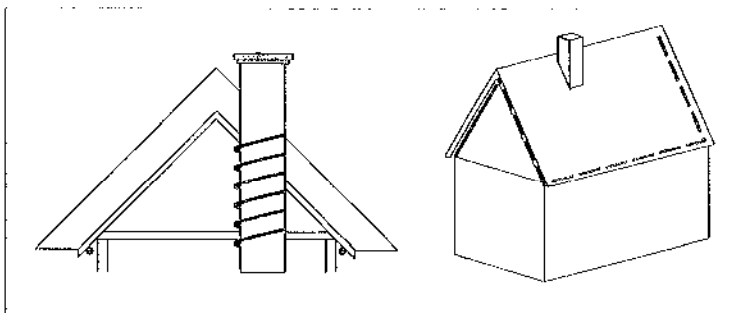
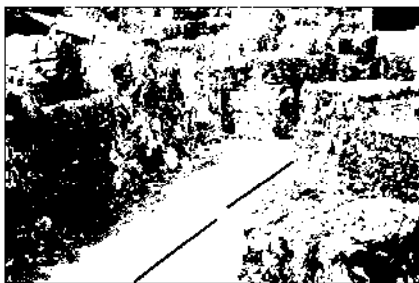


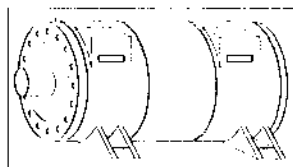
Pomenuta kombinacija toplotno osetljivih kablova i detektora plamena nije tako reka, upravo kada se zahteva detekcija na otvorenom prostoru (deponije, reciklažna industrija). Takođe, jednostavnim „omotavanjem“ oko dimovodnih kanala i krovnog pokrivača može da se realizuje detekcija povišene temperature ispod krovova. Na sličan može da se kontroliše pregrevanje mašina.



Slika 11.17 Postavljanje linijskih detektora toplote oko dimnjaka i u potkrovlju



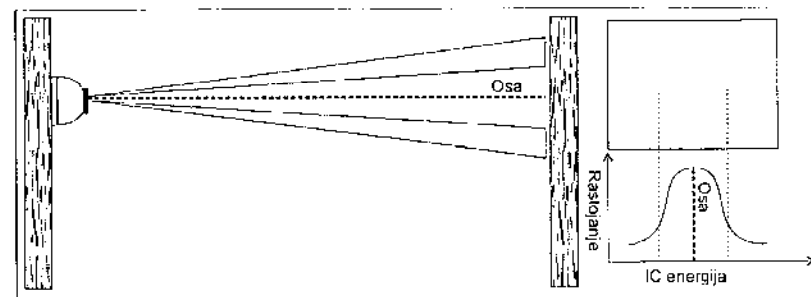
Slika 11.18 Primena linijskih detektora toplote u industriji reciklaže



Slika 11.19 Primena linijskih detektora toplote za kontrolu pregrevanja mašina

12 Linijski detektori dima

Linijski detektor dima (linearni detektor dima, „bim“ detektor - eng. *linear smoke detector*, *infrared beam detector*, rus. *линейные дымовые оптические излучатели*) svoj rad zasniva na principu apsorpcije, tj. na merenju slabljenja intenziteta svetlosti kao posledice prisustva dima. Linijski detektor dima se sastoji iz predajnog dela (eng. *transmitter*) koji generiše i projektuje modulisanu infracrvenu snop svetlosti ka prijemniku (eng. *receiver*) koji sadrži fotosenzitivni senzor preko koga prosleđuje signal kontrolnoj jedinici (eng. *control unit*).¹⁾ Predajni, prijemni i kontrolni (merni) deo konstruktivno mogu da budu razdvojeni ili da se nalaze u istoj celini. Infracrveni snop (najčešće talasne dužine od 800 nm do 900 nm) koji generiše predajnik je u obliku kupe tako da se intenzitet (energija) infracrvenog snopa smanjuje u funkciji rastojanja od ose (slika 12.1). Za razliku od tačkastih detektora dima, linijski detektori dima su manje osetljivi na boju dima, tako da predstavljaju daleko bolje rešenje u situacijama u kojima se očekuje požar sa crnim dimom.



Slika 12.1 Linijski detektor dima

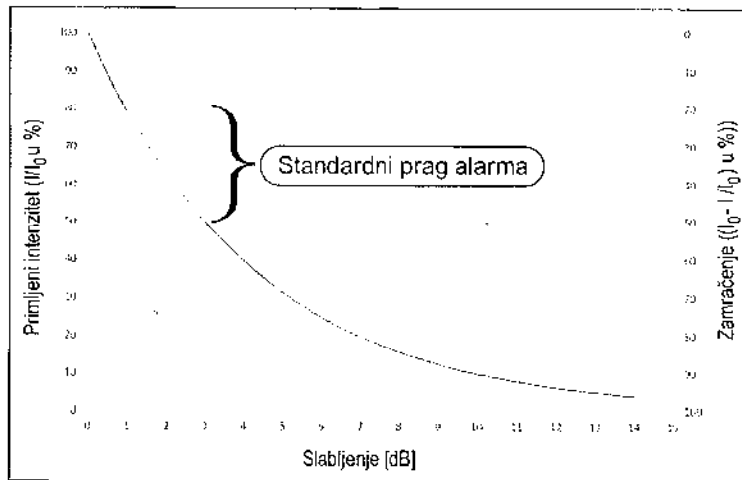
Predajnik emituje strogo usmeren infracrveni svetlosni snop prema prijemniku ili prema ogledalu - reflektoru. Ukoliko nema dima, veliki deo svetlosti dolazi ili do reflektora i vraća se istim putem na polaznu tačku, ili do prijemnika gde proizvodi električni signal na fotodiodi. U ovoj varijanti inicijalno stanje snopa u prijemniku se pamti kao referentna vrednost za kasnija merenja.

U varijanti sa ogledalom, u prisustvu dima deo svetlosti se apsorbuje a deo se reflektuje od strane čestica dima, tj. svetlost menja pravac. Ostatak

¹⁾ Evropski standard EN 54-12: *Smoke detectors – Line detectors using an optical beam* definiše linijski detektor dima na sledeći način: **3.1 line smoke detector using an optical beam** – detector consisting of at least of a transmitter and a receiver and which may include reflector(s) for the detection of smoke by the attenuation and/or changes of an optical beam.

svetlosti stiže do reflektora, vraća se do mernog dela i ponovo slabi što ima za posledicu da veoma mali deo svetlosti stiže do prijemnika. Signal postaje sve slabiji što rezultuje pojavom alarma. U oba slučaja, osnovni zahtev za efikasnu detekciju je montiranje predajnika i prijemnika (ogledala) na podlogu koja je imuna na vibracije ili deformacije različitog porekla; na primer, pomeranje predajnika pod uglom od samo 0.5° izazvaće na rastojanju od 100 m pomeraj snopa za skoro 90 cm (tačnije 873 mm).

U varijanti predajnik/prijemnik dobijeni podatak o stanju infracrvenog snopa se upoređuje sa referentnom vrednošću i na bazi toga donosi odluka. Kod većine linijskih detektora dima postoji mogućnost podešavanja detektora na 3 alarmna praga, pri čemu procenat zamračenja koji odgovara pragu alarma zavisi od proizvođača. Najčešće kombinacije su: 25%, 50% i 70% ili 25%, 35% i 50% zamračenja infracrvenog snopa. Linijski detektor dima se koristi u prostorijama gde se ne očekuju druge smetnje koje prekidaju snop svetlosnog uređaja. Veličina čestica koja može biti detektovana iznosi od $0.5 \mu\text{m}$ do $10 \mu\text{m}$ i daje izlaz proporcionalan gustini dima.



Slika 12.2 Prag alarma, slabljenje i zamračenje emitovanog IC snopa

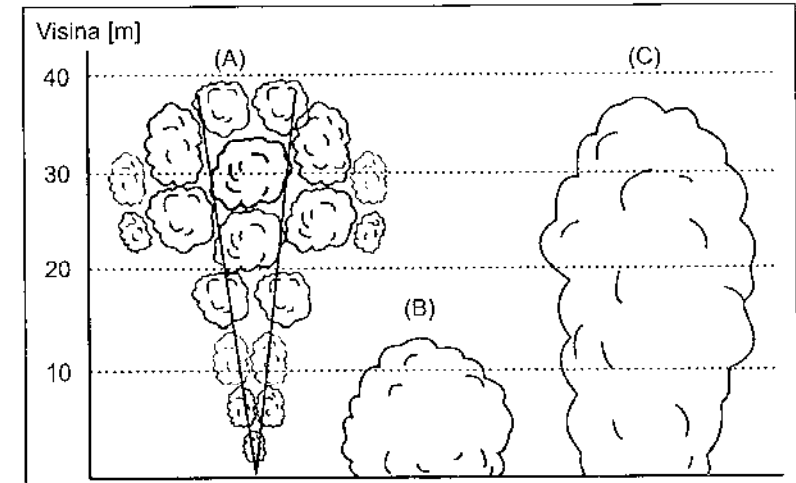
Prijemnik sadrži mikroprocesor koji kompenzuje spore promene signala izazvane prašinom na sočivima (1% u odnosu na referentni signal za vreme od 1h). Iznenadni, potpuni prestanak prijema svetlosnog snopa iz predajnika se tumači kao otkaz od strane detektora.

Efikasnost linijskih detektora dima u velikoj meri zavisi od dobro poznate pojave stratifikacije koja nastaje kada dođe do izjednačavanja temperature dima

i okolnog vazduha, a posebno u odsustvu ventilacije. Upravo zbog efekata stratifikacije, visina postavljanja može da bude diskutabilna tako da prilikom postavljanja treba voditi računa o velikom broju faktora, kao što su na primer:

- konstruktivne karakteristike prostorije,
- visina i oblik tavanice,
- grede, podesti i ispusti,
- ventilacija,
- ambijentalne karakteristike,
- karakteristike materijala u prostotiji,
- karakteristike očekivanog požara,
- zaposednutost prostora, itd.

Karakteristični oblici stratifikacije koji mogu da izazovu nedoumice o visini postavljanja linijskog detektora dima su prikazani na sledećoj slici.



Slika 12.3 Karakteristični oblici stratifikacije koji utiču na visinu postavljanja linijskog detektora dima

U situaciji (A) dim se u relativno uzanom sloju čiri ka tavanici i širi teče na višim nivoima što je karakteristično za brz razvoj požara, tako da može da bude detektovan teče na tim visinama. Slučaj (B) se odnosi na spor razvoj požara, dolazi do hladjenja na visinama između 10 m i 15 m što izaziva stratifikaciju na tim visinama, i zbog toga detektor treba instalirati na visini manjoj od 15 m. Primer (C) se odnosi na požara sa jakim razvojem toplote na nižim nivoima, do hladjenja dolazi teče na velikim visinama, koncentracija dima je skoro jednaka od poda to tavanice, tako da detektor može da se postavi na bilo kojoj visini.

12.1 Pravila za postavljanje linijskog detektora dima

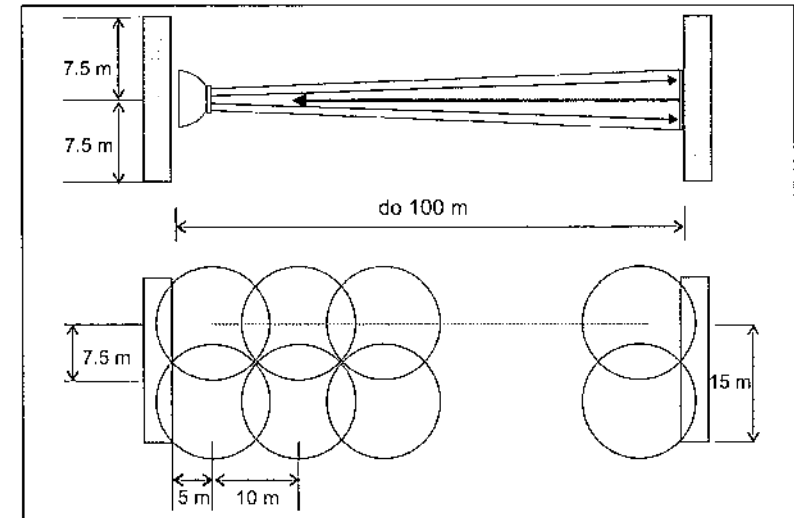
Zbog činjenice da nije moguće predvideti mesto nastanka požara i uslove njegovog razvoja, prilikom postavljanja linijskih detektora dima obično se primenjuju tri osnovne strategije:

- *Dijagonalno postavljanje.*
Svrha ovog pristupa je da se brzo detektuje razvoj sloja dima bez obzira na temperaturu koja vlada u požaru. Kod ovog pristupa, detektori se usmeravaju najviše prema tavanici, sa ciljem da se „presretne“ razvoj dima bez obzira na nivo stratifikacije. Ovaj pristup zahteva instaliranje dva ili više linijskih detektora dima.
- *Horizontalno postavljanje na različitim nivoima za detekciju pojedinih slojeva dima.*
Ovaj pristup se primenjuje kada ne može sa sigurnošću da se predvidi na kojoj visini će doći do stratifikacije. Visina postavljanja pojedinih detektora je definisana standardima.
- *Horizontalno postavljanje u nivou vrha plamena.*
Ideja kod ovog pristupa je da se detektuje pojava dima u samom nastanku iznad vrha plamena. U tu svrhu se postavlja nekoliko nivoa linijskih detektora dima na međusobnom rastojanju (visini) koje iznosi 25% od nivoa (visine) prvog linijskog detektora dima iznad nivoa poda. Ovaj pristup zahteva da se najmanje jedan ili više detektora budu postavljeni ispod nivoa tavanice.

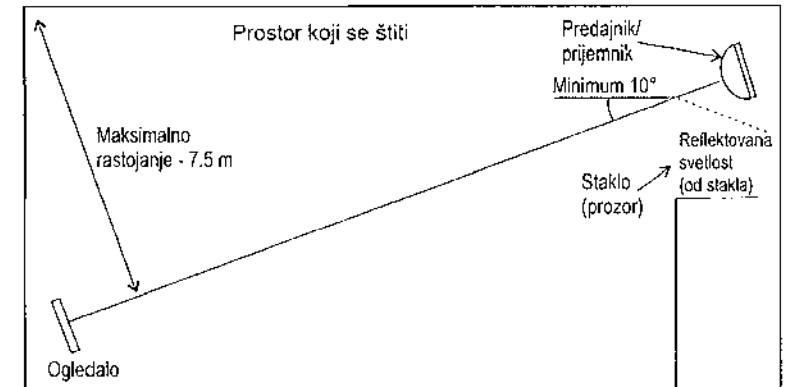
Kada se štite prostori kod kojih visina tavanice ne predstavlja ograničavajući faktor za tačkaste detektore dima, ponekad je dobro razmotriti odnos cene uređaja (a samim tim i održavanja), imajući u vidu da jedan linijski detektor dima može da zameni veći broj tačkastih detektora dima. Ovo posebno važi u slučajevima kada su prisutna vazдушna strujanja koja ne utiču na efikasnost linijskih detektora dima. Takođe treba imati u vidu da sa standardnim poluprečnikom pokrivanja tačkastih detektora dima od 7.5 m, koliko iznosi i horizontalno rastojanje između susjednih linijskih detektora, za površinu od 1500 m² koliko pokriva linijski detektor, treba postaviti 15 tačkastih detektora dima, slika 12.4.

Ako se, na primer, optička osa detektora poklapa sa dijagonalom prostorije, 7.5 m predstavlja rastojanje od ugla prostorije do optičke ose detektora (u pravcu koji zaklapa ugao od 90° u odnosu na osu), slika 12.5. U takvim situacijama, predajnik (ili predajnik/prijemnik) linijskog detektora dima može da se postavi i iza stakla čime se štiti od prijanja, pod uslovom da ne postoji refleksija stakla (ako se koristi detektor sa ogledalom).

Kod ovakvog načina postavljanja maksimalna udaljenost se smanjuje za 20%, zbog toga što se deo emitovanog snopa odbija od stakla (prozora).



Slika 12.4 Postavljanje linijskog detektora dima - pogled odozgo (slika gore), poređenje površine pokrivanja tačkastog i linijskog detektora dima (slika dole)



Slika 12.5 Dijagonalno postavljanje linijskog detektora dima

U većini slučajeva, linijski detektori dima mogu da predstavljaju jedini oblik zaštite u prostorima velikih dimenzija sa velikom visinom tavanice.

Evropski standard EN 54-14 „poluprečnik“ pokrivanja linijskih detektora dima (odn. maksimalnu udaljenost tačke detekcije od ose detektora) definiše na isti način kao i za tačkaste detektora, tabela 12.1.

Tabela 12.1 Poluprečnik pokrivanja 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]					
Linijski detektori dima EN 54-12	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5 ¹⁾	NP

Legenda:

NN - Normalno se ne koristi, ali može u posebnim primenama

NP - Ne primenjuje se

¹⁾ - Potrebno je da se drugi nivo detektora postavi na polovini visine tavanice

Evropski standard posebno naglašava da ukoliko se radi o zaštiti prostora bez tavanice, dakle kada ne postoji mogućnost stratifikacije pa se zbog toga produkti sagorevanja razvijaju direktno iznad mesta požara, za efektivni poluprečnik pokrivanja treba uzeti 12.5% od visine detektora iznad najviše tačke u kojoj može da dode do nastanka požara.

Površinu pokrivanja i međusobno rastojanje linijskih detektora dima **nemački standard VDE 0833-2** definiše malo drugačije u odnosu na evropski standard. Naime, površina pokrivanja A i maksimalno međusobno horizontalno rastojanje između optičkih osa detektora koje iznosi $2 \times D_H$, definiše se u odnosu na visinu prostora koji se štiti R_H , što je prikazano u tabeli 12.2. Takođe, centralna linija (optička osa) linijskog detektora dima mora da bude udaljena najmanje 0.5 m od zida, uređaja, opreme, naslaganog materijala i robe i slično. Standard dozvoljava maksimalno rastojanje između predajnika i prijemnika linijskog detektora dima od 100 m.

Tabela 12.2 Visina tavanice, površina pokrivanja i „poluprečnik“ prema VDE 0833-2

Visina R_H	D_H	A	Nagib krova α	
			$\alpha \leq 20^\circ$	$\alpha > 20^\circ$
			D_L	D_L
do 6 m	6.0 m	1200 m ²	0.3 m do 0.5 m	0.3 m do 0.5 m
između 6 m i 12 m	6.5 m	1300 m ²	0.4 m do 0.7 m	0.4 m do 0.9 m
između 12 m i 16 m ¹⁾	7.0 m	1400 m ²	0.6 m do 0.9 m	0.8 m do 1.2 m
između 16 i 20 m ¹⁾	7.5 m	1500 m ²	0.8 m do 1.1 m	1.2 do 1.5 m

Legenda:

¹⁾ - za prostorije sa visinom tavanice preko 12 m preporučuje se postavljanje drugog nivoa linijskih detektora dima na visinama u skladu sa visinom tavanice²⁾ - dozvoljeno, da bi se povećala mogućnost detekcije

Kada se radi o postavljanju ispod tavanica sa nagibom i kosih krovova, ovaj standard zbog efekta stratifikacije preporučuje dozvoljene vrednosti visine ispod tavanice na kojima treba postaviti detektorski par, što je zadato veličinom D_L u tabeli 12.2. Preporuka je da se u takvim situacijama dodatno postavljaju i

tačkasti detektori dima u nivoima ispod. Najzad, u slučaju zavisnosti tipa B, nije potrebno da se smanjuje površina nadgledanja.

Kao i evropski, nemački standard navodi da se detektori postavljaju na stabilne elemente konstrukcije bez opasnosti od vibracija i prekladanja optičke ose, vodeći računa o mogućim refleksijama od pojedinih površina (na primer od čeličnih greda i nosača).

Očigledno je da visina treba da se uzme u obzir i u smislu postavljanja više nivoa detektora. Najveću dozvoljenu visinu postavljanja zadaje **britanski standard BS 5839-5: Specification for optical beam detector** i to od 40 m u posebnim slučajevima, dok je opšti limit 25 m. Prvi deo standarda, tj. BS 5839: Part 1 navodi da linijske detektore dima treba instalirati u skladu sa preporukama proizvođača, s tim što za razliku od drugih standarda dozvoljava da optička osa detektora bude na rastojanju manjem od 0.5 m od zida, pri čemu je minimalno rastojanje predajnik-predajnik najviše 3 m, a maksimalno može da iznosi 100 m. Minimalna visina postavljanja u prostorima u kojima se kreću ljudi iznosi 2.7 m.

Ruski standard ГИБ 88-2001 u delu *Линейные дымовые пожарные извещатели* daje iste preporuke u vezi mesta postavljanja, s tim što su najveće razlike u pravilima koja se odnose na rastojanje između optičkih osa, odnosno međusobno rastojanje. I ovde je visina prostora koji se štiti ograničavajući kriterijum, pri čemu se međusobno rastojanje između optičkih osa posebno definiše za visine do 12 m i visine od 12 m do 18 m, tabela 12.3 i tabela 12.4.

Tabela 12.3 Poluprečnik pokrivanja u odnosu na visinu tavanice prema ГИБ 88-2001

Visina postavljanja [m]	Maksimalno rastojanje tačke detekcije od optičke ose [m]	Maksimalno rastojanje optičke ose od zida [m]
do 3.5	9.0	4.5
od 3.5 do 6	8.5	4.0
od 6 do 10	8.0	4.0
od 10 do 12	7.5	3.5

Standard predviđa da se u prostorijama sa visinom između 12 m i 18 m postavljaju dva nivoa linijskih detektora dima, pri čemu:

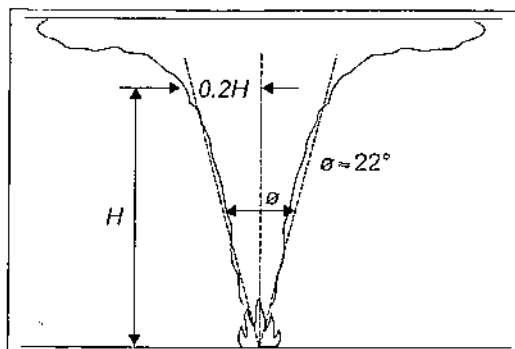
- prvi red detektora treba postaviti na rastojanju od 1.5 - 2 m iznad požarnog opterećenja i ne manje od 4 m iznad nivoa poda,
- drugi red treba postaviti na rastojanju najmanje od 0.4 m od nivoa tavanice.

I ovaj standard predviđa minimalno rastojanje od zida 0.5 m, ali dozvoljava odstupanja od svih pravila ukoliko tehnička dokumentacija proizvođača nalaže drugačije.

Tabela 12.4 Postavljanje linijskih detektora dima na visinama između 12 m i 18 m

Nivo	Visina postavljanja [m]	Maksimalna rastojanja optičkih osa [m]
1	1.5 do 2 od nivoa požarnog opterećenja, ne manje od 4 od nivoa poda	između optičkih osa - 7.5, od zida 3.5
2	8.5	između optičkih osa - 7.5, od zida 3.5

Američki standard NFPA 72 naglašava, da nezavisno od mesta nastanka požara, linijski detektori dima treba da budu tako postavljeni da produkti sagorevanja seku optičku osu bar jednog linijskog detektora dima. Da bi se ovo realizovalo, standard preporučuje da se divergencija dima iznad žarišta izračunava kao funkcija visine na kojoj je linijski detektor dima instaliran. Oblast uniformne raspodele temperature i gustine dima iznad centra požara se širi pod uglom od 22° , kao što je prikazano na slici 12.6, pa se postavljanje linijskog detektora dima preporučuje upravo u tom delu, neposredno ispod oblasti u kojoj dolazi do formiranja sloja produkata sagorevanja ispod tavanice kao posledice stratifikacije.



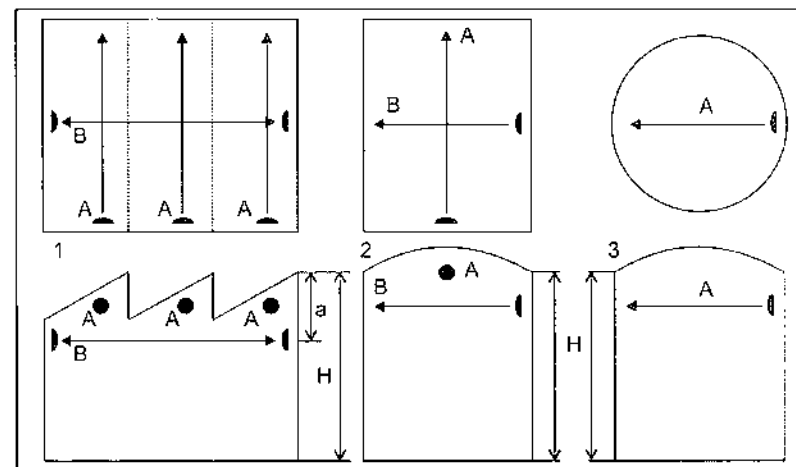
Slika 12.6 Širenje dima
(Izvor: NFPA 72-2016, Annex B, Figure B.4.9.1)

Lažni alarmi kod ovog tipa detektora mogu biti izazvani prisustvom „oblaka“ prašine ili vodene pare u snopu. Problem potpunog zamračnja snopa za izvesno vreme se najčešće rešava tako što se alarm signalizira posle nekoliko sukcesivnih skeniranja snopa (najčešće tri puta).

12.2 Pravila za postavljanje u posebnim slučajevima

Imajući u vidu da su linijski detektori dima projektovani pre svega za zaštitu objekata koji imaju veliku površinu i visinu, postavljanje u posebnim slučajevima se pre svega odnosi na objekte sa posebnim oblikom tavanice i

krova. Pošto nijedan standard ne obrađuje ove slučajeve, proizvođači u okviru tehničke specifikacije daju uputstva za postavljanje, slika 12.7.²⁾



Slika 12.7 Postavljanje ispod testerastog (1), cilindričnog (2) i sfernog krova (3)

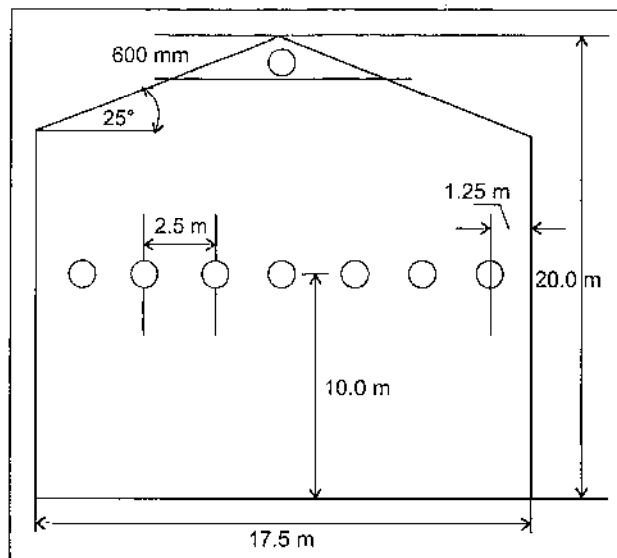
Za situaciju 1 sa prethodne slike, proizvođač naglašava da ukoliko je visina $a > 0.2 \times H$ nije potreban linijski detektor na poziciji B. Kod cilindričnog oblika krova prihvatljive su i pozicija A i pozicija B za postavljanje, dok je kod kružnog oblika krova dovoljan samo jedan linijski detektor na poziciji A.

Jedino pravilo koje se pojavljuje u standardima, a koje povezuje visinu postavljanja i rastojanje između optičkih osa detektora, predstavlja modifikaciju pravila redukcije površine pokrivanja na 12.5% u odnosu na visinu postavljanja. Ovo pravilo iz EN 54-14 koje se odnosi na zaštitu otvorenih prostora, detaljnije je precizirano u BS 5839-1 iz 2002. godine.

Naime, prilikom postavljanja ispod krovova preporučuje se da se rastojanje sa svake strane optičke ose detektora izračunava kao 12.5% u odnosu na visinu postavljanja. Na slici 12.8 je prikazana prostorija sa visinom od 20 m (ispod slemena krova), sa širinom od 17.5 m i nagibom krova od 25° . Ispod najviše tačke krova je postavljen jedan linijski detektor dima na maksimalnom rastojanju od 60 cm ispod vrha, čije pokrivanje u ovom slučaju iznosi 18.75 m, jer je rastojanju od 7.5 m levo i desno od optičke ose detektora (15 m) dodato 3.75 m u skladu sa pravilom da se za svaki stepen nagiba krova (u ovom slučaju to je 25%), površina pokrivanja povećava za 1%.

²⁾ Itochiki SPC-24 Projected beam smoke detector

Drugi red linijskih detektora dima, ukupno sedam, postavljen je na visini od 10 m. U skladu sa pravilom 12.5%, rastojanje od optičkih osa je redukovano na svega 12.5% od visine postavljanja, tako da su detektori postavljeni na međusobnom rastojanju od 2.5 m.



Slika 12.8 Postavljanje linijskih detektora dima ispod krova

U posebne slučajeve spada i postavljanje ispod ravnih tavanica sa gredama, gde važi isto pravilo koje se odnosi na dimenzije greda ili prepreka koje dele prostoriju u posebne celine, kao i kod tačkastih detektora dima.

Na kraju, treba napomenuti da danas postoji veliki broj proizvođača linijskih detektora dima koji uz poštovanje osnovnih smernica nacionalnih standarda, nude određene specifičnosti vezane za svoje proizvode koje daju u uputstvima za upotrebu, tako da treba ponoviti preporuku ruskog standarda da pored poznavanja osnovnih pravila treba poštovati i smernice iz tehničke dokumentacije proizvođača.

13 Postavljanje tačkastih detektora toplote i dima u posebnim slučajevima

U poglavlju 7, u okviru osnovnih pravila za postavljanje tačkastih detektora toplote i dima, navedena su i pravila za postavljanje u hodnicima i uskim prostorima, koja u suštini predstavljaju modifikaciju osnovnih pravila na osnovu dimenzija prostorije.

U ovom poglavlju su obrađena pravila za postavljanje u posebnim slučajevima koji se pre svega odnose na određene građevinsko-arhitektonske karakteristike prostora koji se štiti, kao što su tavanice sa nagibom i krovovi, postojanje greda i nosača na tavanici, dvostruke podove i plafone, stepeništa, ventilacione kanale, itd.

13.1 Kose tavanice i krovovi

Evropski standard EN 54-14, kada su upitanju tavanice sa nagibom ili krovovi, za detektore toplote i za detektore dima navodi pravilo da poluprečnik pokrivanja detektora koji se montiraju u ravni slemena krova, a koji je naveden za prostorije sa ravnom tavanicom, može da se poveća za 1% za svaki 1° nagiba krova do maksimalnih 25%. U slučaju plafona sa lukom uzima se prosečan nagib. Kod stepenastih krovova (sa više slemena), ispod vrha svakog krova bi trebalo postaviti po jedan detektor, s tim što ukoliko je razlika između najniže i najviše tačke slemena krova manja od 5% u odnosu na visinu vrha krova od poda, krov može da se tretira kao ravna tavanica.

Nemački standard VDE 0833-2 predviđa slična pravila za postavljanje detektora ispod kosih tavanica i krovova, s tim što posebno definiše pravila za nagib tavanice do 20° i nagib veći od 20°. U osnovnim pravilima za raspored tačkastih detektora je navedeno da je za nagib tavanice veći od 20° i površinu prostorije koja se nadgleda veću od 80 m², površina pokrivanja pojedinačnog detektora dima 90 m² i 110 m², za visine do 6 m i 12 m, respektivno. Za detektore toplote je ta površina 40 m², za visine do 6 m i 7.5 m, za prostorije sa površinom većom od 30 m².

Tačkasti detektori dima i toplote mogu da se postave direktno na kosi plafon vodeći računa o istom uglu nagiba. Pri tome, tačkasti detektori toplote se postavljaju direktno na tavanicu, dok se tačkasti detektori dima postavljaju na rastojanju D_1 od tavanice zavisno od visine prostorije, vrha krova i očekivanog razvoja sloja dima ili toplog graničnog sloja u skladu sa oblikom tavanice ili krova, tabela 13.1.