odnosno skoro 3/4 mase svemira, otpada na vodik. Sve zvijezde, pa i Sunce, sastavljene su uglavnom od vodika (više od 90%). Vodik se u prirodi rijetko nalazi u elementarnom stanju, samo u višim slojevima atmosfere ili u vulkanskim plinovima. Uglavnom je vezan u spojevima od kojih su najrašireniji voda (H₂O), amonijak (NH₃) i razni organski spojevi. Čisti vodik se najčešće dobiva elektrolizom vode. Laboratorijski se dobiva reakcijom sulfatne kiseline i elementarnog cinka dok se industrijski dobiva prevođenjem vodene pare preko užarenog koksa. Upotrebljava se za sintezu amonijaka, hidriranje ugljena i ulja, proizvodnju kloridne kiseline i kao redukcijsko sredstvo.

Sumpor (S)

Nemetal, u elementarnom stanju dolazi u nekoliko alotropskih modifikacija. Najvažniji je obični, žuti (rompski) sumpor koji tvori krte grude ili štapiće netopljive u vodi, teško topljive u organskim otapalima, lako topljive u sumporougljiku; loš je vodič topline i elektriciteta, trljan kožnom krpom električki se nabija negativno. Monoklinski sumpor stabilan je iznad 96,5°C, tvori duge, gotovo bezbojne igle. Iznad 160°C

nastaju smeđe i poput smole žilave ili elastične modifikacije sumpora, djelomično netopljive u sumporougljiku.

Sumpor se tali na $112,8^{\circ}\text{C}$, a ključa na $444,67^{\circ}\text{C}$, već ispod tališta sublimira dajući pri hlađenju pare sublimat u finom razdjeljenju, sumporni cvijet. Na zraku gori dajući sumpor-dioksid SO_2 , a spaja se na povišenoj temperaturi izravno i s ugljikom, klorom, željezom, bakrom, cinkom i drugim metalima i nemetalima. Elementarni sumpor nalazi se na mnogim mjestima na Zemlji; svjetska se potražnja pokriva poglavito iz SAD, u Europi ga ima najviše na Siciliji. Prirodni elementarni sumpor čisti se od primjesa sublimacijom u posebnim pećima. U SAD sumpor se u svojim nalazištima tali pod zemljom s pomoću vodene pare i djelovanjem komprimiranog zraka izvlači kroz poseban sistem cijevi (Frashov postupak). Elementarni sumpor upotrebljava se za uništavanje štetočina na biljnim kulturama, za proizvodnju sulfatne kiseline, za vulkanizaciju kaučuka, za proizvodnju sumporougljika i drugih kemikalija, cinobera, ultramarina, sumpornih boja u mastima i preparatima protiv kožnih bolesti itd. U prirodi se sumpor nalazi i u obliku spojeva s metalima, sulfida (pirit FeS_2 , galenit PbS , sfalerit ZnS , cinabarit HgS i dr.) i u obliku soli sulfatne kiseline, sulfata (gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, anhidrit CaSO_4 , barit BaSO_4 i dr.). Vulkanski plinovi sadržavaju sumporovodik (H_2S). Sumpora ima i u bjelančevinama, osobito u bjelančevinama kose, dlaka, perja, nokata, rogova, kopita, papaka itd.

Fosfor (P)

Fosfor se javlja u više alotropskih modifikacija: alfa i beta - fosfor koji je bijel, te crveni (ili ljubičasti) i crni fosfor. Pri sobnoj temperaturi bijeli fosfor je bezbojna i prozirna tvar mekana poput voska koja stajanjem pod utjecajem svjetla površinski blago požuti. Pri temperaturi ispod $-7,6^{\circ}\text{C}$ bijeli fosfor postojan je u romboedarskoj beta - modifikaciji, a između $-7,6^{\circ}\text{C}$ i 260°C stabilna je kubična alfa - modifikacija. Pri $44,1^{\circ}\text{C}$ tali se u bezbojnu tekućinu velikog indeksa loma svjetlosti koja vrije pri 280°C stvarajući pritom bezbojnu paru. U čvrstom i tekućem stanju bijeli fosfor se sastoji od molekula P_4 pri čemu su atomi fosfora smješteni u vrhovima tetraedra tako da je svaki atom fosfora vezan s tri susjedna jednostrukom kovalentnom vezom. Vrlo je reaktivan. Na zraku oksidira pri čemu se u tami vidi plavkasto svjetlucanje kao

posljedica efekta fosforescencije (efekt koji je prema tom svjetlucanju i dobio naziv). Na zraku se lako zapali već pri sobnoj temperaturi, stoga se mora čuvati (i rezati) pod vodom. Zbog velikog afiniteta prema kisiku bijeli fosfor je jak reducens. U vodi se ne otapa, ali se otapa u ugljikovom disulfidu (CS_2) i u nekim organskim otapalima kao što su benzen i etil-eter.

Fosfor je otrovan i količina od 0,1 g već je smrtonosna za ljude. Izaziva smetnje u procesu izmjene ugljikohidrata, oštećuje krvne žile i jetru. Protuotrov je otopina CuSO_4 . Bijeli fosfor se upotrebljava za proizvodnju fosforne kiseline, fosfornih halogenida, oksihalogenida i sulfida, fosforno - bakrenih legura, zapaljivih i otrovnih punjenja granata i bombi te za proizvodnju umjetnih gnojiva.

Crveni fosfor nastaje zagrijavanjem bijelog fosfora iznad 260°C . Manje je reaktivan od bijelog fosfora, a na zraku se zapali tek pri temperaturi iznad 400°C . U mraku svjetluca samo kada je u zraku prisutan ozon. Kad je čist, praktički je netopljiv u svim otapalima, osim u alkalijskim lužinama. Nije otrovan, a najviše se upotrebljava za izradu tarnih površina na kutijama šibica u smjesi sa staklenim prahom i fosfor(V)-sulfidom. Koristi se i u procesima organskih sinteza, u pirotehnici i kao geter za uklanjanje zaostalih plinova u proizvodnji žarulja.

Crni fosfor je najstabilnija modifikacija fosfora, ali samo pod tlakom. Nastaje zagrijavanjem bijelog fosfora pri tlaku od 1,2 - 3,5 MPa. Postoji u amorfnom i romboedarskom obliku. Tali se pri temperaturama između $560 - 580^\circ\text{C}$. Slabo provodi električnu struju. Netopljiv je u organskim otapalima, a na vlažnom zraku brže oksidira od ostalih modifikacija i pri tom nastaje bezbojna viskozna kožica koja ga štiti od oksidacije pa ga je teško zapaliti. Crni fosfor nije otrovan.

Natrij (Na)

Natrij, kemijski element iz grupe alkalijskih metala. Vrlo mekan, srebrnobijeli metal modrikasta sjaja poput olova, tali se kod 98°C ; na vlažnom zraku se brzo prevlači slojem hidroksida zbog čega ga se čuva pod petrolejem ili parafinskim uljem.

Komadić natrija bačen u vodu burno reagira stvarajući natrij-hidroksid i oslobađajući vodik. Zagrijan, na zraku izgara i daje intenzivno žut plamen, pri čemu nastaje peroksid, Na_2O_2 . Elementarni natrij prvi je izolirao H. Davy 1807., a komercijalna proizvodnja elementarnog natrija započela je 1854. Danas se natrij proizvodi elektrolizom rastaljenog natrij-hidroksida ili klorida. Elementarni natrij služi poglavito (oko 80%) za proizvodnju tetraetilolova, zatim natrij-peroksida, cijanida i amida, u organokemijskoj industriji za redukciju, kao katalizator za polimerizaciju, za kondenzacije i sl., kao sastojina nekih legura, kao prenosilac topline u nuklearnim termoelektranama, za natrijske lampe, kao sredstvo za hlađenje na visokim temperaturama i dr. Natrij je najrašireniji alkalijski metal. U Zemljinoj kori, po raširenosti natrij je među elementima na šestom mjestu; osobito su njime bogate eruptivne stijene i morska voda. U prirodi je natrij vrlo raširen, a nalazi se samo u obliku spojeva. Prije nego je potreban sastojak živih organizama.

Magnezij (Mg)

Magnezij, kemijski element iz grupe zemnoalkalijskih metala. U prirodi vrlo raširen samo u spojevima; ima ga u prirodnim vodama, osobito u morskoj, u biljkama (sastojak je klorofila) i životinjama (u kostima, krvi i mlijeku); sastojak mnogih minerala i stijena, napose silikatnih (serpentin, olivin, azbest i dr.) i karbonatnih (magnezit, dolomit). U štasfurtskim solima, koje su nastale taloženjem iz nekadašnjeg mora, mnogi minerali sadržavaju magnezij (karnalit, kainit, kizerit, šenit). U elementarnom stanju magnezij je metal bijel poput srebra, na vlažnom zraku se brzo pokriva slojem hidroksida, u kisiku izgara i daje blještavo bijelo svjetlo od usijanog oksida. Otapa se lako u većini kiselina, pa i u slabima. Obično se proizvodi elektrolizom rastaljenog klorida, koji se dobiva iz magnezita, dolomita ili morske vode, iz posljednje preko magnezij-hidroksida koji se iz nje taloži vapnenim mlijekom. Upotrebljava se najviše za proizvodnju lakih legura. Metalni magnezij upotrebljava se također u fotografiji (za bljeskalice u proizvodnji el. baterija, kao reproduktivno sredstvo u kemiji i u vojne svrhe kao sastojina zapaljivih smjesa za osvjetljavanje ciljeva pri zračnim napadima.

Aluminij (Al)

Laki metal, poslije kisika i silicija najrašireniji element u Zemljinoj kori, gdje dolazi kao sastavni dio gline i mnogih stijena. Gustoća mu je 2.70, dobro vodi toplinu i električnu struju. Postojan je u vodi i na zraku, otapa se u mineralnim kiselinama (pri čemu nastaju soli u kojima je trovalentan) i u lužinama (pri čemu nastaju aluminati). Dobiva se iz boksita, tako da se na prethodno usitnjenu i dehidriranu rudu djeluje natrij-hidroksidom pod tlakom i na povišenoj temperaturi. Aluminij-hidroksid se pritom u lužini otopi, a željezo-hidroksid ostaje neotopljen (crveni mulj). Kad se mulj odijeli od tekućine, iz nje se istaloži aluminij-hidroksid (hidrat) miješanjem, uz dodavanje kristala gotovog hidrata. Umjesto grijanja s lužinom boksit se može raščiniti i žarenjem s vapnom i sodom. Pečenjem (kalciniranjem) hidrata dobiva se aluminij-oksidi (glinica). Da bi se dobio sam aluminij, glinica se u rastaljenom stanju podvrgava elektrolizi, tj. cijepanju pomoću električne struje koja se u talinu uvodi i iz nje izvodi ugljenim vodičima - elektrodama. Tako dobiven aluminij ima čistoću iznad 99%; rafinacijom se može dobiti i čistoća 99,99%. Što je aluminij čišći, otporniji je prema kemijskim utjecajima i bolje vodi električnu struju, ali je i manje čvrst. Aluminij i njegove legure sve više se upotrebljavaju tamo gdje do izražaja trebaju doći njihova dobra mehanička, kemijska i električna svojstva, mala specifična težina i lijep izgled: u gradnji aviona, vozila, strojeva, u elektrotehnici, u kemijskoj industriji, kućanstvu, u građevinarstvu, arhitekturi i dr. Aluminijska folija se koristi za zamatanje živežnih namirnica, aluminijski prah upotrebljava se kao boja za ličenje, kao sastojina eksploziva i za aluminotermiju.

13.2 Zasićeni ugljikovodici

Zasićenim ugljikovodicima nazivaju se spojevi, molekule koje su građene samo iz ugljika i vodika u kojima su atomi ugljika međusobno vezani jednostrukim vezama, a njihove slobodne veze zasićene su atomima vodika.

U usporedbi sa ostalim ugljikovodicima, zasićeni ugljikovodici imaju u svom sastavu najveći postotak vodika; svaki atom ugljika veže na sebe maksimalni broj

atoma vodika. Odatle dolazi i naziv zasićeni ugljikovodici. Jednostavniji predstavnici zasićenih ugljikovodika su:

CH ₄	metan	C ₅ H ₁₂	pentan
C ₂ H ₆	etan	C ₆ H ₁₄	heksan
C ₃ H ₈	propan	C ₇ H ₁₆	heptan itd.
C ₄ H ₁₀	butan		

Po svom sastavu ti spojevi se međusobno razlikuju za jednu CH₂ grupu. Takvi spojevi se nazivaju homolozima i čine homologni niz.

Sastav homolognog reda zasićenih ugljikovodika moguće se izraziti i općom formulom C_nH_{2n+2} gdje je

n - broj atoma C

2n+2 – broj atoma H

Fizikalna svojstva i neki pokazatelji požarnih opasnosti zasićenih ugljikovodika navedeni su u tablici 10.:

Tablica 10.

	Naziv ugljikovodika	Agreg. stanje	Gustoć. g/cm ³	Temp. °C vrenja i samozapaljenja.		Topl. izgaranja kcal	Eksplozivne granice DGE GGE	
1	Metan CH ₄	Plin	0,415	-161,6	537	11800	5	15
2	Etan C ₂ H ₆	Plin	0,546	-88,6	472	11300	2,9	15
3	Propan C ₃ H ₈	Plin	0,582	-42,1	466	11100	2,1	9,5
4	Butan C ₄ H ₁₀	Plin	0,600	-0,5	405	10900	1,9	9,1
5	Pentan C ₅ H ₁₂	Tekući na	0,626	36,1	309	10800	1,4	7,8
6	Heksan C ₆ H ₁₄	Tekući na	0,659	68,7	247	10700	1,2	7,5
7	Heksadekan C ₁₆ H ₃₄	Krutina	0,775	287,0	-	-	-	-

Iz tablice je vidljivo da se povećanjem broja atoma ugljika u molekuli povećava gustoća, raste temperatura vrenja, smanjuje temperatura samozapaljenja,

mijenja se agregatno stanje. Prva četiri su plinovi, od C₅ do C₁₅ su tekućine, počevši sa C₁₆H₃₄ krute tvari.

Zasićeni ugljikovodici pri normalnim temperaturama ne oksidiraju se i ne stupaju u reakciju sa drugim tvarima. Mala kemijska aktivnost ovih tvari objašnjava se time što su atomi ugljika potpuno “zasićeni” atomima vodika i ne mogu zbog toga primiti druge atome. Molekule zasićenih ugljikovodika sposobne su jedino supstituirati atome vodika za atome drugih elemenata (Cl, Br, F, I). Zasićeni ugljikovodici spadaju u grupu zapaljivih tvari. Samo primjera radi obradit ćemo svojstva metana.

13.1.1. Metan

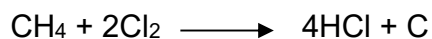
Metan je najjednostavniji predstavnik zasićenih ugljikovodika. Osnovna komponenta prirodnog (zemnog) plina. Nazivaju ga još i zemnim ili rudničkim plinom jer se isti često pojavljuje u rudničkim jamama (ugljen), gdje može stvoriti eksplozivne koncentracije. Neprestano se stvara u prirodi uslijed raspadanja biljnih organskih materija (barski plin). Metan se također stvara pri suhoj destilaciji kamenog ugljena ili drva.

Fizikalna i kemijska svojstva metana

Metan je plin bez boje i mirisa, slabo topiv u vodi, lakši od zraka (relativna težina u odnosu na zrak je 0,55 (16/29=0,55 Molekulska težina metana je 16, a zraka 28).

Ako na primjer pripravimo smjesu metana + Cl₂ u zatvorenom cilindru to će žutozelena boja klora postepeno nestajati uslijed stvaranja novih spojeva. Klor, reagirajući sa metanom, postepeno zamjenjuje u njemu atome vodika. Analogno protiče reakcija metana sa bromom, jodom i fluorom.

Metan sa klorom stvara smjese, koje su eksplozivne pri djelovanju sunčeve svjetlosti ili drugog jačeg izvora svjetlosti (plamen gorućeg metana, plamen acetilena i sl.). To se objašnjava time što molekule klora uslijed djelovanja energije svjetla disociraju na atome. Atomi klora energično stupaju u reakciju sa molekulom metana, nastaje eksplozija, a kao rezultat iste nastaje klorovodik i elementarni ugljik.



Eksplוזija smjese metana sa klorom može nastati i pri njenom zagrijavanju do 150°C. Shodno tome treba zabranjivati zajedničko skladištenje boca sa klorom i metanom.

Djelovanjem dušične kiseline na metan nastaje nitrometan koji je našao vrlo široku primjenu kao otapalo.

Na zraku metan gori slabosvijetlećim plamenom sa oslobađanjem velike količine topline.



Maksimalna temperatura plamena metana dostiže približno 2000°C. Smjesa metana sa zrakom je eksplozivna. Pri eksploziji, smjese metan-zrak razvijaju tlak do 7,2 bara. Zbog toga je vrlo važno u radnim prostorijama i rudnicima gdje se mogu stvoriti ove smjese poduzimati preventivne mjere da do eksplozije ne dođe.

U cilju sprečavanja eksplozije pri naglom prodoru metana i za gašenja buktinja u zatvorenom prostoru obično se koriste CO₂ i dušik. Minimalna koncentracija CO₂ kao sredstva za gašenje je 26 vol.%, a dušika 39. vod.%.

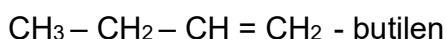
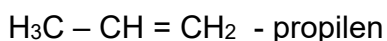
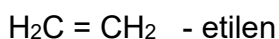
13.3. Nezasićeni ugljikovodici

Uporedono sa zasićenim postoje i nezasićeni ugljikovodici. Ovi ugljikovodici razlikuju se od zasićenih ne samo po građi nego i po svojstvima.

U nezasićenim ugljikovodicima, atomi ugljika u molekuli nisu potpuno zasićeni atomima vodika. To dovodi do toga da se među atomima ugljika pojavljuje dvostruka ili trostruka veza, u zavisnosti od toga koliko atoma vodika nedostaje do potpunog zasićenja.

Nezasićeni ugljikovodici sa dvostrukom vezom

U grupu nezasićenih ugljikovodika sa jednom dvostrukom vezom spada etilen i njegovi homolozi (opća formula tih ugljikovodika je C_nH_{2n})



Fizikalna svojstva i neke požarne karakteristike nezasićenih ugljikovodika sa jednom dvostrukom vezom navedeni su u tablici 10.

Tablica 10.

Ugljikovodik	Agreg. Stanje	Gustoća g/cm ³	Temper. °C		Toplina izgaranja kcal/m ³	Područje ekspl. vol %	
			Vrelište	Samoza-paljenja.		Donja	Gornja
Etilen C ₂ H ₄	Plin	1,259	-104	540	11250	3	32
Propilen C ₃ H ₆	Plin	1,875	-47,7	410	10900	2,2	10,3
Butilen C ₄ H ₈	Plin	2,500	-6,25	384	10800	1,6	9,4
Izobutilen C ₄ H ₈	Tekućina		0,88	324	10800	1,8	9,7

Iz tablice 10. je vidljivo da se uvećanjem broja atoma, smanjuje temperatura samozapaljenja i toplina izgaranja i povećava temperatura vrenja.

Kao primjer razmotrimo etilen

13.3.1. Acetilen

Fizikalna i kemijska svojstva

Acetilen je plin bez boje, a u čistom stanju ima slabi eterični miris. Tehnički acetilen ima intenzivan i neugodan miris što je uzrokovano prisustvom primjesa fosfina (PH₃), sumporovodika (H₂S) i amonijaka (NH₃).

Acetilen je lakši od zraka ($d = 26/29 = 0,9$.) Pri 20°C otapa se u vodi 1,03 vol.% acetilena. Voda zasićena acetilenom predstavlja požarnu opasnost.

Acetilen se dobro otapa u acetonu. Pri 15°C 1 vol. dio acetona otapa 25 vol. dijelova acetilena. Porastom tlaka raste njegova topivost u acetonu, tako pri tlaku od 11,6 bara 1 vol. dio acetona otapa 300 vol. dijelova acetilena.

U obliku plina čisti acetilen pod tlakom nije stabilan. Tako pri tlaku većem od 2 bara on je sposoban razlagati se eksplozivno (pod utjecajem udara ili mjestimičnog zagrijavanja):



Temperatura eksplozije dostiže 3000°C, tlak se povećava približno 11 puta. Zbog toga se acetilen ne smije skladištiti u komprimiranom stanju, slično drugim plinovima u željeznim bocama običnog tipa.

Za njegovo skladištenje koriste se boce napunjene aktivnim ugljenom, natopljenim acetonom u kojem se otapa acetilen pod tlakom. (Umjesto akt. ugljena

može se koristiti infuzorijska zemlja). Pri takvom načinu punjenja acetilen neće eksplodirati ni pod tlakom od 30 bara.

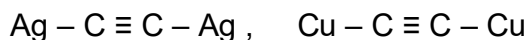
Acetilen sa zrakom stvara eksplozivne smjese sa DGE – 2% i GGE 81 vol.%. Temperatura samozapaljenja je 335°C. Pri zapaljenju acetilena u kisiku razvija se visoka temperatura do 4000°C. Toplina izgaranja je 13.800 kcal/kg.

Acetilen snažno eksplodira u smjesi sa zrakom, a tlak eksplozije dostiže do 9,5 bara. U cilju sprečavanja eksplozije i gorenja u zatvorenim prostorima neophodna je minimalna konc. CO₂ do 57 vol.% ili 70 vol.% N₂.

Acetilen izgara jarko crvenim plamenom, vjerojatno iz razloga visokog postotka C (92,3 %) prema jednadžbi:



Osobitost acetilena je i to što se vodik u njegovoj molekuli može zamijeniti metalima, pri čemu nastaju jako eksplozivne tvari kao npr.

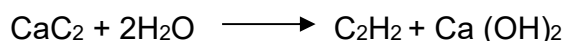


Ove tvari su osjetljivije na udar nego klasični inicijalni eksplozivi. Usporedbe radi živin fulminat koji se i danas koristi kao inicijalni eksploziv slične je građe (Hg – C ≡ C – Hg)

Zbog opasnosti stvaranja bakrovog acetilida Cu – C ≡ C – Cu, bakar ne smije koristiti u armaturama i posudama za skladištenje acetilena, plinskih gorionika i slično. U tom cilju mogu se koristiti legure sa max. 70% Cu.

Dobivanje i primjena

- Iz kalcijevog karbida CaC₂ s vodom



13.4. Aromatski ugljikovodici

Aromatski ugljikovodici su spojevi čije molekule su građene od 6-atoma ugljika koje stvaraju zatvoreni šesteročlani prsten sa tri nezasićene veze. Taj prsten se naziva benzenskom jezgrom ili benzenskim prstenom.

Glavna sirovina za dobivanje aromatskih spojeva pojavljuje se nafta i katran kamenog ugljena. Fizikalna svojstva i požarne karakteristike aromatskih ugljikovodika navedeni su u tablici 11.

Tablica 11.

Naziv aromatskog ugljikovodika	g/cm ³	Temperatura °C				Eksplozivne granice	
		Vrelište	Taljenje	Plamište	Samoza paljenje	DGE	GGE
Benzen C ₆ H ₆	0,88	80,2	5,5	-11	-	1,4	8
Toluen C ₆ H ₆ -CH ₃	0,862	110,6	-95,1	5	540	1,27	7
o- ksilen C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	0,881	144,4	25,2	-	536	0,93	4,5
Etilbenzen C ₆ H ₅ -C ₂ H ₅	0,862	136	-95,0	20	420	0,7	-
Vinil benzen (Stiren) C ₆ H ₅ C ₂ H ₃	0,907	146	-33	30	-	1,1	6,1

Svojstva aromatskih ugljikovodika obradit ćemo na primjeru benzena i stirena.

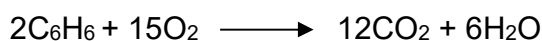
13.4.1. Benzen (C₆H₆)

Fizikalna i kemijska svojstva

Benzen je lako zapaljiva tekućina, bez boje, ne otapa se u vodi, ima karakteristični miris. Pare benzena su otrovne. On je vrlo dobro otapalo za masti i ulja. Benzen do izvjesne mjere djeluje i kao zasićeni i kao nezasićeni ugljikovodik..

Smjesa (C₆H₆) i KClO₃ (kalij klorat) može se zapaliti utjecajem jedne kapi H₂SO₄.

Pri zapaljenju benzen gori jako čađavim plamenom, uslijed visokog sadržaja ugljika (92,3 %).



Pare benzena sa zrakom su eksplozivne. Pri eksploziji parno-zračne smjese benzena razvija se tlak do 8,0 bara.

Primjena:

Za dobivanje nitrobenzena od kojega se dobiva anilin, aspirin, piramidon, za eksplozive (di-nitrobenzen), fenol i dr.

13.4.2. Stiren (C₆H₅-CH = CH₂)

Fizikalna i kemijska svojstva

Stiren je bezbojna, lako zapaljiva tekućina sa karakterističnim mirisom. Ne otapa se u vodi, no dobro se otapa u eteru, alkoholu i benzolu. Stiren se još zove i vinil benzen.

Osnovna kemijska svojstva stirena je njegova sposobnost za polimerizaciju, rezultat čega se dobije plastična materija polistiren:

Primjena polistirena u industriji je mnogovrsna. Stiren se koristi i za kopolimerizaciju za proizvodnju sintetskog kaučuka sa butadienom.

Široka dielektrična svojstva polistirena nameću njegovu upotrebu kao izolacionog materijala. Zapaljenjem on gori čađavim plamenom uslijed visoke koncentracije ugljika.

Svi navedeni aromatski ugljikovodici mogu se gasiti sa raspršenom i vodom i pjenom.

13.5. Svojstva i požarne opasnosti organskih tvari, koje sadrže kisik

13.5.1. Alkoholi

Alkoholima nazivamo organske tvari, čije molekule sadrže jednu ili više hidroksilnih grupa spojenih na radikal ugljikovodika. Na primjer metilni alkohol $\text{CH}_3\text{-OH}$; njegova molekula sadrži radikal metil $\text{/CH}_3\text{-}$ i hidroksil -OH .

:

13.5.1.1. Zasićeni jednovalentni alkoholi

Zasićene jednovalentne alkohole moguće je smatrati produktima zamjene vodikovog atoma u molekuli zasićenog ugljikovodika sa hidroksilnom grupom.

Alkohol

$\text{CH}_3\text{-OH}$	metilni alkohol
$\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$	etilni alkohol
$\text{C}_3\text{H}_7\text{-OH}$	propilni alkohol
$\text{C}_4\text{H}_9\text{-OH}$	butilni alkohol
$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{-OH}$	amilni alkohol

Svojstva alkohola navedena su u tablici 12.

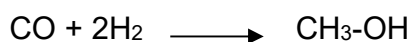
Tablica 12.

Alkohol	g/cm ³	Temperatura °C		°C
		vrelište	plamište	Temp. samo-zapaljenja
CH ₃ OH	0,791	64,7	8	464
C ₂ H ₅ OH	793	78,37	13	404
C ₃ H ₇ OH	804	97,8	23	370
C ₄ H ₉ OH	809	117,4	34	345
C ₅ H ₁₁ OH	814	138	40	300

13.5.1.2. Metanol (metilni) alkohol (CH₃-OH)

To je lakozapaljiva tekućina, koja se miješa sa vodom. Temperatura leđišta -97,1°C. On je jako otrovan (I. stupanj, gub. vida) – smrt. DGE 6% , GGE 34,5%. Eksplozijom daje tlak 7,4 bara.

Dobivanje



13.5.1.3. Polivalentni alkoholi

Najveću primjenu su našli etilen glikol i glicerin. Njihova svojstva su prikazana u tablici 13.

Tablica 13.

Alkohol	g/m ³	t.t. °C	t.v. °C	Plamište °C	Samozap. °C
CH ₂ OH-CH ₂ OH Etilen glikol	1,114	-15,4	197,8	120	380
CH ₂ -OH CH-OH CH ₂ -OH Glicerin	1,261	17,9	290	200	400

Glicerin je trovalentni alkohol, topiv u vodi.

On se pali ako je u kontaktu sa KMnO₄, Na₂O₂.

Ako na KMnO₄ kapnemo nekoliko kapi glicerina on bi se za 1 minutu zapalio. Reakcija nije trenutačna jer najprije permanganat reagira s glicerinom stvarajući manganovu kiselinu, koja se dalje raspada prema jednadžbi:

$2\text{KMnO}_4 \longrightarrow \text{Mn}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$ pri čemu nastaje anhidrid manganove kiseline.

Ona nije stabilna i dalje se raspada prema jednadžbi:



Atomarni kisik koji u ovoj reakciji nastane djeluje na glicerin, oksidira ga i izaziva samozapaljenje.

Skladištenje glicerina sa jakim kiselinama mora biti zabranjeno.

13.5.1. Požarne opasnosti aldehida, ketona i karbonskih kiselina

13.5.1.1. Aldehidi

Aldehidima nazivamo organske tvari u čijoj molekuli se nalazi karbonilna grupa C=O. Aldehidi se prikazuju općom formulom RCHO. Dobivaju se oksidacijom ili dehidrogenacijom alkohola.

Neka fizikalna svojstva koja govore i o požarnim karakteristikama aldehida prikazana su u tablici 14:

Tablica 14.

Aldehid	Spec. tež.	Vrelište °C	Temp. samozap. °C	Plamište °C	Granice eksplozivnosti	
	g/m ³				Donja	gornja
Formaldehid	0,815	-21	430	-	7	73
Acetaldehid	0,780	20,2	185	,38	4	55
Propilaldehid	0,807	48,8	-	-9	2,9	17
Butilaldehid	0,817	75,7	230	-7	-	-

Budući je najčešće u upotrebi acetaldehid, ukratko ćemo razmotriti njegova svojstva i požarne karakteristike.

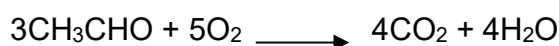
Fizikalna i kemijska svojstva

Acetaldehid je vrlo hlapljiva i lakozapaljiva tekućina sa izrazitim, karakterističnim mirisom. On se vrlo lako i dobro otapa u vodi, etilnom alkoholu kao i mnogim drugim organskim otapalima.

Udisanje para acetaldehida izaziva povećanje pulsa, razdraživanje sluzokože dišnih putova. Boravkom u atmosferi u kojoj ima para acetaldehida izaziva razdraživanje sluzokože nosa i očiju.

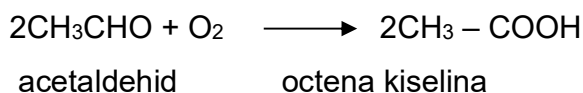
Acetaldehid se lako polimerizira pri čemu nastaje žitka masa koja ima temperaturu vrelišta 124°C, a temperaturu taljenja 12°C. Ova osobina acetaldehida se koristi u cilju njegovog skladištenja i prijevoza. Ponovo oslobađanje acetaldehida u obliku monomera postiže se zagrijavanjem ovog polimerizata.

Nakon zapaljenja acetaldehid gori svjetlećim plamenom, a reakcija gorenja se odvija po slijedećoj formuli:



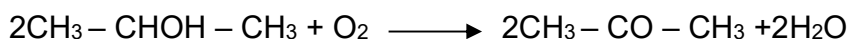
Skladištenje acetaldehida se vrši u objektima sa kontroliranom niskom temperaturom (hladnjače), a prevoze se vrši u posebnim kontejnerima i cisternama, zaštićenim od zagrijavanja insolacijom.

Acetaldehid se lako oksidira prelazeći pri tome u octenu kiselinu, prema formuli:



13.5.1.2. Ketoni

Pri oksidaciji sekundarnih alkohola nastaju ketoni. Npr. pri oksidaciji sekundarnog propil-alkohola dobije se dimetilketon koji ima trivijalni naziv aceton. Ta reakcija se odvija o jednadžbi:



U kemijskom, smislu ketoni su manje aktivni od aldehida. Za razliku od aldehida ketoni nisu skloni polimerizaciji i teško se oksidiraju.

Ketoni po svojoj građi mogu se svrstati u određeni homologni niz kao npr.:

$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3$ - dimetil keton

$\text{C}_2\text{H}_5 - \text{CO} - \text{CH}_3$ - metiletil keton

$\text{C}_2\text{H}_5 - \text{CO} - \text{C}_2\text{H}_5$ - dietil keton itd.

Najvažniji predstavnik ovog homolognog niza ketona je svakako, obzirom na širinu primjene, dimetil keton (aceton). Zbog toga će ovdje biti ukratko spomenuta

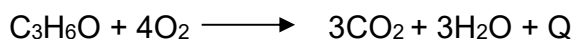
neka njegova fizikalno-kemijska svojstva iz kojih je moguće zaključiti i o njegovim požarnim karakteristikama.

Fizikalno-kemijska svojstva acetona

Aceton je bezbojna lakozapaljiva tekućina sa karakterističnim eterskim mirisom. Temperatura vrenja je 56,1°C, temperatura taljenja –94,3°C i specifična težina 0,79 g/cm³.

Aceton se vrlo dobro otapa u vodi, alkoholima, eterima, mineralnim i vegetabilnim uljima, terpentinu i drugim sličnim starima.

Aceton je vrlo dobro otapalo acetilceluloze, smola i masti. Pare acetona su štetne po zdravlje i dva puta su teže od zraka i s njim mogu činiti eksplozivne smjese. Područje eksplozivnosti para acetona u smjesi sa zrakom je od 2,2% (DGE) pa do 13 vol.% (GGE). Pri postojanju izvora paljenja aceton se lako pali i gori svijetlim plamenom. Jednadžba izgaranja acetona u zraku je slijedeća:



Pri gorenju acetona on se progrijava u dubinu stvarajući sloj linearno zagrijanog acetona i brzina rasta progrijavanja sloja acetona je oko 60 cm/sat. Temperatura progrijanog sloja dostiže 56°C. Brzina izgaranja acetona sa slobodne površine kreće se oko 20 cm/sat.

Određenu požarnu opasnost predstavljaju čak i vodene otopine acetona jer čak i u vodenim otopinama u kojima je prisutno svega 10% acetona, ona je ustvari lakozapaljiva tekućina čije plamište je relativno nisko (oko 11°C).

Ovo svojstvo acetona je potrebno poznavati kako iz razloga potrebe opreza pri radu sa razrijeđenim otopinama acetona i vode kao i pri gašenju požara acetona u spremnicima.

Aceton je sklon paljenju bez dovođenja posebnog otvorenog izvora topline u slučaju kontakta sa nekim jakim oksidansom npr. natrijevim peroksidom, anhidridom kromne kiseline, smjesom sumporne kiseline i kalijeva permanganata, kalijevim kloratom i sl.

Temperatura samozapaljenja acetona je 465°C, a toplina izgaranja 7.384 kcal/kg.

Aceton je našao vrlo široku primjenu kako u industriji tako i širokoj primjeni. On je jedan od najčešće korištenih otapala kao čisti aceton ili pak u smjesi sa drugim organskim otapalima. Primjenjuje se u proizvodnji boja i lakova, bezdimnog baruta kloroforma, jodoforma, sintetičkih boja, u proizvodnji stakla sa sirovinama organskog porijekla, u proizvodnji filmova, celuloida i sl. On je također jedna od sirovina pri proizvodnji sintetičkog kaučuka, indiga, nalazi primjenu u proizvodnji kože, za odmašćivanje itd.

Čisti aceton se koristi za ekstrakciju raznih prehrambenih artikala, vitamina i raznih farmaceutskih proizvoda.

Osim za navedene svrhe, aceton se koristi i kao nosilac acetilena kod njegovog otapanja i komprimiranja. On se može dodavati i nekim vrstama specijalnih motornih goriva u cilju povećanja oktanskog broja.

13.5.1.3. Karbonske (organske) kiseline

Kao karakteristična grupa ovih spojeva je karboksilna grupa koju prikazujemo u slijedećim obliku: – COOH.

Prema broju karboksilnih grupa organske kiseline se dijele na jednobazične, dvobazične, trobazične itd. Npr. octena kiselina ($\text{CH}_3\text{-COOH}$) koja ima jednu karboksilnu grupu je jednobazična ili monokarbonska kiselina, oksalna ili etandikarbonska kiselina HOOC-COOH je dvobazična ili dikarbonska kiselina.

Svojstva zasićenih karbonskih kiselina

Fizikalne, kemijske i požarne osobine zasićenih karbonskih kiselina vidljive su iz podataka u tablici 15.

Tablica 15.

Kiselina	Spec. tež	Temperatura °C		Samozap °C	Granice eksplozivnosti	
	g/m ³	Vrelište	Plamište		Donja	gornja
Mravlja kiselina	1,220	100,7	50	434	18	57
Octena kiselina	1,049	118,1	38	458	3,3	22
Propionska kiselina	0,998	141,1	54	513	2,9	12,1
Maslačna kiselina	0,959	163,5	72	385	2,0	10,0

Svojstva nazasićenih karbonskih kiselina dana su u j tablici 16.

Tablica 16.

Akrilna kiselina C_2H_3- COOH	0,862	141	50	438	2,4	8,0
Oleinska kiselina $C_{17}H_{33}COOH$	0,891	286	184	362	-	-

13.5. Prašina ugljena i čađa

Kod požara ugljene prašine vrlo je važna činjenica njegove usitnjenosti te starost ugljena. Naime ukoliko su dijelici ugljene prašine sitniji i ugljen mlađi, utoliko su ti požari opasniji i utoliko ih je teže gasiti. Od vrsta ugljena posebnu opasnost predstavlja prašina mrkog ugljena. Požari ugljene prašine obično se dešavaju u :

- rudnicima uglja
- tvornicama briketa
- nadstrešnicama i zatvorenim skladištima ugljena
- bunkerima ispred ložišta

Vrlo slične opasnosti su i kod čađe, koja se obično može lako zapaliti u:

- dimnjacima
- skladištima
- poduzećima za proizvodnju čađe
- u tvornicama gume gdje se inače najviše i koristi

Pitanje prikladnog vatrogasnog sredstva kad se radi o ugljenu i čađi, ne ovise samo o vrsti tvari koje gore nego i o mnogim drugim elementima.

Tako na primjer na horizontalnim plohama uskladištena ugljena prašina i čađa, kad se na jednom mjestu zapali, ni u kom slučaju ne smije se gasiti jednim punim mlazom, pa bio on vodeni, ili praha ili pak CO_2 , jer bi ležeća ugljena prašina bila uzvitlana i time može doći ne samo do proširenja požara, nego u nekim okolnostima

čak i do opasne eksplozije, ugljene prašine. Voda i voda sa sredstvom za vlaženje u obliku raspršenog mlaza su prikladna sredstva za gašenje.

Kod požara čađe u dimnjaku pokazao se najboljim prah za suho gašenje.

13.5.4. Fosfor

On dolazi u dvije alotropske modifikacije kao bijeli i crveni. Bijeli fosfor je samozapaljiv i u tom svojstvu su i poteškoće kod njegovog gašenja. On se doduše može gasiti sa vodom ili pak sa pjenom, ali čim sredstvo isteče on se ponovo zapali. Vrlo dobro vatrogasno sredstvo je BaSO_4 (barit) i kreda, u kašastoj masi sa vodenim staklom.

13.5.5. Guma

To je proizvod na bazi prirodnog ili sintetskog kaučuka vulkaniziranog sa sumporom i dodacima (ubrzivači, aktivatori, omekšivači itd.). Građa prirodnog kaučuka je izopren dok je guma poli-izopren umrežen sa sumporom.

Gašenje gume zbog velike gorivosti većine sastavnih dijelova gume, je vrlo teško. Jedino ispravno sredstvo za gašenje je učinkom rashlađivanja tj. sa vodom. Još bolje rezultate daje voda sa sredstvima za vlaženje. Požar gume može se doduše pogasiti i sa prahom, međutim on se nakon nekog vremena tinjanja ponovo pojavi, pa čak i nekoliko puta za redom.

14. GAŠENJE

14.1. Opća razmatranja o postupku gašenja

14.1.1 Razredba požara prema prirodi tvari koja gori

Hrvatska norma HRN EN 2 iz 1997. godine razvrstava požare u skladu s prirodom gorive tvari na četiri razreda. Takva podjela posebno je značajna radi primjene odgovarajućih aparata za gašenje požara. Tako su požarni razredi (klase) određeni slovnom oznakom :

Razred **A** - požari koji obuhvaćaju krute tvari u pravilu su organske prirode, kod koji se gorenje obično odvija uz stvaranja usijanog žara;

Razred **B** - požari koji obuhvaćaju tekućine ili rastaljene krutine;

Razred **C** - požari koji obuhvaćaju plinove

Razred **D** - požari koji obuhvaćaju metale



Radi se, u stvari, o preuzetoj europskoj normi EN 2 iz 1992. godine. S pojavom izmjene norme EN 2:1992/A1:2004 u siječnju 2005. godine, pored do sada poznatih klasa A,B,C,D, uvedena je klasa požara F.

Klasa **F** odnosi se na požare biljnih ili životinjskih ulja i masti u uređajima za prženje s uljima i mastima kao i drugom kuhinjskom opremom. Pozadina razloga ove podjele leži u tome, da ovi požari principijelno pripadaju klasi požara B, ali s obzirom na posebne opasnosti i način gašenja koji odgovaraju ovoj vrsti požara, svrstavaju se u zasebnu klasu jer :

- požari ulja razvijaju se eksplozivno ako se gase vodom;
- ulja se u požarima ponašaju kao samozapaljive tekućine.

Masti i ulja su po sastavu gliceridi masnih kiselina. Plamište masnoća dosta je visoko i kreće se od 180°C do 260°C. Ključajuća ulja u loncu ili fritezi pale se kod cca 280 do 360° C. Temperatura koje zatim razvija požar vrlo brzo dostiže i vrijednosti od 500°C do 700°C. Instiktivno mnogi ljudi pokušavaju takav požar gasiti s vodom. Dolazi do tako zvane eksplozije masnoće.

Definicija - Pri miješanju dvaju tekućina čije su temperature ključanja različite, ako je tekućina s višom temperaturom ključanja zagrijana značajno iznad temperature ključanja tekućine s nižom temperaturom ključanja, pri odgovarajućem omjeru će ekspandirati eksplozivno. Pri tome dolazi do značajnog porasta volumena pri čemu se tekućina s višom temperaturom ključanja rasprskava na sitne kapljice. Ukoliko pri tome tekućina gori, dolazi do eksplozije.

Pri tome se događa sljedeće :

- voda se ne veže s uljem. Zbog različite specifične težine voda tone a ulje pliva na površini;
- kako voda na 100°C isparava u paru, dolazi do udara pri naglom porastu volumena vodene pare. Rastuća vodena para velikom brzinom ekspandira kroz ulje u tzv. eksploziji masnoće;
- pri tome iz 1 litre vode može nastati do 1700 litara pare. Eksplozivna lopta ima enormnu veličinu već pri malim količinama ulja : 2 litre ulja i 1 litre vode daju vatreni stup visok cca 3 metra i presjeka 2-3 metra.
- kroz novostvorenu smjesu vrućih kapljica ulja i zraka (opasna mješavina kisika i gorućih tvari) dolazi do eksplozivnog izgaranja i pojave porasta tlaka. Ovo širenje plamena vodi neizbježno do širenja požara na cijeli prostor i gotovo uvijek do vrlo teških opekotina kod osoba koje su pokušale gasiti.

U posljednjih nekoliko godina proizvođači aparata razvili su sredstvo pomoću kojeg vruće ulje s vodom emulgira u sapunsku pjenu. Ova pjena sama nije zapaljiva, leži na površini ulja i na taj način odvaja ulje od kisika u zraku.

Saponifikacija je proces hidrolize estera masnih kiselina pomoću vruće otopine hidroksida čime nastaje sol karboksilne kiseline. Saponifikacija nastaje i kada su alkalne mješavine, kao što su kalij acetat, kalij citrat ili kalij karbonat, primijenjeni na goruća ulja ili masti. Alkalne smjese kombinirane s masnim kiselinama kreiraju sapunastu pjenu na površini tekućine i gasi požar.

Odabir učinkovitog sredstva za gašenje ovisi o kojoj klasi požara pripada određena zapaljiva tvar i kako se ona ponaša pri povišenim temperaturama (u realnim uvjetima požara).

Odabir sredstva za gašenje ovisi i o uvjetima i mjestu na kojem gori materijal (podrum, tavan, otvoreni ili zatvoreni prostor), pa se glede toga odlučuje o taktičkom nastupu i opremi za gašenje požara (armature, sprave, sredstva za gašenje i dr.).

Postupak gašenja je faza razvitka požara, koja nastupa u momentu, u kojem u požar stupa sredstvo za gašenje kao nova tvarna komponenta.

Postupci gašenja se razvijaju prema različitim efektima gašenja, koje razvijaju pojedina sredstva gašenja i utoliko su oni međusobno različiti. Ovim općim dijelom kojim se uglavnom obrađuju mogući efekti gašenja, izlažu se i podaci o naročitim sredstvima i mogućnostima njihova djelovanja i kombiniranje tih djelovanja.

Tvarni uvjeti gorenja su postojanje gorive tvari i prisustvo kisika

Gašenje požara je proces u kojemu se pomoću sredstva za gašenje iz požara oduzima jedan ili više uvjeta potrebnih za gorenje.

Sredstvo za gašenje - tvari kojima se postiže gašenje.

Najčešća sredstva za gašenje:

Voda, pjena, prah, CO₂, dušik, vodena para, haloni, zamjenski haloni.

Svako sredstvo ima efekte i podefekte koji pridonose njegovoj sposobnosti gašenja.

14.2. Glavni učinci (efekti) gašenja

Postupak gašenja je u odnosu na tvarne ili materijalne termodinamičke i kinetičke uvjete još mnogo složeniji nego nesmetani postupak gorenja. Zbog toga je preporučljivo da se sredstvo za gašenje "raščlani" na pojedinačne efekte, i podefekte koji se u suštini pojavljuju uz znatno ili potpuno sprečavanje uvjeta gorenja. Ova mjera odgovara poželjnom cilju, da se diferenciraju s jedne strane kompleksni postupci gašenja, a s druge strane da se omogući funkcionalna pojava sredstava za gašenje. U svakom slučaju pri tome se mora paziti na činjenicu, da pojedine grupe sredstava za gašenje ne razvijaju samo jednostrane efekte koji su karakteristični jedino za tu određenu vrstu sredstava za gašenje, jer skoro nijedno sredstvo ne razvija samo jedan čist učinak, a pogotovo ne samo jedan podučinak.

Četiri glavna učinka gašenja su:

- učinak razrjeđivanja (prekidanja ili oduzimanja)

- učinak hlađenja
- učinak gušenja i
- antikatalitički učinak.

Oni se mogu raspodijeliti na podefekte koji razvijaju naročite oblike svoje djelotvornosti koje ćemo posebno razmotriti i ukazati na sredstva za koja su karakteristični.

14.2.1. Učinak razrjeđivanja (prekidanja ili oduzimanja)

Pod učinkom razrjeđivanja (prekidanja ili oduzimanja) podrazumijeva se ne samo doslovno razrjeđivanje nego i odstranjenje većih ili manjih količina gorivih tvari iz prostora reakcije gorenja. Razvijanje ovog učinka ne postiže se, što je sasvim normalno, upotrebom sredstva za gašenje. Ipak postoje različiti slučajevi vatrogasnih mjera, koji izazivaju ovaj učinak. Ovamo npr. spadaju oduzimanje gorive tekućine iz tanka koji se zapalio i razrjeđivanje goriva sa vodom ili miješanje tekućine pomoću većih količina vode. Pod ovaj učinak može se svrstati, također, i gašenje požara na bušotinama zemnog plina ili zemnog ulja otkidanjem plamena pomoću eksplozija.

14.2.2. Učinak hlađenja

Toplina, koja je oslobođena pri požaru, odvodi se najvećim dijelom zračenjem i konvekcijom sa izlazećim gorivim plinovima iz tvari koja gori. Provođenje topline pri tome igra samo neznatnu ulogu. Manji dio topline ostaje u gorivom sustavu kao "toplinski sadržaj zgarišta". Potrebno je naglasiti da od količine topline koja je sadržana u plamenu pri gorenju drveta zračenjem se odvodi u okolinu oko 92% od ukupne razvijene količine topline.

U suglasnosti sa ovim stoje i rezultati eksperimenata izvedenim na laboratorijskim gorenjima, kojima se utvrdilo da potrebna količina vode za gašenje određene količine drveta iznosi samo 8% od teoretski nužne količine vode, koja bi bila potreba ukoliko bi vodom trebalo oduzeti svu toplinu koja se u požaru razvije.

Dakle bilo bi potrebno zaključiti da ako se primjenjuje za gašenje sredstvo koje u požaru razvija učinak hlađenja tj. oduzimanja topline iz požara tada nije potrebno aplicirati – u požaru onoliko sredstava koje bi odgovaralo ukupno razvijenoj toplini iz gorive materija u odnosu na količinu koju može "uzeti" sredstvo za gašenje

vezano sa latentnom toplinom isparavanja li latentnom toplinom sublimacije određenog sredstva za gašenje.

Količina topline koju je potrebno “uzeti” požaru sredstvom za gašenje na sreću je mnogo manja i prema naprijed rečenom ta količina topline predstavlja svega oko 1/10 ukupno razvijene topline.

Ukoliko se radi o sredstvu za gašenje koje proizvodi učinak hlađenja na principu isparavanja tog sredstva (kao što je slučaj sa vodom) tada pod pojmom “moć gašenja” treba shvatiti kao latentnu toplinu isparavanja.

U naprijed iznesenom objašnjenju gašenja učinkom rashlađivanja nije uzeta u obzir činjenica da se isparavanjem sredstva za gašenje u zoni gorenja stvara određena količina inertne parne faze koja također pridonosi uspješnosti gašenja ali drugim učinkom koji će biti objašnjen u daljnjim poglavljima.

Poddefekti učinka rashlađivanja jesu efekti isparavanja, sublimacije, raspadanja, zaustavljanja. Razmotrit ćemo svaki od navedenih podučinaka.

14.2.3. Učinak isparavanja

Pri prijelazu faza od tekućih u plinovite dobiva sredstvo za gašenje, zagrijano do vrelišta, latentnu toplinu isparavanja. Pretvaranje se vrši izotermno i izobarno. Latentna toplina naziva se toplina, koja dovedena k tvari, mijenja agregatno stanje tvari, ali joj ne povisuje temperaturu.

U hladnijoj okolini ognjišta /mjestu izgaranja) para vatrogasnog sredstva prelazi opet u tekuće stanje uz predavanje topline isparavanja okolini. Funkcija tekućine koje se mogu koristiti za gašenje sastoji se ustvari u tome, što one preuzimanjem i prenošenjem topline isparavanja “šire” toplinu, u okolinu, koja se razvila i koncentrirala u središtu gorenja.

Time postepeno dolazi do smanjenja temperature na objektu gorenja. Kada ta temperatura padne ispod temperature paljenja gorive tvari (koja gori) gorenje će prestati.

14.2.4. Učinak sublimacije

Učinak sublimacije odgovara efektu isparavanja. On se odnosi na kruta sredstva gašenja, koja sublimiraju. Praktično dolazi u pitanje sublimacija suhog leda

ili ugljičnog dioksida. Ali pošto CO₂ djeluje pretežno ugušujući, efekt sublimacije je jedan podređen nus učinak gašenja ovim sredstvom.

Razlog tome nije količina topline koja se razmijeni nego vrijeme koje je potrebno da suhi led pređe od krutog u plinovito stanje ne zadovoljava zahtjeve gašenja jer čini sredstvo neefikasnim.

14.2.5. Učinak razlaganja

Sredstva za gašenje mogu kad se nađu u “ognjištu” pored promjene agregatnog stanja pretrpjeti još i niz drugih promjena, naročito reverzibilnih termičkih disocijaciju i ireverzibilnih raspadanja. I ovi postupci su endotermni tj. protiču uz potrošak topline, koju sredstvo uzima iz požara i doprinose “uništavanju” topline. Naravno i ovdje je odlučan krajnji “učinak” tih reakcija, odnosno količina vezane topline i količina tog vezanja u jedinici vremena tj. brzini vezanja topline.

14.2.6. Učinak izjednačenja

Tekućine, kao što su nafta, razna ulja i sl. koje se pri gorenju jako zagrijavaju pokazuju padanje temperature od površine ka unutrašnjosti. Ako se na neki način omogući da se izmiješa vrući površinski sloj koji intenzivno isparava sa dubljim hladnijim slojevima, tada nastaje izjednačenje temperatura, koje pod izvjesnim okolnostima može biti dovoljno da se gorenje prekine.

Prema jednom ispitivanju učinak izjednačavanja temperatura postigao se kod gašenja mineralnog ulja sa višom temperaturom paljenja. Pri tome se postupalo tako, da se u tank odozdo pod malim tlakom upuhuje zrak koji izaziva miješanje ulja. Tekućine sa nižim temperaturama paljenja ne mogu se na ovaj način pogasiti, ipak u pokusu može se i kod njih smanjiti žestina gorenja, tako da se olakšava gašenje po uobičajenim postupcima. Unatoč raznovrsnim mišljenjima postupak zaslužuje pažnju.

14.2.7. Učinak zaustavljanja (prekrivanja)

Učinak zaustavljanja (prekrivanja) ostvaruje se tako što sloj sredstva za gašenje npr. “oblaci” praha ili magle, kao kora, ili prije svega kao pokrivač od pjene

za gašenje, uslijed male sposobnosti prenošenja topline, sprečava zahvaćanje požarom onih dijelova, koje vatra još nije obuhvatila.

Učinak zaustavljanja nije učinak rashlađivanja u termodinamskom smislu. Ali kako je u mnogim slučajevima od velikog značaja za lokaliziranje požara i za postojanost gašenja treba ga na ovom mjestu spomenuti.

14.2.8. Učinak gušenja

Učinak gušenja se razvija na taj način, što vatrogasno sredstvo u obliku “oblaka” plina, pare, magle ili prašine, a pod izvjesnim okolnostima kao kora ili sloj pjene, omotava gorivu tvar i time u cijelosti ili djelomično “oduzima” kisik razrjeđivanjem ili pak sprečava pristup kisika iz uzduha.

Uspjeh gašenja ovisi i kod primjene ugušujućeg sredstva za gašenje od količine vatrogasnog sredstva pridonesenog u jedinici vremena. Pored toga je mogućnost “ostajanja” vatrogasnog sredstva na objektu gašenja vrlo važna. Jedan ugušujući vatrogasni “oblak”, kojeg plinovi plamena brzo zapljuskujući izbace, može imati u najboljem slučaju uzgredno djelovanje.

Vrlo je čest princip shvaćanja u vatrogastvu da se požari s plamenom moraju ugušiti, a požare sa žarom i gnijezda žarenja hladiti. Ovaj jednostavni princip nije uvijek primjenljiv. Mineralna ulja koja gore izrazito plamteći a imaju visoko vrelište, pri upotrebi pjene njome se najprije hlade i time gase, ali uz dopunski efekt gušenja. Osim toga mogu se pogasiti plamteći požari i pomoću antikatalitičnog učinka; to se odnosi i na požare sa žarom. Kod mnogih požara su razvoj plamena i stvaranje žara spojeni jedno sa drugim, npr. pri gorenju drveta. Drvo ne može biti potpuno ugašeno samo u periodu gorenja plina, koja je obilježena razvitkom plamena, nego i u kasnijoj periodu žarenja.

14.2.8.1. Podučinak istiskivanja

Efekt istiskivanja jeste efekt gušenja u užem smislu riječi. On se ostvaruje istiskivanjem zraka od gorive tvari, a razvija se pomoću ugljičnog dioksida, dušika, vodene pare i drugog plinovitog vatrogasnog sredstva, koje je inertno prema gorivoj materiji koja se gasi.

14.2.8.2. Podučinak odvajanja

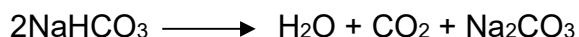
Učinak odvajanja izaziva “odrezivanje” parne faze od tekuće faze. On postaje djelotvoran pri gašenju tekućina i sublimirajućih krutih tvari. Pjene pored drugih učinaka imaju ovaj učinak. Sloj pjene pomiče se skoro kao odvajajuća “stijena” između tekuće i goruće parne faze. Poslije potroška pare gorive tvari, koja se nalazi u zoni reakcije razdvajajući sloj sprečava dobavljanje iz tekuće faze tako da se plamen mora ugasiti.

14.2.8.3. Podučinak prekrivanja

Da bi učinak odvajanja ostao djelotvoran ima za pretpostavku učinak prekrivanja. Ovaj se sastoji u tome što sloj sredstva za gašenje, položen preko gorive tvari, suprotstavlja dovoljan otpor ekspanzivnim težnjama para gorivih vari, koje se još dugo i dalje stvaraju, te time sprečava prodiranje para.

14.2.9. Učinak emulgiranja

Pojedina sredstva za gašenje, npr. prah za suho gašenje na bazi Na-bikarbonata, mogu sa uljima i nekim drugim zapaljivim tekućinama, a pogotovo biljnim uljima stvarati emulzije. Voda neophodna za emulzije, pri gašenju sa prahom za suho gašenje oslobađa se termičkim cijepanjem iz natrijeva hidrokarbonata u smislu jednadžbe:



Istovremeno nastali neutralni Na-karbonat pomaže stvaranje emulzije. Masna ulja sa Na_2CO_3 stvaraju sapune koji djeluju kao emulgatori. Pri gašenju ulja s vodom za vlaženje, sredstvo vlaženja preuzima funkciju emulgatora.

Vatrogasno djelovanje na temelju učinka emulgiranja ostvaruje se time, što su ulja emulgirana s vodom negoriva i tada kada udio ulja količinski daleko prelazi udio vode. Osim toga je negorivi sloj emulzije pjenušav, a pjena razvija podefekte odvajanja, prekrivanja i zaustavljanja.

14.2.10. Antikatalitički efekt

Kod antikatalitičkog učinka treba razlikovati učinak inhibicije od učinka intoksikacije.

Homogeni učinak inhibicije nastupa ako vatrogasno sredstvo odnosno produkti termičkog raspada i cijepanja kod homogenih reakcija isparavanja djeluju kao negativni katalizator na proces gorenja. Heterogena inhibicija pri ugušenju plamena nastaje djelovanjem strane mase, odnosno čestica sredstva za gašenje.

Heterogena inhibicija je vatrogasni učinak koji povećava djelovanje pri gašenju vodenom maglom, prahom za suho gašenje i ugljičnim dioksidom u obliku aerosola.

Učinak intoksikacije sastoji se u “zaražavanju” kontakata a na neki način može biti samo kao onečišćenje ili kao slučajno prisutna kruta faza čestica gorive tvari i kisika. Ukoliko se taj kontakt ostvari sa česticom sredstva za gašenje, gorenje će se na tom “lancu” prekinuti uz pretpostavku velikog broja čestica sredstva za gašenje u fazi gorenja moguće je shvatiti da dođe do prekida gorenja.

14.2.10.1. Inhibicioni učinak

Na ovom se efektu uglavnom osniva vatrogasno djelovanje halogeniranih ugljikovodika. Halogenirani ugljikovodik obzirom na svoju građu u požaru stvara i radikale, koji se vežu i na reakcione lance plamena kao završni dijelovi, te dovode do prijevremenog prekida lanca. Ovu pretpostavku je objavio Sieg u jednom radu o sužavanju granica zapaljivosti vodik-zrak smjesa pomoću dodataka. Značajni rezultati ovog rada pokazuju da inertni dodaci jedva sužuju granice zapaljivosti, dok gorivi plinovi gornje granice zapaljivosti djelomično znatno utiču, ali ne vode neupaljivosti. Halogenirani spojevi djeluju na područje eksplozivnosti sužavajuće, prije svega kada sadrže brom i jod. Pomoću dodatka 15%-tnog metilbromida uspjelo je učiniti vodik negorivim.

14.2.10.2. Intoksikacioni učinak

I kod homogenih gorenja plina uvijek postoje krute površine kao npr. stijene posude ili u obliku praškastih onečišćenja u zoni gorenja.

Krute faze mogu biti kontakti ili nosioci kontakata. I kruti dijelovi u rasvjetnom plinu mogu igrati ovu ulogu. Pri gorenju krutih faza može samo gorivo biti kontakt ili nosilac kontakta.

Kao kod tehničkih kontakta i kod ovih je moguće zaražavanje (intoksikacija).

15. SREDSTVA ZA GAŠENJE

Sredstva za gašenje su sustavi, koji u požaru razvijaju jedno ili više prethodno opisanih učinaka gašenja. Ili, pobliže, ovi su sustavi dijelom plinovite ili tekuće čiste faze ili mješovite faze, dijelom višefazni koloidni sustavi. Oni se pomoću vatrogasnih sprava i opreme (proizvedeni kao preparati uobičajeni u trgovini) unose pomoću kinetičke energije u požar.

Sredstva za gašenje su kemijske tvari, koje gase požar jednim od nabrojanih učinaka. Ona mogu biti u sva tri agregatna stanja (plinovita, tekuća ili kruta).

Prema vrsti tvari koje su obuhvaćene požarom napravljena je klasifikacija požara odnosno navedena su sredstva za gašenje požara klase:

Brandklassen Symbole



A (požar krutih tvari – drvo, papir, slama plastika, tekstil, ugljen): voda, prah, pjena, haloni, pijesak;

B (požari zapaljivih tekućina – benzin, ulja, masti, lakovi, vosak, smole, katran): pjena, prah, haloni, CO₂, voda;

C (požari zapaljivih plinova – metan, acetilen, propan, butan): prah, haloni;

D (požari zapaljivih metala – aluminij, magnezij, natrij, kalij): specijalne vrste praha, pijesak.

F (požari ulja i masti u kuhinjama restorana, hotela , kućanstvu i sl.) prah, haloni,

15.1. Voda

Voda je glavni učinak gašenja je ohlađivanje, a podučinci su isparavanje i izjednačavanje.

Karakteristike vode:

Temperatura ledišta 273 K (0°C)

Temp. Vrelišta 373 K (100°C)

Gustoća (4°C) 1 kg/l

Površinska napetost 72,5 din/cm

Latentna toplota isparavanja $L t_{100^{\circ}\text{C}} \rightarrow L t_{100^{\circ}\text{C}} \text{ pare} \rightarrow 2250 \text{ kJ/kg}$

Specifična toplota $C = 4,18 \text{ kJ/kg} = 1 \text{ kcal}$

Volumen leda prema vol. tekućine 110 %

Termička disocijacija na vodik i kisik pri:

1000 K – 0,00003%

1800K - 0,199 %

2200K – 1,42%

2400K – 2,92%

Električna provodljivost (siemens/m)

Čista – 0,05 S/m

Destilirana – 50 s/m

Pitka – 270 – 1200 S/m

Morska – 12500 – 62800 S/m

Voda za gašenje padom na zgarište zagrijava se i pri tome se zagrije do temperature vrelišta. Voda, koja je zagrijana na temperaturu vrelišta i na ovoj temperaturi isparena, vezuje 9,7 kcal/mol ili 539 kcal/kg. Jedna litra vode na 10°C vezuje tako količinu topline od okruglo 630 kcal. U ovom je iznosu sadržan udio koji odgovara zapreminskom radu proizvedenom pri isparavanju. povećanje zapremine pare u odnosu na tekuću vodu je znatno; jedna litra vode kao para pod atmosferskim tlakom zauzima prostor od cca 1700 litara.

Već prije smo istakli da voda prilikom isparavanja troši 539 kcal/kg ili 9,7 kcal/molu.

Sada ćemo pokušati prikazati koliko od te topline se troši na tzv. vršenje zapreminskog rada, što se daje shvatiti kao utrošak energije (topline) za promjenu

volumena vode od cca 1 lit. na volumen vodene pare od cca 1.700 lit. Ta toplota se također uzima iz objekta gorenja.

15.1.1. Utjecaj stanja raspodijeljenosti

Očigledno je, da se može povećati učinak vezanja topline vode, ako se umjesto jedne zatvorene vodene mase kao, što se ima u jednom punom mlazu, “unositi” na objekt gorenja jedan oblak sitnih vodenih kapljica. Kapacitet topline jedne jedine “neznatne” kapljice tako je mali, da raspoređenost kapljica sa svojom velikom “napadačkom površinom” vrlo brzo postiže temperaturu isparavanja i mnogo brže nego jedna “zatvorena vodena masa”. Porast tlaka pare zbog navedenog je vrlo brz, a posljedica toga je gotovo trenutno isparavanje velike količine malih kapljica.

Osim toga je ploha “izlaska” molekula vode iz tekuće faze pri kapljičnoj raspodijeljenosti mnogo veća nego pri jednoj zatvorenoj količini vode. Ali najinteresantniji učinak se sastoji u povećanom pritisku pare velike količine malih kapljica. Međutim, nemoguće je vodu sa ekstremno malim česticama aplicirati na požar jer bi u tom slučaju postojao otpor strujanja zagrijanih plinovitih produkata izgaranja, otpor vjetra a i operative mogućnosti dometa raspršenog mlaza onemogućava primjenu vode sa ekstremno velikim usitnjenjem čestica.

Zbog toga je potrebno tražiti realne odnose između mogućnosti primjene i krajnjih učinaka koje dobivamo raspršivanjem mlaza u sitne kapljice. To se rješava primjenom visokih tlakova (preko 100 bara)

15.1.2. Oblici raspodijeljenosti vode za gašenje

Preporučuje se, da se razlikuju puni mlaz, raspršeni mlaz i vodena prašina ili magla.

Nema idealnog punog mlaza u smislu laminarno tekuće i potpuno zatvorene struje, koja dopire do zgarišta. Svaki puni mlaz, pokazuje pojave razlaganja, koji se povećava sa udaljenošću od mlaznice.

Raspršeni mlaz je raspodijeljenost kapljica, čiji se srednji promjer nalazi iznad područja koloidalnog reda veličine.

15.1.3. Određivanje učinkovitosti vode za potrebe gašenja

Efektivnost vode u svrhu gašenja ovisi o nekoliko faktora:

- veličine kapljica,
- količine utroška vode u jedinici vremena,
- utjecaja dodataka u vodi
- prirodi gorivih tvari u požaru.

Veličina kapljica

Pri ocjeni efektivnosti vode za svrhe gašenja veliki utjecaj ima povećanje brzine uzimanja topline iz požara koja se postiže "usitnjavanjem" kapljica vode.

U pogledu stupnja raspršenosti mlaza vode razlikujemo tri slučaja obzirom na veličinu kapljica i to:

- velika disperzija sitnih kapljica čija prosječna veličina u dijametru se kreće oko 10-100 (mikrona ili mikrometara),
- srednja disperzija (100-1000) i
- gruba disperzija (1000-6000).

Na osnovu ispitivanja došlo se do zaključka da pri brzini gorenja drva od cca 1 g/sek (pri čemu se oslobađa oko 1 kcal/sek) požar se uspio ugasiti sa takvom količinom vode čiji utrošak ukazuje na vezanje samo 0,085 kcal/sek.

Odavde je vidljivo da se znatno više topline oslobodi gorenjem nego što je potrebno topline vezati rashlađujućim djelovanjem sredstva za gašenje (vodom). Iz navedenog primjera vidljivo je da oduzimanjem samo 8,5% oslobođene topline iz požara postiže se učinak gašenja.

Ovakva vrlo značajan saznanja dadu se tumačiti time što većina topline koja se oslobađa u požaru odvodi se u okolinu isijavanjem topline, konvekcijom sa plinovitim produktima izgaranja i kondukcijom na gorivu materiju, koja se nalazi još u tekućem ili pak krutom i tekućem stanju – o čemu je već ranije bilo govora, pri čemu su dati i formalni odnosi topline koja nastaje i topline koju je potrebno odvoditi hlađenjem.

Koristeći navedene odnose toplina utvrđeno je gašenje raspršenom vodom može postići ne samo pri gorenju krutih tvari nego i zapaljivih tekućina te da najbolju efektivnost pokazuje voda sa dijametrom kapljica 0,35 – 0,4 mm, a minimalna količina utroška vode je 4 lit./min i m².

Daljnja detaljnija ispitivanja ukazuju na različitost uspjeha gašenja zapaljivih tekućina sa raspršenom vodom što bi mogli sažeti u slijedećim konstatacijama:

- zapaljive tekućine sa temperaturom plamništa do 80°C ne mogu se gasiti vodom jer se one u požaru lako zagriju do 80°C i efekt hlađenja nije dostatan da se postigne gašenje;
- zapaljive tekućine sa plamništem iznad 80°C mogu se gasiti raspršenom vodom a efektivnost raste sa rastom temperature vrelišta.

Za gašenje zapaljivih tekućina najbolja efektivnost se postiže sa raspršenošću kapljica vode sa dijametrom od 0,4-0,6 mm pri intenzitetu aplikacije vode od 20 – 40 lit/min. m².

Sustav za gašenje požara *vrlo visokim tlakom mlaza, odnosno, UHPS* od engl. Ultra High Pressure System, prvenstveno je napravljen za početno gašenje požara s malim količinama vode za gašenje, s radnim tlakom od oko 10 MPa i protokom oko 38 l/min

Utjecaj dodataka vodi na efektivnost gašenja

Moć gašenja vodom moguće je povećati dodacima različitih kemijskih spojeva. Ispitivanja o uspješnosti gašenja vodom dodacima soli alkalnih metala (kao što su karbonati i bikarbonati natrija i kalija) pokazala su pozitivne rezultate. Otopine tih soli u koncentracijama 1, 2,5 i 10% ispitivane su u odnosu na efektivnost destilirane vode u istim količinama, i pri istoj raspršenosti čestica.

Efektivnost gašenja se povećava sa povećanjem koncentracije, a isto tako i u ovisnosti vrste soli koja se dodavala vodi. Aktivnost je rasla po slijedećem redoslijedu ispitivanih soli:



odakle je vidljivo da bolju efektivnost u otopinama pokazuju soli kalija nego soli natrija, zatim da je veća aktivnost karbonata nego bikarbonata, što je vidljivo i na slijedećem grafičkom prikazu.

Voda se koristi kod gašenja ovih požara:

- prirodni materijali celulozne građe /drvo, slama, pamuk)

- mazut, zapaljive tekućine s plamištem > 80°C – raspršeni mlaz
- industrijski objekti ako nema tvari koje opasno reagiraju s vodom (vodoreaktanti)
- stanovi, uredi, trgovine
- šumski požari
- požari na plovilima i vozilima
- za hlađenje spremnika (plinova, zapaljivih tekućina)

Prednosti vode:

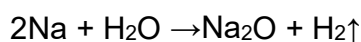
- rasprostranjenost, ekonomičnost
- relativno laka doprema
- kemijska stabilnost
- visoka specifična toplina
- mogućnost miješanja s retardantima

Nedostaci vode:

- neefikasno gasi tekućine s plamištem < 80°C
- opasnost gašenja vodoreaktanta
- opasnost gašenja rahlih tvari → urušavanje
- opasnost gašenja praškastih tvari → eksplozija
- opasnost od nastajanja plina praskavca (O₂ + H₂) kod uporabe vode pri visokim temperaturama (laki metali), dimnjak (1L vode → 1700 L pare)
- opasnost od izbacivanja sadržaja iz posuda
- poteškoće pri gašenju kod temperatura zraka < 0°C
- značajna materijalna šteta na objektu kod uporabe punog mlaza

Kemijske osobine vode:

Reagira s metalima



Reakcija s karbidima:



Loši učinci vode:

- voda je dobar vodič električne energije pa postoji opasnost od strujnog udara u uvjetima uporabe u objektima gdje nije isključen napon
- kod 0°C smrzava i povećava volumen za oko 9% zbog čega nastaju oštećenja na opremi gdje se voda zatekla (u zimskim uvjetima prostori gdje su smještene auto cisterne i druga vatrogasna vozila s vodom za gašenje požara moraju biti grijani što otežava čuvanje vode)
- u većim količinama štetno djeluje na građevine, građevinske konstrukcije i stvari
- kod isparavanja, voda povećava volumen 1700 puta što kod naglog isparavanja u kontaktu s vrućim površinama može izazvati fizikalnu eksploziju (pri visokim temperaturama se može razložiti na vodik i kisik)
- vodena para održava konstantnu temperaturu pri atmosfersko tlaku od 100°C pa je u većim količinama opasna za sve prisutne pa i za oštećenja zdravlja nezaštićenih gasitelja
- voda ima veliku površinsku napetost pa teško prodire u unutrašnjost naslaga zapaljene gorive tvari
- morska voda nagriza vatrogasne armature, spremnike i unutrašnje dijelove vatrogasnih pumpi

Primjena vode u obliku :

- punog mlaza:

Puni mlaz vode koristi se za gašenje požara na daljinu u zgradama, na otvorenom prostoru, te za hlađenje plašta spremnika sa zapaljivom tekućinom ili plinovima. Puni mlaz vode ne smije se koristiti za gašenje praškastih tvari jer se može stvoriti oblak prašine koji je eksplozivan.

- raspršena voda:

Raspršena voda se rabi onda kada se može prići bliže požaru i s manjim utroškom vode kontrolirati požar. Najčešće se rabi za gašenje suhih tvari koji gore žarom, specifički težih ugljikovodika (prije nego se zagriju na

temperaturu iznad 100°C – zbog opasnosti od vrenja vode i izbacivanja sadržaja u okoliš

- vodena magla:

Prosječna veličina čestica vode leži u području koloidnog reda veličina. Vodena magla ima veliki ohlađujući učinak, ali se s njom ne može se gasiti na daljinu.

- vodena para

Najviše se koristi za gašenje požara u pećima, sušionicama. Djeluju kao inertni plin te smanjuje količinu kisika u zraku – djeluju ugušujući.

Dodaci vodi za gašenje šumskih požara

Vodi se dodaju retardanti ili supresanti kojima se poboljšava svojstvo vode za gašenje šumskih požara.

15.2. Pjena

Pjena se dobiva miješanjem vode i pjenila i upuhivanjem zraka. To ne nestabilna masa sastavljena od bezbroj veoma sitnih mjehurića koji su ispunjeni zrakom ili ugljikovim dioksidom.

Postoji dvije vrste pjena i to kemijska i zračna ili mehanička pjena

15.2.1. Kemijska pjena

Kemijska pjena je emulzija nekog plina u vodi kojoj je dodan emulgator (sredstvo za stvaranje pjene). Za proizvodnju kemijske pjene rabio se CO₂, a emulgator je bio ekstrakt biljnog (slatki kesten) ili životinjskog porijekla (bjelančevine - krv, rogovi, papci) ili sintetskog porijekla. Ugljikov dioksid se sintetizirao kemijskom reakcijom sode bikarbone i aluminijevog sulfata.



Dobiveni natrijev sulfat i aluminijev hidroksid daju blago retardirajuće značajke na zapaljivost gorive tvari. Smjesi za dobivanje kemijske pjene dodaju se i dodaci kao što su pektini (poboljšavaju prijanjanje i postojanost pjene), metilceluloza

(poboljšavaju stabilnost pjene). Kemijsku pjenu možemo proizvoditi u ručnim i prijevoznim vatrogasnim aparatima.

Nedostaci kemijske pjene su :

- skuplja je od zračne pjene,
- utrošak kemikalija je 3 puta veći u odnosu na zračnu pjenu
- za stvaranje kemijske pjene potrebni su složeniji uređaji
- punjenje vatrogasnih aparata je sporije
- nadtlak izbacivanja pjene nije konstantan
- kemijska pjena provodi električnu struju 100 puta bolje od zračne pjene
- oštećuje i jako zagađuje druge tvari

15.2.2. Zračna ili mehanička pjena

Zračna pjena je mješavina zraka i vode u kojoj je otopljeno pjenilo (emulgator). Mehanička pjena sastoji se od vode, pjenila i zraka. Dobiva se ubacivanjem zraka u vodenu otopinu sa sredstvima za opjenjivanje. Količina ubačenog zraka može se regulirati pa se dobiva laka, srednja ili teška pjena.

Pjena:

voda – 91% ili više

pjenilo – 2 ili 3 do 6 ili 9%

zrak

Ekspanzija – stupanj opjenjenja (odnos V_{pjene} i V_{otopine}) $E = \frac{V_{\text{pjene}}}{V_{\text{otopine}}}$

Teška pjena – do 20

Srednje teška – 20-200

Laka – 200 – 1500

15.2.3. Djelovanje pjene

Glavni učinak gašenja kod pjene je ugušivanje.

Podučinci su:

- ohlađujuće djelovanje, pjena se raspada i voda isparava a za isparavanje se troši toplina odnosno hladi tekućina koja gori,

- izjednačavanje – miješanje vrućeg površinskog sloja s dubljim hladnijim slojem
- odvajanje para i plinova od tekućine odnosno krute gorive tvari
- stvaranje emulzije
- pjene koje sadrže fluorproteinsko, a naročito fluorsintetičko pjenilo djeluju i antikatalitički

15.2.4. Ispitivanja pjene i pjenila

Cilj ispitivanja pjene i pjenila je utvrđivanje da li zadovoljava za gašenje požara.

Ispitivanja imamo:

- stupanj opjenjenja → ekspanzija pjene
- stabilnost pjene
- stabilnost pri zagrijavanju
- tečljivost pjene
- mogućnost prekrivanja
- efektivnost gašenja

Stabilnost pjene

Iz termodinamskih razloga ne može postojati pjena koja bi se držala neograničeno. Opjenjenje je naime povezano sa smanjenjem entropije sustava. Ali pošto svi sustavi nastoje maksimalnoj entropiji, svaka pjena pokazuje veću ili manju sklonost ka raspadanju. Brzina raspadanja ovisi ne samo o:

- broju opjenjenja nego i
- veličini mjehurića
- viskozitetu otopine, a sve to skupa je ustvari mjera stabilnosti pjene.

Stabilnost zračne pjene mora se ucertati unutar nekih određenih granica, a isto tako raspadanje pjene mora se vršiti prema potpuno određenom ovisnosti o vremenu. Ovi uvjeti su diktirani vatrogasnim zahtjevima za kvalitetu pjene da bi se osigurali potpuni efekti u pogledu prekrivanja i tečenja pjene te brzini oslobađanja vode. Brzina izlučivanja vode iz pjene mora ići nešto ispred raspadanja mjehurića pjene.

U našim standardima nisu propisani načini ispitivanja niti uvjeti kojima treba zadovoljiti pjena određne namjene.

Međutim, ta ispitivanja se vrše ali na bazi stranih propisa na pr.američki propisi NFPA.

Sposobnost tečenja

Pod sposobnošću tečenja treba podrazumijevati sposobnost kretanja pjene, koja se izražava brzinom stalno laminarnog slobodnog strujanja pjene po površini vruće gorive tvari.

Ona je ovisna o konzistenciji pjene te o:

- kemijskoj prirodi gorive tvari pa i njene površine
- od stabilnosti pjene
- viskozitetu pjene
- otpornosti na temperaturu.

Mnoga opažanja govore u prilog da tanki vodeni sloj koji se stvara između gorive tvari i sloja pjene puno pridonose njenoj sposobnosti tečenja. Ali brzo izlučivanje vode dovodi brzom dozrijevanju odnosno i “omršavljenju” pjene, pa je u interesu dobre sposobnosti tečenja poželjno umjereno usporavanje dozrijevanja i “mršavljenja” pjene.

Primjer: Izračunaj volumen nastale pjene trošenjem 2 bačve po 200 l pjenila. Postotak miješanja je 5,5%.

- a) E (ekspanzija) = 15
- b) $E = 50$
- c) $E = 600$

a) $V_{pj.}=400\text{ l}$

Voda 94,5% pjenila 5,5%

za 5,5 L pjenila → 94,5 L vode

za 400 L " → $400 \cdot 94,5/5,5 = 6873\text{ L vode}$

$$V_{\text{otopine}} = 6873 + 400 = 7273\text{ L}$$

$$V_{\text{pjene}} = V_{\text{otopine}} \cdot E = 7273 \cdot 15 = 109095\text{ L}$$

b) $V_{\text{pjene}} = 7,273 \cdot 50 = 363,65\text{ m}^3$

c) $V_{\text{pjene}} = 7,273 \cdot 600 = 4363,8\text{ m}^3$

15.2. 5. Vrste pjenila

Imamo prirodno i sintetsko pjenilo

Proteinska pjenila – aminokiseline koje nastaju hidrolizom prirodnih sirovina koje sadrže proteine (koža, rogovi, kopita). Aminokiseline su vezane tzv. peptidnom vezom, koja je specifična za sve bjelančevine. Ova pjenila tamne su boje i neugodna mirisa. Rabe se za dobivanje teške pjene. Točka leđišta je -15°C . Nazivi proteinskog pjenila su Tutogen, Nicerol, Foamin – P.

Fluorproteinska pjenila – modificirani proteini s posebnim fluoriranim, površinski aktivnim tvarima. Otporna su na toplinu/plamen i na štetan utjecaj zagađivanja naftnim derivatima. Temperatura leđišta -10°C . Nazivi fluorproteinskog pjenila su Fluoro P6, Apirol FX, Tutogen FP, FP – 6%.

Sintetičko obično pjenilo (S) – površinski aktivne tvari s dodatkom stabilizirajućih tvari. Mogu se proizvesti teške, srednje i lake pjene.. otporne su na plamen. Koriste se za gašenje zapaljivih tekućina kao i krutih tvari. Leđište je na -10°C . Nazivi sintetičkog pjenila su 4S, Stamex, Fini-flam, Plurex –N.

Fluorsintetičko pjenilo (AFFF) – fluor je izravno ugrađen u osnovni spoj, a pjena stvara tzv. vodeni film (engleski: AFFF – **A**queous **F**ilm **F**orming **F**oam). Film pjene na površini zapaljive tekućine čine molekule koje se sastoje od dugačkih lanaca ugljikovih atoma čiji je jedan kraj fluoriran, a drugi posjeduje skupinu s afinitetom prema vodi. Te molekule se pri nanašanju pjene gusto slažu jedna pored druge, tvoreći tanki sloj koji sprječava dalje isparavanje zapaljive tekućine ispod njega. Film se na mjestima mehaničkog prekida brzo spaja, pa i kada tekućina teče na njenoj površini se stalno nalazi film. Zbog niske površinske napetosti ovo pjenilo se koristi i za gašenje poroznih ili šupljikavih krutih tvari (pamučne bale, hrpa masnih tvari, spužvastih i gumenih tvari). Nazivi fluorsintetičkih pjenila su Light Water (AFFF), Hydral, F-6, Expirol AF.

Fluorproteinska pjenila (FFFP) – sastoje se od proteina s površinski aktivnim fluoriranim tvarima koje stvaraju film. Ova pjenila stvaraju kontinuirani plutajući film koji se sam zatvara na površinama ugljikovodika te onemogućava stvaranje eksplozivnih smjesa para i zraka. Temperatura leđišta je do -18°C . Nazivi fluorproteinskog pjenila su Petroseal, Hydrex.

Polivalentna (alkoholna) pjenila – rabe se za gašenje požara polarnih otapala - zapaljivih tekućina (alkohola, etera, ketona, organskih kiselina, estera). koje se miješaju s vodom kao i za zapaljive tekućine nepolarnog karaktera one koje se ne miješaju s vodom – naftni derivati. Zbog toga što mogu gasiti i polarne i nepolarne tekućine dobila su naziv polivalentna pjenila. Ova pjenila sastoje se od dvije komponente. jedna se ne otapa u polarnom otapalu i naliže na površinu tekućine stvarajući polimerizacijski sloj i sprječava izlučivanje vode iz pjene u polarno otapalo. Druga komponenta stvara pjenu. Nazivi polivalentnih pjenila su Light Water ATC, DD-6, Foamix – S, Univex.

Konvencionalne zračne pjene koje se koriste za gašenje požara dobivaju se miješanjem pjenila i vode sa zrakom koji se u otopinu ubacuje na izlazu iz sustava za gašenje, dakle na mlaznici. O količini zraka i vode ovisi njezina gustoća. Pojam pjena u pravilu asocira na B klasu požara, gdje se pjena najčešće upotrebljava za stvaranje pjenasta pokrivača koji pluta na zapaljivoj tekućini sprječavajući dodir zapaljivih para tekućina s atmosferom.

Pjenila klase A predstavljaju sama po sebi napredak u tehnologiji gašenja požara jer svojim svojstvima omogućuje bolje gašenje krutih gorivih tvari. Iako ima sličnosti s B pjenilom, pjenilo A klase razlikuje se u tome što se koristi u manjim koncentracijama u otopini s vodom – dok se klasična pjenila B klase miješaju s vodom u koncentraciji od 3 do 6 %, klasa pjenila A se koristi u koncentraciji od 0,1 %.

Za razliku od zračne pjene komprimirana zračna pjena dobiva se u zasebnom postrojenju u kojem se otopini vode i pjenila dodaje komprimirani zrak čime se dobiva pjena gušće i finije strukture. Tako se opjenjenje dešava na ulazu u vatrogasnu cijev. Za ovaj sustav nije potrebna specijalna mlaznica za pjenu. Kad su u pitanju pjene A klase kod sustava *komprimirane zračne pjene* (**CAFS** – Compressed Air Foam System) se mogu podijeliti u pet tipova od vrlo suhe do mokre pjene, u ovisnosti o faktorima kao što su postotak pjenila, ekspanzija i odnos zrak/pjena.

Kada je CAFS pjena klase A uperena u vatru, zrak u mjehurićima se zagrijava i prska, razlažući vodenu otopinu na ekstremno male dijeliće koji munjevito

isparavaju u blizini žarišta požara. Stručnjaci vjeruju da pjenilo klase A omogućava mlazu da dobaci kapljice učinkovite veličine u područje vatre bez da se kapljice ispare na putu.

Ovi mjehurići ostaju na mjestu gdje su dobačeni polagano gubeći vodu koja isparava. Zato se mogu zadržati na vertikalnim površinama što voda ne može. Postepenim raspadom pjenastog pokrivača, mjehurići jednakomjerno ispuštaju i vodenu komponentu i to u smjeru prema dolje t.j. u pravcu izvora topline, a ne u suprotnom smjeru od njega. Kako se otopina razlaže i cijedi iz pjenaste mase, ona penetrira i tako hladi gorivu tvar.

Osim hlađenja, CAFS pjena gasi ili sprječava požar i na više drugih načina : ugušivanjem (sprječavanjem miješanja zraka i zapaljivih para); odvajanjem (ubacivanjem pjene između plamena i gorive tvari); zagušivanjem (sprječavanjem otpuštanja zapaljivih para); osiguravanjem izoliranja od zračene i konvekcijske topline kroz «mrtvi» zračni prostor u mjehurićima; reflektiranjem zračenja topline reflektirajućom površinom pjene; i prekidanjem kemijske lančane reakcije .

15.3. Ugljikov dioksid (CO₂)

Fizikalne osobine: plin bez boje i mirisa, kiselkasta okusa. U zraku ga ima samo oko 0,03 vol. %. On ne gori niti podržava gorenje. Teži je od zraka.

Specifična težina :

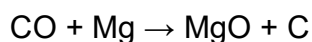
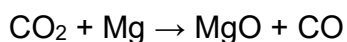
- plin: 1,529 g/dm³
- tekućina (20°C): 0,766 g/dm³
- krutina: 1,53 g/dm³

Temperatura vrelišta -78,48°C

kod 0°C i 1 bar → **1 kg CO₂ = 509 dm³ = 0,5 m³**

Kemijske osobine:

- inertna tvar, rijetko stupa u kemijske reakcije
- kod visokih temperatura reagira s Mg, Ca i sličnim metalima



Toksikološke osobine:

- inertni zagušljivac
- MDK 5000 ppm (0,5% vol)
- Visoke koncentracije → smrtne posljedice
- Pri koncentraciji od 14% počinje gušenje
- Kod 20% CO₂ → nastupa smrt nakon nekoliko minuta

Efikasnost gašenja:

- efekt ugušivanja, podefekt istiskivanja (smanjenje konc. kisika)
- 1 kg CO₂ ima volumen 0,5 m³ pa istisne kisik sa 21 vol % na 10,5 vol %. Za gorenje treba 13 – 14% kisika pa nastupa gašenje.

Područje primjene:

- električni uređaji i razvodni ormari
- laboratoriji, tvornice, lakirnice i sl.

Dobra osobina je što se brzo uklanja iz prostora.

Loša osobina:

- nije efikasan za tinjajuće požare.
- Treba visoki tlak kod skladištenja
- Povećanje koncentracije –opasnost za osoblje i vatrogasce
- Ne gasi lake i obojene metale

15.4. Haloni

Haloni su halogenirani ugljikovodici (F, Cl, Br, I), na bazi metana i etana. Neki primjeri halona:

CF₃Br - trifluormonobrom metan

1301

CF₂ClBr - difluormonoklormonobrom metan

1211

C₂F₄Br₂ - tetrafluordibrom etan

2402

šifriranje halona: X X X X

br. Atoma C F Cl Br

Haloni gase antikatalitički. Uspješno gase od 3 – 8 vol. % prostora.

Zamjenski haloni navedeni u tablici 17. (ne razaraju ozonski omotač) su sredstva koja se koriste umjesto dosadašnjih halona koji razaraju ozonski omotač.

Tablica 17.

Naziv	Kemijska formula	Komercijalna oznaka
Perfluor-butan	C ₄ F ₁₀	PFC 410
Bromdifluor-metan	CHF ₂ Br	FM-100
Pentafluor-etan	F ₂ HCCF ₃	FE-25
Heptafluor-propan	F ₃ CHF ₂ CF ₃	FM-200
Trifluoro-metan	CHF ₃	FE-13
Dušik – 52% Argon – 40% Ugljični dioksid 8%	N ₂ , Ar, CO ₂	INERGEN
Smjesa fluoriranih ugljikovodika		NAF-S III

Sve navedene tvari (osim INERGENA) gase antikatalitički. INERGEN gasi ugušivanjem, podefekt istiskivanjem.

Glavne osobine halona navedene su u tablici 18.

Tablica 18.

	PFC-410	FM-100	FE-25	FE-13	FM-200	NAF-S III	INERGEN
Molekularna masa	238	131	120	70	170	~ 90	-
Vrelište (°C), p=1bar	- 2	- 15,1	- 48,5	- 80	- 15	- 38	-
Kritična temperatura (°C)	113	19	66	26	101	125	-
Kritični tlak (bar)	23	51	36	48	30	66	-
Ledište (°C)	-182	-145	-103	-155	-131	-107	-
Tlak para pri 25°C (bar)	2,9	4,8	13,1	48	4,5	5,6	-

FM-200 je tekući plin, kemijske formule CF_3CHCF_3 koji se pod tlakom od 24,8 bar kod 20 stupnjeva Celzijusovih, drži u spremnicima, a služi kao vrlo djelotvorno sredstvo za gašenje. Pod komercijalnim nazivom FM-200, u standardu NFPA 2001, taj se plin naziva HFC-227ea.

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

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

Sposobnost gašenja plina FM-200 ispitana je u svjetski priznatim američkim atestnim institutima UL (Underwriters Laboratories Incorporated) i FM (Factory Mutual Research Corporations). Rađeni su takozvani "Cup Burner" testovi. To su standardizirani testovi za određivanje minimalne koncentracije gašenja kod plinovitih sredstava za gašenje. Testovi su pokazali da "Cup Burner" koncentracija za FM-200, iznosi 5,8% a time minimalno projektirana koncentracija mora biti za 20% veća, tj. minimalno 7%, što jamči sigurno gašenje.

Utjecaj na okoliš plina FM-200 vrlo je povoljan u odnosu na halon 1301. FM-200 ne razgrađuje ozonski omotač ($\text{ODP}=0$, Ozone Depletion Potential), dok je zabranjeni halon 1301 imao $\text{ODP}=16$. Vrijeme raspada u atmosferi za FM-200 iznosi 31-42 godine a za halon 1301 čak 77 godina.

15.5. Prah

Prah je vrlo efikasno sredstvo za gašenje požara. Prah se često zamjenjuje pojmom "suho sredstvo za gašenje" pa zbog toga vatrogasni aparati s prahom nose oznaku "S" i brojčanu oznaku mase praha koju sadrže. Najveće količine su napravljene od natrijevog bikarbonata (NaHCO_3) kojemu su dodani stearati radi postizanja hidrofobnosti (antihigroskopnost). Prah na bazi KHCO_3 uz dodatak uree je još efikasniji. Naziva se MONEX.

U novije vrijeme prahovi se rade od amonijevog fosfata → D – prah

$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ – monoamonijev fosfat

$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ – diamonijev fosfat

$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ – triamonijev fosfat

M – prah sastoji se od mješavine NaCl , grafita i strugotina sivog lijeva, a služi za gašenje požara lakih metala.

Prah na bazi bikarbonata gasi antikatalitički i donekle ohlađujućim učinkom (apsorbiranje topline za vlastito raspadanje na CO_2 , H_2O i Na_2CO_3) i dodatno ugušujući od nastalog CO_2 , H_2O , a amonijev prah gasi ugušivanjem, podefekt prekrivanje. To je zato jer amonijev fosfat na visokoj temperaturi prelazi u staklastu masu građe slične polifosfatu.

Objašnjenje fizikalne antikatalize (inhibicije) kod gašenja požara prahom na bazi bikarbonata. Radikali, atomi i druge čestice u plamenu se sudaraju s česticama praha pri čemu dolazi do predaje energije gibanja (gubi se energija aktivacije koja je neophodna za nastanak i produženje gorenja). Odnos volumena i površine čestica praha i volumena i površine radikala u procesu gorenja obično iznosi $1 : 10^{-12}$ u korist praha. Odnosno jedna čestica praha se može istovremeno sudariti s bilion radikala prisutnih u zoni gorenja i oduzeti im energiju aktivacije.

Odnos veličine atoma radikala i čestice praha:

$r = 2 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$ za atome i radikale

$r = 10^{-2} \text{ cm}$ za čestice praha

$O = 4r^2\pi$ $O_{\text{prah}} = 4 \cdot (10^{-2})^2 \cdot \pi = 12,56 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2$

$O_{\text{atomah}} = 4 \cdot (10^{-8})^2 \cdot \pi = 12,56 \cdot 10^{-16} \text{ cm}^2$

Odnos $1 : 10^{12}$

Univerzalni prah je smjesa bikarbonata i amonijevog fosfata. Gasi požare klase A, B i C .

Svaki prah mora zadovoljavati slijedeće:

- što veća specifična površina m^2/m^3
- antihigroskopnost – da se ne vlaži
- sipkost – tečljivost
- stabilnost pri dugotrajnom skladištenju
- stabilnost pri stalnom i povišenom tlaku
- stabilnost pri razlici temperatura (-20°C do $+60^\circ\text{C}$)
- ne provodi električnu struju (provodljivost u granicama dopuštenim za gašenje pod naponom)
- što manja abrazivna svojstva – da ne haba stroj, ležajeve
- antikorozivnost
- kompatibilnost s pjenom
- antitoksična svojstva (da nije otrovan)

15.6. Retardanti

Retardanti zaustavljaju vatru kemijskim putem. Glavni sastojak retardanta su $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ili $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ i $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ koji smanjuju zapaljivost gorivih tvari. Naime, oni se u požaru endotermno raspadaju i brzo opjenjuju. Retardanti u požaru potpomažu brzo stvaranje ugljika na površini biljaka i oslobađanje vode. Na taj način voda brzo isparava i hladi gorivu tvar (biljku), a ugljik teško ili sporo izgara te tako požar ostaje bez dovoljno goriva. Retardantima se dodaju i sredstva kao što su aditivi za poboljšanje protoka te inhibitori korozije.

Retardanti su tvari koje olakšavaju gašenje/otežavaju gorenje ili povećavaju prodornost vode pri gašenju rahlih tvari.

Koriste se za gašenje otvorenih prostora: šume, poljoprivredne površine.

Vrste retardanata:

- otopine
- emulzije
- pjene
- suspenzije

- krutine

Otopine retardanata prema koncentraciji dijele se na:

- zasićene (otopine s dinamičkom ravnotežom)
- koncentrirane
- razrijeđene

Otopina sa sastoji od otapala i otopljene tvari. Kod retardanata otapalo je uvijek voda. Otopljene tvari su različite prema funkciji i sastavu:

- anorganske soli
- površinski aktivne tvari
- ugušćivači
- plinostvarajuće tekućine

Anorganske soli mogu biti: kalcijev klorid, magnezijev klorid, amonijev sulfat, diamonijev fosfat. Otopine ovih soli u vodi mogu sadržavati i male količine tvari koje spadaju u površinski aktivne tvari, čija funkcija je smanjivanje površinske napetosti vode → povećava se prodornost vode.

Za povećavanje viskoznosti u otopinu se dodaju razni ugušćivači, a najčešće oksidi željeza Fe_2O_3 i Fe_3O_4 .

Površinske aktivne tvari izrađene su na bazi sulfoniranih alkohola (detergenti). One smanjuju površinsku napetost vode. Koristi se : sulfanol, NB, deterđenti.

Ugušćivači (viskozne otopine) dodatkom u vodu daju veliku viskozitet vodi. To su Fe_2O_3 i Fe_3O_4 , metilceluloza (MC), karboksmetilceluloza (KMC). MC i KMC u vodi bubre, koncentracije do 1%. Priprema (bubrenje) je oko 15 min.

Emulzije – smjese krutih tvari u tekućini i to na način da krute čestice lebde u tekućoj fazi. Emulzije se uspješno koriste kao retardanti za gašenje požara. U svom sastavu imaju anorganske soli č 10%, halona 15%, ostatak voda i mali dodaci emulgatora č 0,2%.

Pjene – pjenilo se dodaje u vodu za gašenje požara u zrakoplove, helikoptere, naprtnjače.

Suspenzije koriste se kao retardanti za gašenje šumskih požara. Sastoji se od bentonita suspendiranog u vodi. Bentonit je glina (oksidi Si, Al, Fe, Ca, Mg). Suspenzija s bentonitom ima funkciju da uspori gorenje drvene mase u šumskom požaru.

15.7. Supresanti

Supresanti su mehanički dobivene pjene za suzbijanje prvenstveno šumskih požara. Pored pjenila supresanti sadrže i soli (CaCl_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ i $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$). Koncentracija pjenila je do 1,0%.

treba istaknuti da djelovanje supresanata prestaje kad voda ispari, dok se djelovanje retardanata nastavlja i nakon isparavanja vode.

I retardanti i supresanti se izbacuju na šumski požar pomoću aviona ili helikoptera.

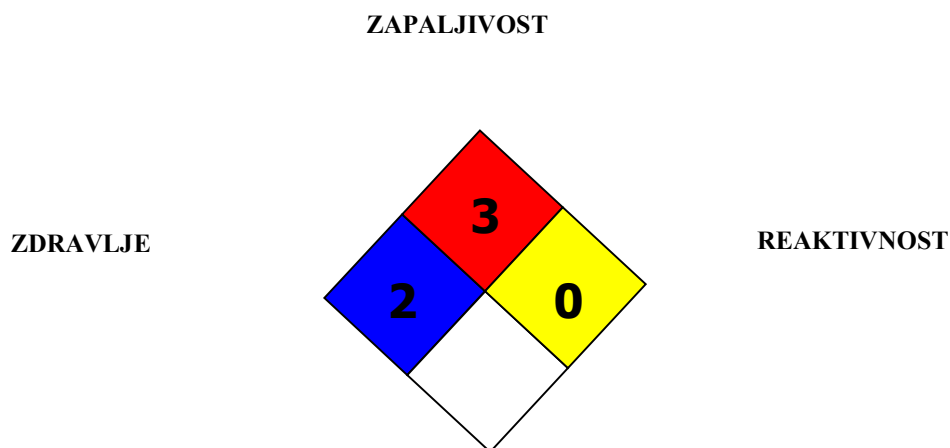
16. OZNAKE ZA KLASIFIKACIJU TVARI I ROBE GLEDE OPASNOSTI PRI POŽARU

Tvari i robe tijekom skladištenja ili prijevoza mogu sudjelovati u požaru, a s obzirom na njihovo ponašanje u požaru klasificiraju se i obilježavaju prema propisima na slijedeće načine:

- Kategorija i stupanj opasnosti (Dijamant opasnosti) - HRN Z.CO.012
- Klasifikacija tvari i roba prema ponašanju u požaru - HRN Z.CO.005
- Listice opasnosti ADR (Europski sporazum o prijevozu opasnih roba u cestovnom prometu - European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road)

16.1. Kategorija i stupanj opasnosti (Dijamant opasnosti) HRN Z.CO.012

Oznaka kategorije i stupnja opasnosti u obliku romba u četiri boje, naziva se “dijamant opasnosti” Sl.



Sl. Dijamant opasnosti

Značajke tvari koje su poznate ili koje se mogu utvrditi pomoću standardnih postupaka, temelj su za određivanje kategorije i stupnja opasnosti. Utvrđenu kategoriju opasnosti označavaju broj od 0 do 4 i boja:

- plava, opasnost za zdravlje
- crvena, opasnost od zapaljivosti
- žuta, opasnost od reaktivnosti.
- Slobodan prostor – bijelo polje, može se upotrijebiti za posebne opasnosti – specifična upozorenja, kao što je radioaktivnost, zabrana upotrebe vode i sl.

16.1.1. Tvari opasne po ZDRAVLJE (plavo polje)

Opasne za zdravlje su one tvari koje mogu izravno ili neizravno izazvati oštećenost ili onesposobljenost (privremeno ili trajno) dodirrom, udisanjem ili unošenjem u organizam.

tvari 4. stupnja opasnosti

To su tvari koje i pri vrlo kratkom djelovanju mogu izazvati smrt ili trajnu oštećenost organizma, čak i ako se pruži brza medicinska pomoć.

tvari 3. stupnja opasnosti

To su tvari koje i za kratka djelovanja mogu izazvati privremenu ili trajnu oštećenost, čak i ako se pruži brza medicinska pomoć.

tvari 2. stupnja opasnosti

To su tvari koje pri jakom ili neprekidnom djelovanju mogu izazvati privremenu ili trajnu oštećenost organizma, ako se ne pruži brza medicinska pomoć.

tvari nultog stupnja opasnosti

To su tvari koje u požaru ne stvaraju opasnost veću od krutih tvari (drvo, papir, slama) klasa A.

16.1.2. Tvari opasne zbog ZAPALJIVOSTI (crveno polje)

Opasne zbog zapaljivosti su one tvari koje se na atmosferskom tlaku i normalnoj temperaturi mogu lakše zapaliti i dovesti do požara, ili kada požar nastane pomagati njegovo širenje.

tvari 4. stupnja opasnosti

To su tvari koje brzo ili potpuno isparavaju na atmosferskom tlaku i na normalnoj temperaturi ili koje se lako šire kroz zrak i lako izgaraju.

tvari 3. stupnja opasnosti

To su tekućine i čvrste tvari koje se mogu zapaliti na normalnim temperaturama.

tvari 2. stupnja opasnosti

To su tvari koje se moraju zagrijavati prije nego što dođe do paljenja

tvari 1. stupnja opasnosti

To su tvari koje se moraju predgrijavati da bi nastalo paljenje

tvari 0. stupnja opasnosti

To su tvari koje ne gore

16.1.3. Tvari opasne zbog NESTABILNOSTI (reaktivnost) (žuto polje)

Reaktivne su one tvari koje mogu izazvati kemijsku reakciju s drugim stabilnim ili nestabilnim tvarima. Pod drugim tvarima podrazumijeva se voda, i to samo ako se prilikom reakcije oslobađa energija.

tvari 4. stupnja opasnosti

To su tvari koje se eksplozivno razgrađuju u normalnim okolnostima.

tvori 3. stupnja opasnosti

To su tvori koje se eksplozivno razgrađuju ili eksplozivno reagiraju, ali zahtijevaju jak poticajni izvor ili se prije moraju zagrijati u ograničenom prostoru.

tvori 2. stupnja opasnosti

To su tvori koje su nestabilne i podložne kemijskoj promjeni, ali ne eksplodiraju.

tvori 1. stupnja opasnosti

To su tvori koje su u normalnim uvjetima stabilne, ali postaju nestabilne na povišenim temperaturama i tlakovima ili reagiraju s vodom uz sporo oslobađanje energije.

tvori 0. stupnja opasnosti

To su tvori koje su stabilne i koje pod utjecajem temperature ne reagiraju s vodom

16.2. Klasifikacija tvori i roba prema ponašanju u požaru HRN Z.CO.005

Tvori i robe prema njihovom ponašanju na visokim temperaturama nastalim u požaru klasificiraju se prema:

- Vrste opasnosti
- Klasi opasnosti
- Kategoriji opasnosti

16.2.1.1. Vrste opasnosti

Tvori i roba koji sadrže rizik od kemijske i fizičke eksplozije označavaju se s **Ex**.

Tvori i roba koji direktno ili indirektno mogu sudjelovati u procesu gorenja i to odavanjem topline izgaranja energijom samopaljenja, oslobađanja zapaljivih produkata razlaganja, ubrzavanjem procesa izgaranja (oksidaciona sredstva) ili oslobađanjem zapaljivih plinova ili topline u dodiru s vodom, označavaju se s **Fx**.

Tvori i roba koji nisu lako zapaljive, ali koje se ipak pod djelovanjem požara (vatre, dima ili vode za gašenje) mogu relativno brzo i jako oštetiti, označavaju se s **D**.

16.2.1.1.1. Klase opasnosti

Prema stupnju sve tvari i roba dijele se na 6 klasa opasnosti i to:

- klasa opasnosti **I** – vrlo lako zapaljive i brzo sagorive tvari
- klasa opasnosti **II** – lako zapaljive i brzo sagorive tvari
- klasa opasnosti **III** – zapaljive tvari
- klasa opasnosti **IV** – sagorive tvari
- klasa opasnosti **V** – teško sagorive tvari
- klasa opasnosti **VI** – nezapaljive tvari

16.2.1.1.2. Kategorije opasnosti

Vrsta opasnosti i **stupanj** opasnosti zajedno stvaraju kriterije za razvrstavanje tvari i robe u kategoriju opasnosti koja se označava kombinacijom slova za vrstu opasnosti i brojeva za stupanj opasnosti (npr. **ExI**, **DxV** i sl.)

Tvari i robe klasirane u kategorije opasnosti ExI-II i FxI – III su eksplozivne, odnosno lako zapaljive.

Podjela tvari i roba prema agregatnom stanju i drugim fizikalno-kemijskim osobinama:

Prema agregatnom stanju na sobnoj temperaturi od 20°C i normalnom tlaku od 1 bar tvari i robe se dijele na:

- A – plinovite tvari
- B – tekuće tvari
- C – krute tvari

Prema određenim fizikalno-kemijskim osobinama tvari i robe dijele se na :

- D – eksplozivne tvari
- E – samozapaljive tvari
- F – tvari koje pri zagrijavanju ispuštaju zapaljive i otrovne produkte razlaganja
- G – oksidaciona sredstva
- H – nezapaljive tvari koje s vodom razvijaju zapaljive plinove
- I – nezapaljive tvari koje s vodom razvijaju toplinu

Označavanje tvari i roba prema nekim dodatnim osobinama značajnim za zaštitu od požara

1. Tvari i robe stupnja opasnosti V i VI koje pod djelovanjem požara razvijaju otrovne ili zagušljive plinove sadrže dodatnu oznaku **Tx** – toksične tvari. Oznaka Tx se ne stavlja za tvari stupnja opasnosti I – IV, jer se pri svakom izgaranju u nedostatku kisika stvaraju toksični produkti izgaranja.
2. Tvari i robe svih kategorija opasnosti koje u požaru razvijaju u velikoj mjeri i dim, čime je otežano spašavanje i akcija gašenja, nose dodatnu oznaku **Fu** (odnosi se samo na tvari koje pri normalnom izgaranju stvaraju veće količine dima).
3. Tvari i robe svih kategorija opasnosti, koje mogu kontaminirati prostor radioaktivnim zračenjem, nose dodatnu oznaku **Ra**.
4. Tvari i robe svih kategorija opasnosti, koje pod djelovanjem požara razvijaju korozivne plinove i pare, nose dodatnu oznaku **Co**.
5. Primjeri klasifikacija tvari i roba

Acetilen	Fx I A Fu
Asfalt	Fx III-IV C Fu
Benzin	Fx I-II B Fu
Bitumen	Fx III-IV C Fu
Drvo krupni komadi	Fx IV C
Lakovi	Fx II B Fu
Nitrolak	Fx I B
Prozorsko staklo	Dx V
Tkanine	Fx II E
Ulje za loženje	Fx II-III B

16.3. Klasifikacija zapaljivih tekućina prema plamištu i vrelištu HRN Z.C0. 007.

Prema plamištu i vrelištu zapaljive tekućine dijele se na 3 skupine i podskupine:

I. Skupina zapaljivih tekućina – tekućine s plamištem do 38°C

IA – plamište niže od 23°C, a vrelište ispod 38°C

IB – plamište niže od 23°C, a vrelište iznad 38°C

IC –plamište od 23°C do 38°C

II. Skupina zapaljivih tekućina s plamištem od 38°C do 60°C

III. Skupina zapaljivih tekućina s plamištem od 60° i više dijeli se u podskupine

III.A – plamište od 60°C do 93°C

III.B – plamište više od 93°C ali ne više od 100°C

17. PRIJEVOZ OPASNIH TVARI

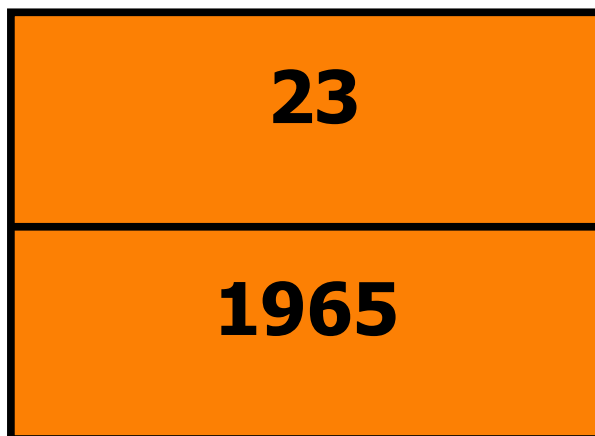
U svim granama prijevoza (cestovni, željeznički se opasne tvari klasificiraju u 9 klasa.

17.1. Klasifikacija opasne robe (tvari)

Klasa	1.	Eksplozivne tvari i artikli
Klasa	2.	Plinovi pod tlakom, tekući i bez pritiska
Klasa	3.	Zapaljive tekućine
Klasa	4.1.	Zapaljive krute tvari
Klasa	4.2.	Samozapaljive tvari
Klasa	4.3.	Tvari koje u dodiru s vodom proizvode zapaljive plinove
Klasa	5.1.	Oksidirajuće tvari
Klasa	5.2.	Organski peroksidi
Klasa	6.1.	Otrovne tvari
Klasa	6.2.	Infektivne tvari
Klasa	7.	Radioaktivni materijali
Klasa	8.	Korozivne tvari
Klasa	9.	Razne opasne tvari i artikli

17.2. Table (ploče) opasnosti

U gornjem dijelu ploče su brojevi opasnosti (Kemlerovi brojevi) a u donjem dijelu je UN broj (svakoj opasnoj tvari dodijeljen je četveroznamenkasti broj) Sl. 28.



Sl. 28. Tabla opasnosti

■ Primjeri brojeva opasnosti na narančastim pločama

- 20** inertan plin
- 223** duboko pothlađen zapaljiv plin
- 30** zapaljiva tekućina (s plamištem između 23°C i 61°C, npr. D2)
- 33** lakozapaljiva tekućina (s plamištem do 23°C, npr. benzin)
- X423** zapaljiva kruta tvar koja u dodiru s vodom opasno reagira stvaranjem zapaljivih plinova
- 559** jako oksidirajuća tvar, sklona spontanoj kemijskoj reakciji
- 663** jako otrovna tvar, zapaljiva (plamište ispod 61°C)
- 606** zarazna (infektivna tvar)
- 78** radioaktivna tvar, korozivna
- X886** jako korozivna tvar, otrovna koja opasno reagira s vodom
- 99** razne opasne tvari koje se prevoze na povišenoj temperaturi

17.3. Listice opasnosti

Svaka klasa opasnih tvari označuje se listicama opasnosti. One imaju oblik romba. Listice opasnosti prikazane su na slici 29.

5.2.2.2.2 Specimen labels

CLASS 1 HAZARD

Explosive substances or articles



(No. 1)

Divisions 1.1, 1.2 and 1.3

Symbol (exploding bomb): black; Background: orange; Figure '1' in bottom corner



(No. 1.4)

Division 1.4



(No. 1.5)

Division 1.5



(No. 1.6)

Division 1.6

Background: orange; Figures: black; Numerals shall be about 30 mm in height and be about 5 mm thick (for a label measuring 100 mm x 100 mm); Figure '1' in bottom corner

** Place for division - to be left blank if explosive is the subsidiary risk

* Place for compatibility group - to be left blank if explosive is the subsidiary risk

CLASS 2 HAZARD

Gases



(No. 2.1)

Flammable gases

Symbol (flame): black or white;
(except as provided for in 5.2.2.2.1.6 (c))
Background: red; Figure '2' in bottom corner



(No. 2.2)

Non flammable, non-toxic gases
Symbol (gas cylinder): black or white;
Background: green; Figure '2' in bottom corner



CLASS 3 HAZARD

Flammable liquids



(No. 2.3)

Toxic gases

Symbol (skull and crossbones): black;
Background: white; Figure '2' in bottom corner



(No. 3)

Symbol (flame): black or white;
Background: red; Figure '3' in bottom corner



CLASS 4.1 HAZARD
Flammable solids, self-reactive
substances and desensitized explosives



(No. 4.1)
Symbol (flame): black;
Background: white with
seven vertical red stripes;
Figure '4' in bottom corner

CLASS 4.2 HAZARD
Substances liable to
spontaneous combustion



(No. 4.2)
Symbol (flame): black;
Background: upper half white,
lower half red;
Figure '4' in bottom corner

CLASS 4.3 HAZARD
Substances which, in contact with water,
emit flammable gases



(No. 4.3)
Symbol (flame): black or white;
Background: blue;
Figure '4' in bottom corner

CLASS 5.1 HAZARD
Oxidizing substances



(No. 5.1)
Symbol (flame over circle): black;
Background: yellow;
Figure '5.1' in bottom corner

CLASS 5.2 HAZARD
Organic peroxides



(No. 5.2)
Symbol (flame): black or white;
Background: upper half red; lower half yellow;
Figure '5.2' in bottom corner

CLASS 6.1 HAZARD
Toxic substances



(No. 6.1)
Symbol (skull and crossbones): black;
Background: white; Figure '6' in bottom corner

CLASS 6.2 HAZARD
Infectious substances



(No. 6.2)
The lower half of the label may bear the inscriptions: 'INFECTIOUS SUBSTANCE'
and 'In the case of damage or leakage immediately notify Public Health Authority';
Symbol (three crescents superimposed on a circle) and inscriptions: black;
Background: white; Figure '6' in bottom corner

CLASS 7 HAZARD
Radioactive material



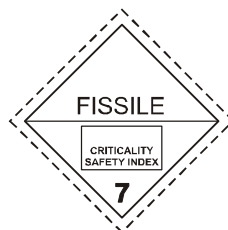
(No. 7A)
Category I - White
Symbol (trefoil): black;
Background: white;
Text (mandatory): black in lower half of label:
'RADIOACTIVE'
'CONTENTS'
'ACTIVITY'
One red bar shall
follow the word 'RADIOACTIVE';
Figure '7' in bottom corner.



(No. 7B)
Category II - Yellow
Symbol (trefoil): black;
Background: upper half yellow with white border, lower half white;
Text (mandatory): black in lower half of label:
'RADIOACTIVE'
'CONTENTS'
'ACTIVITY'
In a black outlined box: 'TRANSPORT INDEX';
Two red vertical bars shall follow the word 'RADIOACTIVE';
Figure '7' in bottom corner.

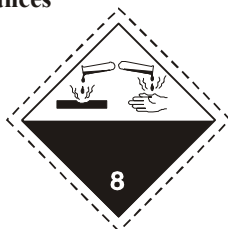


(No. 7C)
Category III - Yellow



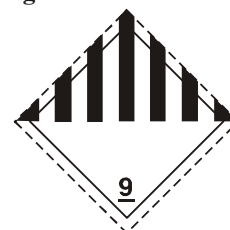
(No. 7E)
Class 7 fissile material
Background: white;
Text (mandatory): black in upper half of label: 'FISSILE';
In a black outlined box in the lower half of the label:
'CRITICALITY SAFETY INDEX'
Figure '7' in bottom corner.

CLASS 8 HAZARD
Corrosive substances



(No. 8)
Symbol (liquids, spilling from two glass vessels
and attacking a hand and a metal): black;
Background: upper half white;
lower half black with white border;
Figure '8' in bottom corner

CLASS 9 HAZARD
Miscellaneous dangerous substances and articles



(No. 9)
Symbol (seven vertical stripes in upper half): black;
Background: white;
Figure '9' underlined in bottom corner



Oznaka za okoliš opasne stvari



Slika 29. Listice opasnosti

2. PREVENTIVNE MJERE ZAŠTITE OD POŽARA

2.1. GRAĐEVINSKE MJERE ZAŠTITE OD POŽARA

M.Carević,dipl.ing.arh

Najučinkovitije, ali i ekonomski najopravdanije mjere zaštite od požara su, prema svjetskim a i domaćim iskustvima, građevinske mjere zaštite od požara. Istraživanja provedena u Švedskoj pokazuju da na smanjenje šteta od požara u najvećoj mjeri utječe povećanje vatrootpornosti konstrukcije (i do 90%), podjela građevine na požarne sektore (do 50%), a korištenje šprinkler instalacije do 11%.

Značaj građevinskih mjera zaštite od požara vidljiv je iz statističkih podataka. Prema podacima Svjetskog statističkog centra u Ženevi, požari svake godine „oštete“ svjetsko gospodarstvo za cca 1% bruto nacionalnog dohotka. Slično stanje je i u Hrvatskoj gdje prema Biltenu o požarima Ministarstva unutarnjih poslova svake godine od posljedica požara pogine između 20 do 50 ljudi, a ukupna materijalna šteta kreće se, u pojedinim godinama, od 20 mil. € do 250 mil €.

Građevinske mjere zaštite od požara pripadaju kategoriji tzv. pasivnih mjera zaštite od požara i provode se sukladno važećim propisima od faze projektiranja do faze izgradnje građevine. Također, i kasnije, u fazi korištenja objekta vrlo je značajno, pravilno održavanje projektom predviđenih i izvedenih mjera kako se ne bi narušio uspostavljeni sustav zaštite od požara.

2.1.1. POSTUPAK PREDVIĐEN ZAKONOM KOJIM SE OSIGURAVA PROVOĐENJE GRAĐEVINSKIH I DRUGIH MJERA ZAŠTITE OD POŽARA

Osnovne obveze provođenja građevinskih mjera zaštite od požara sadržane su u Zakonu o zaštiti od požara ("Narodne novine" broj 92/10) , Zakonu gradnji ("Narodne novine" broj 153/2013,20/17, 39/19) i relativno brojnim podzakonskim aktima. U slučaju kada ne postoje hrvatski propisi kojim se za određenu vrstu građevine reguliraju građevinske mjere zaštite od požara primjenjuju se strani propisi koji se tada koriste kao priznata pravila tehničke prakse što je dopušteno Zakonom o zaštiti od požara .

U citiranom Zakonu o gradnji određeni su osnovni zahtjevi u vezi sa zaštitom požara građevine. Ovi zahtjevi prenešeni su iz europske Smjernice 89/106/EEG (od 21. prosinca 1988.godine) i Uredba (EU) br. 305/2011 Europskog parlamenta i Vijeća od 9. ožujka 2011, kojom se propisuje usklađene uvjete trgovanja građevnim proizvodima i ukida Direktivu Vijeća 89/106/EEGkoja, gdje se, između ostalog, putem temeljnih (bitnih) zahtjeva i Temelnog dokumenta iz područja zaštite od požara definira i europski koncept u području zaštite od požara građevina.

U članku 10. Zakona o gradnji, ali i članku 25., Zakona o zaštiti od požara stoji:

Građevina mora biti projektirana i izgrađena da se u slučaju požara :

- očuva nosivost konstrukcije tijekom određenog vremena utvrđenog posebnim propisom ;

- spriječi širenje vatre i dima unutar građevine;

- spriječi širenje vatre i dima na susjedne građevine;
- omogućiti da osobe mogu neozlijeđeno napustiti građevinu odnosno da se omogućiti njihovo spašavanje;
- omogućiti zaštita spasilaca.

Svaki od navedenih zahtjeva traži provođenje određenih građevinskih mjera (zaštita nosivih konstrukcija građevine od djelovanja požara, dijeljenje građevine na manje prostorne cjeline odgovarajuće otpornosti na požar - tzv. požarne sektore, pregrađivanje izlaznih puteva građevine vatrootpornim konstrukcijama, izgradnja vatrogasnih pristupa do građevine i dr.)

2.1.1.1. Glavni projekt i Elaborat mjera zaštite od požara u odnosu na Zakon o zaštiti od požara i Zakon o gradnji

Sukladno Zakonu o zaštiti od požara na razini glavnog projekta, ali samo za složenije objekte (skupina 2), izrađuje se Elaborat zaštite od požara koji služi kao podloga za projektiranje mjera zaštite od požara u svim glavnim projektima. Prema važećem Zakonu o zaštiti od požara, Elaborat je dokument, koji nije sastavni dio glavnog projekta, već kao i svi drugi elaborati služi kao podloga za izradu glavnog projekta. Tako se u članku 28., citiranog zakona navodi:

“(1) Podaci za projektiranje mjera zaštite od požara u glavnom projektu, koji je sastavni dio potvrde glavnog projekta, građevinske dozvole, odnosno rješenja za građenje prema propisima kojima se uređuje područje građenja, dobivaju se iz elaborata zaštite od požara koji je poslužio kao podloga za njegovu izradu.

(2) Elaborat zaštite od požara izrađuje se samo za građevine skupine 2.

(3) Elaborat zaštite od požara izrađuje osoba ovlaštena za izradu elaborata zaštite od požara i ovjerava ga svojim potpisom i žigom.

Temeljem Zakona o zaštiti od požara donesen je i Pravilnik o sadržaju elaborata zaštite od požara [4], gdje se u članku 2., navodi da:

“Elaborat predstavlja skup podataka (zahtjeva i/ili ograničenja) o sustavnoj zaštiti od požara građevine, a sastoji se od tekstualnog dijela i grafičkih priloga.

Tekstualni dio elaborata sastoji se od općeg i stručnog dijela.

Podaci iz elaborata iz služe za projektiranje mjera zaštite od požara pri izradi glavnog projekta građevine glede ispunjavanja bitnog zahtjeva zaštite od požara.”

Izmjena i dopunama Zakon o gradnji (NN 153,13,20/17,39/19), te Pravilnika o obveznom sadržaju i opremanju projekta građevine (NN 118/2019), uveden je pojam **Prikaza mjera zaštite od požara** pa se u citiranom pravilniku navodi ;

Članak 28.

(1) Za građevine kod kojih se utvrđuju posebni uvjeti zaštiti od požara, ispunjavanje temeljnog zahtjeva sigurnosti u slučaju od požara dokazuje se u svim dijelovima glavnog projekta sukladno članku 27. ovoga Pravilnika, te **Prikazom svim primijenjenih mjera zaštite od požara** kao sastavnog dijela prve mape glavnog projekta.

(2) Prikaz svih primijenjenih mjera zaštite od požara je skup podataka o sustavnoj zaštiti od požara koji podrazumijeva organizacijske mjere i radnje za otklanjanje opasnosti od nastanka požara u građevini, rano otkrivanje požara u građevini, obavješćivanje korisnika građevine o izbijanju požara, sprječavanje širenja požara i dima u građevini te učinkovito gašenje požara u građevini, sigurno spašavanje ljudi i životinja ugroženih požarom građevine, sprječavanje i smanjenje štetnih posljedica požara u građevini.

(3) Prikaz svih primijenjenih mjera zaštite od požara obvezno sadrži zaključak da je u svim dijelovima glavnog projekta dokazano ispunjenje temeljnog zahtjeva sigurnosti u slučaju od požara.

(4) Detaljan sadržaj Prikaza svih primijenjenih mjera zaštite od požara određuje se posebnim propisom.

(5) U suradnji s glavnim projektantom Prikaz svih primijenjenih mjera zaštite od požara izrađuje **stručna osoba ovlaštena po posebnom propisu.**

Do pune operabilnosti ovih izmjena propisa treba razraditi zakonske odredbe podzakonskim aktima (kao što je Pravilnikom o sadržaju prikaza mjera zaštite od požara i dr). Trenutno stanje je da su oba zakona na snazi (Zakon o zaštiti od požara koji traži Elaborat i Zakon o gradnji koji traži Prikaz mjera zaštite od požara), što dovodi do zaključka da slijedi usklađenja tih zakona, ali i usklađenja i donošenja brojnih podzakonskih akata.

2.1.1.2. Potvrda na glavni projekt i uporabna dozvola

Glavni projekt se dostavlja tijelu graditeljstva na postupak izdavanja potvrde na glavni projekt sukladno članku 86. citiranog Zakona o gradnji ;

“(1) U svrhu utvrđivanja usklađenosti glavnog projekta s posebnim uvjetima, odnosno posebnim uvjetima određenim lokacijskom dozvolom javnopravno tijelo određeno posebnim propisom na

traženje upravnog tijela, odnosno Ministarstva po službenoj dužnosti u postupku izdavanja građevinske dozvole izdaje potvrdu glavnog projekta koji je izrađen u skladu s posebnim uvjetima, odnosno posebnim uvjetima određenim lokacijskom dozvolom, ako ovim Zakonom nije propisano drukčije.

(2) Izdavanje potvrde glavnog projekta traži projektant putem upravnog tijela, odnosno Ministarstva putem kojega je tražio utvrđivanje posebnih uvjeta.

(3) Uz traženje iz stavka 2. ovoga članka projektant prilaže glavni projekt u elektroničkom obliku.

(4) Upravno tijelo, odnosno Ministarstvo dužno je zatražiti izdavanje potvrde glavnog projekta u roku od osam dana od dana zaprimanja urednog traženja projektanta.”

Nakon izdavanja građevne dozvole na glavni projekt investitor može početi s građenjem. Toj fazi prethodi izrada izvedbenih projekata. Po dovršetku gradnje obavlja se tehnički prijem objekta kojeg obavlja Povjerenstvo u čijem radu sudjeluje i inspektor zaštite od požara u slučajevima kad je nadežna inspekcija Ministarstva sudjelovalo u postupku izdavanja potvrde. Na tehničkom pregledu inspektor zaštite od požara uspoređuje izvedeno stanje objekta u području zaštite od požara s projektiranim. Tek nakon pozitivne ocjene Povjerenstva za tehnički pregled može se izdati uporabna dozvola za predmetnu građevinu.

2.1.1.3.Održavanje projektiranih i izvedenim mjera zaštite od požara

Odredbama Zakona o zaštiti od požara vlasnici, odnosno korisnici građevina dužni su provoditi mjere zaštite od požara propisane zakonom što se implicate odnosi i na održavanja projektiranog i izvedenog sustava. Ovo je iznimno važan segment zaštite od požara, jer projektirani i izvedeni sustav funkcionira samo pod uvjetima da besprijekorno i trajno funkcioniraju svi njegovi segmenti . Primjerice požarni sektori funkcioniraju samo pod uvjetom da su ispravna sva vatrootporna vrata, njihovi zatvarači i protupožarne zaklopke u ventilacijskim kanalima , odnosno kad u vatrootpornim zidovima i stropovima nema nezaštićenih otvora nastalih naknadnim radovima i dr. Odgovorni za održavanje projektiranih i izvedenih mjera zaštite od požara su prema Zakonu vlasnici odnosno korisnici građevina koji ovisno o kategoriji kojoj pripada građevina mogu imenovati i djelatnika odgovornog za poslove zaštite od požara (ranije referenti zaštite od požara) koji brine o provođenju mjera zaštite od požara. U slučaju neprovođenja mjera zaštite od požara Zakonom su predviđene i odgovarajuće sankcije.

2.1.1.4. Uloga djelatnika odgovornog za zaštitu od požara u provođenju građevinskih mjera zaštite od požara

Temeljni zahtjevi u pogledu građevinskih mjera zaštite od požara o kojima moraju brinuti djelatnici odgovorni za zaštitu od požara odnose se, prije svega, na odgovarajuće održavanje građevine koje mora biti

usklađeno sa zahtjevima definiranim projektom i važećim propisima. To praktično znači da djelatnik odgovoran za zaštitu od požara mora reagirati u svim slučajevima, dogradnji, adaptacija i sl. (naročito onih koje ne idu u proceduru ishođenja građevinske dozvole), kako bi se zadržala projektom predviđena tehnička svojstva građevine u pogledu zaštite od požara. Ovdje je važno napomenuti da je Zakonom o gradnji propisano u kojim slučajevima se mora kod određenih radova ishoditi izmjena građevinske dozvole, a to su bez izuzetka i svi slučajevi u kojima se zbog radova na građevini utječe na tehnička svojstva građevine u pogledu zaštite od požara.

Također, nepohodno je da djelatnici na poslovima zaštite od požara brinu i o potrebi obnove eventualno oštećenih vatrootpornih zaštitnih premaza (posebice kod čeličnih i drvenih konstrukcija) ili o njihovoj zamjeni nakon isteka određenog vremena ukoliko je to predviđeno uputama proizvođača.

Osim navedenog potrebno je održavati u ispravnom stanju svu ugrađenu opremu koja omogućuje funkcioniranje projektiranog sustava zaštite od požara pa Zakon o zaštiti od požara određuje da se ispravnost tih instalacija i drugih zaštitnih uređaja koji služe za spriječavanje nastajanja i širenja požara mora provjeriti najmanje jednom godišnje od strane ovlaštene pravne osobe, sukladno tehničkim normativima, normama i uputama proizvođača.

Nažalost, dugogodišnja praksa govori o značajnih nedostacima u segmentu održavanja građevina koji su u najvećem broju slučajeva neopravdani, tako da i dobro projektirane i izvedene građevine nakon kratkog razdoblja uporabe postaju objekti male sigurnosti u slučaju požara.” Sitni” propusti često se pretvaraju u katastrofe.

2.1.2. TEMELJNI ZAHTEJEVI ZAŠTITE OD POŽARA GRAĐEVINA

Osnovni principi zaštite od požara građevina usmjereni su na :

- pravilan odabir **građevinskih materijala** u pogledu njihovog ponašanja u požaru odnosno reakcije na vatru (reaction to fire) koja obuhvaća gorivost, zapaljivost, brzinu širenja plamena, gorivo kapanje i /ili otpadanja gorućih dijelova , gustoću dima i toksičnost dimnih plinova , toplinske moći i dr ;

- pravilan odabir građevinskih elemenata i konstrukcija u pogledu njihove **otpornosti na požar** (fire resistance), pod kojom se razumijeva svojstvo građevinske konstrukcije da tijekom određenog vremena sačuva svoju nosivu funkciju, cjelovitost i/ili toplinsku izolaciju kako je propisano u normi o ispitivanju otpornosti na požar (prema ISO/IEC GUIDE 52);

- pravilno **projektiranje** građevine u pogledu njene podjele u manje cjeline (požarne sektore) otporne na požar, pravilno projektiranje izlaznih puteva za evakuaciju ugroženih osoba kao i pravilno projektiranje vatrogasnih pristupa za provođenje učinkovite akcije spašavanja osoba , imovine i gašenja požara i dr.

2.1.2.1. Požarne značajke građevinskih materijala i važeće norme prema kojima se materijali ispituju

Sve fizikalne i/ili kemijske promjene materijala pri izloženosti požaru nazivaju se požarnim značajkama materijala, a najčešće se odnose na gorivost, zapaljivost, brzinu širenja plamena, gorivo

otkapavanje materijala, sposobnost stvaranja dima i toksičnih plinova i toplinsku moć. Ovaj skup relevantnih osobina materijala bitan sa aspekta doprinosa materijala širenju i razvoju požara te rezultirajućeg djelovanja na ljude i okolinu poznat je u literaturu i pod pojmom reakcije na vatru (**reaction to fire**).

U tom području u Hrvatskoj su na snazi DIN i EN norme. Do kraja ove godine važeć su svi atesti koji su rađeni po normama skupine. Iz tog roka vrijede samo norme skupine HRN EN.

Norma HRN DIN 4102-1 građevne materijale u pogledu ponašanja u požaru (reakcije na vatru) dijele u pet grupa. Norma HRN DIN 4102 dio 1 razlikuje u pogledu reakcije na vatru slijedeće klase (razrede):

kod negorivih materijala :

- klasu A1 i
- klasu A2

kod gorivih materijala

- klasu B1 (teško zapaljivi materijali)
- klasu B2 (normalno zapaljivi materijali)
- klasu B3 (lako zapaljivi materijali)

Zahtjevi kojima se propisuje primjena određenih klasa gorivosti u pravilu se navode u tehničkim propisima. Tako se primjerice u članku 15. Pravilnika o zaštiti od požara ugostiteljskih objekata (NN 100/99) navodi se da se podovi sigurnosnog izlaznog puta mogu oblagati i materijalima klase gorivosti B1, a podovi pristupnog puta I materijalima klase gorivosti B2.

Određeni broj građevinskih materijala ne mora se ispitivati (kamen, čelik , drvo i sl.), jer prema normi HRN DIN 4102 dio 4 postoji mogućnost tabličnog određivanja klase gorivosti građevinskog materijala. Primjerice prema navedenoj normi u klasu B1 (teško zapaljivi materijali) razvrstavaju se : opeka, hrastov parket, PVC podne obloge (ako su izvedene prema DIN-u 16 950) i dr. U klasu B2 (normalno zapaljivi materijali) razvrstavaju se drvo i drveni materijali približne gustoće \geq od 400 kg/m³ i debljine > 2mm , linoleum obloge izrađene prema DIN-u 18 171 , električni vodovi i dr.

Osim gorivosti, važno svojstvo građevinskih materijala pri izloženosti požaru je sposobnost odavanja dima i toksičnih plinova . Analize brojnih požara ukazuju da oko 80% osoba strada u požaru od toksičnih dimnih plinova a ne vatre. Ovi plinovi su zbog svog sastava (najčešće su to CO, CO₂, HCL, HCN) iznimno štetni za ljudsko zdravlje i dovode već pri vrlo malim koncentracijama do smrti.

Osim toksičnih produkata dim kojeg čine vidljive krute i /ili tekuće čestice koje lebde u zraku dovodi do smanjenja vidljivosti što bitno otežava evakuaciju i spašavanje. Iz tih razloga kod ispitivanja određenih građevinskih materijala prati se i svojstvo dimljivosti. Primjerice, kod podnih obloga koje se ispituju prema normi HRN DIN 4102 dio 14 utvrđuje se stupanj smanjenja vidljivosti zbog stvaranja dimnih plinova te je to i jedan od kriterija prilikom razvrstavanja materijala u određenu klasu.

Posljednjih godina u Hrvatskoj su preuzete i EN norme iz područja zaštite od požara. U tom smislu EU kalsifikacija se bitno razlikuje od kalsifikacije po DIN-u. Umjesto 5 klasa gorivosti po DIN-u u EU normi se pojavljuje sedam klasa gorivosti (A1, A2, B,C,D, E i F),

tri klase dimljivosti s1, s2, i s3, i

tri klase kapljivosti d0, d1 i d2

Karakteristike nekog materijala u pogledu ponašanja u požaru kombinacija su triju karakteristika (gorivosti , dimljivosti, i gorivog otkapavanja) pa primjerice neki materijal može imati oznaku B,s1,d0 . Na taj način dobiva se sustav od ukupno 40 klasa.

2.1.2.1.1. Način određivanja reakcije na požara

Prema novom Pravilniku o opornosti na požar i drugim zahjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13 i 87/15), reakcija na požar određuje prema tzv podskupinama zgrada (ZPS 1 do ZPS 5), koje se dijele prema karakteristikama, pa se suladno tome defoinira i reakcija na požar .

TABLICA 5. Unutarnje zidne obloge i završni slojevi
2

Prilog

Građevni dijelovi	Zgrada podskupine (ZPS)											Visoke zgrade
	ZPS1	ZPS2	ZPS3		ZPS4		ZPS5					
Unutarnje zidne obloge, izuzimajući evakuacijske putove												
Klasificirani sustav ili	D	D	D		D		D		D		B	
Izvedba sa sljedećim klasificiranim komponentama												
-obloga	D	B	D i B	D	B	C		B	C	B	A2	
	il		l									
-izolacija	C i E	C i E	C ili	D	B	ili	D	B	ili	C	A2	
Unutarnje zidne obloge, u evakuacijskim putovima												
Klasificirani sustav ili	NIJE PRIMIJE NJIVO	D	C		B		A2		A2			
Izvedba sa sljedećim klasificiranim komponentama												
-obloga	NIJE PRIMIJE NJIVO	D	C		A2	B		A2	B	A2		
- podkonstrukcija	NIJE PRIMIJE NJIVO	D	A2	ili	A2	A2	ili	A2	A2	ili	A2	
	NIJE PRIMIJE NJIVO											
-izolacija	PRIMIJE NJIVO	C	B		D	A2		C	A2	B	A2	
Unutarnji završni slojevi zida unutar evakuacijskih putova												
-hodnici	NIJE PRIMIJE NJIVO	D	C-s1, d0		C-s1, d0		B-s1, d0		A2-d0			
-stubište	PRIMIJE NJIVO	D	C-s1, d0		A2-s1, d0		A2-s1, d0		A2-s1, d0			

2.1.2.2.Otpornost na požar građevinskih elemenata i konstrukcija i važeće norme prema kojima se ispituje otpornost na požar

Otpornost na požar (fire resistance) je, kao što je već rečeno, svojstvo konstrukcije, odnosno elementa (a ne materijala), da u uvjetima izloženosti normiranom požaru sačuva tijekom određenog vremena svoju nosivost, spriječi prodor plamena i toplinskog zračenja sukladno zahtjevima norme za ispitivanje otpornosti na požar. Otpornost na požar definira se vremenom (od 15 do 240 minuta) u kojem je ta konstrukcija zadovoljila definiranim kriterijima.

Utvrđivanje otpornosti na požar konstrukcije određuje se temeljem ispitivanja pri kojem se građevinski elementi i konstrukcije (zidovi, stupovi, grede , ploče, vrata i dr) izlažu, sukladno zahtjevima norme, djelovanju tzv. normiranog požara. Pod tim pojmom razumijeva se simulirani požar kod kojeg je vremenski prirast temperature u ispitnoj peći određen tzv. normiranom (standardnom) krivuljom požara (slika 2.1).

Normirana krivulja požara daje funkcijsku ovisnost između temperature i vremena trajanja normiranog požara tijekom laboratorijskog ispitivanja ponašanja građevinskih materijala, elemenata i konstrukcija pri izloženosti normiranom požaru. Ta krivulja nastala je kao rezultat mnogih eksperimenata kojima su se pokušali stvoriti uvjeti kao u pravom požaru i ona daje približno isti prirast temperature u jedinici vremena kao i u stvarnom požaru. Normirana (standardna) krivulja požara usvojena je od strane međunarodne organizacije za normizaciju (ISO -a) i propisana je normom ISO 834 kao i normama svih europskih zemalja, pa tako i preuzetom normom HRN DIN 4102 -2

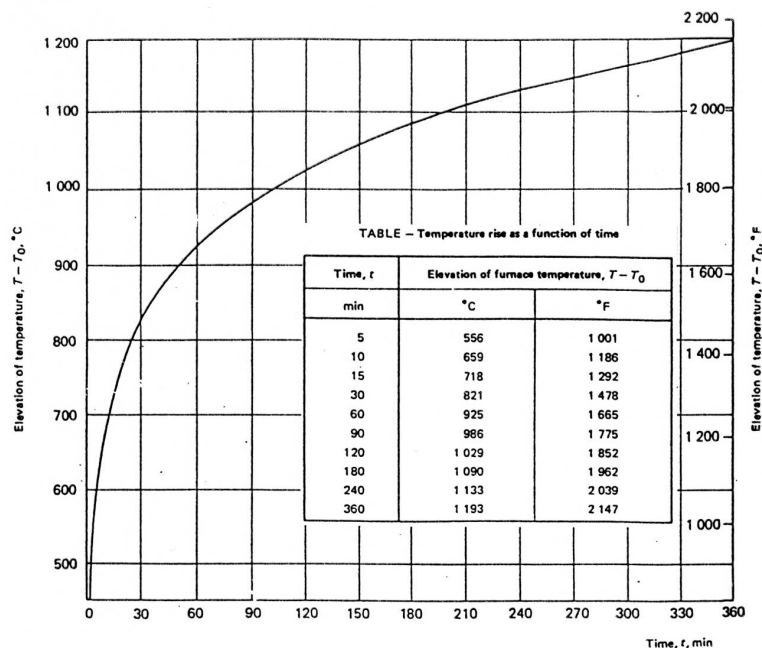
Krivulja je određena formulom:

$$T-T_0= 345 \log (8 t +1)$$

gdje je T -temperatura peći u trenutku t izražena u stupnjevima Celzijusa,

T_0 -početna temperatura peći izražena u stupnjevima Celzijusa,

t- trajanje ispitivanja u minutama;



Slika 2.1 Normirana vremensko-temperaturna krivulja razvoja požara

2.1.2.2.1. Način ispitivanja građevinskih konstrukcija u pogledu otpornosti na požar

Građevinska konstrukcija izlaže se (jedostrano ili višestranu) u stvarnoj veličini (ili veličini koju određuju gabariti ispitne peći) i pod projektiranim opterećenjem djelovanju simuliranog požara. Prilikom ispitivanja građevinske konstrukcije ne smije u vremenu otpornosti na požara doći do prekoračenja ni jednog od tri kriterija:

- 1) rušenja konstrukcije (vrijedi za zidove, stropove, stupove i grede),
- 2) nastanka pukotina, naprslina i drugih otvora zbog kojeg dolazi do prodora plamena (vrijedi za zidove koji razdvajaju prostor i stropove), i
- 3) srednja temperatura na neizloženoj strani (zida) ne smije prijeći 140°C više od početne, a najveća temperatura ni na kojem mjestu ne smije biti viša za 180°C od početne (vrijedi za zidove koji razdvajaju prostor i stropove).

Otpornost na požar definira se vremenom u kojem nije došlo do prekoračenja bilo kojeg od navedenih kriterija. Kod stupova i greda kriterij za određivanje otpornosti na požara je početak pojave plastičnih deformacija.

U europskim dokumentima iz područja zaštite od požara usvojena su za spomenuta tri kriterija i nove oznake i to :

SKRAĆENICA	ZNAČENJE	IZVEDENO (iz francuskog)
R	kriterij nosivosti	Resistance
E	kriterij prostorne cjelovitosti	Etancheite

I	kriterij toplinske izolacije	Isolation
---	------------------------------	-----------

Građevinske konstrukcije koje imaju samo nosivu funkciju (primjerice stupovi) moraju udovoljavati kriteriju **R** , dok građevinske konstrukcije koje imaju samo razdjelnu funkciju (primjerice pregradni nenosivi zidovi) moraju udovoljavati kriteriju **E i I**. Građevinske konstrukcije koje imaju i nosivu i razdjelnu funkciju (primjerice požarni zidovi) moraju imati i nosivu i razdjelnu funkciju te moraju zadovoljiti kriterije R, E i I.

2.1.3. ZAHTJEVI U VEZI S OČUVANJEM NOSIVOSTI KONSTRUKCIJA GRAĐEVINA U SLUČAJU POŽARA KOJI SU SADRŽANI U POSTOJEĆOJ ZAKONSKOJ REGULATIVI

Osnovni zahtjevi zaštite građevine od požara dani su kako je nevedeno u Zakona o gradnji i Zakonu o zaštiti od požara građenju. Prvi od zahtjeva odnosi se na **očuvanje nosivosti konstrukcije u slučaju požara tijekom određenog vremena** . Ovaj zahtjev provodi se pravilnim određivanjem potrebne klase otpornosti na požar nosive konstrukcije građevine.

2.1.3.1. Procedura predviđena zakonom

Prema važećim propisima podatak o potrebnoj klasi otpornosti na požar građevine dobiva se kroz tzv. posebne uvjete građenja iz područja zaštite od požara. U ovim posebnim uvjetima građenja koje sukladno odredbama Zakona o zaštiti od požara određuje Ministarstvo unutarnjih poslova , u pravilu , su moguće tri situacije:

- 1) klasa otpornosti na požar nosive konstrukcije određuje se prema važećim hrvatskih propisima ovisno o namjeni građevine, ili , kad oni ne postoje,
- 2) prema inozemnom propisu koji se u ovom slučaju primijenjuje kao priznato pravilo tehničke prakse ili
- 3) proračunom prema EUROCOD-u

2.1.3.1.1. Određivanje klase otpornosti na požara temeljem hrvatskih propisa

U sadašnjim hrvatskim propisima i/ili pravilima tehničke prakse, mogu se naći određene klase otpornosti na požar nosive konstrukcije građevina ovisno o njihovima karakteristikama, odnosno nanjeni .

Tako se prema novom Pravilniku o opornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13 i 87/15), otpornost na požar određuje prema tzv podskupinama zgrada (ZPS 1 do ZPS 5), pa se suladno tome otpornost na požar definira tablično.

OTPORNOST NA POŽAR

TABLICA 1. Zahtjevi za otpornost na požar konstrukcija i elemenata zgrada

	Klasa građevine (ZPS)	ZPS1	ZPS2	ZPS3	ZPS4	ZPS5	Visoke zgrade
1	Nosivi dijelovi (osim stropova i zidova na granici požarnog odjeljka)						
1.1	zadnji kat ili podkrovlje	BEZ ZAHTJEVA	R 30	R 30	R 30	R 60	PREMA POSEBNOM PROPISU
1.2	suteren, prizemlje i katovi	R 30	R 30	R 60	R 60	R 90	
1.3	podrumske (podzemne etaže)	R 60	R 60	R 90	R 90	R 90	
2	Pregradni zidovi između stanova, poslovnih jedinica, prostora različite namjene, te evakuacijskih hodnika						
2.1	zadnji kat ili podkrovlje	NIJE PRIMJENJIVO	EI 30	EI 30	EI 60	EI 60	PREMA POSEBNOM PROPISU
2.2	suteren, prizemlje i katovi	NIJE PRIMJENJIVO	EI 30	EI 60	EI 60	EI 90	
2.3	podrumske (podzemne etaže)	NIJE PRIMJENJIVO	EI 60	EI 90	EI 90	EI 90	
3	Zidovi i stropovi na granici požarnog odjeljka i granici parcele (REI nosivi zidovi, EI pregradni zidovi)						
3.1	zidovi na granici parcele	REI 60 EI 60	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	PREMA POSEBNOM PROPISU
3.2	ostali zidovi i stropovi na granici požarnog odjeljka	NIJE PRIMJENJIVO	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	
4	Stropovi i kosi krovovi stambene ili poslovne namjene s nagibom ne većim od 60 stupnjeva prema horizontali						
4.1	Stropovi iznad zadnjeg kata	BEZ ZAHTJEVA	R 30	R 30	R 30	R 60	PREMA POSEBNOM PROPISU
4.2	Međustropovi iznad ostalih katova	BEZ ZAHTJEVA	REI 30	REI 60	REI 60	REI 90	
4.3	Stropovi između podrumskih (podzemnih etaža)	R 60	REI 60	REI 90	REI 90	REI 90	
5	Balkonska ploča	BEZ ZAHTJEVA	BEZ ZAHTJEVA	BEZ ZAHTJEVA	R 30 ili najmanje A2	R 30 i najmanje A2	PREMA POSEBNOM PROPISU

U starijim tehničkim propisima od kojih se mnogi stavljeni van snage, ali se primjenjuju kao priznata pravila tehničke prakse, zahtjevi za otpornost na požat definirani su uglavnom namjenom objekta.

Tako se primjerice za lakirnice određuje klasa otpornosti na požara nosive konstrukcije od 120 minuta (kod slobodno stojećih lakirnica), ili 180 minuta kod lakirnica u sastavu drugog objekta (preuzeti Pravilnik o tehničkim normativima za uređaje u kojima se nanose i suše premazna sredstva, "Sl.list" 57/85 koristi se kao pravilo tehničke prakse).

Kod plinskih kotlovnica traži se da zidovi i krov kotlovnice moraju biti otporni na požar najmanje 30 minuta ako postoji opasnost od preskoka ili prodora požara preuzeti Pravilnik o tehničkim normativima za projektiranje, gradnju, pogon i održavanje plinskih kotlovnica (preuzeti pravilnik "Sl.list", broj 10/90 također se koristi kao pravilo tehničke prakse).

Kod skladišta Prema Pravilniku o zaštiti od požara u skladištima (NN 93/2008), klasa otpornosti na požara nosive konstrukcije utvrđuje se temeljem **požarnog opterećenja** i veličine skladišta

Pojam i proračun požarnog opterećenja definiran je normom HRN U.J1.030. Prema navedenoj normi razlikujemo

- ukupno požarno** koje se definira kao ukupna toplinska energija koja se može osloboditi iz kalorične moći sveukupnog upaljivog materijala u promatranom prostoru te:

- specifično požarno opterećenje** pod koji se podrazumijeva prosječni iznos ukupnog požarnog opterećenja na jedinicu podne površine promatranog prostora (GJ/m^2).

Razlikuju se tri grupe specifičnih požarnih opterećenja :

- nisko požarno opterećenje do 1 GJ/m^2 ,

- srednje požarno opterećenje od $1 - 2 \text{ GJ/m}^2$,

- visoko požarno opterećenje više od 2 GJ/m^2 .

Utom smislu navedeni Pravilnik o zaštiti od požara skladišta u članku 5., u pogledu otpornosti na požar zahtijeva slijedeće;

“Otpornost na požar konstrukcijskih elemenata skladišta određuje se sukladno odredbama ovog Pravilnika

.Iznimno od odredbe ovoga članka, potrebni stupanj otpornosti na požar može se odrediti i prema odgovarajućim hrvatskim normama Eurocod.

Prostor skladišta koje je smješteno u objektu druge namjene mora biti odvojen od te namjene (ili tog dijela objekta) požarnim zidom minimalne otpornosti na požar od najmanje 90 minuta. Izvedba požarnog zida mora odgovarati priznatim pravilima tehničke prakse.

Otpornost na požar građevinskih elemenata na granici požarnih sektora te nosivih građevinskih elemenata prostora različite namjene skladišta, a koje se smatraju dijelom jedne tehnološke cjeline, ili su požarni sektori manjih skladišta, treba biti najmanje 30 minuta kod odvajanja prostora s niskim požarnim opterećenjem, 60 minuta kod odvajanja prostora sa srednjim požarnim opterećenjem odnosno 90 minuta kod odvajanja prostora s

visokim požarnim opterećenjem.

Nosiva konstrukcija slobodnostojećeg objekta skladišta mora zadovoljavati najmanje otpornost na požar od 30 minuta, dok je na granicama požarnih sektora, najmanja otpornost na požar propisana odredbama stavaka 1. i 3. ovoga članka.

Ukoliko je prostor skladišta članka štice automatskim sustavom za gašenje požara »sprinkler« ili drugim odgovarajućim automatskim sustavom za gašenje požara, nema zahtjeva za otpornost na požar nosive konstrukcije za sva skladišta površine do 6000 m².

Ukoliko se skladište nalazi u sastavu građevine druge namjene za koju je propisan veći stupanj otpornosti od požara, vatrootpornost konstruktivnih elemenata tog skladišta mora biti najmanje ista kao i same građevine.

Ako je nosiva konstrukcija skladišta čelična i pritom nije vatrootporno zaštićena, potrebno je dokazati da pri temperaturi od 500°C neće doći do deformacije konstrukcije koje bi izazvale oštećenja koja utječu na otpornost na požar i stabilnost konstrukcije na granici požarnih sektora kroz koje prolazi čelična konstrukcija.

Iznad evakuacijskih putova ne smiju biti materijali koji gorenjem, kapanjem ili na drugi način ugrožavaju sigurnu evakuaciju”.

Kod visokih objekata (građevine s prostorima za boravak ljudi čiji su podovi najvišeg kata 22 m iznad najniže kote terena na koju se može pristupiti i intervenirati uz uporabu automehaničkih ljestvi) određeno je da” nosivi i pojačani vanjski zidovi” moraju imati klasu otpornosti na požara od najmanje 90 minuta.

Za velik broj građevina kao što su: industrijske građevine, bolnice, starački domovi, dječji vrtići, trgovine, stambene građevine (izuzimajući visoke građevine), kazališta, koncertne dvorane, muzeji , biblioteke , športske dvorane, hoteli, moteli , garaže, aerodromi i mnoge druge građevine ne postoje hrvatski propisi prema kojima se može odrediti potrebnu klasu otpornosti na požar nosive konstrukcije pa se u tom slučaju primjenjuju strani propisi kao priznata pravila tehničke prakse.

2.1.3.2. Odabir građevinskih konstrukcija koje imaju traženu klasu otpornosti na požar

Nakon određivanja potrebne klase otpornosti na požar nosive konstrukcije građevine, potrebno je odabrati nosivu konstrukciju koja ima traženu klasu otpornosti na požar. Temeljem važeće hrvatske normativno-tehničke regulative ovaj odabir moguće je obaviti na slijedeće načine:

- 1) Proračuna ili tablično prema EUROCOD-u
- 2) Ispitivanjem sukladno važećim normama.

2.1.3.2.1. Odabir građevinske konstrukcije odgovarajućih parametara preko tablica ili proračunom

Smisao tabličnog određivanja odgovarajuće građevinske konstrukcije s potrebnom otpornosti na požar je praktične i ekonomske naravi, jer se ovim načinom, prije svega, izbjegavaju skupa ispitivanja. Primjena ovih tablica traži poznavanje određenih utjecajnih veličina kao što su: način izloženosti konstrukcije požaru

(jednostrano, višestrano), građevski materijal od kojeg je konstrukcija izrađena (armirani beton, čelik, drvo, opeka i dr), konstruktivni sustav, napon, stupnja iskorištenja presjeka i dr. Temeljem navedeni veličina odabire se u tablicama odgovarajuća građevinska konstrukcija koja ima traženu otpornost na požar. Preuzimanjem europskih normi za proračun konstrukcija (tzv EUROCOD-ova) dokaz otpornosti na požar može se provesti u fazi statičkog proračuna gdje je požar uveden kao djelovanje na konstrukciju.

2.1.3.2.2. Određivanje otpornosti na požar građevinskih konstrukcija ispitivanjem

Kod tipskih građevinskih konstrukcija (konstrukcije koje se proizvode u serijama prema određenom tipu) otpornost na požar utvrđuje se ispitivanjem prema sukladno preuzetim hrvatskim normama. Iznimno za potrebe specifičnih projekata ispitivanje otpornosti na požar može se obavljati i za specifične konstruktivne sklopove.

2.1.4. PONAŠANJE U POŽARU I NAČINI ZAŠTITE OD POŽARA GRAĐEVINSKIH KONSTRUKCIJA OVISNO O MATERIJALU IZRADE

Ovisno o materijalu iz kojeg su izrađene, rasponu, statičkom opterećenju i drugim čimbenicima nosive konstrukcije građevina različito se ponašaju u požaru. Neke konstrukcije i bez posebnih zaštita imaju visoku otpornost na požar (primjerice konstrukcije od opeke), a druge pak ne mogu postići ni minimalnu otpornost na požar (kao što su čelične konstrukcije), bez posebnih i često skupih zaštita.

2.1.4.1. Čelične konstrukcije

Čelične konstrukcije primjer su posebno neotpornih konstrukcija na djelovanje požara jer se kritične temperature (koje izazivaju pad čvrstoće čelika i do 50%) javljaju u prosječnom požaru već nakon 5 minuta. Prema normiranoj vremensko-temperaturnoj krivulji (ISO 834) , temperatura nakon 5 minuta iznosi 556° C (slika2.1). Zbog onemogućavanja termičkih deformacija (radi načina oslanjanja odnosno konstruktivnog sistema u cjelini) , u praksi su poznati slučajevi i deformacija nosivih čeličnih konstrukcija i pri nižim temperaturama (veliki progibi, izvijanje), pa je očito da kod ovih konstrukcija treba obratiti posebnu pozornost kako bi se zaštitile u slučaju požara. Najstariji načini zaštite čeličnih konstrukcija izvodili su se obzidavanje ili betoniranje čeličnih profila. U novije vrijeme češće se koriste oblaganja negorivim pločama, i premazivanje zaštitnim sredstvima.

2.1.4.2. Konstrukcije od drva

Iako je drvo zapaljiv materijal, opće je poznato da je ponašanje nosivih konstrukcija od drveta u požaru povoljnije je od čeličnih. Pougljenjeni sloj što se stvara u požaru oko presjeka drvenog nosača toplinski je izolator koji određeno vrijeme štiti jezgru presjeka od visokih temperatura.

U odnosu na brzinu sagorjevanja drveta (koja ovisi o više faktora kao što su gustoća drveta, vlažnost drveta, presjek drvenog elementa i dr.), te statičkom opterećenju i značajkama nosača (presjek, vitkost i dr.) moguće je izračunati potrebni presjek drvenog nosača koji će imati traženu otpornost na požara.

U svim slučajevima potrebna otpornost na požar drvenih nosača postiže se povećanjem statički potrebnog presjeka nosača ili njegovim oblaganjem negorivim materijalima.

2.1.4.3. Betonske i armirano-betonske konstrukcije

Iako se betonske i armirano betonske konstrukcije, u pravilu ne ruše u požaru činjenica je da djelovanje visokih temperatura dovodi do velikog pada tlačne čvrstoće betona prema tablici. Na betonske i armirano betonske konstrukcije osim djelovanja vatre nepovoljno djeluje i akcija gašenja požara kad dolazi do naglog hlađenja konstrukcije.

Temperatura	⁰ C	200	300	400	500	600	800	1000
Tlačna čvrstoća	%	80	70	60	40	20	10	0

Tablica-Promjena tlačne čvrstoće betona (u % od početne vrijednosti) pri djelovanju temperatura u požaru

Kod armirano -betonskih konstrukcija u pogledu otpornosti na požar bitna je debljina betonskog sloja koji štiti armaturu od kritične temperature ali i drugi čimbenici kao što su: vrsta agregata, vrsta cementa, vlažnost betona, zbijenost betona, poroznost betona, količina armature i dr.

2.1.4.4. Zidane konstrukcije

Najmanje problema u pogledu otpornosti na požar ima s nosivim konstrukcijama izrađenim od opeke budući da je opeka u procesu proizvodnje već prošla temperaturnu obradu na kojoj se do temperature od cca 900⁰ C ne uočavaju bitne promjene (osim kod naglog hlađenja pri gašenju požara kada dolazi do pojave pukotina). Kod zidanih konstrukcija od opeke moguće je postići i s manjim debljinama visoke klase otpornosti na požar.

2.1.4.5. Računsko određivanje otpornosti na požar nosivih konstrukcija prema EUROCODOVIMA

U području nosivih konstrukcija na razini europskog tehničkog odbora CEN¹-ovog tehničkog odbora TC 250 razvijeni su tzv EUROCODOVI (ustvari europske norme) koje daju osnove za projektiranje građevinskih konstrukcija. U navedenim eurokodovima obrađene su i proračunske metode za slučaj opterećenja konstrukcije požarom. Tako se primjerice u eurocodu 2 (EN 1992 dio 1.2.) daje proračuna za dimenzioniranje konstrukcija od armiranog i prednapetog betona, u eurocodu 3 (EN 1993) konstrukcija od čelika, u eurocodu 4

¹ CEN (Comite Europeen de Normalisation) kratica za Europski odbor za normizaciju u čijem sastavu se nalazi niz tehničkih odbora zaduženih za donošenje normi u pojedinim područjima. Zaštita od požara obrađuje se u više tehničkih odbora, a matični odbor za građevinske mjere zaštite od požara je TC 127 (Zaštita od požara u zgradama)

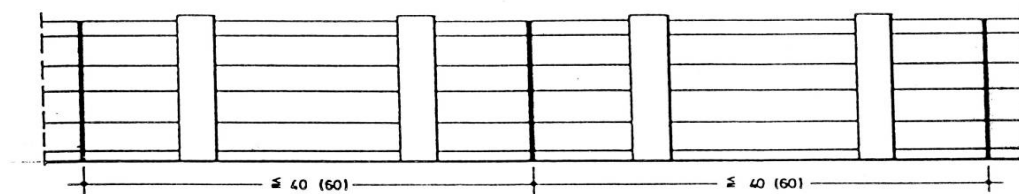
(EN 1994) spregnutih čelično-betonskih konstrukcija u eurokodu 5 (EN 1995) drvenih konstrukcija te u eurokodu 6 (EN 1996) zidanih konstrukcija.

2.1.5. POŽARNO SEKTORIRANJE GRAĐEVINA

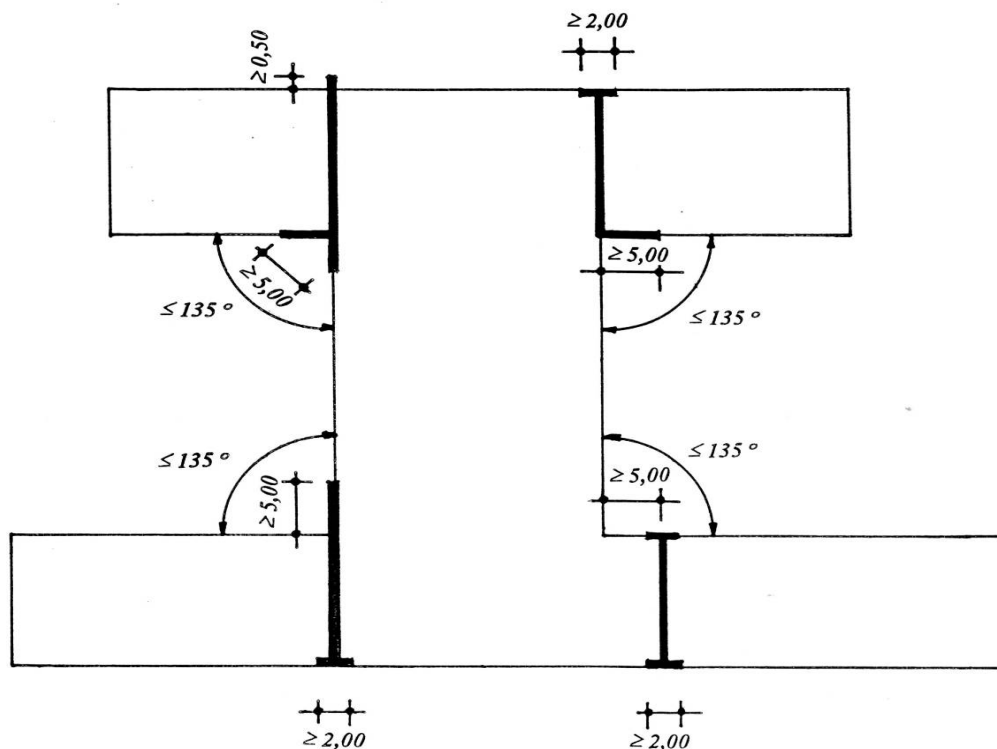
Druga alineja članka 25., Zakona o zaštiti od požara zahtjeva da građevina bude tako projektirana i izvedena da se spriječi širenje vatre i dima unutar građevine.

Ovom zahtjevu udovoljava se podjelom građevine na manje cjeline **požarne sektore**. **Požarni sektor** je dio građevine odjeljen od ostalih dijelova građevine građevinskim konstrukcijama i elementima (zidovima, stropovima, vatrootpornim vratima, ventilacijskim zaklopkama i dr) koji imaju određenu otpornost na požar. U trajanju otpornosti na požar građevinskih konstrukcija i elemenata mora biti spriječen prodor vatre i dima iz tog požarnog sektora na ostale dijelove građevine i/ili spriječeno širenje vatre i dima na taj požarni sektor iz ostalih dijelova građevine;

Zbog navedenih razloga građevine se, ovisno o namjeni (stambenoj, poslovnoj, zdravstvenoj, obrazovnoj, industrijskoj i drugo), ali i ostalim parametrima (visini, požarnom opterećenju, zaposjednutosti prostora i drugo) dijele na požarne sektore (slika 2.), što je definirano važećim hrvatskim propisima ili pravilima tehničke prakse.



Slika 1. Princip podjele dugačkih građevina požarnim zidovima-Maksimalni razmaci požarnih zidova



Slika 2. Opći principi izvedbe požarnih zidova i njihovih završetaka na fasadi kođ građevina razvedenog tlocrta koje se spajaju pod kutem $\leq 135^\circ$ (mjere u metrima)

Slika 2.2. Primjer podjele građevine na požarne sektore

Ovaj zahtjev ne odnosi se na građevine za koje to zbog njihove prirode nije izvedivo ili nije opravdano sa stanovišta zaštite od požara (primjerice mostove, vijadukte, tunele i sl.).

U pravilu u posebne požarne sektore izdvajaju se:

- prostori s povećanim požarnim opterećenjem;
- prostori s povećanim stupnjem opasnosti za izbijanja požara i eksplozija;
- vodoravni i okomiti puteve za izlaženje i provođenje akcije spašavanja i gašenja;
- vodoravni i okomiti kanali (venilacijskih i klimatizacijskih sustava i slično) koji međusobno povezuju više požarnih sektora,
- ventilacijske i klimatizacijske komore,

- prostori za smještaj liftova i pripadajućih pogonskih uređaja,
- prostore u koje su smješteni uređaji, oprema, sredstva i mediji za gašenje požara,
- prostori za smještaj uređaja za povišenje tlaka;
- podrumske i tavanke etaže i
- druge prostore s povećanom opasnošću od izbijanja požara i/ili eksplozija .

2.1.5.1. Veličine požarnih sektora

Veličine požarnih sektora građevina određuju se prema posebnim propisima za pojedinu vrstu građevine što ovisi o nizu čimbenika kao što su:

- požarno opterećenje,
- otpornost građevine na požar,
- katnost objekta ,
- vrsta tehnološkog procesa,
- postojanje uređaja za automatsko gašenje požara,
- postojanje uređaja za automatsko otkrivanje požara i dr.

Primjerice u ovaj podatak može se naći kod visokih objekata (preuzeti Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu visokih objekata od požara preuzet "NN" 53/91, koji se primjenjuje kao priznato pravilo tehničke prakse) gdje se u članku 7. navodi :

Objekt se dijeli na požarne sektore, čija veličina ovisi o visini objekta, kako je prikazano u tablici

Visina objekta u m	Veličina požarnog sektora u m ²
od 22 do 40	do 1500
od 41 do 75	do 1000
od 76 do 100	do 800
više od 100	do 500

Tablica- Veličine požarnih sektora u odnosu na visinu građevine

Kad u hrvatskim propisima nema odredbi koje određuju veličinu požarnih sektora tada se koriste inozemni propisi koji se u ovom slučaju primjenjuju kao priznata pravila tehničke prakse.

2.1.5.2.Načini izvedbe požarnih sektora

Požar nastao u nekom dijelu građevine (požarnom sektoru) širi se u pravili u dva smjera i to:

1) **vodoravnom;** preko zidova, otvora za prolaze i osvjetljenje (vrata, nadsvjetla i sl.), otvora za prodore instalacija, prozora susjednih prostorija istog kata te krovova građevine;

2) **okomitom;** smjeru preko stropova, stepenišnih prostora i okana dizala , otvora i kanala za instalacije, te prozora nižih katova na više.

Za spriječavanje **vodoravnog** širenja požara požarni sektori odvajaju se zidovima određene vatrootpornosti (od 30 do 240 minuta), te elementima za zatvaranje neophodnih otvora u tim zidovima (vatrootporna vrata, protupožarne zaklopke u ventilacijskim kanalima, cjevne obujmice), te vatrootpornim brtvilima kod prodora raznih instalacija.

Također, vodoravno širenje požara priječi se i posebnom izvedbom završetaka tzv. požarnih zidova na krovu i na fasadi građevine što je detaljnije opisano u poglavlju o požarnim zidovima.

Za spriječavanje **okomitog** širenja požara unutar građevine izvode se stropovi određene otpornosti na požar , odvajanje vatrootpornim pregradama okomitih okana za komunikacije (stubišta, liftovskih okana), vatrootporno brtvljenje okomitih cijevnih prodora i dr. Radi spriječavanja okomitog prenošenja požara po fasadi preko prozora nižeg kata na više katove izvodi se dio fasadnog zida (između kraja otvora donjeg kata i početka otvora gornjeg) od negorivih i vatrootpornih materijala u visini od najmanje 1 metar .Osima spomenutog načina prijenos požara između dvije etaže preko otvora može se spriječiti i postavljanjem konzolnih dijelova konstrukcije izvedene od negorivih materijala koje moraju imati širinu najmanje 0,50 m

Otpornost na požar građevinskih elemenata ili konstrukcija koji omeđuju požarne sektore građevina određuje se prema posebnom propisu za tu vrstu građevine ili u slučaju kad isti ne postoji, prema priznatim pravilima tehničke prakse što se određuju u postupku izdavanja posebnih uvjeta građenja iz područja zaštite od požara.

Poseban slučaj vatrootpornih zidova su tzv. požarni zidovi koji se u pogledu načina izvedbe i otpornosti na požar razlikuju od ostalih zidova otpornih na požar.

2.1.5.3. Požarni zidovi

Zadaća požarnih zidova je da priječe prijenos vatre i dima na dio građevine odjeljen tim zidom i/ ili susjednu građevinu. Izvode se isključivo od negorivog materijala (razred A), a njihova otpornost na požar ne smije iznositi manje od 90 minuta . Ostali vatrootporni zidovi mogu imati i manju otpornost na požar. Požarni zid presjeca građevinu u čitavoj visini od temelja do krovne plohe u čemu se također razlikuje od ostalih vatrootpornih zidova koji se mogu izvoditi i na nivou samo jedne etaže.

Požarni zidovi mogu biti:

- **unutarnji** kad razdvajaju građevine i/ili požarne sektore i
- **vanjski** - kad s jedne strane omeđuju građevinu odnosno požarni sektor, a s druge graniče s vanjskim prostorom.

Ovi zidovi izvode se u pravilu:

- kod građevina kod kojih je završni zid udaljen manje od 3 metara od postojeće susjedne građevine ili građevine predviđene urbanističkim planom;
- kod građevina velike dužine kada se požarni zidovi postavljaju na razmaku od 40 m do (iznimno) 60 m (Slika 2.2);
- kod građevina u nizu;

- između građevina i/ili dijelova građevina različite namjene. Primjerice stambene i gospodarske, poslovne i proizvodne ;
- kod građevina različite visine koje se dodiruju;
- kod građevina razvedenog i /ili lomljenog tlocrta gdje se pojedina krila građevine spajaju pod kutem $\leq 135^\circ$ (slika 2.)

2.1.5.3.1. Zahtjevi za spriječavanje vodoravnog prenošenja požara kod požarnih zidova

Radi spriječavanja vodoravnog prenošenja požara preko prozora i drugih otvora na fasadi lijevo i desno od sredine požarnog zida u ravnini fasade izvode se puni zidovi iste otpornosti na požara kao i požarni zid (detalj - slika 2.) svaki u širini od najmanje 1 metar (ukupno 2 metra). Umjesto opisanog završetka požarnog zida na fasadi može se izvesti i požarni zid koji izlazi izvan fasade najmanje 0.50 m (detalj u uglu slika 2.2).

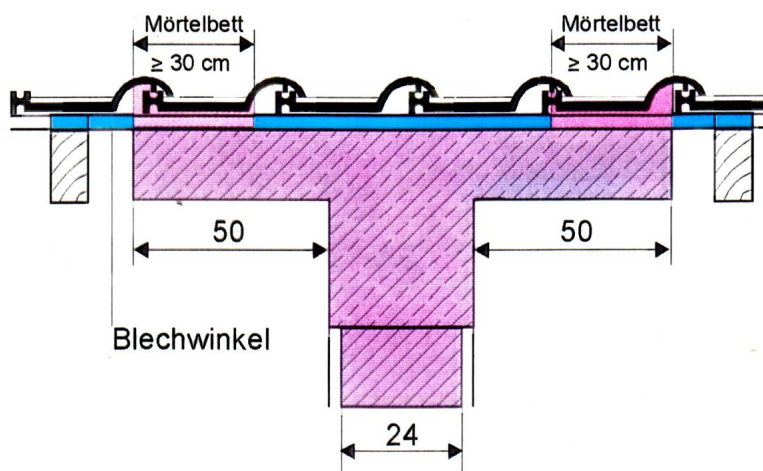
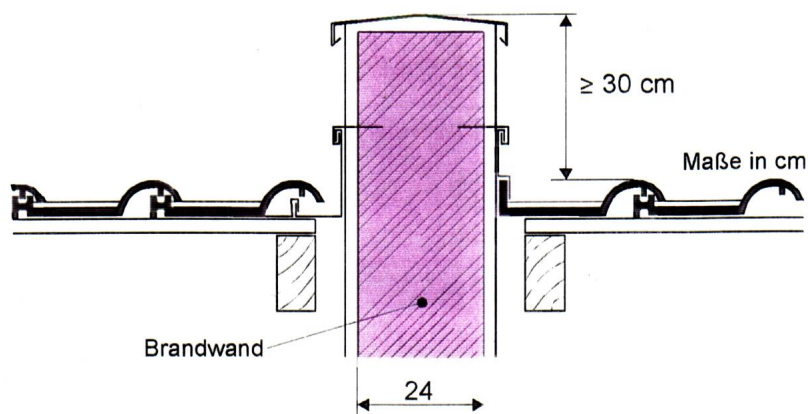
Kod građevina razvedenog tlocrta kod kojih se pojedina krila spajaju pod kutem koji je jednak ili manji od 135° radi spriječavanja vodoravnog prijenosa požara s krila na krilo građevine požarni zidovi izvode se na udaljenosti od uglova i u širinama kako je prikazano na slici 2.2.

2.1.5.3.2. Načini izvedbe požarnih zidova na krovu građevine

Požarni zid, kao što je već rečeno, presjeca građevinu u čitavoj visini od temelja do krovne plohe. Radi spriječavanja vodoravnog prijenosa požara preko krova građevine požarni zidovi izvode se na dva načina:

-kod građevina s negorivim pokrovom unutarnji požarni zidovi nadvisuju krovnu plohu najmanje 0,30 m, a kod gorivog pokrova najmanje 0, 50 m (slika 2.3).

-Umjesto opisane izvedbi može se ispod krovne plohe izvesti dvostruka konozola (lijevo i desno od unutarnjeg požarnog zida) od materijala iste gorivosti i otpornosti na požar kao i požarni zid u širini od 0,50 m sa svake strane. Kod krovnih ploha s gorivim pokrovom potrebno je u širini konzole postaviti pokrov od negorivog materijala radi spriječavanja prenošenja požara putem gorivog pokrova .



Slika 2.3. Izvedba požarnog zida na krovu

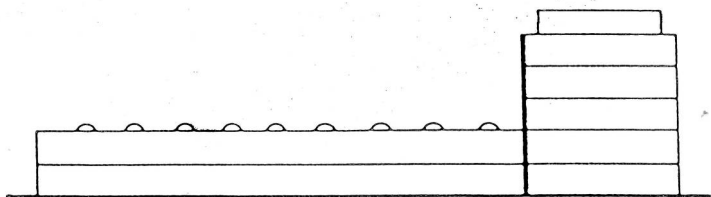
2.1.5.3.3. Načini izvođenja požarnih zidova kod građevine različite visine

Radi sprječavanja prijenosa požara u okomitom i vodoravnom smjeru kod spojenih građevina različite visine s otvorima na krovu niže građevine (svjetlosne kupole, kupole za odimljavanje i sl) potrebno je izvesti požarne zidove. Ovi zidovi izvode se na jedan od slijedećih načina:

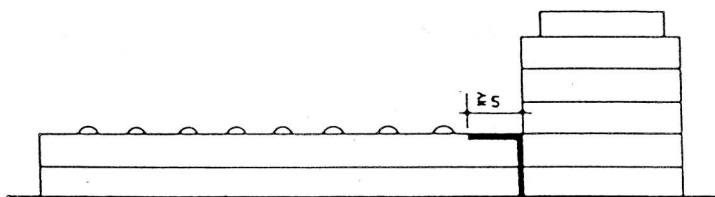
- požarni zid izvodi se od temelje do vrha više građevine ili
- kao kombinacija požarnog zida i vatrootpornog stropa na manjoj građevini čija širina mora iznositi najmanje 5 metara ili kao

-požarni zid koji presjeca nižu građevinu na udaljenosti od najmanje 5 metara od više građevine pri čemu u toj širini na krovu niže građevine ne smije biti otvora.

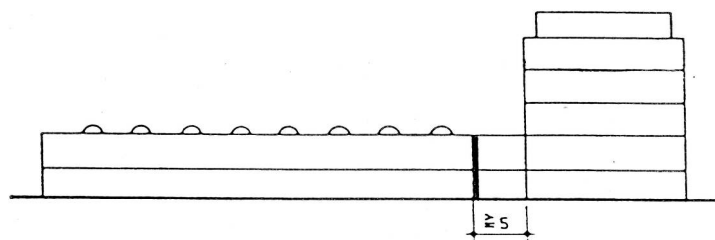
Mogućnosti izvođenja opisanih požarnih zidova dane su na slici 2.4.



Slika 1. Način zaštite više građevine bez otvora na fasadi požarnim zidom



Slika 2. Način zaštite više građevine s otvorima na fasadi požarnim zidom i stropom iste otpornosti na požar



Slika 3. Način zaštite više građevine požarnim zidom udaljenim 5 m i udaljavanjem otvora na stropu niže građevine

Slika 2.4. Sprječavanje širenja požara u vodoravnom i okomitom smjeru između građevina različite visine s otvorima na krovu niže

2.1.5.3.4. Zatvaranje otvora u građevinskim konstrukcijama koje omeđuju požarne sektore

U vatrootpornim zidovima i stropovima koje omeđuju požarne sektore dozvoljeni su otvori kad su isti neophodni zbog komunikacije ljudi, tehnoloških, građevinskih ili arhitektonskih razloga . Ovi otvori mogu biti: otvori za vrata, otvori za prolaz klimatizacijskih i ventilacijskih kanala, otvori za prolaz električnih instalacija, cjevovoda, otvori za prolaz liftovskih okana, dimnjaka, otvori za ugradnju staklenih stijena i sl. Preko tih otvora ne smije se prenijeti vatra i dim na susjedne požarne sektore u vremenu koje odgovara klasi otpornosti na požar građevinske konstrukcije u kojoj se nalazi otvor . Ovaj zahtjev se ostvaruje:

- zatvaranjem otvora elementima koji imaju istu ili iznimno za jedan stupanj manju klasu otpornosti na požar od klase otpornosti na požar građevinske konstrukcije kroz koju prolazi (vrata, protupožarne zaklopke i drugo), ili

-u slučajevima kada to nije moguće (prodori cjevovoda, kanala za odvod dima i topline i sl.) njihovim oblaganjem s građevinskim materijalima koje imaju klasu otpornosti na požar kao i građevinske konstrukcije kroz koje prolaze, odnosno izradom stijenki (kod dimnjaka, liftovskih okna i sl.) takvih svojstava.

2.1.5.3.5. Zatvaranje otvora u vatrootpornim zidovima i stropovima pokretnim elementima

Pokretnim elementima za zatvaranje otvora u građevinskim konstrukcijama koje omeđuju požarne sektore smatraju se svi elementi i konstrukcije koji omogućuju komunikaciju ljudi, roba ili medija kroz navedenu konstrukciju, ali u slučaju požara zatvaraju otvor kako bi u predviđenom vremenu spriječili prijenos vatre i dima na susjedni požarni sektor. U ove elemente se ubrajaju: svi tipovi vrata (zaokretna, posmična, dizajuća i druga vrata) elementi za zatvaranje otvora u zidovima kroz koje prolaze transportne trake, zaklopke u kanalima ventilacijskih i klimatizacijskih sustava, i sl..

Klasa otpornosti na požar tih elemenata smije biti manja od otpornosti na požar građevinske konstrukcije u koju su ugrađeni, ali ne manja od 30 minuta , a ni u kom slučaju ne smije biti manja od 30 minuta.

Pokretni elementi za zatvaranje otvora u građevinskim konstrukcijama otpornim na požar moraju biti opremljeni uređajem za automatsko zatvaranje.

2.1.5.3.6. Vatrootporna vrata

Vrata otporna na požar mogu se definirati kao pokretni element za zatvaranje otvora u vatrootpornim zidovima koji ugrađen u zid zajedno s okovom i bravama sprječavaju prijenos požara i produkata izgaranja u uvjetima normiranog požara u određenom vremenu prema kojem se određuje otpornost na požar tih vrata. Otpornost na požar vrata i drugih pokretnih vatrootpornih elemenata utvrđuje se ispitivanjem pri čemu ti elementi moraju zadovoljiti slijedeće kriterije:

1) **Cjelovitost**- integritet (prema europskoj normi kriterij **E**) , što znači da tijekom ispitivanja ne smije doći do rušenja ili otvaranja vrata, odnosno proboja plamena i vrućih plinova kroz pukotine ili druge otvore na drugu stranu u trajanju dužem od 10 sekundi kao ni zapaljenja ispitne vate te;

2) **Izolacijska sposobnost** (prema europskoj normi kriterij **I**) pod kojom se razumijeva otpor prolazu topline (temperatura na neizloženoj strani ne smije u prosjeku prijeći početnu temperaturu za 140⁰ C, a maksimalna temperatura na ni jednom mjestu ne smije prijeći temperaturu od 180⁰ C).

Iz opisanog je vidljivo da je uvriježeno mišljenje prema kojem su sva metalna vrata i vatrootporna, potpuno pogrešno jer navedene kriterije mogu zadovoljiti samo posebno izrađena vrata kod čije izvedbe su bitni mnogi detalji kao što su način zatvaranja vrata, spoj krila s dovratnikom, izbor i mjesta ugradnje ekspandirajuće vatrootporne brtve, vrsta ispune, posebni okovi, način ugradnje i dr. Osim punih vatrootpornih vrata moguće su, kad to zahtijevaju arhitektonski razlozi, i izvedbe staklenih vrata otpornih na požar koje se izrađuju od posebnih vrsta vatrootpornih stakala..

Vatrootporna vrata obvezno se ugrađuju s mehanizmom za automatsko zatvaranje koji se kontroliraju prema Zakonu o zaštiti od požara najmanje jednom godišnje od strane ovlaštene pravne osobe. Uređaji za

automatsko zatvaranje mogu raditi na različitim principima, a najčešći su: korištenje potencijalne energije mahanizma opruge, komprimiranog plina, utega i dr., otpuštanje elektomagnetskog držača ili uključivanje elektromotornog, pneumatskog ili hidrauličkog pogona nakon aktiviranja automatskih detektora (dimnih, optičkih, temomaksimalnih ili termodiferencijalnih) koji nakon identificiranja neke od požarnih veličina (dima, temperature) pokreću postupak zatvaranja vrata.

Posebne vrste vatrootpornih vrata (pregrada) izvode su u industriji gdje su zbog tehnoloških razloga ("beskonačne" transportne trake koje prolaze kroz požarne zidove) nađena i specifična rješenja

2.1.5.3.7. Zaklopke u ventilacijskim i klimatizacijskim sustavima

Požarne zaklopke postavljaju se u ventilacijske i klimatizacijske kanale radi spriječavanja širenja požara i dima, a njihovo djelovanje u slučaju požara zasniva se na jednostavnom principu. Zaklopke su u normalnim uvjetima otvorene, a u slučaju požara dolazi do njihovog automatskog zatvaranja. Do zatvaranja zaklopke dolazi uslijed djelovanja temperature (kod 68 °C reagiraju temperaturni detektori), ili uslijed djelovanja dima kada se aktiviraju dimni detektori (ako se uređaj za zatvaranje aktivira preko njih).

Prema članku 53. preuzetog Pravilnika o tehničkim normativima za ventilacijske ili klimatizacijske sisteme ("SL" 38/89, preuzet "NN" 53/91), koji e koristi kao priznato pravilo tehničke prakse , požarne zaklopke postavljaju se u zračne kanale:

- na mjestima gdje kanal prolazi kroz konstrukcijski element koji čini granicu požarnog sektora;
- na mjestima gdje kanal prolazi kroz zid za koji se postavlja uvjet u pogledu njegove otpornosti na požar,a takav zid ne čini granicu požarnog sektora;
- na mjestu gdje kanal ulazi ili izlazi iz glavnog zračnog kanala;
- na mjestu gdje vertikalni zračni kanal, koji povezuje horizontalni kanal s pojedinog kata, prolazi kroz međukatnu konstrukciju ili na mjestu gdje se horizontalni zračni kanal, koji prolazi samo kroz zid što predstavlja granicu između dvaju požarnih sektora, spaja s vertikalnim kanalom;
- na usisnom otvoru za svježi zrak;
- na kraju kanala za izbacivanje zagađenog zraka u okolinu;
- na ulasku cirkulacijskog zraka u komoru;
- na ulazu kanala u međuprostor pri ulazu kanala kroz dvostruke podove.

U opisanom članku jasno su definirana mjesta na koja je potrebno postavljati požarne zaklopke u ventilacijskim i klimatizacijskim kanalima, a u članku 55. određen je način ugradnje zaklopki u zidove što je vrlo značajan detalj, jer o njemu, između ostalog, ovisi i ispravno funkcioniranje zaklopke odnosno čitavog požarnog sektora. U praksi nisu rijetki slučajevi pogrešne ugradnje zaklopki do kojih najčešće dolazi kod raznih adaptacija koje bi zbog navedenog trebale nadzirati osobe odgovorne za poslove zaštite od požara.

Zaklopke se, u pravilu, postavljaju u sredinu debljine zida ili stropa, tako da se kućište zaklopke nalazi u obadvije prostorije dvaju susjednih požarnih sektora.

Ako nije moguća ovakva izvedba zaklopke se postavljaju izvan zida uz uvjet da je dio kanala između zida i zaklopke obložen materijalom iste klase otpornosti na požar kao zid odnosno strop kroz koji prolazi kanal.

2.1.5.3.8. Zatvaranje otvora u zidovima otpornim na požar kod prolaza raznih cjevovoda i instalacija

Cjevovodi izrađeni od gorivih materijala moraju pri prolazu kroz građevinske konstrukcije na granici požarnih sektora biti tako izvedeni da se onemogući prenošenje vatre i dima na susjedni požarni sektor. Ovom zahtjevu moguće je udovoljiti :

- 1) ugradnjom cjevnih barijera (protupožarnih obujmica) na mjestu ulaska cjevovoda u građevinsku konstrukciju koja omeđuje požarni sektor čija je klasa otpornosti na požar jednaka klasi otpornosti na požar te građevinske konstrukcije;
- 2) oblaganjem cjevovoda oblogom iste klase gorivosti materijala i klase otpornosti na požara kao i građevinska konstrukcija kroz koju prolazi, ili
- 3) polaganjem cjevovoda u okna i kanale čije stijenke imaju klasu otpornosti na požara kao i građevinska konstrukcija kroz koju isti prolaze.

Sve nastale šupljine između cjevovoda i građevinske konstrukcije kroz koju prolazi cjevovod moraju se zabrtviti negorivim materijalom iste klase otpornosti na požar kao i ta građevinska konstrukcija.

Cjevovodi izrađeni od negorivog materijala mogu se voditi kroz građevinske konstrukcije određene klase otpornosti na požara i bez zaštitnih mjera ukoliko imaju klasu otpornosti na požara kao i građevinske konstrukcije kroz koje prolaze.

Kod vođenja električnih kabela kroz zidove i stropove na granici požarnih sektora odnosno druge zidove i stropove na koje se postavljaju zahtjevi u pogledu zaštite od požara također se mora izvesti požarno brtvljenje pregradama istog razreda otpornosti na požar kao i građevinske konstrukcije kroz koje prolaze. Ovo brtvljenje može se izvesti posebnim mortovima, vatrootpornim pregradama ili tzv požarnim jastučićima.

Kabeli električnih instalacija što opskrbljuju električnom energijom sustave koji moraju funkcionirati i u slučaju požara (sustavi za automatsko gašenje požara, uređaji za odvod dima i topline, rasvjeta za izlaz u nuždi i slično) smještaju se u kanale koji su zasebni požarni sektori i čija klasa otpornosti na požar mora iznositi najmanje 90 minuta.

2.1.6. ZAŠTITA OD DIMA

Uz oslobađanje topline u požaru se razvijaju i velike količine dima koji je, kao što je već spomenuto, najčešći uzrok stradanja zatečenih osoba (u 80% slučajeva). Dva bitna elementa koja doprinose tako velikom broju stradalih su: toksičnost dimnih plinova i smanjenje vidljivosti.

Mnogi materijali upotrebljeni u graditeljstvu termički se razgrađuju i kod nižih temperatura pri čemu se stvaraju toksični plinovi koji i u vrlo niskim koncentracijama mogu izazvati smrt. Vrsta otrovnih plinova zavisi od kemijske građe materijala koji gori, brzine sagorjevanja, dotoka zraka i dr. Većina produkata izrazito je otrovna kao što su različite vrste oksida CO, NO i NO₂, ali i drugi kemijski spojevi: HCN, HCl, NH₃. Ugljeni monoksid (CO) primjerice već kod koncentracija od 1% izaziva smrt u roku od 1 minute. Isto vrijedi i za sumporovodik (H₂S), cijanovodik (HCN) i dr. Osim navedenog prilikom gorenja pojedinih materijala troše se i velike količine zraka uslijed čega dolazi do smanjenja koncentracije kisika ili njegova potiskivanja od strane drugih plinova. Smanjenje kisika u zraku ispod uobičajne razine od 21% dovodi do gubitka svijesti (kod pada koncentracije kisika na 10%) ili do smrti (kod koncentracije kisika 6% i manje).

Osim toksičnosti produkata sagorjevanja bitan problem je i smanjenje vidljivosti uslijed stvaranja dima kojeg čine čestice nesagorjelih tvari u krutom ili tekućem stanju (čada, pepeo i aerosoli). Dim u vrlo kratkom vremenu (2-5 minuta) može ispuniti puteve za evakuaciju zbog čega se otežava spašavanje ljudi kao i intervencija gašenja. Dozvoljena vidljivost koja omogućuje sigurnu evakuaciju iznosi 5 m, a izračunava se iz optičke gustoće dima. Optička gustoća dima kvantitativno se određuje mjerenjem umanjenja intenziteta svjetlosnog snopa pri njegovu prolazu kroz dim.

Kod provođenja mjera zaštite od dima potrebno je poznavati količinu dima koja nastaje prilikom gorenja raznih materijala u datom prostoru, kao i brzinu njegova nastanka. Količine dima koje stvaraju pojedini materijali najčešće se određuje empirijski ili eksperimentalnim putem (vidjeti donju tablicu).

Materijal	Vlažnost u %	Količine zraka potrebne za potpuno sagorjevanja m ³ /kg	Količina produkata sagorjevanja u m ³ /kg
Drvena masa	20	3,2	4,45
Papir, karton	12	3,42	4,21
Kaučuk	0,8	6,2	6,4
Guma	1	9,97	10,52
Pamuk	4,5	3,75	4,5
Parafin	-	11,58	12,57

Podaci o potrošnji zraka i količini (volumenu) produkata gorenja koji nastaju pri izgaranju nekih materijala.

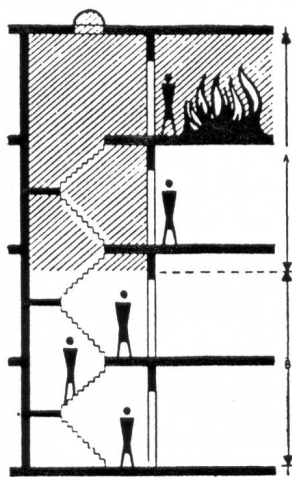
Brzina stvaranja dima definirana je vremenom u kojem će se prostorija u kojoj je nastao požar ispuniti dimom što ovisi o više čimbenika kao što su: površina i visina prostorije, količina i vrsta materijala koji gore, veličina i broj otvora i dr.

2.1.6.1. Građevinske mjere zaštite od dima

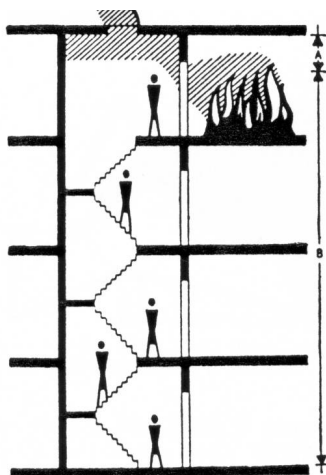
Zbog opisanih razloga u građevinama se već u fazi projektiranja predviđaju određene mjere zaštite od dima koje imaju za cilj spriječiti prodor dima u evakuacijske puteve, odnosno zadimljavanje drugih dijelova građevine ili istih prostora (primjece kod velikih industrijskih hala). Ovaj zahtjev ostvaruje se dijeljenjem građevina na požarne i /ili dimne sektora, odvajanjem evakuacijskih puteva vatrootpornim i dimonepropusnim pregradama kao i odvajanjem stepeništa i njegovim odimljavanjem, ugradnjom tampon zona, izvedbom sustava koji stvaraju nadpritisak u putevima za spašavanje, kontroliranim usmjeravanjem dima prema dimovodnim kanalima i šahtovima, izvedbom uređaja za odvod dima i topline, ugradnjom uređaja za detekciju dima i dr.

Primjerice, kod evakuacijskih puteva iz građevine hodnici čija je duljina veća od 60 metara dijele se dimonepropusnim samozatvarajućim vratima u više dimnih zona, što vrijedi i za odvajanje tih hodnika od stubišta (koja su najčešće zasebni požarni sektori u kom slučaju se osim dimonepropusnosti traži i vatrootpornost).

Kod stubišnih prostora koji se smatraju izlazima, a ne nalaze se uz vanjske zidove građevine na najgornjem mjestu stepenišnog prostora potrebno je postaviti uređaj za odvođenje dima veličine najmanje 5 % tlocrtne površine stepenišnog prostora, ali ne manje od 1m², kojeg mora biti moguće otvoriti iz prizemlja i najgornjeg podesta stepeništa (slike 2.5 i 2.6).



Slika 2.5. Primjer širenja dima po stubištu bez otvora za odvod dima



Slika 2.6. Primjer širenja dima po stubištu s otvorom za odimljavanje

Kod industrijskih objekata otvori za odvođenje dima i topline postavljaju se na krovu hala pri čemu se veliki prostori dijele u više dimnih sektora koji se definiraju kao prostori ispod stropa ili krova odjeljeni zavjesama za

sprečavanje širenja dima i topline. Maksimalna veličina dimnih sektora može iznositi 1600 m², a duljina sektora najviše 60 m. Zavjese za dim i toplinu koje ograničavaju dimne sektore spuštaju se sa stropa u dužini od najmanje 1,8 metara, a kod posebno opasnih mjesta i do 3,5 metara. Kod visokih stropova zavjese se spuštaju do točke koja je udaljena od 2,5 do 3,5 m od poda.

U hrvatskim propisima problem odvođenja dima i topline reguliraju norme skupine HRN EN 12 101 1-12.

2.1.7. ZAŠTITA OD PRIJENOSA POŽARA MEĐU SUSJEDNIM GRAĐEVINAMA

Prema alineji tri već citiranog članka 25. Zakon o zaštiti od požara građevina mora biti projektirana i izgrađena tako da se u slučaju požara spriječi širenje vatre i dima na susjedne građevine. U načelu, objekti koje se nalaze u blizini građevine zahvaćene požarom mogu također biti zahvaćeni požarom zbog djelovanja:

- visoke temperature,
- direktnog plamena,
- iskri,
- zapaljenja materijala koji se nalazi između zgrada.

Za prenošenje požara s jedne zgrade na drugu značajni su brojni čimbenici kao što su: međusobna udaljenost, stupanj otpornosti na požar građevine koja gori i građevine na koju se prenosi požar, veličina otvora na zidovima susjedne građevine, visina i dužina građevine, prostorni kut između građevine koja gori i susjedne građevine, požarno opterećenje i dr.

Spriječavanje i prenošenje požara s jedne građevine na drugu provodi se:

1-pravilnim projektiranjem otvora na fasadi i krovu građevine te odabirom građevinskog materijala i/ili konstrukcija od kojih se izvode vanjski zidovi, fasade i krovovi odgovarajućeg razreda gorivosti i otpornosti na požar;

2-kod građevina koje se dodiruju: provođenjem mjera zaštite od požara opisanih u poglavlju o požarnim zidovima i /ili;

3-u slučajevima kada je to moguće: izgradnjom građevina na udaljenosti koja onemogućuje prenošenje požara (tzv. sigurnosnoj udaljenosti);

4-ili izgradnjom slobodno stojećih vatrootpornih zidova minimalne otpornosti na požara od 90 minuta koji se izvode u međuprostorima građevina.

Primjerice, mjere zaštite od prenošenja požara obuhvaćene u točki 1.odnose se na odgovarajući odabir razreda gorivosti građevinskih materijala i otpornost na požar vanjskih zidova. Za sve građevine koje nisu na odgovarajućoj sigurnosnoj udaljenosti od susjednih građevina posaljau se zidovi otporni na požar

Krovovi navedenih građevina, zbog opasnosti od prijenosa požara, moraju biti otporni na lećeće upaljene predmete i isijavajuću toplinu (razred Bkrov t1) .

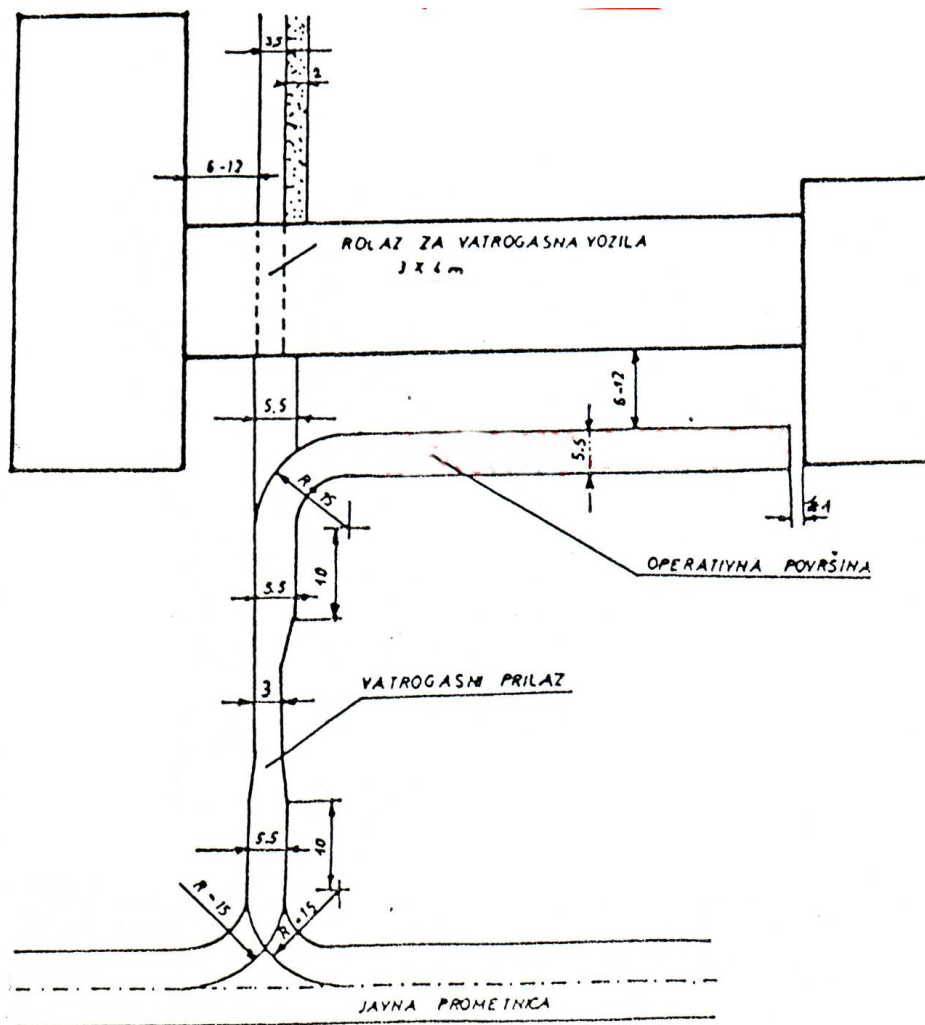
Ipak, najučinkovitija mjera zaštite od prijenosa požara je odgovarajuća udaljenost među građevinama pa se u literaturi mogu naći proračuni kojima se određuje ta udaljenost. U hrvatskim propisima ove udaljenosti određene su samo u manjem broju propisa. Primjerice u već spomenutom Pravilniku o visokim objektima u članku 6 stoji:

Ako se na nasuprotnim zidovima objekta i susjednog objekta bilo koje visine nalaze otvori preko kojih bi se mogao prenijeti požar s jednog objekta na drugi objekt, najmanji razmak između tih otvora određuje se računski, a ako se to ne može razmak mora iznisti pola visine višeg objekta.

U članku 4. Pravilnika o tehničkim normativima za uređaje u kojima se nanose i suše premazna sredstva traži se da se prostor lakirnice, u pravilu, postavlja u posebno izgrađene prizemne objekte udaljene od drugih objekata najmanje 5m. Ukoliko na objektu lakirnice postoje prozori ova udaljenost povećava se na 7 m. U slučajevima kada ne postoje domaći propis, sigurnosne udaljenosti mogu se određivati u postupku utvrđivanja posebnih uvjeta građenja glede zaštite od požara temeljem priznatih pravila tehničke prakse .

2.1.8. VATROGASNI PRISTUPI DO OBJEKATA

Intervencija vatrogasne postrojbe radi spašavanja osoba i gašenje požara preko otvora na vanjskim zidovima građevine moguća je samo u slučaju postojanja vatrogasnih pristupa odgovarajućih prostornih parametara u pogledu širine, nosivosti i udaljenosti od građevine. Te parametre uvjetuje vatrogasna tehnika s kojom raspolaže postrojba, a najčešće su to vatrogasna vozila s okretnom ljestvom, hidrauličke platforme i vodeni monitori. Ova vozila traže, ovisno o visini građevine i karakteristikama vozila, operativnu površinu odgovarajućih parametara kao i njenu udaljenost od građevine kako bi bilo moguće njihovo korištenje (slika 2.7.).



Slika 2.7. Zbog rada ljestve potrebno je osigurati operativnu površinu odgovarajućih parametara

Problematika vatrogasnih pristupa definirana je Pravilnikom o uvjetima za vatrogasne pristupe ("Narodne novine" 35/94,55/94,142/03) prema kojem se vatrogasni pristupi do građevina moraju osigurati s jedne ili dvije (duže) strane građevine na kojima se nalaze otvori. Broj pristupa (s jedne ili dvije strane) ovisno o visini građevine, namjeni , tlocrtnoj razvedenosti, konfiguraciji terena, i dr. Pod pojmom vatrogasnog pristupa Pravilnik razlikuje **vatrogasne prilaze** pod kojim razumijeva površine što se nastavljaju na javne prometne površine, a omogućuju kretanje vatrogasnih vozila do **površine za operativni rad ili manevriranje** koja služi za postavljanje vatrogasnih vozila radi akcije spašavanja i gašenja.

Ravni **vatrogasni prilazi** moraju biti široki najmanje 3m. Ako se kao vatrogasni prilaz koristi kolni prolaz kroz građevinu dimenzije njegova slobodnog profila moraju biti najmanje 3m x 4 m. Pravilnikom se određuju i potrebni radijusi (vidjeti tablicu) koje moraju imati vatrogasni prilazi. Na krajevima slijepih vatrogasnih prilaza dužih od 100 metara potrebno je izvesti okretišta .

Širina vatrogasnih prilaza	Unutarnji radijus (m)	Vanjski radijus (m)
6,00	5,00	11,00
5,50	7,50	13,00
5,00	10,00	15,00
4,50	12,00	16,50
4,00	16,50	20,50
3,50	21,50	25,00
3,00	37,00	40,00

Tablica Potrebne širine i radijusi za vatrogasne prilaze za objekte visine do 22 m

Površine za operativni rad vatrogasnih vozila moraju imati određenu širinu što ovisi o načina postave vatrogasnog vozila i visini građevine. Ukoliko je vozilo postavljeno paralelno s vanjskim zidovima građevine visine do 40 metara najmanja širina površine iznosi 5 metara, a kod građevina viših od 40 metara ta širina mora biti 7 metara. Kod okomite postave vozila u odnosu na vanjski zid širina površine mora iznositi najmanje 5,5 metara, dužina 11, a udaljenost od zida 1m. Razmak površine za operativni rad vozila od vanjskog zida građevine iznosi kod građevina visine do 16 metara najviše 12 m, dok kod građevina visine iznad 16 metara taj razmak je najviše 6 m. Potrebni parametri vatrogasnih prilaza i operativnih površina dani su na slici 2.7.

Ukoliko se zbog dogradnji niže građevine uz višu onemogućuje intervencija vatrogasnih vozila potrebno je osigurati mogućnost dolaska tih vozila na krovnu ploču niže građevine koja u tom slučaju mora imati takvu nosivost da može podnijeti osovinski pritisak od 100 kN.

Prema odredbama Pravilnika vatrogasni pristupi moraju biti vidljivo označeni sukladno hrvatski normama ili pravilima tehničke prakse, odijeljeni rampom od drugih javnih površina kako bi se spriječilo parkiranje drugih vozila i dr.

Iznimno od vatrogasnih pristupa može se odustati u slučaju previđenom člankom 1a., citiranog Pravilnika što u pravilu znači izvođenje dodatnih mjera zaštite od požara kao što su stabilni sustav za gašenje požara, sigurnosna stubišta i dr.

2.1.9. IZLAZNI PUTEVI IZ GRAĐEVINA U SLUČAJU POŽARA

Člankom 25., alineja 4. i 5. Zakon o zaštiti od požara traži se da građevina bude tako projektirana i izgrađena da se u slučaju požara:

- omogućiti da osobe mogu neozljeđene napustiti građevinu odnosno da se omogućiti njihovo spašavanje;
- omogućiti zaštita spasilaca.

Nužan uvjet za realizaciju spomenutog zahtjev odnosi se prije svega na ispravno projektiranje i izvedbu puteva za izlaženje u slučaju požara ili drugog akcidenta (tzv. **izlaznih puteva** iz građevine), te izvedbu odgovarajućih vatrogasnih pristupa do objekta (obrađeno u posebnom poglavlju).

Izlaznim putevima iz građevine smatraju se posebno projektirani i izvedeni putevi koji vode od bilo koje točke u građevini do vanjskog prostora ili sigurnog prostora u građevini, čiji parametri (otpornost na požar, reakcija na požar ugrađenih materijala, udaljenost do izlaza, širina, visina, označavanje, nužna rasvjeta i dr.) omogućuju da osobe zatečene u požaru mogu sigurno (samostalno ili uz pomoć spasilaca) napustiti građevinu.

U hrvatskim propisima problematika izlaznih puteva obrađena je u detaljno u Pravilniku o otpornosti na požar i drugom zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požar .

2.1.9.1.Osnovni zahtjevi z aevakuacijske putove sadržani u važećim hrvatskim propisima

U vać spomenutom Pravilniku o otpornosti na požar i dugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara u pogledu evakuacijskih putovqa zahijeva se slijedeće:

Članak 29.

U zgradi mora biti dovoljan broj evakuacijskih putova odgovarajućih prostornih i drugih parametara (udaljenost, širina, visina, otpornost na požar i slično) i dovoljan broj izlaza, koji vode u različitim smjerovima na sigurna mjesta, kako bi u slučaju pojave požara, sve osobe koje se zateknu u zgradi, brzo i sigurno mogle napustiti zgradu.

Članak 30.

Sigurno i pravovremeno napuštanje zgrade u slučaju požara osiguravaju se primjenom odgovarajućih mjera:

- rasporedom i brojem evakuacijskih putova te izlaza primjereno broju ljudi i njihovoj pokretljivosti;
- odvajanjem elemenata koji ograničavaju evakuacijske putove (stropovi, zidovi, vrata i slično) od drugih dijelova građevine, elementima otpornim na požar i dim;
- odabirom građevnih proizvoda kojima se oblažu stropovi, zidovi i podovi evakuacijskih putova, odgovarajuće reakcije na požar;
- sustavom za odvođenje dima i/ili topline;
- sustavom uređaja za stvaranje povećanog tlaka u evakuacijskim putovima zbog sprječavanja ulaska dima;
- sustavom za rano otkrivanje i gašenje požara;
- sustavom za uzbunjivanje korisnika građevine;
- rasvjetom za slučaj nužde i znakova koji upućuju na evakuacijske putove;
- ugradnjom protupanik kvaka, pritisnih ploča, šipki i slično na evakuacijskim vratima.

Članak 31.

(1) U građevini moraju postojati najmanje dva evakuacijska puta, odnosno puta za spašavanje, koji vode u različitim smjerovima do vanjskog prostora, ili sigurnog mjesta u građevini i koji ne završavaju u istom požarnom i/ili dimnom odjeljku.

(2) Broj evakuacijskih putova, odnosno putova za spašavanje, ovisno o broju korisnika prostora iznosi:

- najmanje 2 evakuacijska puta, ako je broj korisnika manji od 500 ;
- najmanje 3 evakuacijska puta, ako je broj korisnika od 500 do 1000;
- najmanje 4 evakuacijska puta, ako je broj korisnika veći od 1000.

(3) Iznimno, od stavka 1. ovog članka, može biti projektiran i samo jedan evakuacijski put za prodajno-uslužne prostore unutar građevine ako je broj korisnika manji od 50, površina prostora manja od 280,00 m², požarno opterećenje manje od 1000 MJ/m² i dužina zajedničkog dijela evakuacijskog puta manja od 23,00 m odnosno manja od 30,00 m sa ugrađenim sustavom za automatsku dojavu i gašenje požara.

(4) Kod građevina koje imaju **više** etaža, evakuacijski putovi vode preko stubišta, od kojih najmanje jedno stubište mora biti izvedeno sukladno zahtjevima sadržanim u Tablici 3. u Prilogu 1 ovog Pravilnika, a ostala u protudimnoj izvedbi, pod uvjetom da stubišta vode do različitih izlaza iz građevine, odnosno ne završavaju u istom požarnom i/ili dimnom odjeljku.

(5) U slučaju građevina iz stavka 4. ovoga članka, osim kod zgrada podskupine 5 (ZPS 5) kod kojih katovi nisu isključivo stambene namjene i građevina koje se pretežno sastoje od podzemnih etaža ili u kojima borave nepokretne i osobe smanjene pokretljivosti, te osobe koje se ne mogu samostalno evakuirati (bolnice, domovi za stare i nemoćne, psihijatrijske ustanove, jaslice, vrtići i slično), odnosno u kojima borave osobe kojima je ograničeno kretanje iz sigurnosnih razloga (kaznene ustanove i slično), kao i zgrada u kojima postoje pojedinačni prostori za okupljanje više od 300 osoba, uz evakuacijski put preko stubišta izvedenog sukladno zahtjevima sadržanim u Tablici 3. u Prilogu 1 ovoga Pravilnika, jedan od evakuacijskih putova može biti preko prozora za spašavanje. Taj prozor je dimenzija najmanje 0,80 x 1,20 metra, s visinom parapeta ili zaštitne ograde ne nižom od 0,90 metara **i ne višom od 1,20 metara**, a najmanje jedan takav prozor mora biti izveden po svakom stanu, odnosno jednoj poslovnoj jedinici ili dijelu te jedinice na svakom katu, te postavljeni na odgovarajućim mjestima dohvatljivim za vatrogasnu tehniku, ukoliko je vrijeme dolaska nadležne vatrogasne postrojbe na intervenciju unutar vremena od 15 minuta, te da raspolaže odgovarajućom vatrogasnom tehnikom, što treba dokazati.

(6) U slučaju izvedbe prozora pročelja od fiksnih staklenih elemenata ti elementi moraju se izvesti od sigurnosnog stakla koje se može lako razbiti uporabom jednostavnih alata kojim raspolažu vatrogasci. Ti stakleni elementi, odnosno prozori iz stavka. ovog članka moraju biti obilježeni s vanjske strane kako bi ih lako uočili vatrogasci.



(7) U katnim zgradama u kojima se traži više od dva evakuacijska puta prozori za spašavanje mogu se koristiti samo kao jedan od evakuacijskih putova.

(8) Iznimno, kod zgrada kod kojih nije moguće izvesti prozore za spašavanje i/ili osigurati odgovarajuće operativne vatrogasne površine iz tehničkih ili drugih razloga (zaštićene građevine, urbana područja i drugo), za evakuacijski put dovoljno je osigurati jedan izlaz stubištem pod uvjetom da je to stubište izvedeno kao nadtlačno, ukoliko su zadovoljene propisane duljine evakuacijskog puta do stubišta.

(9) Odredba stavka 8. ovoga članka ne odnosi se na zgrade kod kojih je potrebno osigurati više od dva evakuacijska puta ili izlaza, te na zgrade podskupine 5 (ZPS 5) koje se pretežno sastoje od podzemnih etaža ili u kojima borave nepokretne i osobe smanjene pokretljivosti te osobe koje se ne mogu samostalno evakuirati (bolnice, domovi za stare i nemoćne, psihijatrijske ustanove, jaslice, vrtići i slično), odnosno u kojima borave osobe kojima je ograničeno kretanje iz sigurnosnih razloga (kaznene ustanove i slično), kao i građevine u kojima postoje pojedinačni prostori za okupljanje više od 300 osoba.

Članak 32.

- (1) Za izračunavanje broja evakuacijskih putova i njihove širine koristi se podatak o broju korisnika, odnosno zaposjednutost prostora.
- (2) Broj korisnika, odnosno zaposjednutost prostora određuje se prema Prilogu 4 ovog Pravilnika, ili na drugi način kojim se nedvojbeno može odrediti broj korisnika prostora (ucrtanim mjestima i drugo), a mjerodavan je veći dobiveni broj zaposjednutosti prostora.

Članak 33.

- (1) Ukupna duljina evakuacijskog puta je duljina puta koji vodi od najudaljenije točke u kojoj se osoba može naći u prostoriji do vanjskog prostora, odnosno sigurnog mjesta.
- (2) Dijelovi evakuacijskog puta mogu biti:
- zajednički dio evakuacijskog puta koji predstavlja dio puta od najudaljenije točke u prostoru do mjesta gdje korisnik može birati izlaz u dva različita smjera;
 - slijepi hodnik koji predstavlja dio puta koji vodi u samo jednom smjeru;
 - prostor udaljavanja od izlaza do sigurnog mjesta.

Članak 34.

(1) Ako posebnim propisom nije drugačije određeno, najveća ukupna duljina evakuacijskog puta iz članka 33. ovog Pravilnika je:

- 60,00 metara u građevinama s ugrađenim sustavom za automatsku dojavu i gašenje požara;
- 40,00 metara u građevinama bez ugrađenog sustava za automatsku dojavu i gašenje požara.

(2) Ako posebnim propisom nije drugačije određeno, najveća dozvoljena duljina zajedničkog dijela evakuacijskog puta iz članka 33. ovog Pravilnika je:

- 30,00 metara u građevinama s ugrađenim sustavom za automatsku dojavu i gašenje požara, osim industrijske građevine i podzemnih etaža;
- 23,00 metra u građevinama bez ugrađenog sustava za automatsku dojavu i gašenje požara, osim industrijske građevine i podzemnih etaža;
- 15,00 metara u podzemnim garažama i industrijskim građevinama.

(3) Ako posebnim propisom nije drugačije određeno, najveća dozvoljena duljina slijepog hodnika iz članka 33. ovog Pravilnika je:

- 15,00 metara u građevinama s ugrađenim sustavom za automatsku dojavu i gašenje požara, industrijske građevine i podzemne etaže,
- 6,00 metara u građevinama bez ugrađenog sustava za automatsku dojavu i gašenje požara.
- prethodne odredbe dužine slijepog hodnika ne odnose se na zgrade stambene namjene koje posjeduju propisane evakuacijske prozore iz svake stambene jedinice dohvatljive vatrogascima radi sigurne akcije spašavanja i gašenja, odnosno do 10,00 m dužine slijepog hodnika ako ti uvjeti nisu ispunjeni.

(4) Putna udaljenost do izlaza mjeri se na podu ili drugoj pješačkoj površini (stubama, kosom prilazu) i to:

- uzduž središnje crte stvarnog puta kretanja, od najudaljenije točke u prostoriji,
- zavijajući oko svih kutova ili prepreka s razmakom od njih 0,30 metra,
- završavajući na središtu otvora vrata koja vode u vanjski prostor ili sigurno mjesto.

Članak 35.

(1) Širina evakuacijskog stubišta određuje se prema broju osoba na etaži koja ima najveću zaposjednutost prostora, uz uvjet da se širina evakuacijskog stubišta ne smanjuje na nižim etažama građevine.

(2) Potrebna širina evakuacijskih putova određuje se kao umnožak broja osoba iz stavka 1. ovog članka s koeficijentom prema Tablici 1. u Prilogu 5 ovog Pravilnika, s tim da širina evakuacijskog puta ne može biti manje od 1,10 metra, osim kod visoke zgrade kod koje širina evakuacijskog puta ne može biti manje od 1,25

metra te prostora s kapacitetom zaposjednutosti do 50 osoba kod kojih širina evakuacijskog puta može biti 0,90 metra.

(3) Svijetla širina vrata na evakuacijskom putu iz stavka 2. ovog članka mora biti najmanje od 0,90 metra, osim u prostorima u kojima se okuplja manje od 50 osoba, kad mora iznositi najmanje 0,80 metra.

Članak 36.

Otpornost na požar konstrukcija i elemenata koji omeđuju evakuacijski put (zidova stubišta, vrata) određuje se sukladno Tablici 3. u Prilogu 1 ovog Pravilnika.

Članak 37.

Građevni proizvodi za oblaganje stropova, zidova i podova evakuacijskih putova, trebaju biti reakcije na požar prema Tablici 5. i 6. u Prilogu 2 ovog Pravilnika.

Članak 38.

(1) Za zgrade u kojima boravi više od 300 osoba kao i zgrade u kojim borave osobe smanjene pokretljivosti (bolnice, domovi za stare i nemoćne osobe i slično) čiji je broj veći od 50, a ispunjavanje bitnih zahtjeva zaštite od požara se dokazuje prema priznatim metodama proračuna i modelima koji su različiti od dijela odredbi članka 29. do članka 37. ovog Pravilnika, obavezan je izračun vremena evakuacije kojim moraju biti obuhvaćene i osobe smanjene pokretljivosti kako bi se potvrdilo da je vrijeme evakuacije u skladu s odabranim parametrima građevine (otpornost na požar nosive konstrukcije i konstrukcije evakuacijskih putova, duljine evakuacijskih putova, brzina razvoja požara i drugo).

(2) Za izračun vremena evakuacije mogu se koristiti samo odgovarajuće metodologije izračuna kao što su dinamički modeli strujanja, mrežni modeli ili individualni modeli, odnosno modeli i proračuni koji uzimaju u obzir više faktora koji imaju utjecaj na evakuaciju kao što su:

- karakteristike požara koje obuhvaćaju požarno opterećenje, prirodu izgaranja, raspored požarnog opterećenja, stupanj isijavanja topline, uvjete dovoda zraka i drugo;
- karakteristike zgrade koje obuhvaćaju arhitektonske karakteristike (dužina, visina, otvori na zidovima), karakteristike konstrukcije, sustave za dojavu i/ili gašenje, sustave za odvod dima i topline i drugo,
- karakteristike korisnika koje obuhvaćaju broj korisnika, njihov raspored po građevini, stanje budnosti (dan, noć), fizičko stanje (pokretni, nepokretni) starosno i mentalno stanje, poznavanje građevine i drugo.

(3) Odgovarajućom metodologijom iz stavka 2. ovog članka smatra se i metodologija predviđena smjernicom koju je donijela Europska konfederacija udruga za zaštitu od požara CFPA-E No 19 Fire Safety Engineering

concerning Evacuation from Buildings (Požarno inženjerstvo - evakuacija iz građevina), te tamo navedeni priznati modeli i proračuni.

Članak 39.

Osnovni zahtjevi rasvjete za slučaj nužde i označavanja evakuacijskih putova ispunjeni su ukoliko su primijenjene odredbe hrvatskih normi HRN EN 1838, HRN EN 50171 i HRN EN 50172.

Članak 40.

Vrata na evakuacijskom putu, izuzimajući stambene zgrade, te prostore zgrade i građevine u kojima se okuplja manje od 50 osoba, moraju biti opremljena protupanik kvakama, protupanik bravama, pritisknim pločama, pritisknim šipkama i slično, sukladno hrvatskim normama HRN EN 179 i/ili HRN EN 1125 i/ili smjernici koju je donijela Europska konfederacija udruga za zaštitu od požara CFP-A-E Guideline No 2 Panic & emergency exit devices (Panika i naprave izlaza za nuždu) i otvaraju se u smjeru izlaza ili posmično, uz ugrađene odgovarajuće sustave za automatsko ili ručno otvaranje u slučaju požara .

POPIS LITERATURE;

Zaštita od požara – važniji propisi iz područja građevinskih mjera

Zakon o zaštiti od požara

Narodne novine, br. 92/10

Zakon o gradnji

Narodne novine, br. 153/2013, 20/17, 39/19

Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekta građevine

Narodne novine 118/2019

Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara

Narodne novine, br. 29/13 i 87/15

Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe

Narodne novine, br. 35/94, 55/94 - ispravak i 142/03

Pravilnik o hidrantskoj mreži za gašenje požara

Narodne novine, br. 8/06

Pravilnik o temeljnim zahtjevima za zaštitu od požara elektroenergetskih postrojenja i uređaja

Narodne novine, br. 146/05

Pravilnik o sustavima za dojavu požara (NN 56/99)

Pravilnik o zaštiti od požara ugostiteljskih objekata

Narodne novine, br. 100/99

Pravilnik o zaštiti od požara u skladištima

Narodne novine, br. 93/08

Pravilnik o sadržaju elaborata zaštite od požara

Narodne novine, br. 51/12

Pravilnik o razvrstavanju građevina u skupine po zahtjevnosti mjera zaštite od požara

Narodne novine, br. 56/12 i 61/12

2.2. TEHNIČKO - TEHNOLOŠKE MJERE ZAŠTITE OD POŽARA

Tehničko-tehnološke mjere odnose se na mjere koje se primjenjuju pri izvedbi tehnoloških procesa te pri projektiranju i izgradnji proizvodnih i drugih postrojenja.

Pojedine vrste mjera uređene su pravilnicima, hrvatskim normama i priznatim pravilima tehničke prakse, a primjena pojedinih tehničko-tehnoloških mjera zaštite od požara ovisi o nekoliko elemenata, među inim o požarnom opterećenju, tehnološkim procesima, lokaciji objekta, građevinskim značajkama... Kako postoji velik broj različitih tehničko-tehnoloških mjera, njihove će značajke biti pojedinačno prikazane.

2.2.1. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA PRI IZVEDBI RADOVA ZAVARIVANJA, REZANJA, LEMLJENJA I SRODNIH TEHNIKA RADA

Glede zaštite od požara mjesta obavljanja radova zavarivanja i srodnih tehnika spajanja, razdvajanja i obrade materijala (u daljnjem tekstu: *mjesta za zavarivanje*), moraju se pripremiti za rad pa, shodno tomu, razlikujemo mjesta predviđena za stalan rad i mjesta predviđena za privremeni rad.

Stalna mjesta za zavarivanje su mjesta na kojima se u tehnološkom procesu zavarivanje izvodi stalno ili s kraćim prekidima, a privremena mjesta za zavarivanje su mjesta na kojima se zavarivanje izvodi prema potrebi (npr. popravci).

Zavarivanje opreme koja spada pod nadzor Inspekcije postrojenja pod tlakom (posude pod tlakom, npr.) može se obavljati samo nakon pismena odobrenja navedene inspekcije.

Mjere zaštite koje se primjenjuju razlikuju se prema vrsti mjesta za zavarivanje.

2.2.1.1. Stalna mjesta za zavarivanje

Stalna mjesta za zavarivanje moraju biti izrađena od negorive konstrukcije (ili konstrukcije otporne na požar najmanje sat vremena) i odijeljena od ostalog prostora na pogodan način.

Na mjestu zavarivanja tijekom plinskog zavarivanja boce moraju biti osigurane od pada, udaljene najmanje dva metra od grijaćih uređaja i deset metara od otvorenih izvora vatre, a broj boca ne smije biti veći od jednodnevne potrošnje svakog korisnika.

Pričuvne boce skladište se na natkrivenom mjestu odobrenom za tu namjenu ili u prostorijama koje odgovaraju skladištenju plinskih boca, a boce kisika i acetilena moraju se međusobno odvojiti.

2.2.1.2. Privremena mjesta za zavarivanje

Na privremenim se mjestima može zavarivati samo ako je za taj posao pribavljeno odobrenje odgovorne osobe za zaštitu od požara u pravnoj osobi (ili druge odgovorne osobe prema internom aktu zaštite od požara), obrtničkoj radionici ili prostorima državne uprave gdje se izvode radovi zavarivanja.

Odobrenje za izvedbu radova zavarivanja izdaje se na osnovi zahtjeva koji mora sadržavati naziv podnositelja zahtjeva, naziv pravne osobe, obrtničke radionice ili tijela državne uprave gdje se radovi izvode, broj zahtjeva, nadnevak podnošenja zahtjeva i nadnevak izvedbe radova, mjesto i vrijeme zavarivanja, ime i prezime rukovoditelja zavarivanja te potpis podnositelja zahtjeva.

Ovlaštena osoba izdat će odobrenje kad ustanovi da su poduzete odgovarajuće mjere zaštite od požara i eksplozije. Odobrenje mora sadržavati naziv davatelja odobrenja, naziv pravne osobe, obrtničke radionice ili tijela državne uprave u kojima se izvodi zavarivanje, mjesto zavarivanja, opis i vrijeme izvedbe zavarivanja, mjere koje treba provesti glede sigurnog obavljanja zavarivanja, potrebnu opremu te broj i vrstu

vatrogasnih aparata, provjeru izvedenih radova, ime i prezime rukovoditelja radova i izdavatelja odobrenja te potpis osobe koja je odobrenje izdala.

U postupku izdavanja odobrenja posebno treba obratiti pozornost na zaštitu prostora u kojem će se zavarivanje obavljati jednim od stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara s automatskim radom (dojava, sprinkler i sl.). Ako je prostor u kojem se zavarivanje planira obavljati zaštićen jednim od sustava s automatskim radom, prije nego što radovi započnu potrebno ga je isključiti, a isključenje sustava uvjetovati u dozvoli za zavarivanje s točno navedenim vremenom isključenja i ponovna uključanja sustava. O isključenju je potrebno obavijestiti mjerodavno tijelo zaduženo za zaštitu od požara građevine ili dijela građevine u kojoj je instaliran predmetni sustav, koji će se tijekom zavarivanja isključiti, ali pod uvjetom da se poduzmu druge potrebne mjere zaštite od požara (uspostavi dežurstvo, pojača zaštita mobilnom zaštitnom opremom i slični postupci).

Odobrenje za zavarivanje ne smije se izdati ako mjesto za zavarivanje nije pripremljeno, ako za zaštitu mjesta na kojem se izvodi zavarivanje postoje stabilni sustavi za dojavu požara i gašenje požara čiji rad nije blokiran, ako se stabilni sustavi za dojavu požara i njegovo gašenje mogu oštetiti, ako zbog prisutnosti zapaljivih smjesa postoji opasnost od nastanka eksplozije ili požara (spremnici u kojima su bile zapaljive tekućine, zapaljiva ili eksplozivna prašina i sl.) te kad zavarivanje treba obaviti u blizini veće količine zapaljiva materijala.

Odgovornost za sigurnu izvedbu zavarivanja snosi rukovoditelj zavarivanja, osoba koja neposredno izvodi radove i odgovorna osoba za zaštitu od požara u pravnoj osobi, obrtničkoj radionici ili tijelu državne uprave gdje se radovi izvode, svatko u svom dijelu.

Tijekom zavarivanja i provedbe mjera zaštite od požara odgovoran je rukovoditelj radova, a nakon obavljene primopredaje osoba odgovorna za zaštitu od požara u pravnoj osobi, obrtničkoj radionici ili tijelu državne uprave gdje se zavarivanje izvodilo. Primopredaja se mora obaviti zapisnički.

Na privremenom mjestu za zavarivanje smiju se držati najviše dvije boce acetilena i kisika.

2.2.1.3. Posebne mjere zaštite od požara

Ovisno o mjestima na kojima se izvodi zavarivanje, provode se, ako je potrebno, i posebne mjere zaštite od požara.

Prigodom zavarivanja na privremenim mjestima prostor u krugu od deset metara od mjesta zavarivanja mora biti očišćen od goriva materijala, a ako je to neizvedivo, mjesto se mora prekriti negorivim pokrivačima ili ograditi metalnim pokretnim zaslonima (visina tih zaslona mora biti najmanje 1.8 metara). Osim toga, mora se onemogućiti prijenos iskara u druge prostore preko otvora, cijevnih sustava, zrakovodnih kanala, transportnih traka i sličnih mjesta, što se sprječava zatvaranjem (ili prekrivanjem) otvora, ograđivanjem, zaustavljanjem traka itd. Ako se podovi ovlaže vodom, mora se voditi računa o zaštiti djelatnika od strujnog udara, ako se izvodi elektrolučno zavarivanje.

Radovi zavarivanja u blizini zidova ili na zidovima, pregradama, tavanicama ili krovovima koji su izrađeni od zapaljiva materijala smiju se izvoditi samo izuzetno kad su poduzete posebne mjere. Gorivi dijelovi moraju se ukloniti s mjesta zavarivanja na dovoljnu udaljenost tako da nisu u dodiru s dijelovima koji se zavaruju (osobito u slučaju takozvanih sendvič-konstrukcija), a ostali se dijelovi moraju zaštititi od iskara i topline postavljanjem zaštitnih pregrada. Posebno treba voditi računa o prijelazu topline kondukcijom te o mogućnosti pojave visokih temperatura na drugom kraju postavljene zaštitne pregrade ili zavarivane konstrukcije. Zbog toga se vatrogasno dežurstvo mora uspostaviti i u susjednoj prostoriji ako postoji mogućnost da u njoj, zbog toplinske vodljivosti, dođe do požara.

Na mjestima zavarivanja mora se postaviti odgovarajući broj vatrogasnih aparata, sukladno broju i vrsti navedenom u odobrenju, a prema potrebi može se predvidjeti i zaštita hidrantskom mrežom. Zavarivači koji izvode zavarivanje moraju biti osposobljeni za upotrebu zaštitnih sredstava.

Vatrogasno dežurstvo obvezno je ako se zavarivanje izvodi na mjestu gdje je zaštita izvršena prekrivanjem (poda, otvora i sl.) i ako se zavarivanje izvodi u blizini zidova ili na zidovima, pregradama, tavanicama ili krovovima izrađenim od gorivih materijala te ako se zavaruju cjevovodi ili metalne konstrukcije kod kojih požar može nastati u drugim prostorima zbog njihove toplinske vodljivosti.

Osim navedenog, prigodom izvedbe plinskog zavarivanja (s kisikom ili bez kisika) treba se pridržavati određenih pravila:

- otvaranje ventila mora biti polagano i nenasilno,
- na boce se moraju postaviti redukcijski ventili,
- prigodom postavljanja redukcijskog ventila na bocu s kisikom mora se voditi računa da ruke, alat, navoji i brtva ne smiju biti zaprljani uljem ili mastima (opasnost od brze oksidacije i nastanka požara),
- kisik iz boca ne smije se upotrebljavati za pogon strojeva, alata ili čišćenje,
- boce s acetilenom moraju imati osigurač protiv povrata plamena,
- boce moraju biti smještene na sigurnu udaljenost od mjesta zavarivanja, moraju se upotrebljavati u uspravnom položaju i moraju biti osigurane od pada, a kape za zaštitu ventila moraju biti uvijek postavljene, osim kad su boce u upotrebi,
- gumene cijevi za prijenos plinova iz boca do mjesta zavarivanja moraju se zaštititi od mogućih oštećenja, a na mjestima spoja moraju biti pričvršćene odgovarajućim obujmicama,
- na kraju rada ventili na bocama moraju se odmah zatvoriti.

2.2.2. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA I EKSPLOZIJA PRI ČIŠĆENJU POSUDA ZA ZAPALJIVE TEKUĆINE

Mjere zaštite od požara i eksplozija pri čišćenju posuda za zapaljive tekućine propisane su Pravilnikom o tehničkim normativima za zaštitu od požara i eksplozije pri čišćenju posuda za zapaljive tekućine ("Službeni list", broj 44/83. i 60/86.), koji se primjenjuje temeljem članka 53. Zakona o normizaciji ("Narodne novine", broj 55/96.).

Navedeni pravilnik predvidio je grubo i potpuno čišćenje. Grubo čišćenje obavlja se kad posude treba puniti istim sadržajem ili prije provedbe potpunog čišćenja. Potpuno čišćenje obavlja se kad se mijenja sadržaj u posudama i kad se posude provjeravaju, popravljaju, zavaruju ili baždare.

2.2.2.1. Oprema i uvjeti za obavljanje čišćenja

Pravilnikom su propisani uvjeti koji se moraju ispuniti prije početka čišćenja i posebnosti opreme kojom se čišćenje obavlja.

Prije početka čišćenja mora se provjeriti ispravnost uređaja, opreme i sredstava koja se rabe u čišćenju. Na udaljenosti 15 metara od posuda koje se čiste izvori paljenja (iskrenja) moraju se ukloniti ili isključiti, osim ako nisu izvedeni u protueksplozijskoj zaštiti. Na istoj udaljenosti moraju se postaviti i odgovarajuća upozorenja.

Prigodom čišćenja posuda u područjima opasnosti električne instalacije i uređaji koji se upotrebljavaju moraju biti izvedeni s protueksplozijskom zaštitom. Osim toga, smiju se upotrebljavati isključivo svjetiljke (napon 24 V) izvedene s protueksplozijskom zaštitom, svjetiljke s hladnim svjetlom i prijenosne svjetiljke izvedene s protueksplozijskom zaštitom.

Posebni uređaji koji se mogu upotrebljavati za sniženje napona moraju biti instalirani izvan područja opasnosti, njihovi metalni dijelovi ne smiju biti galvanski povezani s posudama koje se čiste, a dijelovi strujnog kruga snižena napona ne smiju se uzemljiti.

Alat i pribor koji se koristi za čišćenje moraju biti izrađeni od antistatičnog, antimagnetičnog i neiskrećeg materijala.

Provjetravanje posuda može se izvesti tlačnim zrakom, inernim plinom ili niskotlačnom vodenom parom.

Zaštitna odjeća i obuća mora biti izrađena od materijala na kojem se ne stvara i ne skuplja statički elektricitet i koji ne iskri.

Ljestve koje se rabe prigodom čišćenja moraju biti izrađene od materijala koji ne iskri i koji kemijski ne reagira s muljem ili parom zapaljive tekućine. Da se spriječi klizanje, ljestve na donjem kraju moraju biti osigurane osiguračem koji ne iskri.

2.2.2.2. Radovi prije početka čišćenja

Prije početka čišćenja posuda mora se učiniti sljedeće:
vizualno pregledati i ustvrditi tehničku ispravnost nadzemnih posuda,
ustvrditi fizikalno-kemijska svojstva zapaljive tekućine,
izmjeriti debljinu sloja taloga (mulja) u posudi da se utvrdi njegov približni obujam,
poduzeti mjere zaštite od statičkog elektriciteta (uzemljiti sve posude, uređaje i cjevovode na kojima se može nagomilati statički elektricitet; premostiti sve spojeve dijelove cjevovoda, posuda i uređaja na kojima se može stvarati statički elektricitet te isključiti sklopke ili ukloniti taljive dijelove iz električnih grijala i električnog kruga koji energijom opskrbljuje mehaničku aparaturu posuda i na njih staviti natpis "ISKLJUČENO").

2.2.2.3. Grubo čišćenje posuda

Postupak grubog čišćenja posuda je sljedeći:
zatvoriti sve ventile za dovod zapaljive tekućine, vodene pare i ostalih cjevovoda;
odstraniti zapaljive tekućine i mulj (crpljenjem ili gravitacijski);
odstraniti ostatak mulja priručnim sredstvima odmah nakon odstranjivanja zapaljive tekućine.

Ako se nakon grubog čišćenja predviđa potpuno čišćenje, posuda se, ako je potrebno, ispire vodom, a potom se mora napuniti niskotlačnom vodenom parom, inernim plinom ili vodom ili se moraju provjetriti na prirodan ili umjetan način da bi se odstranile zapaljive pare.

Ostaci mulja (taloga) i inkrustata iz posuda se odstranjuju niskotlačnom vodenom parom, toplom ili hladnom vodom i mehaničkim ili kemijskim sredstvima za čišćenje i neutralizaciju.

2.2.2.4. Potpuno čišćenje posuda

Za potpuno čišćenje posuda provodi se sljedeći postupak:

- posude se odvajaju od dovoda zapaljivih tekućina, vodene pare, kanalizacijske mreže i svih drugih cjevovoda i uređaja vezanih za posude koje se čiste. Odvajanje se obavlja zatvaranjem zapornih tijela i obveznim postavljanjem slijepih prirubnica;
- upuhuje se niskotlačna vodena para ili inerni plin, pune se vodom ili se na prirodni ili umjetni način provjetravaju (posude s toksičnim sadržajem zabranjeno je puniti i ispirati vodom ako ne postoji poseban tretman takvih otpadnih voda);
- mjeri se koncentracija zapaljivih para u unutrašnjosti posude (koncentracija ne smije prijeći deset posto donje granice eksplozivnosti);
- posude se mehanički čiste (posude moraju biti na temperaturi približnoj temperaturi okoliša prije čišćenja);
- posude se prema potrebi ponovo ispiru vodom pod tlakom i propuhuju vodenom parom ili inernim plinom ili se provjetravaju na prirodni ili umjetni način;
- navedeni se postupak. naizmjenice ponavlja do potpunog čišćenja.

Ako se unutarnje stjenke brišu krpama ili nekim drugim sličnim materijalom, te krpe ili slični materijali ne smiju stvarati statički elektricitet ni iskriti, a ne smiju se ni osipati.

Dok traje čišćenje posude, na sve zatvorene ventile moraju se postaviti odgovarajući natpisi zabrane uporabe

Ako se čišćenje mora nakratko prekinuti, unutarne se stjenke moraju isprati jakim vodenim mlazom i ostatak mulja prekriti vodom.

Ako se za čišćenje i neutralizaciju upotrebljavaju kemijska sredstva, ona ne smiju sa zapaljivom tekućinom ili talogom reagirati egzotermno, ne bi smjeli izazvati kemijsku reakciju koja bi mogla ugroziti sigurnost ljudi i imovine i ne smiju korozivno djelovati na stjenke spremnika.

Izvodi li se čišćenje pjeskarenjem, prije i tijekom pjeskarenja mora se osigurati učinkovito provjetravanje i provjeriti koncentracija zapaljivih para. Dosegne li koncentracija deset posto donje granice eksplozivnosti, rad se mora odmah obustaviti i nastaviti provjetravanje dok se koncentracija ne smanji ispod navedene razine. Kompresori, ventilatori i drugi uređaji moraju se smjestiti na slobodnom prostoru.

Kod potpunog čišćenja, popravka ili zavarivanja jedne ili više komora u posudama s komorama, prije početka radova moraju se isprazniti i druge komore i napuniti inertnim plinom ili vodom.

Talog i mulj izvađen iz posude mora se odmah ukloniti od svih susjednih objekata i izvora paljenja na sigurnu udaljenost (najmanje 30 m).

Posude se ne smiju čistiti za vrijeme vremenskih nepogoda (grmljavine i sl.).

2.2.4. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA U ELEKTROENERGETSKIM POSTROJENJIMA

Predviđene mjere zaštite elektroenergetskih postrojenja razlikuju se glede činjenice jesu li postrojenja daljinski vođena i daljinski nadzirana ili to nisu.

2.2.4.1. Mjere zaštite od požara u elektroenergetskim postrojenjima koja nisu daljinski vođena i daljinski nadzirana

Za zaštitu od požara u elektroenergetskim postrojenjima predviđene su mjere za sprječavanje nastanka i širenja požara te mjere kojima se osigurava učinkovita zaštita i spašavanje osoba u slučaju požara.

Za smanjenje opasnosti od požara (sprječavanje nastanka požara) mora se udovoljiti određenim mjerama zaštite od požara:

- električni rotacijski strojevi, energetski transformatori i drugi električni aparati i uređaji moraju biti zaštićeni od kratkih spojeva, zemljospojeva, opasnih prenapona i nedopuštenih opterećenja;
- električni rasklopni aparati moraju biti bez ulja ili s malo ulja;
- svi aparati i uređaji moraju se pravilno upotrebljavati i redovito održavati.

Za sprječavanje širenja požara moraju se provesti sljedeće mjere :

- odabrati pogodnu mjesto elektroenergetskog objekta (sprječavanje širenja požara na susjedne zgrade odabirom mjesta, izvedbom požarnih sektora, protupožarnim brtvljenjem kabelaških kanala na granici požarnih sektora i sl.);
- osigurati mjere za brz odvod zapaljivih tekućina (sabrane uljne jame);
- prikladno razvrstati opremu (smještaj dijelova elektroenergetskog postrojenja i električnih transformatora mora se izvesti prema odredbama Pravilnika o tehničkim normativima za zaštitu elektroenergetskih postrojenja i uređaja od požara, "Službeni list", broj 74/90.)
- pravodobno i pouzdano otkrivati i dojaviti požar (u zgradama s elektroenergetskim postrojenjima nazivnog napona od 110 kV i više, odnosno nazivne snage od 20 MVA i veće mora se ugraditi automatski sustav za otkrivanje i dojavu požara, a osim toga isti sustav mora se ugraditi i u prostore u kojima se nalaze oprema i uređaji bitni za rad postrojenja);
- postaviti odgovarajuće uređaje za gašenje požara (prijenosne vatrogasne aparate predviđene za gašenje požara na električnim instalacijama, stabilne sustave za zaštitu energetskih

transformatora i električnih strojeva snage po jedinici veće od 40 MVA ako imaju zapaljivu izolaciju, a nije ugrađen automatski sustav vatrodjave ili uređaji nisu na pogodnoj lokaciji).

Za učinkovitu zaštitu i spašavanje osoba propisani su u navedenom pravilniku zahtjevi glede izlaznih putova i izlaza te značajkama vrata na izlaznim putovima (smještaj izlaza, dužina izlaznih putova, smjer otvaranja vrata itd.).

2.2.4.2. Mjere zaštite od požara u elektroenergetskim postrojenjima koja su daljinski vođena i daljinski nadzirana

Mjere zaštite od požara u elektroenergetskim postrojenjima koja su daljinski vođena i daljinski nadzirana određuju se s obzirom na činjenicu da u slučaju požara, u normalnim okolnostima, u prostorima nastanka požara neće biti prisutni ljudi. Te su mjere propisane Uputama o zaštiti od požara za daljinski vođena i daljinski nadzirana elektroenergetska postrojenja ("Narodne novine", broj 41/91.).

Sukladno navedenom, predviđene su u prvom redu mjere (tehničke i organizacijske) kojima se osigurava sprječavanje nastanka i širenja požara bez prisutnosti ljudi, sigurna dojava požara te učinkovito gašenje požara kad gasitelji dođu na mjesto požara.

Propisane su stoga sljedeće mjere :

- građevinske mjere (upotreba negorivih i teško zapaljivih materijala, odjeljivanje prostora u požarne sektore, posebni zahtjevi glede obveze odjeljivanja u požarne sektore dijelova opreme, kabela, pojedinih uređaja ili tehnoloških cjelina);
- ugradba sustava za automatsko otkrivanje i dojavu požara te značajke koje sustav mora imati;
- mjere kojima se osigurava dostatna količina vode za gašenje (hidrantska mreža, spremnik vode);
- dopunske organizacijske mjere (plan gašenja i uzbunjivanja itd.).

2.2.5. ISPITIVANJE ELEKTRIČNIH, PLINSKIH I INIH INSTALACIJA

Ispitivanje električnih plinskih i inih instalacija određeno je odgovarajućim propisima za svaku vrstu instalacija posebice.

2.2.5.1. ISPITIVANJE ELEKTRIČNIH INSTALACIJA NISKOG NAPONA

Ispitivanje električnih instalacija niskog napona obavlja se sukladno odredbama Pravilnika o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona ("Službeni list", broj 53/88). koji se primjenjuje temeljem članka 53. stavak 3. Zakona o normizaciji ("Narodne novine", broj 55/96.). Osim navedenog, odredbe glede ispitivanja niskonaponskih instalacija propisane su i u hrvatskim (skupina norma HRN N. B2....) i inozemnim normama (IEC 364..., DIN VDE...).

Ispitivanjem se ustvrđuje uskladba ugrađenih dijelova (opreme) s propisima i normama glede sigurnosti, ispravnosti izvedbe te moguća oštećenja i pogreške kod ugradnje.

Ispitivanje instalacija mora se provesti prije stavljanja u pogon, poslije rekonstrukcije instalacije, prigodom proširenja te kad ovlašteno tijelo ocijeni da je ispitivanje potrebno zbog dotrajale instalacije.

2.2.5.2. Ispitivanje i popravak električnih instalacija i uređaja u "S" izvedbi

Ispitivanje električnih instalacija i uređaja u "S" izvedbi provodi se sukladno odrednicama normativnih dokumenata IEC-a 79.

Električne instalacije i uređaji namijenjeni za rad u prostorima ugroženim eksplozivnim plinskim atmosferama (električne instalacije i uređaji u takozvanoj *S izvedbi*) moraju tijekom cijelog vijeka trajanja očuvati posebna svojstva koje te instalacije i uređaji imaju i koje ih čine pogodnim za rad u ugroženim prostorima.

Da bi se ta posebna svojstva očuvala, propisano je kad treba biti prvi pregled i kasniji redoviti periodični pregledi ili provedba stalnog nadzora, što čini kvalificirano osoblje i, po potrebi, održavanje.

Odrednicama normativna dokumenta HRN IEC 79-17 predviđene su tri vrste pregleda: prvi pregled, periodični pregledi i pregledi uzoraka, te tri stupnja pregleda: vizualni, kontrolni i detaljniji pregled.

Vrste i stupnjevi pregleda određuju se planovima pregleda koji su izrađeni ovisno o vrsti zaštite uređaja. Planovi pregleda predloženi su u pripadajućim tablicama normativna dokumenta HRN IEC 79-17.

2.2.5.2.1. Vrste zaštita

Propisane su ove vrste zaštite uređaja :

- "d" - neprodorni oklop
- "e" - povećana sigurnost
- "n" - neiskreći
- "i" - samosigurnost
- "p" - kućište pod tlakom.

2.2.5.2.2. Prvi pregled

Prvi pregled provodi se radi provjere je li odabrana vrsta zaštite i njezina instalacija odgovarajuća. Pojediniosti u svezi s opsegom prvog pregleda predloženo su prethodno navedenim planovima pregleda.

Nije potreban cjelovit prvi pregled ako je proizvođač obavio ekvivalentan pregled, osim ako na uređaju ima smetnji.

2.2.5.2.3. Periodični pregledi

Periodični pregledi mogu biti vizualni ili kontrolni, prema potrebi, kako se navodi u pripadajućim tablicama normativna dokumenta HRN IEC 79-17, a vizualni ili kontrolni pregled može ukazati na potrebu za novim detaljnijim pregledom.

Stupanj pregleda i vremenski razmak između periodičnih pregleda određuju se uzimajući u obzir vrstu opreme, proizvođačeve upute, čimbenike koji utječu na kvarenje, područja opasnosti upotrebe i rezultate prethodnih pregleda, uz napomenu da vremenski razmak između pregleda ne smije prijeći tri godine bez traženja stručnog savjeta.

Posebno treba napomenuti da su pokretni uređaji skloni oštećivanju daleko više od nepokretnih pa pokretni električni uređaji trebaju biti dostavljeni na iscrpniji pregled najmanje jedanput u roku od godine dana.

Po određivanju vremenskog razmaka i stupnja pregleda, instalacija se mora podvrgavati međufaznim pregledima uzoraka da se potvrdi ili izmijeni predloženi vremenski razmak i stupanj pregleda.

Kućišta koja se često otvaraju, bit će upućena na detaljniji pregled, a korisnik će uređaj vizualno pregledati prije uporabe radi provjere vidnih oštećenja uređaja.

2.2.5.2.4. Pregledi uzoraka

Pregledi uzoraka su pregledi razmjernog dijela instaliranih uređaja, a veličina i sastav uzorka određuje se prema svrsi pregleda. Svrha pregleda uzoraka ne može biti otkrivanje slučajnih kvarova, već se on mora provoditi radi praćenja utjecaja okoliša (vibracija, primjerice).

2.2.5.2.5. Stupnjevi pregleda

Stupanj pregleda može biti vizualan, kontrolni ili podroban, a u pripadajućim tablicama normativna dokumenta HRN IEC 79-17 navedene su konkretne provjere za navedena tri stupnja pregleda.

Vizualan pregled je pregled kojim se identificiraju, bez uporabe opreme ili alata, oni kvarovi koji su vidljivi za oko (primjerice, nedostatak vijaka).

Kontrolni pregled je pregled koji obuhvaća postupke sadržane u vizualnom pregledu i dopunski identificira one kvarove (primjerice, nedostatak stegnute vijke) koji se mogu otkriti samo uporabom pristupne opreme (primjerice, stuba) i alata.

Podroban pregled je pregled koji obuhvaća postupke sadržane u kontrolnom pregledu i identificira one kvarove (npr. labave priključke) koji se mogu vidjeti samo otvaranjem kućišta i/ili uporabom, po potrebi, alata i ispitne opreme.

Rezultati svih pregleda moraju se bilježiti.

2.2.5.2.6. Popravak električnih uređaja u “S” izvedbi

Popravak uređaja u “S” izvedbi instaliranih u prostorima gdje se mogu pojaviti opasne koncentracije zapaljivih plinova i para mora se izvršiti sukladno općim i posebnim propisima (IEC 79, IEC 346).

Normom HRN IEC 79 - 17 propisani su opći i dopunski zahtjevi za popravak i obnavljanje električnih uređaja za eksplozivne atmosfere. Dopunski zahtjevi ovise o vrsti zaštite, a propisuju se i zahtjevi za popravak i obnavljanje, obradu i pregradnje.

2.2.5.2.7. Ispitivanje plinskih instalacija

Obveza ispitivanje plinskih instalacija propisana je Zakonom o zapaljivim tekućinama i plinovima.

Ispitivanje plinskih instalacija provodi se da bi se ispitala ispravnost i nepropusnost novoizgrađene ili obnovljene (rekonstruirane) plinske instalacije prije puštanja u pogon te periodično, u određenim vremenskim razmacima.

Ispitivanje se provodi na plinskoj instalaciji od uličnog priključka, odnosno spremnika plina, do trošila, te trošila.

Rokovi ispitivanja različiti su za plinske instalacije u građevinama namijenjenim stanovanju i građevinama u kojima se plin upotrebljava u tehnološkom procesu ili za zagrijavanje radnih prostora. Zbog povećanih opasnosti nastanka požara i eksplozije, plinske instalacije, koje se nalaze u građevinama u kojima se plin upotrebljava u tehnološkom procesu ili za zagrijavanje radnih prostora, moraju se ispitati u roku koji nije duži od pet godina. Ispitivanje plinskih instalacija koje se nalaze u stambenim prostorima mora se obaviti prigodom umjerivanja brojila u roku koji nije dulji od deset godina.

Ispitivanje plinskih instalacija koje se nalaze u građevinama u kojima se plin upotrebljava u tehnološkom procesu ili služi za zagrijavanje radnih prostora obaveza je vlasnika, odnosno korisnika prostora u kojem se nalaze instalacije, kao i ispitivanje plinskih instalacija u građevinama namijenjenim za stanovanje. Vlasnici ili korisnici dužni su omogućiti nesmetano ispitivanje, a dobavljač plina dužan je prethodno najaviti ispitivanje.

Osim dobavljača plina, plinske instalacije mogu ispitivati i pravne ili fizičke osobe koje dobavljač plina za to ovlasti.

O ispravnosti plinske instalacije izdaje se uvjerenje.

Propise o uvjetima i načinu provjere ispravnosti plinske instalacije potrošača plina donijela je Hrvatska udruga za plin uz suglasnost Ministarstva unutarnjih poslova (Pravilnik o uvjetima provjere ispravnosti plinskih instalacija).

Kad se ustvrdi neispravnost ili propuštanje plinske instalacije, dobavljač plina dužan je uskratiti isporuku plina dok se instalacije ne dovede u ispravno stanje, odnosno do dovođenja instalacije u nepropusno stanje. Ispravnost i nepropusnost treba potvrditi ispitivanjem.

2.2.5.3. Provjere, pregledi, kontrole i ispitivanja plinskih kotlovnica

Zaštita od požara plinskih kotlovnica ukupnog kapaciteta većeg od 50 kW propisana je Pravilnikom o tehničkim normativima za projektiranje, izgradnju, pogon i održavanje plinskih kotlovnica ("Službeni list", broj 10/90. i 52/90.) koji se primjenjuje temeljem članka 2. Zakona o zaštiti od požara ("Narodne novine", broj 58/93.).

Dio zaštite od požara plinskih kotlovnica ostvaruje se pregledima, provjerom i ispitivanjem plinskih kotlovnica.

Navedenim pravilnikom predviđeni su redoviti pregledi, provjere i ispitivanja plinske ložišne instalacije. Vremenska razdoblja (maksimalna) u kojima se moraju obaviti pojedine provjere, pregledi te provjera i ispitivanja pojedinih dijelova prikazani su u tablici 4. Pravilnika s tim da se godišnji pregledi i ispitivanja moraju obaviti prije sezone loženja, a ako se pregledi i ispitivanja obavljaju dvaput godišnje moraju se obaviti prije i u tijeku sezone loženja.

Kontrola i ispitivanja obvezni su za postrojenja jediničnog opterećenja većeg od 350 kW.

Provjeru može obaviti osoba osposobljena za rukovanje konkretnim postrojenjem, preglede može obavljati stručna osoba osposobljena za puštanje u pogon i održavanje postrojenja određenog tipa, a kontrole i ispitivanja mogu obavljati zajedničkim radom osobe strojarske i elektrotehničke struke, posebno stručno osposobljene za tu vrstu poslova.

2.2.5.4. ISPITIVANJE GROMOBRANSKIH INSTALACIJA

Pri projektiranju, izgradnji i održavanju gromobrana primjenjuju se odredbe Pravilnika o tehničkim propisima o gromobranima ("Službeni list", broj 13/68.), odnosno primjenjuju se tehničke mjere sadržane u Tehničkim propisima o gromobranima, što je sastavni dio navedenog pravilnika.

Navedenim Tehničkim propisima o gromobranima predviđeno je da se ispitivanje mora obaviti :

- nakon izgradnje ili obnove objekta koji se štiti gromobranskom instalacijom;
- nakon popravaka ili prepravaka gromobranske instalacije;
- nakon udara groma u instalaciju ili objekt;
- u redovitim vremenskim razmacima koji ovise o vrsti objekta.

Vremenski razmaci u kojima je potrebno obaviti ispitivanje gromobranskih instalacija za pojedine vrste objekata moraju biti navedeni u glavnom projektu a za starije građevine, kod kojih to nije slučaj, su sljedeći :

- u roku od jedne godine potrebno je ispitati gromobransku instalaciju na objektima za smještaj eksploziva i objektima ugroženim eksplozijom te gromobranske instalacije s izvorima ionizirajućeg zračenja;
- u roku od dvije godine potrebno je ispitati gromobransku instalaciju na objektima ugroženim požarom, na žičarama i objektima kod kojih je spojeno uzemljenje gromobranske instalacije sa zaštitnim uzemljenjem elektroenergetskog postrojenja;
- u roku od tri godine potrebno je ispitati gromobransku instalaciju na objektima kao što su tvornički dimnjaci, crkve, džamije, tornjevima za motrenje i tornjevima izvoznih postrojenja u rudnicima;
- u roku od pet godina potrebno je ispitati gromobransku instalaciju na svim ostalim objektima.

Za obavljanje ispitivanja ne izdaje se posebna ovlast, ali ispitivač mora imati potrebno znanje za obavljanje tih ispitivanja, odnosno mora imati najmanje srednju stručnu spremu elektrotehničke struke.

2.2.5.5. KLIMATIZACIJSKI ILI VENTILACIJSKI KANALI

Klimatizacijski ili ventilacijski kanali u prostorijama u kojima se stvara zapaljiva prašina ili u kojima nastaju pare masnoća moraju se redovito pregledavati.

Redoviti pregledi i čišćenje moraju se obavljati i prigodom prenamjene prostorija koje su ventilirane ili klimatizirane.

Ventilacijski kanali u ugostiteljskim objektima, zbog osobitosti prostora koji se ventiliraju (klimatiziraju), moraju se čistiti prema odredbama posebnog propisa, točnije prema Pravilniku o zaštiti od požara ugostiteljskih objekata ("Narodne novine", broj 100/99.). Tim je propisom određeno je da se ventilacijski kanali u ugostiteljskim objektima moraju čistiti najmanje jedanput godišnje, a ventilacijski kabeli iz prostorija za pripremu hrane svaka tri mjeseca za vrijeme rada ugostiteljskog objekta (u slučaju da ugostiteljski objekt radi sezonski čišćenje kanala iz prostora za pripremu hrane mora se obaviti prije početka rada i nakon prestanka rada objekta). O čišćenju se mora voditi evidencija.

2.2.6. PLINSKE KOTLOVNICE

Zaštita od požara plinskih kotlovnica ukupnog kapaciteta većeg od 50 kW propisana je, kao je navedeno u prethodnom poglavlju, u Pravilniku o tehničkim normativima za projektiranje, gradnju, pogon i održavanje plinskih kotlovnica ("Službeni list", broj 10/90. i 52/90.).

Pravilnikom o tehničkim normativima za projektiranje, gradnju, pogon i održavanje plinskih kotlovnica propisane su opće mjere zaštite (konstrukcijske, organizacijske, eksploatacijske), a jedna od temeljnih mjera zaštite od požara je mobilna oprema za zaštitu od požara koja se mora nalaziti u kotlovnici.

Mobilnu opremu za gašenje požara u kotlovnici čini:

- za kotlovnice površine poda do 50 m² - dva vatrogasna aparata S-6 i jedan vatrogasni aparat CO₂-5;
- za kotlovnice površine poda od 50 m² do 400 m² dva vatrogasna aparata S-9, jedan vatrogasni aparat S-6 i jedan vatrogasni aparat CO₂-5;
- za kotlovnice čija je površina poda veća od 400 m² odabir mobilne opreme obavlja se temeljem proračuna.

Vatrogasni aparati moraju se postaviti na uočljiva i lako pristupačna mjesta na visinu do 1.5 m od tla, a međusobna udaljenost vatrogasnih aparata ne smije biti veća od dvadeset metara.

Ako se osim plina u kotlovnicama upotrebljavaju i tekuća goriva, mobilna oprema mora sadržavati i sanduk s pijeskom i lopatu.

3. OPREMA I NAPRAVE ZA DOJAVU POŽARA I ZA GAŠENJE POŽARA

3.1. VATROGASNI APARATI

3.1.1. PRIJENOSNI VATROGASNI APARATI

Vatrogasni aparati upotrebljavaju se kao učinkovita zaštita od požara materijala, prostora, i vozila.

Prijenosni vatrogasni aparati su uređaji koji sadrže sredstvo za gašenje koje se izbacuje iz spremnika unutarnjim tlakom u svrhu gašenja u prvom redu početnih požara. U skupinu prijenosnih aparata spadaju aparati čija ukupna masa nije veća od 20 kilograma, a konstruirani su tako da ih osobe nose do mjesta nastanka požara.

Ovisno o vrsti materije ili prostora, koji je ugrožen požarom i koji se štiti vatrogasnim aparatima, odabire se sredstvo za gašenje koji se stavlja u spremnik aparata. Prema hrvatskoj normi HRN EN 2 požari se razvrstavaju u četiri razreda i to:

- A**: požari koji obuhvaćaju krute tvari, u pravilu organske prirode, kod kojih se gorenje obično odvija uz stvaranje usijanog žara;
- B**: požari koji obuhvaćaju tekućine ili rastaljene krutine;
- C**: požari koji obuhvaćaju plinove,
- D**: požari koji obuhvaćaju kovine,
- F**: požari jestivih masti i ulja.

Za svaki razred požara postoji odgovarajuće sredstvo za gašenje (medij za gašenje), a postoje i jedinstvena sredstva koja služe za gašenje više razreda požara.

Sredstava za gašenje koji su u primjeni u vatrogasnim aparatima su prah (različitih vrsta za različite razrede požara), CO₂, pjena za gašenje, voda, a kao zamjena za halone predviđa se šira komercijalna uporaba takozvanog "clean agenta".

Zakonom o zaštiti od požara predviđena je njihova obvezatna uporaba za zaštitu prostora.

Vrste vatrogasnih aparata odabiru se na temelju mogućnosti razreda požara koji može nastati u štićenom prostoru. Nakon utvrđivanja mogućih razreda požara, odabire se sredstvo kojim se gase ti razredi požara, a time je odabrana i vrsta vatrogasnog aparata.

Potreban broj vatrogasnih aparata određuje se temeljem izrađene procjene ugroženosti za objekte i prostore razvrstane u I. i II. kategoriju ugroženosti, a za objekte i prostore razvrstane u III. i IV. kategoriju ugroženosti te nekategorizirane građevine i prostore tako da se odredi potreban broj jedinica gašenja (JG) iz tablice 3. Pravilnika o vatrogasnim aparatima („Narodne novine“ broj 101/011., i 74/013) a prema požarnoj opasnosti i površini požarnog sektora.

Tablica 3. Prilog 1. Pravilnika o vatrogasnim aparatima

Površina požarnog sektora do (m2)	Požarna opasnost		
	manja	srednja	velika
50	6	12	18
100	9	18	27
200	12	24	36
300	15	30	45
400	18	36	54
500	21	42	63
600	24	48	72
700	27	54	81
800	30	60	90
900	33	66	99
1000	36	72	108
na svakih daljnjih 250	6	12	18

Požarna opasnost određuje se prema vrsti prostora iz tablice 2.

Tablica 2. Prilog 1. Pravilnika o vatrogasnim aparatima

Prostori	Požarna opasnost		
	manja	srednja	velika
Industrijski	ciglane i betonare, proizvodnja stakla i keramike, proizvodnja papira u mokrom području, proizvodnja konzervi, proizvodnja elektronike, proizvodnja napitaka, strojogradnja i sl.	proizvodnja kruha, prerada i obrada kože, tekstila i umjetnih materijala, proizvodnja gume, tlačno lijevanje plastike, proizvodnja kartona, sastavljanje vozila i kućanskih aparata i sl.	proizvodnja namještaja i drvenih vezanih ploča (iverica, šperploča, furnira i sl.), tkaonice, predionice, proizvodnja papira u suhom području, prerada papira, mlinovi, proizvodnja stočne hrane, proizvodnja krovne ljepenke i pjenastih materijala (spužvi), proizvodnja i prerada zapaljivih lakova, boja i ljepljiva, lakirnice i uređaji za nanošenje praha, rafinerije, tiskare, petrokemijska industrija, uljne kalionice, farmaceutska industrija i sl.
Prodajni, trgovački i skladišni	negorivi materijali i proizvodi s manjim udjelom negorive ambalaže (npr. keramika, napici, cvijeće i sl.)	gorivi materijali i proizvodi (npr. skladišta drva na otvorenom, namještaj, gume, ambalaža, knjige, bijela tehnika, elektronika, tekstil, prehrambeni proizvodi, kemijska sredstva za čišćenje, foto oprema, pekarnice i sl.)	lako zapaljivi materijali (npr. boje i lakovi, otapala, stari papir, drvo, pamuk, pjenasti materijali (spužve), skladišta špedicije i sl.)
Uredski, smještajni, uslužni, ugostiteljski, kulturno-zabavni	ulazni prostori i predprostori (čekaonice): sportskih dvorana, kinodvorana, kazališta, upravnih zgrada, zdravstvenih ustanova, odvjetničkih i drugih ureda, i sl.	uredi, kuhinje, ugostiteljski objekti (hoteli, hosteli, pansioni, restorani, caffè barovi i dr.), studentski i učenički domovi, arhivi, knjižnice, banke, pošte, obrazovne i znanstvenoistraživačke ustanove, zdravstvene ustanove i domovi za starije i nemoćne, stambene zgrade, poljoprivredne zgrade, zgrade za vjerske obrede, garaže	diskoteke, kinodvorane, gledališta dvorana i druga mjesta gdje se okuplja veliki broj ljudi; prostori za prikupljanje otpada
Obrtni	vrtlarije, galvanizacija, mehanička obrada metala (tokarenje, glodanje, bušenje, rezanje, štancanje i sl.), mehanička obrada kamena (klesarske radionice i sl.)	bravarske radionice, vulkanizerske radionice, prerada kože/umjetne kože i tekstila, pekarnice, elektro-radionice, frizerski saloni, kozmetički saloni	automehaničarske radionice, stolarske radionice, tapetarske radionice, lakirnice

Jedinice gašenja određuju se prema najvećem tipskom požaru koje pojedini tip vatrogasnog aparata može pogasiti za svaki razred požara posebno. Ispitivanje se provodi prema HRN EN 3-7.

Ovisno o tome koji najveći tipski požar vatrogasni aparat uspije uspješno pogasiti pridružuju mu se i jedinica gašenja (JG).

Broj jedinica gašenja prema kapacitetu gašenja vatrogasnog aparata dane su u tablici 1. Prilogu 1. Pravilnika o vatrogasnim aparatima.

Tablica 1. Prilog 1. Pravilnika o vatrogasnim aparatima

JG	Kapacitet gašenja vatrogasnih aparata prema HRN EN 3-7		
	Tipski požar razreda A (krute tvari)	Tipski požar razreda B (tekućine)	Tipski požar razreda F (ulja i masti biljnog i životinjskog porijekla)
1	5A	21B	5F
2	8A	34B	
3		55B	25F
4	13A	70B	
5		89B	40F
6	21A	113B	
9	27A	144B	75F
10	34A		
12	43A	183B	
15	55A	233B	

U slučaju da neki od tipova vatrogasnih aparata imaju različite kapacitete gašenja za različite razrede požara vatrogasnom aparatu pridružuje se manji broj jedinica gašenja.
Na primjer: vatrogasni aparat namijenjen gašenjima požara razreda A, B i C koji kapacitet gašenja 21A, 144B i 75 F ima 6 JG.

3.1.1.1. VATROGASNI APARATI S PRAHOM

Danas najrašireniju upotrebu imaju vatrogasni aparati u kojima se nalazi prah za gašenje požara tipa A, B, C, no još uvijek se u praksi nalaze i vatrogasni aparati s prahom za gašenje požara tipa BC. Pogonski plin za izbacivanje praha je CO₂, koji može biti smješten u posebnoj bočici ili izravno u samom spremniku vatrogasnog aparata. Prema navedenim konstrukcijama, razlikuju se vatrogasni aparati s bočicom i vatrogasni aparati pod stalnim tlakom.

Loša strana primjene praha prigodom gašenja požara je veće onečišćenje prostora (opreme) koje nastaje nakon njihove uporabe, a ako su prostori klimatizirani (ventilirani), dolazi i do većeg onečišćenja filtra.

Osim fizičkog onečišćenja, kad je prah tijekom gašenja izložen temperaturama višim od 120 Celzijevih stupnjeva, a gašenje je obavljeno u prostoru u kojem je relativna vlažnost veća od 50 posto, predmeti na kojima se nalazi prah korodiraju (hrđaju) pa se prah u potpunosti mora odstraniti sa svih površina na koje dospije tijekom gašenja.

Pored navedenog, tijekom gašenja u zatvorenim prostorima dolazi do izrazitog vrtložnog miješanja praha i zraka tako da može doći do smanjene vidljivosti na što treba upozoriti osobe koje će rukovati aparatima. Zato se rjeđe primjenjuju za zaštitu opreme, prostora i materijala čije čišćenje bi iziskivalo veće troškove od onih koji bi nastali u požaru (računalna oprema, primjerice).

a) VATROGASNI APARATI S BOČICOM

U vatrogasnim aparatima s bočicom prah je prije uporabe pod tlakom koji je jednak vanjskom tlaku zraka. Nakon uključivanja, CO₂ iz bočice ulazi u spremnik te snažno uskovitla prah i stvara pretlak od 1.2 do 1.4 MPa koji je potreban za izbacivanje praha iz spremnika. U postupku gašenja, prah zajedno s pogonskim plinom izlazi iz spremnika te dolazi do gašenja požara. Kad je bočica aktivirana, a zbog određenih razloga nije došlo i do izbacivanja praha iz spremnika ili nije došlo do potpunog izbacivanja praha, vatrogasni aparat se ne može naknadno upotrebljavati. Spremnik aparata s bočicom nije izrađen tako da ne propušta zrak pa CO₂ tijekom vremena izlazi iz spremnika i dolazi do izjednačivanja tlaka u spremniku i okolnog tlaka zraka. Ovakav aparat postaje neuporabljiv pa se aparat mora, kad je došlo do ispuštanja CO₂ u spremnik s prahom, podvrgnuti određenom postupku (održavanju) u ovlaštenom trgovačkom društvu, obrtničkoj radionici ili tijelu državne uprave kako bi se doveo u ispravno stanje.

Provjera kakvoće praha kod aparata s bočicom lako je izvesti jer prah nije pod tlakom, ali neispravnost bočice i istjecanje CO₂ iz spremnika može otkriti isključivo osoba stručnim pregledom aparata (s položenim stručnim ispitom).

b) VATROGASNI APARATI POD STALNIM TLAKOM

Kod vatrogasnih aparata pod stalnim tlakom prah za gašenje u spremniku je pod stalnim tlakom pogonskog plina. Ovakvim konstrukcijskim rješenjem izbjegnuta je bočica sa stlačenim CO₂ pa su takvi aparati jeftiniji od onih s bočicom. Osim toga, ugradbom manometra na spremnik moguća je stalna provjera tlaka u aparatu i trenutno otkrivanje neispravnosti aparata zbog propuštanja.

Lošija strana ovog tipa aparata je u tomu što se tijekom provjere praha tlak u spremniku mora postupno smanjiti na tlak okolnog zraka (duže vrijeme koje se troši na održavanje) kako bi se izbjeglo neželjeno izbacivanje praha iz spremnika (provjera praha mora se redovito obavljati u postupku periodičnog pregleda i kontrolnog ispitivanja). Osim navedenog, prigodom uključivanja aparata ne dolazi do miješanja praha u spremniku kao kod aparata s bočicom, što kod slabije osposobljenih korisnika može imati za posljedicu lošiji učinak prilikom gašenja.

3.1.1.2. Vatrogasni aparati s CO₂

Aparati s CO₂ jednostavne su konstrukcije te samim tim i jednostavni i jeftini za održavanje pa imaju dosta široku primjenu. Spremnici spadaju u posude pod te se moraju podvrgavati redovitim i izvanrednim pregledima sukladno odredbi propisa kojima je uređeno područje spremnika pod tlakom.

Sredstvo za gašenje je plin, teži od zraka, bez mirisa i okusa pa je ta vrsta aparata pogodna za gašenje požara u zatvorenim prostorima u kojima nema jakih zračnih strujanja, dok na otvorenim prostorima nisu djelotvorni zbog osjetljivosti na zračna strujanja. Primjereniji su za zaštitu elektronske opreme, opreme za tisak, u prehrambenoj industriji te za zaštitu dijelova pod naponom. Uključivanjem aparata CO₂ izlazi iz aparata i potiskuje zrak iz okoline gdje je požar, smanjujući količinu kisika ispod koncentracije potrebne za gorenje, istodobno, kako je ekspanzijom pothlađen, smanjujući temperaturu predmeta koji se gase, dakle gašenje se obavlja ugušivanjem (primarno) i hlađenjem (u manjoj mjeri). Iz navedenih osobina lako je uočiti i loše strane ovih aparata jer se ne mogu primjenjivati za gašenje u slučajevima kad su požarom zahvaćeni uređaji koji su zbog niske temperature CO₂, koji izlazi iz aparata, osjetljivi na pojave dilatacijskih naprezanja u materijalima zahvaćenih požarom te može doći do njihova loma, odnosno uništenja. No, u praksi se pokazalo da u većini slučajeva predmeti zahvaćeni požarom nakon požara nisu uporabljivi tako da su sekundarne štete nastale lomom dijelova koji se gase zanemarive, pogotovo u usporedbi sa sekundarnim štetama koje bi nastale uporabom drugih vrsta vatrogasnih aparata.

Ove vrste aparata imaju relativno mali domet (do oko 2.5 m) o čemu treba voditi računa prilikom odabira.

Zbog niskih temperatura, koje CO₂ ima prigodom izlaska iz spremnika, potrebno je pažljivo rukovanje kod uporabe zbog opasnosti od ozljeda za gasitelja (u slučaju dodira mlaznice nezaštićenom

rukom mogu nastati ozljede), a u slučaju uporabe većeg broja vatrogasnih aparata ovog tipa u malim zatvorenim neventiliranim prostorima, gasitelj mora voditi računa o opasnosti od gušenja (volumna je koncentracija veća od 5.6 posto u zraku opasna za ljudski organizam).

3.1.1.3. Vatrogasni aparati s halonom

Nakon prosinca 1. siječanj 2006. godine vatrogasni aparati s halonima morali su se ukloniti iz uporabe i zbrinuti na odgovarajući način sukladno odredbi Montrealske konvencije i srodnih joj konvencija a u Republici Hrvatskoj je propisano odredbama članka 9. Uredbe o tvarima koje oštećuju ozonski omotač ("Narodne novine", broj 7/99. i 20/99.).

Zbog svoje učinkovitosti danas se vatrogasni aparati s halonom nalaze još u uporabi na mjestima visokog rizika kao što su zrakoplovstvo, za zaštitu iznimno važnih materijala (NSK na pr.), u računalnim centrima te za zaštitu vojne opreme.

3.1.1.4. Vatrogasni aparati s pjenom za gašenje

Vatrogasni aparati s pjenom za gašenje (slika 3.5.) godinama se rabe u prvom redu za gašenje zapaljivih tekućina zbog dobrih učinaka gašenja požara klase B, ali ovaj tip vatrogasnih aparata može se primijeniti i za gašenje požara klase A, tako da su i danas, uz plinska sredstva za gašenje i prah, često u uporabi.

Kao sredstvo za gašenje u ovim aparatima služi mješavina pjenila i vode. Danas susrećemo dvije vrste pjenila AFFF (*aqueous film forming foam*) i FFFP (*film forming fluoroprotein foam*). Ovisno o konstrukciji aparata, u spremniku se može nalaziti priređena otopina pjenila u vodi ili se pjenilo može nalaziti izvan spremnika, a u spremniku se nalazi samo voda, s tim da se mlaznice razlikuju.

Na požar djeluju tako da se mješavina pjenila i vode s pomoću pogonskog plina, dušika na primjer, mlaznicom izbacuje u smjeru požara, gdje sredstvo za gašenje kod požara klase A ohlađivanjem i prodiranjem djeluje na snižavanje temperature, a u slučaju požara klase B stvara prepreku između zapaljive tekućine i kisika.

Glede primjene ove vrste aparata, potrebno je napomenuti da je mogućnost primjene za gašenje zapaljivih tekućina otopljenih u vodi ograničena (alkoholi, esteri, ketoni i sl.), tako da mogućnost primjene za gašenje ove vrste tekućina mora biti posebno naznačena. Ovi aparati se ne mogu primjenjivati za gašenje posebno rizičnih požara, takozvani trodimenzionalnih požara, u kojima je zapaljivi materijal u kretanju, kao što su požari tekućih ili kapajućih zapaljivih tekućina. Za gašenje ovog tipa požara potrebno je odabrati aparat na temelju preporuke proizvođača aparata.

Pozornost treba obratiti i na mjesta smještaja ovih aparata jer se ne smiju držati na mjestima gdje postoji opasnost od smrzavanja (ispod 4 °C), osim ako proizvođač nije označio minimalnu temperaturu na kojoj se aparat smije nalaziti.

3.1.1.5. Vatrogasni aparati za gašenje vodom

U Republici Hrvatskoj ovaj se tip aparata rjeđe susreće u uporabi, što je neopravdano jer mnogo je slučajeva u kojima bi zaštita od požara ovom vrstom aparata bila najbolje rješenje, a za gašenje se rabi ekološki najprihvatljivije sredstvo - voda.

Ova vrsta aparata namijenjena je u prvom redu gašenju požara klase A, a prednost mu je u učinkovitosti gašenja ove klase požara (gašenje se odvija na način da se toplina odvodi s mjesta požara) te niža cijena održavanja i nabave.

Aparati su konstruirani kao aparati s pumpom i spremnikom za vodu ili aparati bez pumpe u kojima se voda u spremniku nalazi pod tlakom pogonskog plina ili je u spremnik ugrađena bočica pogonskog plina. Aparati pod stalnim tlakom pogonskog plina sve se češće upotrebljavaju, a pogodni su za isprekidano gašenje. Mlaznice su posebne izvedbe (tuš ili kompaktni mlaz).

Kad se ovi aparati izlažu niskim temperaturama na kojima dolazi do smrzavanja, u vodu se dodaju posebni kemijski dodaci, koji u sebi ne smiju sadržavati zapaljive tekućine, kao što je, primjerice alkohol, koji snižava točku smrzavanja otopine do $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, a dodaju se i inhibitori protiv korozije, kad je spremnik izrađen od kovine neotporne na koroziju. Spremnici se danas od korozije obično štite plastificiranjem ili se spremnici izrađuju od materijala otpornih na koroziju (nehrđajući čelik, bakar i sl.).

3.1.1.6. Vatrogasni aparati za gašenje požara klase D

Ovaj tip aparata predstavlja posebnu skupinu s obzirom na sredstva za gašenje koji se najčešće odabiru prema vrsti kovine za čije gašenje su namijenjeni, te njegovoj količini i obliku, a također se često posebno odabire i plin za izbacivanje sredstva za gašenje iz spremnika (argon u nekim okolnostima, npr.).

Odabir sredstva za gašenje uvjetovan je mogućnošću nastanka kemijskih reakcija između goruće kovine i sredstva za gašenje ili pogonskog plina koji za posljedicu može imati odsutnost gašenja ili stvaranje zapaljivih i eksplozivnih smjesa. Načelno govoreći, određeni mediji za gašenje mogu biti učinkoviti pri gašenju požara različitih kovina, no često se određeno sredstvo za gašenje upotrebljava za gašenje isključivo određene kovine. Glede pravilnog odabira vrste sredstva za gašenje i pogonskog plina, potrebno je zatražiti savjet stručnjaka, odnosno proizvođača aparata.

3.1.1.7. Vatrogasni aparati za gašenje požara razreda F

Vatrogasni aparati namijenjeni za gašenje požara razreda F posebno su razvijeni poradi posebnosti ovih požara. Naime, kod ovih požara (jestiva ulja i masti) dolazi do značajnih i jakih gibanja zagrijanih ulja i masti zbog kojih sredstva za gašenje (prah, CO_2 , pjena) imaju mali ili čak nikakav učinak gašenja, zbog nemogućnosti odvajanja zapaljene tekućine od zraka (kisika). Zbog izrazito jakog miješanja zapaljene i zagrijane tekućine ne može se stvoriti dovoljno čvrst sloj koji bi spriječio dotok kisika.

Sredstva za gašenje požara razreda F posebno su razvijena kako bi se mogao nanijeti dovoljno čvrst sloj sredstva za gašenje koji odvaja gorivu tvar od kisika te na taj način gasi požar.

3.1.2. PRIJEVOZNI VATROGASNI APARATI

Prijevozni vatrogasni aparati su uređaji koji sadrže sredstvo za gašenje koje se izbacuje iz spremnika unutarnjim tlakom u svrhu gašenja požara. U skupinu prijevoznih aparata spadaju aparati koji su konstruirani tako da budu prevezeni do mjesta nastanka požara. Ukupna masa ovog tipa vatrogasnih aparata je veća od dvadeset kilograma.

U upotrebi se susreću dva tipa aparata - vatrogasni aparati s prahom i vatrogasni aparati s CO_2 . Načelo rada ovih aparata isti je kao i kod prijenosnih vatrogasnih aparata koji koriste ista sredstva za gašenje, a razlike u konstrukciji svode se na dopunski uređaj za prijevoz aparata (kolica).

Ovi aparati zbog veće količine sredstva za gašenje koje sadrže, koriste se za zaštitu prostora (građevina), opreme ili uređaja kod kojih je rizik nastanka požara povećan, a požarno opterećenje je srednje ili visoko, odnosno tamo gdje se u vrlo kratkom vremenu očekuje nastanak požara većeg opsega (skladišta, veliki prostori, benzinske crpke, trafostanice i sl.)

3.2. SUSTAV ZA DOJAVU POŽARA

Sustav vatrodjave požara služi za pravodobno otkrivanje požara i proslijeđivanje obavijesti o nastanku požara do mjesta odakle se započinje akcija gašenja. Sustav se sastoji od javljača požara (automatskih i/ili ručnih), dojavnih linija, vatrodjavne centrale, izvora napajanja, uređaja za uzbunjivanje te uređaja za prijenos obavijesti ako se obavijesti o nastanku požara moraju prenijeti izvan mjesta na kojemu je smještena vatrodjavna centrala radi otpočinjanja gašenja. Sustavi dojave čija izgradnja je počela nakon stupanja na snagu Pravilnika o sustavima za dojavu požara ("Narodne novine", broj 56/99.), odnosno nakon 12. lipnja. 1999. moraju odgovarati zahtjevima iz navedenog pravilnika, a na sustave koji su izgrađeni prije stupanja na snagu navedenog pravilnika primjenjuju se samo odredbe članka 49. i 51. - 58. navedenog pravilnika.

3.2.1. JAVLJAČI POŽARA

Javljači požara dio su vatrodjavnog sustava koji automatskim radom ili ljudskim postupkom (pritiskom na dugme) registriraju nastanak požara, registriranu obavijest pretvaraju u električnu veličinu te obavijest proslijeđuju do vatrodjavne centrale. Prema načinu rada, dijelimo ih na automatske i ručne javljače požara.

3.2.1.1. Ručni javljači požara

Sastavni dio sustava za dojavu požara su i ručni javljači požara koji se primjenjuju kad postoji mogućnost da požar zamijete prisutne osobe. Iako u praksi različite zemlje imaju propisan različit način rada (postoje propisi VdS, BS itd.) i konstrukciju ručnih javljača (najčešće se primjenjuje DIN norma), oblik i način djelovanja im se malo razlikuje. Tipičan primjer ručnog javljača prikazan je na slici 3.10. Glede mogućnosti ugradbe postoje tipovi za ugradnju pod žbuku i nad žbuku, a kad se ugrađuju u prostor ugrožen eksplozivnim smjesama plinova i para, moraju biti izvedeni u protueksplozijskoj zaštiti.

Način aktiviranja sastoji se u postupku razbijanja stakla i pritiskanja tipke kojom se alarm prenosi u vatrodjavnu centralu. Ugrađuju se u posebnu dojavnu skupinu, a postavljaju se na mjestima veće požarne opasnosti, u blizini vatrogasnih aparata, na izlazima, prolazima i stubištima. Postavljaju se na visinu od 1.5 m od poda.

3.2.1.2. Automatski javljači požara

Automatski javljači požara dijelovi su sustava za vatrodjavu koji automatskim radom registriraju požarne značajke te obavijest proslijeđuju u vatrodjavnu centralu. Ovo svojstvo iziskuje poseban oprez kod izvedbe zavarivanja, namjerno izazvanih pojava zračenja ili pojava otvorenog plamena (postupci održavanja), kako ne bi došlo do neželjen (slučajnog) uključivanja javljača. Razlikujemo nekoliko vrsta automatskih javljača požara prema požarnoj značajki koju registriraju, odnosno prema načinu rada. Svaka vrsta bilježi obilježja požara u jednoj razvojnoj fazi požara (tinjanje, dim, toplina - plamen). Postoje termički (termodiferencijalni i termomaksimalni), dimni (ionizacijski i optički) i plameni (infracrveni i ultraljubičasti) javljači požara.

TERMIČKI JAVLJAČI POŽARA

Termički javljači požara bilježe promjenu temperature do koje dolazi oslobađanjem toplinske energije zbog nastanka požara. Kako do promjene temperature dolazi u trećoj fazi razvitka požara, ovaj tip javljača najkasnije reagira, ali je znatno smanjena mogućnost lažnog alarma. Koriste se na mjestima na kojima nije moguća uporaba ostalih tipova automatskih javljača zbog utjecaja okoliša (prostori koji su zbog proizvodnog procesa u normalnom stanju zaprašeni, zadimljeni ili u njima dolazi do različitih zračenja) ili zbog materije

koja se štiti (ne smije doći do lažnog alarma). Prema načelu rada dijelimo ih na termomaksimalne i termodiferencijalne.

a) Termomaksimalni javljači požara

Termomaksimalni javljači požara rade na načelu da bilježe prekoračenje određene temperature. Temperature prorade različite su za pojedine tipove ovih javljača, a izabiru se prema toplinskom opterećenju okoline u kojoj su ugrađeni (temperatura prorade je najčešće između 15 do 35 Celzijevih stupnjeva viša od temperature okolice). Rad im se temelji na načelu rada bimetala koji na namještenoj temperaturi zatvori ili otvori strujni krug te na taj način šalje obavijest vatrodojavnoj centrali.

Razvijen je i tip javljača koji se nazivaju linijski javljači a koji po načinu prorade spadaju u termomaksimalne javljače. Izrađenio su kao dvožilni kabel s termoosjetljivom izolacijom koja se na projektiranoj temperaturi rastali te na tom mjestu dolazi do kratkog spoja.

Nakon svakog alarma potrebna je zamjena kabela na mjestu prorade. Ovaj tip javljača često se ugrađuje u tunelima, kabelskim kanalima i sl.

Postoji i temperaturni detektor požara koji omogućuje detekciju požara prema mjestu nastanka požara, spada u linijske javljače (ima isti način rada), a naziva se točkasti temperaturni kabel.

b) Terodiferencijalni javljači požara

Terodiferencijalni javljači požara rade na načelu zapisa brzine porasta temperature u jedinici vremena u šticienom prostoru, a često im je konstrukcija izvedena na način da rade i kao termomaksimalni javljači (na krajnjoj namještenoj temperaturi). Uključuju se kad je brzina porasta temperature veća od uobičajene za šticieni prostor. Brzine porasta temperature kod kojih dolazi do uključivanja javljača su različite (s obzirom na uvjete u kojima se ugrađuju), a kreću se od 5 do 20 Celzijevih stupnjeva u minuti. Pri odabiru brzine porasta temperature kod koje dolazi do uključivanja, posebno treba voditi računa o mogućnosti da ne dođe do lažnog alarma kad se preko ovih javljača uključi stabilni sustav za gašenje, čijim bi uključanjem došlo do nastanka većih šteta. Zato se i ne ugrađuju u prostore u kojima pri normalnim djelatnostima dolazi do brzog porasta temperature.

c) Specijalni optički kabeli

Specijalna vrsta javljača koji je i linijski i optički i termički javljač požara.

Detekcija požara ovim kabelima vrši se na način da, uslijed povišene, projektirane temperature dolazi do iskrivljenja linijskog javljača na temperaturno najopterećenijem mjestu te se mijenja reflektirajući signal što se detektira na vatrodojavnoj centrali kao signal požara.

DIMNI JAVLJAČI POŽARA

Ove vrste javljača požara primjenjuju se za dojavu požara kad se u nastalom požaru najprije očekuje razvijanje veće količine dima, a tek nakon toga pojava otvorenog plamena pa u takvim požarima dolazi do ranije uključivanja nego kod termičkih vrsta javljača. Ne preporučuje se njihova ugradba 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. Dimne javljače dijelimo prema konstrukciji i načinu rada na ionizacijske i optičke javljače.

a) Ionizacijski javljači požara

Zbog zračenja se više ne proizvode.

Ionizacijski javljači rade na načelu promjene referentnog stanja u strujnom krugu promjenom električnog otpora u jednoj od komora javljača (u javljaču se nalaze dvije komore, referentna i usporedna). Do promjene otpora 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 tomu što u sebi imaju ugrađen radioaktivni izvor zračenja (radi 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.

b) Optički javljači požara

Optički javljači požara bilježe pojavu dima smanjenjem intenziteta svjetlosnog snopa do čega dolazi zbog ulaska dima u jednu od komora javljača ili promjenom otpora do čega dolazi zbog raspršivanja svjetlosti u komori u koju je ušao dim (dio raspršene svjetlosti pada na fotootpornik).

PLAMENI JAVLJAČI POŽARA

Plameni javljači požara upotrebljavaju se za dojavu požara kod kojih dolazi do izgaranja tvari koje gore intenzivnim plamenom. Ovi javljači bilježe pojavu zračenja plamena, a prema vrsti zračenja koju bilježe, dijelimo ih na infracrvene i ultraljubičaste.

a) Infracrveni javljači požara

Načelo rada infracrvenih javljača požara temelji se na promjeni napona na fotoelementu do čega dolazi zbog infracrvenog spektra zračenja pri pojavi plamena. Zračenje pri pojavi plamena razlikuje se od zračenja iz drugih svjetlosnih izvora (suncana svjetlost ili svjetlost žarulje). Sprječavanje pojave lažnog alarma zbog izloženosti zračenju iz izvora svjetlosti izvodi se na više načina, a jednostavniji način temelji se na djelovanju posebnog filtra, leće i fotoelementa, koji dopuštaju prolaz samo zračenju određenih valnih duljina.

b) Ultraljubičasti javljači požara

Rad ove vrstetipa javljača temelji se na istom načelu kao i rad infracrvenog javljača, samo što se kod njih bilježi pojava plamena s pomoću ultraljubičastog spektra zračenja koje se također javlja pojavom plamena. Do uključenja javljača dolazi zbog promjene električnog otpora elementa čiji otpor ovisi o izloženosti ultraljubičastom spektru zračenju.

3.2.2. DOJAVNE LINIJE

Za prijenos obavijesti o nastanku požara, od javljača do vatrodojavne centrale, kao i za prijenos podataka o nadzoru rada (ispravnosti) javljača požara, služe dojavne linije.

Dojavne linije su izolirani vodiči koji moraju imati određeni električni otpor radi osiguranja odgovarajućeg napona na javljačima požara.

Kabeli dojavnih linija moraju se voditi od javljača požara do vatrodojavne centrale u posebnom požarnom sektoru, gdje nisu položeni i energetske kabeli, kako bi se osigurao siguran rad sustava i kod požara energetskih kabela.

Dojavni kabeli mogu se voditi iznad žbuke ili ispod žbuke, a nastavak kabela može se izvoditi samo u razvodnim kutijama.

3.2.3. VATRODOJAVNA CENTRALA

Vatrodojavne centrale mogu se izrađivati kao uređaji u koje je ugrađen mikroprocesor ili u modularnoj izvedbi (starije inačice).

Vatrododjavna centrala objedinjuje rad svih uređaja koji su ugrađeni u vatrododjavni sustav te pritom obavlja sljedeće funkcije :

- prijam obavijesti o nastanku požara,
- provjeru ispravnosti javljača požara, dojavnih linija, linija alarmnog sustava i linija pričuvnog izvora napajanja,
- prikaz i bilježenje stanja vatrododjave (pogon, smetnja, alarm),
- uključivanje sustava (alarma, stabilnih sustava za gašenje, funkcionalnih sustava i sl.).

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. Mjesto smještaja mora biti zaštićeno od mogućeg požara i utjecaja okoliša sukladno odredbama članka 37. Pravilnika o vatrododjavi („Narodne novine“, broj 56/99.). Sukladno navedenom članku vatrododjavne centrale moraju se smjestiti suhe, pogonski pristupačne i dovoljno svijetle, a ako te prostorije nisu pod stalnim nadzorom osoblja, moraju biti poseban požarni sektor i nadzirane automatskim javljačima požara.

3.2.4. IZVORI NAPAJANJA

Napajanje električnom energijom sustava vatrododjave mora biti neprekidno u tijeku rada. Radi osiguranja neprekidnog rada, vatrododjavna centrala i čitav sustav napaja se iz dvaju neovisnih izvora napajanja. Prvi izvor napajanja je električna mreža, a drugi izvor napajanja (pričuveni) je akumulatorska baterija.

Pričuveni izvor napajanja uključuje se automatski ispadom iz funkcije primarnog sustava, putem vatrododjavne centrale, a mora imati određeni kapacitet kako bi rad sustava bio osiguran određeno vrijeme. Kapacitet pričuvnog izvora napajanja mora biti dostatno velik da osigura rad sustava najmanje 72 sata i nakon toga rad alarmnih sustava u trajanju od 30 minuta. Razdoblje se određuje prema najduže potrebnom vremenu u kojem se može uspostaviti napajanje električnom energijom iz primarnog izvora napajanja. Kad je vatrododjavni sustav u svezi sa stabilnim sustavom za gašenje požara na kapacitet pričuvnog izvora napajanja, mogu biti postavljeni i drukčiji zahtjevi.

Mjesto postavljanja pričuvnog izvora napajanja mora se odabrati tako da pričuveni izvor napajanja nije ugrožen požarom i utjecajem okoliša koji bi mogli dovesti do njegova oštećenja. Osim toga, treba voditi računa da akumulatorske baterije s tekućinama budu smještene u prozirne prostorije.

3.2.5. UREĐAJ ZA UZBUNJIVANJE

Uređaji za uzbuñivanje uključuje se putem vatrododjavne centrale nakon nastanka požara, a kad se sustavom vatrododjave upravlja radom stabilnih sustava za gašenje požara, najčešće prije uključivanja samog sustava za gašenje.

Namjena je uređaja da o nastanku požara obavijesti sve osobe koje se nalaze u ugroženim prostorima radi evakuacije i gasitelje radi započinjanja akcije gašenja.

Zbog zahtjeva oko jačine i svojstava zvuka uglavnom se rabe električne i pneumatske sirene. Tražena jačina zvuka iznosi najmanje 30 dB iznad razine okolne buke, ali ne smije biti viša od 110 dB. Taj se zvuk mora razlikovati od okolnih zvukova.

3.2.6. UREĐAJI ZA PRIJENOS OBAVIJESTI

Uređaji za prijenos obavijesti o nastanku požara predviđeni su za ugradbu u sustav vatrododjavne centrale u slučajevima kad se vatrododjavna centrala ne nalazi pod stalnim nadzorom.

Najčešće se radi o programiranom uređaju koji obavijest o nastanku požara proslijeđuje na mjesto na kojem je organiziran nadzor nad šticećenim prostorom (prostorima). Prosljeđivanje obavijesti može se izvesti radio ili telefonskom vezom.

3.3. STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE POŽARA

Stabilne sustave za gašenje požara možemo podijeliti u dvije skupine:

- na uređaje s automatskim radom za čije uključivanje i postupak gašenja nisu potrebni ljudi (gasitelji) i
- na uređaje kojima se za gašenje požara koriste gasitelji (uređaji s neautomatskim radom).

Razvitak stabilnih sustava za gašenje požara s automatskim djelovanjem u uskoj je svezi s općim tehnološkim razvitkom u kojem su se znatno povećale opasnosti od požara, čije gašenje je često neizvedivo bez uporabe takvih stabilnih sustava.

Mnoge prednosti koje ovi sustavi imaju u postupku gašenja (neovisnost o ljudskom čimbeniku, brzo započinjanje gašenja, učinkovito gašenje bez opasnosti za ljudske živote, odsutnost panike kod nastanka požara i sl.), čimbenik su njihove sve očitije zastupljenosti u zaštiti od požara. Dokazana djelotvornost tih sustava koja se temelji na jednom od temeljnih načela za uspješno gašenje požara, a to je pravodobno započinjanje akcije gašenja, ima za posljedicu višu razinu zaštite ljudskih života i materijalnih dobara. Ta činjenica pridonosi nižim troškovima osiguranja te širenjem uporabe ovih sustava.

Ovisno o vrsti dobara koja se štite i različitim klasa požara koji mogu nastati, za gašenje požara se primjenjuju različiti stabilni sustavi. U uporabi se od automatskih sustava najviše upotrebljavaju sustavi za gašenje vodom tipa sprinkler, sustavi za gašenje CO₂, sustavi za gašenje plinskim sredstvima koja su zamjena za halone, sustavi s halonom, a rjeđe se susreću sustavi s prahom te sustavi za gašenje vodenom parom.

Stabilni sustavi bez automatskog rada, koje danas upotrebljavaju i osposobljeni gasitelji (profesionalni i dobrovoljni vatrogasci) i slučajno zatečeni gasitelji unutar nj su i vanjska hidrantska mreža za gašenje požara. Osim navedenog, postoje i uređaji za gašenje vodom i pjenom koji se koriste zajedno s vatrogasnim vozilima.

3.3.1. STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE POŽARA S AUTOMATSKIM RADOM

3.3.1.1. Stabilni sustavi za gašenje požara tipa sprinkler

Stabilni protupožarni uređaji za gašenje tipa sprinkler su sustavi za gašenje raspršenom vodom. U zaštiti od požara najviše se primjenjuju od svih stabilnih sustava, a postoji više vrsta sprinkler uređaja koji se rabe ovisno o okolnim uvjetima. Načelno postoje mokri (kod kojih se u cjevovodu stalno nalazi voda) i suhi sprinklerski sustavi kod kojih se u cjevovodu prije početka djelovanja nalazi zrak). No, susrećemo i različite inačice tih sustava ("pre-action" ili preplavni sustav - drencher). Za gašenje upotrebljavaju vodu koja se raspršena upućuje na mjesto nastanka požara sprinklerskim mlaznicama, a postoje i sprinklerski uređaji koji za gašenje upotrebljavaju pjenu.

Bez obzira na vrstu, sprinklerski uređaj se sastoji od odgovarajućeg izvora vode, posebnog ventila, cjevovoda s automatskim mlaznicama te dopunskih uređaja (alarmno zvono i sl.).

S obzirom na način uključivanja sprinklerski se sustavi dijele :

- na sustave koji se uključuju proradom mlaznica (topljenjem osigurača ili pucanjem ampula);
- na sustave koji se uključuju proradom glavnog ventila s pomoću vatrodajavnog sustava;
- na sustave koji se uključuju proradom glavnog ventila putem vatrodajave i proradom mlaznice (moraju se ispuniti oba uvjeta).

Ovi se uređaji projektiraju prema inozemnim propisima. Propise, ovisno o uvjetima koje u zaštiti treba ispuniti, određuje mjerodavno tijelo državne uprave o posebnim uvjetima građenja, koji se izdaju u postupku dobivanja građevne dozvole. Prigodom ugradbe sprinklerskog sustav kao dopunska zaštite (bez zahtjeva mjerodavnog tijela), investitor može samostalno odabrati propise prema kojima će sustav biti projektiran.

U Republici Hrvatskoj se sustavi najčešće projektiraju prema VdS smjernicama za sprinklerske uređaje zbog sličnosti uvjeta primjene i razrađenosti većine stanja, a osim toga primjenjuju se i NFPA i TRVB smjernice. Svaka od smjernica ima djelomice različite odredbe sukladno posebnim uvjetima države u kojoj se primjenjuje.

Kod projektiranja osobito treba obratiti pozornost na odabir i značajke izvora vode, te na dimenzioniranje cjevovoda te odabir mlaznica. Uz pravilno projektiranje sustava, na mlaznici ćemo imati traženi tlak i količinu vode, a gašenje će trajati propisano vrijeme. Danas se projektira najčešće s pomoću računskih programa koji su posebno odobrile mjerodavne ustanove, tako da se ovaj posao obavlja u kratkom vremenu, a dobiveni rezultati su optimalni (promjeri cijevi, broj i vrsta mlaznica i sl.).

Primjena ovih sustava vrlo je široka, a ograničena je jedino za gašenje požara materijala kod kojih bi uporabom vode kao sredstva za gašenje, došlo do nastanka spojeva štetnih za čovjekovo zdravlje ili koji bi negativno utjecali na tijek gašenja.

Zbog izrazite djelotvornosti gašenja i pouzdanosti, koje su u svezi s nezavisnim automatskim radom, najčešće se primjenjuju na mjestima na kojima bi u slučaju nastanka požara moglo doći do većih ljudskih žrtava ili velikih materijalnih šteta te na mjestima na kojima bi moglo doći do nastanka panike u slučaju požara. Utvrđeno je da su sustavi sprinkler vrlo djelotvorni u sprječavanju panike posebice na mjestima okupljanja većeg broja ljudi. Zato su pogodni za zaštitu robnih kuća, kazališta, skladišta, sportskih dvorana, garaža te glede požara rizičnih proizvodnih pogona. Primjenjuju se kao samostalni sustavi, ali se mogu koristiti i u kombinaciji s drugim automatskim sustavima za gašenje i dojavu požara, pri čemu instaliranje ovog sustava ne isključuje potrebu zaštite drugim sredstvima (vatrogasnim aparatima, hidrantskom mrežom itd.).

Konstrukcija ovih sustava praktično isključuje mogućnost slučajnog (neželjenog) uključivanja osim u okolnostima mehaničkog oštećenja. Sustav počinje djelovati nakon uključivanja prve mlaznice na mjestu nastanka požara, tako da je izbjegnuto nepotrebno polijevanje prostora na koje se požar nije proširio. U slučaju širenja požara uključuju se i mlaznice u tim prostorima. U praksi je uočeno da se većina požara, ugašena ovim sustavom, ugasi otvaranjem manjeg broja mlaznica (do 20 mlaznica), što razumijeva znatno manje sekundarne štete (štete nastale polijevanjem) od onih koje nastaju klasičnim gašenjem vatrogasnih postrojba. Ispravan rad sustava ovisi o pravilnom održavanju sustava i redovitim pregledima.

Sustavi ne zahtijevaju klasičnu vatrodajavu, ali se u određenim okolnostima izvode s vatrodajavom radi učinkovitijeg djelovanja i smanjivanja mogućnosti neželjenog uključivanja u svrhu izbjegavanja nastanka nepotrebne štete. U svrhu dopunskog osiguranja od slučajnog uključivanja sustava, kad bi slučajno uključivanje izazvalo veliku štetu, moguća je ugradba sprinklerskih mlaznica s dvostrukim uređajima za uključivanje (dvije iste ampule, npr.). Takva posebna konstrukcija dopunski povećava zaštitu od neželjena uključivanja jer do uključivanja dolazi tek nakon pucanja obje ampule.

Načelo djelovanja ovisi o vrsti sustava pa će o svakoj vrsti biti posebice riječi.

a) mokri sprinklerski sustav

Mokri sprinklerski sustavi najjednostavniji su i najzastupljeniji od svih sprinklerski sustava. Najčešće se upotrebljavaju za zaštitu skladišta, proizvodnih pogona i uredskih zgrada, dakle na mjestima gdje ne postoji opasnost od smrzavanja. U sustav su ugrađeni uređaji za mehanički ili električni alarm te uređaji s pomoću kojih je omogućena provjera sustava.

U sustav mogu biti ugrađeni različiti tipovi mlaznica. Razlikujemo mlaznice prema mjestu ugradbe (uspravna, viseća, bočna i dr.), dimenzijama, sustavu za uključivanje (ampula, topiva legura) te temperaturi uključivanja. Temperatura uključivanja odabire se prema toplinskoj opterećenosti prostora ugradbe prije požara, a kreće se u rasponu od 57 °C do 182 °C. Ovisno o temperaturi uključivanja u ampulama se nalaze tekućine različitih boja.

Zbog povećanja temperature u požaru, na sprinklerskoj mlaznici, koja je toplinski najopterećenija, dolazi do pucanja ampule (topljenja legure), čime je omogućen izlaz vode iz sustava. Mlaz vode koji izlazi kroz mlaznicu udara u posebno oblikovan mlazničin šesirić, rasprši se u sitne kapljice koje zalijevaju mjesto požara. Gašenje se odvija snižavanjem temperature na mjestu požara, isparavanjem vodenih kapljica (toplina potrebna za isparavanje) te onemogućavanjem pristupa zraka mjestu požara zbog stvaranja vodene pare oko mjesta gorenja.

Otvaranjem mlaznice i izlaskom vode iz sustava iza sprinklerskog ventila, pada tlaka u tom dijelu sustava, što otvara zaklopke (klapne) na samom ventilu i omogućava dotok novih količina vode u sustav. Veći dio vode koja dotječe u sustav iskoristi se za gašenje, a manji dio preko alarmnog otvora doprije do komore za usporavanje te do alarmnog hidrauličkog zvona i/ili do tlačne sklopke u kojoj nastaje električni signal. Komora za usporavanje sprječava lažne alarme koji se javljaju zbog manjeg dotoka vode zbog promjene tlaka u sustavu dobave vode. U sustav se ugrađuje i dio koji služi za ispitivanje sustava kako bi se izbjeglo polijevanje šticeenog prostora za vrijeme ispitivanja. Voda iz alarmnog hidrauličkog zvona i dijela za ispitivanje odlazi u sustav odvodnje.

b) Suhi sprinklerski sustav

Suhi sprinklerski sustav ugrađuje se na mjesta gdje postoji opasnost od smrzavanja vode zbog niskih temperatura, kao što su negrijana skladišta i mjesta pretovara požarno rizičnih materijala na otvorenom. Način rada ovog sustava sličan je radu mokrog sustava sprinkler, osim što se u cjevovodu ne nalazi voda već stlaćeni zrak ili ponekad dušik.

Kad se sprinkler mlaznica (1) otvori, dolazi do istjecanja stlaćenog zraka i time pada tlak u sustavu iza sprinklerskog ventila (2). Neravnoteža tlakova uzrokuje otvaranje zaklopke na ventilu i punjenje sustava vodom. Kod većih sustava ili sustava kod kojih je brzo uključivanje posebno uvjetovano, ugrađuje se ubrzivač (3) koji ubrzava rad ovog sustava. Dio vode služi kao i kod mokrog sustava za uključivanje alarmnog hidrauličkog zvona i/ili tlačne sklopke. Na sustav se kao i kod mokrog sprinklerskog sustava ugrađuje dio koji služi za ispitivanje sustava.

c) Pre-action sustav

Sustavi tipa pre-action najčešće se primjenjuje u okolnostima kad želimo dopunsko osiguranje od neželjen istjecanja vode u šticeene prostore kao što su prostori s računalnom opremom, knjižnice i slični prostori ili kad želimo ubrzati rad velikih sustava za gašenje. Sastavni dio ovih sustava je sustav za vatrodjavu. Do njegova uključivanja i punjenja sustava vodom dolazi nakon uključivanja sustava vatrodjave. No, do polijevanja rizičnog prostora koji se štiti dolazi tek nakon uključivanja sprinklerske mlaznice. Ovim se načinom sprječava polijevanje šticeenog prostora zbog slučajnog loma ampule ili slučajnog oštećenja same mlaznice. Postoje i dvostruki sustavi tipa pre-action kod kojih se sustav puni vodom tek nakon što se uključe javljači požara i sprinklerske mlaznice. Tim se načinom osigurava viši stupanj zaštite od neželjena uključivanja.

Sustav počinje radom kad se uključi javljač požara (1) u sustavu vatrodjave. Signal prorade šalje se u vatrodjavnu centralu (2) koja pokreće alarmni sustav i istodobno oslobađa selenoidni ventil (3) putem kojeg se smanjuje tlak u prostoru alarmnog ventila (4) iza zaklopke, ona se otvara, a voda struji u sustav, ali se polijevanje obavlja tek nakon što se uključe sprinklerske mlaznice (6). One se uključuju pucanjem ampule, topljenjem metalnog osigurača i sl. Sustav je opremljen uređajima koji se koriste za provjeru sustava.

d) Sustavi tipa sprinkler s pjenom

Svaki od prethodno navedenih sprinklerskih sustava može biti izveden ugradbom injektora pjene i kao sprinklerski sustav s pjenom. Ovaj tip sustava, a najčešće se primjenjuje za zaštitu od požara zapaljivih tekućina. U klasičan sprinklerski sustav dodani su spremnik koncentriranog pjenila (3) koji je putem cjevovoda, u kojem se nalazi kontrolni ventil, (2) spojen na cjevovod sprinklerskog sustava. Kontrolni ventil u pripremljenoj fazi sustava odjeljuje sprinklerski cjevovod od spremnika pjenila. Na spoju sa cjevovodom sprinklerskog sustava nalazi se uređaj (4) za proporcionalno miješanje pjenila i vode kako bi se dobila željena koncentracija pjene. Ovisno o tipu sprinklera, sustav se uključuje na jedan od već opisanih načina, uz napomenu da se s otvaranjem sprinklerskog ventila (1) gotovo istodobno otvara i kontrolni ventil (2).

3.3.1.2. Sustavi tipa drencher

Kod ovih su sustava otvorene mlaznice postavljene na cjevovod koji je putem alarmnog ventila spojen na izvor vode. Ovim sustavom postiže se brzo polijevanje cjelokupnog rizičnog područja koje se štiti. Upotrebljava se za zaštitu u posebno rizičnim okolnostima kod kojih postoji opasnost od brzog širenja požara, kao što su zrakoplovni hangari, petrokemijski kompleksi i sl. Sustav počinje radom kad se uključi javljač požara koji je smješten u istom području s otvorenim mlaznicama sprinkler. Osim ovog načina, prorada se može izvesti i s pomoću ručnog javljača ili pneumatskim putem. Uključivanjem javljača otvara se alarmni ventil i voda počinje strujati u cjevovod. Primjena ovog sustava ograničena je zbog velikih količina vode koje su potrebne za njegov ispravan rad, a treba voditi računa i o mogućnosti nastanka većih sekundarnih šteta.

3.3.1.3. Stabilni sustavi za gašenje ugljičnim dioksidom

Stabilni sustavi za zaštitu od požara koji kao sredstvo za gašenje koriste CO₂ primjenjuju se za zaštitu suvremenih tehnoloških procesa u industriji te za zaštitu energetskih objekata. Primjena ovih sustava smanjivala se većom upotrebom sustava koji su za gašenje koristili halon, no zbog štetnog utjecaja halona na ozonski omotač Zemlje došlo je do ograničenja upotrebe halona te su sustavi s CO₂ ponovo našli veću primjenu. Primjena ovog tipa sustava posebno je pretpostavljena ostalim tipovima sustava za zaštitu plinskim sredstvima u Njemačkoj, tako da se prema primjeni ovi sustavi u toj zemlji nalaze na drugom mjestu (iza sprinklerskih sustava). Ovakva politika provodi se preko osiguravajućih društava koja daju odgovarajući popust kod osiguranja ako se za zaštitu primjeni sustav s ugljičnim dioksidom.

Stabilni sustavi ovog tipa izgrađeni u Republici Hrvatskoj moraju udovoljavati odredbama Pravilnika o tehničkim normativima za stabilne uređaje za gašenje požara ugljičnim dioksidom ("Službeni list", broj 44/83. i 31/89.), koji se primjenjuje temeljem članka 53 Zakona o normizaciji ("Narodne novine", broj 55/96.). Navedeni pravilnik propisuje osnovne tehničke značajke ovih sustava.

Ugljični dioksid je plin 1.5 puta teži od zraka, bez boje i mirisa, koji požar gasi istiskivanjem zraka iz požarom zahvaćenog prostora čime se smanjuje koncentracija kisika oko zapaljenog materijala. Najveći nedostatak ovog sustava je taj što je za gašenje potrebno u štićenom prostoru ostvariti koncentracije veće od koncentracija koje su opasne za ljudski život. Koncentracije CO₂ u zraku koje su veće od 5.6 volumnih postotaka onemogućavaju disanje i opasne su za ljudski život (u praksi se primjenjuju koncentracije više od 34 % vol.)

Zaštita CO₂ može se izvesti kao potpuna i djelomična.

Potpuna zaštita prostora razumijeva 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 najviše pet požarnih sektora, pri čemu se količina CO₂ određuje prema najvećem sektoru. Ako postoji više požarnih sektora, za zaštitu se mora predvidjeti dopunska količina CO₂.

Djelomična zaštita izvodi se za zaštitu rizičnih dijelova uređaja ili dijela prostora ispunjavanjem CO₂. Kod djelomične zaštite potrebno je posebno voditi računa o koncentraciji CO₂, koja se u postupku gašenja može povisiti iznad pet posto ukupnog volumena (osobito u prostorima manjeg volumena) jer se tad moraju predvidjeti mjere zaštite osoba kao i kod potpune zaštite.

Sustav čine baterija boca s CO₂ ili pothlađeni spremnik CO₂, cjevovod s ventilima i mlaznicama, sustav vatrodojave s vatrodojavnom centralom, pričuvni izvor napajanja, uređaj za uzbunjivanje te sigurnosni uređaji.

Ugljični dioksid namijenjen gašenju smješten je u bateriji boca ili u pothlađenom spremniku. Ovisno o navedenom načinu skladištenja razlikujemo niskotlačni (ugljični dioksid je smješten u pothlađeni spremnik) i visokotlačni sustav (ugljični dioksid je smješten u bateriji boca).

Pothlađeni spremnik je spremnik u kojem se rashladnim uređajima CO₂ hladi na niske temperature koje moraju biti u granicama od -30 °C do -10 °C. U spremniku se CO₂ nalazi pod tlakom od 1.5 MPa do 2.5 MPa, a sustav mora imati sigurnosne uređaje koji osiguravaju sustav u slučaju porasta temperature ili tlaka. Ovaj sustav rjeđe je u upotrebi.

Baterije boca najčešće se upotrebljavaju za skladištenje CO₂ potrebnog za gašenje požara od pothlađenog spremnika. Boce se moraju postaviti tako da se spriječi njihovo prevrtanje. Smještaju se u jedan ili dva reda u poseban požarni sektor ovisno o potrebnoj količini. Ako ih je nemoguće smjestiti u poseban požarni sektor, može ih se smjestiti u drugi zaštićeni prostor, koji nije izravno ugrožen požarom koji bi nastao u nekom od štićenih sektora tako da je u slučaju potrebe omogućen pristup sustavu osobama u svrhu ručnog upravljanja.

U sustavu svaka boca mora imati uređaj za stalnu kontrolu mase CO₂, ili uređaj koji pokazuje gubitak mase CO₂ veći od 10 posto. Kad je gubitak mase CO₂ u boci veći od 10 posto, boce se moraju dopunjavati ili zamijeniti u roku od 36 sati.

U uporabi su dvije veličine boca i to volumena od 40 litara i 67 litara, a pretlak u bocama kod +20 °C iznosi 5.7 MPa. Nakon punjenja, pretlak CO₂ u bocama jako ovisi o okolnim temperaturama pa je potrebno voditi računa o temperaturama u prostoru skladištenja. U prostorima u kojima su uskladištene baterije boca dopuštene su temperature od -10 °C do +40 °C.

Boce se spajaju na sabirnu cijev s pomoću savitljivih spojnih cijevi koje imaju ugrađen nepovratni ventil.

Ako se jednom baterijom (ili pothlađenim spremnikom) štiti više od jednog požarnog sektora, u cjevovod se ugrađuju razvodni ventili. Za svaki požarni sektor ugrađuje se jedan razvodni ventil, a razvodni ventili, osim automatskog otvaranja moraju imati i mogućnost ručnog otvaranja pa zato moraju biti smješteni na mjesto do kojeg je osiguran lagan i nesmetan pristup. Razvodni se ventili najčešće smještaju uz bateriju boca.

Između uskladištenog CO₂ i razvodnih ventila ugrađuje se sigurnosni ventil koji se otvara kod pretlaka u cjevovodu od 17.5 MPa. Ugljični dioksid, koji izlazi iz sigurnosnog ventila, mora se odvesti iz zatvorenog prostora da ne ugrozi ljude.

Od razvodnih ventila CO₂ se cjevovodom razvodi do mlaznica u štićenom prostoru. Cjevovod se izrađuje od čeličnih cijevi koje moraju izdržati predviđene tlakove CO₂, a prije upotrebe se ispituje tlačnom probom. Cjevovod se mora učvrstiti na odgovarajući način tako da izdrži mehaničke sile koje nastaju uključivanjem sustava, a osim toga mora se voditi računa i o mogućnosti toplinske dilatacije cjevovoda da bi se izbjegla oštećenja zbog toplinskih dilatacija.

Mlaznice su krajnji element sustava za gašenje CO₂ na kojima se CO₂ rasprši i usmjerava na materijal (objekt) zahvaćen požarom. Odabir broja, tipa i rasporeda mlaznica obavlja se prema značajkama objekta koji se štiti. Presjek izlaznog otvora na mlaznici 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 CO₂ dolazi do njegova pothlađenja. Najmanji pretlak na mlaznici kod visokotlačnih sustava mora biti 2.1 Mpa, a kod niskotlačnih sustava 1 MPa.

Jednom se mlaznicom može štititi najviše 30 m², a u prostorijama višim od pet metara mlaznice se obvezatno smještaju pod stropom i na 1/3 visine prostorije. Za prostorije više od pet metara sustav se projektira na takav način da oko 35 posto ukupne količine CO₂ izlazi kroz mlaznice smještene na 1/3 visine. Mlaznice moraju biti izrađene od materijala koji ne hrđa.

U agresivnim i onečišćenim atmosferama na mlaznice se stavljaju zaštitne kape da bi se spriječio ulaska nečistoća u sustav. Zbog pretlaka plina, ove se zaštitne kape odbacuju s mlaznica uključivanjem sustava na početku izlaska CO₂ pa je istjecanje neometano.

Sustav se uključuje putem sustava vatrodajave, a požar se otkriva termomaksimalnim, termodiferencijalnim, dimnim ili plamenim javljačima požara. Osim automatskog uključivanja, svaki sustav mora imati i mogućnost ručnog pokretanja. Pri svakom uključivanju, bilo da je riječ o automatskom ili ručnom, ako u prostoriji koja se štiti borave ljudi, mora biti osigurano vrijeme odgode početka rada (vrijeme zatezanja). Vrijeme odgode počinje od trenutka dojave (automatske ili ručne) u trenutku kad se uključi alarmni uređaj i mjeri se do trenutka dok se sustav ne uključi. Ono ne smije biti kraće od deset sekundi niti dulje od trideset sekundi. U tom vremenu, od trenutka zvučnog signala pa do prorade sustava, osobe koje se nalaze u štićenom prostoru moraju napustiti ugroženi prostor. Kad se štiti prostor u kojem ne borave ljudi, uređaji za odgodu ne moraju se ugraditi u sustav, ali ako u te prostore ulaze ljudi, zbog nadzora postupka ili pregleda i održavanja opreme, rad stabilnog sustava za gašenje CO₂ mora se blokirati kako bi se isključila mogućnost slučajnog uključivanja jer bi osobe, koje bi se u tom trenutku našle u takvom prostoru, zapravo bile u životnoj opasnosti.

Ako postoji opasnost od gušenja ljudi, osim navedenog sustav, kojim je ostvarena potpuna zaštita prostora, mora imati i mogućnost blokiranja automatskog rada,.

Svi dijelovi stabilnog sustava za čiji rad je potrebna električna energija, moraju se napajati iz dvaju neovisnih izvora električne struje kako bi napajanje sustava u slučaju kvara na jednom od izvora bilo neprekidno. Jedan od izvora električne energije jest električna mreža, a drugi je akumulatorska baterija koja mora biti takvog kapaciteta da osigura rad stabilnog sustava u stanju nadzora 48 sati, a rad alarmnih uređaja i rad potrošača na komandnim linijama 30 minuta.

Upozorenje zvučnim signalom mora biti osigurano s pomoću najmanje dviju sirena koje imaju jačinu zvuka za najmanje 30 dB veću od jakosti zvuka u požarnom sektoru koji se štiti, ali jačina zvuka ne smije biti veća od 110 dB. Ako su obje sirene električne, kod barem jedne od njih mora biti osiguran stalni samostalni nadzor strujnog kruga radi osiguranja sigurnog uzbunjivanja. Sirene se uključuju automatski u trenutku reagiranja uređaja za dojavu ili u trenutku ručnog uključivanja sustava.

Vatrodajavna centrala (alarmna centrala) mora imati mogućnost da:

- registrira i signalizira ispad jednog od izvora ili kvar linije uređaja za zvučnu signalizaciju (sirene);
- provjerava električnu ispravnost vodova do posljednjeg javljača požara;
- provjerava električnu ispravnost vodova do uređaja za pokretanje sustava.

Ako se detektira požar uređajima koji nisu termički javljači požara (termomaksimalni ili termodiferencijalni), takvi se uređaji moraju vezati u dvije zone javljanja u svakom požarnom sektoru koji se štiti da bi se izbjeglo slučajno uključivanje.

Proračun potrebnih količina CO₂ za potpunu zaštitu utvrđuje se prema obujmu prostora koji se štiti, pri čemu porastom volumena, količina CO₂ u kg/m³ pada. Osim toga, kad se u šticienom prostoru nalaze posebno rizične tvari, dobivena količina se množi čimbenikom danim u Pravilniku o tehničkim normativima za stabilne sustave za gašenje požara ugljičnim dioksidom. Valja napomenuti da inozemni propisi NFPA, BS, primjerice kojima se određuju značajke ovih sustava, daju iscrpniji popis rizičnih tvari s korekcijskim čimbenicima. Ovisno o mogućnosti gubitka CO₂, proračunata količina uvećava se za deset do dvadeset posto.

Kako CO₂ nije pogodan za gašenje požara klase A, proračunata količina se za te požare mora uvećati 2.25 puta, a koncentracija u šticienom prostoru mora se održavati najmanje 30 minuta da bi se klasa požara sigurno ugasila.

Kod djelomične zaštite, potrebna količina CO₂, za gašenje izračunava se prema računskom volumenu objekta koji se štiti, s tim da se dimenzije objekta povećaju za 1.5 m, pri čemu se pod računskim volumenom razumijeva volumen šticienog objekta (prostora) umanjen za volumen u koji ne može doći CO₂. Najmanja količina CO₂ za djelomičnu zaštitu ne može biti manja od 2 kg/m³ računskog volumena, a za površinsku zaštitu 7 kg/m³.

Kod djelomične zaštite kad se volumna koncentracija CO₂ poveća iznad pet posto, mora se ugraditi uređaj za odgodu izlaska ugljičnog dioksida.

Strujanjem CO₂ dolazi do stvaranja statičnog elektriciteta pa svi dijelovi sustava moraju biti uzemljeni, a sustav zaštićen od statičkog elektriciteta.

3.3.1.3.1. Način rada

Stabilni sustav za gašenje CO₂ kod potpune zaštite uključuje se automatski putem vatrodajavnog sustava ili izravnim ručnim pokretanjem uređaja. Nakon uključivanja sustava, počinje teći vrijeme odgode izlaska CO₂ (ako je predviđeno), a istodobno se uključuje uređaj za alarm. Istodobno se isključuje svako prisilno strujanja zraka i zatvaraju svi otvori. Ako se štite prostori u kojima ne borave ljudi, istodobno s uključivanjem alarma počinje i istjecanje CO₂. U prvom slučaju, nakon isteka vremena odgode, a u drugom odmah nakon uključivanja, pokreće se elektromehanički okidač i oslobađa uteg koji svojim padom preko poluge mehanizma otvara ventile na uzbuđnim bocama pa CO₂ izlazi u uzbuđnu i sabirnu (kolektorsku) cijev. Uzbuđnom cijevi CO₂ dolazi do pneumatskih ventila na ostalim bocama CO₂ i otvara ih oslobađajući CO₂, koji iz njih odlazi u sabirnu cijev i preko otvorenih razvodnih (razdjelnih) ventila do mjesta gašenja. Razvodni ventili otvaraju se automatski prije ili istodobno s ventilima na sabirnom cjevovodu. Istodobno s otvaranjem ventila za ispuštanje CO₂ dolazi do automatskog zatvaranja vrata koja moraju imati mogućnost ručnog otvaranja.

3.3.1.4. Stabilni sustavi za gašenje halona

Stabilni sustavi za gašenje halonom najučinkovitiji su od svih stabilnih sustava za gašenje požara. Primjerice, računa se da je halon 1301 tri puta učinkovitiji u gašenju požara od CO₂. Mehanizam kojim halon gasi požar nije u potpunosti poznat, no čini se da se djelotvornost gašenja temelji na inhibitorskom djelovanju halona na proces gorenja (zaustavljanje gorenja iako je u okolini prisutan kisik).

Kao sredstvo gašenja u ovim sustavima najčešće se upotrebljavaju dvije vrste halona: halon 1301 i halon 1211, pri čemu je halon 1211 manje zastupljen zbog svoje veće otrovnosti pa te će u sljedećem dijelu biti opisan halon 1301.

Ovaj tip stabilnih sustava upotrebljava se za zaštitu građevina od iznimne važnosti (kulturnih, povijesnih ili velikih materijalnih vrijednosti) kao što su računalni centri, arhivi, telefonske centrale, muzeji, sefovi i sl. Iako je učinkovitost ovih sustava nedvojben, danas se primjenjuju za zaštitu od požara samo u

posebnim okolnostima, kad je njihova upotreba opravdana posebnim razlozima. Ograničena uporaba ovih sustava u svezi je s međunarodnim konvencijama kojima se ograničava uporaba ovih sredstava za gašenje zbog utvrđene osobine razaranja ozonskog omotača Zemlje. Osim toga, cijena ovih sustava znatno je viša zbog proizvodne cijene halona koja je visoka, a očekuje se i daljnji rast cijene halona s obzirom na ograničenje proizvodnje. Danas postoje zamjenska sredstva koja imaju slične učinke u gašenju požara kao haloni, ali ne uzrokuju oštećivanje ozonskog sloja tako da se pretpostavlja kako će halonski sustavi s vremenom biti zamijenjeni sustavima sa sredstvima za gašenje takozvanim "clean agentima".

Halonski sustavi projektiraju se prema inozemnim smjernicama od kojih se najčešće koristi propis NFPA 12A za halon 1311 i NFPA 12B za halon 1211.

Sustav se sastoji od spremnika halona, halonskog ventila, sabirne cijevi (u okolnostima kada se koristi više halonskih spremnika), cjevovoda s halonskim mlaznicama i sustava vatrodajave sa sustavom za alarmiranje (sirena), kad se štite prostori u kojima borave ljudi. Spremnik halona, koji je u ležećem položaju, mora imati usponsku cijev kojom halon istječe u cjevovod.

U halonskom spremniku nalazi se halon u tekućem stanju s pogonskim plinom. Za pogonski plin (potreban je za izbacivanje halona u štitićeni prostor) koristi se dušik pod tlakom od 2.584 MPa ili pod tlakom od 4.238 MPa na temperaturi od 21 Celzijevih stupnjeva. S obzirom na pretlak pogonskog plina sustave s halonom možemo podijeliti na visokotlačne i niskotlačne. Ovisno o vrsti pogonskog plina treba voditi računa o mjestu na kojem se smještaju halonski spremnici. Spremnici halona moraju se smjestiti u prostor gdje temperatura neće biti niža od -29 °C niti viša od 55 °C.

Halonski ventili ugrađuju se na spremnike halona, a razlikujemo tri vrste ventila: ventile koji se uključuju električnim načinom s pomoću detonatora, električnim načinom s pomoću mehaničkog okidača te pneumatskim načinom putem pneumatskog okidača.

Uključivanjem staklena se cjevčica, koja učvršćuje klip u donjem položaju, lomi (detonacijom, mehaničkim ili pneumatskim načinom) čime se oslobađa klip koji zbog pretlaka u spremniku odlazi u gornji položaj i oslobađa istjecanje halona iz spremnika. Na halonskom ventilu nalaze se: sigurnosni ventil za slučaj porasta tlaka iznad predviđene vrijednosti, presostat koji upozorava pad tlaka u spremniku, manometar na kojem se kontrolira tlak u spremniku i dva otvora za izlaz halona.

Spremnik se na cjevovod spaja savitljivom cijevi. Cjevovod halona proračunava se na najviši tlak koji se u sustavu može pojaviti na najvišoj predviđenoj radnoj temperaturi (uz gustoću punjenja od 1121 kg/m³), ali ne smije biti niži od 4.272 MPa za niskotlačne sustave, odnosno 6.89 MPa za visokotlačne sustave pri temperaturi od 55 °C. Iz navedenog je vidljivo da se u cjevovod ne mogu ugrađivati fitinzi od sivog lijeva standardne čvrstoće (HRN M. B6. 505.).

Mlaznice služe za raspršivanje halona, a presjek otvora na mlaznici ovisi o traženom protoku kroz mlaznicu. Mlaznice moraju biti izrađene od materijala koji ne hrđa kako bi se spriječile promjene na mlaznici zbog utjecaja agresivne atmosfere (smanjenje protoka zbog suženja izlaznog otvora).

Sustav s halonom pokreće se na osnovi prorade javljača požara (najčešće se primjenjuju ionizacijski ili termodiferencijalni javljači požara) od strane vatrodajavne centrale, a moguće ga je izvesti u potpunoj ili djelomičnoj (lokalnoj) zaštiti. Kad u štitićenom prostoru borave ljudi, istodobno se pokretanjem sustava uključuje i alarmni sustav (sirena).

Zbog cijene halona i štetnog utjecaja na ozonski sloj, nastoji se što je više moguće spriječiti slučajno uključivanje sustava pa se javljači najčešće vežu u dvije zone javljanja (dvozonnska ovisnost) u požarnom sektoru koji se štiti.

Uspostava tražene koncentracije (izbacivanje ukupne količine) mora se izvršiti u vremenu od 10 sekundi (osim ako duže vrijeme izbacivanja nije posebno odobreno), a da bi se to vrijeme postiglo, halon na mlaznici mora biti u tekućem stanju (tlak ne smije biti niži od 1.406 Mpa).

Tražene minimalne koncentracije halona potrebne za inertiziranje i gašenje navedene su u inozemnim propisima. One se razlikuju od gorivih tvari koje se štite (za gašenje acetona 5% vol konc., propana 5.2% vol. konc. itd.), a najčešće potrebne koncentracije za gašenje manje su od koncentracija koje su opasne za čovjekovo zdravlje.

U projektiranju sustava potrebno je obratiti pozornost na uravnoteženost sustava, odnosno na dimenzioniranje sustava jer se u protivnom može dogoditi da se u nekim dijelovima šticeenog prostora stvore koncentracije halona koje mogu biti opasne za čovjeka. Glede opasnosti za ljudsko zdravlje, smatra se da svako izlaganje utjecaju halona treba izbjegavati, a dosadašnjim istraživanjima su postavljene granice izloženosti halonu kod kojih nije bilo utjecaja na ljudsko zdravlje. S obzirom na koncentraciju halona vrijeme izloženosti iznosi :

- za sedam posto i niže koncentracije 15 minuta;
- za koncentracije od 7 do 10 posto jedna minuta;
- za koncentracije od 10 do 15 posto 30 sekundi;
- za koncentracije iznad 15 posto zabranjeno je izlaganje ljudi utjecaju halona.

Prema utvrđenim dopustivim vremenima izloženosti ljudi određenim koncentracijama halona, postavljaju se i zahtjevi na sustav i šticeeni prostor. Za zaštitu prostora namijenjenom boravku ljudi, dopuštene su koncentracije halona do deset posto. Evakuaciju prisutnih osoba u trenutku uključivanja sustava treba odmah izvršiti. Kad se evakuacija ljudi iz prostora u kojem je došlo do izbacivanja halona ne može završiti u roku od jedne minute, ne smiju se upotrebljavati koncentracije veće od sedam posto. Koncentracije od 10 do 15 posto mogu se upotrebljavati kod zaštite prostora koji u uobičajenim okolnostima nisu namijenjeni boravku ljudi, ali u kojima se mogu zateći osobe u trenutku pojave požara i uključivanja sustava. Evakuacija u tm okolnostima mora završiti u roku od 30 sekundi. Ako je to nemoguće ili kad su koncentracije veće od 15 posto, osobe se moraju zaštititi od udisanja halona.

Od izloženosti halonu, puno je opasnija izloženost produktima razgrađenog halona iako je njihova količina zbog brzog djelovanja na požar neznatna jer se u požaru halon razgrađuje na fluorovodičnu i bromovodičnu kiselinu koje u određenim koncentracijama mogu biti smrtonosne. Opasni otrov fosgen ne može nastati jer halon 1301 ne sadrži klor.

3.3.1.5. Sustavi s“clear agentom”

Zbog utvrđenog štetnog utjecaja halona na ozonski omotač Zemlje, upotreba halona je ograničene s tendencijom potpune zamjene halona u zaštiti od požara (u Republici Hrvatskoj potpuno se zabranjuje upotreba halona do 1. siječnja. 2006.). Mnoge nove tehnologije koje su razvijene zahtijevaju učinkovitu zaštitu od požara plinskim sredstvom bez obzira na uvjete gašenja (velike turbulencije zraka i sl.) pa se zbog toga već istražuju zamjenska plinska sredstva za halone.

Zamjenska sredstva, takozvana "clean agent" razvili su različiti proizvođači, ali do danas ijedno sredstvo nije uspjelo u potpunosti objediniti sve dobre strane halona u zaštiti od požara, a da bude potpuno neškodljivo za ozonski sloj Zemlje pa njihov razvoj i nadalje traje. Danas su u upotrebi mnoga sredstava pod različitim trgovačkim nazivima, kao na primjer NAF - S III, Inergen, FM - 200 itd., koja se ravnopravno tretiraju iako u praksi pojedine zemlje imaju više sklonosti za pojedino sredstvo.

Trenutno postoji samo jedan propis koji određuje zahtjeve za sredstva tipa“clean agent” i to je NFPA 2001. Prema navedenom propisu zahtjevi za neko sredstvo različiti su glede potrebnih koncentracija za gašenje, a većina odluka koje se tiču projektiranja prenose se na proizvođače i za nadzor odgovornih ustanova.

U većini zemalja, kao i u Republici Hrvatskoj, širu primjenu kao zamjensko sredstvo halonu jest sredstvo pod trgovačkim nazivom FM - 200, koje je najslbličnije halonu između onih koja se danas u uporabi.

Sustav je po sastavnim dijelovima i načinu rada vrlo sličan sustavima s halonom, a razlika između dvaju sustava nastaje zbog koncentracija potrebnih za gašenje. Potrebne koncentracije za gašenje FM - 200 su nešto veće od potrebnih koncentracija halona (acetona 8.1 posto, toluen 7 posto, npr.), a to uvjetuje veće

prostore skladištenja, veće promjere cjevovoda, ventila i malaznica tako da je većinom, uza svu sličnost halonu, potrebno izvršiti i veće zahvate u postojećim sustavima u kojima se halon zamjenjuje s FM-200.

Lošija strana ovoga sredstva je u tome što su za učinkovito gašenje potrebne dosta precizne koncentracije, što proračun sustava čini vrlo složenim u nekim složenijim okolnostima pa zbog toga proizvođači sustava vode poseban nadzor nad projektantima sustava, a po potrebi provjeravaju projekt i sami projektiraju sustave.

Osim toga, sredstvo FM-200 je i nešto otrovnije od halona tako da su dopuštene koncentracije u prostorima u kojima se okupljaju ljudi devet posto (halon 10 posto), a raspadom se kao i kod halona stvaraju otrovni produkti, ali im je količina i u ovom slučaju mala zbog brzine gašenja (izbacivanje se ostvaruje za najmanje 10 sekundi).

Sredstvo za izbacivanje FM - 200 iz spremnika je dušik, a tlak u spremniku iznosi 2,5 MPa na temperaturi od 21 °C, s porastom temperature lagano raste, a iznad 45 °C značajno ovisi o gustoći punjenja. Ovisno o veličini sustava moguće je izvesti različite inačice glede sredstva za izbacivanje FM - 200 u štitićni prostor (cilindri s dušikom). Spremnici se izrađuju u nizu veličina od 5 do 243 l. Ventili na spremnicima razlikuju se od halonskih ventila po dimenzijama, a ugrađuju se i različite brtve. Ostali elementi su savitljiva spojna cijev, cjevovod i mlaznice te sustav vatrodjave i alarmni sustav koji djeluju slično halonskom sustavu.

3.3.1.6. Bacači pjene i vode

Bacači pjene i vode stabilni su uređaji za gašenje požara koji mogu raditi automatski ili ručnim upravljanjem. Priključuju se na hidrantsku mrežu i gase požar bacanjem vode ili vode s pjenom (ovisno o klasi požara za čije gašenje su predviđeni) na proračunom određenu površinu.

Upotrebljavaju se najčešće za zaštitu naftnih postrojenja te lučkih uređaja i brodova na vezu, a sastoje se od postolja, cjevovoda za dopremu vode (pjene i vode), ventila s ručnim ili daljinskim upravljanjem i, ako su upravljani daljinski ili su predviđeni za automatski rad, od energetske uređaja te uređaja za daljinsko upravljanje.

3.3.2. STABILNI SUSTAVI BEZ AUTOMATSKOG RADA

3.3.2.1. Hidrantska mreža za gašenje požara

Hidrantska mreža za gašenje požara stabilni je sustav za gašenje požara kojim se služe gasitelji za neposredno i posredno gašenje požara. Pod neposrednim gašenjem razumijeva se gašenje bez upotrebe vatrogasnog vozila i opreme koja se na njemu nalazi, a posrednim kad se za gašenje upotrebljavaju vatrogasna vozila.

Izvedba hidrantske mreže za gašenje požara propisana je Pravilnikom o hidrantskoj mreži za gašenje požara.

Slučajevi obvezatne primjene ovog sustava za zaštitu od požara propisani su u Republici Hrvatskoj i to izričito za određene slučajeve (skladišta, visoke građevine, zračne luke, energetske objekti i td. a obveza primjene ovog sustava za određene okolnosti mogu se propisati i temeljem priznatih pravila tehničke prakse (inozemni propisi).

Hidrantskom mrežom se ne smiju štitićti prostori i materijali koji bi u reakciji s vodom stvarali eksplozivne i zapaljive plinove i kod kojih bi moglo u reakciji s vodom doći do eksplozije ili širenja požara.

Sredstvo za gašenje koji se koristi je voda, a korištenjem spremnika s pjenilom i posebne opreme gašenje može se izvršiti i pjenom (gašenje požara klase B).

Hidrantsku mrežu za gašenje požara dijelimo na:

- vanjsku i unutarnju,
- suhu i mokru,
- s cijevima promijenljivog i nepromjenljivog presjeka.

Sastoji se od sigurnog izvora vode, građevinskih elemenata, cjevovoda, ventila i opreme za gašenje, a može se sastojati, u ovisnosti od čimbenika koji utječu na rad hidrantske mreže (tlak, količina vode, građevinski uvjeti i sl.) i od uređaja za povišenje ili sniženje tlaka te od pričuvnog izvora napajanja za uređaj kojim se povisi tlak.

a) Sigurni izvori vode

Kao izvor vode za napajanje vanjske i unutarnje hidrantske mreže može se koristiti svaki izvor vode dovoljnog kapaciteta da udovolji zahtjevu za propisanom količinom vode za zaštitu požarnog sektora s najvećim specifičnim požarnim opterećenjem uz tlak na mlaznici koji nije manji od 0,25 MPa u trajanju od najmanje 60 minuta. U praksi se najčešće kao izvor vode za hidrantsku mrežu koristi vodovodna mreža gradskog vodovoda, a na mjestima gdje ona ne postoji iskoriste se i ostale mogućnosti opskrbe vodom kao primjerice bunari (podzemna voda), otvoreni vodotokovi (rijeke) i umjetni spremnici (rezervoari). Unutarnja hidrantska mreža mora imati siguran izvor vode takvog kapaciteta da omogući opskrbu minimalno propisanom količinom vode koja je potrebna za zaštitu požarnog sektora s najvećim specifičnim požarnim opterećenjem građevine koja se štiti uz propisani tlak na mlaznici od minimalno.

Vanjska hidrantska mreža za gašenje požara mora imati siguran izvor vode takvog kapaciteta da omogući opskrbu minimalno propisanom protočnom količinom vode koja je potrebna za zaštitu požarnog sektora s najvećim požarnim opterećenjem građevine koja se štiti, uz tlak na hidrantu od najmanje 0,25 MPa u trajanju od najmanje 120 minuta.

Unutarnja i vanjska hidrantska mreža ne moraju raditi istovremeno, što znači da se potrebne količine vode za gašenje ne zbrajaju.

Potrebne količine vode dane su tablično u tablicama koje su sastavni dio citiranog pravilnika a za posebne slučajeve vanjske hidrantske mreže za gašenje požara određuju se računski.

Ako se koristi voda iz izvora kod kojih bi moglo doći do variranja količine vode zbog prirodnih čimbenika (bunari, jezera i sl.), izdašnost izvora mora se provjeriti za najnepogodniji slučaj (u sušnom razdoblju ili zimi kad su češća smrzavanja površinske vode). Osim o potrebnoj količini vode, treba voditi računa i o razlici visine između razine vode izvora i mjesta postavljanja pumpe. Najveća razlika ograničena je konstrukcijskim značajkama konkretne pumpe koja se koristi za dobavu vode u hidrantsku mrežu (maksimalnim potlakom koji pumpa može ostvariti) i konstrukcijom usisnog dijela vodovoda a ista se mora smanjiti za 30%. Kolo rotora mora biti stalno potopljeno u vodi ako pumpa nije samousisna ili potopna.

Izvori za opskrbu vodom hidrantske mreže mogu se međusobno kombinirati, izuzev kad se za izvor vode koristi vodovodna mreža. U navedenom slučaju zabranjeno je spajanje cjevovoda vodovodne mreže s cjevovodom drugog izvora, bez posebnih uređaja koji sprečavaju povrat vode iz drugih izvora u cjevovod vodovoda) da bi se spriječila mogućnost onečišćenja pitke vode u javnom vodovodu.

b) Vanjska hidrantska mreža

Vanjska hidrantska mreža izrađuje se oko štice objekta. Kod razmještanja hidranata potrebno je voditi računa o njihovom broju i njihovoj udaljenosti od štice objekta tako da udaljenost bilo koje točke građevine od hidranta ne bude veća od 80 m niti manja od 5 m. Udaljenost između hidranata ne smije biti veća od 150 m. U naseljima sa samostojećim obiteljskim kućama udaljenost između dva hidranta smije iznositi 300 m.

Na vanjsku hidrantsku mrežu u pravilu se ugrađuju na cjevovod nadzemni hidranti zbog uočljivosti i mogućnosti pristupa (No 100 ili No 80), a iznimno, kad to nije moguće izvesti (zbog ometanja prometa) podzemni hidranti.

Na hidrantskoj mreži moguće je predvidjeti i priključke za napajanje vatrogasnih vozila vodom za gašenje. Kad hidrantska mreža nema neposrednu vezu s javnom vodovodnom mrežom s pitkom vodom, moguće je predvidjeti i mogućnost tlačenja vode prema šticeenom objektu s pomoću pumpi iz vatrogasnog vozila s tim da se pri projektiranju sustava vodi računa o osobinama vatrogasne pumpe. U drugim okolnostima, kad postoji veza hidrantske mreže s javnom vodovodnom mrežom, ovakva inačica zaštite je zabranjena zbog mogućnosti onečišćenja vode za piće te mogućnosti havarije sustava zbog prevelikog tlaka u sustavu.

Uz hidrante predviđene za izravno gašenje požara postavlja se ormarić s odgovarajućom opremom (mlaznicama, vatrogasnim cijevima odgovarajuće duljine i sl.)

Najniži potreban tlak u hidrantskoj mreži određuje se prema svojstvima objekta i značajkama otpora cjevovoda hidrantske mreže (tlak ne smije ni u kom slučaju biti niži od 0.25 MPa na mjestu potrošnje). Kad je tlak nedostatan, u sustav se mora ugraditi uređaj za povišenje tlaka koji će osigurati potreban minimalni tlak.

c) Unutarnja hidrantska mreža

Unutarnja hidrantska mreža namijenjena je intervenciji gašenja požara u unutarnjosti objekta, a može biti projektirana s cijevima stalnog ili promjenjivog presjeka koje su smještene u hidrantski ormarić (cijevi s promjenjivim presjekom smještaju se u hidrantski ormarić). U hidrantski ormarić može biti smještena i druga oprema za gašenje požara. Broj hidranata određuje se tako da je sav unutarnji šticeeni prostor moguće prekriti s najmanje jednim mlazom vode, pri čemu se računa da je duljina kompaktnog mlaza pet metara, a standardna cijev je duljine petnaest metara.

Kod hidrantske mreže s cijevima nepromjenjivog presjeka dužina cijevi može biti do 30 m.

Standardna cijev promjenjivog presjeka koja se upotrebljava za unutarnju hidrantsku mrežu nazivnog promjera je 52 mm, istog su promjera i savitljive cijevi i priključak u hidrantskom ormaru (tip C), a tad se upotrebljava mlaznica nazivnog otvora 12 mm.

Da bi gašenje požara bilo djelotvorno, propisan je tlak u unutarnjoj hidrantskoj mreži. Tlak se mora kretati između 0.25 MPa i 0.7 MPa. Kad je tlak niži od 0.25 MPa, domet i kompaktnost mlaza bili bi smanjeni, što bi utjecalo na učinkovitost gašenja. Viši tlak od 0.7 MPa prouzročio bi teškoće u upravljanju mlaznicom, posebice kad mlaznicom rukuju neuvježbane osobe (žene, starije osobe, primjerice).

Kad tlak u hidrantskoj mreži nije dovoljno visok, u sustav se mora ugraditi uređaj za povišenje tlaka (kao i kod vanjske hidrantske mreže). Uređaj može biti različite konstrukcije (različit broj pumpi s automatskim nadzorom ili bez njega). Kad ne postoji dnevni samonadzor crpki, predviđa se i pričuvna crpka. Ako postoji rezervi izvor napajanja onda uređaj kojim se povisuje tlak mora imati mogućnost napajanja s tog pričuvnog izvora napajanja.

d) Suha hidrantska mreža

Suha hidrantska mreža može biti vanjska i unutarnja, a najčešće se primjenjuje za zaštitu objekata na mjestima gdje postoji opasnost od smrzavanja. Oprema za gašenje identična je kao i kod hidrantske mreže ispunjene vodom.

Suha hidrantska mreža za gašenje požara može zamijeniti mokru mrežu samo po posebnom odobrenju Inspektorata unutarnjih poslova nadležne policijske uprave a ventil na granici suhe i mokre hidrantske mreže za gašenje požara mora se moći otvoriti sa svakog mjesta na kojemu se nalazi hidrantski ormarić suhe hidrantske mreže.

4. ODRŽAVANJE SUSTAVA I UREĐAJA ZA DOJAVU I GAŠENJE POŽARA

4. ODRŽAVANJE SUSTAVA I UREĐAJA ZA DOJAVU I GAŠENJE POŽARA

Održavanje sustava, uređaja i sredstava za dojavu gašenje i sprječavanje širenja požara dužnost je vlasnika, odnosno korisnika sustava. Sustavi, uređaji i sredstva moraju se održavati sukladno tehničkim normama i uputama proizvođača na takav način da budu neprekidno u ispravnom stanju. Ispravnost sustava se mora ispitati na propisani način u određenim vremenskim razmacima. Vremenska razdoblja u kojima je potrebno provjeriti ispravnost sustava ovise o vrsti sustava, odnosno uređaja, i određena su Zakonom o zaštiti od požara te Pravilnikom o vatrogasnim aparatima. Propisani rokovi u kojima se provjerava ispravnost sustava ili uređaja mogu biti i kraći ovisno o uputi proizvođača ili odluci vlasnika zbog posebnih uvjeta u kojima se uređaji nalaze (izloženost kemijskim ili vremenskim utjecajima).

4.1. ISPITIVANJE STABILNIH SUSTAVA ZA DOJAVU I GAŠENJE POŽARA TE SUSTAVA ZA DOJAVU PRISUTNOSTI ZAPALJIVIH PLINOVA I PARA

Zakonska je obveza vlasnika ili korisnika stabilnih sustava za dojavu ili gašenje požara te stabilnih sustava za dojavu prisutnosti zapaljivih plinova i para da izvrše ispitivanje funkcionalnosti svojega (svojih) sustava najmanje jedanput godišnje.

a) PRIBAVLJANJE OVLASTI ZA OBAVLJANJE ISPITIVANJA

Ispitivanja stabilnih sustava dijelimo na prvo i periodična ispitivanja. Prvo ispitivanje je provjera ispravnosti sustava koja se obavlja prije tehničkog pregleda novoizgrađenog objekta, odnosno poslije izvršene rekonstrukcije sustava. Periodično ispitivanje je provjera ispravnosti sustava koja se obavlja periodično, u propisanim vremenskim razmacima, poslije prvog ispitivanja. Ovlast za ispitivanje, na zahtjev pravne osobe, izdaje Ministarstvo unutarnjih poslova ako su ispunjeni uvjeti propisani Pravilnikom o provjeri ispravnosti stabilnih sustava zaštite od požara ("Narodne novine", broj 44/12.), a ovlast se može ishoditi za ispitivanje stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara i/ili sustava za utvrđivanje prisutnosti zapaljivih plinova i para.

Predmetnu ovlast pravna osoba može ishoditi za ispitivanje vlastitih sustava, sustava koje je podnositelj zahtjeva proizveo ili ugradio, odnosno za ispitivanje sustava koji su u vlasništvu trećih pravnih osoba. Pravne osobe koje su dobile ovlast za ispitivanje vlastitih sustava, ne mogu obavljati prva ispitivanja sustava jer takvo ispitivanje mogu obaviti isključivo pravne osobe koje su ishodile ovlast za ispitivanje trećim pravnim osobama, a nisu proizvele niti ugradile konkretni sustav.

a) Za ispitivanje stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara trećim pravnim osobama podnositelj zahtjeva mora ispuniti sljedeće uvjete:

- podnositelj zahtjeva mora biti pravna osoba;
- u stalnom radnom odnosu mora imati najmanje četiri zaposlenika od kojih najmanje dvoje mora imati visoku stručnu spremu, odnosno VII. stupanj obrazovanja elektrotehničke, strojarske i kemijske struke, s tim da četvrti zaposlenik može imati samo srednjoškolsko obrazovanje, odnosno IV. stupanj obrazovanja tehničke struke;
- mora imati navedenim pravilnikom propisanu opremu za obavljanje ispitivanja;
- osobe koje će obavljati ispitivanje moraju imati položen stručni ispit sukladno Pravilniku o stručnim ispitima u području zaštite od požara ("Narodne novine", broj 141/11.).

b) Za ispitivanje stabilnih sustava za dojavu prisutnosti zapaljivih plinova i para trećim pravnim osobama podnositelj zahtjeva mora ispuniti sljedeće uvjete :

- mora biti pravna osoba;
- u stalnom radnom odnosu mora imati najmanje jednog zaposlenika elektrotehničke ili strojarske struke s visokom ili višom stručnom spremom VII/1 ili VI/1 stupnja obrazovanja;
- mora imati opremu za obavljanje ispitivanja koja je propisana navedenim Pravilnikom;
- osobe koji će obavljati ispitivanje moraju imati položen stručni ispit sukladno Pravilniku o stručnim ispitima u području zaštite od požara ("Narodne novine", broj 141/11.).

-

c) Za ispitivanje svojih sustava ili sustava koje je podnositelj zahtjeva proizveo ili ugradio podnositelj zahtjeva mora ispunjavati sljedeće uvjete :

- mora biti pravna osoba;
- u stalnom radnom odnosu mora imati najmanje dva zaposlenika od kojih jedan mora imati najmanje višu stručnu spremu odnosno VI. stupanj obrazovanja, a drugi zaposlenik mora imati najmanje srednju školu odnosno IV. stupanj obrazovanja tehničke struke (zaposlenik VI. stupnja obrazovanja mora biti one struke koja je potrebna za obavljanje ispitivanja konkretnog sustava za čije ispitivanje se traži ovlast);
- mora imati dio opreme za obavljanje ispitivanja konkretnog sustava;
- osobe koje će obavljati ispitivanje moraju imati položen stručni ispit sukladno Pravilniku o stručnim ispitima u području zaštite od požara ("Narodne novine", broj 141/11.).

Popis pravnih osoba ovlaštenih za ispitivanje stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara objavljuje se u Narodnim novinama.

b) ISPITIVANJE

Kako je već navedeno, osobe koji obavljaju ispitivanje moraju imati položen stručni ispit sukladno Pravilniku o programu i načinu polaganja stručnog ispita za obavljanje poslova ispitivanja sustava za dojavu i gašenje požara i imati stalni radni odnos u pravnoj osobi koja izvodi ispitivanje. Ispitivanje obavlja voditelj ispitivanja, a pomoć prigodom ispitivanja mogu mu pružati drugi djelatnici koji imaju položen stručni ispit i stalni radni odnos u pravnoj osobi koja izvodi ispitivanje.

Voditelj ispitivanja mora imati potrebno stručno znanje za provedbu ispitivanja, odnosno mora biti odgovarajuće struke za ispitivanje konkretnog sustava (primjerice, za ispitivanje stabilnog sustava dojave požara voditelj ispitivanja mora biti elektrotehničke struke.) sukladno odredbi članka 21. Pravilnika o uvjetima za obavljanje ispitivanja stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara. Predmetna odredba donesena je zbog različitosti sustava koji se ispituje i potrebne stručnosti osobe koja ispitivanje obavlja, a sukladna je i odredbama u programu stručnog ispita koji je propisan Pravilnikom o programu i načinu polaganja stručnog ispita za obavljanje poslova ispitivanja sustava za dojavu i gašenje požara u kojem je za različite struke propisan odgovarajući program stručnog ispita.

Kad se ispituju složeni sustavi, mora biti više ovlaštenih ispitivača različitih i odgovarajućih struka (npr. elektrotehničke i strojarske struke).

Pomoćni djelatnik prigodom ispitivanja može biti bilo koji djelatnik s položenim stručnim ispitom.

Kad voditelj ispitivanja nije odgovarajuće struke, uvjerenje o ispravnosti sustava koje je izdano na temelju tako obavljenog ispitivanja, neće se uvažiti.

Opseg ispitivanja za pojedini sustav propisan je člancima 13. do 20. Pravilnika o uvjetima za ispitivanje stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara, a mogu se provesti i druga dopunska ispitivanja ako ih je proizvođač sustava propisao u svojim uputama za održavanje ili ispitivač drži da ih je neophodno provesti kako bi se mogla donijeti jednoznačna ocjena o ispravnosti sustava.

c) PROPISI PREMA KOJIMA SE OBAVLJA ISPITIVANJE I OCJENJUJU REZULTATI ISPITIVANJA

Kako bi se mogla donijeti ispravna odluka o ispravnosti ili neispravnosti sustava, potrebno je najprije pregledom odobrene tehničke (projektne) dokumentacije ustvrditi odgovarajuće projektirane značajke koje određuju ispravno stanje i koje, nakon obavljenog ispitivanja sustava i usporedbe s dobivenim rezultatima, ukazuju na ispravnost, odnosno neispravnost sustava.

Pregledom projektne dokumentacije najprije je potrebno ustvrditi godinu izvedbe sustava, kako bi se mogao primijeniti odgovarajući propis. Naime, svi vrijedeći zakoni i podzakonski akti (pravilnici) primjenjuju se samo na objekte (sustave) koji su izgrađeni nakon stupanja na snagu određenog zakona, odnosno podzakonskog akta, izuzev onih čija je primjena unazad (retroaktivna primjena) izričito propisana u samom zakonu. Moguće je da se propiše i retroaktivna primjena samo dijela odredaba zakona ili podzakonskog akta (Pravilnik o tehničkim normativima za hidrantsku mrežu za gašenje požara ("Narodne novine", broj 53/91 na primjer).

Razvidno je da se odredbe pravilnika kojima se propisuju određene tehničke značajke nekog sustava mogu primijeniti samo na sustave čija je izgradnja započela nakon stupanja na snagu dotičnog propisa.

Ako ne postoji odobrena projektna (tehnička) dokumentacija za provjeravani sustav, teško je odrediti ispravno stanje sustava. Pitanje je posebice izraženije kod starijih sustava, čiju odobrenu (tehničku) dokumentaciju vlasnici ili korisnici sustava nemaju. Tad je potrebno na temelju dokumentacije sustava (neodobrene), uporabne dozvole objekta, zapisnika o prvom ispitivanju i inih isprava ustvrditi značajke sustava koje su u vrijeme izgradnje smatrane zadovoljavajućim (ispravnim) s obzirom na ondašnje propise te na takvu projektну dokumentaciju ishoditi suglasnost mjerodavnog tijela zaštite od požara. Nakon toga se za ispitivanje koristi takva odobrena dokumentacija. Nakon obavljene provjere sustava, prema propisima koji su vrijedeći za konkretan sustav, potrebno je usporediti dobivene rezultate s projektiranim (ispravnim) te donijeti zaključke o ispravnosti, odnosno neispravnosti sustava.

Ako vlasnik ili korisnik sustava ni na koji način ne može dokazati izgradnju sustava koji se ispituje, odnosno kad objekt u kom se nalazi sustav za dojavu požara ili njegovo gašenje ne posjeduje ikakve dokumente (nezakonita gradnja), na dotični sustav se primjenjuju odredbe zakona i podzakonskih akata koji su vrijedeći na dan pregleda sustava, ali je tad za ispitivanje sustava potrebno imati odobrenu dokumentaciju (projekt) na temelju koje se može provesti ispitivanje.

Sukladno navedenom, stari propisi koji su proglašeni nevrijedećim, primjenjuju se na objekte i sustave koji su prema njihovim odredbama izgrađeni, jer nije moguća retroaktivna primjena propisa koji su doneseni nakon njihove izgradnje. Isti je postupak i kad je na sustavu ili objektu, koji se štiti sustavom, izvršena promjena građenjem ili rekonstrukcijom u smislu kako su navedeni pojmovi definirani u Zakonu o građenju ("Narodne novine", broj 77/92., 82/92., 26/93. i 33/95.). Na predmetni objekt ili sustav primjenjuju se propisi prema kojima se građenje ili rekonstrukcija izvodila, odnosno koji su vrijedili na dan izdavanja posebnih uvjeta građenja. Ako se radi o nezakonitoj gradnji, primjenjuju se propisi koji su na snazi u trenutku legalizacije.

Razvidno je prema tomu da vlasnik ili korisnik stabilnog sustava ne mora izvoditi uskladbu (rekonstrukciju) sustava s novim propisima ako posjeduje uporabnu dozvolu za objekt, a sustav je u ispravnom stanju (što se utvrđuje sukladno naprijed navedenom), ali od ispitivača mora zahtijevati da se ispitivanje sustava provede prema vrijedećem propisu, odnosno da voditelj ispitivanja svoju ocjenu o ispravnosti ili neispravnosti temelji na propisima koji se odnose na konkretan sustav.

d) UGRAĐENI UREĐAJI U SUSTAVU

Da bi se stabilni sustav proglasio ispravnim, uređaji (dijelovi) ugrađeni u sustav moraju biti sukladni s odredbama propisa koji se na njih odnose prema odredbama propisa kojima se uređuje područje tehničkih zahtjeva i ocjenjivanje sukladnosti.

e) ZAPISNIK O ISPITIVANJU

Zapisnik o ispitivanju mora biti sastavljen sukladno odredbi članka 22. Pravilnika o obavljanju ispitivanja stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara, u protivnom se mogu očekivati problemi u svezi s nadzorom nad provedbom mjera zaštite od požara. Važno je upozoriti da zapisnik o ispitivanju sustava moraju potpisati voditelj ispitivanja i vlasnik odnosno korisnik sustava ili odgovorne osoba. Voditelj ispitivanja

svojim potpisom potvrđuje činjenice glede ispitivanja i rezultata ispitivanja, a odgovorna osoba za zaštitu od požara ili vlasnik, odnosno korisnik sustava, svojim potpisom potvrđuju činjenice o načinu obavljanja ispitivanja navedene u zapisniku (djelatnici koji su ispitivanje obavili, datum ispitivanja i sl.), pa snose odgovornost u slučaju lažnih navoda u zapisniku, svatko u svom dijelu.

O obavljenom ispitivanju vlasnik, odnosno korisnik sustava mora voditi evidenciju, a zapisnike o obavljenim ispitivanjima vlasnici, odnosno korisnici sustava, obvezni su čuvati najmanje 1 godinu, dok zapisnik o prvom ispitivanju mora biti trajno sačuvan.

4.2. ODRŽAVANJE VATROGASNIH APARATA

Postupci održavanja i rokovi u kojima se određenje radnje moraju obaviti propisane su Pravilnikom o vatrogasnim aparatima ("Narodne novine" broj 101/11. i 74/13.).

Predviđene su sljedeće postupci u održavanju vatrogasnih aparata:

- redoviti pregled
- periodični servis
- unutarnji pregled spremnika.

Vatrogasni aparati pregledavaju se i ispituju i sukladno propisima za opremu pod tlakom.

O održavanju svakog vatrogasnog aparata mora se voditi evidencija o održavanju, a vodi je vlasnik ili korisnik vatrogasnog aparata i pravna osoba, obrtnik ili tijelo državne uprave koji su aparat održavali. Evidencija mora sadržavati podatke o tipu, tvorničkom broju, nadnevku pregleda, i periodičnog servisa nazivu servisera koji su aparat održavali, sewrijskom broju stavljene evidencijske naljepnice te o uočenim nedostacima i načinu njihova otklanjanja.

a) REDOVITI PREGLED

Za obavljanje redovitog pregleda nisu potrebna posebna stručna znanja pa ga može obavljati vlasnik ili korisnik vatrogasnog aparata. Vlasnik ili korisnik može ovaj posao prepustiti pravnoj osobi, obrtniku ili tijelu državne uprave koje posjeduje ovlast za održavanje vatrogasnih aparata, ali mora posjedovati prethodno navedenu evidenciju o održavanju.

Redovitim se pregledom utvrđuje označenost, uočljivost i dostupnost aparata, opće stanje i cjelovitost aparata te stanje plombe zatvarača, odnosno ventila na aparatu.

Obvezno ga je obaviti najmanje jedanput u tri mjeseca, a uočeni nedostaci moraju se odmah otkloniti. Ako je za otklanjanje uočenog nedostatka potreban stručan postupak, smije ga izvršiti samo osoba s položenim stručnim ispitom za održavanje vatrogasnih aparata koja je stalno zaposlena u pravnoj osobi, obrtniku ili tijelu državne uprave koji imaju ovlast za obavljanje poslova održavanja.

b) PERIODIČNI SERVIS

Periodični servis se mora obaviti najmanje jedanput godišnje, a mogu ga obavljati samo ovlašteni serviseri. Poslove periodičnog pregleda može obavljati samo stručna osoba, odnosno osoba s položenim stručnim ispitom za održavanje vatrogasnih aparata kod uvoznika ili proizvođača vatrogasnog aparata.

Pdnositelj zahtjeva dobiti će ovlast za servisiranje kad ispunjava uvjete propisane od strane proizvođača ili uvoznika vatrogasnog aparata.

Periodični servis može se obavljati samo u odobrenim prostorima ili u posebnom vozilu.

Periodični pregled, koji je obavljen na aparatu, označuje se lijepljenjem naljepnice na kojoj je označeno koji serviser je obavio servis, dokad vrijedi periodični servis, broj naljepnice te do kada vrijedi obavljeni servis i unutarnji pregled spremnika.

c) UNUTARNJI PREGLED SPREMNIKA APARATA

Unutarnji pregled spremnika aparata obavlja se u postupku i roku koji je propiso proizvođač ili uvoznik vatrogasnog aparata.

Obavljeni unutarnji pregled označava se naljepnicom prikazanoj na slici 3.1. i 3.1.a Pravilnika.

5. NORMATIVNO REGULIRANJE ZAŠTITE OD POŽARA

5. NORMATIVNO REGULIRANJE ZAŠTITE OD POŽARA

U normativnom smislu zaštita od požara uređena je zakonima, pravilnicima, planovima, odlukama i normama koje, s obzirom na svoju ovlast, donose Hrvatski sabor, tijela državne uprave, odnosno tijela lokalne samouprave. Resorno tijelo za poslove zaštite od požara i eksplozija je Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske.

Temeljni zakon kojim je uređena ova djelatnost jest Zakon o zaštiti od požara gdje se u članku 1. utvrđuju razlozi za njegovo donošenje, a to su: poduzimanje mjera i radnji za otklanjanje uzroka požara, sprječavanje nastanka i širenja požara, otkrivanje i gašenje požara, utvrđivanje uzroka požara i pružanje pomoći u otklanjanju posljedica prouzrokovanim požarom.

Zakonom se utvrđuju i subjekti koji osiguravaju njegovu provedbu, a to su: vlasnici, odnosno korisnici građevina, građevinskih dijelova i prostora, pravne osobe te stručna tijela državne vlasti, tijela državne uprave, tijela lokalne samouprave i uprave, te njihove obveze i način provedbe tih obveza. U pojedinim zakonskim poglavljima uređena su pitanja glede organizacije zaštite od požara, mjera zaštite od požara, osnutka vatrogasnih postrojba i udruga, obveze gašenja požara, nadzora nad provedbom mjera zaštite od požara, uloge vatrogasne škole, financiranja provedbe mjera zaštite od požara te određene kazne za pravne i fizičke osobe zbog neprovedbe propisanih mjera zaštite od požara.

5.1. ZAKON O ZAŠTITI OD POŽARA

5.1.1. Opće odredbe

U općim odredbama Zakona o zaštiti od požara utvrđuje da se pod pojmom zaštita od požara razumijevaju mjere za:

- otklanjanje uzroka nastanka požara;
- sprječavanje nastanka i širenja požara;
- otkrivanje i gašenje nastala požara;
- utvrđivanje uzroka nastanka požara;
- pružanje pomoći pri otklanjanju posljedica požara.

Isto je tako utvrđeno da se Zakon o zaštiti od požara primjenjuje i na tehnološke eksplozije koje nastaju pri uporabi zapaljivih tekućina i plinova. Zaštitu od požara organiziraju i osiguravaju njezinu provedbu vlasnici, odnosno korisnici građevina, dijelova građevina i prostora a koji su dužni provoditi mjere zaštite od požara propisane zakonom, propisima, pravilima tehničke prakse, planovima zaštite od požara i inim odlukama lokalne vlasti i općim aktima poduzeća. Ovim je Zakonom utvrđena i obveza svakog građanina da sudjeluje u gašenju požara i spašavanju ljudi i imovine ugroženih požarom.

5.1.2. Organizacija zaštite od požara

U sklopu organizacija zaštite od požara utvrđena je obveza poglavarstva županije, općina i grad da organizira zaštitu od požara na svom području i da vodi brigu o uspješnoj provedbi zaštite od požara te da poduzima mjere za unapređenje ove djelatnosti.

Predstavničko tijelo grada i općine mora donijeti plan zaštite od požara na temelju izrađene procjene ugroženosti sukladno Pravilnicima koji propisuju njihov sadržaj i oblik, a predstavničko tijelo županije usklađuje rad na izradbi procjena ugroženosti i planova zaštite od požara općina i gradova te donosi svoj plan zaštite od požara.

Predstavnička tijela županije, grada i općine mogu donositi opće akte iz područja zaštite od požara kojim će pobliže ustvrditi provedbu mjera zaštite od požara na svom području.

Vlada Republike Hrvatske na prijedlog Ministarstva unutarnjih poslova donosi godišnji program djelatnosti u provedbi posebnih mjera zaštite od požara od interesa za Republiku Hrvatsku, sukladno odredbi članka 3. stavak 5. Zakona o zaštiti od požara. Nositelji djelatnosti u provedbi tog programa su predstavnička tijela jedinica lokalne samouprave, pojedina ministarstva i državne upravne organizacije. Program djelatnosti donosi se na sjednici Vlade Republike Hrvatske sa svrhom se izvrše preventivne djelatnosti i uspostavi djelotvorna organizacija u sustavu zaštite od požara, posebice glede zaštite od šumskih i drugih požara na otvorenom prostoru tijekom turističke i žetvene sezone, kao i rješavanja drugih uočenih pitanja.

Rad dimnjačarske službe uređuje predstavničko tijelo grada i općine i obavlja nadzor nad radom dimnjačarske službe.

U svrhu kvalitetnijeg utvrđivanja obveza glede organizacije zaštite od požara u pravnim osobama njihove građevine, građevinski dijelovi i prostori razvrstavaju se u četiri kategorije ugroženosti od požara (na temelju Pravilnika o kriterijima za razvrstavanje ministar unutarnjih poslova rješenjem je razvrstao građevine, građevinske dijelove i prostore u četiri kategorije ugroženosti od požara).

Vlasnici, odnosno korisnici građevina i prostora, razvrstani u **I. kategoriju ugroženosti od požara obvezni su**:

- organizirati službu zaštite od požara s vatrogasnom postrojbom i odgovarajućim brojem djelatnika za unutarnju kontrolu;
- izraditi plan zaštite od požara na temelju izrađene procjene ugroženosti od požara i tehnoloških eksplozija;
- donijeti opći akt iz zaštite od požara kojim pobliže uređuju svoje obveze u zaštiti od požara.

Vlasnici, odnosno korisnici građevina i prostora, razvrstani u **II. kategoriju ugroženosti obvezni su**:

- imati stalno vatrogasno dežurstvo i djelatnika za unutarnju kontrolu;
- izraditi plan zaštite od požara na temelju izrađene procjene ugroženosti od požara i tehnoloških eksplozija;
- donijeti opći akt iz zaštite od požara kojim pobliže uređuju svoje obveze u zaštiti od požara.

Vlasnici, odnosno korisnici građevina i prostora, razvrstani u **III. kategoriju ugroženosti obvezni su**:

- imati osobu zaduženu za organizaciju i provedbu mjera zaštite od požara;
- donijeti opći akt iz zaštite od požara kojim pobliže uređuju svoje obveze u zaštiti od požara.

Vlasnici, odnosno korisnici građevina i prostora, razvrstani u **IV. kategoriju ugroženosti obvezni su**:

- imati osobu zaduženu za poslove zaštite od požara;
- donijeti opći akt iz zaštite od požara kojim pobliže uređuju svoje obveze u zaštiti od požara.

Vlasnici, odnosno korisnici građevina, građevinskih dijelova i prostora, dužni su osigurati provedbu mjera utvrđenih planom zaštite od požara i općim aktom.

Djelatnici koji imaju posebne ovlasti i odgovornosti u pravnim osobama i stručnim službama svaki u svom djelokrugu, odgovorni su za provedbu mjera zaštite od požara, posebice za održavanje u ispravnom stanju i svrsishodnu uporabu opreme i sredstava za gašenje požara, kao i za upoznavanje zaposlenika s opasnostima od požara na njihovim radnim mjestima.

5.1.3. Mjere zaštite od požara

Mjere zaštite od požara koje se provode tijekom gradnje građevina

Inspekcija zaštite od požara sudjeluje u izradbi planova prostornog uređenja sa svrhom utvrđivanja mjera zaštite od požara za konkretno područje.

Posebnim uvjetima građenja u sklopu izdavanja lokacijske dozvole utvrđuju se posebne mjere zaštite od požara za konkretnu građevinu. Mjere zaštite od požara utvrđuju se posebnim uvjetima građenja iz područja zaštite od požara koje utvrđuje prvostupanjsko tijelo, odnosno policijska uprava prema teritorijalnom ustroju – županijama kad lokacijsku dozvolu izdaje mjerodavno županijsko tijelo za prostorno uređenje. Kad lokacijsku dozvolu izdaje ministarstvo mjerodavno za prostorno uređenje, posebne uvjete građenja iz područja zaštite od požara daje drugostupanjsko tijelo, odnosno Ministarstvo unutarnjih poslova Republike hrvatske.

Posebnim podzakonskim aktom (Pravilnik o zahvatima u prostoru u kojima tijelo nadležno za zaštitu od požara ne sudjeluje u postupku izdavanja rješenja o uvjetima građenja odnosno lokacijske dozvole „N.N.“ broj 115/11.) ministar unutarnjih poslova propisao je koje su to građevine za koje se ne izdaju posebni uvjeti građenja iz područja zaštite od požara.

Projektant je u sklopu glavnog projekta obavezan mjere zaštite od požara predviđene u prikazu zaštite od požara ugraditi u glavni projekt.

U postupku izdavanja uporabne dozvole, odnosno obavljanja tehničkog pregleda izgrađene građevine, utvrđuje se jesu li u glavnom projektu projektirane mjere zaštite od požara provedene tijekom gradnje građevine. U sklopu tog postupka obvezni član povjerenstva za tehnički pregled je inspektor zaštite od požara mjerodavne policijske uprave (policijska uprava prema teritorijalnom ustroju - županijama) koji utvrđuje provedbu mjera zaštite od požara kada uporabnu dozvolu izdaje mjerodavno županijsko tijelo za građenje. Kad uporabnu dozvolu izdaje mjerodavno ministarstvo za građenje obvezni član povjerenstva za tehnički pregled je inspektor zaštite od požara Ministarstva unutarnjih poslova.

Prilikom gradnje građevine obveza je ugradnje materijala određenih požarnih karakteristika za finalnu obradu vodoravnih i okomitih površina izlaznih putova u objektu što se dokazuje ispravom od ovlaštene pravne osobe.

Mjere zaštite od požara koje se provode tijekom korištenja građevine

Vlasnika ili korisnika postrojenja, uređaja, električnih, plinskih, ventilacijskih i drugih instalacija, dimnjaka i ložišta kao i drugih uređaja koji mogu prouzročiti nastajanje i širenje požara ima obvezu održavati ih u ispravnom stanju sukladno tehničkim normativima, normama, uputama proizvođača o čemu moraju posjedovati dokumentaciju.

Vlasnici, odnosno korisnici građevina, građevinskih dijelova i prostora obvezni su održavati u ispravnom stanju uređaje, opremu i sredstva za dojavu, gašenje i sprječavanje širenja požara te druge zaštitne uređaje i instalacije sukladno tehničkim normativima, normama i uputama proizvođača o čemu moraju posjedovati dokumentaciju

Ispitivanje stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara te sprječavanje širenja požara i eksplozija obvezno je prije puštanja u pogon o čemu se izdaje isprava o ispravnom djelovanju uređaja i instalacija i zapisnik o obavljenom pregledu od ovlaštene pravne osobe.

Ispitivanje stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara te sprječavanje širenja požara mora se obaviti svakih godinu dana, a ispitivanje obavlja ovlaštena pravna osoba. O pregledu se vodi evidencija.

Uvezeni i u Hrvatskoj proizvedeni uređaji, oprema i sredstva namijenjena gašenju i sprječavanje širenja požara i drugi zaštitni uređaji mogu se proizvoditi sukladno stranim normama ako nema hrvatskih i

mogu se uvoziti i stavljati na tržište samo nakon pribavljene isprave o ispravnosti i pogodnosti. Ispravu izdaje ovlaštena ustanova za svaki uvezeni uređaj i svaku uvezenu količinu opreme i uređaja.

Vlasnici, odnosno korisnici građevina, građevinskih dijelova i prostora, obvezni su posjedovati uređaje, opremu i sredstva za gašenje požara. Vrsta uređaja, opreme i sredstava kao i mjesta na kojim se postavljaju, određuju se posebnim propisima. Odabir i određivanje količine aparata za gašenje požara, uvjeti koje moraju ispunjavati pravne osobe i postupke koje obavljaju u provjeri ispravnosti, servis i održavanje aparata te rokovi za provjeru ispravnosti i servis propisani su posebnim Pravilnikom.

Uređaji, oprema i sredstva za gašenje požara moraju se namjenski koristiti, biti u ispravnom stanju, posebno označeni i uvijek dostupni za uporabu.

Provjeru ispravnosti i servis vatrogasnih aparata na temelju ovlaštenja ministra unutarnjih poslova mogu obavljati pravne osobe, obrtničke radionice te stručne službe koje su tehnički i kadrovski osposobljene za tu djelatnost. Osobe koje obavljaju nadzor ispravnosti i servis vatrogasnih aparata za obavljanje tih poslova moraju imati položen stručni ispit

U svrhu sprječavanja i otklanjanja opasnosti od požara obvezno se osigurava vatrogasno dežurstvo, odnosno motrilačko-dojavna službu i odgovarajuća oprema i sredstva za gašenje požara :

u građevinama za vrijeme održavanja priredbi, sajмова, izložba ili sličnih prigoda;
na određenim vanjskim prostorima u vrijeme kad je opasnost za nastanak požara na takvim prostorima moguća ili očita (obavljanje žetve i vršidbe većeg opsega, velika gradilišta, nacionalni parkovi, šume i slični prostori).

Vatrogasno dežurstvo, odnosno motrilačko-dojavnu službu dužan je osigurati organizator priredbe te vlasnik, odnosno korisnik, ako se ne može ustvrditi vlasnik navedenih građevina, odnosno površina.

Tehnološki procesi u kojima se koriste ili proizvode zapaljive tekućine i plinovi ili eksplozivne tvari mogu se obavljati samo u građevinama ili njezinim dijelovima koji su odvojeni od drugih proizvodnih i skladišnih dijelova građevine vatrootpornim pregradama koje onemogućavaju širenje požara.

Radovi s otvorenim plamenom u blizini zapaljivih tekućina, plinova, eksplozivnih i drugih tvari koje mogu izazvati požar moraju biti organizirani tako da opasnost od požara bude otklonjena, odnosno svedena na najmanju mjeru ovisno o prirodi i uvjetima rada.

5.1.4. Gašenje požara

Svaka osoba koja primijeti neposrednu opasnost od nastanka požara ili primijeti požar, dužna je ukloniti opasnost, odnosno ugasiti požar ako to može učiniti bez opasnosti za sebe ili drugu osobu. Ako ta osoba to ne može učiniti sama, obvezna je obavijestiti najbližu vatrogasnu postrojbu, policijsku upravu, postaju ili ispostavu, Centar za obavješćivanje i uzbunjivanje ili drugo tijelo jedinice lokalne samouprave i uprave.

Vlasnici, odnosno korisnici građevina, građevinskih dijelova i prostora te ostale fizičke osobe obvezni su odmah obavijestiti mjerodavnu policijsku upravu, postaju ili ispostavu o svakom požaru koji kod njih nastane.

5.1.5. Nadzor nad provedbom mjera zaštite od požara

Nadzor nad provedbom mjera zaštite od požara utvrđenih ovim Zakonom i propisima donesenim na temelju zakona obavljaju inspektori zaštite od požara policijskih uprava i inspektori Ministarstva unutarnjih poslova u sjedištu.

Nadzor nad provedbom mjera zaštite od požara u šumama obavljaju i šumarski inspektori koji u obavljanju tih poslova imaju ovlasti inspektora zaštite od požara policijske uprave.

U obavljanju nadzora inspektor policijske uprave i inspektor Ministarstva unutarnjih poslova u sjedištu ima pravo pregledati sve zatvorene prostorije i otvorene prostore, postrojenja i uređaje i poduzeti

druge postupke potrebne za utvrđivanje primjene propisanih i naređenih mjera zaštite od požara. U obavljanju nadzora inspektor policijske uprave i inspektor Ministarstva u sjedištu može ući u dom na traženje stanara ili u slučaju otklanjanja ozbiljne neposredne opasnosti za život i zdravlje ljudi ili imovine većeg opsega.

Vlasnici, odnosno korisnici građevina, građevinskih dijelova i prostora, dužni su omogućiti obavljanje inspekcijskih poslova i inspektoru za zaštitu od požara dati na uvid propisanu dokumentaciju i pružiti potrebne podatke i obavijesti. Ako u obavljanju nadzora inspektor policijske uprave i inspektor Ministarstva u sjedištu ustvrdi da se u gradnji građevine ne provode mjere zaštite od požara predviđene u glavnom projektu, o tomu će obavijestiti mjerodavno tijelo graditeljstva. Ako u obavljanju nadzora inspektor policijske uprave i inspektor Ministarstva u sjedištu ustvrdi da su u prometu oprema ili sredstva za gašenje i dojavu požara te drugi zaštitni uređaji i instalacije koje ne ispunjavaju uvjete iz Zakona o zaštiti od požara, rješenjem će narediti da se ta oprema ili sredstva povuku iz prometa.

O obavljanom pregledu inspektor za zaštitu od požara obavezan je sastaviti zapisnik. Primjerak zapisnika uručuje se vlasniku, odnosno korisniku građevine, građevinskog dijela i prostora kod kojeg je pregled obavljen. U obavljanju nadzora inspektor za zaštitu od požara obavezan je čuvati kao tajnu podatke koji su na temelju zakona ili općim aktom određeni državnim, službenim ili poslovnim tajnom.

Nakon utvrđenih nedostataka donosi se rješenje o prekršaju, odnosno rješenje o pokretanju prekršajnog postupka ili se donošenje rješenja o otklanjanju utvrđenih nedostataka, što ovisi o vrsti propusta koji je utvrđen u inspekcijskom nadzoru.

5.2. RAZVRSTAVANJE GRAĐEVINA I PROSTORA

Sukladno odredbi članka 6. Zakona o zaštiti od požara građevine i prostori razvrstavaju se, u kategorije ugroženosti od požara ovisno o tehnološkom procesu koji se u njima zbiva, vrsti materijala koji se u njima proizvodi, prerađuje ili uskladištava, vrsti biljnog pokrova, vrsti materijala koji je upotrijebljen za izgradnju te značenja građevine, odnosno građevinskih dijelova i prostora. Postoje četiri kategorije ugroženosti od požara u koje se mogu razvrstati građevine, građevinski dijelovi i prostori.

Razvrstavanje obavlja rješenjem ministar unutarnjih poslova sukladno uvjetima, osnovama i kriterijima koji su propisani Pravilnikom o razvrstavanju građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara ("Narodne novine", broj 62/94.).

Ovisno o kategoriji u koju je razvrstana građevina, građevinski dio ili prostor, za vlasnike ili korisnike proizlaze određene obveze glede provedbe mjera zaštite od požara.

Vlasnici ili korisnici građevina ili prostora koji su razvrstani u I. kategoriju ugroženosti obavezni su donijeti plan zaštite od požara koji je izrađen na temelju procjene ugroženosti od požara, organizirati službu zaštite od požara s vatrogasnom postrojbom i odgovarajućim brojem djelatnika za obavljanje unutarnjeg nadzora nad provedbom mjera zaštite od požara.

Vlasnici ili korisnici građevina ili prostora koji su razvrstani u II. kategoriju ugroženosti obavezni su donijeti plan zaštite od požara koji je izrađen na temelju procjene ugroženosti od požara, imati odgovarajući broj zaposlenika radi obavljanja stalnog vatrogasnog dežurstva, gašenja požara i provedbu preventivnih mjera zaštite od požara.

Vlasnici ili korisnici građevina ili prostora koji su razvrstani u III. kategoriju ugroženosti obavezni su imati najmanje jednog djelatnika koji neposredno organizira i brine se o provedbi preventivnih mjera zaštite od požara.

Vlasnici ili korisnici građevina ili prostora koji su razvrstani u IV. kategoriju ugroženosti obavezni su imati djelatnika zaduženog za poslove zaštite od požara.

Djelatnici odgovorni za poslove zaštite od požara u pravnim osobama obrtničkim radionicama ili tijelima državne uprave moraju imati najmanje završenu školu za stručnog djelatnika vatrogasca ili srednju stručnu spremu tehničkog smjera i položen stručni ispit za obavljanje poslova zaštite od požara.

Prva kategorija podijeljena je u osam skupina (od Ia do Ih kategorije).

Podjela je izvršena prema vrsti i instaliranim kapacitetima za preradbu, proizvodnju ili uskladištenje zapaljivih tvari (zapaljivih tekućina, plinova, otrovnih tvari, krutih zapaljivih tvari i sl.), broju zaposlenih te veličini šumom prekrivenih površina i vrsti šume. Broj profesionalnih vatrogasaca u vatrogasnoj postrojbi (broj dobrovoljnih vatrogasaca) i broj djelatnika raspoređenih za obavljanje preventivnih poslova zaštite od požara određen je ovisno o kategoriji utvrđenoj u članku 8. Pravilnika o razvrstavanju građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara.

Druga kategorija podijeljena je u dvije skupine (IIa i IIb).

Podjela je izvršena prema:
vrsti i količini zapaljivih tekućina koje se uskladištavaju ili imaju instalirane kapacitete za proizvodnju;
vrsti i količini tvari sklonih samozapaljivanju ili su otrovne ili nagrizzajuće tvari ili prema instaliranom kapacitetu za njihovu proizvodnju;
vrsti i količini krutih tvari ili instaliranim kapacitetima za njihovu proizvodnju;
vrsti i količini vlaknastih tvari;
veličini šumom prekrivenih površina i vrsti šume;
dužini tunela.

Kriterij za pojedinu kategoriju je i broj zaposlenika.

5.3. OPĆI AKTI IZ PODRUČJA ZAŠTITE OD POŽARA

Opće akte iz područja zaštite od požara dužni su donijeti vlasnici, odnosno korisnici građevina, građevinskih dijelova i prostora te stručne službe (tijela državne vlasti, tijela državne uprave te tijela jedinica lokalne samouprave i uprave) čije građevine ili prostori su razvrstani u neku od kategorija ugroženosti.

Sadržaj općeg akta ovisi o kategoriji u koju su razvrstane građevine, građevinski dijelovi i prostori.

Pravne osobe, čije građevine su razvrstane u prvu i drugu, kategoriju, moraju donijeti poseban opći akt, a pravne osobe, čije su građevine, dijelovi građevina ili prostori razvrstani u treću ili četvrtu kategoriju ugroženosti od požara mogu donijeti poseban opći akt ili propisani sadržaj općeg akta iz područja zaštite od požara mogu urediti u sklopu nekog drugog općeg akta.

Osim navedenog, kao prilog općem aktu što ga donose pravne osobe razvrstane u prvu i drugu kategoriju prilaže se procjena ugroženosti od požara, rješenje Ministarstva unutarnjih poslova o razvrstavanju u kategoriju ugroženosti od požara, plan zaštite od požara te drugi provedbeni planovi za mjere zaštite od požara.

Minimalan sadržaj općeg akta propisan je Pravilnikom o sadržaju općeg akta („Narodne novine”, broj.116/11.).

Općim aktom pravne osobe i stručne službe koje su razvrstane u prvu i drugu kategoriju ugroženosti od požara moraju utvrditi:

- temeljne odredbe u svezi s provedbom i unapređivanjem zaštite od požara;
- ustrojstvo i način rada vatrogasne postrojbe i službe za zaštitu od požara;
- sustav motrenja, javljanja i uzbunjivanja o opasnostima od požara;
- ustrojstvo i način obavljanja unutarnjeg nadzora glede provedbe mjera zaštite od požara te ovlasti i dužnosti djelatnika koji obavljaju nadzor;

- način upoznavanja zaposlenika o opasnostima od požara na tom radnom mjestu kad stupaju na rad ili mijenjaju radno mjesto, kao i o načinima osposobljavanja zaposlenika glede mjera zaštite od požara i rukovanja opremom i sredstvima za gašenje i dojavu požara te vođenja evidencije o tomu;
- službe i osobe zadužene za održavanje u ispravnom stanju opreme i sredstava namijenjenih za dojavu i gašenje požara;
- stručnu spremu zaposlenika odgovornih za poslove zaštite od požara;
- zadaće djelatnika koji imaju posebne ovlasti i odgovornosti glede provedbe mjera zaštite od požara;
- obveze voditelja i drugih djelatnika za provedbu mjera zaštite od požara i odgovornosti zbog nepridržavanja propisanih ili naređenih mjera zaštite od požara;
- kretanje i ponašanje na prostorima ugroženim od požara i/ili eksplozije;
- dužnosti djelatnika u slučaju nastanka požara
- druge mjere zaštite od požara.

Općim aktom pravne osobe i stručne službe koje su razvrstane u treću kategoriju ugroženosti od požara moraju utvrditi :

- mjere zaštite od požara kojima se otklanja ili smanjuje opasnost od nastanka požara;
- ustrojstvo i način obavljanja unutarnjeg nadzora glede provedbe mjera zaštite od požara te ovlasti i obveze djelatnika koji obavljaju nadzor;
- način upoznavanja zaposlenika prigodom stupanja na rad ili rasporeda s jednog radnog mjesta na drugo o opasnostima od požara na tom radnom mjestu, kao i način osposobljavanja zaposlenika glede mjera zaštite od požara i rukovanja opremom i sredstvima za gašenje i dojavu požara te vođenja evidencije o tomu;
- djelatnike zadužene za održavanje u ispravnom stanju opreme i sredstava za dojavu i gašenje požara;
- obveze voditelja i drugih djelatnika za provedbu mjera zaštite od požara i odgovornosti zbog nepridržavanja propisanih ili naređenih mjera zaštite od požara;
- dužnosti zaposlenika u slučaju nastanka požara.

Općim aktom pravne osobe i stručne službe koje su razvrstane u četvrtu kategoriju ugroženosti od požara moraju utvrditi :

- mjere zaštite od požara kojima se otklanja ili smanjuje opasnost od nastanka požara;
- način upoznavanja zaposlenika prigodom stupanja na rad ili rasporeda s jednog radnog mjesta na drugo o opasnostima od požara na tom radnom mjestu;
- djelatnike zadužene za održavanje u ispravnom stanju opreme i sredstava za dojavu i gašenje požara;
- obveze voditelja i drugih djelatnika zaduženih za provedbu mjera zaštite od požara i odgovornosti zbog nepridržavanja propisanih ili naređenih mjera zaštite od požara;
- dužnosti zaposlenika u slučaju nastanka požara.

5.4. PLAN ZAŠTITE OD POŽARA

Planove zaštite od požara donosi predstavničko tijelo Grada Zagreba, drugih gradova i općina, te pravne osobe razvrstane u prvu i drugu kategoriju ugroženosti od požara na temelju izrađene procjene ugroženosti. Na osnovi naprijed donesenih planova predstavničko tijelo županije donosi plan zaštite od požara županije. Planovi se izrađuju sukladno Pravilniku o sadržaju plana zaštite od požara i tehnoloških eksplozija.

Plan se sastoji od grafičkog dijela koji se izrađuje za pojedinačnu građevinu, postrojenje i prostor te tekstualnog dijela kojim se uređuje način postupanja vatrogasnih postrojbi i drugih sudionika u gašenju požara.

Grafički dio plana izrađuje se na listovima formata A4 ili A3 u mjerilu u kojem je prikaz cjelokupne lokacije građevine i prostora pregledan, a mora imati ucrtane pravokutnike dimenzija 10 x 10 m (u odabranom odgovarajućem mjerilu) te sadržaj i oznake sukladno prethodno navedenom pravilniku. Ako se

na jednom listu ne može prikazati građevina, prostor ili prostorije, izrađuje se pregledan dio grafičkog plana zaštite od požara na posebnom listu s ucrtanim pravokutnicima (rasterom) 10 x 10 m ili višekratnikom broja 10. Na donjem dijelu grafičkog plana zaštite od požara mora biti ucrtan glavni ulaz vatrogasnih vozila u krug pravne osobe. Sadržaj grafičkog i tekstualnog dijela plana različit je za pravnu osobu, općinu i grad te Grad Zagreb i županiju.

5.4.1. Plan zaštite od požara općine ili grada

Plan zaštite od požara općine ili grada u grafičkom dijelu sadrži:

- prikaz prometnica s ucrtanim pristupima objekata razvrstanih u prvu i drugu kategoriju ugroženosti od požara;
- prikaz sustava opskrbe vodom za gašenje požara s identifikacijskim podacima;
- prikaz glavnog energetskog i komunalnog razvoja s ucrtanim i obilježenim glavnim ventilima;
- pregled broja veličine i smještaja profesionalnih i dobrovoljnih vatrogasnih postrojba;
- pregledne zemljovide šuma na kojima su prikazani značajni čimbenici za učinkovito gašenje požara.

Tekstualni dio plana zaštite od požara grada ili općine sadrži:

- sustav uključivanja profesionalnih i dobrovoljnih vatrogasnih postrojbi u akciju gašenja požara;
- ustav subordinacije i zapovijedanja u akcijama gašenja većih požara;
- načine pozivanja i uključivanja distributera energenata u akciju gašenja požara;
- uključivanje komunalnih poduzeća u akciju gašenja požara;
- uključivanje službi za pružanje prve medicinske pomoći u akciju gašenja požara;
- uključivanje službi ili poduzeća te odgovorne osobe za opskrbu hranom i vodom u akciju gašenja požara;
- način zamjene vatrogasnih postrojba s novim postrojbama na gašenju požara;
- način uključivanja Hrvatske vojske na gašenju požara;
- slučajeve kad se i koji se općinski i gradski čelnici upoznaju s nastalim požarom;
- slučajeve kad se u akciju gašenja požara pozivaju odnosno uključuju vatrogasne postrojbe izvan područja općine i grada;
- način i slučajeve uporabe opreme i vozila posebne namjene u gašenju požara ili spašavanju osoba;
- nazive građevina i otvorenog prostora na kojima se može očekivati požar većih razmjera;
- nazive građevina u kojima su sadržane radioaktivne, eksplozivne, otrovne i druge opasne tvari;
- popis osoba odgovornih za provedbu planova pravnih osoba razvrstanih u prvu i drugu kategoriju ugroženosti od požara.

Sastavni dio ovog plana su i planovi zaštite od požara pravnih osoba koje su razvrstane u prvu i drugu kategoriju ugroženosti od požara.

5.4.2. Plan zaštite od požara za područje Grada Zagreb i županije

Plan zaštite od požara Grada Zagreba i županije u grafičkom dijelu sadrži:

- pregled građevina i otvorenog prostora koji su značajni za Grad Zagreb ili županiju, te građevina i otvorenog prostora gdje se može očekivati požar većih razmjera u kojem bi sudjelovale vatrogasne postrojbe s područja više općina ili s područja susjednih županija;
- pregled broja, veličine i smještaja vatrogasnih postrojbi koje bi sudjelovale u gašenju požara navedenih u 1. točki;
- prikaz uređenih opskrbilišta za gašenje požara;
- prikaz magistralnih vodova za opskrbu električnom energijom, plinom, vodom i drugim energentima;
- prikaz magistralnih putova, željezničkih pruga i vodotokova;

- prikaz potencijalnih izvora opasnosti za nastanak i širenje požara;
- sustav radio i telekomunikacijskih veza vatrogasnih postrojbi na gašenju požara;
- pregled opreme i vozila posebne namjene kojima raspolažu vatrogasne postrojbe.

Tekstualni dio plana zaštite od požara Grada Zagreba ili županije sadrži:

- zapovjedni lanac u akcijama kad u gašenju požara sudjeluje više vatrogasnih postrojbi i građani;
- razrađen sustav primanja dojava o požaru i uključivanja u akciju gašenja požara vatrogasnih postrojbi te ostalih sudionika;
- okolnosti kad se i koje se vatrogasne postrojbe stavljaju u stanje pripravnosti te zaduženja glede provedbe akcije gašenja;
- nazive i zaduženja zdravstvenih ustanova koje se uključuju u pružanje pomoći ozlijeđenima u akcijama gašenja požara;
- nazive i zaduženja službi i poduzeća te osoba koje će gasitelje opskrbiti hranom i vodom tijekom gašenja požara;
- okolnosti kad se u akciju gašenja uključuje Hrvatska vojska;
- okolnosti kad se županijski čelnici upoznaju s nastalim požarom;
- nazive općina, grada ili područja čiji planovi čine sastavne dijelove plana za područje Grada Zagreba ili županije;
- razrađen sustav ophodnje, motrenja i dojava vatrogasnim postrojbama i drugim službama u okolnostima prijeteće opasnosti za nastanak požara na šumskom ili drugom otvorenom prostoru;
- popis pravnih osoba koje raspolažu potrebnom opremom i mehanizacijom koja bi se mogla koristiti u većim požarima ili havarijama s osnovnim podacima o toj opremi i mehanizaciji s razrađenim sustavom uključivanja u gašenje požara.

Planove zaštite od požara mogu izrađivati pravne i fizičke osobe koje kao redovitu djelatnost obavljaju poslove zaštite od požara.

5.4.3. Plan zaštite od požara za pravne osobe

Plan zaštite od požara za pravne osobe u grafičkom dijelu sadrži:

- oznaku glavnog pristupa za vatrogasna vozila;
- oznaku građevine ili postrojenja;
- namjenu građevine ili postrojenja;
- oznake katova;
- tlocrt prizemlja i raspored prostorija s naznačenom namjenom;
- oznaku protupožarnih pregradnih zidova;
- oznake otvora u stropovima i zidovima;
- oznake pristupa;
- oznake stubišnih prostora sa smjerom silaženja i pristupa katovima;
- oznake putova za intervenciju i putova za spašavanje;
- oznake mjesta za prolaz dima i topline;
- oznake stabilnih ili pokretnih uređaja za gašenje s podacima o vrsti, količini sredstava za gašenje i položaju stabilnih instalacija za gašenje;
- podatke o vrsti i količini zapaljivih tekućina i plinova te otrovnih, radioaktivnih i eksplozivnih tvari (podaci moraju biti upotpunjeni upozorenjima glede sredstava za gašenje koja se ne smiju upotrebljavati);
- prikaz mjesta za uzimanje vode za gašenje te prikaz mjesta za prekid dovoda energenata u građevinu ili postrojenje.

Osim navedenog, pregledan dio plana mora sadržavati i nacrt građevine ili postrojenja s oznakama građevine, broja katova, prolaza, površina koje nisu upotrebljive za vatrogasna vozila, površina za vatrogasne pristupe, graničnih i susjednih ulica, građevina i njihove namjene te oznake vanjskih i uličnih hidranata.

Tekstualni dio plana sadrži:

- naziv mjesta te način primanja dojave o požaru;
- obveze u postupanju, zapovijedanju i ovlasti sudionika u primanju obavijesti o požaru i daljnjem ustroju akcije gašenja;
- način uključivanja službe za pružanje prve medicinske pomoći;
- brojčano stanje vlastitih postrojba za gašenje požara te cjelokupan ustroj gašenja kad se u akciju gašenja uključuju vanjske profesionalne i dobrovoljne vatrogasne postrojbe;
- načine pozivanja i uključivanja distributera energenata u akciju gašenja;
- nazive građevina ili postrojenja na kojima se požar gasi u nazočnosti odgovorne ili stručne osobe u toj građevini zbog specifičnosti tehnološkog postupka;
- nazive građevina ili postrojenja u kojima se može očekivati eksplozija u požaru;
- nazive građevina ili postrojenja u kojima se nalaze izvori radioaktivnog i drugog opasnog i otrovnog materijala i tvari te postupci koji se poduzimaju u slučaju požara;
- nazive radnih mjesta i lokacija na kojima su smješteni ključevi od prostora ili prostorija u kojima se nalaze mjesta za prekid dovoda energenata u građevinu;
- razrađen radio i telefonski sustav za povezivanje svih sudionika koji sudjeluju u gašenju požara.

5.5. PROCJENE UGROŽENOSTI

Sadržaj, način izradbe te primjene metoda kod izradbe procjene ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije utvrđen je Pravilnikom o izradi procjene ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije ("Narodne novine", broj 35/94. i 55/94.).

Procjenu ugroženosti dužno je izraditi predstavničko tijelo Grada Zagreba, drugih gradova i općina na temelju članka 3. stavak 2. Zakona o zaštiti od požara. Temeljem izrađene procjene ugroženosti određuju se mjere za sprječavanje nastanka i širenja požara te mjere za učinkovito gašenje požara.

5.5.1. Temeljne sastavnice procjene ugroženosti

Temeljne sastavnice procjene ugroženosti jesu:

- postojeće stanje;
- numerička raščlamba požarne ugroženosti;
- stručno mišljenje o postojećem stanju, ustroju službe za zaštitu od požara te profesionalnih i dobrovoljnih vatrogasnih postrojba;
- prijedlog mjera;
- zaključak;
- grafički i numerički prilozi.

5.5.2. Procjena ugroženosti županije i Grada Zagreba

Dijelovi procjene ugroženosti županije i Grada Zagreba jesu:

- prikaz postojećeg stanja (podaci o površini, broju stanovnika, pregled stambenih i industrijskih područja, pregled cestovnih i željezničkih prometnica i sl.);
- procjena ugroženosti gradova i općina na području županije, odnosno Grada Zagreba;
- stručna obrada činjeničnih podataka (sadrži mišljenja o pravilnoj izgradnji dijelova županije, odnosno Grada Zagreba glede uvjeta za širenje požara, prometnica za akciju gašenja požara, izgradnji hidrantske mreže i sl.);
- prijedlog tehničkih i organizacijskih mjera koje je potrebno provesti kako bi se opasnost od nastanka i širenja požara smanjila na najmanju moguću razinu;
- zaključak;
- brojčane i grafičke priloge.

5.5.3. Procjena ugroženosti općine ili grada

Dijelovi procjene ugroženosti za područje općine ili grada jesu :

- prikaz postojećeg stanja (sadrži podatke o površini i broju stanovnika, naseljenim mjestima, pravnim osobama u gospodarstvu prema vrstama djelatnosti, industrijskim područjima itd.);
- procjene ugroženosti pravnih osoba razvrstanih u I. i II. kategoriju ugroženosti od požara koje se nalaze na području općine ili grada;
- stručna obrada činjeničnih podataka (sadrži mišljenja o makropodjeli na požarne sektore i područja uz ocjenu o udovoljavanju propisima glede sprječavanja širenja požara, gustoći izgradnje unutar požarnog sektora ili područja uz ocjenu o postojećoj fizičkoj strukturi građevina glede širenja požara, katovima pojedinih građevina i pristupnosti prometnica i površina glede akcija evakuacija i gašenja i sl.);
- prijedlog tehničkih i organizacijskih mjera koje je potrebno provesti kako bi se opasnost od nastanka i širenja požara smanjila na najmanju moguću razinu;
- zaključak;
- brojčane i grafičke priloge.

5.5.4. Procjena ugroženosti pravne osobe

Dijelovi procjene ugroženosti pravne osobe jesu :

- prikaz postojećeg stanja (sadrži podatke o broju zaposlenih, površini, nazivima i broju građevina, vrsti tehnologija po građevinama, brojnosti osoba po građevinama i sl.);
- numerička raščlamba požarne ugroženosti;
- stručna obrada činjeničnih podataka (sadrži mišljenje o primijenjenim propisima i metodama, lokaciji prilaznim putovima i udaljenosti profesionalne vatrogasne postrojbe itd.);
- prijedlog tehničkih i organizacijskih mjera koje je potrebno provesti da bi se opasnost od nastanka i širenja požara smanjila na najmanju moguću razinu;
- zaključak;
- brojčane i grafičke priloge.

5.5.5. Prijedlog tehničkih i organizacijskih mjera

Prijedlog tehničkih i organizacijskih mjera koje je potrebno provesti da bi se opasnost od nastanka i širenja požara smanjila na najmanju moguću razinu sadrži:

- mjere za sanaciju postojećeg stanja;
- razvojne mjere koje bi se provodile na građevinama, građevinskim dijelovima i otvorenom prostoru;
- mjere u svezi s promjenom namjene građevine ili prostora;
- mjere u svezi s izvedbom novih instalacija za dojavu i gašenje požara;
- mjere u svezi s izgradnjom novih izvora i instalacija za opskrbu vodom za gašenje požara;
- mjere u svezi s osnutkom novih postrojba za gašenje požara;
- mjere u svezi s loženjem vatre i spaljivanjem korova i inog biljnog otpada na otvorenom prostoru;
- mjere u svezi s izgradnjom ili dogradnjom sustava veza.

5.5.6. Način izradbe procjene ugroženosti

Procjenu ugroženosti izrađuje skupina stručnjaka od najmanje troje djelatnika od kojih najmanje dvoje moraju imati visoku stručnu spremu tehničkog smjera različite struke. Na čelu ekipe postavlja se voditelj koji mora imati položen odgovarajući stručni ispit i najmanje pet godina radnog iskustva na poslovima zaštite od požara. Ostali djelatnici u sastavu ekipe moraju imati najmanje dvije godine radnog iskustva na poslovima zaštite od požara.

Za izradbu procjene ugroženosti primjenjuju se hrvatske numeričke metode ili u njihovu nedostatku u svijetu prihvaćene numeričke metode, primjerice TRVB 100, DOW Index i sl., kao i preuzete norme s obvezatnom primjenom za to područje.

Mjere zaštite od požara i eksplozija koje slijede iz procjene ugroženosti obvezne su za vlasnike ili korisnike građevina, dijelova građevina ili prostora za koje je procjena izrađena.

5.5.7. Metode za izradbu procjene ugroženosti od požara i tehnoloških eksplozija za pravne osobe

Da bi se donijela realna ocjena ugroženosti od požara jedne građevine, potrebno je raščlaniti mnoge parametre koji, izravno ili neizravno, određuju stupanj opasnosti, a ujedno upućuju na mjere zaštite koje je nužno provesti. Navodimo samo neke osnovne parametre koje je potrebno raščlaniti iako se oni podrobnije razrađuju u svakoj konkretnoj numeričkoj metodi. U pravilu ti su parametri sljedeći:

- izvedba građevine, u prvom redu glede otpornosti na vatru osnovnih građevinskih konstrukcija (nosivi zidovi i stupovi, pregradni zidovi, požarni zidovi, stropne konstrukcije, krovna konstrukcija, pokrov, konstrukcija vodoravnih i okomitih komunikacija i sl.);
- veličina objekta i geometrija požarnih sektora u njemu, u prvom redu glede tlocrtne površine, broja katova u objektu, međusobne povezanosti prostorija glede broja požarnih sektora i pojedinačnih površina tih sektora te mogućnosti pristupa vatrogasnim vozilima do građevine kad je potrebna vatrogasna intervencija;
- lokacija građevine, u prvom redu glede međusobne udaljenosti analizirane građevine od susjednih građevina, udaljenost građevine od najbliže vatrogasne postrojbe, vodeći računa o mogućim nepovoljnim okolnostima (vremenske nepogode, pružni prijelazi u istoj razini, zakrčenost na prometnicama u određeno doba dana i sl.);
- požarno opterećenje u pojedinim požarnim sektorima, u prvom redu glede zapaljivosti, brzine izgaranja (linearne i količinske u jedinici vremena), količine i sastavu dimnih plinova s posebnim osvrtom na toksičnost, korozivnost i druge opasne osobine produkata izgaranja;
- mogućnost odvoda dima i topline te mogućnost sprječavanja zadimljavanja susjednih požarnih sektora koji nisu zahvaćeni požarom, a posebno mogućnost sprječavanja zadimljavanja planiranih evakuacijskih putova.

Nakon uočavanja navedenih i drugih parametara koji opisuju određenu građevinu i požarne sektore u njoj, treba raščlaniti predviđene i izvedene sustave i druge mjere zaštite od kojih u prvom redu mogu biti:

- sustav prijave požara;
- sustav stabilnih automatskih uređaja za gašenje;
- vanjska i unutarnja hidrantska mreža;
- panična rasvjeta;
- sustav za odvod dima i topline;
- ručni i prijevozni aparati za gašenje;
- organizacija službe zaštita od požara i sl.

Temeljna težnja svakog stručnjaka koji projektira novu građevinu ili raščlanjuje stanje zaštita od požara u postojećoj građevini jest da na osnovi parametara veličine i lokacije te međusobne povezanosti požarnih sektora, njihova sadržaja i drugih bitnih značajki dođe do brojčanih vrijednosti kojima se implicira na točno određenu razinu i vrstu potrebnih mjera zaštite od požara.

Na žalost, ovu vrlo jednostavnu težnju nije lako zadovoljiti. Da bi se to ostvarilo, neke razvijene zemlje, posebice zainteresirane osiguravajuće asocijacije, razvile su različite brojčane metode kojima se, barem djelomice, ostvaruje željena svrha.

Svaka od razvijenih metoda ima određenih prednosti i nedostatke. Prednosti i nedostaci se u prvom redu odnose na primjenjivost i neprimjenjivost neke metode za određene (specifične) građevine, odnosno postrojenja. Navodimo neke od tih metoda:

metoda TRVB-100 (austrijska metoda za procjenu ugroženosti i određivanje mjera zaštite

od požara)
procjena ugroženosti prema opasnosti od požara i eksplozija (DOW-metoda)
metoda EURALARM
metoda GRETENERA.

U daljnjem tekstu raščlanjaju se temeljne značajke navedenih metoda i mogućnosti njihove primjene za određene vrste građevina i/ili postrojenja.

5.5.7.1. TRVB-100 - austrijska metoda za procjenu ugroženosti i određivanje mjera zaštite od požara

Ova metoda je praktična za primjenu i daje dosta točne rezultate za većinu uobičajenih građevina različitih namjena.

Metoda je neprimjenjiva za građevine visine veće od 25 metara kao ni za građevine kod kojih katovi ispod zemlje nisu vatrootpornom konstrukcijom odvojeni od nadzemnih katova.

Ova se metoda u primjeni provodi za svaki požarni sektor posebice, a temelji se na sljedećim postupcima:

- I. podjela građevine na odgovarajuće požarne sektore;
- II. izračunavanje učinaka geometrije požarnog sektora u kojem ne dolazi u obzir samo površina požarnog sektora, nego i njegova dubina, mogućnost prilaza objektu vatrogasnim vozilima, položaj požarnog sektora (ispod razine zemlje), nemogućnost gašenja izvana i slično;
- III. izračunavanje specifične požarne opasnosti koje se dobije kao umnožak brojčanih vrijednosti relevantnih pojedinačnih učinaka kao što su:
 - učinak intervencije vatrogasne postrojbe;
 - učinak značajki upaljivih materijala u požarnom sektoru;
 - učinak ugroženosti osoba;
 - učinak požarnog opterećenja (mobilnog i imobilnog);
 - učinak zapaljivosti materijala u požarnom sektoru;
 - učinak zadimljavanja;
 - učinak korozivnosti plinovitih produkata izgaranja i drugih destrukcija materijala u požarnom sektoru;
 - učinak visine (prema broju katova) građevine.
- IV. izračunavanje ili očitavanje s dijagrama umnoška ($S \times F$) ovisno o tomu je li izveden uređaj za odvod dima i topline. (Metoda se izvorno poziva na austrijski propis o sustavima za odvođenje dima i topline nastalih u požaru TRVB-125. S obzirom da je u nas u primjeni poseban pravilnik za odvod dima i topline te da ova dva propisa nisu identična, dosta je osjetljivo pitanje primjene predviđenih koeficijenata kad je izveden neki od automatiziranih uređaja za odvod dima i topline. S obzirom da su ti uređaji dosta rijetko izvedeni, ovaj nedostatak metode ne predstavlja veliku teškoću u primjeni.)
- V. konačan rezultat provedene analize je brojčana vrijednost kojom se definira potrebna razina protupožarne zaštite u odnosu na klasu vatrootpornosti požarnog sektora.

Raščlambom koja rezultira određenom brojčanom vrijednošću mogući su, ovisno o klasi vatrootpornosti požarnog sektora, sljedeći zaključci o potrebi provedbe mjera zaštite od požara:

- a) nisu potrebne posebne mjere zaštite od požara (umnožak $S \times F$ je mali);
- b) za vrijeme radnog vremena odmah spremna za intervenciju pogonska vatrogasna postrojba ($S \times F$ odgovara S1 za određenu klasu vatrootpornosti);
- c) pogonska vatrogasna postrojba sa stalnom službom dežurstva od 0 do 24 sata ($S \times F$ odgovara S2 za određenu klasu vatrootpornosti);
- d) potrebna automatska dojava požara s dežurnim osobljem na centrali od 0 do 24 sata ($S \times F$ odgovara S3 za određenu klasu vatrootpornosti);
- e) automatska dojava požara treba biti priključena na centralu vatrogasne postrojbe u kojoj je stalno dežurstvo od 0 do 24 sata ($S \times F$ odgovara S4 za određenu klasu vatrootpornosti);
- f) potrebna izvedba sprinkler uređaja ili drugog odgovarajućeg automatskog uređaja za

gašenje požara ($S \times F$ odgovara S5 za određenu klasu vatrootpornosti).

Glede klase vatrootpornosti metoda se temelji na austrijskom standardu koje su ovom metodom označene su ovim oznakama:

- F<30 - konstrukcije požarnog sektora otporne na vatru manje od 30 minuta
- F30 - vatrootpornost 30 minuta
- F60 - vatrootpornost 60 minuta
- F90 - vatrootpornost 90 minuta.

S obzirom da hrvatske vrijedeće norme, HRN U.J1.240, klase vatrootpornosti (od I. do V.) nisu potpuno identične austrijskim, iako se radi o velikoj podudarnosti, mogu se za potrebe raščlambe koristiti sljedeće pretpostavke:

- F<30 - približno: odgovara I. stupnju prema citiranoj normi (bez otpornosti na vatru);
- F30 - približno odgovara II. stupnju (mala otpornost);
- F60 - približno odgovara III. stupnju (srednja otpornost);
- F90 - približno odgovara IV. stupnju (veća otpornost).

Na ovaj način ne bi bila obuhvaćena klasa V vatrootpornosti (velika otpornost) pa se za takve pojave, za očitavanje brojčane vrijednosti potrebnih mjera zaštite, predlaže koristiti dijagram za vatrootpornost označenu kao F90 prema citiranoj austrijskom smjernici.

Osnovne formule TRVB-100 metode

Osnovna formula za izračun potrebnih posebnih mjera zaštite od požara je sljedeća:

$$S \cdot F = (G + k_1) \cdot B/k_2 \quad \text{ili} \quad S \cdot F = (G' + k_1) \cdot B/k_2$$

Značenje pojedinih simbola je sljedeće:

S - zaštitna vrijednost uređaja za zaštitu od požara

F - vatrootpornost nosivih konstrukcija građevine ili požarnog sektora

G - geometrija požarnog sektora (umnožak površine i širine požarnog sektora)

G' = G · 1.5 - geometrija požarnog sektora s manje od tri moguća pristupa vatrogasnim vozilima građevini u primjeru potrebe vatrogasne intervencije

k₁ i **k₂** - konstante tablice 1, ovisno o tomu postoji li uređaj za odvođenje dima i topline prema TRVB-125.

B - učinak specifične opasnosti od požara koji predstavlja umnožak učinaka predviđenih za analizu po ovoj metodi

$$B = E \cdot A \cdot P \cdot Q \cdot C \cdot K \cdot H$$

Značenje simbola:

E - učinak intervencije javne profesionalne vatrogasne postrojbe

A - učinak aktivnosti materijala

P - učinak ugroženosti osoblja

Q - učinak požarnog opterećenja

R - učinak zadimljavanja

K - učinak korozije

H - učinak visine građevine.

Učinak intervencije vatrogasne postrojbe (E)

Učinak intervencije vatrogasne postrojbe (E) ima značenje u raščlambi opasnosti od požara u prvom redu zato što ovaj učinak izražava vrijeme koje prođe od dojava požara do početka gašenja. Ovaj učinak nije uvijek jednoznačan jer postoje slučajevi kad najbliža vatrogasna postrojba nije po opremi, sredstvima i ljudstvu dostatna i primjerena za gašenje mogućeg požara najvećeg opsega u analiziranom

objektu (požarnom sektoru). Tad u analizi treba predvidjeti dolazak odgovarajuće vatrogasne postrojbe, ali iz veće udaljenosti. Učinak intervencije se izračunava (interpolacijom).

Primjer. Jedna je građevina tako smještena da je u slučaju požara upućena na dvije vatrogasne postrojbe bez stalne dežurne službe. Prva vatrogasna postrojba (kategorije 1) ima mogući učinak od 20 posto potrebnog, a druga vatrogasna postrojba (kategorije 5) ima mogući učinak od 80 posto potrebnog.

Navedene podatke očitamo iz tablice (1)

Akcijski učinak vatrogasne postrojbe		Udaljenost (km)				
		1	1 - 6	6 - 11	11 - 16	16
Bez stalnog dežurstva	Kategorija	1	3	5	7	9
	E	1.00	1.25	1.54	1.82	2.00
Sa stalnim dežurstvom (0-24)	Kategorija	2	4	6	8	10
	E	0.63	0.83	1.14	1.58	1.82

Kombinirani akcijski učinak javne vatrogasne postrojbe u navedenom primjeru bi bio:

1. Vatrogasna postrojba: učinak $E_1 = 1.0$ za % = 0.2 $1.00 \cdot 0.2 = 0.20$
2. Vatrogasna postrojba: učinak $E_2 = 1.54$ za % = 0.8 $1.54 \cdot 0.8 = 1.23$

Zbroj učinaka $E = 1.43$

Učinak potencijalne opasnosti za nastanak požara (A)

Djelatnosti, odnosno tehnološki procesi i procesi rada podijeljeni su u pet kategorija u skladu s TRVB-126 i za svaku od njih odabire se odgovarajući učinak (A) prema sljedećoj tablici:

Kategorija	I.	II.	III.	IV.	V.
Vrijednost učinaka A	0.85	1.00	1.20	1.45	2.20

Učinak ugroženosti osoba (P)

U primjeru požara, a posebno u obje skupine u kojima istodobno boravi veći broj osoba, može doći do panike i stradanja ljudi. S obzirom na mogućnost ugrožavanja tijekom evakuacije objekti se dijele u četiri kategorije i to:

Kategorija	Opis
I.	Mali broj ljudi u objektu pa ne može doći do stradanja prilikom evakuacije.
II.	Veći broj ljudi u objektu pa može u određenim okolnostima doći do ugrožavanja osoba požarom.
III.	Veliki broj ljudi, primjerice kao na javnim skupovima, gdje bi u požaru bio ugrožen veći broj osoba.
IV.	Broj ljudi u objektu je tako velik da u pravilu treba predvidjeti evakuaciju uz pomoć posebnih sredstava izvan objekta.

Vrijednost indeksa (P) ovisno o kategoriji predložen je u sljedećoj tablici:

Kategorija	1	2	3	4
Učinak ugroženosti osoba (P)	1.10	1.10	1.20	140

Učinak požarnog opterećenja (Q)

Požarno opterećenje Q (MJ/m^2) za potrebe ove raščlambe razmatra se kao dvije vrste opterećenja: mobilno i imobilno, odnosno kao njihov zbroj:

$$Q = Q_i + Q_m$$

Imobilno požarno opterećenje Q_i specifično je požarno opterećenje koje se odnosi na gorivi materijal u građevinskim konstrukcijama objekta. Ono se dobije izračunavanjem količine gorivih materijala u konstrukciji i množenjem s kaloričnom moći tih materijala te preračunavanjem na površinu. Za očitavanje vrijednosti imobilnog požarnog opterećenja postoje i tablice ovisno o vrsti djelatnosti u građevini.

Mobilno požarno opterećenje Q_m specifično je požarno opterećenje zapaljivih materijala i tvari u tehnološkom procesu u zalihama, na skladištu i sl. U pravilu ono se izračunava na temelju raščlambe iako i za njega postoje specifične tablice.

Vrijednosti učinaka požarnog opterećenja Q ovisi o vrijednosti zbroja imobilnog i mobilnog požarnog opterećenja i daje se u sljedećoj tablici:

Požarno opterećenje $Q(\text{MJ/m}^2)$	Učinak požarnog opterećenja Q	Požarno opterećenje $Q(\text{MJ/m}^2)$	Učinak požarnog opterećenja Q
do 200	1.0	2501-3400	1.8
201-300	1.1	3401-5000	1.9
301-400	1.2	6701-6700	2.0
401-600	1.3	6701-10100	2.1
601-800	1.4	10001-13400	2.2
801-1300	1.5	13401-20200	2.3
1301-1700	1.6	20201-26900	2.4
17101-2500	1.7	više od 2691	2.6

Učinak zapaljivosti materijala (C)

Za potrebe ove raščlambe sve zapaljive tvari dijele se u šest kategorija i to:

KATEGORIJA	UČINAK C	O P I S
I.	1.6	<ul style="list-style-type: none">- zapaljivi plinovi- lakozapaljive tekućine I.a skupina (Z.CO-007)- lakozapaljive krutine (celuloid, nitroceluloza i sl. materijali)- samozapaljivi materijali
II.	1.4	<ul style="list-style-type: none">- zapaljive tekućine plamišta 21-55°C- lakozapaljive i brzo gorive krute tvari- zapaljive i gorive tvari koje pri gorenju oslobađaju veliku količinu gorivih i otrovnih tvari- kisik i drugi jaki oksidansi- negorive tvari koje s vodom tvore zapaljive plinove (alkalni metali)
III.	1.2	<ul style="list-style-type: none">- lakozapaljive tekućine II. skupine (Z.CO.007)- lako gorive krute tvari
IV.	1.0	<ul style="list-style-type: none">- zapaljive tekućine III.b skupine (Z.CO.007)

		- srednje gorive krute tvari - negorive tvari i materijali s mogućnosti deflagracije njihovih produkata raspada - slaba oksidacijska sredstva - negorivi materijali koji se u dodiru sa zrakom zagrijevaju
V.	1.0	- teškogorive tvari
VI.		- inertni plinovi - nezapaljive tekućine - nezapaljive krute tvari.

Učinak zadimljavanja (R)

Upaljive tvari pri izgaranju mogu razvijati veće ili manje količine dima, što u prvom redu ovisi o sastavu tvari i uvjetima izgaranja. Kod izgaranja drva količina dima se uzima kao standardna pa se u takvim požarima koeficijent (R) uzima kao jedinica. Za sve druge tvari, koje u požaru stvaraju više dima nego drvo, uzima se učinak kao 1.2. Za objekte u kojima su izvedeni automatski uređaji za odvodnju dima i topline, bez obzira na vrstu tvari koje se mogu naći u požaru, učinak zadimljavanja se uzima kao standardan R=1.

Učinak korozivnosti (K)

Ako je sadržaj materijala i tvari u požarnom sektoru takav da bi se kod požara razvijale korozivne tvari, učinak korozivnosti se uzima kao vrijednost K=1.2, a za sve ostale objekte učinak korozivnosti se uzima kao vrijednost K=1.0.

Učinak visine objekta (H)

Visina objekta je vrlo bitan parametar za uspješnost vatrogasne intervencije. Posebice je važno znati proteže li se požarni sektor u više katova ili pak kroz sve katove objekta. Kod jednokatnih objekata uzima se učinak visine objekta H=1.0. Za objekte više od jednog kata mjerodavna je visina zgrade kako to proizlazi iz zbirnog pregleda računskih čimbenika, a po potrebi napravi se i odgovarajuća linearna interpolacija.

Koeficijenti učinaka visine zgrade navedeni su u sljedećoj tablici:

H	Učinak visine zgrade								
Iznad razine zemlje	Visina (m)	1-6	7	8	9	10	11	12	13
	H	1.00	1.11	1.21	1.30	1.38	1.45	1.50	1.56
	Visina (m)	14	15	16	17	18	19	20	21
	H	1.61	1.65	1.70	1.72	1.75	1.77	1.79	1.80
	Visina (m)	22	23	24	25				
	H	1.81	1.82	1.83	1.84				
Ispod razine zemlje	Visina (m)	1-3	4	5	6	7	8	9	10
	H	1.00	1.29	1.46	1.85	2.14	2.39	2.60	2.77
	Visina (m)	11	12	13	14	15	16	17	18
	H	2.85	3.00	3.01	3.03	3.05	3.06	3.08	3.10

Vrijednosti konstanti k_1 i k_2 daju se u sljedećoj tablici, ovisno o tomu je li u analiziranom požarnom sektoru osiguran odvod dima i topline:

Konstanta k	Osiguran odvod dima i topline automatski	
	DA	NE
k_1	$6.03 \cdot 10^5$	$4.42 \cdot 10^5$

k ₂	8.33 * 10 ⁵	6.25 * 10 ⁵
----------------	------------------------	------------------------

Brojčane vrijednosti koeficijenata navedenih učinaka unose se u list za izračunavanje. Prije donošenja zaključka o potrebnim mjerama zaštite od požara, potrebno je očitati odgovarajuće vrijednosti brojčanog koeficijenta umnoška (Sx F), vodeći računa o vatrootpornosti građevinskih konstrukcija analiziranog požarnog sektora (F<,30, F30, F60 ili F90).

Vatrootpornost građevine te vrijednosti koeficijenata (Sx F) određuju vrstu potrebnih mjera zaštite od požara označenih kao S₁, S₂, S₃, S₄ i S₅ čije značenje je prethodno navedeno.

5.5.7.2. DOW metoda

Metoda (indeks požarne i eksplozivne opasnosti) osobito je primjenljiva za procjenu opasnosti od požara i eksplozija u pogonima procesne kemijske i petrokemijske industrije i na pogonima tih i sličnih industrija izgrađenim na otvorenom prostoru.

DOW metoda se temelji na sljedećim postupcima:

- I. Podjela objekata na požarne sektore
- II. Određivanje učinaka materijala
- III. Određivanje učinaka općih opasnosti
- IV. Određivanje učinaka posebnih opasnosti
- V. Izračun indeksa opasnosti od požara i eksplozije
- VI. Određivanje nužnih preventivnih i drugih mjera zaštite od požara i eksplozije.

Na temelju brojčanih vrijednosti indeksa opasnosti od požara i eksplozije mogući su sljedeći zaključci o stupnju opasnosti kako se navodi u tablici:

Indeks opasnosti od požara i eksplozije		Stupanj opasnosti od požara (eksplozije)
IV. izdanje (1976.-1980.)	V. izdanje (1980.-1987.)	
1 - 50	1 – 60	mali
51 - 81	61 – 96	umjeren
82 - 107	97 – 127	srednji
108 - 133	127 – 158	visok
≥ 134	≥ 159	vrlo visok (ekstreman)

Mjere zaštite, koje proizlaze iz rezultata analize izražene indeksom opasnosti, svode se uglavnom na sljedeće:

- osiguranje mogućnosti uporabe vode za gašenje i za hlađenje
 - a) uporaba punog mlaza
 - b) uporaba raspršenog mlaza (hlađenje)
 - c) uporaba vodenih zavjesa
 - d) uporaba vodene pare
- osiguranje mogućnosti uporabe pjene za gašenje
- osiguranje mogućnosti uporabe vode/pjene bacačima
- izvedba uređaja za detekciju plina uz varijante
 - zvučna i/ili svjetlosna signalizacija u slučaju pojave plina
 - uzbuđivanje i automatski start zaštitnog sustava u slučaju detekcije plina/pare (ventilacija, inertizacija i sl.)
- izvedba zaštitnog bazena oko spremnika
- potreba smještaja spremnika ispod zemlje (ukopani spremnici)
- izvedba stabilne instalacije s pjenom za gašenje unutar spremnika

- osiguranje mogućnosti daljinskog upravljanja pogonom ili njegovim dijelom
- izvedba posebne instrumentacije (nadzor, detekcija)
- omogućavanje provjere koncentracije eksplozivnih para, aerosola i sl.

Ovisno o brojčanoj vrijednosti indeksa opasnosti sve od navedenih mjera mogu biti:

- neobvezne - nije nužno
- predložene - bilo bi korisno
- preporučene - trebalo bi ili preporučuje se
- obvezne - mora se

U sljedećoj tablici prikazane su preventivne mjere zaštite prema indeksu opasnosti od požara i eksplozija (I_{FE}) te opis različitih vrsta mjera koje se moraju ili trebaju poduzeti prema opisanoj metodi.

Tablica: Određivanje potrebnih preventivnih mjera zaštite od požara

PREVENTIVNE ZAŠTITNE MJERE	INDEKS OPASNOSTI OD POŽARA I EKSPLOZIJA (I_{PE})					
	0-30	31-50	51-81	82-107	108-133	>133
A. Vatrootporno oblaganje čeličnih konstrukcija	1	2	2	3	4	4
B. Uporaba vode za gašenje						
a) izravni sprej	1	2	3	3	4	4
b) zavjesa	1	1	2	2	2	4
c) vodena para	1	1	2	2	2	4
C. Uporaba pjene za gašenje	1	1	2	3	3	4
D. Bacači vode/pjene	1	1	2	3	3	4
F. Detekcija plina						
a) alarmiranje	1	2	2	3	4	4
b) alarmiranje i automatsko startanje zaštitnog sustava	1	1	2	2	3	4
G. Zaštitni bazeni za skladišne spremnike						
a) standardni	1	4	4	4	4	4
b) posebni	1	1	1	2	3	4
H. Ukopani spremnici	1	1	2	2	3	3
I. Pjena na spremnike	1	2	3	3	4	4
J. Daljinsko upravljanje	1	1	2	3	3	4
K. Posebna instrumentacija	1	2	3	3	4	4
L. Zaštitni zidovi	1	1	2	3	4	4

Legenda:

- 1 - neobvezne mjere
 2 - predložene mjere
 3 - preporučene mjere
 4 - obvezne mjere

Ova se metoda, osim za određivanje potrebnih mjera zaštite od požara, može koristiti i za procjenu toksičnih opasnosti putem izračuna indeksa toksičnosti te za određivanje minimalnih zaštitnih udaljenosti između procesnih jedinica u fazi projektiranja kao i za proračun osiguravajućih pokazatelja kod određivanja maksimalno moguće i/ili maksimalno vjerojatne štete.

5.5.7.3. EURALARM (brojčana metoda za analizu požarne ugroženosti)

Ovom se metodom, slično kao i ostalim brojčanim metodama, utvrđuju posebne mjere zaštite od požara koje treba provesti u analiziranim požarnim sektorima, a posebno se ukazuje na potrebu ugradnje stabilnog automatskog uređaja za gašenje ili automatskog uređaja za gašenje.

Način izračuna požarne ugroženosti

Ova metoda se temelji na dvjema pretpostavkama:

- da požar može ugroziti građevinu te
- da požar može ugroziti sadržaj u građevini.

Koja od tih dviju pretpostavki dominira ili su, pak, moguće obje, ovisi i koje će se posebne mjere zaštite od požara provoditi. Kad se radi o ugroženosti građevine, tad valja raščlaniti dva glavna učinka koji su međusobno suprotni:

- intenzitet i moguće trajanje požara te
- otpornost na vatru glavnih i nosivih konstrukcija objekta.

Kad govorimo o ugroženosti sadržaja građevine, mislimo na to da je u građevinu smještena skupa oprema, odnosno da požar može ugroziti i ljude koji stalno ili povremeno borave u njoj. Zato se ukupna požarna ugroženost izračunava za dvije vrijednosti koje zajedno predstavljaju zajedničku ugroženost: za građevinu i za sadržaj. Na temelju izračuna ugroženosti određuju se posebne mjere zaštite od požara.

Razumije se da treba posebno izračunati ugroženost građevine (UG) i ugroženost sadržaja (US) za svaki požarni sektor, ako se pokaže da građevina ima više požarnih sektora koji se međusobno bitno razlikuju. Na taj način postiže se to da su za pojedine požarne sektore potrebne različite mjere za smanjenje požarne ugroženosti. Ako stvarno ne možemo postići jedinstvenost mjera, npr. izmjenom koncepcije, onda treba uzeti u obzir kombinaciju više vrsta sustava za dojavu i gašenje požara za istu građevinu. To se vrlo često može pojaviti kod većih objekata.

Izračun požarne ugroženosti građevine (UG)

Na povećanje požarne ugroženosti građevine utječu sljedeći glavni učinci:

- požarna opterećenost (Q) i zapaljivost.
Požarna opterećenost (Q) sastoji se od mobilne požarne opterećenosti (Q_m) i imobilne požarne opterećenosti (Q_i).)
- učinaka položaja i veličine požarnog sektora (B)
- učinak kašnjenja gašenja (L), uzima u obzir vrijeme od početka gašenja i ustroj vatrogasne postrojbe.

Suprotno, u smislu smanjenja požarne ugroženosti, djeluju sljedeći učinci:

- učinak vatrootpornosti nosivih građevinskih dijelova (W)
- nekoliko drugorazrednih utjecajnih učinaka (npr. mali broj mjesta zapaljenja, povoljna uskladištenost), s kojima treba računati kao s učinkom za smanjenje požarne ugroženosti (R_i).

Na temelju spomenutih utjecajnih učinaka izračunava se požarna ugroženost za građevinu prema sljedećoj formuli:

$$UG = [(Q_m \cdot C) + Q_i] \cdot (B \cdot L) / (W \cdot R_i) .$$

Značenje upotrijebljenih koeficijenata je sljedeće:

- Q_m** učinak za mobilnu požarnu ugroženost
C učinak zapaljivosti tvari u požarnom sektoru
Q_i učinak za imobilnu požarnu ugroženost
B učinak za položaj i veličinu požarnog sektora
L učinak kašnjenja gašenja
W učinak vatrootpornosti nosivih građevinskih dijelova
R_i učinak za smanjenje požarne ugroženosti

Objašnjenje i određivanje pojedinih učinaka

Q_m učinak mobilne požarne opterećenosti

Kao mjera za mobilnu požarnu opterećenost obično se uzima kg drva/m² ili MJ/m². Vrijednost treba ili izračunati, ocijeniti ili je pronaći u tablicama približnih vrijednosti za različite vrste korištenja.

U tablici su predložene brojčane vrijednosti koeficijenata ovisno o vrijednosti *Q_m* (za mobilnu požarnu opterećenost)

Stupanj	kg drva/m ²	MJ/m ²	Q _m
I.	0 – 15	0 - 250	1.0
II.	16 – 30	250 - 500	1.2
III.	31 – 60	500 - 1000	1.4
IV.	61 – 120	1000 - 2000	1.6
V.	121 - 240	2000 - 4000	2.0
VI.	241 – 480	4000 - 8000	2.4
VII.	481 – 960	8000 – 16 000	2.8
VIII.	961 – 1920	16 000 – 32 000	3.4
IX.	1921 – 3840	32 000 – 64 000	3.9
X.	3841	64 001	4.0

C učinak zapaljivosti

Kao temelj služi požarno tehničko svrstavanje svih tvari i robe prema popisu Švicarske službe za zaštitu od požara (Brandverhütungsdienst BVD).

Razlikuje se šest kategorija izgaranja od kojih tri predstavljaju veću izgorivost i brzinu izgaranja od one koju pokazuje isječeno drvo. Za drvo je određena vrijednost 1, a za ostale kategorije uvode se stupnjevi od 1 do 1.6.

Tablica numeričkih vrijednosti učinaka C

Stupanj	Tvari prema klasi otpornosti	C
I.	F VI	1.0
II.	F V	1.0
III.	F IV	1.0
IV.	F III	1.2
V.	F II	1.4
VI.	F I	1.6

Tablica prikazuje klase opasnosti kod mješovitih materijala:

Udio materijala s većom izgorivošću prema težini u % od ukupne težine	Utjecaj na kategoriju opasnosti
do 10%	Mjerodavna je kategorija opasnosti materijala koji ima veći udio.
10% do 25%	Kategorija opasnosti materijala koji ima veći udio povećava se za jedan stupanj.
25% do 50%	Mjerodavna je kategorija opasnosti materijala koji ima manji udio.

Qi dopunska vrijednost za imobilnu požarnu opterećenost

U obzir dolaze samo one komponente koje prema iskustvu bitno pridonose nastanku požara u građevini. Tako ne dolaze u obzir prozori i vanjske obloge, čija toplina za vrijeme izgaranja u slučaju požara uglavnom nestaje izvan građevine. Način na koji utječu imobilna požarna opterećenost i materijali koji se upotrebljavaju, dopušta da odustanemo od diferencijacije prema njihovoj zapaljivosti. S pomoću sljedeće tablice za Qi dobijemo sljedeće dopunske vrijednosti:

Stupanj	Kg drva/m ²	Qi
I.	0 - 20	0.0
II.	21 - 45	0.2
III.	46 - 70	0.4
IV.	71 - 100	0.6

B učinak položaja i veličine požarnog sektora

Učinak uzima u obzir povećanje požarne ugroženosti koje nastaje zbog otežanog pristupa za vatrogasce (suteran i katovi) i zbog mogućnosti da se požar proširi u cijelom sektoru. U sljedećoj tablici obuhvaćene su vrijednosti učinaka B određene prema postojećim propisima.

Stupanj	Građevina ima sljedeće karakteristike		B
I.	<ul style="list-style-type: none"> • veličina požarnog sektora ispod 1500 m² • najviše tri kata • visina prostorija do 10 m 		1.0
II.	<ul style="list-style-type: none"> • veličina požarnog sektora iznad 1500 m², do najviše 3000 m² • ili četiri do osam katova • ili visina prostorija više od 10 m, najviše do 25 metara • ili prvi kat u suteranu 		1.3
III.	<ul style="list-style-type: none"> • veličina požarnog sektora iznad 3000 m² do najviše 10 000 m² • ili više od 8 katova • ili visina prostorija više od 25 metara • ili drugi i dublji kat u suteranu 		1.6
IV.	<ul style="list-style-type: none"> • veličina požarnog sektora iznad 10 000 m² 		2.0

L učinak kašnjenja gašenja

Učinak obuhvaća vrijeme dolaska vatrogasne postrojbe i ustroj vatrogasne postrojbe, a u sljedećoj tablici prikazane su vrijednosti ocjene.

Stupanj	Vrijeme od početka gašenja Zračna udaljenost/km	10'	10-20'	20-30'	30'
	Vatrogasna postrojba	1	1-6	6-11	11
I.	Prof. vatrogasna postrojba Tvornička vatrogasna postrojba	1.0	1.1	1.3	1.5
II.	Policajska dežurna ekipa/tvornička vatrogasna postrojba (može se uvijek alarmirati)	1.1	1.2	1.4	1.6
III.	Područna vatrogasna postrojba	1.2	1.3	1.6	1.8
IV.	Lokalna vatrogasna postrojba s dežurnom ekipom	1.3	1.4	1.7	1.9
V.	Lokalna vatrogasna postrojba bez dežurne ekipe	1.4	1.7	1.8	2.0
	Stupanj spremnosti	(a)	(b)	(c)	(d)

W učinak za vatrootpornost nosivih dijelova građevine

Uzima se u obzir smanjenje požarne ugroženosti za građevinu kod veće vatrootpornosti nosivih dijelova građevine. Brojčane vrijednosti učinaka W prema klasama prikazane su u sljedećoj tablici.

Stupanj	Klasa vatrootpornosti	W	Odgovara požarnoj opterećenosti od	
			kg drva/m ²	MJ/m ²
I.	F 30	1.0	-	-
II.	F 30	1.3	cca 37	620
III.	F 60	1.5	cca 60	1000
IV.	F 90	1.6	cca 80	1350
V.	F 120	1.8	cca 115	2000
VI.	F 180	1.9	cca 155	2600
VII.	F 240	2.0	cca 180	3000

Uzet ćemo kao primjer klasu F 90. Učinak 1.6 odgovara požarnoj opterećenosti od oko 80 kg drva/m², što odgovara trajanju požara od oko 90 minuta. Za određivanje vatrootpornosti nosivih dijelova građevina postoje podaci u priručnicima.

R_i učinak smanjenja požarne ugroženosti

Ako u potpunosti uzmemo u obzir glavne učinke požarne ugroženosti, onda imamo izračunatu maksimalnu požarnu ugroženost.

To implicite predstavlja:

- da je vjerojatnost nastanka požara velika,
- da se požar brzo širi te
- da snaga požara dolazi do punog izražaja.

Pretpostavljamo, dakle, da zbog broja i vrste izvora paljenja postoji posebna opasnost i da nepovoljno uskladištene upaljive robe uzrokuje brzo širenje požara. To svakako vrijedi za određene drvnoprerađivačke pogone.

Kod većine građevina, naprotiv, naći ćemo uvjete koje možemo ocijeniti pogodnim s obzirom na vjerojatnost nastanka i razvitka požara. Požarnu ugroženost, primjerice, također smanjuje dobar pristup za gašenje kod manjih jednokatnih hala i mogućnost učinkovita odvoda topline. Takve pretpostavke možemo opravdano uzeti u obzir primjenom učinaka smanjenja požarne ugroženosti R_i. Određivanje skale za R_i očito je pitanje prosudbe.

Tu je dan razmak od 1 do 2 što se dijelom temelji na DIN 18320.

Učinkom smanjenja $R_i = 2$ smanjuje se na polovicu požarna ugroženost građevine.

Kao uobičajene pojave smatrat će se pretpostavke koje postoje otprilike u svim običnim stambenim ili poslovnim zgradama, tj. s izvorima paljenja, koji tamo obično postoje i s požarnom opterećenosti približno 35 kg drva/m². Prema jednom Gretenerovu prijedlogu izračunata požarna ugroženost smanjuje se na oko 77 posto uz primjenu učinka $R_i = 1,3$.

Učinak smanjenja $R_i = 2$ mogli bismo primijeniti na knjižnicu (samo knjige).

Jakost požara u tom je slučaju veoma velika, ali ima malo opasnih izvora požara, a zapaljivost je mala i prema pretpostavci požar se sporo širi.

Sljedeća tablica prikazuje određivanje učinka R_i . Četiri stupnja odgovaraju približno "fire hazard classification" za požarne ugroženosti kod rasprskavanja vode.

Stupanj	Procjena	R_i	Okolnosti
I..	veći od normalnog	1.0	<ul style="list-style-type: none">• velika zapaljivost zbog krajnje otvorenog uskladištenja zapaljive robe ili rijetkog uskladištenja• uglavnom se očekuje brzo širenje požara• broj opasnih izvora paljenja veći je od normalnog
II..	normalan	1,3	<ul style="list-style-type: none">• normalna zapaljivost zbog uskladištenja upaljive robe većim dijelom otvoreno i rijetko• očekuje se normalno širenje požara• postoje obični izvori paljenja
III.	manji od normalnog	1.6	<ul style="list-style-type: none">• manja zapaljivost zbog djelomičnog (25% do 50%) uskladištenja robe u nezapaljivoj ili teško zapaljivoj ambalaži• uskladištenje upaljive robe vrlo gusto• ne očekuje se brzo širenje požara• načelno kod jednokatnih hala tlocrta manjeg od 3000 m²• kod pogodnih mogućnosti odvoda topline
IV.	vrlo mali	2.0	<ul style="list-style-type: none">• vrlo mala vjerojatnost zapaljivosti zbog uskladištenja zapaljive robe u zatvorenim sanducima od čeličnog lima ili od drugih sličnih materijala prema ponašanju u požaru kao i zbog gustog pakiranja (knjige)• načelna vjerojatnost da će se požar sporo razvijati

Izračun požarne ugroženosti sadržaja (US)

Za procjenu glede provedbi posebnih protupožarnih mjera, požarnu ugroženost sadržaja možemo smatrati prilično nezavisnom od požarne ugroženosti građevine. Izračun požarne ugroženosti sadržaja jednostavniji je od izračuna požarne ugroženosti građevine i dobijemo ga uglavnom ako odgovorimo na sljedeća pitanja:

- kolika je kod nastanka požara neposredna opasnost za ljude koji se eventualno zadržavaju u građevini?
- kolika je neposredna opasnost kod nastanka požara za imovinu koja je jako vrijedna, koja je nenadoknativa ili koja je izričito osjetljiva na sredstva za gašenje?
- koliko se za oboje još povećava opasnost zbog eventualnog zadimljenja? Uzimanjem u obzir ta tri utjecajna učinka dolazimo do sljedeće formule:

$$US = H \cdot D \cdot F$$

H - učinak ugroženosti ljudi
D - učinak ugroženosti imovine
F - učinak zadimljenja

Određivanje vrijednosti pojedinih učinaka

Kako nismo pretpostavili neposrednu povezanost spomenutih učinaka s požarnom ugroženosti građevine, nepotrebno je uspostaviti izravan odnos prema tim učincima, odnosno prema UG. No potrebno je da tri vrijednosti H, D i F stoje međusobno u logičnoj povezanosti.

Za ugroženost ljudi i imovine izabran je razmak od 1 do 3, a za zadimljenje od 1 do 2.

H učinak ugroženosti ljudi

Kod procjene je bitno znati sljedeće činjenice:

- borave li ljudi normalno u građevini?
- koliko njih i koliko dugo?
- znaju li izlaze za slučaj opasnosti?
- mogu li se sami spasiti u slučaju požara?
- kakvi su izlazi u slučaju opasnosti?

Jasno je da postoji posebno velika ugroženost ljudi u bolnicama, dječjim vrtićima i u domovima za ostarele ljude, a i hoteli, posebno oni koji imaju starije nosive dijelove građevine mogu biti jako opasni. Često se ta opasnost povećava zbog nedostatne orijentacije. Sljedeća tablica prikazuje određivanje brojčanih vrijednosti učinka H.

Stupanj	Stupanj ugroženosti	H
I..	• nema opasnosti za ljude	1
II..	• postoji opasnost za ljude, ali se ljudi mogu slobodno kretati (mogu se sami spasiti)	2
III.	• ugroženi ljudi spriječeni su u kretanju (teže se mogu sami spasiti)	3

D učinak ugroženosti imovine

Tu treba uzeti u obzir koncentraciju vrijednosti i mogućnost da se ugroženi predmeti ponovno nabave (kulturalna dobra, gubici koji ugrožavaju egzistenciju itd.) te uništivost predmeta. U sljedećoj tablici pokazane su brojčane vrijednosti za pojedinih pojava za učinak D.

Stupanj	Stupanj ugroženosti	D
I..	• sadržaj građevine nije jako velike vrijednosti ili je neznatna vjerojatnost uništenja (za pojedini požarni sektor)	1
II.	• sadržaj građevine predstavlja vrijednost veću od 6000 km/m ² , odnosno vjerojatnost veću od četiri milijuna kuna, u jednom požarnom sektoru je veća vjerojatnost uništenja	2
III.	• uništenje vrijednosti je definitivno i gubitak je nenadoknadiv (kulturalna dobra ili su uništene vrijednosti prema gospodarskoj računici ne mogu popraviti ili su gubitak koji ugrožava egzistenciju)	3

F učinak zadimljenja

Zadimljenje djeluje nepovoljno na ljude i na imovinu jer povećava ugroženost ljudi i imovine.

Običan dim i gusti dim otrovni su, dakle neposredno ugrožavaju ljude, a imovina zbog zadimljenja može postati neupotreblija i bez vatre zbog djelovanja korozivnih sastojaka dima. Zadimljenje može

prouzročiti i paniku pa tako i neizravno ugroziti ljudi. Osim toga, zadimljenje otežava akciju gašenja, što u načelu povećava i požarnu ugroženost građevine. Neprijeporno je da prevladava neposredna opasnost ugroženosti ljudi i imovine, a učinak zadimljenja prikazuje se koeficijentima iz sljedeće tablice:

Stupanj	Stupanj ugroženosti	F
I.	<ul style="list-style-type: none"> nema posebne opasnosti od zadimljenja ili korozije 	1.0
II.	<ul style="list-style-type: none"> više od 20% ukupne težine svih zapaljivih materijala sastoji se od tvari koje izazivaju jako dimljenje za vrijeme izgaranja ili izlučuju otrovne produkte izgaranja ili postoje građevine odnosno požarni sektori bez prozora 	1.5
III.	<ul style="list-style-type: none"> više od 50% ukupne težine svih zapaljivih materijala sastoji se od tvari koje izazivaju jako dimljenje za vrijeme izgaranja ili izlučuju otrovne produkte izgaranja ili se više od 20% ukupne težine svih gorivih materijala sastoji od tvari koje izlučuju jako korozivne plinove izgaranja 	2.0

Dijagram protupožarnih mjera

Kad smo izračunali vrijednosti za UG i US, unosimo ih kao ordinatu, odnosno apscisu u dijagram protupožarnih mjera. Svakoj kombinaciji između UG i US odgovara jedna točka u određenom polju dijagrama, koji je prikazan u nastavku.

Raščlanjenost dijagrama protupožarnih mjera temelji se na iskustvenoj prosudbi u određivanju mjera za smanjenje požarne ugroženosti, a osim toga postupak je praktički provjeren na većem broju primjera.

Na temelju položaja požarne ugroženosti u dijagramu određuje se svakoj kompleksnoj ukupnoj požarnoj ugroženosti prilagođeni koncept protupožarnih mjera. Malobrojne su bile građevine (ili potpuno posebne prirode) koje nije bilo moguće obraditi tom metodom.

Što treba uočiti u dijagramu?

Kod vrijednosti UG i US=1 ili malo iznad 1 (polje 1a) u pravilu nisu potrebne posebne protupožarne mjere. Riječ o normalnim primjerima, kao što su obične stambene građevine. Riječ je dakle o požarnim ugroženostima koje se smatraju normalnim i koje ne zahtijevaju dopunske zaštitne mjere. To je potpuno ispravno jer mjere protupožarne zaštite treba gotovo uvijek platiti (gospodarski se aspekt ne smije zanemariti ni kod zaštite od požara).

U tom smislu je u cijelom polju 1, tj. za vrijednosti UG i US manju od 2 postavljanje sustava za dojavu požara još uvijek pitanje osobne prosudbe.

Druga činjenica kojoj treba posvetiti posebnu pozornost jesu vrijednosti UG iznad 5. Tu nije više podnošljiva požarna ugroženost i ne može se kompenzirati ni s pomoću sustava za dojavu i/ili gašenje požara. Tu treba npr. povećati vatrootpornost građevine, smanjiti požarne sektore ili ubrzati gašenje.

Određivanje zaštitnih mjera načelno je vezano za sljedeće pretpostavke:

opskrba vodom osigurana je u željenim količinama;
u građevini su pri ruci sva sredstva za gašenje požara i dovoljno ih ima (ručni prijenosni ač unutarnji hidranti);
stručno su izvedeni eventualni automatski uređaji za dojavu i gašenje požara i prijenos alarm

No preporukom u dijagramu zaštitnih mjera učinjen je samo prvi korak. Kao sljedeće trebalo bi provjeriti opravdavaju li stvarne okolnosti instalacije sustava za dojavu i/ili gašenje požara ili treba li možda poboljšati druge mjere. Dalje, prema dijagramu zaštitnih mjera, npr. odabir automatskog uređaja za gašenje ili dojavnog uređaja još ne znači i odabrani sustav.

Kod uređaja za gašenje, kao sljedeće, postavlja se pitanje za koje se uređaje opredijeliti:

uređaj za gašenje vodom (mokri ili suhi)
uređaj za prskanje mlazom ili
CO₂ uređaj?

Možda bi trebalo uzeti u obzir i postupak gašenja pjenom ili halonom.

Odabir dojavnih sustava je lakši jer na raspolaganju su mnogi tipovi sustava za dojavu požara i različiti tipovi javljača požara (ionizacijski, optički, termodiferencijalni i dr.). Tu treba, osim odaziva na pojave požara, ispitati i mogućnosti lažnog alarma. Velik broj potrebnih obavijesti dobijemo primjenom nadzorne liste.

Spomenuti odabir sustava odvojena je problematika pa o njoj neće biti riječi u nastavku.

Prednosti i granice metode

Složenost nastanka požara izvanredno je heterogena. Sigurno bi bilo poželjno kad bismo mogli točno odrediti sve čimbenike koji utječu na opasnost od nastanka požara, ali to onemogućuje stvarno stanje jer još uvelike nedostaju znanstvene osnove za točnije spoznaje, a treba voditi računa i o tomu u koliko su mjeri nepouzdanosti čimbenici koji su već uzeti u obzir.

Tako se, primjerice požarno opterećenje može grubo ocijeniti, a uz to se gotovo nikad ne zna hoće li se ona s vremenom promijeniti. I zakašnjelo gašenje nije konstantna veličina - tko bi točno mogao reći za koliko se smanjuje požarna ugroženost ako npr. prepolovimo jedan požarni sektor. Zašto onda potanko određivati čimbenike koji samo otežavaju računski postupak, a čiji je utjecaj i onako već u sklopu postojećih tolerancija točnosti? Mnogo važnijim smatralo se razviti jednostavan postupak, koji bi se mogao široko primijeniti, računski postupak kod kojeg možemo imati pregled nad utjecajem različitih učinaka još i u konačnom rezultatu.

Posebno je važno da uređaji protupožarne zaštite ne uđu u proračun s fiksnim zaštitnim vrijednostima, nego da se njihova primjena preporuči samo kao posljedica određene požarne ugroženosti građevine i njezina sadržaja.

Jedan od sljedećih glavnih ciljeva jest da primjenom jedinstvene metode svi koji se bave procjenom požarne ugroženosti s istim pretpostavkama dobiju slične rezultate i da u donošenju konačne odluke nisu bitni emocionalni, subjektivni i poslovni interesi.

5.6. EVIDENCIJE IZ PODRUČJA ZAŠTITE OD POŽARA

Zakonom zaštite od požara i podzakonskim aktima donesenim na temelju navedenog zakona propisano je vođenje određenih evidencija u dijelu zaštite od požara. Evidencije su obvezne voditi pravne i fizičke osobe te stručne službe koje su vlasnici odnosno korisnici građevina odnosno građevinskih dijelova i prostora te Ministarstvo unutarnjih poslova, a u posebnom dijelu pravne i fizičke osobe te tijela državne uprave koja su ishodila ovlasti za obavljanje određenih poslova iz djelokruga zaštite od požara.

Evidencije se vode u obliku knjige sa stranicama označenim brojevima, a sadržaj pojedinih evidencija koje su obvezne voditi pravne i fizičke osobe potanko je obrađen u pripadajućim pravilnicima (treba biti propisan u općim aktima).

Pozornost treba posebice obratiti na vođenje sljedećih evidencija:

- evidencije o nastavi i osposobljavanju djelatnika za zaštitu od požara
- evidencije o nastalim požarima i akcidentima
- evidencije o održavanju vatrogasnih aparata (redovitim i periodičnim pregledima te kontrolnim ispitivanjima)
- evidencije o ispitivanju stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara
- evidenciju o ispitivanju funkcionalnosti sustava za utvrđivanje prisutnosti zapaljivih plinova i para
- evidenciju o ispitivanju plinskih instalacija, plinskih trošila te plinskih kotlovnica
- evidenciju o ispitivanju električne mreže i potrošača, te takozvane panik-rasvjete i rasvjete za nuždu
- evidenciju o čišćenju i održavanju dimovodnih kanala

- evidenciju o ispitivanju gromobrana
- evidenciju čišćenja klimatizacijskih i ventilacijskih kanala
- evidenciju o inspekcijskom nadzoru (internom)
- evidenciju o provedenim sankcijama (internim)
- evidenciju o izdanim odobrenjima za obavljanje poslova zavarivanja i srodnih poslova
- evidencije o vrsti, broju i stanju vatrogasne tehnike.

Osim navedenog zakona i podzakonskih akata (pravilnika) ovo je područje uređeno i drugima zakonima kao što su Zakon o vatrogastvu, Zakon o eksplozivnim tvarima za gospodarsku uporabu, Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima, Zakon o prijevozu opasnih tvari, Zakon o prostornom uređenju i gradnji i drugi.

Provedba pojedinih zakona ostvaruje se podzakonskim aktima u koje se ubrajaju: pravilnici, naputci, upute i slično. Provedba temeljnog zakona osigurava se i planovima zaštite od požara koje su u obvezi donijeti predstavnička tijela županijskog, gradskog i općinskog poglavarstva, vlasnici, odnosno korisnici građevina i prostora razvrstani u prvu i drugu kategoriju.

Osim navedenog značajan segment u provedbi mjera zaštite od požara jest i normizacijski sustav kojim se, među inim, osiguravaju temeljni zahtjevi glede zaštite od požara ugrađenih materijala konstrukcija i opreme.

6. KAZNENOPRAVNE I PREKRŠAJNE SANKCIJE

KAZNENOPRAVNE I PREKRŠAJNE SANKCIJE

Propisi:

- PRAVILNIK O STRUČNIM ISPITIMA U PODRUČJU ZAŠTITE OD POŽARA, (NN br.141/11)
- **PRAVILNIK O IZMJENAMA I DOPUNAMA PRAVILNIKA O STRUČNIM ISPITIMA U PODRUČJU ZAŠTITE OD POŽARA(NN br.82/22)**

TEKST PRAVILNIKA O STRUČNIM ISPITIMA U PODRUČJU ZAŠTITE OD POŽARA MOGUĆE JE NAĆI NA ADRESI (Narodnih novina) ili ZAKON. hr - UZ IZMJENU I DOPUNU PRAVILNIKA.

PROGRAM STRUČNOG ISPITA IZ PODRUČJA KAZNENOPRAVNE I PREKRŠAJNE SANKCIJE:

1. Prekršaji iz Zakona o zaštiti od požara **(I-IV kategorija)**
2. Prekršaji iz općinskih i gradskih odluka i planova **(samo I i II kategorija)**
3. Prekršaji iz općih akata **(I-IV kategorija)**
4. Kazne za fizičke osobe, pravne osobe i odgovorne osobe u pravnim osobama **(I-IV kategorija)**
5. Novčana kazna i zaštitna mjera **(I-IV kategorija)**
6. Ponovljeni prekršaj i zaštitna mjera **(samo I i II kategorija)**
7. Kazne zbog ne postupanja po propisanim i naređenim mjerama zaštite od požara **(I-IV kategorija)**
8. Kaznena djela protiv opće sigurnosti ljudi i imovine **(samo I i II kategorija)**
9. Kaznena djela protiv službene dužnosti i javnih ovlaštenja **(samo I i II kategorija)**
10. Prekršajna i kaznena djela zbog prikrivanja i neprijavljivanja požara i počinitelja požara **(I-IV kategorija)**
11. Kaznena djela protiv uništavanja i prikrivanja tragova kaznenog djela požara **(I-IV kategorija)**

ZAKON O ZAŠTITI OD POŽARA (NN broj 92/10)

ZAKON O IZMJENAMA ZAKONA O ZAŠTITI OD POŽARA (NN broj 114/22)

- KAZNENI ZAKON (NN broj 125/2011)

Radi lakšeg razumijevanja uz priloženi materijal upoznati se s odredbama članka 1.-87. Kaznenog zakona

- ZAKON O IZMJENAMA I DOPUNAMA KAZNENOG ZAKONA (NN broj 144/2012)

Radi lakšeg razumijevanja uz priloženi materijal upoznati se s odredbama članka 1.-20. Zakona o izmjenama i dopunama Kaznenog zakona(NN broj 144/2012)

- ZAKON O IZMJENAMA I DOPUNAMA KAZNENOG ZAKONA (NN broj 56/2015)

Radi lakšeg razumijevanja uz priloženi materijal upoznati se s odredbama članka 1.-25. Zakona o izmjenama i dopunama Kaznenog zakona(NN broj 56/2015)

- ISPRAVAK ZAKONA O IZMJENAMA I DOPUNAMA KAZNENOG ZAKONA (NN broj 61/2015)-Ispravak

- **ZAKON O IZMJENAMA I DOPUNAMA KAZNENOG ZAKONA(NN br. 101/2017)**

Radi lakšeg razumijevanja uz priloženi materijal upoznati se s odredbama članka 1. i 2. Zakona o izmjenama i dopunama Kaznenog zakona(NN broj 101/2017).

-**ZAKON O IZMJENAMA I DOPUNAMA KAZNENOG ZAKONA(NN broj 118/2018)**

Radi lakšeg razumijevanja uz priloženi materijal upoznati se s odredbama članka 1. -10. Zakona o izmjenama i dopunama Kaznenog zakona(NN broj 118/2018).

-**ZAKON O IZMJENAMA I DOPUNAMA KAZNENOG ZAKONA(NN broj 126/2019)**

Radi lakšeg razumijevanja uz priloženi materijal upoznati se s odredbama članka 1.-2. Zakona o izmjenama i dopunama Kaznenog zakona(NN broj 126/2019).

-**ZAKON O IZMJENAMA I DOPUNAMA KAZNENOG ZAKONA(NN broj 84/2021)**

Radi lakšeg razumijevanja uz priloženi materijal upoznati se s odredbama članka 1.-10. Zakona o izmjenama i dopunama Kaznenog zakona(NN broj 84/2021).

-**ZAKON O IZMJENAMA KAZNENOG ZAKONA(NN broj 114/2022)**

-**ZAKON O IZMJENAMA I DOPUNAMA KAZNENOG ZAKONA(NN broj 114/2023)**

-**ZAKON O IZMJENAMA I DOPUNAMA KAZNENOG ZAKONA(NN broj 36/2024)**

-ZAKON O IZMJENAMA I DOPUNAMA KAZNENOG ZAKONA(NN broj 136/2025)

KAZNENI ZAKON, kao i izmjene i dopune moguće je naći na adresi (Narodnih novina) ili pročišćeni tekst na adresi Kazneni zakon – Zakon. hr uz sve izmjene i dopune Zakona kao i sudsku praksu.

- PREKRŠAJNI ZAKON (NN broj 107/07)

Radi lakšeg razumijevanja uz priloženi materijal upoznati se s odredbe članka 1.-81. Prekršajnog zakona

- ZAKON O IZMJENAMA I DOPUNAMA PREKRŠAJNOG ZAKONA (NN broj 39/2013)

Radi lakšeg razumijevanja uz priloženi materijal upoznati se s odredbama članka 1.-32. Zakona o izmjenama i dopunama Prekršajnog zakona(NN broj 39/2013).

- ZAKON O IZMJENAMA I DOPUNAMA PREKRŠAJNOG ZAKONA (NN broj 157/2013)

Radi lakšeg razumijevanja uz priloženi materijal upoznati se s odredbama članka 1.-3. Zakona o izmjenama i dopunama Prekršajnog zakona(NN broj 157/2013).

- ZAKON O IZMJENAMA I DOPUNAMA PREKRŠAJNOG ZAKONA (NN broj 110/2015)

Radi lakšeg razumijevanja uz priloženi materijal upoznati se s odredbama članka 1.-11. Zakona o izmjenama i dopunama Prekršajnog zakona(NN broj 110/2015).

- ZAKON O IZMJENAMA I DOPUNAMA PREKRŠAJNOG ZAKONA (NN broj 70/2017)

Radi lakšeg razumijevanja uz priloženi materijal upoznati se s odredbama članka 1.-5. Zakona o izmjenama i dopunama Prekršajnog zakona(NN broj 70/2017).

- ZAKON O IZMJENAMA I DOPUNAMA PREKRŠAJNOG ZAKONA (NN broj 118/2018)

Radi lakšeg razumijevanja uz priloženi materijal upoznati se s odredbama članka 1.-2. Zakona o izmjenama i dopunama Prekršajnog zakona(NN broj 118/2018).

- ZAKON O IZMJENAMA PREKRŠAJNOG ZAKONA (NN broj 114/2022)

PREKRŠAJNI ZAKON, kao i izmjene i dopune moguće je naći na adresi (Narodnih novina) ili pročišćeni tekst na adresi Prekršajni zakon – Zakon. hr.

1. PREKRŠAJI IZ ZAKONA O ZAŠTITI OD POŽARA (I-IV kategorija)

Prekršaji iz Zakona o zaštiti od požara (NN 92/10 i 114/22) propisani su čl. 60-66 navedenog Zakona.

XII. PREKRŠAJNE ODREDBE (čl. 60.- 66. ZZOP-a)

Čl. 60. Zakona o zaštiti od požara

(1) Novčanom kaznom u iznosu od 1990,00 do 19.900,00 eura kaznit će se za prekršaj tijelo za ocjenjivanje sukladnosti, odnosno pravna osoba koja obavlja poslove ocjenjivanja sukladnosti bez rješenja o ovlaštenju (članak 6. stavak 5. ZZOP-a).

(2) Novčanom kaznom u iznosu od 260,00 do 1990,00 eura kaznit će odgovorna osoba u tijelu za ocjenjivanje sukladnosti, odnosno pravnoj osobi za prekršaj iz stavka 1. ovoga članka.

Čl. 6. ZZOP-a

(1) Ministar donosi podzakonske propise kojima se prenosi usklađeno zakonodavstvo Europske unije, a kojima se propisuju tehnički zahtjevi za proizvode ili skupine proizvoda za zaštitu od požara, posebni zahtjevi koje moraju zadovoljiti tijela za ocjenjivanje sukladnosti i način ispunjavanja propisanih zahtjeva, postupak praćenja njihovog rada te mjere koje treba poduzeti u slučaju neispunjavanja propisanih zahtjeva, kao i postupci ocjenjivanja sukladnosti uključujući redovite i izvanredne preglede proizvoda za zaštitu od požara u uporabi.

(2) Propisi iz stavka 1. ovoga članka mogu sadržavati i zahtjev da se na proizvod ili skupinu proizvoda stavljaju propisane oznake sukladnosti te da budu praćeni uputama i podacima o sigurnosti na hrvatskom jeziku i latiničnom pismu.

(3) Proizvodi za zaštitu od požara sukladni su s bitnim zahtjevima propisa iz stavka 1. ovoga članka ako su sukladni s hrvatskim normama kojima su prihvaćene usklađene europske norme za te proizvode, što se dokazuje ispravama o sukladnosti proizvoda prema propisu kojima se uređuje područje tehničkih zahtjeva i ocjenjivanja sukladnosti.

(4) Popis hrvatskih normi iz stavka 3. ovoga članka Ministarstvo unutarnjih poslova (u daljnjem tekstu: Ministarstvo) objavljuje u »Narodnim novinama«, u suradnji s hrvatskim normirnim tijelom.

(5) Tijelo za ocjenjivanje sukladnosti iz stavka 1. ovoga članka može obavljati poslove ocjenjivanja sukladnosti na temelju rješenja o ovlaštenju koje donosi ministar ukoliko su ispunjeni posebni zahtjevi iz stavka 1. ovoga članka, kao i ukoliko su ispunjeni uvjeti propisani propisom iz stavka 1. ovoga članka. Ispunjenost zahtjeva za tijela koja provode ocjenjivanje sukladnosti utvrđuje ministar koji to može povjeriti drugoj, za to osposobljenoj pravnoj osobi. Kaznena odredba: Čl. 60. Zakona o zaštiti od požara

(6) Protiv rješenja o ovlaštenju iz stavka 5. ovoga članka nije dopuštena žalba, ali se može pokrenuti upravni spor.

(7) Ministar će, na zahtjev, priznati isprave o sukladnosti izdane u inozemstvu na način i pod uvjetima propisanim propisom kojim se uređuje područje tehničkih zahtjeva za proizvode i ocjenjivanja sukladnosti, o čemu se vodi evidencija i objavljuje na internetskim stranicama Ministarstva.

Čl. 61. Zakona o zaštiti od požara

(1) Novčanom kaznom u iznosu od 1990,00 do 19.900,00 eura ili kaznom zatvora do 60 dana kaznit će se za prekršaj fizička osoba koja izazove požar. Osoba koja izazove požar iz nehaja kaznit će se za prekršaj novčanom kaznom od 260,00 do 1990,00 eura (članak 8. stavak 3. ZZOP-a).

(2) Novčanom kaznom u iznosu 1990,00 do 19.900,00 eura kaznit će se za prekršaj pravna osoba koja propustom izazove požar (članak 8. stavak 3. ZZOP-a).

(3) Novčanom kaznom u iznosu od 260,00 do 1990,00 eura kaznit će odgovorna osoba u pravnoj osobi za prekršaj iz stavka 2. ovoga članka.

Čl. 8. ZZOP-a

(1) Svaka fizička i pravna osoba, tijelo državne vlasti te jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave dužni su djelovati na način kojim se ne može izazvati požar.

(2) Svaka fizička i pravna osoba, tijela državne vlasti te jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave (u daljnjem tekstu: osobe nad kojima se provodi nadzor) dužni su provoditi mjere zaštite od požara utvrđene odredbama ovoga Zakona i drugim propisima donesenim na temelju njega, planovima i procjenama ugroženosti od požara, odlukama jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave te drugim općim aktima iz područja zaštite od požara.

(3) Svaka fizička i pravna osoba odgovorna je za neprovođenje mjera zaštite od požara, izazivanje požara, kao i za posljedice koje iz toga nastanu sukladno odredbama ovoga Zakona i odlukama jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave. **Kaznena odredba: Čl. 61. Zakona o zaštiti od požara**

Čl. 62. Zakona o zaštiti od požara

(1) Novčanom kaznom u iznosu od 130,00 do 1990,00 eura kaznit će se za prekršaj fizička osoba:

- koja ne prijavi nastanak požara i sve informacije o požaru (članak 11. stavak 2. ZZOP-a),
- koja ne omogući inspektoru ili drugoj ovlaštenoj osobi nesmetano obavljanje njegovih ovlasti (članak 44. stavak 2. ZZOP-a),
- koja ne postupi po zahtjevu odnosno naredbi inspektora (članak 44. stavak 3. ZZOP-a),
- koja ošteti ili odstrani službeni pečat inspektora stavljen u postupku provedbe mjere zabrane (članak 55. stavak 3. ZZOP-a).

(2) Za prekršaj iz stavka 1. ovoga članka kaznit će se pravna osoba novčanom kaznom u iznosu od 1990,00 do 19.900,00 eura.

(3) Za prekršaj iz stavka 1. ovoga članka kaznit će se odgovorna osoba u pravnoj osobi novčanom kaznom u iznosu od 260,00 do 1990,00 eura.

(4) Novčanom kaznom u iznosu od 260,00 do 1990,00 eura kaznit će se za prekršaj fizička osoba koja ne pristupi otklanjanju neposredne opasnosti, odnosno gašenju požara ili o tome ne obavijesti najbližu vatrogasnu postrojbu, policiju ili Državni centar za sustav 112, odnosno ne postupi prema planu zaštite od požara (članak 18. stavak 1. i 2. ZZOP-a).

Čl. 11. ZZOP-a

(1) Ministarstvo na informacijskom sustavu vodi evidenciju i statistiku zaštite od požara.

(2) Fizičke i pravne osobe i jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave dužne su policijskoj upravi, neposredno ili putem centra 112, prijaviti nastanak požara i sve informacije o požaru. **Kaznena odredba:**

Čl. 62. Zakona o zaštiti od požara

(3) Pravne osobe su dužne voditi evidenciju o požarima na svom vlasništvu.

(4) Sadržaj i način vođenja evidencije iz stavka 1. i 3. ovoga članka propisat će ministar.

Čl. 44. ZZOP-a

(1) Upravni nadzor nad provedbom ovoga Zakona provodi Ministarstvo, a inspekcijski nadzor inspektori Ministarstva.

(2) Osobe nad kojima se provodi nadzor iz stavka 1. dužne su omogućiti inspektoru zaštite od požara (u daljnjem tekstu: inspektor) ili drugoj ovlaštenoj osobi nesmetano obavljanje njegovih ovlasti.

Kaznena odredba: Čl. 62. Zakona o zaštiti od požara

(3) Osobe nad kojima se provodi nadzor dužne su postupiti po zahtjevu i naredbi inspektora.

Kaznena odredba: Čl. 62. Zakona o zaštiti od požara

Čl. 55. ZZOP-a

(1) Inspektor će privremeno usmeno zabraniti, iz razloga neposredne opasnosti za život i zdravlje ljudi ili imovine:

1. držanje predmeta i tvari koji predstavljaju neposrednu opasnost od nastanka i širenja požara,
2. uporabu uređaja, opreme i instalacija koji predstavljaju neposrednu opasnost od nastajanja i širenja požara,
3. uporabu otvorene vatre kada postoji neposredna opasnost od nastajanja i širenja požara,
4. obavljanje ili obustavljanje obavljanja određenih radnji ili djelatnosti kada postoji neposredna opasnost od nastajanja i širenja požara ili je ugrožena evakuacija osoba,
5. kretanje osoba na određenom prostoru kada postoji neposredna opasnost od požara.

(2) Obveza izvršenja mjere zabrane iz stavka 1. ovoga članka počinje teći odmah.

(3) U provedbi mjera zabrane iz stavka 1. ovoga članka inspektor može koristiti mjeru pečačenja.

Kaznena odredba: Čl. 62. Zakona o zaštiti od požara

(4) Postupak pečaćenja, oblik, sadržaj i način uporabe pečata za pečaćenje iz stavka 3. ovoga članka propisuje ministar.

(5) Ministarstvo, odnosno policijska uprava, mjeru zabrane iz stavka 1. i 3. ovoga članka, izdat će u obliku rješenja, najkasnije u roku od osam dana od dana izricanja usmene mjere zabrane.

(6) Žalba protiv rješenja iz stavka 5. ovoga članka ne odgađa njegovo izvršenje.

Čl. 18. ZZOP-a

(1) Svatko tko primijeti neposrednu opasnost od nastanka požara ili požar odmah će sukladno svojim psihofizičkim sposobnostima pristupiti otklanjanju opasnosti, odnosno gašenju požara, vodeći pri tome računa da ne dovede u opasnost sebe ili drugu osobu. **Kaznena odredba: Čl. 62. Zakona o zaštiti od požara**

(2) Ukoliko osoba iz stavka 1. ovoga članka nije uspjela otkloniti opasnosti, odnosno ugasiti požar, dužna je obavijestiti Centar 112, najbližu vatrogasnu postrojbu ili policiju, odnosno postupiti prema planu zaštite od požara. **Kaznena odredba: Čl. 62. Zakona o zaštiti od požara**

(3) Pravne osobe i jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave dužne su, na način i pod uvjetima utvrđenim zakonom i propisima donesenim na temelju njega te planovima zaštite od požara, svojim alatom, opremom, tehničkim i prijevoznim sredstvima, a fizičke osobe i svojim radom, sudjelovati u gašenju požara i spašavanju ljudi i imovine ugroženih požarom.

Čl. 63. Zakona o zaštiti od požara

Novčanom kaznom u iznosu od 260,00 do 1990,00 eura kaznit će se za prekršaj vlasnik odnosno korisnik građevine, građevinskih dijelova i drugih nekretnina te prostora odnosno upravitelji zgrada:

- koji ne održavaju evakuacijske putove i vatrogasne pristupe slobodnima i propisno označenima (članak 37. ZZOP-a),
- koji ne posjeduju uređaje, opremu i sredstva za gašenje požara (članak 38. stavak 1. ZZOP-a),
- koji ne posjeduju uvjerenje o ispravnosti i funkcionalnosti izvedenih stabilnih sustava zaštite od požara (članak 40. stavak 1. ZZOP-a),
- koji nenamjenski koriste vozila, uređaje, opremu, alat ili sredstva za zaštitu od požara ili stabilne sustave za zaštitu od požara (članak 39. stavak 2. i članak 40. stavak 4. ZZOP-a),
- koji nemaju vidljivu oznaku o provjeri ispravnosti i funkcionalnosti mobilnih aparata za gašenje požara (članak 41. stavak 2. ZZOP-a),
- koji u slučaju privremenog povećanog požarnog rizika ne poduzmu odgovarajuće dodatne, organizacijske i tehničke mjere zaštite od požara (članak 43. stavak 1. ZZOP-a).

Čl. 64. Zakona o zaštiti od požara

(1) Novčanom kaznom u iznosu od 1990,00 do 19.900,00 eura kaznit će se za prekršaj pravna osoba ako obavlja poslove provjere ispravnosti i funkcionalnosti stabilnih sustava bez ovlaštenja ili protivno propisima (članak 40. stavak 1. i 2. ZZOP-a).

(2) Novčanom kaznom u iznosu od 1990,00 do 19.900,00 eura kaznit će se za prekršaj pravna osoba, fizička osoba obrtnik ili stručna služba (serviser) ako ispituje ispravnost i funkcionalnosti

prijenosnih i prijevoznih aparata bez ovlaštenja ili protivno propisima (članak 41. stavak 2. i 5. ZZOP-a).

(3) Za prekršaj iz stavka 1. i 2. ovoga članka kaznit će se odgovorna osoba u pravnoj osobi novčanom kaznom u iznosu od 260,00 do 1990,00 eura.

(4) Uz kaznu za prekršaj iz stavka 1. ovoga članka pravnoj osobi može se primijeniti zaštitna mjera oduzimanja ovlaštenja od tri do šest mjeseci, a za ponovljeni prekršaj uz novčanu kaznu izreći će se zaštitna mjera u trajanju od šest mjeseci do jedne godine.

Čl. 37. ZZOP-a

Vlasnici, odnosno korisnici građevina, građevinskih dijelova i drugih nekretnina te prostora, odnosno upravitelji zgrada dužni su održavati slobodnima i propisno označenima evakuacijske putove, kao i pristupe vatrogasnim vozilima.**Kaznena odredba: Čl. 63. Zakona o zaštiti od požara**

Čl. 38. ZZOP-a

(1) Vlasnici, odnosno korisnici građevina, građevinskih dijelova i drugih nekretnina te prostora, odnosno upravitelji zgrada dužni su posjedovati uređaje, opremu i sredstva za gašenje požara.**Kaznena odredba: Čl. 63. Zakona o zaštiti od požara**

(2) Vlasnici, odnosno korisnici građevina, građevinskih dijelova i drugih nekretnina te prostora, odnosno upravitelji zgrada dužni su sukladno propisima, tehničkim normativima, normama i uputama proizvođača održavati u ispravnom stanju postrojenja, uređaje i instalacije električne, plinske, ventilacijske i druge namjene, dimnjake i ložišta, kao i druge uređaje i instalacije, koji mogu prouzročiti nastajanje i širenje požara te o održavanju moraju posjedovati dokumentaciju.

Čl. 39. ZZOP-a

(1) Vozila, uređaji, oprema, alat i sredstva za zaštitu od požara moraju se održavati u ispravnom i funkcionalnom stanju sukladno propisima, tehničkim normativima, normama i uputama proizvođača, o čemu mora postojati dokumentacija.

(2) Vozila, uređaji, oprema, alat i sredstva iz stavka 1. ovoga članka moraju biti propisno označena, uvijek dostupna te se namjenski koristiti.**Kaznena odredba: Čl. 63. Zakona o zaštiti od požara**

(3) Stavci 1. i 2. ovoga članka ne odnose se na vozila, uređaje, opremu, alat i sredstva za zaštitu od požara vatrogasnih postrojbi na koje se odnose obveze propisane posebnim propisom kojim se uređuje područje vatrogastva.

Čl. 40. ZZOP-a

(1) Ispravnost i funkcionalnost izvedenih stabilnih sustava, uređaja i instalacija za otkrivanje i dojavu te gašenje požara, sustava, uređaja i instalacija za otkrivanje i dojavu prisutnosti zapaljivih plinova i para, kao i drugih ugrađenih sustava, uređaja i instalacija za sprječavanje širenja požara (u daljnjem tekstu: stabilni sustavi zaštite od požara) provjerava korisnik, sukladno uputi proizvođača, o čemu mora postojati evidencija, a pravna osoba ovlaštena od strane ministra, najmanje jednom godišnje, o čemu se izdaje uvjerenje.**Kaznena odredba: Čl. 63. i 64. Zakona o zaštiti od požara**

(2) Način provjere ispravnosti i funkcionalnosti izvedenih stabilnih sustava zaštite od požara, kao i uvjete za davanje ovlaštenja iz stavka 1. ovoga članka propisuje ministar. **Kaznena odredba: Čl. 63. i 64. Zakona o zaštiti od požara**

(3) Ocjenu ispunjavanja propisanih uvjeta iz stavka 2. ovoga članka ministar može povjeriti drugoj, za to osposobljenoj, pravnoj osobi.

(4) Stabilni sustavi zaštite od požara iz stavka 1. ovoga članka moraju biti propisno označeni, uvijek dostupni te se namjenski koristiti. **Kaznena odredba: Čl. 63. Zakona o zaštiti od požara**

(5) Ministar će rješenjem oduzeti ovlast pravnoj osobi iz stavka 1. ovoga članka ako se u provedbi inspekcijskog nadzora utvrdi da ne ispunjava uvjete propisane za davanje ovlaštenja ili da stručne poslove za koje je ovlašten obavlja protivno ovom Zakonu ili propisima donesenim na temelju njega.

Čl. 41. ZZOP-a

(1) Vlasnik, odnosno korisnik građevina, građevinskih dijelova i drugih nekretnina te prostora, odnosno upravitelji zgrada dužni su održavati prijenosne i prijevozne aparata za gašenje požara, sukladno uputi proizvođača, o čemu mora postojati evidencija.

(2) Ispravnost i funkcionalnost prijenosnih i prijevoznih aparata za gašenje požara ispituje pravna osoba, fizička osoba obrtnik ili stručna služba (serviser) ovlaštena od proizvođača ili njegovog ovlaštenog zastupnika, najmanje jednom godišnje, o čemu na aparatu mora postojati vidljiva oznaka. **Kaznena odredba: Čl. 63. i 64. Zakona o zaštiti od požara**

(3) Uvjete koje moraju ispunjavati serviser i njegovi zaposlenici te uvjete za davanje i oduzimanje ovlaštenja iz stavka 2. ovoga članka propisuje proizvođač ili njegov ovlašten zastupnik.

(4) Propisani uvjeti iz stavka 3. ovoga članka moraju biti javno objavljeni.

(5) Način provjere i način označavanja te vještačenja aparata za gašenje požara iz stavka 1. ovoga članka propisuje ministar. **Kaznena odredba: Čl. 63. i 64. Zakona o zaštiti od požara**

(6) Prijenosni i prijevozni aparati za gašenje požara moraju biti propisno označeni, uvijek dostupni te se namjenski koristiti.

(7) Proizvođač ili njegov ovlašten zastupnik dužan je osigurati održavanje aparata ispravnim i funkcionalnim.

(8) Proizvođač ili njegov ovlašten zastupnik vodi popis pravnih osoba, fizičkih osoba obrtnika i stručnih službi (servisera) kojima su dali ovlaštenje iz stavka 2. ovoga članka, o čemu je dužan izvijestiti Ministarstvo.

Čl. 43. ZZOP-a

(1) U slučaju privremenog povećanog požarnog rizika, za cijelo vrijeme njegovog trajanja, poduzimaju se odgovarajuće dodatne, organizacijske i tehničke, mjere zaštite od požara, koje uključuju osiguranje vatrogasnog dežurstva, odnosno motrilačko-dojavne službe, kao i primjenu odgovarajuće opreme i sredstava za gašenje. **Kaznena odredba: Čl. 63. Zakona o zaštiti od požara**

(2) Dodatne mjere iz stavka 1. ovoga članka poduzimaju na temelju izrađene prosudbe privremenog povećanog požarnog rizika, a osobito za:

- privremena mjesta pretakanja zapaljivih tekućina i plinova količina većih od onih definiranih držanjem prema posebnom propisu iz područja zapaljivih tekućina i plinova,
- privremena mjesta zavarivanja i uporabe otvorenog plamena ili alata koji u uporabi iskre, u prostoru koji nije za to predviđen, a postoji opasnost za nastanak požara,
- građevine, građevinske dijelove i prostore za vrijeme održavanja skupova na kojima se privremeno okuplja veći broj ljudi (priredbe, sajmovi, izložbe i sl.),
- građevine, građevinske dijelove i prostore za vrijeme obavljanja poslova kojima se privremeno povećava opasnost od nastajanja i/ili širenja požara ili njegovih posljedica (velika gradilišta, žetve i sl.),
- vrijeme povećane požarne opasnosti otvorenog prostora proglašene od nadležnog tijela prema posebnom propisu iz područja ustroja i djelokruga lokalne samouprave.

(3) Vatrogasno dežurstvo iz stavka 1. ovoga članka smiju obavljati samo osobe osposobljene prema propisima kojima se uređuje područje vatrogastva.

(4) Obveze iz stavka 1. i 2. ovoga članka odnose se na vlasnika, odnosno korisnika građevina, građevinskih dijelova i drugih nekretnina te prostora, odnosno upravitelje zgrada, kao i nositelje drugih stvarnih prava. **Kaznena odredba: Čl. 63. Zakona o zaštiti od požara**

Čl. 65. Zakona o zaštiti od požara

(1) Novčanom kaznom u iznosu od 260,00 do 19.900,00 eura kaznit će se za prekršaj vlasnik, odnosno korisnik građevine, građevinskih dijelova i drugih nekretnina te prostora, odnosno upravitelji zgrada ako ne poduzmu mjere naložene rješenjem:

- ministra o razvrstavanju u kategoriju ugroženosti od požara u roku određenom tim rješenjem (članak 20. stavak 2. ZZOP-a),
- inspektora Ministarstva, odnosno nadležne policijske uprave (članak 54. stavak 1. ZZOP-a).

(2) Novčanom kaznom u iznosu od 260,00 do 1990,00 eura kaznit će se za prekršaj iz stavka 1. ovoga članka odgovorna osoba u pravnoj osobi i tijelu jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave.

(3) Novčanom kaznom u iznosu od 1990,00 do 19.900,00 eura kaznit će se za prekršaj pravna osoba ako ne poduzme mjere zabrane naložene rješenjem Ministarstva, odnosno nadležne policijske uprave (članak 55. stavak 5. ZZOP-a).

(4) Novčanom kaznom u iznosu od 260,00 do 1990,00 eura kaznit će se za prekršaj iz stavka 3. ovoga članka odgovorna osoba u pravnoj osobi i tijelu jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave.

Čl. 20. ZZOP-a

(1) Radi utvrđivanja odgovarajuće organizacije i provođenja mjera zaštite od požara, građevine, građevinski dijelovi i druge nekretnine te prostori razvrstavaju se rješenjem ministra u jednu od četiri propisane kategorije ugroženosti od požara, prema kriterijima, uvjetima i osnovama utvrđenim pravilnikom koji, uz prethodno mišljenje člника središnjeg tijela državne uprave za vatrogastvo i Hrvatske vatrogasne zajednice, donosi ministar.

(2) Rješenjem iz stavka 1. ovoga članka određuju se i rokovi za izvršenje obveza koje iz toga proizlaze. Protiv rješenja nije dopuštena žalba, ali se može pokrenuti upravni spor. **Kaznena odredba: Čl. 65. Zakona o zaštiti od požara**

(3) Vlasnici, odnosno korisnici građevina, građevinskih dijelova i drugih nekretnina te prostora razvrstanih u prvu i drugu kategoriju ugroženosti od požara dužni su donijeti plan zaštite od požara izrađen na temelju procjene ugroženosti od požara te organizirati službu zaštite od požara.

(4) Vlasnici, odnosno korisnici građevina, građevinskih dijelova i drugih nekretnina te prostora, odnosno upravitelji zgrada razvrstanih u treću kategoriju ugroženosti od požara dužni su zaposliti najmanje jednog djelatnika, koji će biti zadužen za obavljanje poslova zaštite od požara i unapređenje stanja zaštite od požara.

(5) Vlasnici, odnosno korisnici građevina, građevinskih dijelova i drugih nekretnina te prostora, odnosno upravitelji zgrada razvrstanih u četvrtu kategoriju ugroženosti od požara dužni su imati zaposlenog najmanje jednog djelatnika zaduženog za obavljanje poslova zaštite od požara i unapređenje stanja zaštite od požara, koji smije obavljati i druge poslove.

(6) Najmanje jednom u 5 godina provest će se usklađivanje procjena ugroženosti iz stavka 3. ovoga članka s novonastalim uvjetima.

(7) Planovi iz stavka 3. ovoga članka moraju biti usklađeni s planom zaštite od požara jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave na području na kojem se građevine, građevinski dijelovi i druge nekretnine te prostori nalaze, te se usklađuju najmanje jednom godišnje s novonastalim uvjetima.

(8) Djelatnici službe za zaštitu od požara iz stavka 3. ovoga članka moraju imati završen najmanje preddiplomski sveučilišni studij ili stručni studij u trajanju od najmanje tri godine tehničkog smjera, te položen stručni ispit.

(9) Djelatnici zaduženi za obavljanje poslova i unapređenje stanja zaštite od požara iz stavka 4. i 5. ovoga članka moraju imati najmanje zvanje vatrogasca ili završeno srednjoškolsko obrazovanje u programu gimnazije ili srednjoškolsko strukovno obrazovanje u četverogodišnjem trajanju, te položen stručni ispit.

(10) Stručni ispit iz stavka 8. i 9. ovoga članka polaže se na način i prema programu koji propisuje ministar.

(11) Obveze iz stavka 3., 4. i 5. ovoga članka mogu se prenijeti na treću osobu ukoliko ispunjava uvjete propisane ovim člankom, te ukoliko to ne utječe na ispunjavanje njezinih osnovnih zadaća i odgovornosti prema propisima kojima se uređuje područje vatrogastva.

(12) Središnje tijelo državne uprave za vatrogastvo i/ili nadležna vatrogasna zajednica daje prethodno mišljenje na dio procjene ugroženosti od požara koje se odnosi na ustroj i opremanje vatrogasne postrojbe kroz minimalna mjerila koja određuje ministar.

(13) Pravilnikom iz stavka 1. ovoga članka utvrđuju se i vrste građevina i prostora koje se ne razvrstavaju u kategorije ugroženosti od požara sukladno stavku 1. ovoga članka.

Čl. 54. ZZOP-a

U obavljanju poslova iz svoje nadležnosti inspektor Ministarstva, odnosno nadležne policijske uprave, poduzima upravne mjere i radnje prema vlasniku, odnosno korisniku građevine, građevinskih dijelova i drugih nekretnina te prostora odnosno upravitelju zgrada kao i nositeljima drugih stvarnih prava te jedinicama lokalne i područne (regionalne) samouprave, radi provođenja određenih mjera zaštite od požara propisanih Zakonom i propisima donesenim na temelju njega, odlukama tijela državne uprave i lokalne uprave i samouprave, općim aktima pravnih osoba, procjenama ugroženosti i planovima zaštite od požara, a rješenjem osobito nalaže:

1. izvođenje i održavanje vatrogasnih putova, pristupa i prilaza vatrogasnim vozilima i tehnicima radi spašavanja osoba i gašenja požara,

2. izvođenje i održavanje protupožarnih prosjeka,
3. izvođenje i održavanje prohodnim izlaznih putova iz građevine ili njezinog dijela radi omogućavanja žurnog spašavanja ljudi i imovine u slučaju požara,
4. dovođenje u ispravno stanje izvedenih postrojenja, uređaja i instalacija koji predstavljaju opasnost od nastajanja i širenja požara,
5. uklanjanje i zbrinjavanje predmeta i tvari koji predstavljaju opasnost od nastajanja i širenja požara (zapaljivi otpad i sl.),
6. postavljanje, obilježavanje mjesta postavljanja i osiguranje pristupačnosti vatrogasnih aparata za početno gašenje požara,
7. izvođenje i održavanje u ispravnom stanju uređaja, opreme, instalacije i sustava za dojavu i gašenje požara,
8. onemogućavanje izazivanja požara izvana, građevina i drugih nekretnina te prostora kojima je pristup ograničen,
9. osiguranje vatrogasnog dežurstva ili motrilačko-dojavne službe,
10. obavljanje ili obustavljanje obavljanja određenih radnji i postupaka koji su u svezi sa zaštitom od požara,
11. nabavu opreme i sredstava za dojavu i gašenje požara.

Kaznena odredba: Čl. 65. Zakona o zaštiti od požara

Čl. 55. ZZOP-a

(1) Inspektor će privremeno usmeno zabraniti, iz razloga neposredne opasnosti za život i zdravlje ljudi ili imovine:

1. držanje predmeta i tvari koji predstavljaju neposrednu opasnost od nastanka i širenja požara,
2. uporabu uređaja, opreme i instalacija koji predstavljaju neposrednu opasnost od nastajanja i širenja požara,
3. uporabu otvorene vatre kada postoji neposredna opasnost od nastajanja i širenja požara,
4. obavljanje ili obustavljanje obavljanja određenih radnji ili djelatnosti kada postoji neposredna opasnost od nastajanja i širenja požara ili je ugrožena evakuacija osoba,
5. kretanje osoba na određenom prostoru kada postoji neposredna opasnost od požara.

(2) Obveza izvršenja mjere zabrane iz stavka 1. ovoga članka počinje teći odmah.

(3) U provedbi mjera zabrane iz stavka 1. ovoga članka inspektor može koristiti mjeru pečaćenja.

Kaznena odredba: Čl. 62. Zakona o zaštiti od požara

(4) Postupak pečaćenja, oblik, sadržaj i način uporabe pečata za pečaćenje iz stavka 3. ovoga članka propisuje ministar.

(5) Ministarstvo, odnosno policijska uprava, mjeru zabrane iz stavka 1. i 3. ovoga članka, izdat će u obliku rješenja, najkasnije u roku od osam dana od dana izricanja usmene mjere zabrane.

Kaznena odredba: Čl. 65. Zakona o zaštiti od požara

(6) Žalba protiv rješenja iz stavka 5. ovoga članka ne odgađa njegovo izvršenje.

Čl. 66. Zakona o zaštiti od požara

(1) Novčanom kaznom u iznosu od 1990,00 do 6630,00 eura kaznit će se za prekršaj fizička osoba ako izrađuje elaborat zaštite od požara, a nije za to ovlaštena (članak 28. stavak 3. ZZOP-a).

(2) Novčanom kaznom u iznosu od 1990,00 do 6630,00 eura kaznit će se za prekršaj fizička osoba ako:

- je obavila kontrolu glavnog projekta, a nije za to ovlaštena (članak 29. stavak 1.),
- je kao revident, obavila provjeru projekta u čijoj je izradi u cijelosti ili djelomično sudjelovala (članak 30. stavak 1. ZZOP-a),
- projekt ili dio projekta za koji je provela kontrolu i dala pozitivno izvješće ne udovoljava zahtjevima iz ovoga Zakona, posebnih zakona i propisa donesenih na temelju tih zakona, tehničkih specifikacija i pravila struke u vezi s kontroliranim svojstvom (članak 30. stavak 2. ZZOP-a),
- nije sastavila pisano izvješće o provjeri projekta i/ili nije ovjerila dijelove projekta na propisani način (članak 31. stavak 1. ZZOP-a).

(3) Uz kaznu za prekršaj iz stavka 2. ovoga članka osobi koja obavlja provjeru projekta (revidentu) može se primijeniti zaštitna mjera oduzimanja ovlaštenja za provjeru projekta od šest mjeseci do jedne godine, a za ponovljeni prekršaj uz novčanu kaznu izreći će se navedena mjera u trajanju od jedne godine do dvije godine.

Čl. 28. ZZOP-a

(1) Podaci za projektiranje mjera zaštite od požara u glavnom projektu, koji je sastavni dio potvrde glavnog projekta, građevinske dozvole, odnosno rješenja za građenje prema propisima kojima se uređuje područje građenja, dobivaju se iz elaborata zaštite od požara koji je poslužio kao podloga za njegovu izradu.

(2) Elaborat zaštite od požara izrađuje se samo za građevine skupine 2.

(3) Elaborat zaštite od požara izrađuje osoba ovlaštena za izradu elaborata zaštite od požara i ovjerava ga svojim potpisom i žigom. **Kaznena odredba: Čl. 66. Zakona o zaštiti od požara**

(4) Ovlaštenje za izradu elaborata zaštite od požara daje Ministarstvo rješenjem osobi koja:

1. ima visoku stručnu spremu odnosno završen diplomski sveučilišni studij ili integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij tehničkog smjera, i položen stručni ispit za obavljanje poslova u graditeljstvu prema posebnom zakonu te koja u skladu s tim zakonom upotpunjava i usavršava svoje znanje u području zaštite od požara te ima

– najmanje pet godina radnog iskustva na poslovima projektiranja, odnosno stručnog nadzora zaštite od požara građevina

ili

– najmanje dvije godine radnog iskustva na poslovima projektiranja odnosno stručnog nadzora građevina glede zaštite od požara i završen poslijediplomski i/ili specijalistički studij iz područja požarnog inženjerstva i/ili zaštite od požara u građevinama s najmanje 60 ECTS bodova,

ili

2. ima najmanje visoku stručnu spremu, odnosno završen diplomski sveučilišni studij ili integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij tehničkog smjera i položen državni stručni ispit čiji ispitni program sadrži područje zaštite od požara te ima najmanje pet godina radnog iskustva na poslovima inspekcijskog nadzora zaštite od požara građevina.

(5) Protiv rješenja iz stavka 4. ovoga članka nije dopuštena žalba, ali se može pokrenuti upravni spor.

- (6) Ministar rješenjem oduzima ovlaštenje osobi iz stavka 3. ovoga članka ukoliko više ne ispunjava uvjete iz stavka 4. ovoga članka.
- (7) Protiv rješenja iz stavka 6. ovoga članka nije dopuštena žalba, ali se može pokrenuti upravni spor.
- (8) O ovlaštenjima iz stavka 4. ovoga članka Ministarstvo vodi očevidnik.
- (9) Ministar će, uz prethodnu suglasnost ministra nadležnog za poslove prostornog uređenja i graditeljstva, pravilnikom propisati sadržaj elaborata zaštite od požara.
- (10) Ministar će pravilnikom propisati način davanja i oduzimanja ovlaštenja za izradu elaborata za zaštitu od požara te isprave i način dokazivanja činjenica na temelju kojih se daje ovlaštenje.

Čl. 29. ZZOP-a

(1) Glavni projekt građevina podliježe provjeri tehničkog rješenja iz zaštite od požara. **Kaznena odredba:**

Čl. 66. Zakona o zaštiti od požara

- (2) Provjeru iz stavka 1. ovoga članka provodi jedan ili više ovlaštenih revidenata.
- (3) Ovlaštenje za obavljanje provjere projekata može se dati osobi koja:
1. prema propisima koji uređuju prostorno uređenje i gradnju ima pravo na obavljanje poslova projektiranja u području zaštite od požara, koja ima visoku stručnu spremu, odnosno završen diplomski sveučilišni studij ili integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij s najmanje deset godina radnog iskustva u projektiranju, koja je projektirala u svojstvu odgovorne osobe građevine osobite inženjerske složenosti i koja je na drugi način unaprijedila tehničku struku u području zaštite od požara ili
 2. ima najmanje visoku stručnu spremu, odnosno završen diplomski sveučilišni studij ili integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij s najmanje deset godina radnog iskustva u inspekcijskom nadzoru zaštite od požara građevina osobite inženjerske složenosti i koja je na drugi način unaprijedila tehničku struku u području zaštite od požara.
- (4) Ovlaštenje za obavljanje provjere projekata po prethodno pribavljenom mišljenju povjerenstva, daje i oduzima ministar. Povjerenstvo osniva i imenuje ministar.
- (5) Povjerenstvo iz stavka 4. ovoga članka čini predsjednik i četiri člana koji se imenuju iz redova Ministarstva, ministarstva nadležnog za poslove prostornog uređenja i graditeljstva i strukovnih organizacija.
- (6) O ovlaštenjima iz stavka 4. ovoga članka Ministarstvo vodi očevidnik. Popis ovlaštenih revidenata, na temelju podataka iz propisanog očevidnika, objavljuje se jednom godišnje u »Narodnim novinama«.
- (7) Detaljnije uvjete u odnosu na radno i stručno iskustvo za davanje, produženje važenja i oduzimanje ovlaštenja za obavljanje provjere projekata kao i načina kojima se dokazuje, odnosno ocjenjuje ispunjavanje tih uvjeta, vrstu građevina za koje provjeru projekata provodi jedan ili više revidenata, te sadržaj i način vođenja očevidnika iz stavka 6. ovoga članka propisuje ministar uz prethodnu suglasnost ministra nadležnog za zaštitu okoliša, prostorno uređenje i graditeljstvo.

Čl. 30. ZZOP-a

(1) Revident iz članka 29. ovoga Zakona ne može obaviti provjeru projekta u čijoj je izradi u cijelosti ili djelomično sudjelovao. **Kaznena odredba: Čl. 66. Zakona o zaštiti od požara**

(2) Revident je odgovoran da projekt za koji je proveo provjeru i dao pozitivno izvješće udovoljava zahtjevima iz ovoga Zakona, posebnih zakona i propisa donesenih na temelju tih zakona, tehničkih specifikacija i pravila struke u vezi sa zaštitom od požara. **Kaznena odredba: Čl. 66. Zakona o zaštiti od požara**

(3) Na revidenta se na odgovarajući način primjenjuju i odredbe o odgovornosti projektanta prema posebnim propisima kojima se uređuje područje prostornog uređenja i graditeljstva.

Čl. 31. ZZOP-a

(1) Revident je dužan, nakon što obavi provjeru projekta, ovjeriti dijelove projekta te o tome sastaviti pisano izvješće. **Kaznena odredba: Čl. 66. Zakona o zaštiti od požara**

(2) Sadržaj, način i opseg obavljanja provjere projekta, način i značenje ovjere te način izračuna naknade za obavljanu kontrolu propisuje ministar.

2. PREKRŠAJI IZ OPĆINSKIH I GRADSKIH ODLUKA I PLANOVA **(samo I i II kategorija)**

Određenje prekršaja

Prekršaji i prekršajno pravne sankcije propisuju se samo za ona ponašanja kojima se tako povređuje ili ugrožava javni poredak, društvena disciplina i društvene vrijednosti zajamčene i zaštićene Ustavom Republike Hrvatske, međunarodnim pravom i zakonima čija zaštita nije moguća bez prekršajnog pravnog sankcioniranja, a njihova se zaštita ne ostvaruje kaznenopravnom prisilom.

Načelo zakonitosti

Prekršaji i prekršajno pravne sankcije mogu se propisivati zakonom i odlukama jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave.

Jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave mogu propisivati prekršaje i prekršajno pravne sankcije samo za povrede propisa koje ona donose na temelju svoje nadležnosti utvrđene Ustavom i zakonom i tu ovlast ne mogu prenijeti na drugoga.

Nitko ne može biti kažnjen niti se prema njemu može primijeniti druga prekršajno pravna sankcija za djelo koje prije nego je bilo počinjeno nije bilo zakonom ili međunarodnim pravom ili odlukom jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave određeno kao prekršaj i za koji zakonom ili odlukom jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave nije bilo propisano koja se vrsta i mjera prekršajno pravne sankcije počinitelju može izreći, odnosno primijeniti.

Vrste prekršajno pravnih sankcija

Prekršajno pravna sankcija koja se može propisati odlukom jedinice lokalne i područne

(regionalne) samouprave kojom se propisuje prekršaj i izreći počinitelju prekršaja jest novčana kazna.

Za svaku vrstu prekršajno pravnih sankcija propisom se određuje njihova visina, odnosno trajanje i nijedna se prekršajno pravna sankcija ne može propisati ni izreći, odnosno primijeniti u neodređenoj visini ili na neodređeno vrijeme, osim ako ovim Zakonom nije određeno drukčije.

Vrste kazni

Za prekršaj propisan zakonom može se počinitelj kazniti: novčanom kaznom ili kaznom zatvora.

Za prekršaj propisan odlukom jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave može se počinitelj kazniti novčanom kaznom.

Kazna zatvora zakonom se može propisati samo kao stroža kazna uz propisanu novčanu kaznu.

Svrha kažnjavanja

Svrha je kažnjavanja da se, uvažavajući opću svrhu prekršajno pravnih sankcija, izrazi društveni prijekor zbog počinjenog prekršaja, utječe na počinitelja i sve ostale da ubuduće ne čine prekršaje, a primjenom propisanih kazni utječe na svijest građana o povredi javnog poretka, društvene discipline i drugih društvenih vrijednosti, te pravednosti kažnjavanja njihovih počinitelja.

Novčana kazna

- Za prekršaj propisan odlukom jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave, za počinitelja prekršaja pravnu osobu ne može biti propisana ni izrečena novčana kazna u iznosu manjem od 60,00 eura ni većem od 1320,00 eura.
- Za prekršaj propisan odlukom jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave, za počinitelja prekršaja fizičku osobu obrtnika i osobu koja obavlja drugu samostalnu djelatnost koji je počinila u vezi obavljanja njezina obrta ili druge samostalne djelatnosti ne može biti propisana ni izrečena novčana kazna u iznosu manjem od 30,00 eura ni većem od 660,00 eura.
- Za prekršaj propisan odlukom jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave, za počinitelja prekršaja fizičku osobu ne može biti propisana ni izrečena novčana kazna u iznosu manjem od 10,00 eura ni većem od 260,00 eura.

Za prekršaj propisan odlukom jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave prekršajni će se postupak voditi ako je prekršaj počinjen na području te jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave.

3. PREKRŠAJI IZ OPĆIH AKATA *(I-IV kategorija)*

Odredbom članka 2. Prekršajnog zakona određeno je da se prekršaji i prekršajno pravne sankcije mogu propisivati zakonom i odlukama jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave.

Jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave mogu propisivati prekršaje i prekršajno pravne sankcije samo za povrede propisa koje ona donose na temelju svoje nadležnosti utvrđene Ustavom i zakonom i tu ovlast ne mogu prenijeti na drugoga.

Slijedom navedenog općim aktima se ne mogu propisivati prekršaji i prekršajno pravne sankcije.

Općim aktom moguće je propisati odgovornost i mjere zbog nepoštivanja propisanih i naređenih mjera zaštite od požara kao što su lakša i teža povreda radne dužnosti, za koje se najčešće mogu izreći opomena, novčanakazna, suspenzija ili drugi oblici stegovnih mjera, kazni i zabrana.

4. KAZNE ZA FIZIČKE OSOBE, PRAVNE OSOBE I ODGOVORNE OSOBE U PRAVNIM OSOBAMA *(I-IV kategorija)*

Materijalno pravne odredbe ovoga Zakona odnose se na sve prekršaje propisane zakonima i drugim propisima kojima se propisuju prekršaji.

Ako zakonom nije određeno drukčije, propisi o prekršajima koji se odnose na fizičke osobe primjenjuju se i na odgovorne osobe u pravnoj osobi, obrtnike i osobe koje obavljaju samostalnu djelatnost.

Za prekršaj propisan zakonom može se počinitelj kazniti: novčanom kaznom ili kaznom zatvora.

Za prekršaj propisan odlukom jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave može se počinitelj kazniti novčanom kaznom.

Kazna zatvora

Kazna zatvora zakonom se može propisati samo kao stroža kazna uz propisanu novčanu kaznu.

Kazna zatvora se može propisati i izreći u trajanju od najmanje tri dana do najdulje trideset dana a za najteže oblike prekršaja i do šezdeset dana.

Za prekršaje nasilja u obitelji, druge prekršaje povezane s nasiljem, teške prekršaje protiv okoliša i teške prekršaje vezane za zloporabu opojnih droga zakonom se može propisati kazna zatvora do devedeset dana.

Kaznu zatvora počinitelju prekršaja može izreći samo sud.

Kazna zatvora izriče se na pune dane.

Novčana kazna

Za prekršaj propisan zakonom može se propisati i izreći novčana kazna u iznosu:

- Za prekršaj propisan zakonom, za počinitelja prekršaja pravnu osobu ne može biti propisana ni izrečena novčana kazna u iznosu manjem od 260,00 ni većem od 132.720,00 eura.
- Za prekršaj propisan zakonom, za počinitelja prekršaja fizičku osobu obrtnika i osobu koja obavlja drugu samostalnu djelatnost koji je počinila u vezi s obavljanjem njezina obrta ili samostalne djelatnosti ne može biti propisana ni izrečena novčana kazna u iznosu manjem od 130,00 eura ni većem od 66.360,00 eura.
- Za prekršaj propisan zakonom, za počinitelja prekršaja fizičku osobu ne može biti propisana ni izrečena novčana kazna u iznosu manjem od 10,00 eura ni većem od 6630,00 eura.
- Za najteže prekršaje propisane zakonom u području ugrožavanja prirodnih bogatstava, okoliša i očuvanja prirode, sigurnosti i zdravlja na radu, neregistriranog rada i zapošljavanja, socijalne sigurnosti, poreza, carine i financija, telekomunikacija (elektroničkih komunikacija), ugrožavanja tržišnog natjecanja, državnih robnih pričuva, biološke raznolikosti te unošenja u okoliš i stavljanja na tržište genetski modificiranih organizama ili proizvoda od njih te u području graditeljstva neispunjavanje bitnih zahtjeva za građevinu može se propisati i izreći novčana kazna u visini najviše do dvostrukih općih maksimuma propisanih naprijed navedenih stavaka ovoga članka, a za prekršaj u području poreza, carine i financija te ugrožavanja prirodnih bogatstava, okoliša i očuvanja prirode iznimno je moguće propisati i izreći novčanu kaznu do 132.720,00 eura okrivljeniku fizičkoj osobi.
- Za prekršaj iz koristoljublja kojim je ostvarena imovinska korist počinitelj se može strože kazniti, najviše do dvostruko propisane kazne za taj prekršaj.

U smislu ovoga Zakona poduzetnik je svaka pravna ili fizička osoba koja se bavi gospodarskom djelatnošću, bez obzira na pravni status i način na koji se financira.

Za prekršaj iz koristoljublja kojim je ostvarena imovinska korist počinitelj se može kazniti do dvostruko propisane kazne za taj prekršaj.

Za prekršaj propisan odlukom jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave može se propisati i izreći novčana kazna u iznosu:

- Za prekršaj propisan odlukom jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave, za počinitelja prekršaja pravnu osobu ne može biti propisana ni izrečena novčana kazna u iznosu manjem od 60,00 eura ni većem od 1320,00 eura.

- Za prekršaj propisan odlukom jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave, za počinitelja prekršaja fizičku osobu obrtnika i osobu koja obavlja drugu samostalnu djelatnost koji je počinila u vezi obavljanja njezina obrta ili druge samostalne djelatnosti ne može biti propisana ni izrečena novčana kazna u iznosu manjem od 30,00 eura ni većem od 660,00 eura.
- Za prekršaj propisan odlukom jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave, za počinitelja prekršaja fizičku osobu ne može biti propisana ni izrečena novčana kazna u iznosu manjem od 10,00 eura ni većem od 260,00 eura.

Opći minimumi novčane kazne propisani ovim člankom primjenjuju se i prilikom utvrđivanja novčane kazne za prekršaje u stjecaju.

Prekršajna odgovornost pravne osobe prestaje prestankom njezina postojanja, a u slučaju postojanja njezina pravnog slijednika, za prekršaj odgovara njezin sveopći pravni slijednik. Ako je slijednika više, sud će utvrditi koji od njih, s obzirom na narav sljedništva, odgovara za prekršaj.

Prestane li pravna osoba postojati nakon pravomoćnosti odluke o prekršaju, prekršajne sankcije izvršit će se u odnosu na pravnog slijednika. Pojedine sankcije neće se u tom slučaju izvršiti ako to očito ne bi bilo pravično. O izvršenju prekršajne sankcije protiv pravnog slijednika sud će donijeti posebno rješenje.

Odredbe ovoga Zakona kao i drugih propisa koji se odnose na prekršajnu odgovornost pravne osobe i u njoj odgovorne osobe primjenjuju se i na s njima izjednačene subjekte: podružnice i predstavništva domaćih i stranih pravnih osoba, druge subjekte koji nemaju pravnu osobnost ali samostalno nastupaju u pravnom prometu te na odgovorne osobe u tim subjektima.

Pravna osoba i njezina odgovorna osoba prekršajno su odgovorni za skrivljene povrede propisa o prekršaju.

Propisom o prekršaju može se za prekršaj propisati prekršajna odgovornost samo pravne osobe.

Sud će utvrditi prekršajno odgovornom pravnu osobu i u slučaju kada se utvrdi postojanje pravnih ili stvarnih zapreka za utvrđivanje odgovornosti odgovorne osobe, ili se ne može utvrditi tko je odgovorna osoba.

Kada je propisom o prekršaju propisana prekršajna odgovornost pravne osobe i u njoj odgovorne osobe, a ovlašteni tužitelj pokrene postupak samo protiv pravne ili odgovorne osobe, ili sud u postupku utvrdi da optužena odgovorna osoba nije odgovorna osoba za taj prekršaj, sud može utvrditi prekršajnu odgovornost samo pravne osobe odnosno samo odgovorne osobe.

Odgovorna osoba je fizička osoba koja vodi poslove pravne osobe ili joj je povjereno obavljanje određenih poslova iz područja djelovanja pravne osobe.

Propisom o prekršaju može se odrediti koja odgovorna osoba u pravnoj osobi odgovara za određeni prekršaj.

Odgovorna osoba prekršajno odgovara za počinjeni prekršaj i u slučaju ako nakon počinjenja prekršaja prestane raditi u pravnoj osobi ili ako je nakon počinjenja prekršaja pravna osoba prestala postojati.

Republika Hrvatska ne može prekršajno odgovarati, a jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave odgovaraju za prekršaje koji su počinjeni radnjama koje ne ulaze u izvršavanje njihovih javnih ovlasti.

Prekršajna neodgovornost državnih tijela i jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave ne isključuje mogućnost prekršajne odgovornosti odgovorne osobe u tim tijelima.

5. NOVČANA KAZNA I ZAŠTITNA MJERA *(I-IV kategorija)*

Vrste prekršajnopравnih sankcija

Prekršajno pravne sankcije koje se mogu propisati zakonom kojim se propisuje prekršaj i koje se mogu izreći odnosno primijeniti prema počinitelju prekršaja su:

1. kazna (novčana i zatvor),
 2. zaštitne mjere, sukladno članku 50. stavku 2. ovoga Zakona.
- (2) Prekršajno pravne sankcije koje se propisuju ovim Zakonom su:
1. mjere upozorenja (opomena i uvjetna osuda),
 2. zaštitne mjere (članak 50. stavak 1.),
 3. odgojne mjere.
- (3) Prekršajno pravna sankcija koja se može propisati odlukom jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave kojom se propisuje prekršaj i izreći počinitelju prekršaja jest novčana kazna.
- (4) Za svaku vrstu prekršajno pravnih sankcija propisom se određuje njihova visina, odnosno trajanje i nijedna se prekršajno pravna sankcija ne može propisati ni izreći, odnosno primijeniti u neodređenoj visini ili na neodređeno vrijeme, osim ako ovim Zakonom nije određeno drukčije.

Kazna zatvora i novčana kazna detaljno su obrađene u točki 4. ovoga materijala

Vrste mjera upozorenja

Mjere upozorenja koje se propisuju ovim Zakonom jesu: *opomena i uvjetna osuda*.

Svrha mjera upozorenja

(1) Svrha je opomene da se počinitelju prekršaja uputi takva vrsta prijekora kad se s obzirom na sve okolnosti koje se tiču prekršaja i počinitelja radi ostvarenja svrhe prekršajnopравnih sankcija ne mora primijeniti kažnjavanje.

(2) Svrha je uvjetne osude da se počinitelju prekršaja uputi takva vrsta prijekora kojom se omogućava ostvarenje svrhe prekršajno pravnih sankcija izricanjem kazne bez njezina izvršenja.

Opomena

(1) Opomena je prekršajnopравna sankcija koja se kao mjera upozorenja može primijeniti prema počinitelju prekršaja za koji je propisana kao jedina kazna novčana kazna do 660,00 eura ako se prema postupanju počinitelja, njegovoj krivnji i prouzročenoj posljedici radi o očito lakom obliku tog prekršaja i kad se s obzirom na sve okolnosti koje se tiču počinitelja ili posebno njegova odnosa prema oštećeniku i naknadi štete prouzročene prekršajem steknu uvjeti za postignuće svrhe mjere upozorenja bez kažnjavanja.

(2) Opomena se može primijeniti i za prekršaje počinjene u stjecađu ako su se za svaki od tih prekršaj stekli uvjeti iz prethodnog stavka.

Uvjetna osuda

(1) Uvjetna je osuda prekršajno prava sankcija koja se kao mjera upozorenja sastoji od izrečene kazne zatvora ili maloljetničkog zatvora i roka u kojem se ta kazna ne izvršava pod uvjetima određenim ovim Zakonom.

(2) Sud može primijeniti uvjetnu osudu kad ocijeni da se i bez izvršenja kazne može očekivati ostvarenje svrhe kažnjavanja, posebno imajući u vidu odnos počinitelja prekršaja prema tom prekršaju ili prema oštećeniku i naknadi štete prouzročene prekršajem.

(3) Uvjetnom osudom odgađa se izvršenje izrečene kazne za vrijeme koje ne može biti kraće od tri mjeseca niti dulje od jedne godine.

ZAŠTITNE MJERE

Vrste zaštitnih mjera

(1) Zaštitne mjere su:

- 1. obvezno liječenje od ovisnosti,**
- 2. zabrana obavljanja određenih dužnosti ili djelatnosti,**
- 3. zabrana obavljanja određenih djelatnosti ili poslova pravnoj osobi,**
- 4. zabrana stjecađa dozvola, ovlasti, koncesija ili subvencija,**
- 5. zabrana poslovanja s korisnicima državnog i lokalnih proračuna,**
- 6. zabrana upravljanja motornim vozilom.**
- 7. zabrana posjećivanja određenog mjesta ili područja.**

(2) Osim zaštitnih mjera iz stavka 1. ovoga članka, zakonom kojim se propisuje prekršaj mogu se propisati i druge vrste zaštitnih mjera.

(3) Zaštitne mjere iz stavka 1. i stavka 2. mogu se propisati u trajanju od jednog mjeseca do dvije godine, ako ovim Zakonom nije propisano drukčije.

(4) Zaštitne mjere za okrivljenika fizičku osobu primjenjive su i na odgovornu osobu u pravnoj osobi, obrtnika ili osobu koja obavlja drugu samostalnu djelatnost.

Svrha zaštitnih mjera

Svrha je zaštitnih mjera da se njihovom primjenom otklanjaju uvjeti koji omogućavaju ili poticajno djeluju na počinjenje novog prekršaja.

Načelo razmjernosti

Zaštitna mjera ne smije se izreći ako nije u razmjeru s težinom počinjenog prekršaja i prekršaja koji se mogju očekivati, kao i sa stupnjem počiniteljeve opasnosti.

Obvezno liječenje od ovisnosti

- (1) Zaštitnu mjeru obveznog liječenja od ovisnosti u trajanju od jednog mjeseca do jedne godine sud može izreći okrivljeniku koji je prekršaj počinio pod odlučujućim djelovanjem ovisnosti o alkoholu, drogi ili druge vrste ovisnosti ako postoji opasnost da će zbog te ovisnosti u budućnosti počiniti prekršaj.
- (2) Zaštitna mjera iz stavka 1. može se izreći uz novčanu kaznu, kaznu zatvora, maloljetničkog zatvora i uvjetnu osudu.
- (3) Zaštitna mjera iz stavka 1. ovoga članka izrečena uz kaznu zatvora ili maloljetničkog zatvora, ili kada je novčana kazna zamijenjena zatvorom, izvršava se u okviru zatvorskog sustava ili u zdravstvenoj ili drugoj specijaliziranoj ustanovi za liječenje ovisnosti izvan zatvorskog sustava pod uvjetima određenim posebnim propisom. Mjera izrečena uz novčanu kaznu i uvjetnu osudu, ili kada je novčana kazna zamijenjena radom za opće dobro izvršava se u zdravstvenoj ili drugoj specijaliziranoj ustanovi za otklanjanje ovisnosti izvan zatvorskog sustava, a može se, pod uvjetima određenim posebnim propisom, izvršavati i u terapijskoj zajednici ako je takvo odvikavanje dostatno za otklanjanje opasnosti.
- (4) Ako je zaštitna mjera iz stavka 1. ovoga članka izrečena u vremenu koje je dulje od izrečene kazne zatvora, maloljetničkog zatvora, odnosno rada za opće dobro ili zatvora kojima je zamijenjena novčana kazna, njezino izvršavanje će se dovršiti u zdravstvenoj ili drugoj specijaliziranoj ustanovi za liječenje ovisnosti izvan zatvorskog sustava pod uvjetima određenim posebnim propisom.
- (5) Sud može i prije isteka vremena na koje je izrečena zaštitna mjera iz stavka 1. ovoga članka, obustaviti njezino daljnje izvršavanje ako utvrdi da su prestali razlozi zbog kojih je izrečena ili ako je njezino dosadašnje i daljnje provođenje bezizgledno. Ovo sud može utvrditi na zahtjev ustanove kod koje se zaštitna mjera izvršava ili na zahtjev okrivljenika.

Zabrana obavljanja određenih dužnosti ili djelatnosti

- (1) Zaštitnu mjeru zabrane potpunog ili djelomičnog obavljanja određene dužnosti ili djelatnosti u trajanju od jednog mjeseca do jedne godine sud može izreći okrivljeniku koji je prekršaj počinio u obavljanju dužnosti ili djelatnosti ako postoji opasnost da će zlouporabom te dužnosti ili djelatnosti ponovno počiniti prekršaj.
- (2) Vrijeme provedeno u izvršavanju kazne zatvora, rada za opće dobro ili zatvora određenog u zamjenu za neplaćenu novčanu kaznu ne uračunava se u vrijeme trajanja ove mjere.
- (3) Za vrijeme zabrane iz stavka 1. ovoga članka osuđenik se ne smije baviti određenom dužnosti ili djelatnosti samostalno, za drugu osobu, u pravnoj osobi, ni u ime druge osobe, niti smije ovlastiti drugu osobu da se bavi tom dužnošću ili djelatnošću u njegovo ime i po njegovim uputama.
- (4) Ako počinitelj ne postupi prema zabrani obavljanja određene dužnosti ili djelatnosti kad je izrečena uz uvjetnu osudu može se postupiti prema članku 46. stavku 4. ovoga Zakona.
- (5) Sud će o pravomoćno izrečenoj mjeri obavijestiti tijelo nadležno za vođenje upisnika osoba koje obavljaju određene dužnosti ili djelatnosti.
- (6) Zaštitna mjera iz stavka 1. ne može se izreći maloljetniku.
- (7) Iznimno, okrivljeniku odgovornoj osobi u pravnoj osobi za prekršaj iz članka 33. stavka 7. ovoga Zakona, za koji je ovlašten tužitelj pravna osoba s javnim ovlastima kojoj je posebnim zakonom utvrđen status neovisnog regulatora, sud može izreći trajno zaštitnu mjeru iz stavka 1..

Zabrana obavljanja određenih djelatnosti ili poslova pravnoj osobi

- (1) Zaštitnu mjeru zabrane potpunog ili djelomičnog obavljanja određene djelatnosti ili poslova u trajanju od tri mjeseca do jedne godine sud može izreći okrivljenoj pravnoj osobi koja je prekršaj počinila u obavljanju djelatnosti ili poslova ako postoji opasnost da će obavljanjem tih djelatnosti ili

poslova ponovno počiniti prekršaj.

(2) Sud će o pravomoćno izrečenoj mjeri obavijestiti nadležni sud kod kojeg je pravna osoba upisana u sudski registar.

(3) Zabrana obavljanja određenih djelatnosti ili poslova ne može se izreći jedinicama lokalne i područne (regionalne) samouprave i političkim strankama.

(4) Na mjeru zabrane obavljanja određenih djelatnosti ili poslova na odgovarajući se način primjenjuje članak 54. stavak 3. ovoga Zakona.

(5) Iznimno, okrivljenoj pravnoj osobi za prekršaj iz članka 33. stavka 7. ovoga Zakona, za koji je ovlašten tužitelj pravna osoba s javnim ovlastima kojoj je posebnim zakonom utvrđen status neovisnog regulatora, sud može izreći trajno zaštitnu mjeru iz stavka 1. ovoga članka.

Zabrana stjecanja dozvola, ovlasti, koncesija ili subvencija

(1) Zaštitnu mjeru zabrane potpunog ili djelomičnog stjecanja dozvola, ovlasti, koncesija ili subvencija u trajanju od tri mjeseca do jedne godine sud može izreći okrivljenoj pravnoj osobi koja je prekršaj počinila u postupku stjecanja dozvola, ovlasti, koncesija ili subvencija ili njihovog korištenja, ako postoji opasnost da će stjecanjem dozvola, ovlasti, koncesija ili subvencija ponovno počiniti prekršaj.

(2) Sud će o pravomoćno izrečenoj mjeri obavijestiti nadležna tijela za izdavanje dozvola, ovlasti, koncesija i subvencija.

Zabrana poslovanja s korisnicima državnog i lokalnih proračuna

(1) Zaštitnu mjeru zabrane potpunog ili djelomičnog poslovanja s korisnicima državnog ili lokalnog proračuna u trajanju od tri mjeseca do jedne godine sud može izreći okrivljenoj pravnoj osobi koja je prekršaj počinila u poslovanju s korisnicima državnog ili lokalnog proračuna ako postoji opasnost da će poslovanjem s korisnicima državnog ili lokalnog proračuna ponovno počiniti prekršaj.

(2) Sud će o pravomoćno izrečenoj mjeri obavijestiti nadležni sud kod kojeg je pravna osoba upisana u sudski registar.

Zabrana upravljanja motornim vozilom

(1) Zaštitnu mjeru zabrane upravljanja motornim vozilom u trajanju od jednog mjeseca do dvije godine sud može izreći počinitelju prekršaja protiv sigurnosti prometa kad postoji opasnost da će upravljajući motornim vozilom ugroziti sigurnost prometa. Zabrana se izriče u odnosu na sve vrste ili kategorije ili u odnosu na samo određene vrste ili kategorije motornih vozila.

(2) Mjera iz stavka 1. počinje teći sljedećim danom kada je okrivljeniku nadležno tijelo uredno dostavilo obavijest o upisu izrečene mjere u evidenciju izdanih vozačkih dozvola, a vrijeme provedeno na izdržavanju zatvora ne uračunava se u vrijeme trajanja mjere.

(3) Ako okrivljenik ne postupi prema zabrani iz stavka 1. ovoga članka kad je izrečena uz uvjetnu osudu, sud može postupiti prema članku 46. stavku 4. ovoga Zakona.

(4) Vrijeme privremenog oduzimanja vozačke dozvole uračunat će se u vrijeme zabrane upravljanja motornim vozilom.

(5) Zabrana upravljanja motornim vozilom izrečena osuđeniku koji ima stranu dozvolu za upravljanje motornim vozilom sastoji se u zabrani njezina korištenja na području Republike Hrvatske kao i u zabrani izdavanja mu vozačke dozvole Republike Hrvatske. Ako protiv presude kojom je izrečena mjera nije podnesena žalba, mjera počinje teći od dana pravomoćnosti presude. Ako je protiv presude podnesena žalba o kojoj je odlučivao žalbeni sud, mjera počinje teći od uredne dostave drugostupanjske odluke osuđeniku.

Zabrana posjećivanja određenog mjesta ili područja

(1) Zaštitna mjera zabrane posjećivanja određenog mjesta ili područja može se izreći počinitelju prekršaja kada postoji opasnost da će u određenom razdoblju posjećivanjem tog mjesta ili područja ponovno počiniti isti prekršaj.

(2) Zaštitna mjera iz stavka 1. ovoga članka ne može se izreći u trajanju kraćem od jednog mjeseca ni duljem od dvije godine.

(3) Ako okrivljenik postupi protivno zabrani iz stavka 1. ovoga članka, a zabrana je izrečena uz uvjetnu osudu, sud će postupiti prema članku 46. stavku 4. ovoga Zakona.

NOVČANA KAZNA I ZAŠTITNA MJERA IZ ZAKONA O ZAŠTITI OD POŽARA

Odredbom članka 64. Zakona o zaštiti od požara određeno je da će se za prekršaj kaznit, novčanom kaznom, pravna osoba, ako obavlja poslove provjere ispravnosti i funkcionalnosti stabilnih sustava bez ovlaštenja ili protivno propisima (članak 40. stavak 1. i 2.ZZOP-a),

Uz kaznu za prekršaj pravnoj osobi može se primijeniti zaštitna mjera oduzimanja ovlaštenja od tri do šest mjeseci.

Isto tako odredbom članka 66. Zakona o zaštiti od požara određeno je da će se za prekršaj kaznit, novčanom kaznom fizička osoba ako:

- je obavila kontrolu glavnog projekta, a nije za to ovlaštena (članak 29. stavak 1.ZOP-a),
- je kao revident, obavila provjeru projekta u čijoj je izradi u cijelosti ili djelomično sudjelovala (članak 30. stavak 1.ZZOP-a),
- projekt ili dio projekta za koji je provela kontrolu i dala pozitivno izvješće ne udovoljava zahtjevima iz ovoga Zakona, posebnih zakona i propisa donesenih na temelju tih zakona, tehničkih specifikacija i pravila struke u vezi s kontroliranim svojstvom (članak 30. stavak 2.ZZOP-a),
- nije sastavila pisano izvješće o provjeri projekta i/ili nije ovjerila dijelove projekta na propisani način (članak 31. stavak 1.ZZOP-a),

Uz novčanu kaznu za prekršaj osobi koja obavlja provjeru projekta (revidentu) može se primijeniti zaštitna mjera oduzimanja ovlaštenja za provjeru projekta od šest mjeseci do jedne godine.

6. PONOVLJENI PREKRŠAJ I ZAŠTITNA MJERA (samo I i II kategorija)

KAZNA ZATVORA I NOVČANA KAZNA detaljno su obrađene u točki 4., a ZAŠTITNE MJERE su obrađene u točki 5.ovoga materijala.

PONOVLJENI PREKRŠAJ I ZAŠTITNA MJERA IZ ZAKONA O ZAŠTITI OD POŽARA

Odredbom članka 64. Zakona o zaštiti od požara određeno je da će se za prekršaj kaznit, novčanom kaznom pravna osoba ako obavlja poslove provjere ispravnosti i funkcionalnosti stabilnih sustava bez ovlaštenja ili protivno propisima (članak 40. stavak 1. i 2.ZZOP-a).

Uz novčanu kaznu za prekršaj pravnoj osobi može se primijeniti zaštitna mjera oduzimanja ovlaštenja od tri do šest mjeseci, a za ponovljeni prekršaj uz novčanu kaznu izreći će se zaštitna mjera u trajanju od šest mjeseci do jedne godine.

Isto tako odredbom članka 66. Zakona o zaštiti od požara određeno je da će se za prekršaj kazniti novčanom kaznom fizička osoba ako:

- je obavila kontrolu glavnog projekta, a nije za to ovlaštena (članak 29. stavak 1.ZZOP-a),
- je kao revident, obavila provjeru projekta u čijoj je izradi u cijelosti ili djelomično sudjelovala (članak 30. stavak 1.ZZOP-a),
- projekt ili dio projekta za koji je provela kontrolu i dala pozitivno izvješće ne udovoljava zahtjevima iz ovoga Zakona, posebnih zakona i propisa donesenih na temelju tih zakona, tehničkih specifikacija i pravila struke u vezi s kontroliranim svojstvom (članak 30. stavak 2.ZZOP-a),

- nije sastavila pisano izvješće o provjeri projekta i/ili nije ovjerila dijelove projekta na propisani način (članak 31. stavak 1.ZZOP-a),

Uz novčanu kaznu za prekršaj osobi koja obavlja provjeru projekta (revidentu) može se primijeniti zaštitna mjera oduzimanja ovlaštenja za provjeru projekta od šest mjeseci do jedne godine, a za ponovljeni prekršaj uz novčanu kaznu izreći će se navedena mjera u trajanju od jedne godine do dvije godine.

7. KAZNE ZBOG NEPOSTUPANJA PO PROPISANIM I NAREĐENIM MJERAMA ZOP-a

(I-IV kategorija)

U kaznenim odredbama Zakona o zaštiti od požara članak 60.-66. propisane su kazne zbog nepostupanja po propisanim i naređenim mjerama zaštite od požara za pravne osobe, odgovorne osobe u pravnoj osobi, fizičke osobe, obrtnike te vlasnike odnosno korisnik građevine, građevinskih dijelova i drugih nekretnina te prostora odnosno upravitelji zgrada.

Novčana kazna ili kazna zatvora

Odredbom članka 61. ZZOP-a određeno je da će se za prekršaj kazniti **fizička osoba koja izazove požar** novčanom kaznom **ili kaznom zatvora do 60 dana**.

Osoba koja izazove požar iz nehaja kaznit će se za prekršaj novčanom kaznom kako je određeno člankom 8. stavak 3.ZZOP-a.

Novčana kazna za: pravne osobe, [(fizička osoba, obrtnik, stručna služba(serviser))], i tijelo za ocjenjivanje sukladnostiproizvoda za zaštitu od požara

Odredbama članaka 60., 61., 62., 64. i 65. ZZOP-a određene su kazne zbog nepostupanja po propisanim i naređenim mjerama zaštite od požara **za pravne osobe**.

Novčana kazna za odgovorne osobe u pravnoj osobi i tijelu jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave

Odredbama članaka 60., 61., 62., 64. i 65. ZZOP-a određene su kazne zbog ne postupanja po propisanim i naređenim mjerama zaštite od požara **za odgovorne osobe u pravnoj osobi i tijelu jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave**.

Novčana kazna za fizičke osobe

Odredbom članka 62. ZZOP-a određene su kazne zbog ne postupanja po propisanim i naređenim mjerama zaštite od požara **za prekršaj fizičkoj osobi:**

- koja ne prijavi nastanak požara i sve informacije o požaru (članak 11. stavak 2. ZZOP-a),
- koja ne omogući inspektoru ili drugoj ovlaštenoj osobi nesmetano obavljanje njegovih ovlasti (članak 44. stavak 2. ZZOP-a),
- koja ne postupi po zahtjevu odnosno naredbi inspektora (članak 44. stavak 3. ZZOP-a),
- koja ošteti ili odstrani službeni pečat inspektora stavljen u postupku provedbe mjere zabrane (članak 55. stavak 3. ZZOP-a).

Odredbom članka 62.st. 4. ZZOP-a propisana je novčana kazna za prekršaj **fizičkoj osobi** koja ne pristupi otklanjanju neposredne opasnosti, odnosno gašenju požara ili o tome ne obavijesti najbližu vatrogasnu postrojbu, policiju ili Državni centar za sustav 112, odnosno ne postupi prema planu zaštite od požara (članak 18. stavak 1. i 2. ZZOP-a).

Odredbom članka 66. ZZOP-a određene su kazne zbog ne postupanja po propisanim i naređenim mjerama zaštite od požara **za prekršaj fizičkoj osobi** ako:

- izrađuje elaborat zaštite od požara, a nije za to ovlaštena (članak 28. stavak 3. ZZOP-a).
- je obavila kontrolu glavnog projekta, a nije za to ovlaštena (članak 29. stavak 1. ZZOP-a),
- je kao revident, obavila provjeru projekta u čijoj je izradi u cijelosti ili djelomično sudjelovala (članak 30. stavak 1. ZZOP-a),
- projekt ili dio projekta za koji je provela kontrolu i dala pozitivno izvješće ne udovoljava zahtjevima iz Zakona o zaštiti od požara, posebnih zakona i propisa donesenih na temelju tih zakona, tehničkih specifikacija i pravila struke u vezi s kontroliranim svojstvom (članak 30. stavak 2. ZZOP-a),
- nije sastavila pisano izvješće o provjeri projekta i/ili nije ovjerila dijelove projekta na propisani način (članak 31. stavak 1. ZZOP-a).

Novčana kazna za vlasnike odnosno korisnike građevine, građevinskih dijelova i drugih nekretnina te prostora odnosno upravitelje zgrada

Odredbom članka 63. i 65. ZZOP-a propisane su kazne zbog ne postupanja po propisanim i naređenim mjerama zaštite od požara **vlasnici odnosno korisnici građevine, građevinskih dijelova i drugih nekretnina te prostora, odnosno upravitelji zgrada**:

- a. koji ne održavaju evakuacijske putove i vatrogasne pristupe slobodnima i propisno označenima (članak 37. ZZOP-a), koji ne posjeduju uređaje, opremu i sredstva za gašenje požara (članak 38. stavak 1. ZZOP-a),
- b. koji ne posjeduju uvjerenje o ispravnosti i funkcionalnosti izvedenih stabilnih sustava zaštite od požara (članak 40. stavak 1. ZZOP-a),
- c. koji nenamjenski koriste vozila, uređaje, opremu, alat ili sredstva za zaštitu od požara ili stabilne sustave za zaštitu od požara (članak 39. stavak 2. i članak 40. stavak 4. ZZOP-a),
- d. koji nemaju vidljivu oznaku o provjeri ispravnosti i funkcionalnosti mobilnih aparata za gašenje požara (članak 41. stavak 2. ZZOP-a),
- e. koji u slučaju privremenog povećanog požarnog rizika ne poduzmu odgovarajuće dodatne, organizacijske i tehničke mjere zaštite od požara (članak 43. stavak 1. ZZOP-a).

ako ne poduzmu mjere naložene rješenjem:

- ministra o razvrstavanju u kategoriju ugroženosti od požara u roku određenom tim rješenjem (članak 20. stavak 2. ZZOP-a),
- inspektora Ministarstva, odnosno nadležne policijska uprave (članak 54. stavak 1. ZZOP-a).

8. KAZNENA DJELA PROTIV OPĆE SIGURNOSTI LJUDI I IMOVINE (samo I i II kategorija)

XXI -KAZNENA DJELA PROTIV OPĆE SIGURNOSTI (KZ čl. 215-222)

Dovođenje u opasnost života i imovine opće opasnom radnjom ili sredstvom

Članak 215.

Tko požarom, poplavom, eksplozivom, otrovom ili otrovnim plinom, ionizirajućim zračenjem, motornom silom, električnom ili drugom energijom ili kakvom opće opasnom radnjom ili opće opasnim sredstvom izazove opasnost za život ili tijelo ljudi ili za imovinu većeg opsega,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

Kaznom iz stavka 1. ovoga članka kaznit će se tko ne postavi propisane naprave za zaštitu od požara, eksplozije, poplave, otrova, otrovnih plinova, nuklearne energije, ionizirajućih zračenja ili za zaštitu na radu ili te naprave ne održava u ispravnom stanju, ili ih u slučaju potrebe ne stavi u djelovanje, ili uopće ne postupa po propisima ili tehničkim pravilima o zaštitnim mjerama i time izazove opasnost za život ili tijelo ljudi ili za imovinu većeg opsega.

Tko kaznena djela iz stavka 1. i 2. ovoga članka počini iz nehaja,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

Dovođenje u opasnost života i imovine sustavom umjetne inteligencije

Članak 215.a

1. Tko u razvoju, testiranju, provjeri, nadzoru, upravljanju, uporabi sustava umjetne inteligencije ili na drugi način sustavom umjetne inteligencije izazove opasnost za život ili tijelo ljudi ili za imovinu većeg opsega, a time nije počinjeno teže kazneno djelo,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

2. Tko kazneno djelo iz stavka 1. ovoga članka počini iz nehaja,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

3. Ako je kaznenim djelom iz stavka 1. ovoga članka prouzročena teška tjelesna ozljeda neke osobe ili imovinska šteta velikih razmjera,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od jedne do deset godina.

4. Ako je kaznenim djelom iz stavka 1. ovoga članka prouzročena smrt jedne ili više osoba,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od tri do petnaest godina.

5. Ako je kaznenim djelom iz stavka 2. ovoga članka prouzročena teška tjelesna ozljeda neke osobe ili imovinska šteta velikih razmjera,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

6. Ako je kaznenim djelom iz stavka 2. ovoga članka prouzročena smrt jedne ili više osoba,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od jedne do osam godina.

Uništenje ili oštećenje javnih naprava

Članak 216.

Tko uništi, ošteti, izmijeni, učini neuporabljivim, ukloni, isključi ili ometa u radu napravu javne uporabe za vodu, toplinu, plin, električnu ili drugu energiju, ili elektroničku komunikacijsku opremu i time izazove poremećaj u redovitom životu stanovništva,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

Kaznom iz stavka 1. kaznit će se tko uništi, ošteti, prekine, preusmjeri ili na drugi način onespособi ispravnost podmorskog kabela ili cjevovoda koji ispod vodene površine omogućuje elektroničku komunikacijsku uslugu ili protok vode, plina, nafte ili električne energije između dviju ili više država ili između neke države i Arktika ili Antarktika.

Kaznom iz stavka 1. ovoga članka kaznit će se tko uništi, ošteti ili na drugi način onespособi ispravnost pratećih objekata, plovila, naprava ili opreme koja se koristi za postavljanje, popravak ili održavanje podmorskih kabela ili cjevovoda.

Tko kazneno djelo iz stavka 1., 2., ili 3. ovoga članka počini iz nehaja,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

Uništenje ili oštećenje zaštitnih naprava na radu

Članak 217.

Tko na mjestu gdje se obavlja neki rad uništi, ošteti, ukloni, isključi ili na drugi način učini neuporabljivim ili nedjelotvornim zaštitne naprave na radu i time izazove opasnost za život ili tijelo ljudi ili za imovinu većeg opsega,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

Tko kazneno djelo iz stavka 1. ovoga članka počini iz nehaja,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

Uništenje, oštećenje ili zlouporaba znakova za opasnost

Članak 218.

Tko uništi, ošteti, ukloni ili na drugi način učini neuporabljivim ili neuočljivim znak kojim se upozorava na opasnost,

kaznit će se kaznom zatvora do jedne godine.

Kaznom iz stavka 1. ovoga članka kaznit će se tko bez potrebe pošalje međunarodno ugovoreni znak za poziv u pomoć ili znak da prijeti opasnost ili tko pošalje međunarodno ugovoreni znak za postojanje sigurnosti kad to nije opravdano, ili tko zlouporabi međunarodno ugovoreni komunikacijski znak.

Zlouporaba radioaktivnih tvari

Članak 219.

Tko s ciljem da usmrti drugoga ili da ga teško tjelesno ozlijedi ili da prouzroči znatnu štetu na tuđoj imovini ili okolišu radioaktivne tvari ili uređaj za aktiviranje, raspršivanje ili emitiranje radioaktivnih tvari neovlašteno proizvodi, prerađuje, pribavi, posjeduje, skladišti, prevozi, uvozi, izvozi, daje drugome ili drugome omogući da do njega dođe,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

Kaznom iz stavka 1. ovoga članka kaznit će se tko s ciljem da usmrti drugoga ili da ga teško tjelesno ozlijedi ili da prouzroči znatnu štetu na tuđoj imovini ili okolišu koristi radioaktivne tvari ili uređaj za aktiviranje, raspršivanje ili emitiranje radioaktivnih tvari ili koristi ili ošteti nuklearni objekt tako da dovede do opasnosti od oslobađanja radioaktivnih tvari.

Kaznom iz stavka 1. ovoga članka kaznit će se tko silom ili prijetnjom uporabe sile neovlašteno zahtijeva predaju nuklearnog objekta ili radioaktivnih tvari ili uređaja za aktiviranje, raspršivanje ili emitiranje radioaktivnih tvari.

Rukovanje opće opasnim tvarima

Članak 220.

Tko ionizirajuće ili druge tvari koje mogu prouzročiti opću opasnost za život ljudi ili imovinu većeg opsega neovlašteno izradi, prikuplja, sakriva, rasprši, koristi, promijeni, raspačava ili ih nepropisno prenosi, ili drugome omogućava da do njih neovlašteno dođe, ili drugome onemogućava da do njih ovlašteno dođe,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

Kaznom iz stavka 1. ovoga članka kaznit će se tko protivno propisima o prometu eksploziva ili lako upaljivog materijala preda eksploziv ili lako upaljiv materijal na prijevoz javnim prijevoznim sredstvima ili takav materijal sam prenosi koristeći se javnim prijevoznim sredstvom.

Ionizirajuće ili druge tvari iz stavka 1. ovoga članka i eksploziv i lako upaljiv materijal iz stavka 2. ovoga članka će se oduzeti.

Opasno izvođenje građevinskih radova

Članak 221.

Tko pri projektiranju, provođenju stručnog nadzora nad građenjem, građenju ili izvođenju pojedinih radova ili uklanjanju građevine, postupajući protivno propisima ili opće priznatim pravilima struke, izazove opasnost za život ili tijelo ljudi ili za imovinu većeg opsega,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

Tko kazneno djelo iz stavka 1. ovoga članka počinio iz nehaja,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

Teška kaznena djela protiv opće sigurnosti

Članak 222.

Ako je kaznenim djelom iz članka 215. stavka 1. i 2., članka 216. stavka 1., 2. i 3., članka 217. stavka 1., članka 219. i članka 221. stavka 1. ovoga Zakona prouzročena teška tjelesna ozljeda neke osobe ili imovinska šteta velikih razmjera,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od jedne do deset godina.

Ako je kaznenim djelom navedenim u stavku 1. ovoga članka prouzročena smrt jedne ili više osoba,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od tri do petnaest godina.

Ako je kaznenim djelom iz članka 215. stavka 3., članka 216. stavka 4., članak 217. stavka 2. i članka 221. stavka 2. ovoga Zakona prouzročena teška tjelesna ozljeda neke osobe ili imovinska šteta velikih razmjera,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

Ako je kaznenim djelom navedenim u stavku 3. ovoga članka prouzročena smrt jedne ili više osoba,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od jedne do osam godina.

XXIII-KAZNENA DJELA PROTIV IMOVINE(KZ čl. 228-245)-informativno

Krađa

Članak 228.

(1) Tko tuđu pokretnu stvar oduzme drugome s ciljem da je protupravno prisvoji,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

(2) Ako je vrijednost ukradene stvari mala, a počinitelj je postupao s ciljem prisvajanja stvari takve vrijednosti,

kaznit će se kaznom zatvora do jedne godine.

(3) Ako je vrijednost ukradene stvari velika, počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

(4) Vрати li počinitelj ukradenu stvar oštećeniku prije nego što je saznao da je otkriven, može se osloboditi kazne.

(5) Za pokušaj kaznenog djela iz stavka 1. ovoga članka počinitelj će se kazniti.

Teška krađa

Članak 229.

(1) Kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina kaznit će se tko počini krađu iz članka 228. stavka. 1. ovoga Zakona:

1. obijanjem, provaljivanjem ili svladavanjem većih prepreka da dođe do stvari iz zatvorenih zgrada, soba, blagajna, ormara ili drugih zatvorenih prostorija ili prostora,
2. na osobito opasan ili osobito drzak način,
3. iskorištavanjem stanja prouzročenog požarom, poplavom, potresom ili drugom nesrećom,
4. iskorištavanjem bespomoćnosti ili drugog osobito teškog stanja druge osobe,
5. ako je ukradeno oružje, streljivo, rakete, minskoeksplozivna sredstva, borbeno ili dio borbenog sredstva koje služi potrebama obrane,
6. ako ukradena stvar služi u vjerske svrhe ili je ukradena iz crkve ili druge zgrade ili prostorije koja služi za vjerske obrede,

7. ako je ukradeno kulturno dobro ili stvar od znanstvenog, umjetničkog, povijesnog ili tehničkog značenja ili se nalazi u javnoj zbirci, zaštićenoj privatnoj zbirci ili je izložena za javnost,
8. ako je počinitelj pri sebi imao kakvo oružje ili opasno oruđe radi napada ili obrane,
9. kao službena osoba u obavljanju službe ili odgovorna osoba u obavljanju javne ovlasti.

(2) Ako su ostvarena obilježja teške krađe iz stavka 1., a vrijednost ukradene stvari je velika, počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od **jedne do osam godina**.

(3) Ako su ostvarena obilježja teške krađe iz stavka 1. točke 1. do 6. ovoga članka, ali je vrijednost ukradene stvari mala, a počinitelj je postupao s ciljem prisvajanja stvari takve vrijednosti,

kaznit će se za krađu iz članka 228. stavka 1. ovoga Zakona.

Razbojništvo

Članak 230.

(1) Tko uporabom sile protiv neke osobe ili prijetnjom da će izravno napasti na njezin život ili tijelo oduzme tuđu pokretnu stvar s ciljem da je protupravno prisvoji,

kaznit će se kaznom zatvora od jedne do deset godina.

(2) Ako je kaznenim djelom iz stavka 1. ovoga članka pribavljena znatna imovinska korist ili je uporabljeno kakvo oružje ili opasno oruđe,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od tri do dvanaest godina.

(3) Ako je kaznenim djelom iz stavka 1. i 2. ovoga članka prouzročena smrt osobe, počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od najmanje pet godina.

Razbojnička krađa

Članak 231.

(1) Tko je zatečen pri počinjenju krađe, pa s ciljem da ukradenu stvar zadrži, uporabi silu protiv neke osobe ili prijetnju da će izravno napasti na njezin život ili tijelo,

kaznit će se kaznom zatvora od jedne do deset godina.

(2) Ako je pri počinjenju kaznenog djela iz stavka 1. ovoga članka pribavljena znatna imovinska korist ili je uporabljeno kakvo oružje ili opasno oruđe,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od tri do dvanaest godina.

(3) Ako je kaznenim djelom iz stavka 1. i 2. ovoga članka prouzročena smrt osobe,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od najmanje pet godina.

Utaja

Članak 232.

(1) Tko protupravno prisvoji tuđu pokretnu stvar ili imovinsko pravo koji su mu povjereni,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

(2) Tko protupravno prisvoji tuđu pokretnu stvar ili imovinsko pravo koje je našao ili do kojih je slučajno došao,

kaznit će se kaznom zatvora do dvije godine.

(3) Ako je vrijednost utajene stvari ili imovinskog prava velika,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

(4) Ako je vrijednost utajene stvari ili imovinskog prava mala, a počinitelj je postupao s ciljem prisvajanja stvari takve vrijednosti,

kaznit će se kaznom zatvora do jedne godine.

Pronevjera

Članak 233.

(1) Tko protupravno prisvoji tuđu pokretnu stvar ili imovinsko pravo koji su mu povjereni na radu,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

(2) Ako je vrijednost pronevjerene stvari ili imovinskog prava velika,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od jedne do osam godina.

(3) Ako je vrijednost pronevjerene stvari ili imovinskog prava mala, a počinitelj je postupao s ciljem prisvajanja stvari takve vrijednosti,

kaznit će se kaznom zatvora do dvije godine.

Neovlaštena uporaba tuđe pokretne stvari

Članak 234.

(1) Tko drugome protupravno oduzme tuđu pokretnu stvar radi privremene uporabe,

kaznit će se kaznom zatvora do jedne godine.

(2) Tko neovlašteno oduzme tuđe motorno vozilo radi privremene uporabe,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

(3) Za pokušaj kaznenog djela iz stavka 2. ovoga članka počinitelj će se kazniti.

Oštećenje tuđe stvari

Članak 235.

(1) Tko oštetiti, uništiti, izobličiti ili učini neuporabljivom tuđu stvar,

kaznit će se kaznom zatvora do dvije godine.

(2) Kaznom iz stavka 1. ovoga članka kaznit će se tko crtežima ili natpisima neovlašteno mijenja izgled zidova, motornih vozila ili drugih površina.

(3) Ako je počinitelj kazneno djelo iz stavka 1. ili 2. ovoga članka počinio iz niskih pobuda ili je njime prouzročio znatnu štetu,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

Prijevара

Članak 236.

(1) Tko s ciljem da sebi ili drugome pribavi protupravnu imovinsku korist dovede nekoga lažnim prikazivanjem ili prikrivanjem činjenica u zabludu ili ga održava u zabludi i time ga navede da na štetu svoje ili tuđe imovine nešto učini ili ne učini,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

(2) Ako je kaznenim djelom iz stavka 1. ovoga članka pribavljena znatna imovinska korist ili prouzročena znatna šteta,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od jedne do osam godina.

(3) Ako je kaznenim djelom iz stavka 1. ovoga članka pribavljena mala imovinska korist, a počinitelj je išao za pribavljanjem takve koristi,

kaznit će se kaznom zatvora do jedne godine.

Nedozvoljena igra na sreću

Članak 237.

(1) Tko s ciljem da sebi ili drugome pribavi imovinsku korist bez odobrenja nadležnog tijela javno priredi, obavi ili promiče igru na sreću,

kaznit će kaznom zatvora do tri godine.

(2) Kaznom iz stavka 1. ovoga članka kaznit će se tko pripremi, obavlja ili promiče igru ili djelatnost u kojoj sudionik u igri koji je uložio sredstva može očekivati dobitak samo ako se uključe daljnji sudionici.

(3) Ako se počinitelj bavi djelatnošću iz stavka 1. ili 2. ovoga članka,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

(4) Ako je kaznenim djelom iz stavka 1., 2. ili 3. ovoga članka ostvarena znatna imovinska korist ili prouzročena znatna imovinska šteta,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od jedne do osam godina.

(5) Predmeti i sredstva koji su bili namijenjeni ili uporabljeni za počinjenje kaznenog djela iz stavka 1., 2., 3. i 4. ovoga članka će se oduzeti.

Zloupорaba osiguranja

Članak 238.

(1) Tko s ciljem da sebi ili drugome pribavi osigurninu uništi, ošteti ili sakrije stvar koja je osigurana protiv uništenja, oštećenja, gubitka ili krađe,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

(2) Kaznom iz stavka 1. ovoga članka kaznit će se tko s ciljem da sebi ili drugome pribavi pravo iz osiguranja, socijalnog osiguranja ili socijalne skrbi hini bolest, tjelesno ozlijedi sebe ili drugoga ili sebi ili drugome naruši zdravlje.

Zloupotroba čeka i platne kartice

Članak 239.

Tko zloupotrobom čeka ili platne kartice na čiju uporabu ima pravo obveže njihova izdavatelja na isplatu i na taj mu način prouzroči imovinsku štetu,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

Zloupotroba povjerenja

Članak 240.

(1) Tko zastupajući imovinske interese druge osobe zloupotrobi zakonom ili ugovorom dane mu ovlasti i time prouzroči imovinsku štetu osobi čije interese zastupa,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

(2) Ako kazneno djelo iz stavka 1. ovoga članka počini roditelj, skrbnik ili odvjetnik,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

(3) Ako je kaznenim djelom iz stavka 1. ili 2. ovoga članka prouzročena znatna imovinska šteta,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od jedne do osam godina.

Povreda tuđih prava

Članak 241.

(1) Tko s ciljem da osujeti ostvarenje prava na stvari, otuđi, uništi, ošteti, sakrije ili oduzme svoju stvar ili stvar osobe čije interese zastupa na kojoj drugi ima založno pravo, pravo zadržanja ili pravo uživanja,

kaznit će se kaznom zatvora do jedne godine.

(2) Kaznom iz stavka 1. ovoga članka kaznit će se tko s ciljem da osujeti namirenje vjerovnika prije ili tijekom ovršnog postupka otuđi, uništi, ošteti ili sakrije dijelove svoje imovine ili imovine osobe čije interese zastupa.

Lihvarski ugovor

Članak 242.

(1) Tko iskorištavajući nuždu, neiskustvo, lakomislenost, smanjenu sposobnost rasuđivanja ili znatnu slabost volje druge osobe primi od nje ili s njom ugovori za sebe ili drugoga imovinsku korist koja je u očitoj nerazmjeru s onim što je on dao, učinio ili se obvezao dati ili učiniti,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

(2) Ako se počinitelj bavi djelatnošću iz stavka 1. ovoga članka ili je pribavljena znatna imovinska korist,

kaznit će se kaznom zatvora od jedne do osam godina.

Iznuda

Članak 243.

(1) Tko s ciljem da sebi ili drugome pribavi protupravnu imovinsku korist silom ili ozbiljnom prijetnjom prisili drugoga da što učini, ne učini ili trpi na štetu svoje ili tuđe imovine,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

(2) Ako je kaznenim djelom iz stavka 1. ovoga članka pribavljena znatna imovinska korist ili prouzročena znatna šteta,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od jedne do osam godina.

(3) Ako je pri počinjenju kaznenog djela iz stavka 1. ovoga članka počinitelj uporabio silu protiv osobe ili je zaprijetio da će izravno napasti na život ili tijelo osobe,

kaznit će se kaznom zatvora od jedne do deset godina.

(4) Ako je kaznenim djelom iz stavka 3. ovoga članka uporabljeno kakvo oružje ili opasno oruđe, pribavljena znatna imovinska korist ili je prouzročena znatna šteta,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od tri do dvanaest godina.

(5) Ako je pri počinjenju kaznenog djela iz stavka 1. i 3. ovoga članka počinitelj zaprijetio da će izravno napasti na život ili tijelo većeg broja osoba ili da će teško oštetiti objekte velikog društvenog značenja,

kaznit će se kaznom zatvora od tri do petnaest godina.

(6) Ako je kaznenim djelom iz stavka 1. ili 3. ovoga članka prouzročena smrt osobe,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora najmanje pet godina.

Prikrivanje

Članak 244.

(1) Tko stvar za koju zna ili je morao znati da je drugi pribavio kaznenim djelom protiv imovine, kupuje, prima u zalog ili na drugi način pribavlja, preprodaje ili skriva ili pomaže preprodati ili sakriti ako time nije počinjeno neko drugo kazneno djelo za koje je propisana teža kazna,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

(2) Tko se bavi prikrivanjem stvari iz stavka 1. ovoga članka,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

(3) Počinitelj kaznenog djela iz stavka 1. ovoga članka neće se kazniti kaznom strožom od one koja je propisana za kazneno djelo kojim je prikrivena stvar pribavljena.

Kazneni progon za kaznena djela protiv imovine

Članak 245.

(1) Kaznena djela iz članka 228. stavka 2., članka 232. stavka 1., 2. i 4., članka 233. stavka 3., članka 236. stavka 3. i članka 240. stavka 1. ovoga Zakona progone se po privatnoj tužbi, osim ako su počinjena na štetu državne imovine.

(2) Kaznena djela iz članka 234. stavka 1. i članka 238. stavka 1. ovoga Zakona progone se po prijedlogu.

(3) Kazneno djelo iz članka 235. stavka 1. ovoga Zakona progoni se po prijedlogu, osim ako je djelo počinjeno na štetu državne imovine.

(4) Kaznena djela iz članka 228. stavka 1., članka 229., članka 230. stavka 1., članka 234. i članka 236. stavka 1. i 2. ovoga Zakona počinjena na štetu bračnog ili izvanbračnog druga, životnog partnera ili neformalnog životnog partnera, srodnika po krvi u ravnoj lozi, brata ili sestre, posvojitelja, posvojenika ili na štetu osobe s kojom počinitelj živi u zajedničkom kućanstvu, progone se po privatnoj tužbi.

9. KAZNENA DIJELA PROTIV SLUŽBENE DUŽNOSTI I JAVNIH OVLAŠTENJA **(samo I i II kategorija)**

XXVIII- KAZNENA DIJELA PROTIV SLUŽBENE DUŽNOSTI (KZ čl. 291-300)

Zlouporaba položaja i ovlasti

Članak 291.

Službena ili odgovorna osoba koja iskoristi svoj položaj ili ovlast, prekorači granice svoje ovlasti ili ne obavi dužnost pa time sebi ili drugoj osobi pribavi korist ili drugome prouzroči štetu,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

Ako je kaznenim djelom iz stavka 1. ovoga članka pribavljena znatna imovinska korist ili je prouzročena znatna šteta,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od jedne do dvanaest godina.

Nezakonito pogodovanje

Članak 292.

Službena ili odgovorna osoba koja na temelju sporazuma pogoduje jednom od gospodarskih subjekata prilagođavanjem uvjeta javne nabave ili sklopi ugovor s ponuditeljem čija je ponuda u suprotnosti s uvjetima iz dokumentacije za nadmetanje,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

Kaznom iz stavka 1. ovoga članka kaznit će se službena ili odgovorna osoba koja iskoristi položaj ili ovlast pogodovanjem u davanju, preuzimanju ili ugovaranju poslova za svoju djelatnost ili djelatnost osoba s kojima je interesno povezana.

Primanje mita

Članak 293.

Službena ili odgovorna osoba koja zahtijeva ili primi mito, ili koja prihvati ponudu ili obećanje mita za sebe ili drugoga da unutar ili izvan granica svoje ovlasti obavi službenu ili drugu radnju koja se ne bi smjela obaviti, ili da ne obavi službenu ili drugu radnju koja bi se morala obaviti,

kaznit će se kaznom zatvora od jedne do deset godina.

Službena ili odgovorna osoba koja zahtijeva ili primi mito, ili koja prihvati ponudu ili obećanje mita za sebe ili za drugoga da unutar ili izvan granica svoje ovlasti obavi službenu ili drugu radnju koja bi se morala obaviti, ili da ne obavi službenu ili drugu radnju koja se ne bi smjela obaviti,

kaznit će se kaznom zatvora od jedne do osam godina.

Službena ili odgovorna osoba koja nakon obavljanja, odnosno neobavljanja službene ili druge radnje navedene u stavku 1. i 2. ovoga članka, a u vezi s njom, zahtijeva ili primi mito,

kaznit će se kaznom zatvora do jedne godine.

U slučajevima počinjenja kaznenog djela iz stavka 1., 2. ili 3. ovoga članka, kada službena osoba zahtijeva ili primi mito, ili prihvati ponudu ili obećanje mita, službenom osobom smatra se i strani javni službenik. Strani javni službenik je imenovani ili izabrani nositelj zakonodavne, izvršne, upravne ili pravosudne dužnosti ili službe Europske unije ili strane države, kao i osoba koja obavlja ili joj je izričito ili stvarno povjereno obavljanje poslova javne službe za Europsku uniju ili stranu državu, uključujući i za pravnu osobu koja je osnovana na temelju javnog prava s ciljem obavljanja poslova od javnog interesa ili za poslovni subjekt u kojem strana država ima izravni ili neizravni prevladavajući utjecaj, te dužnosnik ili službenik međunarodne javne organizacije ili bilo koja osoba koja je ovlaštena od strane takve organizacije postupati u ime i za račun te organizacije. Strana država uključuje sve razine vlasti te države ili organiziranog stranog područja.

Davanje mita

Članak 294.

Tko službenoj ili odgovornoj osobi ponudi, dade ili obeća mito namijenjeno toj ili drugoj osobi da unutar ili izvan granica svoje ovlasti obavi službenu ili drugu radnju koju ne bi smjela obaviti ili da ne obavi službenu ili drugu radnju koju bi morala obaviti, ili tko posreduje pri takvom podmićivanju službene ili odgovorne osobe,

kaznit će se kaznom zatvora od jedne do osam godina.

Tko službenoj ili odgovornoj osobi ponudi, dade ili obeća mito namijenjeno toj ili drugoj osobi da unutar ili izvan granica svoje ovlasti obavi službenu ili drugu radnju koju bi morala obaviti, ili da ne obavi službenu ili drugu radnju koju ne bi smjela obaviti, ili tko posreduje pri takvom podmićivanju službene ili odgovorne osobe,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

U slučajevima počinjenja kaznenog djela iz stavka 1. ili 2. ovoga članka, kada se mito ponudi, dade ili obeća službenoj osobi, službenom osobom smatra se i strani javni službenik. Strani javni službenik je imenovani ili izabrani nositelj zakonodavne, izvršne, upravne ili pravosudne dužnosti ili službe Europske unije ili strane države, kao i osoba koja obavlja ili joj je izričito ili stvarno povjereno obavljanje poslova javne službe za Europsku uniju ili stranu državu, uključujući i za pravnu osobu koja je osnovana na temelju javnog prava s ciljem obavljanja poslova od javnog interesa ili za poslovni subjekt u kojem strana država ima izravni ili neizravni prevladavajući utjecaj, te dužnosnik ili službenik međunarodne javne organizacije ili bilo koja osoba koja je ovlaštena od strane takve organizacije postupati u ime i za račun te organizacije. Strana država uključuje sve razine vlasti te države ili organiziranog stranog područja.

Počinitelj kaznenog djela iz stavka 1. i 2. ovoga članka koji je dao mito na zahtjev službene ili odgovorne osobe i prijavio djelo prije njegova otkrivanja ili prije saznanja da je djelo otkriveno, može se osloboditi kazne.

Trgovanje utjecajem

Članak 295.

Tko iskorištavanjem svoga službenog ili društvenog položaja ili utjecaja posreduje da se obavi službena ili druga radnja koja se ne bi smjela obaviti ili da se ne obavi službena ili druga radnja koja bi se morala obaviti,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

Tko zahtijeva ili primi mito, ili prihvati ponudu ili obećanje mita za sebe ili drugoga da iskorištavanjem svoga službenog ili društvenog položaja ili utjecaja posreduje da se obavi službena ili

druga radnja koja se ne bi smjela obaviti, ili da se ne obavi službena ili druga radnja koja bi se morala obaviti,

kaznit će se kaznom zatvora od jedne do deset godina.

Tko zahtijeva ili primi mito, ili tko primi ponudu ili obećanje mita za sebe ili drugoga da iskorištavanjem svoga službenog ili društvenog položaja ili utjecaja posreduje da se obavi službena ili druga radnja koja bi se morala obaviti, ili da se ne obavi službena ili druga radnja koja se ne bi smjela obaviti,

kaznit će se kaznom zatvora od jedne do osam godina.

Davanje mita za trgovanje utjecajem

Članak 296.

Tko drugome ponudi, obeća ili dade mito, namijenjeno toj ili drugoj osobi, da iskorištavanjem svoga službenog ili društvenog položaja ili utjecaja posreduje da se obavi službena ili druga radnja koja se ne bi smjela obaviti ili da se ne obavi službena ili druga radnja koja bi se morala obaviti,

kaznit će se kaznom zatvora od jedne do osam godina.

Tko drugome ponudi, obeća ili dade mito, namijenjeno toj ili drugoj osobi, da iskorištavanjem svoga službenog ili društvenog položaja ili utjecaja posreduje da se obavi službena ili druga radnja koja bi se morala obaviti, ili da se ne obavi službena ili druga radnja koja se ne bi smjela obaviti,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

Počinitelj kaznenog djela iz stavka 1. i 2. ovoga članka koji je dao mito na zahtjev osobe iz članka 295. ovoga Zakona i prijavio djelo prije njegova otkrivanja ili prije saznanja da je djelo otkriveno, može se osloboditi kazne.

Iznuđivanje iskaza

Članak 297.

Službena osoba koja pri ovlaštenom saslušanju uporabi silu, prijetnju ili drugo nedozvoljeno sredstvo ili način s ciljem da drugi dade ili se suzdrži od davanja iskaza ili druge izjave,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

Ako su počinjenjem kaznenog djela iz stavka 1. ovoga članka prouzročene osobito teške posljedice za osumnjičenika, okrivljenika ili optuženika u kaznenom postupku,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od jedne do osam godina.

Protuzakonita pretraga

Članak 298.

Službena osoba koja u obavljanju službe ili odgovorna osoba koja u obavljanju javne ovlasti protuzakonito obavi pretragu,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

Protuzakonito oslobođenje osobe kojoj je oduzeta sloboda

Članak 299.

Službena osoba koja protuzakonito oslobodi osobu kojoj je oduzeta sloboda ili joj pomogne u bijegu, kaznit će se kaznom zatvora od jedne do osam godina.

Odavanje službene tajne

Članak 300.

Tko neovlašteno drugome priopći, preda ili na drugi način učini pristupačnim podatke koji su službena tajna,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

Nema kaznenog djela ako je djelo iz stavka 1. ovoga članka počinjeno u pretežito javnom interesu.

**10. PREKRŠAJI I KAZNENA DJELA ZBOG PRIKRIVANJA I
NEPRIJAVLJIVANJA POŽARA I POČINITELJA POŽARA (I-IV
kategorija)**

Prekršaji iz ZZOP

Odredbom članka 62. Zakona o zaštiti od požara određeno je da će se novčanom kaznom u iznosu od 130,00 do 1990,00 eura kazniti, za prekršaj, fizička osoba:

- koja ne prijavi nastanak požara i sve informacije o požaru kako je to određeno člankom 11. stavak 2. Zakona o zaštiti od požara,
- koja ne omogući inspektoru ili drugoj ovlaštenoj osobi nesmetano obavljanje njegovih ovlasti (članak 44. stavak 2. ZZOP-a),
- koja ne postupi po zahtjevu odnosno naredbi inspektora (članak 44. stavak 3. ZZOP-a),
- koja ošteti ili odstrani službeni pečat inspektora stavljen u postupku provedbe mjere zabrane (članak 55. stavak 3. ZZOP-a).

Isto tako određeno je da će se za navedeni prekršaj kaznit pravna osoba novčanom kaznom u iznosu od 1990,00 do 19.900,00 eura, a odgovorna osoba u pravnoj osobi za isti prekršaj kaznit će se novčanom kaznom u iznosu od 260,00 do 1990,00 eura.

Odredbom članka 62. Određeno je da će se za prekršaj, novčanom kaznom u iznosu od 260,00 do 1990,00 eura, kaznit fizička osoba koja ne pristupi otklanjanju neposredne opasnosti, odnosno gašenju požara ili o tome ne obavijesti najbližu vatrogasnu postrojbu, policiju ili Državni centar za sustav 112, odnosno ne postupi prema planu zaštite od požara kako je određeno člankom 18. stavak 1. i 2. Zakona o zaštiti od požara.

Čl. 11. ZZOP-a

- (1) Ministarstvo na informacijskom sustavu vodi evidenciju i statistiku zaštite od požara.
- (2) Fizičke i pravne osobe i jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave dužne su policijskoj upravi, neposredno ili putem centra 112, prijaviti nastanak požara i sve informacije o požaru. **Kaznena odredba:**

Čl. 62. Zakona o zaštiti od požara

- (3) Pravne osobe su dužne voditi evidenciju o požarima na svom vlasništvu.
- (4) Sadržaj i način vođenja evidencije iz stavka 1. i 3. ovoga članka propisat će ministar.

Čl. 44. ZZOP-a

- (1) Upravni nadzor nad provedbom ovoga Zakona provodi Ministarstvo, a inspekcijski nadzor inspektori Ministarstva.
- (2) Osobe nad kojima se provodi nadzor iz stavka 1. dužne su omogućiti inspektoru zaštite od požara (u daljnjem tekstu: inspektor) ili drugoj ovlaštenoj osobi nesmetano obavljanje njegovih ovlasti.
- (3) Osobe nad kojima se provodi nadzor dužne su postupiti po zahtjevu i naredbi inspektora.

Kaznena odredba: Čl. 62. Zakona o zaštiti od požara

Čl. 55. ZZOP-a

- (1) Inspektor će privremeno usmeno zabraniti, iz razloga neposredne opasnosti za život i zdravlje ljudi ili imovine:
1. držanje predmeta i tvari koji predstavljaju neposrednu opasnost od nastanka i širenja požara,
 2. uporabu uređaja, opreme i instalacija koji predstavljaju neposrednu opasnost od nastajanja i širenja požara,
 3. uporabu otvorene vatre kada postoji neposredna opasnost od nastajanja i širenja požara,
 4. obavljanje ili obustavljanje obavljanja određenih radnji ili djelatnosti kada postoji neposredna opasnost od nastajanja i širenja požara ili je ugrožena evakuacija osoba,
 5. kretanje osoba na određenom prostoru kada postoji neposredna opasnost od požara.
- (2) Obveza izvršenja mjere zabrane iz stavka 1. ovoga članka počinje teći odmah.
- (3) U provedbi mjera zabrane iz stavka 1. ovoga članka inspektor može koristiti mjeru pečaćenja. **Kaznena odredba: Čl. 62. Zakona o zaštiti od požara**
- (4) Postupak pečaćenja, oblik, sadržaj i način uporabe pečata za pečaćenje iz stavka 3. ovoga članka propisuje ministar.
- (5) Ministarstvo, odnosno policijska uprava, mjeru zabrane iz stavka 1. i 3. ovoga članka, izdat će u obliku rješenja, najkasnije u roku od osam dana od dana izricanja usmene mjere zabrane.
- (6) Žalba protiv rješenja iz stavka 5. ovoga članka ne odgađa njegovo izvršenje.

Čl. 18.ZZOP-a

(1) Svatko tko primijeti neposrednu opasnost od nastanka požara ili požar odmah će sukladno svojim psihofizičkim sposobnostima pristupiti otklanjanju opasnosti, odnosno gašenju požara, vodeći pri tome računa da ne dovede u opasnost sebe ili drugu osobu.**Kaznena odredba: Čl. 62. Zakona o zaštiti od požara**

(2) Ukoliko osoba iz stavka 1. ovoga članka nije uspjela otkloniti opasnosti, odnosno ugasiti požar, dužna je obavijestiti Centar 112, najbližu vatrogasnu postrojbu ili policiju, odnosno postupiti prema planu zaštite od požara.**Kaznena odredba: Čl. 62. Zakona o zaštiti od požara**

(3) Pravne osobe i jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave dužne su, na način i pod uvjetima utvrđenim zakonom i propisima donesenim na temelju njega te planovima zaštite od požara, svojim alatom, opremom, tehničkim i prijevoznim sredstvima, a fizičke osobe i svojim radom, sudjelovati u gašenju požara i spašavanju ljudi i imovine ugroženih požarom.

Kaznena djela

Neprijavljivanje pripremanja kaznenog djela

Članak 301. KZ

(1) Tko zna da se priprema počinjenje kaznenog djela za koje je propisana kazna zatvora pet godina ili teža kazna i to ne prijavi u vrijeme kad je još bilo moguće spriječiti njegovo počinjenje, a djelo bude pokušano ili počinjeno,

kaznit će se kaznom zatvora do jedne godine.

(2) Tko počini kazneno djelo iz stavka 1. ovoga članka glede kaznenog djela za koje je propisana kazna dugotrajnog zatvora,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

(3) Nema kaznenog djela iz stavka 1. ovoga članka kad njegova obilježja ostvari osoba koja je u braku ili koja živi u izvanbračnoj ili isto spolnoj zajednici s osobom koja priprema neprijavljeno kazneno djelo ili je toj osobi rođak po krvi u ravnoj lozi, brat ili sestra, posvojitelj ili posvojenik, osim ako se priprema kazneno djelo na štetu djeteta.

(4) Za kazneno djelo iz stavka 2. ovoga članka može se blaže kazniti počinitelj koji je s osobom koja priprema počinjenje kaznenog djela u nekom od odnosa iz stavka 3. ovoga članka.

Neprijavljivanje počinjenog kaznenog djela

Članak 302. KZ

(1) Tko zna da je počinjeno kazneno djelo za koje je propisana kazna zatvora deset godina ili teža kazna pa to ne prijavi iako zna da bi takvom prijavom bilo omogućeno ili znatno olakšano otkrivanje djela ili počinitelja,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

(2) Kaznom iz stavka 1. ovoga članka kaznit će se službena ili odgovorna osoba koja ne prijavi počinjenje kaznenog djela za koje je saznala obavljajući svoju dužnost, a radi se o kaznenom djelu za koje pokretanje kaznenog postupka nije prepušteno privatnoj tužbi ili progonu po prijedlogu.

(3) Počinitelj kaznenog djela iz stavka 2. ovoga članka neće se kazniti kaznom strožom od one koja je propisana za kazneno djelo koje nije prijavio.

(4) Nema kaznenog djela iz stavka 1. ovoga članka kad njegova zakonska obilježja ostvari osoba koja je u braku ili koja živi u izvanbračnoj ili isto spolnoj zajednici s osobom koja je počinila neprijavljeno kazneno djelo ili je toj osobi rođak po krvi u ravnoj lozi, brat ili sestra, posvojitelj ili posvojenik, osim ako je djelo počinjeno prema djetetu.

(5) Nema kaznenog djela iz stavka 1. i 2. ovoga članka kad njegova zakonska obilježja ostvari vjerski ispovjednik ili osoba koja je prema zakonu dužna čuvati tajnu.

11. KAZNENA DJELA PROTIV UNIŠTAVANJA I PRIKRIVANJA TRAGOVA KAZNENOG DJELA POŽARA (I-IV kategorija)

Pomoć počinitelju nakon počinjenja kaznenog djela

Članak 303. KZ

(1) Tko krije ili zbrinjava počinitelja kaznenog djela za koje je propisana kazna zatvora od pet godina ili teža kazna ili mu prikrivanjem sredstava kojima je kazneno djelo počinjeno, tragova kaznenog djela ili predmeta nastalih ili pribavljenih kaznenim djelom ili na drugi način pomaže da ne bude otkriven ili uhićen,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

(2) Kaznom iz stavka 1. ovoga članka kaznit će se tko krije osobu koja je osuđena na kaznu zatvora ili na drugi način onemogućuje izvršenje te kazne.

(3) Tko kazneno djelo iz stavka 1. i 2. ovoga članka počinu u korist počinitelja kaznenog djela iz članka 88. do članka 91. ili članka 97. ovoga Zakona,

kaznit će se kaznom zatvora od jedne do osam godina.

(4) Počinitelj kaznenog djela iz stavka 2. ovoga članka neće se kazniti kaznom strožom od one koja je propisana za kazneno djelo koje je počinila osoba kojoj je počinitelj pružio pomoć.

(5) Nema kaznenog djela iz stavka 1., 2. i 3. ovoga članka kad njegova zakonska obilježja ostvari osoba koja je u braku ili koja živi u izvanbračnoj ili isto spolnoj zajednici s osobom kojoj je pružila pomoć ili je toj osobi rođak po krvi u ravnoj lozi, brat ili sestra, posvojitelj ili posvojenik.

Lažno prijavljivanje kaznenog djela

Članak 304. KZ

(1) Tko prijavi neku osobu ili podmetne tragove koji upućuju na to da je počinila kazneno djelo, iako zna da to nije istina, a ne radi se o kaznenom djelu koje se progoni po privatnoj tužbi,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

(2) Tko lažnom prijavom, podmetanjem tragova ili na drugi način izazove pokretanje kaznenog postupka protiv osobe za koju zna da nije počinitelj kaznenog djela, a ne radi se o kaznenom djelu koje se progoni po privatnoj tužbi,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

(3) Tko prijavi da je počinjeno kazneno djelo iako zna da to nije istina, a ne radi se o kaznenom djelu koje se progoni po privatnoj tužbi, ili tko sebe prijavi da je počinio takvo djelo iako zna da to nije istina,

kaznit će se kaznom zatvora do jedne godine.

Davanje lažnog iskaza

Članak 305.

(1) Svjedok, vještak, prevoditelj ili tumač koji u prethodnom kaznenom postupku, u postupku pred sudom, međunarodnim sudom čiju sudbenost Republika Hrvatska prihvaća, arbitražom, u prekršajnom postupku, upravnom postupku, postupku pred javnim bilježnikom ili stegovnom postupku daje lažni iskaz, nalaz ili mišljenje ili nešto lažno prevede,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

(2) Kaznom iz stavka 1. ovoga članka kaznit će se stranka u postupku, osim okrivljenika, koja daje lažni iskaz ako se na tom iskazu temelji konačna odluka u tom postupku.

(3) Ako je kaznenim djelom iz stavka 1. i 2. ovoga članka prouzročena osuda nedužnog okrivljenika ili druge osobito teške posljedice za okrivljenika,

počinitelj će se kazniti kaznom zatvora od jedne do deset godina.

(4) Ako počinitelj kaznenog djela iz stavka 1. ovoga članka dobrovoljno opozove svoj iskaz prije donošenja konačne odluke, može se osloboditi kazne.

Sprječavanje dokazivanja

Članak 306. KZ

(1) Tko s ciljem da navede na davanje lažnog iskaza ili da spriječi ili oteža dokazivanje prema pretpostavljenom svjedoku, svjedoku ili vještaku u prethodnom kaznenom postupku, postupku pred sudom, međunarodnim sudom čiju sudbenost Republika Hrvatska prihvaća, arbitražom, u prekršajnom postupku, upravnom postupku, postupku pred javnim bilježnikom ili stegovnom postupku uporabi silu, prijetnju ili kakav drugi oblik prisile ili im obeća, nudi ili daje dar ili kakvu drugu korist,

kaznit će se kaznom zatvora od jedne do osam godina.

(2) Tko s ciljem da spriječi ili znatno oteža dokazivanje u postupku pred sudom, međunarodnim sudom čiju sudbenost Republika Hrvatska prihvaća, arbitražom, u prekršajnom postupku, upravnom postupku, postupku pred javnim bilježnikom ili stegovnom postupku sakrije, ošteti ili uništi predmet ili ispravu koji služe dokazivanju, krivotvori dokaz, ili tko podnese takav dokaz znajući da je riječ o krivotvorini,

kaznit će se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina.

(3) Tko s ciljem da spriječi ili znatno oteža dokazivanje u postupku pred sudom ili u upravnom postupku ukloni, uništi, pomakne ili premjesti granični kamen, zemljomjerski znak, ili uopće znak o vlasništvu ili nekom drugom stvarnom pravu ili uporabi vode, ili tko s istim ciljem takav znak lažno postavi,

kaznit će se kaznom zatvora do tri godine.

----- O -----