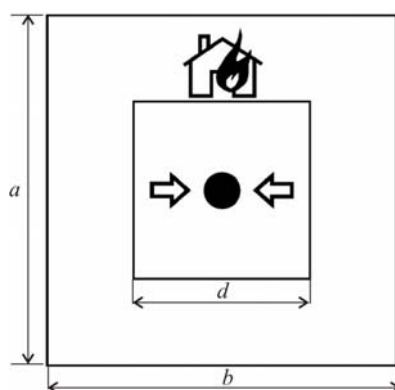


6.1 Principi realizacije ručnih javljača požara

Ručni javljači požara (eng. *manual call point*, rus. *ручные пожарные извещатели*) su obavezni deo stabilne instalacije za dojavu požara i služe za dojavu požara u situacijama kada se neposredno uoči požar, nezavisno od toga da li u sistemu za dojavu postoje ili ne automatski javljači požara. Ručni javljači su jednostavni za upotrebu, ne zahtevaju posebna uputstva za rukovanje i jednoznačno identifikuju mesto nastanka 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.

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 (pritisak 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.²²⁾



Slika 6.1 Dimenzije i simboli ručnog javljača

U tabeli 6.1 su prikazani dozvoljeni opsezi dimenzija ručnog javljača dati na slici 6.1.

Tabela 6.1 Dimenzije ručnog javljača požara

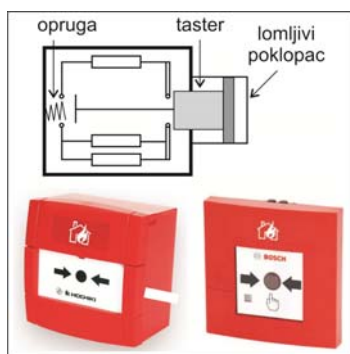
Veličina	Dimenzije
a	$85 \text{ mm} \leq a \leq 135 \text{ mm}$
b	$85 \text{ mm} \leq b \leq 135 \text{ mm}$
b/a	$0.95 \leq b/a \leq 1.05$
d	$0.5 a \pm 5 \text{ mm}$

Evropski standard takođe definiše i sve detalje koji se odnose na javljač: natpise (FIRE, PRESS HERE), simbole i sve ostalo čega moraju da se drže proizvođači.

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 definisano našim pravilnikom, dok prema nekim zapadnim standardima od aktiviranja ručnog javljača do signalizacije na centrali ne sme da prođe više od 3 s.

Evropski standard EN 54-11 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.

²²⁾ 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.



Slika 6.2 Principijelna šema, izgled i konstrukcija ručnog javljača

Ručni javljači se postavljaju sa unutrašnje i sa spoljašnje strane objekta na zidovima i konstrukcijama na visini od 1.5 m od nivoa poda ili tla. U unutrašnjosti objekta ručni javljači se postavljaju na putevima za evakuaciju, u hodnicima, prolazima, na stepeništima, izlazima, u blizini prostora sa većim požarnim rizikom i u blizini ručnih aparata za gašenje požara. Unutar objekta se postavljaju na razmaku od 40 m a izvan objekta na rastojanju do 120 m. Navedena pravila o visini postavljanja i međusobnom rastojanju se razlikuju u evropskom i pojedinim standardima zapadnih zemalja.

Na primer, EN 54-14: *Guidelines for planning, design, installation commissioning, use and maintenance* definiše da se ručni javljači postavljaju na visini između 1.2 i 1.6 m, na maksimalnom rastojanju od 30 m, pri čemu u objektima u kojima se nalaze hendikepirane osobe to rastojanje treba da se smanji. Nemački standard DIN VDE 0833: Part 2: *Requirements for fire alarm system* predviđa da taster ručnog javljača sme da bude na visini 1.4 ± 0.2 m iznad nivoa poda i da rastojanje između ručnih javljača ne sme da pređe 50 m. Najveće odstupanje od navedenih pravila za postavljanje ručnih javljača je u američkom standardu NFPA 72 koji za ručne javljače navodi da mogu da se montiraju na visini između 42 in. (1.07 m) i 48 in. (1.22 m), pri čemu njihovo međusobno rastojanje ne sme da pređe 200 ft (61 m).

Ručni javljači se postavljaju na mestima gde su lako uočljivi, sa kontrastnom bojom u odnosu na pozadinu radi bržeg i lakšeg uočavanja i nalaženja. Postavljanje ručnih javljača požara u unutrašnjosti objekta i spolja osim navedenih pravila, podleže i pravilima koji se odnose na stepen zaštite od vlage, mehaničkih i drugih oštećenja, a koja su definisana IP propisima.

Tip IP zaštite (*International Protection Rating*) definisan standardom IEC 60529 *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)* definiše stepen zaštite električnih uređaja od spoljnih uticaja kao što su vlaga, prašina i mehanički uticaj. Oznaka IP kôda se sastoji od slova IP, dva broja i opcionalno jednog ili dva slova (slika 6.3), dok su opis zaštite i značenje brojeva koji se nalaze iza skraćenice IP, bez ulaženja u detalje značenja slovnih oznaka, dati u tabeli 6.2.

Oznaka koda	→	IP	2	3	C	H
Prvi broj (cifre od 0 do 6, ili slovo X)						
Prvi broj (cifre od 0 do 8, ili slovo X)						
Dodatno slovo (opcionalno) (slova A, B, C, D)						
Dopunsko slovo (opcionalno) (slova H, M, S, W)						

Slika 6.3 Raspored oznaka u IP kôdu

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

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)* 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 prostoriya i puteva za evakuaciju.

7.1 Principi konstrukcije javljača toplote

Konstruktivno gledajući, javljači 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 uspostavljanjem ili prekidanjem kontakta, topljenjem elemenata, savijanjem bimetala ili širenjem gasova.

Kao senzorski element u kolu javljača 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;*
- *Senzorski element u formi paralelnih/koaksijalnih, toplotno osetljivih kablova;*
- *Senzorski element koji koristi zavisnost magnetne indukcije od temperature;*
- *Kombinovani senzorski elementi.*

Zajednička karakteristika većine javljača toplote koji se ne realizuju sa poluprovodničkim materijalima je da je senzor u isto vreme prekidački element koji prekida tok električne struje. Zato su osnovne prednosti ovakvog tipa javljača toplote jednostavnost konstrukcije i veoma velika pouzdanost. Mana im je, pre svega, mala brzina odziva (inertnost) i smanjenje pouzdanosti tokom eksploatacije.

Princip rada javljača toplote koji su realizovani na bazi poluprovodničkih elemenata zasnovan je na promeni električnih parametara poluprovodnika pri zagrevanju. Promena električne provodnosti je izazvana porastom koncentracije slobodnih nosilaca naelektrisanja pod dejstvom toplotne energije i ona se koristi za generisanje signala alarma u sistemu za dojavu. Nedostatak ovog tipa javljača toplote je veliko odstupanje, što može dovesti do dojave lažnih alarma. Zbog toga nije moguće dati jedinstvenu relaciju koja opisuje ponašanje ovakvog tipa javljača, već se ona utvrđuje eksperimentalno.

Princip zavisnosti električnog otpora od temperature se koristi i za tačkaste i za linijske javljače toplote jer se pri zagrevanju kabla na bilo kom mestu, menja ukupna otpornost, te se na osnovu te promene može proceniti porast temperature u objektu.

Javljači toplote su manje osetljivi od ostalih tipova javljača i pojednostavljeno govoreći, potrebno je da plamen dostigne jednu trećinu visine u odnosu na visinu prostorije da bi se aktivirali. Zbog toga javljači 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 javljači se primenjuju u situacijama gde se zbog uslova okoline i ometajućih veličina ne mogu primeniti javljači dima ili javljači plamena.

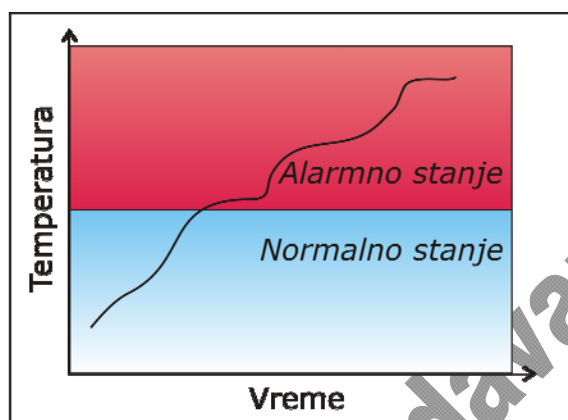
Zavisno od načina reagovanja tačkastih javljača toplote - kada temperatura dostigne određenu (fiksnu) granicu (prag alarma) ili na brzinu promene temperature, osnovna podela je sledeća:

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

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

7.2 Tačkasti javljači fiksne temperature

Javljači toplote predstavljaju najstariji tip automatskih javljača požara, čiji se početak vezuje za razvoj sprinklerskih sistema, počev od 1860. godine, u kombinaciji sa opremom za gašenje. Javljači toplote čija je uloga samo alarmiranje su i danas u upotrebi. Ovaj tip javljača ima najniži procenat dojave lažnih alarma, ali zato spada u najsporije (sa najvećom inernošću) javljače požara. Njihova primena je najbolja za otkrivanje požara u prostorijama manjih dimenzija, u kojima se očekuje razvoj požara koji prati velika količina oslobođene toplote, u prostorijama u kojima uslovi ambijenta ne dozvoljavaju primenu drugih tipova javljača ili u situacijama kada brzina detekcije nije od primarnog značaja.



Slika 7.1 Princip rada javljača fiksne temperature

Alarmno stanje nastaje kada izmerena vrednost temperature pređe prethodno definisani prag alarma.

Javljači fiksne temperature detektuju maksimalnu temperaturu na kojoj će biti aktiviran alarm. Granična vrednost temperature mora da se nalazi minimalno od 10 °C do 35 °C iznad temperature koja je u okolini javljača u normalnim tehnološkim i prirodnim uslovima. Da bi se izbeglo lažno alarmiranje, u praksi vrednost postavljanja praga alarma je relativno visoka (najčešće oko 70 °C).

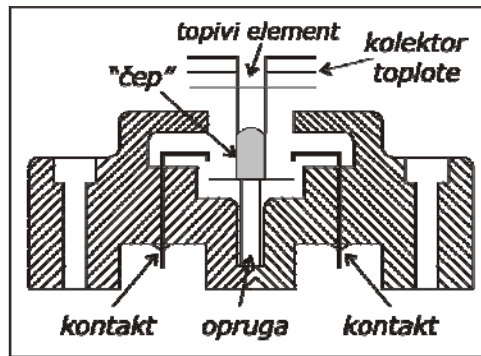
Za realizaciju javljača fiksne temperature se upotrebljava termistor, topivi materijal, bimetalna traka ili tečnosti koje se širi na toploti, čime se postiže detekcija požara kada se dostigne predefinisana temperatura u javljaču. U daljem tekstu su prikazana neka konstruktivna rešenja javljača fiksne temperature.

Termomaksimalni javljač sa topivim elementom kao senzorom, koristi topivi element koji se najčešće sastoji od legure bizmuta, olova, kalaja i kadmijuma koja se topi na temperaturi koja je definisana sastavom legure. Topljenjem legure se uspostavlja kontakt koji inicira alarm, što znači da javljač može da se vrati u početno stanje samo umetanjem novog topivog elementa. Kao topivi element se najčešće koristi *Woodov element*,²³⁾ a osim ove legure koriste se i elementi koji su dati u tabeli 7.1.

Tabela 7.1 Najčešće korišćeni topivi elementi u javljačima toplote

Naziv topivog elementa	Temp. [°C]	Sn [%]	Bi [%]	Pb [%]	Cd [%]	In [%]
Woodov element	70	13.3	50	26.7	10.0	
Fieldov element	62	16.5	32.5	-		51.0
Cerrosafe	74	11.3	49	37.7	8.5	
Cerrolow 136	58	12.0	49	18.0		21.0
Cerrolow 17	47	8.3	44.7	22.6	5.3	19.1

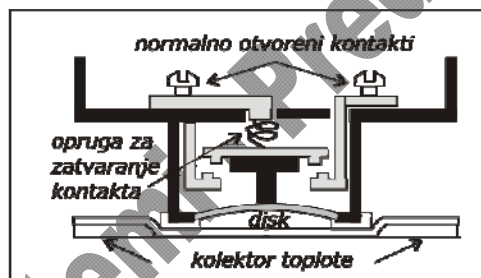
²³⁾ *Woodov element* (eng. *Wood's metal, fusible alloy*) - legura od 50% bizmuta, 26.7% olova, 13.3% kalaja i 10% kadmijuma. Topi se na temperaturi od 70 °C (69 do 72 °C).



Slika 7.2 Javljač fiksne temperature sa topivim elementom

Potrebno je zameniti topivi element da bi se detektor vratio u normalno stanje.

Termomaksimalni javljač požara prikazan na slici 7.3 sadrži bimetal koji se sastoji od kombinacija metala sa različitim koeficijentom toplotnog širenja. Kao element sa malim koeficijentom deformacije na toploti koristi se *Invar* - kombinacija 36% nikla i 64% gvožđa (ova legura je poznata i pod nazivom FeNi36). Kao element sa visokim koeficijentom širenja na povišenoj temperaturi se koriste kombinacije mangan-bakar-nikl, nikl-hrom-čelik ili čist čelik. Navedeni elementi se koriste za realizaciju javljača na dva načina: u obliku bimetalnih traka i u obliku diska - u oba slučaja sa normalno otvorenim kontaktima koji se zatvaraju ili savijanjem bimetala, ili naglom promenom konkavnosti diska. Ovaj tip javljača se vraća iz alarmnog u normalno stanje opadanjem temperature na ambijentalnu.

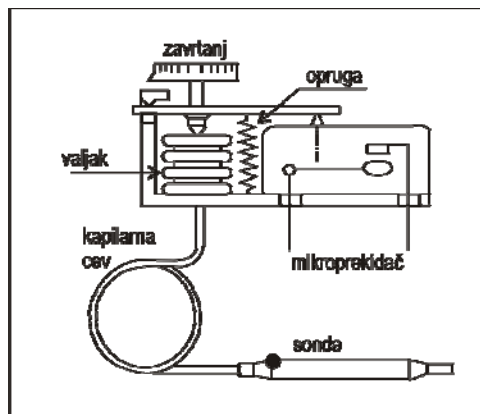


Slika 7.3 Javljač fiksne temperature sa bimetalom

Opadanjem temperature, detektor se vraća u normalno stanje.

Širenje fluida kao princip detekcije toplote se danas više ne koristi za realizaciju tačkastih, već samo linijskih javljača toplote, na način koji opisan na kraju ovog poglavlja.

Na slici 7.4 je prikazan termomaksimalni javljač sa sondom, kao jedno od starijih tehnoloških rešenja, koji se sastoji se od kapilarne cevi, sonde, mikroprekidača, opruge, vijka i mehura (valjka).

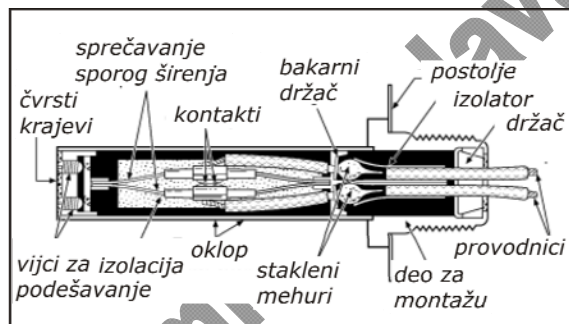


Slika 7.4 Javljač fiksne temperature sa sondom

Senzor je predstavljen sondom koja je napunjena tečnošću koja se širi na toploti (npr. alkohol). Promene zapremine tečnosti se preko kapilarne cevi prenose na valjkasti mehur koji se širi i skuplja u zavisnosti od tih promena. Na taj način se zatvara kontakt mikroprekidača koji aktivira alarm. Ovaj princip rada se koristi i kod nekih načina realizacije linijskih javljača toplote (mreža kapilarnih cevi sa tečnošću).

Na tržištu postoje i javljači koji koriste kao princip rada zavisnost magnetne indukcije od temperature, ali su oni kod nas retki (javljači ruske proizvodnje). Konstruktivna rešenja koja koriste ovaj princip rada sadrže stalne magnete koji imaju tačku *Curie* na oko $70\text{ }^{\circ}\text{C}^{24}$.

Termomaksimalni javljači sa kompenzacijom detektuju premašenje praga alarma bez obzira na brzinu promene temperature. Tipičan primer je tačkasti javljač sa cilindričnom metalnom navlakom (slika 7.5) koja teži da se širi pod uticajem toplote, sa kontaktima koji se zatvaraju na određenoj tački širenja. Drugi metalni element unutar cevi napreže kontakte u suprotnom smeru držeći ih otvorenim. Sile naprezanja su balansirane tako da pri sporoj promeni temperature treba više vremena da toplota dospe do unutrašnjeg elementa. Time se sprečava zatvaranje kontakta sve do momenta dok se ceo javljač ne zagreje do iste temperature. Međutim, pri brznoj promeni temperature je potrebno manje vremena da toplota prođe do unutrašnjeg elementa. Zbog toga se element manje napreže od inhibitorske sile tako da do zatvaranja kontakta dolazi pri nižoj temperaturi. Opadanjem temperature, javljači ovog tipa se vraćaju u prvobitno stanje.



Slika 7.5 Presek javljača fiksne temperature sa kompenzacijom

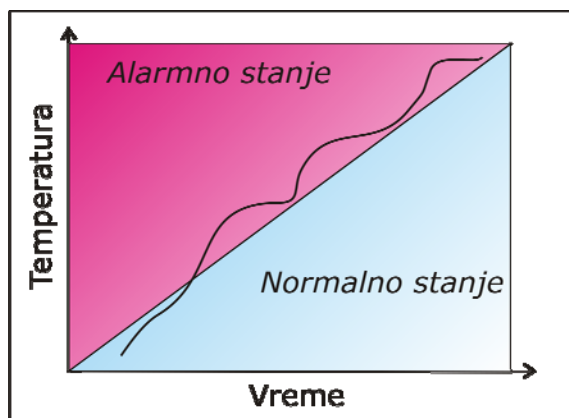
Detekcija premašenja fiksnog praga alarma bez obzira na brzinu promene.

7.3 Tačkasti termodiferencijalni javljači

Osnovna mana javljača fiksne temperature je mala brzina reagovanja što dovodi do kasne dojava u nekim primenama. To je pre svega slučaj brzogorećih požara, kad je brza dojava neophodna i slučaj primene javljača fiksne temperature u ambijentu čija je temperatura dosta niža od praga alarma, što sa sobom povlači postojanje razvijenog požara u momentu detekcije. Zbog toga je i prvobitna namena javljača brzine promene temperature bila da se prevaziđu ovi nedostaci.

Termodiferencijalni javljači reaguju na brzinu porasta temperature u jedinici vremena. Oni su projektovani tako da rade sa bimetalima, termistorima, električno otpornim kablovima, tečnostima koje se šire na toploti, a najčešće kao pneumatski javljači sa cevi ili komorom.

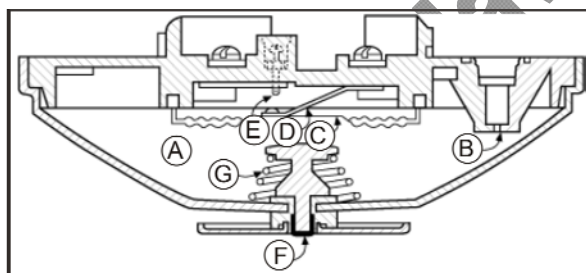
²⁴⁾ Tačka Kiri (eng. *Curie point*) je temperatura na kojoj feromagnetski materijal postaje paramagnetski. (Napomena. Na *Néel* tački - temperaturi, antiferomagnetski materijal postaje paramagnetski).



Slika 7.6 Princip rada javljača brzine promene temperature

Alarmno stanje nastaje kada se porast temperature desi za kraće vreme od predviđenog.

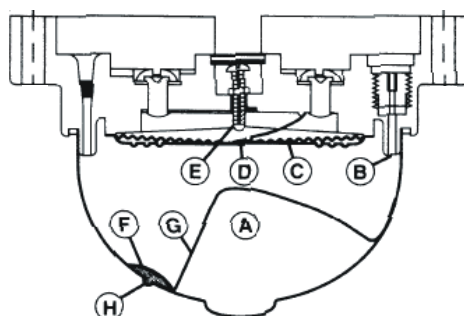
Šematski prikaz termodiferencijalnog pneumatskog javljača je dat na slici 7.7. Princip rada je sledeći: ako je širenje vazduha u komori A brže od ispuštanja kroz ventilacioni otvor B, pritisak će izazvati zatvaranje kontakta D između dijafragme C i kontaktnog zavrtnja E. Ovaj javljač funkcioniše i kao termomaksimalni zbog toga što premašenje predefinisane temperature izaziva topljenje elementa F čime se oslobađa opruga G i uspostavlja kontakt sa dijafragmom.



Slika 7.7 Termodiferencijalni pneumatski javljač

Od brzine širenja vazduha u komori zavisi da li će doći do alarmiranja.

Ovakav pristup detekcije promene temperature se veoma često primenjuje za dojavu požara. Na slici 7.8 je prikazan još jedan oblik realizacije termodiferencijalnog javljača sa dijafragmom koji sadrži i element za detekciju fiksne temperature pa javljač može da se svrsta i u kombinovane javljače.²⁵⁾



Slika 7.8 Termodiferencijalni javljač sa dijafragmom

A - vazдушna komora, B - otvor za ventilaciju, C - metalna dijafragma, D – kontakt, E - fiksirani kontakt, F - topljivi element, G – opruga, H - otvor

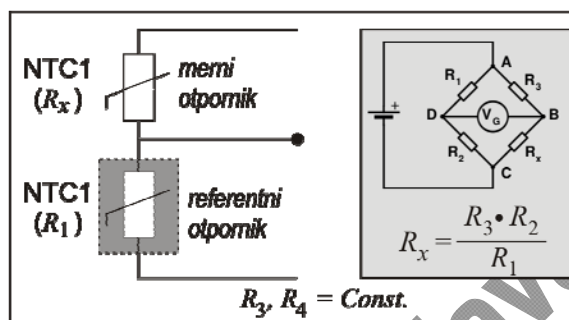
Vazдушna komora (A) se širi i skuplja u skladu sa temperaturom ambijenta. Pri normalnim promenama temperature komora „diše“ kroz otvor za ventilaciju (B). Kad dođe do naglog

²⁵⁾ Chemetronics - Heat detector - Series 500.

porasta temperature vazduh u komori se širi brže nego što otvor dozvoljava ventilaciju, stvarajući pritisak koji pomera tanku metalnu dijafragmu (C) sve dok se srebrni kontakt (D) ne približi stabilnom kontaktu (E) i zatvori električno kolo. Pri opadanju toplote kontakt se polako udaljava, vraćajući se u početni položaj.

Element za dojavu fiksne temperature koji je se nalazi u javljaču u potpunosti je nezavisan od diferencijalnog elementa. On se sastoji od fosfor-bronzane opruge (G) koju drži nategnutom topiva legura (F). Rastapanjem legure oslobađa se opruga koja uspostavlja kontakt i oslobađa otvor (H) čime se ukazuje da je potrebna zamena fiksnog elementa.

Princip promene električnog otpora u zavisnosti od temperature se takođe koristi za realizaciju javljača brzine promene temperature. Termodiferencijalni javljači ovog tipa najčešće koriste senzor koji se sastoji od dva termistora²⁶⁾ koji formiraju deo *Wheatstoneovog* mosta.



Slika 7.9 Princip rada javljača sa termistorima

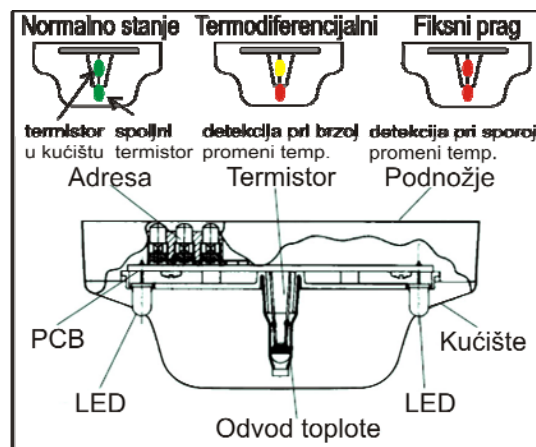
Pri brzom porastu temperature otpor NTC1 opada daleko brže od otpora NTC2.

Termistor NTC1 je izložen direktno ambijentalnoj temperaturi u prednjem delu javljača. Termistor NTC2 se nalazi u kućištu javljača i u slučaju da ambijentalna temperatura relativno brzo raste, vrednost otpora NTC1 pada brže od otpora NTC2. Kad se premaši prethodno definisani prag porasta temperature, aktivira se alarm. Ako kao rezultat vrlo sporog porasta temperature otpori NTC1 i NTC2 opadaju jednako, alarm se aktivira dostizanjem predefinisane maksimalne temperature od strane trećeg otpornika. Postoji više varijanti ovog tipa javljača sa pratećom elektronikom koja uključuje komparatore, memoriju itd. Na slici 7.10 su prikazane dve varijante termodiferencijalnog javljača²⁷⁾, varijanta koja sadrži dva termistora - jedan koji je je izložen uticaju ambijenta i drugi koji se nalazi u kućištu javljača (gornji deo slike) i varijanta koja sadrži samo jedan termistor (donji deo slike).

Kod varijanti koje sadrže samo jedan termistor (koji je izložen ambijentalnoj temperaturi), merna elektronika (PCB - eng. *printed circuit board*) u podnožju javljača, na izlazu daje naponski signal koji se pridruženim algoritmom za obradu diskretizuje i transformiše u skoro linearnu karakteristiku javljača u opsegu od 10 °C do 80 °C. Zavisno od tipa javljača, digitalni signal se dalje obrađuje, a kod analognih javljača, prosleđuje dalje u analognom obliku. Ovakav tip javljača je pre svega termomaksimalni, ali zahvaljujući pridruženim algoritmima za obradu signala može da radi i kao termodiferencijalni javljač.

²⁶⁾ Termistor – otpornik sa negativnim temperaturnim koeficijentom (NTC otpornik), patent iz 1930. god. *Samuela Rubena* (1900.-1988.), profesora *Columbia University*.

²⁷⁾ Apollo – serija i *Apollo Discovery Heat Detector*.



Slika 7.10 Termodiferencijalni javljač sa termistorima

Većina konvencionalnih javljača ima dva termistora, analogno adresibilni detektori koriste jedan termistor.

Oznake: PCB - printed circuit board, LED - light emitting diode

Zakonska regulativa većine zemalja Evrope, pa i naša, predviđa da termodiferencijalni javljači moraju da sadrže i termomaksimalni element da bi detektovali požare sa sporim razvojem.

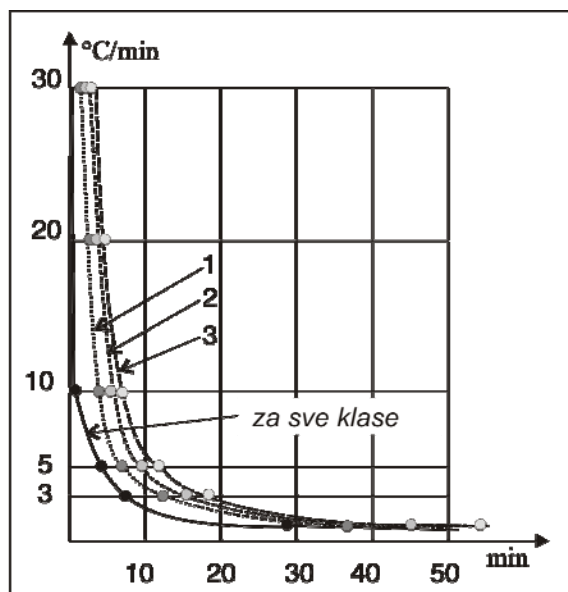
Ovaj tip javljača ima tri stepena osjetljivosti (klasa):

1. klasa sa reagovanjem pri porastu temperature od $1\text{ }^{\circ}\text{C/min}$,
2. klasa sa reagovanjem pri porastu temperature od $3\text{ }^{\circ}\text{C/min}$ i
3. klasa sa reagovanjem pri porastu temperature od $5\text{ }^{\circ}\text{C/min}$.

Pri izvesnoj brzini porasta temperature, reagovanje javljača mora da se desi za određeno vreme, pa se zato standardom zadaju minimalna i maksimalna vremena reagovanja, tabela 7.2 i slika 7.11.

Tabela 7.2 Osetljivost i brzina reagovanja termodiferencijalnog javljača

Brzina porasta temperature vazduha [$^{\circ}\text{C/min}$]	Donje granice vremena reagovanja za sve klase [min - s]	Gornje granice vremena reagovanja za pojedine klase		
		1. klasa	2. klasa	3. klasa
1	29 - 0	37 - 20	45 - 40	54 - 0
3	7 - 13	12 - 40	15 - 40	18 - 40
5	4 - 9	7 - 44	9 - 40	11 - 36
10	0 - 30	4 - 2	5 - 10	6 - 18
20	0 - 22.5	2 - 11	2 - 55	3 - 37
30	0 - 15	1 - 34	2 - 8	2 - 42



Slika 7.11 Osetljivost termodiferencijalnog javljača

Prema evropskom standardu EN 54-5, sve klase moraju da zadovolje donju, minimalnu granicu reagovanja (kriva „za sve klase“ na dijagramu).

S obzirom da se brzina toplotnog strujanja vazduha smanjuje visinom, primenu ograničava i visina prostorije. Prema evropskom standardu EN 54-5: *Heat detector - Point detector* dozvoljeno visina postavljanja termodiferencijalnih javljača je do visine 7.5 m (1. klasa osetljivosti) i sve klase moraju da zadovolje donju - minimalnu granicu reagovanja (kriva „za sve klase“ na dijagramu na slici 7.11).

Na drugoj strani, američki standard NFPA 72 graničnu brzinu reagovanja (prag alarma) termodiferencijalnih javljača definiše na 12 do 15 °F/min (7-8 °C/min), pri čemu javljač treba da omogući kompenzaciju porasta temperature do 12 °F/min (6.7 °C/min). Zbog svih navedenih osobina termodiferencijalni javljači su pogodni za detektovanje požara kod kojih dolazi do brzog povećanja temperature, dok načini konkretne realizacije zavise od proizvođača.

Zbog svih navedenih osobina termodiferencijalni javljači su pogodni za detekciju požara kod kojih dolazi do brzog povećanja temperature, dok načini konkretne realizacije zavise od proizvođača.

7.4 Klasifikacija tačkastih javljača toplote

Međunarodni standard ISO 7240-5: *Point type heat detectors*, kao i evropski standard EN 54-5 u delu regulative koja definiše karakteristike određenog tipa javljača požara, daju klasifikaciju za svaki tip javljača u odnosu na njihovu osetljivost na parametar požara koji prate. Klase su označene kao A1, A2, B, C, D, E, F i G, pri čemu svakoj oznaci klase mogu da se dodaju sufixi S (eng. *static*) i R (eng. *rate*) zavisno od toga da li javljač radi kao javljač fiksne temperature ili sadrži i termodiferencijalni element. Javljači 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).

Zahtevano vreme odziva za javljače fiksne temperature klase A1 je u granicama od 1 min do 4 min i 20 s, a za javljače 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 javljači toplote koji kombinuju reagovanje na fiksnu temperaturu i na porast temperature kao prag alarma, standard je predvideo da pomenutim klasama može da se doda sufix S ili sufix R. Javljači toplote bilo koje klase iz tabele 7.3 sa sufixom S ne reaguju na temperaturu ispod minimalne fiksne

temperature koja određuje prag alarma, dok javljači sa sufiksom R reaguju i na stopu porasta temperature koja zadovoljava kriterijume za termodiferencijalne javljače toplote, a koji su dati u tabeli 7.4.

Tabela 7.3 Klasifikacija javljača 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

Tabela 7.4 Klasifikacija termodiferencijalnih javljača

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 7.5 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 javljač 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*).

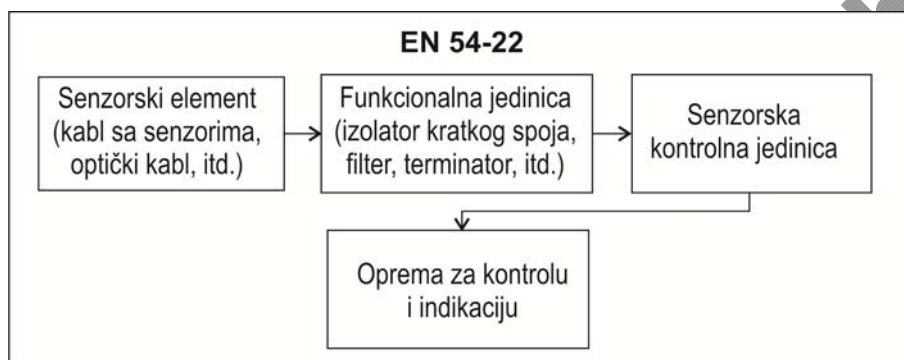
Kada su u pitanju termodiferencijalni javljači, oznake klase su iste, ali se one odnose na brzinu odziva za određeni porast temperature u vremenu, tako da su kriterijumi za klasifikaciju najkraći i najduži vremenski interval koji je potreban za aktiviranje javljača (tabela 7.4). Takođe, definisane su donja i gornja granica reagovanja za poraste temperature vazduha od 3 i 20 °C/min pri ambijentalnoj temperaturi od 25 °C (tabela 7.5).

Klase javljača A1, A2, B, C ili D moraju da sadrže crveni LED indikator alarmnog stanja koji je vidljiv na rastojanju do 6 m, pri ambijentalnom osvetljenju od 500 lux.

7.5 Linijski javljači toplote

Javljač toplote može biti realizovan i kao linijski javljač toplote (eng. *line-type heat detector LTHD*, rus. *извещатели пожарные тепловые линейные*)²⁸⁾ integralnog i neintegralnog tipa. Ovaj tip javljača nalazi primenu u tunelima svih vrsta, transportnim trakama, dvostrukim tavanicama i podovima, kablovskim kanalima, magacinima, hangarima i silosima, parkinzima i slično. Linijski javljači toplote se mogu realizovati na različite načine: tipičnim i netipičnim dvožičnim električnim vodovima, optičkim i poluprovodničkim kablovima, pomoću mreže kapilarnih cevi, itd.

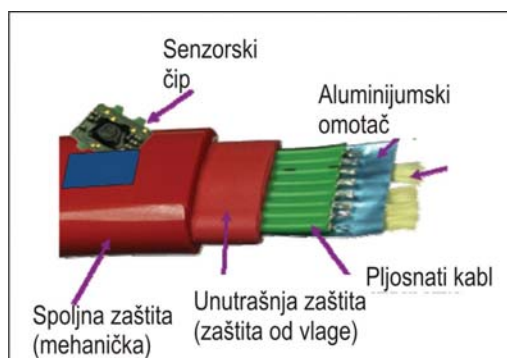
Iako su linijski javljači toplote u upotrebi više od 40 godina, tek pre nekoliko godina je razvijen evropski standard EN 54-22: *Resettable line type heat detectors* sa namerom da obuhvati sve do sada poznate načine realizacije linijskih javljača. Elementi linijskog javljača toplote u skladu sa ovim standardom prikazani su na slici 7.12.



Slika 7.12 Elementi LTHD u skladu sa EN 54-22

Poluprovodnički senzorski kablovi kao linijski javljači toplote, pored optičkih kablova, danas se najviše koriste za linijsku detekciju toplote, naročito u tunelima na evropskim putevima. Oni se obično sastoje od električnog voda sa integrisanim poluprovodničkim sensorima čiji princip detekcije se zasniva na zavisnosti električnih veličina tranzistora u senzorskom čipu od temperature, tzv. *band-gap* efekat.²⁹⁾

Na slici 7.13 je dat primer linijskog javljača tzv. *višetačkastog sistema za linijsku detekciju*, koji sadrži senzore koji se postavljaju na rastojanju od 1 do 20 m (7 - 8 m prema EN 54-22) sa tačnošću merenja od 0.5 °C. Dužina kabla je do 2000 m ili 250 senzora, a brzina detekcije (i odziva sistema) je srednja do velika, zavisno od dužine kabla i veličine požarnog opterećenja: 60 do 30 s za požar od 5 MW.



Slika 7.13 Linijski javljač toplote – presek kabla višetačkastog sistema

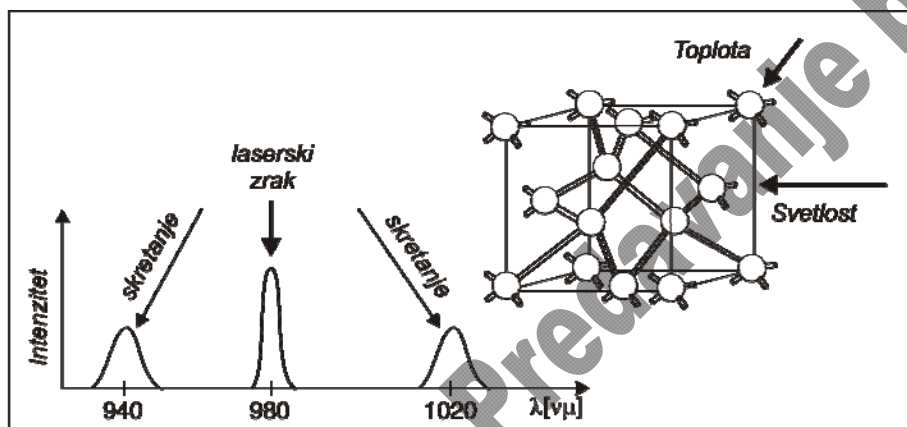
²⁸⁾ Standard ruske federacije ГОСТ Р 53325-2012 u definiciji razdvaja integralne i neintegralne linijske javljače toplote na sledeći način: "извещатель пожарный тепловой линейный; ИПТЛ: ИПТ, чувствительный элемент которого расположен на протяжении линии" и "извещатель пожарный тепловой многоточечный; ИПТМ: ИПТ, чувствительные элементы которого дискретно расположены на протяжении линии"

²⁹⁾ Povećanje temperature utiče na smanjenje energetskog procesa kod poluprovodnika.

Određivanje mesta nastanka požara zavisi od rastojanja između senzora koje se kreće od 7 do 10 m za tunele na putevima, 2 m, 4 m ili 7 m kada su u pitanju kablovski tuneli ili transportne trake.

Optički kablovi dužine do 8 km, kao tehnološka rešenja novijeg datuma, danas se sve koriste za realizaciju linijske detekcije toplote. Optička vlakna ne samo da su dobra za prenos informacija već se mogu koristiti i kao senzori kod požara. Fizičke veličine kao što su temperatura, pritisak i istezanje menjaju karakteristike optičkog prenosa kabla tako da se merenjem može locirati mesto događaja.

Detekcija toplote pomoću optičkog kabla se bazira na činjenici da svetlost skreće pod uticajem promena u kristalnoj rešetki koje su posledice povećanja temperature. Kad svetlost naiđe na molekule koji su termički pobuđeni dolazi do interakcije između fotona i elektrona. Ova interakcija ima za posledicu skretanje svetlosti u optičkom kablju koje je poznato kao *Ramanova difrakcija* (eng. *Raman*³⁰⁾ *scattering*).



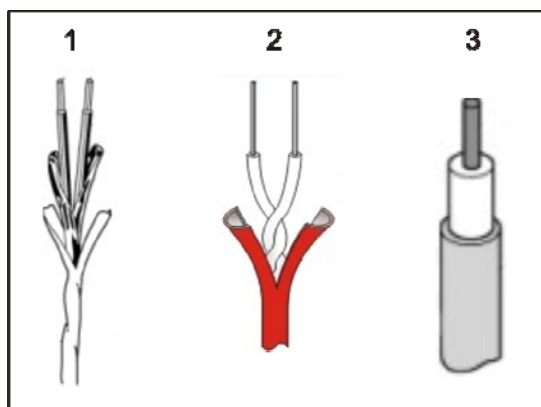
Slika 7.14 Rasipanje svetlosti pod uticajem temperature

Rasuta svetlost sadrži tri različite spektralne komponente prikazane na slici 7.14. Za merenje promena na kablju koristi se oprema koja sadrži generator frekvencije, izvor usmerene svetlosti (laser), optički modul, prijemnik i mikroprocesorsku jedinicu. Sistem za merenje ima tri kanala, jedan referentni i dva merna kanala. Meri se ne samo najviša dostignuta temperatura duž kabla, već i razlika u temperaturi. Strujanje vazduha nema uticaj na karakteristike detekcije, a kabl je takođe apsolutno imun na sve tipove zračenja koja mogu da se jave u okolnoj sredini.

Linijski termomaksimalni javljači *sa topivim polimerom* (slika 7.15) u formi paralelnih ili upredenih provodnika u otvorenom električnom kolu (tip 1 i 2), imaju između provodnika lako topivu izolaciju i pod dejstvom toplote dolazi do kontakta između provodnika i iniciranja alarma.

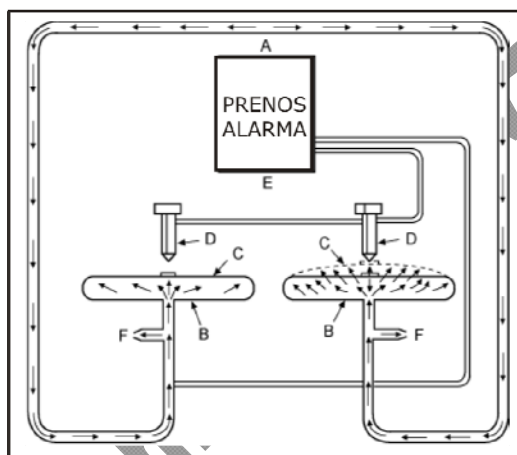
Analogni linijski termomaksimalni javljač desno na slici (tip 3) je realizovan pomoću čelične cevi koja sadrži koaksijalni kabl koji je poluprovodničkim materijalom odvojen od cevi. U normalnim uslovima ambijenta teče mala struja koja je ispod alarmnog praga. Povećanjem temperature, otpor poluprovodnika opada, povećava se struja i signalizira alarm. Na taj način, ovaj linijski javljač fiksne temperature može da se ponaša i kao linijski termodiferencijalni javljač.

³⁰⁾ Chandrasekhara Venkata Raman (1888.-1970.) - Indijski fizičar, dobitnik Nobelove nagrade za fiziku 1930.



Slika 7.15 Linijски javljači toplote sa topivim polimerom i na principu merenja otpora

Najstariji oblik realizacije linijskih termodiferencijalnih javljača, koji datira od 1970. godine, koristi princip širenja tečnosti u kapilarnoj cevi. Javljač se sastoji od metalne cevi, koja je savijena u petlju, i pričvršćena na zid i/ili tavanicu prostorije koja se štiti.



Slika 7.16 Linijски termodiferencijalni javljač

A – bakarne cevi, B – komore, C – dijafragme, D – kontakti, E – “centrala”, F – odušak

Na slici 7.16 prikazan je pneumatski sistem za dojavu, prvi put instaliran u Švajcarskoj ranih 70-ih. Dužina linija dojave (cevi) ide do 100 m. Princip rada ovog linijskog termodiferencijalnog javljača je sledeći: bakarna cev A je pričvršćena na tavanicu ili zid i završava se u komorama B koje sadrže dijafragme C u blizini električnih kontakata D. Zagrevanjem dolazi do širenja vazduha u cevi, pritisak u komorama izaziva savijanje dijafragme prema kontaktu D čime se zatvara električno kolo prema uređaju za signalizaciju alarma E. Ventilacioni otvori F ispred komora služe da kompenziraju male promene temperature.

Ovaj tip linijskog javljača toplote je našao veliku primenu, o čemu govori činjenica da je obuhvaćen američkim standardom NFPA 72 po kome rastojanje između linija (cevi) kod linijskih javljača toplote koji se realizuju na ovakav način može da iznosi najviše 9 m, s tim što svaka petlja ne sme da bude duža od 300 m.

Pneumatski sistemi, toplotno osetljivi i poluprovodnički kablovi predstavljaju prve i do danas, najkorišćenije načine linijske detekcije požara, naročito u tunelima. Međutim, zbog sporosti odziva, a pre svega zbog nemogućnosti određivanja tačne lokacije mesta požara, sve više se zamenjuju savremenijim tipovima linijskih javljača toplote.

Tabela 7.6 *Primenjene tehnologije u linijskoj detekciji toplote*

Sistem	Princip detekcije	Detekcija brzine promene	Rastojanje između senzora	Maks. dužina	Lokalna rezolucija
Poluprovnički senzorski kabl	<i>Band-gap</i> efekat	da	7 – 10 m	2500 m	2 – 10 m
Optički senzorski kabl	<i>Ramanova</i> difrakcija	da	kontinualno	8000 m	1 – 2 m
Optički <i>Braggov</i> kabl	<i>Braggova</i> difrakcija	da	3 – 5 m	300 m	1 – 10 m
Pneumatski sistem	Širenje gasa	da	kontinualno	100 m	100 m
Analogni kabl	Otpornost	opcija	kontinualno	300 m	300 m
Sistem bez resetovanja	Topivi polimer	ne (nije u EN 54-2)	kontinualno	250 m	250 m

U tabeli 7.6 dat prikaz postojećih tehnologija koje se primenjuju u ovoj oblasti u skladu sa standardom EN 54-22, sa napomenom da je u pripremi standard EN 54-28: *Non-resettable line type heat detector* koji treba da obuhvati linijske javljače toplote koji nemaju mogućnost resetovanja, odnosno, linijske javljače toplote koji moraju da se zamene posle svakog ulaska u stanje alarma.³¹⁾

³¹⁾ EN 54-28 3.1.6. **non-resettable line type heat detectors NLTHD** - a LTHD which can only respond once