

Slika 4.7 Provera alarma korišćenjem zavisnosti tipa B - alarm

Najzad, *zavisnost tipa C* se takođe odnosi na signal alarma iz dve ili više tačaka, ali u ovom slučaju to mogu pored automatskih detektora da budu i ručni javljači požara. U ovom slučaju, proglašava se prvo alarmno stanje, ali može da se uvede kašnjenje koje se odnosi na uključivanje izvršnih funkcija (izlaza), iako signal alarma počinje od ručnog javljača požara. Svrha kašnjenja u ovom slučaju je, pre svega, da se obezbedi dovoljno vreme potrebno za evakuaciju prisutnih pre nego što počne proces gašenja. Aktiviranje izlaza može da usledi i posle prijema drugog alarmnog signala od automatskog detektora ili ručnog javljača koji mogu da se nalaze u istoj ili različitoj zoni.

Opisani tipovi zavisnosti su identično definisani i u nemačkom standardu, tako da ovde neće biti navedeni.³⁾ Takođe, i jedan i drugi standard prilikom navođenja pravila za postavljanje pojedinih tipova detektora obavezno navodi (smanjuje) površinu pokrivanja detektora pojedinog tipa u odnosu na primenu nekog od navedenih tipova zavisnosti.

Kada se tačkasti detektori dima koriste za realizaciju zavisnosti, maksimalna površina pokrivanja pojedinačnog detektora dima treba da se smanji za najmanje 30%. Ako se navedeni tipovi zavisnosti koriste za aktiviranje uređaja za zaštitu od požara, na primer opreme za gašenje požara, maksimalna površina pokrivanja tačkastih detektora dima treba da se smanji za 50%. U slučaju da se tačkasti detektori toplote koriste za realizaciju dvojavljajčke zavisnosti, maksimalna površina pokrivanja detektora treba da se smanji za 50%. Takođe, rastojanje između dva detektora koji se koriste za realizaciju zavisnosti ne sme da bude manje od 2.5 m. U principu, realizacija zavisnosti korišćenjem više od dva detektora ili dve zone nije dozvoljeno, osim u posebnim slučajevima. Navedena razmatranja se odnose samo na tačkaste detektore dima i toplote, a ne i na višesenzorske detektore koji u sebi sadrže više senzora različitog tipa, jer ne postoji „lokalno“ razdvajanje tih senzora u okviru detektora.

³⁾ Razlika je samo u terminologiji. U nemačkom standardu, za zavisnost dva javljača ili dve zone se koristi termin (u engleskoj verziji standarda) *coincidence detection (type A, type B, type C)*.

5 Izbor detektora požara

Na izbor detektora požara prilikom projektovanja sistema utiču mnogi faktori, među kojima su najvažniji: očekivani razvoja požara u početnoj fazi, geometrija objekta (površina prostorija i visina), ambijentalne karakteristike (temperatura, brzina strujanja vazduha, itd.) i ometajući faktori.

Standard EN 54-14 u delu 6.4 *Selection of detectors and manual call points - 6.4.1 Detectors - General* navodi da prilikom razmatranja tipa detektora požara za određenu primenu treba da se uzmu u obzir sledeći faktori:

- zakonska regulativa,
- materijali u prostoru koji se štiti i način njihovog gorenja,
- konfiguracija prostora (posebno visina tavanice),
- efekat ventilacije i grejanja,
- ambijentalni uslovi,
- mogući izviri lažnog alarmiranja.

Posebno se naglašava da zbog osnovnog zahteva koji glasi da detektori treba da obezbede otkrivanje i dojavu požara u njegovoj najranijoj fazi, ne postoji tip detektora koji je pogodan za sve primene. U tom smislu, u najkraćem se navode osnovne karakteristike detektora požara na sledeći način:

- detektori toplote daju najsporiji odziv, ali ako se očekuje požar sa brzim razvojem toplote i malo dima, ovaj tip detektora ima prednost u odnosu na detektore dima,
- kod tinjajućih požara koji se sporo razvijaju detektor dima će reagovati prvi,
- pošto se produkti sagorevanja koje detektuju tačkasti detektori požara prenose konvekcijom, tačkasti detektori toplote i dima treba da se nalaze na ravanici (ili sličnoj konstrukciji), dakle nisu pogodni za upotrebu na otvorenom prostoru,
- u slučaju požara zapaljivih tečnosti prednost treba dati detektorima plamena,
- pošto detektori plamena detektuju zračenje plamena koje se širi direktno u svim pravcima, nije neophodno postojanje tavanice za postavljanje ovih detektora, mogu da se postave i na otvorenom prostoru,
- neki gasovi, kao na primer CO, CO₂, NH₃, prisutni su u produktima sagorevanja svih požara, tako da u određenim slučajevima treba razmotriti upotrebu detektora gasa (imajući u vidu da se radi o tipovima detektora koji su novijeg datuma, još uvek ne postoji dovoljno iskustvenih podataka o njihovom pozicioniranju),
- višesenzorski detektori požara koji predstavljaju kombinaciju dva ili više detektora (senzora) vrše obradu signala od senzora što omogućava primenu više kriterijuma za odlučivanje o alarmnom stanju, i time teorijski mogu da utiču na smanjenje stope lažnog alarmiranja.

S obzirom na činjenicu da su u ovoj knjizi karakteristike detektora detaljno obrađene u pojedinim poglavljima koja se bave načinom realizacije i funkcionisanjem pojedinih tipova detektora požara, ovde su navedene samo opšte smernice za izbor. Takođe, lažno alarmiranje predstavlja poseban problem, tako da su na kraju ovog poglavlja navedene samo najvažnije preporuke.

Detektori toplote, pojednostavljeno govoreći, daju odziv tek kada plamen dostigne trećinu visine prostorije u kojoj su postavljeni. Termodiferencijalni detektori su pogodniji za prostorije sa ambijentalnom temperaturom koja je niska i sporo se menja u vremenu, dok su termomaksimalni detektori pogodniji tamo gde se očekuje nagli porast temperature za kratko vreme. U odnosu na ostale tipove, ovi detektoru imaju veću imunitet u odnosu na ometajuće faktore u okruženju u kojem se nalaze.

Detektori dima, jonizacioni i optički, imaju širok opseg detekcije koji je pogodan skoro za sve primene. Jonizacioni detektori su pogodniji za otkrivanje dima koji sadrži manje čestice i koji nastaje pri požarima sa brzim razvojem, ali su manje osetljivi kada dim ima veću optičku gustinu, kao na primer kod tinjajućih požara.

Usisni sistemi za dim koriste sistem cevi pomoću kojih se uzorkuje vazduh iz prostora koji se nadgleda i transportuje do senzora koji su udaljeni od mesta uzorkovanja. Treba imati u vidu, pošto sistem cevi ima više otvora za uzimanje uzorka vazduha iz prostorije, da će uzorak dima koji stiže do senzora imati prosečnu gustinu svih uzoraka koji su uzeti kroz otvore. Ovi sistemi se najčešće koriste za zaštitu elektronske opreme.

Linijski detektori dima su pogodni za velike prostore u kojima dolazi širenja dima na velikoj površini pre detekcije, ponekad su jedino oni pogodni za detekciju u visokim prostorima.

Detektori plamena za detekciju koriste ultraljubičasto i infracrveno zračenje, ili kombinaciju ova dva opsega. Spektar zračenja većine gorivih materijala ima dovoljno širok opseg zračenja da bi mogao da se otkrije detektorom plamena, ali su oni posebno efikasni kod požara koji u samom početku daju intenzivan plamen. Ovaj tip detektora je posebno pogodan za detekciju požara u prostorima sa velikim dimenzijama, ali i na otvorenom prostoru, pod uslovom da postoji direktna linija „vida“ detektora prema žarištu požara. Ultraljubičasto i infracrveno zračenje menja svoje karakteristike prolaskom kroz različite materijale, što može da oteža otkrivanje. Posebno je osetljivo ultraljubičasto zračenje jer može da se apsorbuje slojem ulja, masti ili dimom koji nastaje u požaru. Probleme kod detektora plamena koji koriste infracrveno zračenje mogu da izazovu drugi izvori ovog tipa zračenja. Takođe, treba voditi računa da detektor plamena ne bude izložen direktnom sunčevom zračenju, mada danas na tržištu postoje tipovi na koje ovaj faktor ne utiče, tzv. *solar blind* detektori.

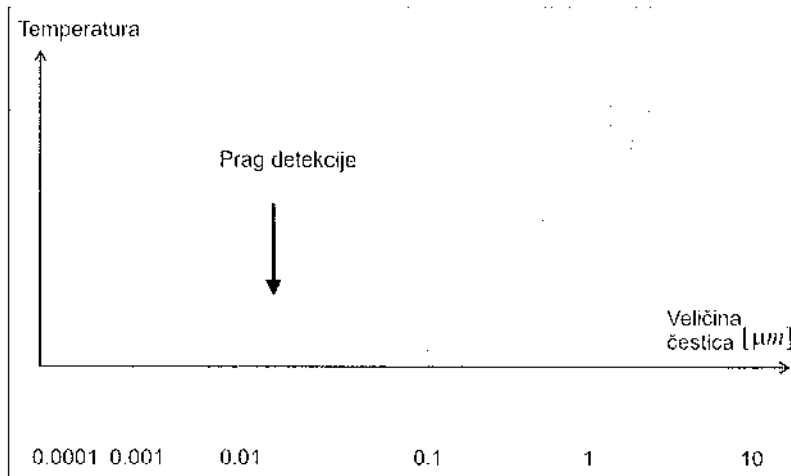
5.1 Tip mogućeg požara i njegov razvoj

Materije i materijali koji se nalaze ili mogu da se nađu u objektu i njihove karakteristike u odnosu na vattu, direktno ili posredno određuju tip detektora požara koji će biti upotrebljen. Na primer, ako su u prostoriji koja se štiti prisutni dim, isparenja ili prašina kao deo svakodnevnog tehnološkog ili radnog procesa (na primer, kuhinja), moraće da se koriste detektori toplote. Najčešće se odlučivanje na osnovu tipa mogućeg požara svodi na odlučivanje između tri tipa požara:

- tinjajući požar sa razvojem dima,
- otvoreni požar bez razvoja dima,
- otvoreni požar sa česticama.

Izbor detektora požara zavisi i od toga za koji od produkata sagorevanja (toplota, dim, zračenje plamena, CO) se očekuje da će biti dominantan tokom razvoja požara. Razvoj požara ne zavisi samo o vrsti zapaljivog materijala, već i od razmeštaja materijala, odnosa mase i površine koju zauzima i energije izvora paljenja. Najprisutniji materijali koji se nalaze u objektu i koji moraju da se uzmu u obzir su papir, zavese i tapacirani nameštaj, zapaljive tečnosti, izolacija kablova, plastični materijali i slično. Većina požara počinje žarištem koje zauzima malu površinu i produkti sagorevanja su nevidljivi, u tzv. „početnoj“ ili „prvobitnoj“ fazi. Pojavom dima nastaje „faza tinjanja“ koja rasplamsavanjem prelazi u „fazu gorenja“ pri čemu se brzina razvoja požara naglo povećava. Najzad, daljim razvojem požara nastaje „toplotna faza“.

Brzina kojom požar prolazi kroz navedene faze posle nastanka zavisi od materijala koji gori. Prolazak kroz sve četiri faze može da se desi u deliću sekunde, kada je u pitanju eksplozija, ili je potrebno da prođe nekoliko dana u tinjanju dok ne dođe do rasplamsavanja. Bez obzira na brzinu razvoja, produkti sagorevanja koji se stvaraju u navedenim fazama su osnova za detekciju i dojavu. Činjenica da danas detektori dima čine preko 90% ukupnog broja instaliranih detektora požara ne umanjuje potrebu za razmatranjem upotrebe ostalih tipova detektora, pre svega u sistemima koji nadgledaju različite tehnološke procese. Produkti sagorevanja za različite tipove požara se razlikuju po intenzitetu, obimu i vremenu trajanja, pa se na osnovu toga biraju požarne veličine koje su pogodne za detekciju. Različiti senzori koji se ugrađuju u detektore požara neće na isti način reagovati na sve požare.



Slika 5.1 Odnos veličina čestica dima i temperature tokom početne faze razvoja

Da bi se utvrdila pogodnost upotrebe pojedinih detektora za odgovarajući tip požara, a samim tim i olakšao izbor upa detektora, međunarodni standard ISO 7240-9: *Test fires for fire detectors* je definisao devet klasa požara sa oznakama **TF1** do **TF9**, dok je evropska regulativa svrstala sve požare u šest klasa sa oznakama od **TF1** do **TF6** (eng. *Test Fires*)¹⁾, čije su karakteristike prikazane u tabeli 5.1 na sledećoj strani:

- **TF1** - Otvoreni požar celuloze (drvo) - eng. *Open cellulosic fire (wood)*, rus. *Открытое пламя (дерево)*
- **TF2** - Brzi, tinjajući pirolitički požar (drvo) - eng. *Rapid smoldering pyrolysis fire (wood)*, rus. *Пиролитичный (дерево)*
- **TF3** - Tinjajući požar sa žarom (pamuk) - eng. *Glowing smoldering fire (cotton)*, rus. *Глеющий (хлопок)*
- **TF4** - Otvoreni požar plastike (poliuretan) - eng. *Open plastic fire (polyurethane)*, rus. *Открытое пламя, синтетика (полиуретан)*
- **TF5** - Požar zapaljive tečnosti bez dima - eng. *Liquid fire (n-heptane)*, rus. *Жидкостный (n-гептан)*
- **TF6** - Požar zapaljive tečnosti sa dimom (metil - alkohol) - eng. *Liquid fire (methylated spirits)*, rus. *Жидкостный (денатурированный спирт)*
- **TF7** - Spori tinjajući požar (pirolitički) - eng. *Slow smoldering (pyrolysis) wood fire*
- **TF8** - Požar tečnosti sa gustim dimom niske temperature - eng. *Low temperature black smoke (decalene) liquid fire*
- **TF9** - Spori tinjajući požar - eng. *Deep seated smoldering cotton fire*

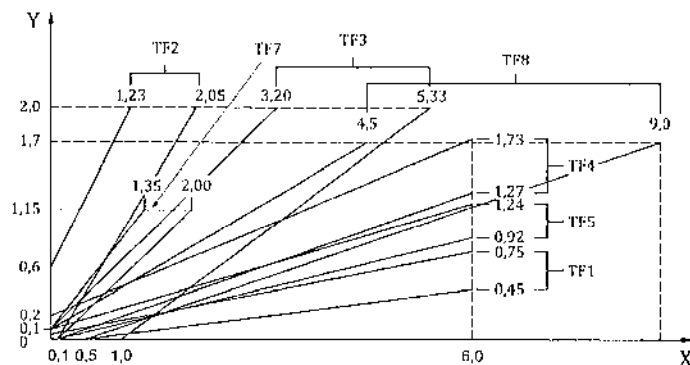
¹⁾ U odnosu na podelu koja je definisana standardom (SRPS) EN 54-9: *Fire sensitivity test* dodate su nove klase: TF7, TF8 i TF9.

Tabela 5.1 Klasifikacija požara sa aspekta požarnih veličina za detekciju

Klasa	Opis požara	Razvoj toplote	Brzina porasta	Dim	Spektar aerosola	Vidljivi deo	Ugljen monoksid
TF1	otvoreni, celuloza (drvo)	jak	velika	da	uglavnom vidljiv	taman	----
TF2	tinjajući, pirolitički (drvo)	zanemarljiv	mala	da	uglavnom vidljiv	svetao, rasut	da
TF3	tinjajući sa žarom (pamuk)	zanemarljiv	zanemarljiva	da	uglavnom vidljiv	svetao, rasut	mnogo
TF4	otvoreni, plastika (poliuretan)	jak	velika	da	delimično vidljiv	vrlo taman	malo
TF5	požari tečnosti (n-heptan)	jak	velika	da	uglavnom nevidljiv	vrlo taman	malo
TF6	požari tečnosti (metil - alkohol)	jak	velika	ne	nema	nema	----
TF7	spori tinjajući požar (piroliza)	zanemarljiv	mala	da	uglavnom vidljiv	svetao, rasut	----
TF8	sa crnim dimom niske temperature	zanemarljiv	mala	da	uglavnom vidljiv	taman	vrlo malo
TF9	spori tinjajući požar (pamuk)	slab	mala	da	uglavnom vidljiv	svetao, rasut	da

U skladu sa ovom podelom, u laboratorijama se ispituju različite performanse detektora požara u odnosu na tačno definisanu vrstu i količinu gorivog materijala u prostorijama različite geometrije i uslova ambijenta. Najvažnija karakteristika detektora koji treba da se dobije ispitivanjima je brzina odziva na osnovu koje se formiraju tabele pogodnosti upotrebe pojedinih tipova detektora. U principu, izbor detektora bi trebao da se obavlja na osnovu izbora reprezentativnog tipa požara i tabele pogodnosti za odgovarajući tip požara.

Na primer, TF6 bi trebao da se koristi za testiranje brzine odziva detektora toplote, dok bi TF1 do TF5 trebalo koristiti za proveru detektora dima. Test požar TF7 bi trebalo koristiti umesto TF2 za procenu odziva detektora dima koji se ugrađuju u stambene objekte. Test požari TF2, TF3 i TF9 su pogodni za testiranje odziva detektora ugljen monoksida. Test požari koji su opisani standardima trebalo bi da reprezentuju većinu požara koji mogu da se jave u praksi. Čestice koje su dobijene kao produkt sagorevanja tokom eksperimenta su u punom opsegu od velikih do malih čestica za sivi i crni dim, slika 5.2.



Slika 5.2 Odnos apsorpcije i gustine dima za test požare

Na slici je prikazan odnos optičke gustine dima (osa 1 - indeks apsorpcije m u dB/m) i gustine dima u jonizacionoj komori (osa 2 - bezdimenziona veličina y) za test požare.

Veličina m na ordinati predstavlja indeks apsorpcije, dok bezdimenziona veličina y na apscisi opisuje gustinu dima u mernoj jonizacionoj komori i dobija se na osnovu odnosa struje u komori u čistoj sredini i u prisustvu dima ili aerosola, na sledeći način:

$$y = I_0 / I - I / I_0,$$

I_0 - jačina struje u jonizacionoj komori bez dima i aerosola,

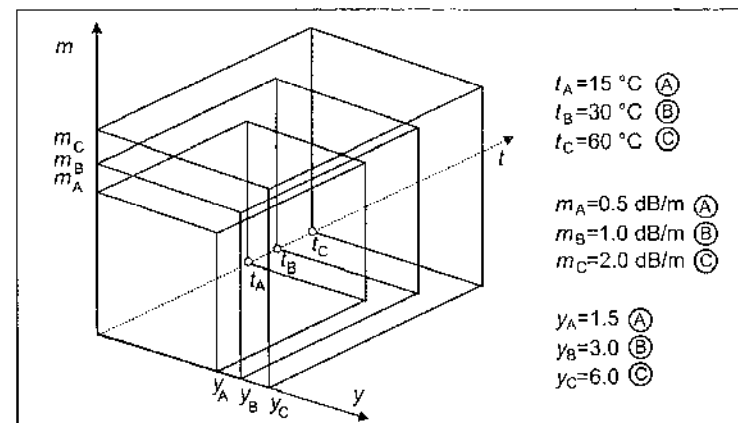
I - jačina struje u jonizacionoj komori u prisustvu dima i aerosola.

Dimenzije prostorije u kojoj se obavlja ispitivanje su: dužina $10 \text{ m} \pm 1 \text{ m}$, širina $7 \text{ m} \pm 1 \text{ m}$ i visina $4 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$ za sve ispitne požare, osim za TF7 gde je visina test prostorije $3 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$.

Iako se u laboratorijama ispituju različiti parametri detektora u odnosu na tačno definisanu vrstu i količinu gorivog materijala, najvažniji parametar svakog detektora je brzina odziva. Na osnovu njega se formiraju tabele pogodnosti upotrebe pojedinih tipova detektora za pojedinačne primene. U principu, izbor detektora bi trebao da se obavlja na osnovu izbora reprezentativnog tipa požara i tabele pogodnosti za odgovarajući tip požara.

Definisanje osetljivosti detektora se vrši za svaki od tipova požara u odnosu na zapreminu u okviru koje se nalazi tačka u kojoj se detektuje odgovarajući produkt sagorevanja. Alarmna tačka, tj. tačka u kojoj detektor ulazi u alarmno stanje sa koordinatama ($m_{A,B,C}, t_{A,B,C}, y_{A,B,C}$), definisana je na osnovu vrednosti u trenutku odziva za temperaturu - t , optičku gustinu dima m i jonizacionu gustinu dima y .

Zavisno od toga da li se alarmna tačka nalazi u najmanjem, srednjem ili najvećem kvadratu, osetljivost detektora se klasifikuje kao A (odlična), B (dobra) ili C (zadovoljava). Ako tačka ne pripada nijednom od definisanih prostora na slici 5.3 detektor požara se ne može primeniti.



Slika 5.3 Koordinate koje definišu klase pogodnosti A, B i C za primenu detektora

Uslovi pod kojima se realizuje svaki od tipskih, test požara precizno su definisani standardom. Ova tipizacija požara je izuzetno važna za požare u tehnološkim procesima, jer za razliku od javnih i stambenih objekata u kojima je lakše odrediti tip mogućeg požara, u industriji je to znatno teže.

Ispitni (tipski) požar TF1 se simulira paljenjem unakrsno naslaganih 70 bukavih letvica vlažnosti do 3% i dimenzija $25 \times 2 \times 1 \text{ [cm}^3\text{]}$. Letvice se slažu u 7 slojeva na površinu $50 \times 50 \text{ [cm}^2\text{]}$ ispod koje se nalazi 5 cm^3 špiritusa kao gorivi materijal u posudi prečnika 5 cm.

Ispitni požar TF2 za gorivo koristi 24 zrakasto poredanih bukavih gredica dimenzija $3,5 \times 2 \times 1 \text{ [cm}^3\text{]}$, sa sadržajem vlage ispod 3%, koje se nalaze na grejnoj ploči („rešou“) prečnika 220 cm i zagrevaju do temperature od $660 \text{ }^\circ\text{C}$ u trajanju od 11 minuta.

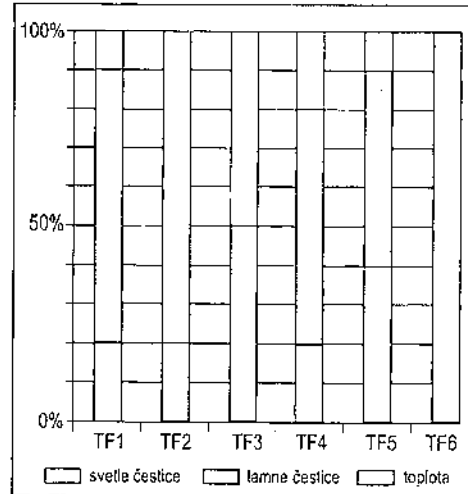
Za ispitni požar TF3 se koristi 90 pamučnih fitulja, dužine 80 cm, očišćenih i osušenih sa približno jednakom masom od 3 g.

Za požar TF4 se koristi paket od tri ploče od poliuretana gustine od oko 20 kg/m^3 , dimenzija $50 \times 50 \times 2 \text{ [cm}^3\text{]}$ u alu-foliji koja je oblikovana kao „tiganj“ ispod koga je zapaljeno 5 cm^3 špiritusa.

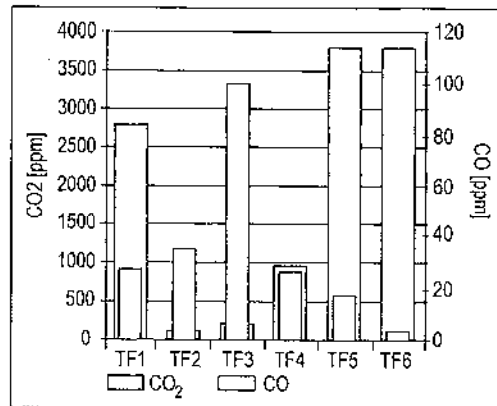
Ispitni požara zapaljive tečnosti TF5 se dobija paljenjem plamenom ili iskrom 650 g n-heptana sa dodatkom 3% toluola u posudi dimenzija $33 \times 33 \times 5 \text{ [cm}^3\text{]}$.

Na sličan način se izvodi i požar zapaljive tečnosti TF6. Koristi se 2 l špiritusa sa najmanje 90% etil-alkohola, u posudi od čelika debljine 2 mm i visine 5 cm. Dimenzije posude su 43.5×43.5 [cm²].

U praksi, prilikom projektovanja, može da se pode od osnovnih karakteristika test požara koje se odnose na razvoj dima i toplote, kao i na koncentraciju ugljen-monoksida (slike 5.4 i 5.5).



Slika 5.4 Čestice dima i razvoj toplote ispitnih požara TF1 - TF6



Slika 5.5 Koncentracija CO i CO₂ kod tipskih požara TF1 do TF6

Idealno bi bilo kada bi pri projektovanju sistema za dojavu požara mogao da se precizno definiše tip očekivanog požara u skladu sa klasama požara TF1 – TF9. Naime, proizvođači detektora požara, kao jedan od osnovnih podataka u tehničkim opisima detektora, daju i pogodnost upotrebe u skladu sa tipom požara. U svakom slučaju, karakteristike ispitnih požara mogu da bude dobra polazna osnova pri izboru detektora požara za konkretnu primenu.

Karakteristike požara TF1 su takve da on daje priličan visok nivo vidljivih i nevidljivih čestica koje mogu da se detektuju optičkim i jonizacionim detektorom dima, kao i višesenzorskim detektorom, s obzirom da je prisutna i promena temperature u vremenu.



Slika 5.6 Ispitni požari TF1 i TF2

Pirolični požar TF2, spori tinjajući požar drveta, daje visoku koncentraciju sivog i belog vidljivog dima, kao i dovoljno visoku koncentraciju ugljen-monoksida. Zbog toga požar ovog tipa dobro detektuju optički detektori dima, višesenzorski detektori i detektori ugljen-monoksida.

Spori tinjajući požar pamuka TF3 proizvodi visoku koncentraciju sivog i belog dima i veoma visoku koncentraciju ugljen monoksida, tako da se dobro otkriva detektorima ugljen monoksida i optičkim detektorima dima.

Požar poliuretana TF4 ima relativno konstantan plamen tako da je pogodan za detekciju jonizacionim detektorima dima u početnoj fazi. Pošto ovaj plamen daje i taman dim, može se detektovati i optičkim detektorima dima. Za detekciju se može koristiti i detektor ugljen monoksida i detektor toplote pošto je požar praćen malim, ali merljivim koncentracijama CO i malim promenama temperature u vremenu tokom gorenja.



Slika 5.7 Ispitni požari TF3 i TF4

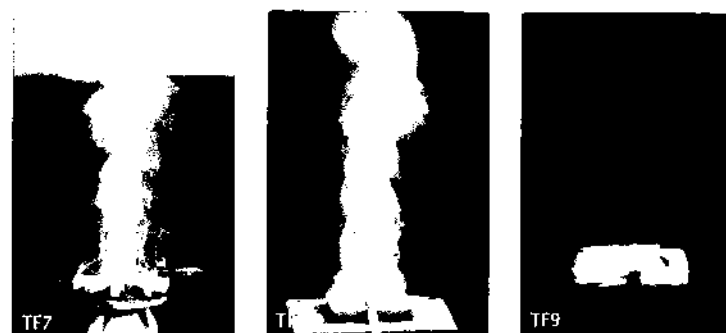
Brzogoreći požar hemijskih jedinjenja TF5 je praćen brzim porastom temperature i nevidljivim česticama dima, tako da je pogodan za detekciju jonizacionim detektorima dima, višesenzorskim detektorima koji u sebi sadrže senzor za toplotu i termodiferencijalnim detektorima toplote.



Slika 5.8 Ispitni požari TF5 i TF6

Požar metil-alkohola TF6 se takođe odlikuje brzim razvojem koji je praćen manjom koncentracijom vidljivog dima i visokom koncentracijom nevidljivog dima, tako da su jonizacioni detektori dima ovde prvi izbor, a za detekciju se mogu koristiti brzi termodiferencijalni i termomaksimalni detektori toplote.

Pirolitički požar TF7, vrlo sličan požaru TF2, daje visoku koncentraciju vidljivog sivog i belog dima, i dovoljno visoku koncentraciju ugljen monoksida za detekciju. U ovom slučaju najpogodniji detektori za detekciju su optički detektori dima i detektori ugljen-monoksida.



Slika 5.9 Ispitni požari TF7, TF8 i TF9

Požar TF8 koristi industrijski rastvarač *Dekalin* koji daje mali plamen, ali visoku koncentraciju crnog dima, bez osetno velike promene temperature u vremenu. Zbog toga nije pogodan za detekciju detektorima toplote i jonizacionim detektorima dima, već isključivo optičkim detektorima dima.

Požar TF9 se simulira gorenjem pamučnog peškira, ima spor razvoj i daje visoku koncentraciju sverlog vidljivog dima i ugljen monoksida bez značajnijeg porasta temperature tokom gorenja. Ovaj požar se dobro detektuje detektorima ugljen monoksida i optičkim detektorima dima.

Navedene klase ispitnih požara, pre svega TF1 - TF6, najčešće se koriste za klasifikaciju primenljivosti pojedinih tipova tačkastih i linijskih detektora požara. Pošto su usisni sistemi za dim (aspiracioni sistemi, višetračasti sistemi) znatno osetljiviji od navedenih tipova detektora i mogu da detektuju znatno manju koncentraciju dima, prilikom njihove klasifikacije i preporuka za primenu koriste se podklase navedenih tipova ispitnih požara, pre svega TF2A, TF2B, TF3A, TF3B i TF5A i TF5B. Zbog toga će u daljem tekstu biti navedene karakteristike ovih podklasa tipskih požara.

Podklase TF2A i TF2B predstavljaju redukovani tinjajući pirolitički požar drveta (eng. *Reduced smouldering pyrolysis wood fires*). Kao gorivo za simuliranje ove podklase ispitnog požara koriste se tri ili više bukovih letvica sa sadržajem vlage oko 5%, dimenzija 75 mm × 25 mm × 20 mm. Letvice se nalaze na zagrejanjoj ploči kružnog oblika („rešou“) prečnika 200 mm. Površina ploče sadrži koncentrična udubljenja dubine 2 mm i širine od 5 mm. Rastojanja između udubljenja iznose 3 mm, pri čemu je najmanja udaljenost spoljnog udubljenja od ivice 3 mm. Ploča oslobađa količinu toplote oko 2 kW. Između simetrično postavljenih letvica se postavlja senzor koji meri temperaturu, pošto krajnja temperatura koja treba da se dostigne za ovaj test iznosi 500 °C.

Vreme za koje ova ciljna temperatura treba da se dostigne iznosi oko 11 minuta. Opućka gustina dima na kraju testa (koordinata *m* na slici 5.3) iznosi:

- o za podklasu TF2A, klasa A - $m = 0.05 \text{ dB/m}$ i
- o za podklasu TF2B, klasa B - $m = 0.15 \text{ dB/m}$.

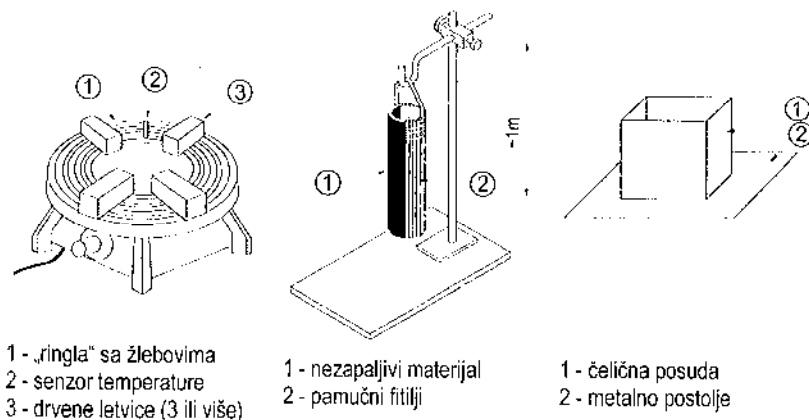
Treba primetiti da vrednost m optičke gustine dima za tačkaste detektore klase A iznosi 0.5 dB/m što je znatno više od navedenih vrednosti.

I za ispitni požar TF3 se definišu podklase TF3A i TF3B kao redukovani tinjajući požar sa žarom (eng. *Reduced glowing smouldering cotton fire*). Gorivo predstavlja 30 do 49 upletenih pamučnih fitilja, dužine oko 80 cm, prosečne težine od oko 3 g. Upleteni pamučni fitilji formiraju „dimnjak“ prečnika 10 cm koji je oklopljen negorivim materijalom. Fitilji se potpaljuju sa donje strane da bi se iniciralo tinjanje, pri čemu, ako se pojavi otvoreni plamen on se odmah gasi. Paljenje svih fitilja predstavlja početak testa, dok je kriterijum za kraj testa vrednost optičke gustine dima koja iznosi isto kao i za podklase požara TF2, tj. 0.05 dB/m i 0.15 dB/m za TF3A i TF3B, respektivno.

Podklase ispitnog požara TF5 - TF5A i TF5B predstavljaju redukovani požara zapaljive tečnosti bez dima (eng. *Reduced flaming liquid (n-heptane) fire*). Simulacija počinje paljenjem plamenom ili iskrom približno 200 ml (za TF5A) ili 300 ml (za TF5B) n-heprana čistoće oko 90% u posudi u obliku kvadra dimenzija osnove 100 mm i visine stranice od 100 mm za podklasu TF5A i dimenzija 175 mm \times 175 mm \times 100 mm za podklasu TF5B. Optička gustina dima na kraju testa iznosi:

- o za podklasu TF2A, klasa A - $m = 0.1 \text{ dB/m}$ i
- o za podklasu TF2B, klasa B - $m = 0.3 \text{ dB/m}$.

Na slici 5.10 je prikazana oprema koja se koristi za realizaciju opisanih podklasa požara.



Slika 5.10 Oprema za ispitne požare TF2A i TF2B, TF3A i TF3B, TF5A i TF5B

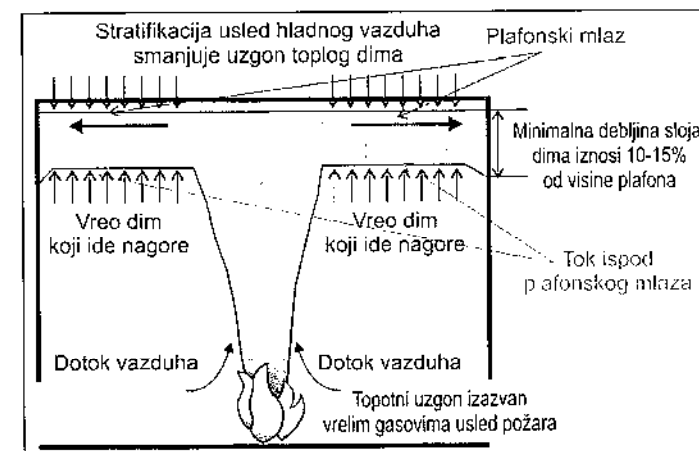
Kako je u praksi najčešće teško klasifikovati očekivani razvoj požara u skladu sa opisanim karakteristikama ispirnih požara, projektant bi trebao da bude upoznat sa sledećim osnovnim činjenicama koje se odnose na mogući razvoj požara:

- o potencijalni izvori paljenja,
- o vrsta materijala, požarno opterećenje,
- o razvoj toplote - spori/brzi,
- o pretpostavljena veličina čestica dima - nevidljive/vidljive,
- o proces sagorevanja - potpun/nepotpun.

5.2 Efekat stratifikacije

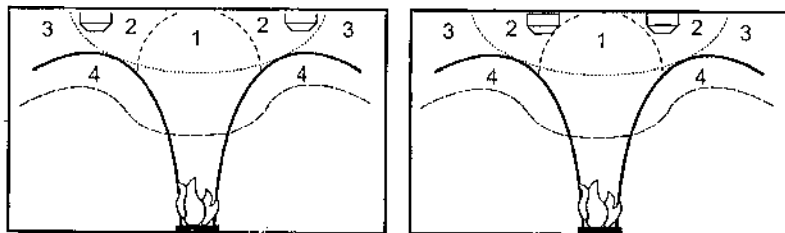
Formiranje sloja dima i vrelog vazduha ispod tavanice može da spreči produkte sagorevanja da dođu do detektora. Do formiranja sloja dolazi kada se topao vazduh koji sadrži produkte sagorevanja podigne do visine kada više ne postoji razlika u temperaturi u odnosu na okolni vazduh, što se najčešće dešava u visokim prostorijama sa slabom toplotnom izolacijom.

Poznato je da u letnjim mesecima temperatura ispod tavanica ili krova može da dostigne i $60 \text{ }^\circ\text{C}$, a sa druge strane, ako požar nije plamteći već tinjajući, toplotni uzgon je veoma slab tako da dim dolazi do tavanice tek kada se požar jače razvije i pređe u plamteći, kada je već kasno za detekciju. Zbog toga, u slučajevima kada postoji mogućnost pojave stratifikacije, treba razmotriti spuštanje detektora požara ili postavljanje dodatnih detektora znatno niže u odnosu na tavanicu.



Slika 5.11 Efekat stratifikacije

Kada se razmatra efekat stratifikacije, koji je naravno usko povezan sa visinom kao limitirajućim faktorom, treba imati u vidu da kretanje produkata sagorevanja naviše ima konusni oblik, a da prostor koji pokriva tačkasti detektor takode ima oblik zarubljene kupe, slika 5.12. Sloj dima koji se formira ispod tavanice (eng. *ceiling jet*, u zapadnoevropskoj i američkoj literaturi) u većini slučajeva prati redosled zahvatavanja prostora ispod tavanice označen od 1 do 4, dok je raspodela temperature takva da opada istim redosledom, od 1 do 4.



Slika 5.12 Efekat stratifikacije na raspored detektora

Upravo zbog ove činjenice, „pravi“ pristup pri definisanju broja i rasporeda tačkastih detektora toplote i dima trebalo bi da se zasniva na geometriji plamena (površina žarišta, visina plamena) i na određivanju profila produkata sagorevanja iznad plamena. S obzirom da ovakav pristup podrazumeva posedovanje određenih znanja iz dinamike požara (pre svega proračun gubitka mase), projektantima kao orijentacija može da posluži model prikazan na prethodnoj slici, u smislu da preklapanjem polja pokrivanja susjednih detektora požara u odgovarajućoj mjeri može da se postigne otkrivanje u najranijoj fazi.

Očigledno, osnovni parametri koji povezuju razvoj požara i geometriju prostora koji se štiti, a koje projektant treba da poznaje su:

- o visina tavanice,
- o operativni poluprečnik pokrivanja pojedinačnog detektora požara i
- o međusobno rastojanje između detektora.

Iako su poluprečnik i površina pokrivanja osnovna dva parametra koje definišu standardi, i koje ponekad daju i proizvođači u okviru tehničke dokumentacije, ovo, čisto „geometrijsko“ razmatranje problema rasporeda detektora, u praksi usložnjavaju građevinsko-arhitektonske karakteristike objekta koje moraju da se uzmu u obzir. Tu pre svega spadaju: konfiguracija tavanice - nagib, grede (dubina, raspored, forma koju oblikuju), stubovi i razne prepreke koje utiču na širenje produkata sagorevanja, kao i ambijentalne karakteristike (temperatura, vlažnost, izvori elektromagnetnog zračenja).

Poslednjih godina su se pojavili softverski paketi koji mogu u ovom smislu značajno da olakšaju projektovanje, pre svega *FDS* (eng. *Fire Dynamic Simulator*) i *PyroSim* kao integrisano okruženje, kao i softverski paketi koji

vizuelno prikazuju pokrivanja tačkastih detektora za zadati objekat (najčešće u *AutoCAD*-u). Na slici 5.13 je ilustrovan uticaj prepreka na zonu pokrivanja detektora plamena korišćenjem jednog programskog paketa.²¹



Slika 5.13 Vizuelni prikaz pokrivanja detektora plamena

5.3 Visina tavanice

Jasno je da visina prostorije predstavlja ograničavajući faktor prilikom izbora detektora požara, posebno kada su u pitanju detektori dima i detektori toplote. Naime, što je veća visina prostorije, potreban je veći požar i veća količina produkata sagorevanja da bi se realizovala rana detekcija požara. Uticaj visine prostorije na detekciju opada sa povećanjem intenziteta požara i njegovim širenjem.

Generalno, nema mnogo problema oko izbora tačkastih detektora požara u odnosu na visinu ako ne prelazi 6 m. Kada su u pitanju detektori toplote, za visine veće od 4.5 m treba koristiti detektore sa većom osetljivošću, dok se za visine iznad 8 m primenjuju samo u posebnim okolnostima. Takođe, do visine tavanice od 4.5 m najlakše je izvršiti razmeštaj tačkastih detektora u skladu sa površinom pokrivanja detektora koju zadaje standard, odn. proizvođač.

Evropski standard **EN 54-14** razmatra postavljanje detektora u odnosu na visinu ravne tavanice kroz tabelu u kojoj daje poluprečnike pokrivanja tačkastih detektora toplote i dima (5 m i 7 m, respektivno), sa napomenom da senzorski element treba da se nalazi u okviru 5% visine tavanice zbog mogućnosti pojave hladnog graničnog sloja. Drugim rečima, detektor ne bi smeo da bude u samoj tavanici (čemu danas pribegavaju neki proizvođači zbog estetike).




Pogodnost primene detektora požara (tačkastih i linijskih) u odnosu na visinu, najpreciznije definiše **nemački standard VDE 0833-2**, tabela 5.2.

²¹ Programski paket *Detect3D* firme *insightnumerics* - insightnumerics.com.

Tabela 5.2 Pogodnost upotrebe pojedinih tipova detektora u odnosu na visinu tavanice

Visina [m]	Tačkasti detektor dima EN 54-7	Linijski detektor dima EN 54-12	Usisni sistemi za dim EN 54-20 Klase A, B i C	Tačkasti detektor toplote EN 54-5 Klase A1, A2, B, C, D, E, F i G a, b	Linijski detektor toplote EN 54-22 Klase A1 i A2	Tačkasti detektor plamena EN 54-10 Klase 1, 2 i 3
do 45						c
do 20		d	samo klasa A			c
do 16			klase A i B			c
do 12						
do 9					samo klasa A1	
do 7.5				samo klasa A1		
do 6						

Značenja osenčenih polja u tabeli su sledeća:

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|  | - nisu primenjivi |
|  | - primenjivi u zavisnosti od zaposednutosti i ambijentalnih karakteristika |
|  | - primenjivi |
| a | - važi iakođe za detektore sa sufixima R ili S |
| b | - klase B, C, D, E, F i G su primenjive samo za sisteme za lokalno nadgledanje |
| c | - zavisno od klase i rasporeda detektora |
| d | - dozvoljeno je, ali je potrebno proveriti efikasnost detekcije |

Britanski standard BS 5839-1 na sličan način razmatra uticaj visine, i kao graničnu vrednost navodi 6.0 m, 7.5 m i 9.0 m za detektore toplote klase 3, 2 i 1, respektivno, dok za tačkaste detektore dima navodi granicu za postavljanje od 10.5 m.

Američki standard NFPA 72 pomoću tabela definiše rastojanje između tačkastih detektora toplote i dima u odnosu na visinu. Na primer, kada su pitanju detektori toplote, smanjivanje maksimalnog rastojanja se odnosi na visine od 3 m do 8.5 m kao gornje granice.

Ruski standard HIIE-88 maksimalnu visinu postavljanja tačkastih detektora toplote klasifikuje u opsezima do 3.5 m, 3.5 - 6 m i od 6 m do 9 m kao gornje granice, i u skladu sa tim definiše poluprečnik i površine pokrivanja. Za tačkaste detektore dima ti opsezi su 3.5 m, 3.5 - 6.0 m, 6.0 - 10 m i iznad do 12 m, kao granične vrednosti.

5.4 Oblik tavanice

Osim visine, prilikom projektovanja treba obratiti pažnju na oblik i konfiguraciju plafona. Pri projektovanju, ravnom tavanicom se smatra ona koja ima nagib do 20° (ili sa razlikom u odnosu na horizontalu 37 cm/m), dok za veće nagibe važe pravila za postavljanje ispod krovova. Generalno, ako tavanica ima nagib, poluprečnik pokrivanja tačkastih detektora toplote i dima se smanjuje za 1% za svaki procenat nagiba ravanice, do maksimalnih 25%. Kada se radi o dvostrukim plafonima definišu se pravila za montiranje ispod ili na „lažnom“ plafonu.

Grede i slične konstrukcije se mogu zanemariti ako nisu priljubljene uz tavanicu i udaljene najmanje 5% u odnosu na ukupnu visinu od nje. U ostalim slučajevima se primenjuju posebna pravila za postavljanje koja je će biti obrađena u delu koji se odnosi na raspored detektora u posebnim slučajevima.

5.5 Uticaj ventilacije i vazдушnih strujanja

Jasno je da brzina strujanja vazduha direktno utiče na efikasnost tačkastih detektora dima, tako da posebna pažnja treba da se obrati kod projektovanja u objektima sa centralnim sistemima klimatizacije i ventilacije. Generalno, minimalna udaljenost detektora dima od otvora za ventilaciju treba da bude minimalno 0.5 m, a ako se ventilacija obavlja kroz perforirani plafon, u poluprečniku od 0.5 m treba zatvoriti perforacije.

5.6 Izbor detektora u odnosu na uticaj ambijenta

Temperatura ambijenta treba da se uporedi sa vrednostima koje su predviđene za dati detektor. Detektori dima i plamena mogu se postavljati na mestima na kojima temperatura ne prelazi 50 °C. Na mestima gde temperatura ide ispod 0 °C treba postaviti detektore toplote. Temperatura reagovanja detektora toplote treba da bude od 10 do 35 °C iznad najviše temperature koja može nastati u okolini detektora.

Brzina strujanja vazduha ne utiče na rad detektora toplote i detektora plamena. Detektori dima se, po pravilu, mogu koristiti ukoliko brzina strujanja vazduha ne prelazi 5 m/s, osim ako je detektor već predviđen za veće brzine strujanja vazduha.

Vibracije negativno utiču na rad detektora požara, tako da treba izbegavati montiranje detektora na mašinsku opremu, ili na lokacije gde postoje vibracije. Ukoliko je to potrebno treba izmeriti uticaj vibracija na rad detektora.

Vlaga, dim, prašina i drugi aerosoli su najčešći razlog nastanka lažnih alarmiranja. Njihov uticaj se može smanjiti ugradnjom filtera. Dozvoljena relativna vlažnost je 95%, pod uslovom da se onemogući stvaranje magle ili rose. U takvim slučajevima sigurnija je upotreba detektora toplote pod uslovom da nema izvora toplote i vrele pare.

U tekstu koji sledi navedeni su mogući izvori lažnih alarmiranja jonizacionih i optičkih detektora dima u odnosu na fenomen koji se od strane detektora registruje kao prisustvo dima u komori. Naravno, pošto se danas umesto jonizacionih detektora koriste optički detektori sa povećanom osetljivošću na „nevidljive“ čestice dima, njihova primeni podleže pravilima koja su navedena za jonizacione detektore dima.

- *zasićeni izduvni gasovi* utiču na jonizacione detektore dima zbog prisustva nevidljivih čestica gasa/dima, dok se optički detektori dima sa standardnom osetljivošću mogu primeniti,
- *dim koji nastaje kuvanjem i zavirivanje* utiče na oba tipa detektora, tako da je potrebna promena lokacije detektora i njihova zamena detektorima toplote,
- *dim cigarete* ne bi trebao da utiče, jedino ako je direktno usmeren na detektor iz neposredne blizine,
- *otvoreni plamen* utiče na jonizacione detektore zbog prisustva nevidljivih čestica, a nema uticaj na optičke detektore dima,
- *plinske peći i plinski bojleri* uzrokuju lažna alarmiranja jonizacionih detektora dima, dok zaprljani optički detektor može da reaguje na paru iz bojlera.
- *sagorevanje ulja* izaziva lažna alarmiranja kod optičkih detektora dima, dok su jonizacioni detektori potpuno neprimenljivi,
- *praškaste materije* u slučajevima veće koncentracije izaziva lažna alarmiranja kod optičkih detektora dima, dok kod primene jonizacionih detektora treba obratiti pažnju,
- *insekti* mogu da izazovu lažni alarm samo ako uđu u komoru detektora.

Pored navedenih uzroka, elektromagnetne smetnje zavisno od jačine elektromagnetnog polja, mogu da izazovu lažna alarmiranja kod detektora dima, a to važi i za naponske smetnje i pojavu statičkog elektriciteta.

Toplotno zračenje i refleksija svetlosti, u slučaju korišćenja infracrvenih ili ultraljubičastih detektora plamena, može se izbeći montiranjem zastora, zavesica i slične zaštite u blizini detektora.

Pored navedenih kriterijuma, treba uzeti u obzir i procese koji se odvijaju u objektu, o čijem uticaju će biti detaljnije reči u delu koji obrađuje problem lažnih alarmiranja. Ukratko, neki od tih faktora su:

- radni/tehnološki procesi koji se odvijaju u objektu bez preduzimanja odgovarajućih preventivnih mera,
- promena namene objekta ili pojedinih delova objekta,
- neodgovarajući način rukovanja i korišćenja sistema,
- neodgovarajuće održavanje i servisiranje, itd.

6 Postavljanje ručnih javljača požara

6.1 Principi realizacije ručnih javljača požara

Ručni javljači požara (eng. *manual call point*, rus. *ручные пожарные извещатели*) su obavezni deo stabilne instalacije za dojavu požara, nezavisno od toga da li u sistemu postoje ili ne automatski javljači požara. Konstruktivno, to su najčešće kontaktni javljači kod kojih se razbijanjem ili pomeranjem poklopca koji se nalazi u čelu javljača i pritiskom na taster otvara ili zatvara strujno kolo ili menja otpor u strujnom kolu. Ručni javljači požara su predmet standarda ISO 7240-11: Fire detection and alarm systems - *Manual call point*, i EN 54 Part 11 - *Manual call points*, odakle se definišu i u ostalim standardima.¹⁾

Evropski standard definiše dva tipa ručnih javljača požara: tip A (direktna akcija), kod koga se alarmno stanje izaziva već samim lomljenjem poklopca i tip B (indirektna akcija), kod koga je pored lomljenja potrebna i dodatna akcija (pritisk na taster) da bi se generisalo alarmno stanje javljača. Osim toga, ručni javljači mogu biti sa ili bez mogućnosti resetovanja, pri čemu se kod tipa B javljač vraća u normalno stanje pomoću specijalnog alata.²⁾

Ručni javljači treba da budu vidno obeleženi sa tačno naznačenom namenom i načinom uključivanja. Kako uključivanje ručnog javljača predstavlja pouzdanu dojavu alarma, vreme od aktiviranja ručnog javljača do signalizacije alarma u sistemu za dojavu požara ne bi trebalo da bude veliko. To vreme nije bilo definisano našim pravilnikom, dok se u evropskom standardu u delu koji se odnosi na testiranje ručnih javljača, navodi da vreme od aktiviranja javljača do indikacije na kontrolnoj opremi treba da bude najviše 10 s. U nekim zapadnim standardima, kao na primer u britanskom standardu BS 5839 Fire detection and fire alarm for buildings Part 6: *Code of practice for the design, installation and maintenance of fire detection and fire alarm systems in dwellings* navedena su pravila da od aktiviranja ručnog javljača do signalizacije na centrali ne sme da prođe više od 3 s, (do 1990. godine to vreme je iznosilo 8 s), a ukoliko postoji mogućnost resetovanja alarmnog signala 1 s.

Pored navedenog, evropski standard takođe definiše i sve ostale detalje koji se odnose na realizaciju javljača: natpise (FIRE, PRESS HERE), simbole i sve ostalo čega moraju da se drže proizvođači. Na slici 6.1 i u tabeli 6.1 su prikazane dimenzije ručnih javljača požara preporučene standardom.

¹⁾ EN 54-11 3.4 *manual call point* - a component of a fire detection system which is used for the manual initiation of an alarm.

²⁾ EN 54-11 3.4.1 *type A*: direct operation i 3.4.2 *type B*: indirect operation