Tabela 6.2 *Značenje brojeva u oznaci IP zaštite*

Broj	Opis zaštite - 1. broj	Opis zaštite - 2 broj
0	Bez zaštite	Bez zaštite
1	Zaštita od predmeta > 50 mm (prečnik)	Zaštita od vode (vertikalne kapljice)
2	Zaštita od predmeta > 12 mm (prečnik)	Vodene kapljice pod uglom od 15°
3	Zaštita od predmeta > 2.5 mm (prečnik)	Vodeni sprej pod uglom do 60°
4	Zaštita od predmeta > 1.0 mm (prečnik)	Pljusak vode pod bilo kojim uglom
5	Zaštita od prašine (nepotpuna)	Usmereni mlaz vode
6	Zaštita od prašine (nepropustljiv)	Usmereni mlaz vode velikog pritiska
7	----	Zaštita od posledica potapanja
8	----	Zaštita od držanja pod vodom

Tabela 6.3 *Značenje dodatnog i dopunskog slova u oznaci IP zaštite*

Slovo	Opis zaštite (kontakt)	Slovo	Opis zaštite (predmeti)
A	Zaštita od kontakta rukom	H	Zaštita od uređaja pod naponom
B	Zaštita od kontakta prstom	M	Zaštita od kretanja tokom testa sa vodom
C	Zaštita od kontakta alatom	S	Zaštita u mirovanju tokom testa sa vodom
B	Zaštita od kontakta žicom	W	Zaštita od vremenskih uslova

U skladu sa IP propisima, javljači požara unutar objekta podležu tipu zaštite IP 24, dok kod postavljanja na spoljašnjost objekta treba izabrati ručne javljače u skladu sa IP 55 ili IP 67 tipom zaštite.

Ako *klasični* (*kolektivni, zonski*) sistem za dojavu požara sadrži i ručne i automatske javljače požara, ručni javljači treba da se grupišu u posebne, odvojene zone, tj. nije dozvoljeno kombinovanje ručnih i automatskih javljača u okviru jedne zone dojave.

Kod *adresibilnih sistema* za dojavu požara (sistema koji sadrži javljače požara koji imaju individualne adrese), ručni javljači požara mogu da se nađu u petlji zajedno sa drugim adresibilnim uređajima ili da se grupišu u posebne linije dojave požara u skladu sa rasporedom prostorija i puteva za evakuaciju. I u jednom i u drugom slučaju detektorska grupa (zona) može da sadrži najviše 10 ručnih javljača požara.

7 Postavljanje tačkastih detektora toplote i dima

Postavljanje tačkastih detektora požara zavisi pre svega od površine prostorije koja se štiti i površine nadziranja („pokrivanja") pojedinačnog detektora. Imajući u vidu da za tačkaste detektore toplote i tačkaste detektore dima važe slična pravila, i da razlike potiču od konstruktivnih i ambijentalnih karakteristika prostorija koje se nadziru, u ovom poglavlju biće prvo obrađena osnovna pravila za postavljanje ova dva tipa detektora. Postavljanje navedenih tipova detektora u prostorima sa specifičnim građevinsko-arhitektonskim karakteristikama biće opisana u delu koji se odnosi na postavljanje u posebnim slučajevima.

Pravila za postavljanje usisnih sistema za dim, detektora plamena i detektora ugljen-monoksida će biti posebno obrađena zbog specifičnosti koje se odnose pre svega na oblast pokrivanja i međusobni raspored.

Pravilima za postavljanje prethodi kratak tekst koji daje osnovne informacije o pojedinim tipovima detektora, pošto postavljanje detektora zahteva i poznavanje njihovog načina realizacije i načina funkcionisanja.

7.1 Principi realizacije detektora toplote

Detektori toplote (eng. *heat detectors*, rus. *тепловые извещатели*) nemaju jedinstveni princip realizacije zbog toga što oslobođena toplotna energija u požaru može da se detektuje na različite načine, a najčešće na osnovu promene električnog otpora, topljenjem elemenata koji se nalaze između kontakta u električnom kolu, savijanjem bimetala ili širenjem gasova.

Kao senzor tačkastih detektora toplote najčešće se koriste:

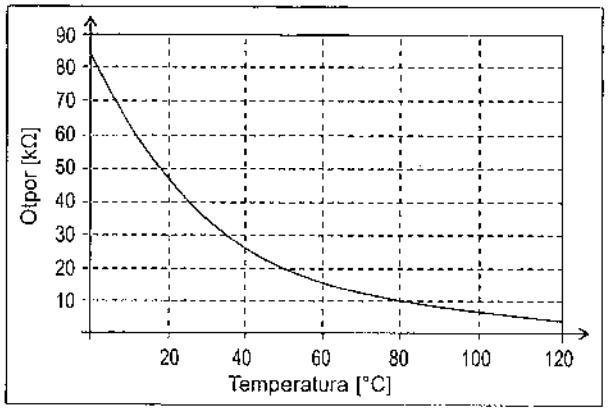
- *Senzorski element koji se sastoji od dva metala sa različitim koeficijentom toplotnog širenja (bimetal) tako da pri zagrevanju i hlađenju dolazi do savijanja u različitim smerovima;*
- *Senzorski element koji koristi zavisnost električnog otpora od temperature;*
- *Senzorski element koji je sastavljen od metalne legure koja se brzo topi na određenoj temperaturi;*
- *Senzorski element koji sadrži fluide koji se šire pri porastu temperature;*

Na drugoj strani, zavisno od načina reagovanja tačkastih detektora toplote - kada temperatura dostigne određenu (predefinisanu) granicu ili u odnosu na brzinu promene temperature u vremenu, osnovna podela je sledeća:

- detektori fiksne temperature (termostatički, termomaksimalni, eng. *fixed heat detector*, rus. *максимальные тепловые извещатели*) i
- detektori gradijenta temperature (termodiferencijalni, eng. *rate-of-rise detector*, rus. *дифференциальные тепловые извещатели*).

Generalno, termodiferencijalni detektori brže reaguju, dok su termomaksimalni detektori pouzdaniji u odnosu na lažne dojave, posebno kada se nalaze u okolini koju karakterišu promene temperature ambijenta, zbog tehnoloških procesa i slično.

U tekstu koji sledi prvo je dat je kratak opis detektora toplote u skladu sa savremenim načinom realizacije, a zatim u odnosu na način reagovanja, što predstavlja osnovu za primenu u različitim ambijentalnim okolnostima. Od načina realizacije koji su navedeni na početku ove glave, najstariji su pneumatski (ili elektropneumatski) detektori toplote koji su patentirani još 1941. godine. Njih su „nasledili" elektromehanički detektori toplote koji svoj rad zasnivaju na kombinaciji mehaničkog kretanja kojim se uspostavlja strujno kolo, i realizovani su korišćenjem bimetala ili topivih elemenata. Detektori toplote koji sadrže bimetal se više ne koriste u savremenim sistemima za dojavu, dok su se detektori sa topivim elementom najviše koristili u periodu od 1970. do 2000. godine. Najzad, najčešći način realizacije detektora toplote danas se zasniva na promeni električnog otpora u zavisnosti od temperature, korišćenjem termistora.[1] Tipična karakteristika termistora je prikazana na slici 7.1, a za precizno merenje otpora se koristi *Wheatstone*ov ili *Thompson*ov most.



Slika 7.1 Tipična karakteristika NTC otpornika

U praktičnoj realizaciji postoje varijante sa dva termistora - mernim koji je izložen uticajima ambijenta i referentnim u kućištu detektora, kao i varijanta sa jednim termistorom. Zavisno od načina realizacije ovaj tip detektora može da funkcioniše kao detektor fiksne temperature i kao termodiferencijalni detektor.

[1] Termistor – otpornik sa negativnim temperaturnim koeficijentom (poznat i kao NTC ot[illegible]k), patent iz 1930. god. *Samuela Rubena* (1900.-1988.), profesora sa *Columbia University*.

Temperaturni koeficijent termistora je obično u opsegu koji se kreće od -3%/°C do -5%/°C. Standardna oblast primene ovog tipa detektora toplote je do temperature od 65 °C, ali postoje detektori toplote za rad na većim temperaturama. Detektori ovog tipa, kao na slici 7.2, detektuju i stopu porasta temperature, tako da su pogodni za sve ambijente u kojima je prisutna visoka temperatura, ali i pare i isparenja (kuhinje, kotlarnice) koja onemogućavaju primenu detektora dima.

- radni napon: 9.5 ÷ 30 V
- struja u „mirnom" stanju: 35 μA
- struja u alarmnom stanju: 40 mA
- IP zaštita: IP63
- radna temperatura: -10 ÷ 50 °C
- fiksni prag alarma: 90 °C

Slika 7.2 Izgled detektora toplote firme *Hochiki* (fiksni prag 90°C) i karakteristike

7.1.1 Klasifikacija tačkastih detektora toplote

Detektori toplote su manje osetljivi od ostalih tipova detektora i uprošćeno govoreći, potrebno je da plamen dostigne jednu trećinu visine u odnosu na visinu prostorije da bi se aktivirali na temperaturi koja predstavlja fiksni prag alarmiranja.[2] Zbog toga detektori toplote ne bi trebalo da se koriste u situacijama gde manji požar može da izazove neprihvatljive gubitke i ne treba ih koristiti za nadzor visokih prostorija i hala. Na drugoj strani, ovi detektori se primenjuju u situacijama gde se zbog uslova okoline i ometajućih veličina ne mogu primeniti detektori dima ili detektori plamena. Zbog toga, međunarodni standardi ISO 7240-5: *Point type heat detectors*, kao i evropski standard EN 54-5 *Heat detectors - Point detectors* u delu regulative koja definiše karakteristike određenog tipa detektora požara, daju klasifikaciju za svaki tip detektora u odnosu na njihovu osetljivost na parametar požara koji prate.

[2] Ovakvo razmišljanje važi za detektore koji reaguju samo na premašenje zadatog praga alarma. Međutim, **analogni detektori požara** u suštini obavljaju „merenje" veličine koja se prati. Drugim rečima, sa centrale za dojavu požara pored standardnog praga alarmiranja mogu da se zadaju znatno niži *pragovi predalarma*, ili da se jednostavno očitavaju vrednosti pojave koja se prati. Na primer, neki analogni detektori toplote firme Hochiki imaju mogućnost podešavanja temperaturnog praga veoma nisko, na 23°C sa rezolucijom merenja od 1°C čime se ne samo postiže otkrivanje nastanka požara u najranijoj fazi, već detektor može da posluži i u merne svrhe u okviru nekog tehnološkog procesa.

Klase su označene kao A1, A2, B, C, D, E, F i G, pri čemu svakoj oznaci klase mogu da se dodaju sufiksi S (eng. *static*) i R (eng. *rate*) zavisno od toga da li detektor radi kao detektor fiksne temperature ili sadrži i termodiferencijalni element. Detektori fiksne temperature su klasifikovani u odnosu na kriterijume: radna (ambijentalna) temperatura, najveća radna temperatura (kada nema požara), minimalna temperatura za aktiviranje (minimalni prag alarma) i maksimalna temperatura za alarmiranje (maksimalni prag).

Tipična radna temperatura je definisana evropskim standardom kao temperatura koja se očekuje tokom eksploatacije detektora u odsustvu požara i procenjuje se na 29°C ispod temperature na koju reaguje detektor u skladu sa klasifikacijom. Maksimalna radna temperatura se definiše kao najviša očekivana temperatura (na osnovu prethodnog iskustva) koja može da se javi tokom korišćenja detektora i procenjuje se na 4°C ispod temperature reagovanja detektora.[3)]

Zahtevano vreme odziva za detektore fiksne temperature klase A1 je u granicama od 1 min do 4 min i 20 s, a za detektore ostalih klasa od 2 min do 5 min i 30 s, zavisno od lokacije u odnosu na mesto nastanka požara. S obzirom da se danas na tržištu sve više sreću detektori toplote koji kombinuju reagovanje na fiksnu temperaturu i na porast temperature kao prag alarma, standard je predvideo da pomenutim klasama mogu da se dodaju sufiksi S ili R.

Detektori toplote bilo koje klase iz tabele 7.1 sa sufiksom S ne reaguju na temperaturu ispod minimalne fiksne temperature koja određuje prag alarma, dok detektori sa sufiksom R reaguju i na stopu porasta temperature koja zadovoljava kriterijume za termodiferencijalne detektore toplote, a koji su dati u tabeli 7.2.

Tabela 7.1 *Klasifikacija detektora fiksne temperature*

Klasa	Standardna radna temp. [°C]	Maksimalna radna temp. [°C]	Minimalni prag alarma [°C]	Maksimalni prag alarma [°C]
A1	25	50	54	65
A2	25	50	54	70
B	40	65	69	85
C	55	80	84	100
D	70	95	99	115
E	85	110	114	130
F	100	125	129	145
G	115	140	144	160

[3)] EN 54-5 **3.1 typical application temperature, 3.2 maximum application temperature i 3.3 static response temperature**

Tabela 7.2 *Klasifikacija termodiferencijalnih detektora*

porast temp. [°C/min]	Klasa A1				Klase A2, B, C, D, E, F i G			
	donja granica		gornja granica		donja granica		gornja granica	
	[min]	[s]	[min]	[s]	[min]	[s]	[min]	[s]
1	29	00	40	20	29	00	46	00
3	7	13	13	40	7	13	16	00
5	4	09	8	20	4	09	10	00
10	1	00	4	20	2	00	5	30
20		30	2	20	1	00	3	13
30		20	1	40		40	2	25

Tabela 7.3 *Vremena odziva za promenu ambijentalne temperature od 3 i 20 °C/min*

Klasa	Donja granica reagovanja				Gornja granica reagovanja			
	3 °C/min		20 °C/min		3 °C/min		20 °C/min	
	[min]	[s]	[min]	[s]	[min]	[s]	[min]	[s]
A1	1	20		12	13	40	2	20
Ostale	1	20		12	16	0	3	13

Ako je detektor toplote konstruisan tako da njegov prag alarma (a samim tim i klasa) može da se podešava tokom eksploatacije, u tom slučaju oznaka klase može da se zameni simbolom P (eng. *programmable*).

Kada su u pitanju termodiferencijalni detektori, oznake klasa su iste, ali se one odnose na brzinu odziva za određeni porast temperature u vremenu, tako da su kriterijumi za klasifikaciju najkraći i najduži vremenski interval koji je potreban za aktiviranje detektora (tabela 7.2). Takođe, definisane su donja i gornja granica reagovanja za poraste temperature vazduha od 3 i 20 °C/min pri ambijentalnoj temperaturi od 25 °C (tabela 7.3).

Detektori klase A1, A2, B, C ili D moraju da sadrže crveni LED indikator alarmnog stanja, vidljiv na rastojanju do 6 m, pri osvetljenju od 500 lux.

7.2 Principi realizacije detektora dima

Konstrukcija detektora dima (eng. *smoke detectors*, rus. *дымовые извещатели*) zasnovana je na dva principa otkrivanja dima: *radioaktivnom* i *optičkom*. U skladu sa tom podelom izdvajaju se dve osnovne grupe detektora dima:

- jonizacioni detektori dima (eng. *ionization smoke detector*, rus. *ионизационные извещатели, радиоизотопные*) i
- optički detektori dima (eng. *photoelectric smoke detector*, rus. *оптические извещатели*)

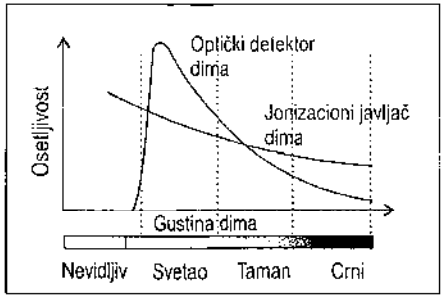
Pošto se rad optičkih detektora dima zasniva korišćenju odnosa veličine čestice dima i talasne dužine svetlosti koja pada na dim, promene optičkih osobina sredine kao posledice prisustva dima, mogu se otkriti na osnovu intenziteta prelamanja svetlosti - *princip refleksije* i na osnovu slabljenja protoka svetlosti - *princip apsorpcije*). U skladu sa tim, postoje dva tipa optičkih detektora dima:

- refleksioni detektori dima (eng. *light-scattering/ reflected light smoke detector*) koji sadrže izvor svetlosti, svetlosnu pregradu i svetlosni prijemnik postavljene na način koji ne dozvoljava da svetlost direktnom putanjom dospe do prijemnika, i
- optički apsorpcioni detektori dima (eng. *light obscuration smoke detector, smoke detector using transmitted light*) koji rad baziraju zamračenju svetlosnog snopa između predajnika i prijemnika u prisustvu dima u komori.

Međunarodni standard ISO 7240-7: *Point-type smoke detectors using scattered light, transmitted light or ionization* i evropski EN 54-7: *Smoke detectors – Point detectors using scattered light, transmitted light or ionization* na jedinstveni način tretiraju optičke detektore dima, nezavisno od principa koji je iskorišćen za detekciju.

Čestice dima neposredno posle generisanja su veoma male i imaju veličinu od 0.01 μm do 0.4 μm. Kretanjem dolazi do spajanja čestica dima, pri čemu se njihova prosečna veličina povećava. Vidljivi dim čine čestice veličine od 0.4 μm i veće. Koncentracija dima može biti izražena ili preko mase (u mg/l ili u mg/m^3) ili preko optičke gustine (u %/m). Prethodne dve veličine su uzajamno zavisne, a većina proizvođača navodi kao opseg osetljivosti za jonizacione detektore opseg veličine čestica dima od 0.01 - 1 μm i od 0.5 - 10 μm za optičke detektore dima.

Na slici 7.3 je prikazana osetljivost konvencionalnih detektora dima u odnosu na gustinu (boju) dima. Osetljivost jonizacionog i optičkog detektora dima je data u zavisnosti od veličina čestica dima, pri čemu se podrazumeva da je dim konstantne gustine.



Slika 7.3 Osetljivost tačkastih detektora dima u odnosu gustinu (boju) dima

Očigledno je da osetljivost tačkastog detektora dima zavisi od veličine čestica dima - jonizacioni detektori dima su pogodniji za detekciju dimova koji sadrže manje, „nevidljive" čestice, optički bolje detektuju dimove koje čine veće, „vidljive" čestice.

7.2.1 Jonizacioni detektori dima

Jonizacioni detektori dima su detektori sa radioaktivnim elementom koji se sastoje iz dve elektrode udaljene oko 1 cm i izvora α zračenja. Elektrode su na različitim potencijalima, a radioaktivni izvor[4] (oko 0.2 mg za Am_{241}) emituje α čestice koje jonizuju prostor između elektroda što omogućava da se između njih uspostavi strujni tok. Pojava dima u komori detektora utiče na smanjenje stepena jonizacije gasa a samim tim se smanjuje i protok struje što predstavlja kriterijum za odlučivanje o alarmnom stanju.

Slika 7.4 Princip rada jonizacionog detektora dima

Čestice dima se „lepe" za jone koji zbog povećane mase usporavaju svoje kretanje. Na osnovu naponsko strujne karakteristike donosi se odluka o alarmu.

Ovaj tip detektora je posebno osetljiv na male čestice dima koje nastaju pri požarima koji se brzo razvijaju (otvoreni požari), ali je relativno neosetljiv na velike čestice dima kao što su one koje nastaju pri gorenju PVC-a, ili tinjajućim požarima pri gorenju poliuretanskih pena. Ovaj detektor je primenljiv na vidljive i na nevidljive produkte sagorevanja.

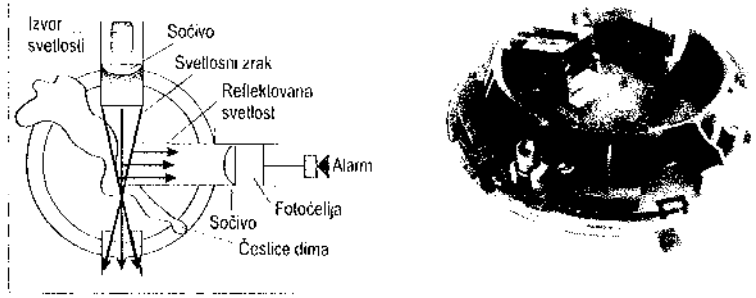
7.2.2 Optički detektori dima

Optički detektori dima koji koriste princip refleksije imaju izvor svetlosti koji emituje kratke, intenzivne svetlosne bljeske specifične učestanosti u lavirint u komori detektora. U prisustvu čestica dima svetlost se od njih difuzno reflektuje kao posledica *Tyndallovog* efekta[5]. Da bi došlo do alarmiranja potrebno je da u lavirintu komore detektora postoji određena koncentracija dima u trajanju od 5-10 s, s obzirom da treba proizvesti dva do tri bljeska na svake 2-3 s. Ukoliko fotoelement „vidi" dva uzastopna bljeska, detektor

[4] *Americijum 241* kod zapadnih proizvođača ili *Plutonijum 239* u ruskim detektorima.
[5] *John Tyndall* (1820-1893) - engleski fizičar.

signalizira alarm. U normalnim okolnostima svetlosni snop se skoro u potpunosti apsorbuje na zidovima komore. Signal fotoelementa se pojačava, procenjuje i donosi se odluka. Slično kao i kod jonizacionih detektora novijeg datuma, ovi detektori ne reaguju na definisani prag alarma već vrše A/D konverziju signala i prosleđuju ga do kontrolne opreme koja donosi odluku o alarmu.

Optički detektor dima koji koriste prolaznu svetlost, rad baziraju na slabljenju svetlosti u komori detektora. Svetlosni snop se iz izvora svetlosti (LED) deli i šalje fotodiodama (FD) u dve komore, otvorenu (mernu) i zatvorenu (referentnu) komoru. Inače, zamračenja svetlosnog snopa kao posledica prisustva dima je glavni princip detekcije kod linijskih detektora dima. Opisani principi rada tačkastih optičkih detektora dima ilustrovani su na slikama 7.5 i 7.6.



Slika 7.5 Detekcija dima korišćenjem principa refleksije i apsorpcije

Stepen zamračenosti[6] merne komore detektora dima koji radi na principu apsorpcije je kriterijum za odlučivanje o alarmu. Zamračenost je direktna posledica optičke vidljivosti (optičke gustine dima) koja se definiše kao logaritamski odnos intenzitera upadne i propuštene svetlosti kroz neku sredinu.[7]

[6] Rečnik SRPS ISO 13943 *Bezbednost od požara* definiše **obscuration by smoke (reduction in the intensity of light due to its passage through smoke)** kao **prigušenje svetlosti dimom**.

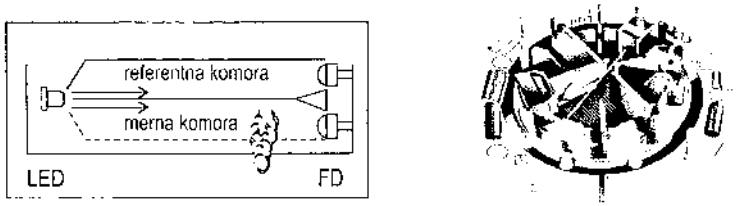
[7] Optička gustina dima (eng. *optical density of smoke - OD*) se definiše relacijom

$$OD = -\log \frac{I}{I_0}$$

gde su: I_0 - intenzitet ulaznog svetlosnog snopa u sredinu i

I - intenzitet propuštene svetlosti.

Kada se optička gustina dima definiše za određeno rastojanje, ona onda predstavlja gubitak u dB po jedinici dužine, pa na primer, optička vidljivost od 0.3 odgovara gubitku koji nastaje pri prenosu svetlosti od 3 dB/cm.



Slika 7.6 Princip apsorpcije (laserski detektor dima firme *SystemSensor*)

Detektor dima prikazan na prethodnoj slici koristi lasersku diodu, poseduje visoku osetljivost (9 pragova alarmiranja, od 0.06 %/m do 6.41 %/m) i izuzetno je pogodan za detekciju u „čistim" prostorijama, pre svega u računarskim i telekomunikacionim centrima.

Tabela 7.4 *Alarmni pragovi jonizacionog i optičkog detektora dima zadati procentima gustine, optičkom vidljivošću po metru (OD/m) i procentom zamračenja (Obs) po metru*

Prag alarma	Jonizacioni detektor		Optički detektor	
	OD/m	Obs	OD/m	Obs
20%	0.007±0.004	1.6 %/m	0.031±0.016	7.2 %/m
50%	0.021±0.005	4.9 %/m	0.063±0.029	14.0 %/m
80%	0.072±0.027	16.0 %/m	0.106±0.039	23.6 %/m

Umesto veličine optičke vidljivosti, za definisanje alarmnih nivoa detektora dima sa apsorpcijom, najčešće se koristi zamračenje u mernoj komori koje se definiše ili po jedinici dužine ili pomoću procenata.[8]

7.3 Polazne osnove za postavljanje tačkastih detektora toplote i dima

Evropski standard EN 54-14 *Guidelines for planning, design, installation, commissioning, use and maintenance* pre detaljnijih pravila za postavljanje, u tekstu daje određene preporuke kada i pod kojim uslovima su tačkasti detektori toplote i dima pogodni za upotrebu. Pre svega se napominje, da iako detektor toplote ima najsporiji odziv, kod požara koji brzo oslobađaju veliku količinu toplote i malo dima, ovaj tip detektora je pogodniji za upotrebu od detektora dima. Sa druge strane, pošto detektori dima ne mogu da detektuju produkte sagorevanja „čistih" požara pojedinih tečnosti (alkohola, na primer) u takvim slučajevima se preporučuje upotreba detektora toplote ili detektora plamena. U

[8] Odnos stope (eng. *foot*) i metra - 1 ft = 0.3058 m.

standardu EN 54-14 se takođe napominje, da bez obzira na ograničenja koja se odnose na oblast primene i brzinu reagovanja, tačkasti detektori toplote imaju najveću imunost na ometajuće faktore u okruženju.

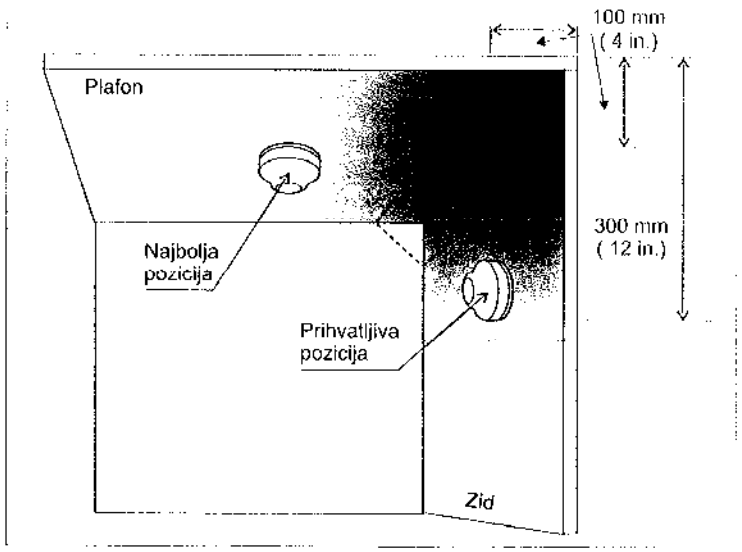
S obzirom na činjenicu da tačkasti detektori toplote reaguju na povećanje temperature na dva načina, standard preporučuje da se termodiferencijalni detektori koriste u prostorijama u kojima dolazi do spore promene ambijentalne temperature, dok detektore fiksne temperature treba primenjivati tamo gde se očekuju brze promene temperature ambijenta u kratkom vremenskom periodu.

Što se tiče osnovnih pravila za postavljanje tačkastih detektora ispod tavnih tavanica, generalno, performanse detektora toplote i dima zavise od blizine tavanice iznad detektora. Detektori bi trebalo da budu postavljeni tako da njihov senzorski element bude u okviru 5% visine prostorije. Zbog mogućeg postojanja hladnog graničnog (plafonskog) sloja, detektori ne bi trebalo da se postavljaju u udubljenja na tavanici, već u ravni plafona. Takođe, za tačkaste tipove detektora nijedna tačka u delu koji se štiti ne bi trebala da bude van radijusa koji je dat u standardu (EN 54-14 *Annex A - Specific recommendations*, tabela A1, osim izuzetaka datih u A.6.5.1.)

Treba napomenuti, da postavljanje tačkastih detektora toplote i dima sa karakteristikama koje se razlikuju od onih koje su zahtevane postojećim standardima, podleže uputstvima proizvođača. To pre svega važi za postavljanje tačkastih detektora na zid. Naime, po pravilu, detektori se postavljaju na tavanicu na minimalnom rastojanju od 0.5 m od zida ili prepreka, greda, naslagane robe i slično. Evropski, nemački i ruski standard ne razmatraju postavljanja tačkastih detektora na zid (osim detektora plamena), dok britanski i američki standard razmatraju tu mogućnost, što je ilustrovano na slici 7.7.

Britanski standard BS 5839-6 *Code of practice for the design, installation and maintenance of fire detection and fire alarm systems in dwellings* napominje da u nekim situacijama u kojima nije moguće da se tačkasti detektori postave na tavanicu, a pod uslovom da je dimenzije prostorije u oba pravca ne prelaze 10 m i njena površina 50 m^2, dozvoljava se mogućnost postavljanja detektora na zid pod sledećim uslovima:

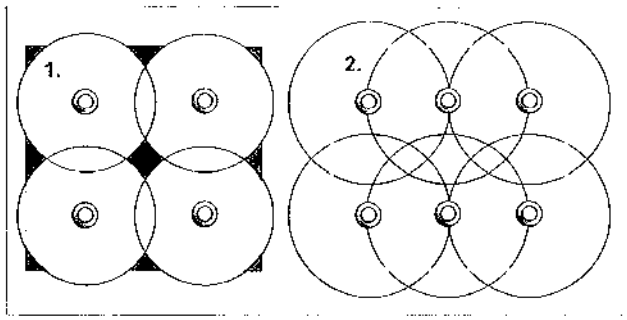
- da se senzorski element nalazi u delu između 150 mm i 300 mm ispod plafona,
- da se senzorski element nalazi iznad nivoa bilo kojih vrata i otvora i
- da dokumentacija proizvođača omogućava postavljanje na zid.



Slika 7.7 Postavljanje tačkastih detektora toplote i dima na zid

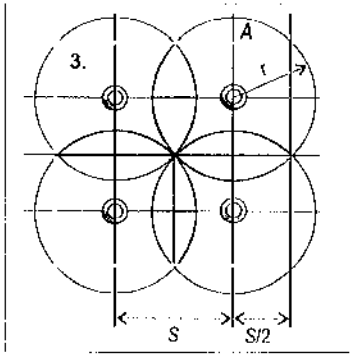
I **američki standard NFPA 72** na isti način definiše ovu mogućnost. Tačkasti detektori mogu da se postavljaju na rastojanju od 4 in. (100 mm) od zida ili na zidu u delu od 4 in. (100 mm) do 12 in. (300 mm) ispod plafona.

Osnovni kriterijum za izračunavanje potrebnog broja tačkastih detektora požara je površina nadziranog prostora koja deljenjem sa površinom nadziranja individualnog detektora požara daje potreban broj detektora za prostoriju koja se razmatra. Pri tome, rezultat deljenja može da dovede do tipa rasporeda koji su prikazani na sledećim slikama.



Slika 7.8 Nepokriveni delovi prostorije i primer redundanse

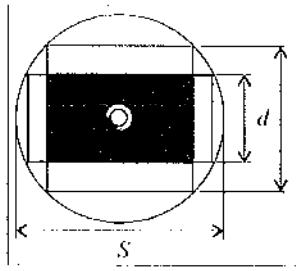
Primer 1 sa slike 7.8 ilustruje najveći problem sa kojim se sreću projektanti, a to je da precizno deljenje površine prostorije sa deklarisanom površinom pokrivanja detektora dovede do toga da u realnoj situaciji postoje nepokrivena područja prostora koji se štiti, ili u najboljem slučaju, da će inicijalni požar koji nastaje u tim delovima biti detektovan relativno kasno. Primer 2 ilustruje situaciju u kojoj je za maksimalno rastojanje između detektora uzet poluprečnik polja pokrivanje detektora. Ova tip redundantne zaštite ima opravdanje u pojedinim situacijama, pre svega u prostorima sa visokim nivoom rizika od požara ili kada se signal od detektora koristi za aktiviranje sistema za gašenje. Takođe, ovim načinom pokrivanja se povećava pouzdanost sistema u slučaju otkaza nekog detektora. Ali, u većini situacija ovakav način pristupa zaštite prostora je nepotreban i neopravdano povećava cenu sistema.



Slika 7.9 „Idealan" raspored tačkastih detektora toplote i dima

Najzad, primer 3 sa slike 7.9 ilustruje „idealan" raspored tačkastih detektora toplote i dima, gde se za preklapanje obavlja na rastojanju od 1/4 prečnika polja pokrivanja detektora, pri čemu rastojanje detektora od zida iznosi 1/2 rastojanja između detektora *S*.

Međutim, sva navedena razmatranja se odnose na idealan, simetričan raspored detektora kada su rastojanja u oba pravca između susednih detektora jednaka. Ustaljena praksa, zasnovana na pravilima koje je sadržao naš *Pravilnik o tehničkim normativima za stabilne instalacije za dojavu požara* (Sl. list SRJ br. 87/93) je bila da se na osnovu tabele i grafika sa krivama koje su pridružene tabeli određuju maksimalna rastojanja između detektora za pravougaoni raspored. Pri tome, korišćen je princip koji je ilustrovan na slici 7.10 gde je prečnik *S* kružne površine *A* koja predstavlja površinu nadziranja tačkastog detektora korišćen za izračunavanje maksimalnog rastojanja između detektora u jednom pravcu, dok se u drugom pravcu to rastojanje redukovalo na veličinu *d*.



$$A = \frac{s^2\pi}{4} = sd$$

$$s_{max} = 1.2\sqrt{A}$$

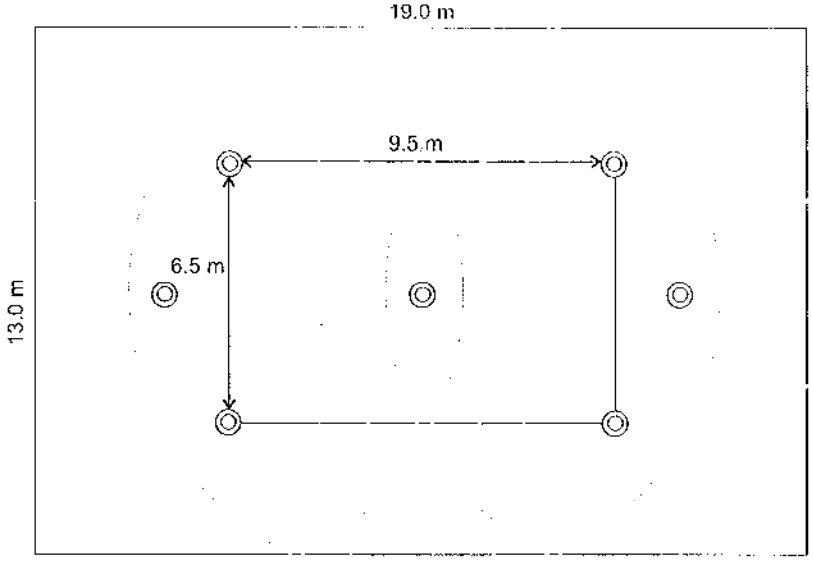
$$d = \frac{A}{s}$$

Slika 7.10 Međusobna rastojanja tačkastih detektora

U skladu sa ovakvim načinom projektovanja, a za najčešće uzimane vrednosti za površine nadziranja detektora dima od 80 m² i za detektore toplote od 30 m², maksimalna rastojanja su iznosila:

$$s_{max} = 1.2 \cdot \sqrt{80} = 10.7 \approx 11\,\text{m} \text{ i } s_{max} = 1.2 \cdot \sqrt{30} = 5.3\,\text{m}$$

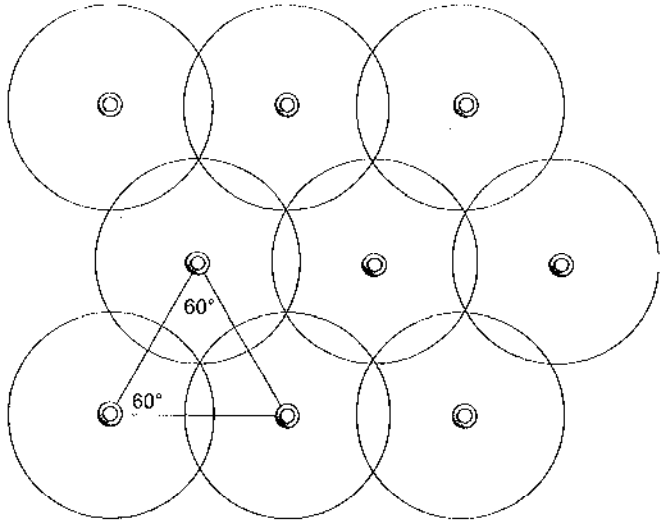
Interesantno je, da pravila koja su data ovim „zastarelim" pravilnikom i danas imaju svoju upotrebnu vrednost. Na slikama 7.11 su ilustrovani primeri linearnog i pravougaonog rasporeda, dok je na slici 7.12 dat primer trougaonog rasporeda detektora.



Slika 7.11 Primer postavljanja tačkastih detektora dima

U slučaju prikazanom na slici 7.11 dimenzije prostorije su takve da deljenje površine koja se nadzire detektorom dima daje vrednosti 2.5 za površinu pokrivanja detektora od 100 m^2 i 3.1 za površinu pokrivanja detektora od 80 m^2. I u prvom i u drugom slučaju, zaokruživanjem navedenih vrednosti dobija se rezultat od tri detektora dima (položaj detektora i granice pokrivanja su prikazani zelenom bojom na slici)[9]. Međutim, postavljanje neparnog broja detektora ponekad može da predstavlja problem u pogledu razmeštaja, pa se po pravilu dodaje još jedan da bi se postigao simetričan raspored. U ovom slučaju, najjednostavnije je da se u prostoriju postave četiri detektora dima, simetrično raspoređenih, čime se dolazi do površine pokrivanja pojedinačnog detektora od A=9.5×6.5=61.75 m^2, što se u smislu redundanse može tolerisati.

Ponekad se u praksi ipak postavlja neparan broj detektora i to ne samo zbog dobijene vrednosti za broj detektora, već pre svega zbog uštede, u slučajevima kada tačkastim detektorima požara treba da se pokrije velika površina. Detektori se postavljaju tako da formiraju temena jednakostraničnog trougla čime se postiže još manje preklapanje polja pokrivanja pojedinih detektora. Međutim, treba napomenuti da i geometrija prostora treba da bude takva, da postoji razlog za ovakav pristup, jer se može desiti da „ivični" detektori budu preblizu zidova, slika 7.12.



Slika 7.12 Trougaono postavljanja tačkastih detektora

[9] U skladu sa pravilima koja su navedena u pomenutom pravilniku, u svim slučajevima je za poluprečnik polja pokrivanja uzimana vrednost od 6.7 m (tzv. *pripadajuća kriva* K7).

Pre nego što budu prikazana pravila za postavljanje u standardima koji se obrađuju u ovoj knjizi, treba da napomenuti da svi standardi u definisanju pravila za postavljanje polaze upravo na način koji opisan u prethodnom tekstu - definišu površinu ili poluprečnik pokrivanja individualnog tačkastog detektora i na osnovu toga određuju potreban broj.

Američki standard NFPA 72 u polaznim osnovama projektovanja nudi sasvim drugačiji pristup koji nije obavezujući, ali daje pouzdanije rezultate, tako što definiše „inženjerski pristup" za definisanje lokacije, broja i međusobnog rastojanja između detektora.[10]

Polazna pretpostavka ovog pristupa je da se dim ravnomerno raspoređuje u prostoriji, što je u praksi redak slučaj, ali se ovim daju teorijske osnove za proračun. Sloj dima uz tavanicu se modelira kao cilindar čija dubina odgovara debljini plafonskog mlaza (10-15% od visine prostorije) ili umnožku te veličine.

Pošto se metod zasniva na proračunu optičke gustine dima, pretpostavljeni scenario je da treba se da detektuje požar jastuka težine 400 g za manje od 2 minuta u prostoriji površine 40 m^2 i visine 3 m. Takođe je definisano da gubitak mase tokom požara iznosi 50g/min, odnosno, ukupan gubitak mase do momenta detekcije je 100 g. Optička gustina dima u prostoriji tokom sagorevanja izračunava se na sledeći način:

$$D = \left(\frac{D_m M}{V_C} \right)^{1/2}$$

gde su:

D_m - masena optička gustina [m^2/g],

M - masa [g],

V_C - zapremina prostorije i

D = [(0.22 m^2/g)(100 g)]/(40 m^2)(3 m) = 0.183 m^{-1}.

Scenario podrazumeva da je prag alarmiranja detektora dima 0.15 m-1, što je maksimalna optička gustina za crni dim definisana standardom ANSI/UL 268. Takođe se podrazumeva da se dim ravnomerno raspoređuje u prostoriji i da se centar požara nalazi u centru prostorije. Posle niza izračunavanja[11] dolazi se do relacije koja definiše poluprečnik pokrivanja tačkastog detektora dima na sledeći način:

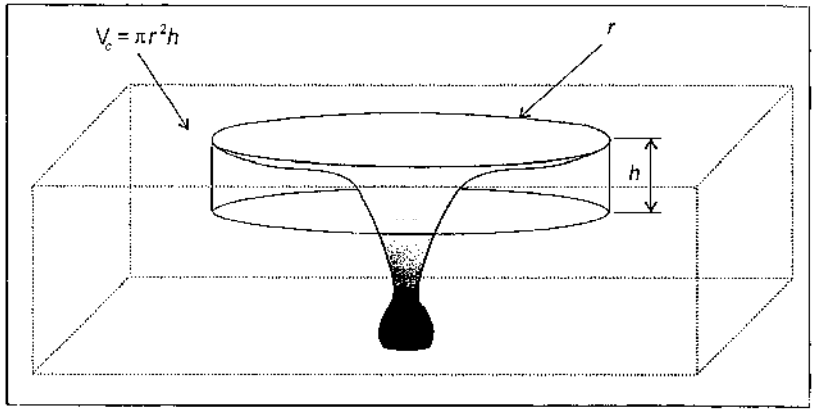
[10] NFPA 72 2016 Edition Annex B *Engineering Guide for Automatic Fire Detector Spacing* B.4.8.2 Method 2 - Mass Optical Density

[11] Izračunavanja bazirana na ovom modelu nisu navedena u tekstu, ne zato što se radi o američkom standardu koji zbog mnoštva detalja nije primenljiv u Evropi, već prvenstveno zbog toga što ovakav pristup zahteva posedovanje određenih znanja iz fizike i termodinamike. Osim toga, osnovni problem kod izračunavanja predstavlja **odsustvo ventilacije i kretanja vazduha u modelu**, što direktno utiče na promenljivu h, a samim tim i na konačni rezultat.

$$r = \left(\frac{D_m M}{0.14 \pi h} \right)^{1/2}$$

gde su:

r - poluprečnik pokrivanja detektora dima [m],
D_m - masena optička gustina [m²/g],
M - masa [g] i
h - visina prostorije.



Slika 7.13 Model za izračunavanje poluprečnika pokrivanja tačkastog detektora dima u skladu sa NFPA 72

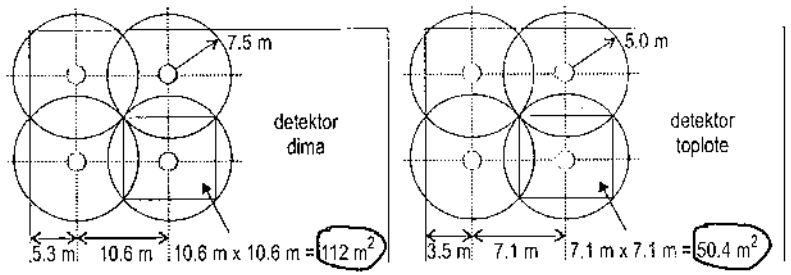
7.4 Osnovna pravila za postavljanje tačkastih detektora toplote i dima

Evropski standard EN 54-14 jednostavnije u odnosu na prethodno navedena pravila definiše polazne osnove za izračunavanje međusobnog rastojanja između detektora, tako što daje samo poluprečnike pokrivanja kružne površine koju pokriva pojedinačni detektor. U tabeli 7.5 je prikazan poluprečnik pokrivanja tačkastih detektora toplote i dima u odnosu na visinu tavanice (što je u suštini definisano kao najveća udaljenost bilo koje tačke na tavanici od pojedinačnog detektora). Pri tome treba obezbediti preklapanje pojedinačnih površina pokrivanja od najmanje ¼ prečnika, što je ilustrovano na slici 7.14 na primeru „idealnog" simetričnog rasporeda tačkastih detektora dima i toplote korišćenjem zadatih poluprečnika.

Tabela 7.5 *Poluprečnik pokrivanja tačkastih detektora toplote u odnosu na visinu tavanice*

	Visina tavanice [m]					
	≤ 4.5	> 4.5 ≤ 6	> 6 ≤ 8	> 8 ≤ 11	> 11 ≤ 25	> 25
Tip detektora	Poluprečnik pokrivanja [m]					
Detektori toplote EN 54-5 Klasa 1	5	5	5	NN	NP	NP
Detektori dima EN 54-7	7.5	7.5	7.5	7.5	NN	NP

Legenda: NN - Normalno se ne koristi, ali može u posebnim primenama
NP - Ne primenjuje se



Slika 7.14 „Idealan" (simetričan) raspored detektora dima i toplote

Očigledno je da se u evropskom standardu ne pominju eksplicitno površine nadziranja tačkastog detektora dima i toplote, ali navedeni poluprečnici pokrivanja u slučaju idealnog simetričnog rasporeda detektora, implicitno daju veće površine pokrivanja detektora toplote i dima od onih koje nominalno daju proizvođači i onih koji su usvojenih u praksi.

Treba napomenuti da navedeni poluprečnici pokrivanja imaju za posledicu da izračunato maksimalno rastojanje između detektora ne odudara mnogo od vrednosti koje su se do sada koristile u skladu sa našim pravilnikom iz 1993. godine, o čemu je bilo reči na početku ovog poglavlja.

Nemački standard VDE 0833 *Alarm systems for fire, intrusion and hold up - Part 2: Requirements for fire alarm systems*, za razliku od standarda EN 54-14, definiše površinu pokrivanja i poluprečnik (maksimalnu udaljenost tačke u nivou tavanice u odnosu na pojedinačni detektor) u skladu sa površinom prostorije koja se nadgleda i njenom visinom. U tabeli 7.6 na sledećoj strani, navedene su površine pokrivanja pojedinačnog tačkastog detektora dima i tačkastog detektora toplote u skladu sa već prikazanim graničnim visinama za primenu pojedinih tipova detektora.

Tabela 7.6 *Maksimalna površina pokrivanja A tačkastih detektora dima i toplote*

Površina prostorije	Tip detektora	Visina prostorije	Nagib tavanice	
			do 20°	preko 20°
			A	*A*
do 80 m²	Tačkasti detektor dima EN 54-7	do 12 m	80 m²	80 m²
preko 80 m²	Tačkasti detektor dima EN 54-7	do 6 m	60 m²	90 m²
	Tačkasti detektor dima EN 54-7	od 6 m do 12 m	80 m²	110 m²
	Tačkasti detektor dima EN 54-7	od 12 m do 16 m	120 m²	150 m²
do 30 m²	Tačkasti detektor toplote EN 54-5 (Klase A1, A2, B, C, D, E, F i G)	do 6 m	30 m²	30 m²
	Tačkasti detektor toplote EN 54-5 (Klasa A1)	do 7.5 m	30 m²	30 m²
preko 30 m²	Tačkasti detektor toplote EN 54-5 (Klase A1, A2, B, C, D, E, F i G)	do 6 m	20 m²	40 m²
	Tačkasti detektor toplote EN 54-5 (Klasa A1)	do 7.5 m	20 m²	40 m²

[ ] - primenljivi u zavisnosti od zaposednutosti i ambijentalnih karakteristika

Kod udvajanja zona, tj. da bi se realizovala detektorska („dvozonska") zavisnost, zavisno od tipa udvajanja - A ili B, površina pokrivanja se redukuje. U slučaju zavisnosti tipa B maksimalna površina nadgledanja iz prethodne tabele se smanjuje najmanje za 30%. Ovaj tip udvajanja površina pokrivanja treba da se koristi za aktiviranje sistema za gašenje. Ako se za realizaciju zavisnosti tipa B koriste detektori toplote, njihova površina pokrivanja se smanjuje za 50%. Pri tome, kada se koristi tip B, da bi udvajanje imalo smisla, rastojanje između dva detektora ne sme da bude manje od 2.5 m.

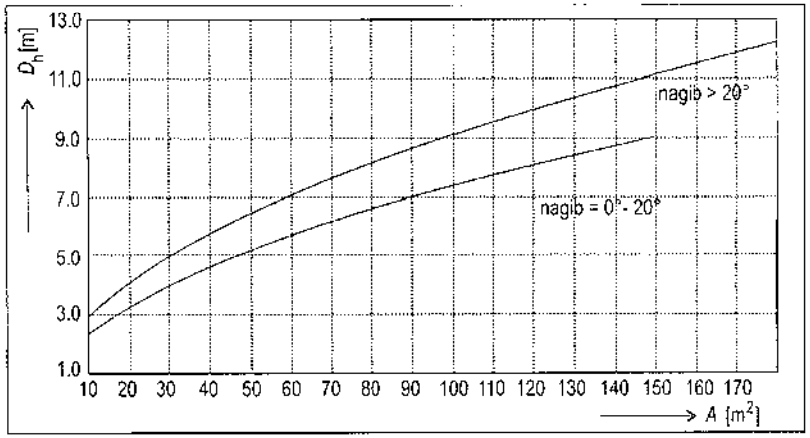
Navedeno pravilo ne važi za višesenzorske tačkaste detektore, iako je najčešći način njihove realizacije kombinacija detekcije toplote i dima. Naime, pošto postoji mogućnost isključivanja pojedinih senzora, za preostali senzor važe ista pravila koja su data u prethodnoj tabeli, dok se kod udvajanja tipa B, njihovo korišćenje uopšte ne razmatra.

I evropski i nemački standard daju preporuku da raspored automatskih detektora požara treba da bude takav da se, između ostalog, teži simetričnom rasporedu i da najveće rastojanje od detektora do slučajno izabrane tačke u ravni tavanice bude skoro isto za sve detektore u prostoriji. Pošto to na drugoj strani znači da prostorija koja se nadgleda treba prilikom projektovanja da bude podeljene u jednake virtuelne celine, u tom smislu **nemački standard VDE 0833-2** ide još dalje u odnosu na evropski i daje preporuku odnosa širine i dužine pojedinačnih virtuelnih površina u okviru prostorije, tabela 7.7, na sledećoj strani.

Tabela 7.7 *Odnos stranica pravougaonih površina koje se nadgledaju pojedinačnim tačkastim detektorem požara*

Nagib tavanice	Detektor dima	Detektor toplote
do 20°	2:3	1:2
preko 20°	1:3	1:4

Kada je u pitanju poluprečnik pokrivanja, i ovde postoji razlika u odnosu na evropski standard u načinu definisanja. Na slici 7.15 i u tabeli 7.8 su prikazani odnosi površine pokrivanja *A* i najveća dozvoljena udaljenost slučajno izabrane tačke u nivou tavanice od detektora (poluprečnik pokrivanja) D_h u odnosu nagib tavanice α za tačkaste detektore dima.



Slika 7.15 Poluprečnik i površina pokrivanja detektora dima

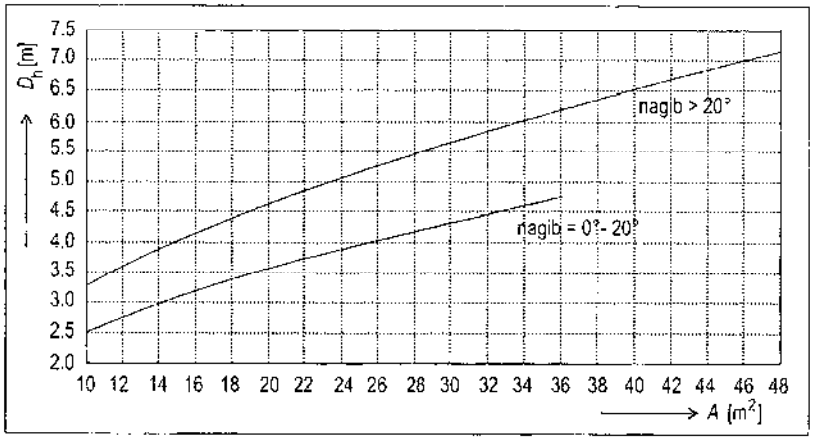
Udaljenost proizvoljne tačke na tavanici u zavisnosti od površine pokrivanja pojedinačnog detektora dima sa slike 7.15 ima vrednosti koje su date u sledećoj tabeli.

Tabela 7.8 *Pojedine vrednosti poluprečnika u odnosu na površinu pokrivanja detektora dima*

A [m²]	20	30	40	50	60	80	100	120	140	150	180
D_h [m], nagib do 20°	3.3	4.1	4.7	5.2	5.7	6.6	7.4	8.1	8.7	9.0	Ne
D_h [m], nagib >20°	4.1	5.0	5.8	6.5	7.1	8.2	9.2	10.0	10.8	11.2	12.2

Dakle, ako se međusobni raspored detektora dima izračunava u skladu sa standardom VDE 0833-2, za prostoriju koja se nadzire sa površinom većom od 80 m² i nagibom tavanice do 20°, treba izabrati detektor dima koji ima površinu pokrivanja od 60 m², pri čemu udaljenost proizvoljne tačke na tavanici od najbližeg detektora ne sme da bude veća od 5.7 m.

Na sličan način se definišu i rastojanja za tačkasti detektor toplote, slika 7.16 i tabela 7.9.



Slika 7.16 Poluprečnik i površina pokrivanja detektora toplote

Poluprečnik detektora toplote u zavisnosti od pojedinačne površine pokrivanja sa slike 7.15 ima vrednosti koje su date u sledećoj tabeli.

Tabela 7.9 *Pojedine vrednosti poluprečnika u odnosu na površinu pokrivanja detektora dima*

A [m²]	12	14	16	18	22	26	30	36	40	46	48
D_h [m], nagib do 20°	2.7	3.0	3.2	3.4	3.7	4.0	4.4	4.7	Ne	Ne	Ne
D_h [m], nagib >20°	3.6	3.9	4.1	4.4	4.8	5.3	5.7	6.2	6.5	6.8	7.1

Britanski standard BS5839 *Fire detection and alarm systems for buildings - Part 1: Code if practice for system design installation and servising*, zbog specifičnosti koje su posledica podele na sisteme tipa P (Property) i tipa L (Life) zavisno od namene, kod sistema tipa P preporučuje da horizontalno rastojanje bilo koje tačke na tavanici do detektora toplote (poluprečnik pokrivanja) ne sme da bude veće od 5.3 m, a od detektora dima 7.5 m, sa površinama pokrivanja od 50 m² i 100 m², respektivno. Mesto postavljanja tačkastog detektora toplote treba da zadovolji uslov da senzorski element bude u okviru 25 mm i 150 mm ispod tavanice ili krova i ne više od 600 mm za detektore dima.

Kada je u pitanju visina prostorije kao limitirajući faktor, interesantno je da jedino ovaj standard instaliranje u prostorijama sa većom visinom povezuje sa brzinom reagovanja jedinice za gašenje, odnosno, početkom gašenja.

Ukoliko je vreme dolaska jedinice za gašenje do 5 minuta, dozvoljeno je da se visina instaliranja poveća do 13.5 m za detektore toplote i 15 m za

detektore dima. Identične vrednosti se navode i u delu 6 standarda BS 5839-6 *Code of practice for the design, installation and maintenance of fire detection and fire alarm systems in dwellings.*

Ruski standard НПБ 88-2001 *Нормы пожарной безопасности - Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования* u delu 12.4 napominje da tačkaste detektore toplote treba instalirati u prostorima u kojima se očekuje značajan razvoj toplote u početnoj fazi razvoja požara. Što se tiče pravila za postavljanje, tačkasti detektori toplote se postavljaju u skladu sa pravilima koja su data u tabeli 7.10, dok su pravila za postavljanje tačkastih detektora dima data u tabeli 7.11.

Tabela 7.10 *Pravila za postavljanje tačkastih detektora toplote*

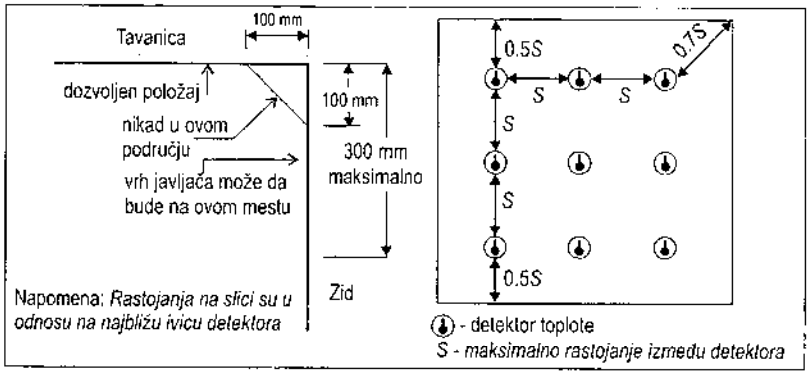
Visina prostora koji se štiti [m]	Površina pokrivanja detektora [m²]	Maksimalno rastojanje [m]	
		između detektora	detektora od zida
do 3.5	do 25	5.0	2.5
3.5 - 6.0	do 20	4.5	2.0
6.0 - 9.0	do 15	4.0	2.0

Tabela 7.11 *Pravila za postavljanje detektora dima*

Visina prostora koji se štiti [m]	Površina pokrivanja detektora [m²]	Maksimalno rastojanje [m]	
		između detektora	detektora od zida
do 3.5	do 85	9.0	4.5
3.5 - 6.0	do 70	8.5	4.0
6.0 - 10.0	do 65	8.0	4.0
10.5 - 12.0	do 55	7.5	3.5

Američki standard NFPA 72 *National Fire Alarm and Signaling Code* spada u standarde koji najdetaljnije (i najobimnije) regulišu problematiku otkrivanja i dojave požara. Međutim, zbog specifičnosti koje poseduje, ovde su navedeni samo oni delovi standarda koji u svojim pravilima i preporukama ne odudaraju značajno od pravila definisanih prethodno pomenutim standardima. Način na koji ovaj standard definiše mesto postavljanja i rastojanje između detektora je ilustrovano slikom 7.17 na primeru tačkastih detektora toplote.[12]

[12] Slika je preuzeta iz NFPA 72, *National Fire Alarm and Signaling Code*, NFPA, Quincy, MA, 2013 Edition, Figure A.17.6.3.1.3.1



Slika 7.17 Postavljanje tačkastih detektora toplote u skladu sa NFPA 72

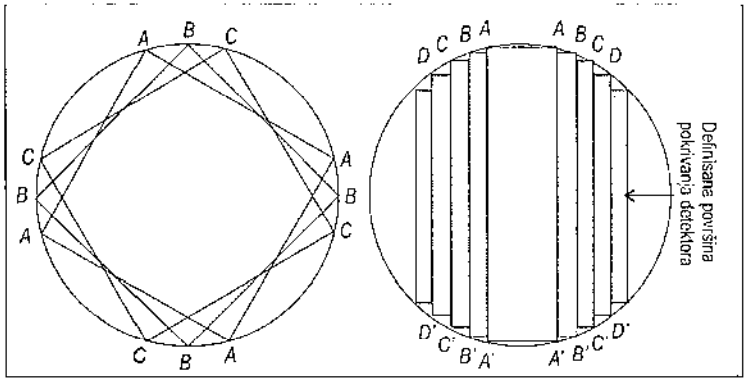
Pravila za postavljanje i međusobna rastojanja koja su prikazana na slici 7.17 u skladu su sa principom koji je već pomenut u tekstu - da se uvek teži rasporedu po kvadratnom zakonu, tako da rastojanje od zida bude jednako $S/2$.

Činjenica da kružna površina koju pokriva detektor ima radijus koji je jednak $0.7S$ je ilustrovana na slici 7.18 sa koje se vidi da detektor koji je postavljen u centru kruga poluprečnika $0.7S$ pokriva beskonačno veliki broj pravougaonika koji se nalaze unutar njega. Pošto su u praksi prostorije koje se nadziru najčešće pravougaone, a ne kvadratne, dolazi do smanjenja jedne ivice i do povećanja druge ivice pravougaonika koji predstavlja površinu pokrivanja detektora. To u suštini znači da se relativna osetljivost detektora povećava, što se više raspored približava idealnom kvadratnom rasporedu.

Na primeru koji je prikazan na slici, ako se za definisanu površinu pokrivanja detektora dima usvoji sivi kvadrat ivica 9.1 m × 9.1 m (30 ft × 30 ft), što daje površinu od 83.6 m^2, površine ostalih pravougaonika iznose:

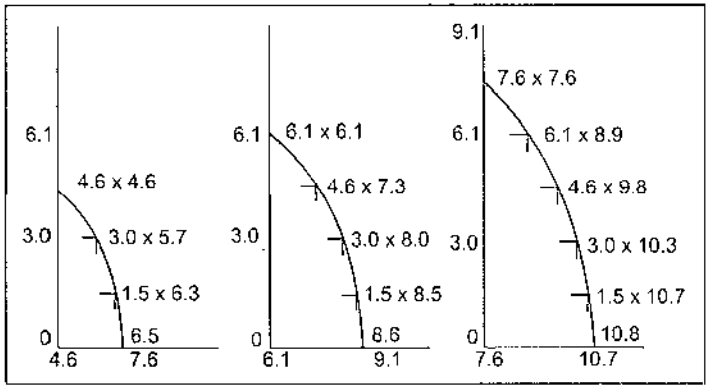
- A = 3.1 m × 12.5 m = 38.1 m^2
- B = 4.6 m × 11.9 m = 54.3 m^2
- C = 6.1 m × 11.3 m = 68.8 m^2
- D = 7.6 m × 10.5 m = 78.9 m^2

Dakle, pri podeli prostorije koja se nadgleda na površine kvadratnog oblika sa ivicama 30 ft × 30 ft, uzima se da pojedinačni detektor dima pokriva kružnu površinu poluprečnika 9.1 m × 0.7 = 6.4 m.



Slika 7.18 Odnos površine pokrivanja detektora u odnosu na povećanje međusobnog rastojanja

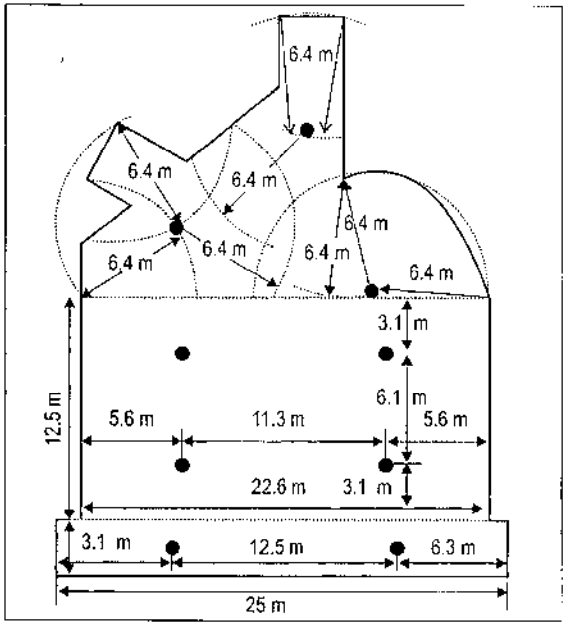
Da bi se projektantima olakšalo izračunavanje međusobnog rastojanja između detektora u oba pravca, standard definiše familiju krivih za pojedine poluprečnike pokrivanja tačkastih detektora toplote i dima, slika 7.19. Ovaj pristup je veoma sličan onom koji je postojao u našem pravilniku iz 1993. godine, koji je kroz tabelu i pripadajuće krive K1 - K11 definisao međusobna rastojanja između detektora.



Slika 7.19 Krive za određivanje međusobnog rastojanja detektora

Zbog toga, imajući u vidu opisani pristup, standard preporučuje da se prilikom planiranja rasporeda detektora u prostorima koji nisu pravougaonog oblika, taj prostor podeli na elementarne pravougaone površine i da se raspored

detektora planira tako, kao da su ti prostori fizički odvojeni. Ovaj pristup je u standardu NFPA 72 ilustrovan primerom koji je dat na slici 7.20.[13]



Slika 7.20 Raspored tačkastih detektora toplote i dima u prostorima sa nestandardnom geometrijom

7.4.1 Postavljanje u uskim prostorijama, hodnicima, prolazima

Kada je u pitanju postavljanje tačkastih detektora toplote i dima u hodnicima i uskim prostorima, **evropski standard EN 54-14** ne daje posebne preporuke, osim napomene da detektor mora da bude udaljen najmanje 0.5 od zida i da u prostorijama koje su uže od 1.2 m detektor treba da se nalazi u okviru srednje trećine širine hodnika.

Nemački standard VDE 0833-2 je precizniji, pre svega zbog činjenice da se u standardu definiše da je *hodnik* prostorija koja je uža od 3 m. U takvim prostorijama najveće rastojanje između detektora toplote može da iznosi 10 m,

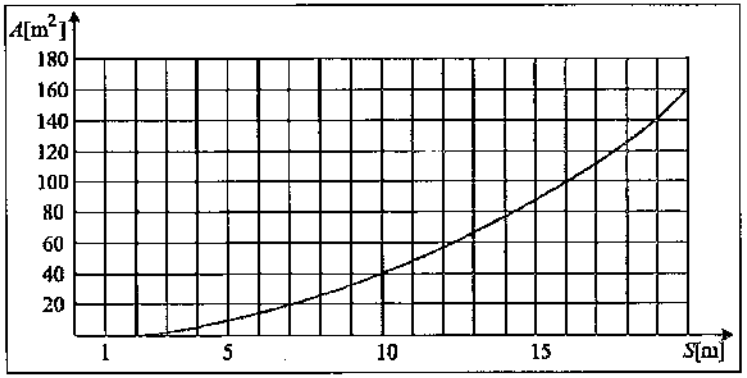
[13] Slika je preuzeta iz NFPA 72, *National Fire Alarm and Signaling Code*, NFPA, Quincy, MA, 2013 edition, Figure A.17.6.3.1.1(h).

a između detektora dima 15 m. Ukoliko se detektori toplote koriste u udvojenim zonama (zavisnost) tipa B, maksimalno rastojanje detektora toplote se smanjuje na 5 m. Za slučaj zavisnosti tipa B korišćenjem detektora dima, maksimalno rastojanje iznosi 11 m, a ako se zavisnost tipa B koristi za uključivanje sistema za gašenje rastojanje može da iznosi najviše 7.5 m. Standard navodi da je jedan detektor uvek mora da se nalazi na mestima gde se spajanju ili ukrštaju hodnici, i u uglovima hodnika i prolaza. U površine za koje se smatra da predstavljaju spajanje hodnika spadaju sve one koje imaju dubinu veću od 1 m i širinu do 3 m.

Ovakav pristup je logičan, jer je u hodnicima i uskim prostorijama širenje dima kanalisano što omogućava veći razmak između detektora, ali tako da veličina nadzirane površine ostane ista. U dosadašnjoj praksi se koristio veoma sličan pristup prema kome u prostorijama čija je širina manja ili jednaka polovini rastojanja ($<0.5\times S$), rastojanje između detektora može da se poveća do odnosa:

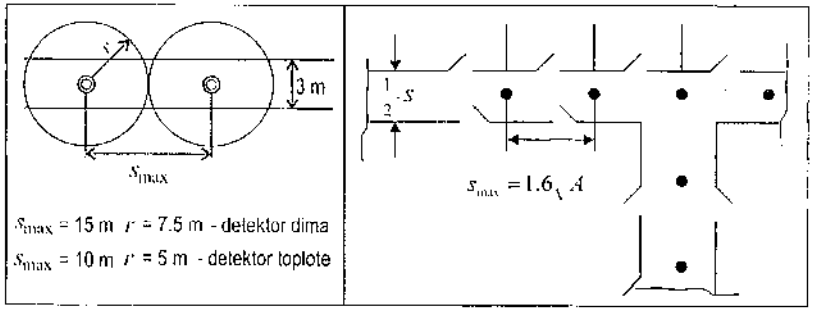
$$s_{max} = 1.6\sqrt{A}\ ,$$

što je ilustrovano krivom na slici 7.21.



Slika 7.21 Maksimalno rastojanje između detektora u hodniku

Pravilo, da se kod ukrštanja i grananja hodnika obavezno postavlja jedan detektor, ilustrovano je na slici 7.22.



Slika 7.22 Pravila za razmeštanje detektora u hodniku

Britanski standard BS 5839-1 nalaže drugačija pravila zbog činjenice da se prema ovom standardu hodnikom smatraju prostorije širine do 5 m. Pri postavljanju detektora u takvim prostorijama, maksimalno rastojanje između tačkastih detektora dima i toplote može da se poveća za polovinu razlike između 5 m i širine hodnika. Drugim rečima, ako se sa w označi širina hodnika, poluprečnik pokrivanja iznosi:

- za detektore toplote (5 m - w) /2 + 5.3 [m],
- za detektore dima (5 m - w) /2 + 7.5 [m].

Ruski standard НПБ-88, kada su u pitanju hodnici, navodi korekciju koja se odnosi samo na tačkaste detektore dima, u smislu da maksimalno rastojanje detektora dima koje je u ovom poglavlju dato u tabeli 7.11, može da se u prostorijama sa širinom do 3 m poveća za 1.5 puta (inače, ovo pravilo važi i za postavljanje u prostorijama sa visinom do 1.7 m).

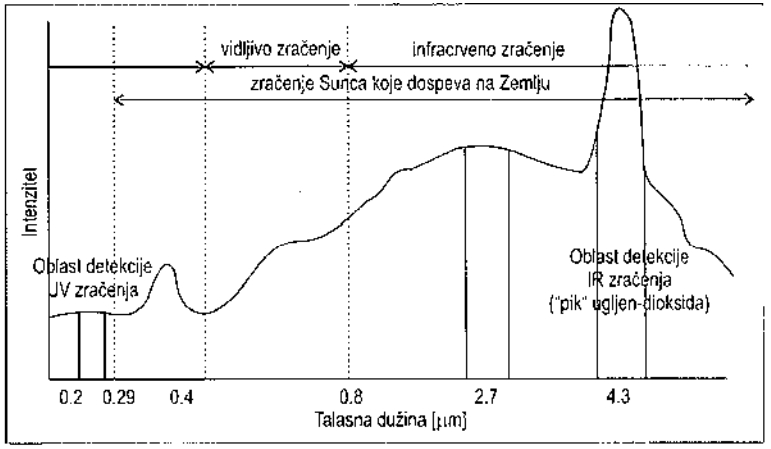
Američki standard NFPA 72 definiše hodnik na sličan način kao i britanski standard, kao prostoriju širine do 4.6 m (15 ft). Rastojanje između detektora se ne definiše jednoznačno, već u skladu sa maksimalnom površinom pokrivanja detektora. Na primer, za postavljanje detektora dima (9.1 m × 9.1 m površina pokrivanja) navodi se da u hodniku širine 3 m (10 ft) i dužine 25 m (odn. 82 ft), treba postaviti 2 detektora, što daje rastojanje od 12.5 između detektora sa simetričnim rasporedom (ovo je ilustrovano u donjem delu slike 7.20). Bez obzira što se radi o hodniku, standard navodi da najveća udaljenost detektora dima od zida ne sme da pređe vrednost od 0.7×S (slika 7.17), što upravo toliko iznosi - 0.7×9.1 m=6.4 m.

8 Postavljanje detektora plamena

Kod požara koji počinju tinjanjem prođe relativno dosta vremena dok ne dođe do punog razvoja požara. Međutim, u visokim objektima ili na otvorenom prostoru gde se skladišti lako zapaljivi materijal, kao na primer, derivati nafte ili hemijske materije, ne samo da nije moguće iskoristiti konvekciju produkata požara za detekciju već se i požar razvija veoma brzo. U takvim slučajevima jedino praktično rešenje su detektori zračenja plamena (eng. *flame detectors*, rus. *пламени извещатели*).

Zračenje žarišta požara u zavisnosti od temperature gorenja i hemijskih reakcija ima različit spektralni sastav. Spektar zračenja plamena je prilično složen i sastoji se iz:

- *kontinualnog zračenja*, koje se formira kao posledica zagrevanja različitih čvrstih i tečnih čestica koje se obrazuju nad žarištem požara pri nepotpunom sagorevanju (čestice čađi, vodene pare itd.). Kontinualno zračenje ima dva karakteristična pika u oblasti od 2.8 μm i 4.3 μm, što je uslovljeno zračenjem vodene pare i radikala OH (2.8 μm), a takođe i zračenjem zagrejanog ugljen-dioksida (4.3 μm), slika 8.1;
- *linearnog spektra*, koji se formira kao rezultat hemijskih reakcija u plamenu (uzajamno dejstvo molekula materije). Sastav ovog spektra zavisi od tipa goriva i oksidansa;
- *pojedinačnih linija*, koje se formiraju kao rezultat elektronskih prelaza u atome pod dejstvom spoljašnje energije.



Slika 8.1 „Tipičan" spektar požara ugljovodonika