

**THE APPLICATION OF THERMAL PHENOMENA IN FIRE DETECTION****A TERMIKUS JELENSÉGEK ALKALMAZÁSA A TŰZJELZÉSBE**NAGY Rudolf<sup>1</sup>**Abstract**

The preventive fire protection of establishments at risk of a possible outbreak of fire is a very important part of the built-in fire protection systems. The effective use of technical devices for active intervention in the protection of life and property depends on their professional selection, installation, operation and maintenance. The origin of all this lies in an adequate knowledge of fire detection methods and their harmonisation with the physical environment of the installation. In order to detect fire in the space to be protected, the combustion properties of the materials present must also be synchronised with the technical conditions of the signalling technology. The automatic and rapid detection of fire is also one of the most important prerequisites for effective damage control. This also includes the rapid localisation of the fire scene, which provides the physical environment for combustion. Recognising the thermal signals of the fire action occurring in this area before the fire has developed beyond control and separating them from other disturbing thermal phenomena that may occur in normal operation is a key factor in triggering the appropriate detectors in fire protection systems.

**Keywords**

fire, heat, combustion, fire safety, detector

**Absztrakt**

A tűz lehetséges kitörésével veszélyeztetett létesítmények megelőző tűzvédelmének igen fontos részét képezik a beépített tűzvédelmi berendezések. Az élet-, és vagyonvédelem aktív beavatkozást végrehajtó technikai eszközök effektív alkalmazásának alapja a szakszerű kiválasztás, telepítés, valamint az üzemeltetés és karbantartás adekvát módja. Az említettek közül mindezek origóját a tűzérzékelés módszereinek megfelelő ismerete és a létesítményi fizikai környezettel való összhangba hozása jelenti. A tűznek védendő térben való felismeréséhez a jelenlévő anyagok égését kísérő tulajdonságait is szinkronba szükséges hozni a jelzéstechika műszaki feltételeivel. A tűz automatikus, gyors jelzése az eredményes kárelhárításnak is az egyik legfontosabb előfeltétele. Ebbe ugyancsak beletartozik az égés fizikai környezeti feltételeit megteremtő tűzhelyszín gyors lokalizálása. Az itt előálló tűzhatás hőtani jeleinek még a tűz megfékezhetetlen kifejlődése előtti felismerése és más rendeltetészerűen jelentkező zavaró termikus jelenségektől való elkülönítése kiemelt szereppel bír a tűzvédelmi berendezések megfelelő érzékelőinek kiváltásában.

**Kulcsszavak**

tűz, hő, égés, tűzbiztonság, érzékelő

<sup>1</sup> nagy.rudolf@uni-obuda.hu | ORCID: 0000-0001-5108-9728 | habil. senior lecturer, Óbuda University, Donát Bánki Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Budapest, Hungary | habil. adjunktus, Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtudományi Mérnöki Kar

## BEVEZETÉS

Mára a beépített tűzjelző rendszerek az épített környezetünk biztonságtechnikájának elengedhetetlen komponensei. Az azokban hasznosított jelzéstechnika a legmodernebb műszaki megoldások teljes arzenálját felvonultatja, hogy kielégíthessük a tűzbiztonság valamennyi igényét. Az azokban megjelenő műszaki megoldások az egészen triviális hőtágulás elvén működőktől, a félvezetőkön keresztül a fejlett integrált áramkörüi detektorokig terjedő valamennyi lehetőséget kiaknázzák a tűzzel szembeni védelem érdekében.

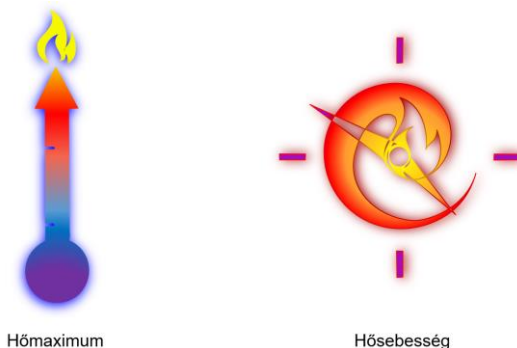
Az élet- és a vagyonvédelem ezen területe a társadalmi élet színterét adó szórakozás, pihenés-vendéglátás, valamint a különféle szolgáltatásokat nyújtó közösségi rendeltetésű helyek, illetőleg az ipari, mezőgazdasági termelés folytató nagyüzemek, stb. létesítményeit kiszolgálja. A technikai civilizációnk fejlődése miatt épített környezetünk egyre nagyobb volumenű és egyre újabb eredetű veszélynek vannak kitéve a tüzek oldaláról. Az ezt kiváltó okok között találjuk a költséghatékonyságra törekvés eredményeként „megszülető” mind nagyobb befogadóképességű és az egyre szélesebb funkciókat integráltan kielégíteni képes építmények és a komplex infrastrukturális kapcsolatokkal rendelkező épületkomplexumok létrejöttét. Ezek és a társadalmi, környezeti változások a tűzbiztonság mind változatosabb kockázati tényezőivel szembesítenek bennünket. Az ezekből származó tüzesetek előidézte károk elhárításra fordítható erőforrásaink egyik legkritikusabb tényezője az idő. Így a tűz megnövekedett veszélyének csökkentésére, illetőleg a hatékony reagálásra állandó, nagy megbízhatóságú, automatikus felügyeleti rendszereket kell alkalmaznunk. A modern beépített tűzvédelmi berendezések kiemelkedő jelentősége abban rejlik, hogy az időben kiadott riasztás révén megfelelő időelőnyt biztosít a tűzzel fenyegetettek az épületen kívül, a csatlakozó terepszintre, illetőleg biztonságos átmeneti védett térbe meneküléséhez. Továbbá lassítani lehet a tűz terjedését elősegítő termikus változások kifejlődését, valamint optimalizálhatók a tűzoltáshoz kivonuló beavatkozók számára rendelkezésre álló tűzoltási feltételeket. Tehát minél korábban sikerül detektálni a kialakult tűz veszélyt, annál eredményesebben avatkozhatnak be az aktív tűzvédelmi berendezések, valamint a tűzoltók a tűz megfékezése és elszigetelése érdekében. [1]

A tűz során felszabaduló hő a tűzhelyszín környezetében hőmérsékletváltozás okoz, amely kölcsönhatásai jó alapot képeznek az égés okozta hőmérséklet jelzésére. Persze megfelelő jelfeldolgozás és érzékelési eljárás szükségeltetik, hogy kizárhatók legyenek a munkahelyeken sok helyütt fellelhető és rendeltetészerűen alkalmazott eszközökben végzett felfűtésből vagy égető, pörkölő eljárásokból származó hőhatásoktól való elkülönítése. Ehhez a védendő helyiségtől függően tudni kell elkülöníteni a szabad tűzfejlődés és a szabályozott körülmények mellett magasra szökő hőmérsékleti viszonyokat. Jellemzően ezek más-más hőmérsékleti tartományba tartoznak, melyekhez igazítani kell a tűzjelzés céljából megválasztott érzékelőket. Ennek eredményeként használhatók úgynevezett hőmaximum, illetve hősebesség-érzékelők. Az első csoportban találjuk azon érzékelőket, melyek jellemzője az egy adott hőmérsékleti határ elérését detektáló eszközök, míg utóbbiak a szokványostól eltérő gyors hőmérsékleti felfutásokra utaló termikus változáshoz köthetően azonosítják a tűz megjelenését. [2]

A létesítményekben kitörő tűz termikus folyamatait két ellentétesen ható folyamat eredményeként egyszerűsíthetjük le. Egyfelől van magának a tűznek mint hőtermelő folyamatnak az öngerjesztő lezajlása, melynek intenzitása a fizikai és anyagi feltételek kínálta maximum irányába fejlődik. Míg ezzel szemben ható változásként rögzíthetjük a tűz számára

az önfenntartás feltételeit szolgáltató anyagi tényezők csökkenésének folyamatát. Amint az utóbbi, az égés tökéletlen oxidációval járó kémia átalakulásainak dinamikája kezdi el dominálni a termikus változásokat, a tűz hanyatlani kezd. Ennek a szakasznak az elérése azonban már messze túl van azon a határon, amely az élet- és vagyonvédelem reális célkitűzéseihez kapcsolódnak. Az ehhez tartozó határmezsgyét egy a zártéri tűzfejlődés kitüntetett fázisához a teljes lángbaboruláshoz köthetjük, melynek kritikus jellegét a termikus változások szinte ugrásszerű növekedése adja. Ezért a tűz megjelenését még - az ezt termikus szempontból jóval megelőző - a kifejlődés korai szakaszában kell detektálnunk. Az ekkor végbemenő hőtani változások jellegzetességeit kell tudnia egyértelműen beazonosítania a tűzjelzőkben alkalmazott érzékelőknek, amennyiben az egyéb, például füst, stb., valamely oknál fogva nem állnak rendelkezésünkre. [3]

Szerencsére a tűz a szabályozatlan jellegéből eredően az általa kiváltott termikus jelenségek alapján jól elkülöníthetők más hőmérsékleti változásoktól. Az ezt biztosító paraméterek egyike az idő. Vagyis egyfelől az időegység alatt keletkezett hőenergia felszabadulásával jellemezhető. Ezt más néven hőbességként definiáljuk. Természetesen az is egy járható út az érzékelésben, ha egy olyan hőmérsékleti értékre kalibráljuk a termikus változásokat nyomon követő detektorunkat, amely mással össze nem téveszthető módon jelzi a tűz jelenlétét a védett térben. Ezt detektálják az úgynevezett hőmaximum érzékelők. [4]



1. ábra: Hőmérséklet-érzékelők csoportosítása  
Forrás: Szerkesztette a szerző

## Az alkalmazási elveket érintő megfontolások

A tűz valamennyi érintett tűzhelyszín környezeti jellemzőiben változást eredményez. Az érzékelés elve ezen változásokhoz igazodva valósítható meg. Az érzékelő alkalmazhatóságát alapvetően befolyásolja, hogy milyen technológiai környezetben kívánják azt alkalmazni. A hőmérséklet-érzékelők az anyag és a hőmérsékletváltozás közti kapcsolatok sokrétűségére támaszkodva, több alkalmazott műszaki megfontolás tekintetben is kielégítik ezen technikai feltételeket. Megfelelő karakterisztikák beépítésével és a telepítési szempontok figyelembe vételével sikeresen alkalmazhatók a tűzérzékelésére. A tüzek fellobbanását kísérő hirtelen hőhatás termikus jelenségének elektronikai egységek általi közvetlen felismerését, a termoelektromos jelenségek önmagukban is lehetővé teszik. Például a félvezetők egyes képviselőit a villamos vezetőképesség határozott változása különösen alkalmassá teszi erre.

A beépített tűzjelzőkben használt hőérzékelők tűz következtében előálló hőmérsékletnövekedés hatására lépnek működésbe. Azon terekben, ahol az érzékelő határértékeként bekalibrált hőmérsékleti érték az ott felléphető rendellenes termikus jelenségektől egyértelmű elhatárolását adhatja a tűz megjelenésének, ott telepítendő a hőmaximum érzékelők. Ezek olyan esetek lehetnek, mint például az tüzelőberendezés szabályozott körülményeket biztosító tűzteréből kiszabadulva elharapódzó tűz vagy a gyújtóforrásként számba vehető elektromos fűtőberendezések túlhevülése. Ebből eredően a gyakorlatban az irodai funkciót betöltő épületek tűzjelző rendszereinek érzékelői sorában a többségében kiosztott füstérzékelőkkel szemben hőérzékelőket tervezünk be a melegítő konyhákban.

Más esetekben azonban, amire a levegő az általában vett hőmérsékleti határértékre felmelegszik, már gyakorta egy meglehetősen kiterjedt tűzhelyszínnel szembesülhetünk. Ilyenkor jó szolgálatot tehetnek a tűz hatékony detektálásában a hősebesség-érzékelők, amelyek már akkor jelzést adnak, ha a tűzfejlődés miatti gyors hőmérsékletnövekedés egyértelműsíti a tűz jelenlétét. Ez azért lényeges, mert a tűzjelző rendszer által felügyelt tér levegőjének hőmérséklete ettől függetlenül nem biztos, hogy eléri az általában vett detektálendő hőmaximumot. Ilyenkor a tűz beazonosítása eredményesebben hajtható végre, mint az egy adott határértékre kalibrált hőérzékelőknél.

A tűz keltette hőmérséklet ilyenformán való érzékelésének alkalmazása olyan technológiai területeken is előnyös, ahol használata kiküszöböli az alacsony hőmérsékletre temperált vagy esetenként jelentős léptékben lehűlni képes légtér helyiségeit kell felügyelni az épületekben. Így ugyanis a maximum paraméterként mutakozható hőmérséklet elérése a hideg környezet hővelvonása miatt jócskán késleltetett lehet.

Viszont sikeresen illeszthető olyan beépített tűzjelző rendszerekbe, amikor füstjelzők alkalmazása nem célravezető például ott, ahol az intenzív légszere miatt a füst részecskéinek érzékelési zónából történő elsodródása a tűz időbeni észlelésének elmulasztásával járhat. Segítségével kizárhatók az olyan esetek is, amikor füstfejlődés nélküli égési jelenségektől kísért termikus folyamatok vetítik előre a tűz kitörését. Egyes az éghető anyaghalmozatok belsejében lappangó és lassan fejlődő tüzeknél hasonló a helyzet, mivel a füstérzékelők ilyen ömlesztett, például öngyulladásra hajlamos anyagok technológiai anyagmozgatási műveletei keltette por a füstérzékelőket hasznavehetetlenné tenné ezekben a környezeti feltételek közepette.

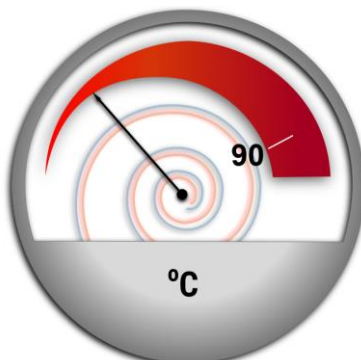
Magától értetődően az alkalmazott érzékelők zónákban történő kiosztásának menynyisége a várható tűzhelyszínt tekintendő helyiség fizikai dimenzióinak és az adott eszközre vonatkoztatott védősugara vagy sávjának arányai alapján kerül megállapításra. Ezeket a tervezői szabványok vagy gyártói útmutatók is rögzítik. Együttal a védett helyiségekben fontos tekintettel lenni valamennyi az érzékelés korlátozó tényezőre az érzékelők elhelyezésének megválasztásakor. [5]

## HŐMÉRSÉKLET-ÉRZÉKELŐK

### Hőmaximum-érzékelők

A tűz automatikus detektálására a hőmérsékletmérés már régóta használt eljárás. Ahhoz azonban, hogy a normál üzemviteli és egyéb munkakörnyezeti hőhatásoktól el tudjuk különíteni a tűz jelentette változást, egy karakteres egyedül a tűz okozta állapot beazonosítására használható érzékelési eljárást kell kiválasztani. Ahogyan azt előzőleg már vázoltam ezek közül több lehetőség is kínálkozik. A legkézenfekvőbb, valamely környezeti

határállapot kítűzése, mégpedig egy meghatározott, a tűzkeletkezést összetéveszthetetlenül mutató hőmérsékleti maximum elérése révén, melynek vázlatja látható a 2. ábrán.



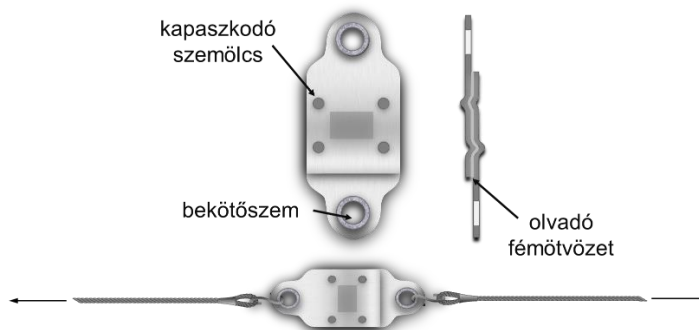
2. ábra: Ikerfémes hőmérséklet-érzékelő vázlatja  
Forrás: Szerkesztette a szerző

Az ilyen adott hőfok elérésére kalibrált érzékelők a karakterisztikájában megjelölt hőmérséklethez tartozó fizikai változók eléréskor a mért paramétert közvetve, de akár közvetlenül is villamos jellé átalakítva detektálják a tűz megjelenését a védett térben. A fizikai változók alapján a jelzés kiváltása szerinti kategóriái lehetnek:

- térfogati,
- mechanikai,
- pneumatikai,
- tenziometriai,
- elektrooptikai,
- termoelektromos, stb. [6]

### Olvadóbetétes érzékelő

A hagyományos érzékelő típusok közül működési elvét tekintve az egyik legegyszerűbb eszköz az olvadóbetétes tűzjelző. A tűzjelzőt egy viszonylag alacsony, de konkrét olvadáspontú forrasztóanyaggal fixen egymáshoz rögzített két fémlap adja, ezt láthatjuk a 3-as ábrán.



3. ábra: Olvadófémes érzékelő és bekötésének módja  
Forrás: Szerkesztette [7] nyomán a szerző

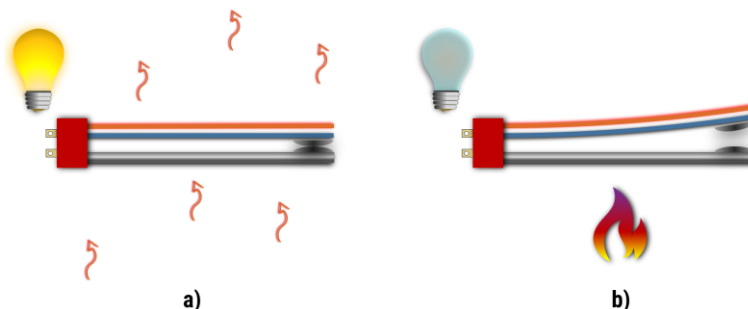
A jelzés kiváltása a rajtuk kialakított bekötőszemekhez mechanikusan kapcsolódó előfeszítések miatti, adott az ún. Wood-fém olvadáspontjának megfelelő hőmérsékleten történő szétválásukkal realizálódik. A tűz keltette hő következtében a tapadási erő megszűnik a forrasztás által összetartott két egymásba kapaszkodó lemez között. Ilyenformán a fémöt-vözet megolvadása miatt az előfeszített mechanikai rendszerben elhelyezkedő olvadóbetétes csatlakozás elveszti a szilárdságát és a jellemzően rugóerővel vagy ellensúllyal ellentartott szerkezeti elemek elmozdulása váltja ki a jelzést.

Azonban a hőmérséklet-csökkenést követően ezt az olvadófémes betétet cserélni kell, mivel a rendszer, csak így állítható vissza alaphelyzetbe. A más-más hőmérsékleti tartományokban működtetendő eszköznek a változó hőmérsékletekhez igazítása az ötvözet olvadáspontjának kalibrálásával oldható meg. A Wood-fém eltérő összetétele ezt az értéket is módosítja. Az ötvözetben megtalálható ón, ólom, és bizmut alkotta fémelegy ötvözési arányainak változtatásával az eszköz a kívánt hőmérsékleti határértékre beállítható.

### Bimetallos hőérzékelők

Az ezt a műszaki megoldást felhasználó eszközök a beépített tűzjelző rendszerekben mára már nem alkalmazott, azonban egyes speciális területeken, például vasúti mozdonyok vagy egyéb belsőégésű berendezések motortereiben előfordulnak. Olyan helyeken alkalmazandó, leginkább, ahol a maximált hőmérsékleti értéken való jelzéskiváltás egyszerű, nagy megbízhatóságú technikai kivitelű formája elsőrendű követelmény a tűzkeletkezés gyors megelőzése érdekében. Tulajdonképpen a gépjárművek termosztátjai is hasonló elven működnek.

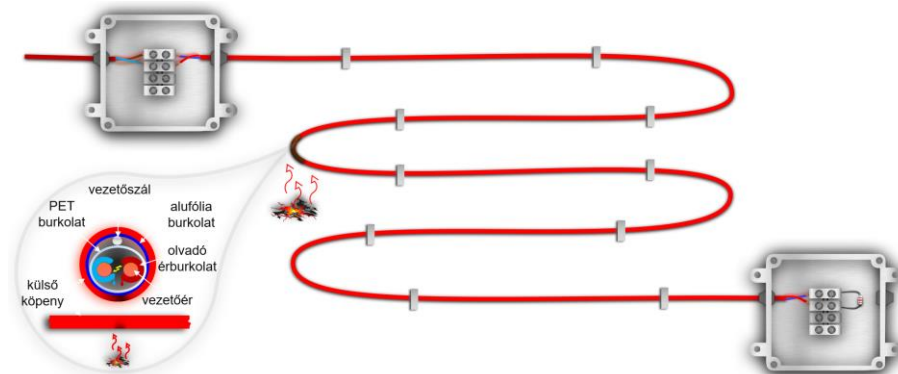
Működési elve is ehhez mérten rendkívül egyszerű, ahogyan az a 4-es ábrán szereplőkből is leszűrhető. Egy meghatározott hőmérséklet elérése esetén a fizikailag egymáshoz rögzített kettős fém eltérő hőtágulása elhajlást eredményező deformáció szenved el. A tűz veszélyével nem járó hőmérsékleti tartományokban ez nem jelentkezik, így a bimetalos kapcsoló zárva tartja az áramkört. A tűzkeletkezést kiváltani képes hőhatás eltérő hőtágulást keletkeztet a két fémbe. Mivel a nagyobb hőtágulási együtthatóval rendelkező fém a fix rögzítés miatt nem képes hosszirányú megnyúlással felvenni a tágulással megnövekvő méretet, ezért a hozzá rögzített fémet meggömböltve próbálja felveszi a szükséges méretváltozást. Ekkor az ikerfémek szilárd mechanikus kapcsolatának köszönhető alakváltozás megszakítja az áramkört jelezve ezzel a kalibrációval megjelölt veszélyes hőmérsékleti érték elérését. Természetesen az áramköri csatlakoztatás kérdése az itt bemutatottól eltérően az adott műszaki kialakítás viszonylatában egyedi kivitelezésű is lehet. [8]



4. ábra: Bimetal hőmérsékleti határértékre kalibrált hőmaximum-érzékelő működési sémája normál környezeti hőmérsékleten (a) és tűzjelzéskor (b)  
Forrás: Szerkesztette [9] nyomán a szerző

## Olvadó szigetelésű érzékelőkábelek

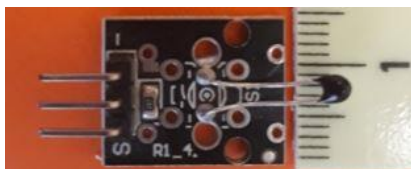
Jól ismert, hogy a kábelek szigetelésének tűzhatásra bekövetkező károsodása a vilamos vezetékhalozatokban alkalmazott érpárak fémes érintkezését idézheti elő. Ez a vezetők közötti az 5-ös ábrán illusztrált módon zárlatot idéz elő, amely az áramköri paraméterek mérésével azonosítható. Ezt hasznosítják az olvadó szigetelésű vonali tűzérzékelőkben. A tűz miatt megsérült vezetékben az érpár között kialakuló zárlat bekövetkezését használják fel erre a célra. A szigetelésként szolgáló polimerek olvadáspontját kémiaiilag a várható tűzhatás adott hőmérsékletéhez igazítva létre hozható egy konkrét hőmérsékleten riasztást indítani képes hőmaximum érzékelő kábel. Az vonali hőérzékelő kábelt nem csak létesítményekben, de más nehezen hozzáférhető helyeken is lefektethetik a rejtett tüzek keletkezése veszélyének kivédésére, mint például szállítószalagok görgősorai közötti takartereinél, stb.



5. ábra: Olvadó szigetelésű hőérzékelő kábel  
Forrás: Szerkesztette [10] nyomán a szerző

## Termisztoros pontérzékelő

A termisztorok olyan félvezető technológián alapuló elektronikai eszközök, melyekben a hőmérséklet változását markáns ellenállásváltozással lekövető érzékelőket alkalmaznak. Ezen változások karakterisztikája két irányú lehet. Lehetnek negatív (angol rövidítésük: NTC) és pozitív (angol rövidítésük: PTC) ellenállásváltozást mutatók. Maga a félvezető termisztor igen kicsi, ez jól kivehető a 6-os ábrán leolvasható méretekből is. Ez is közrejátszik nagy érzékenységükben. Mivel így elhanyagolható léptékű a termikus tehetetlenségük, ezért szinte azonnal felveszik a környezetükben uralkodó hőmérsékleti értékeket. Sokhelyütt találkozhatunk ezzel az hőérzékelővel, mint egy küszöbérték detektálására kalibrált érzékelővel. [11]

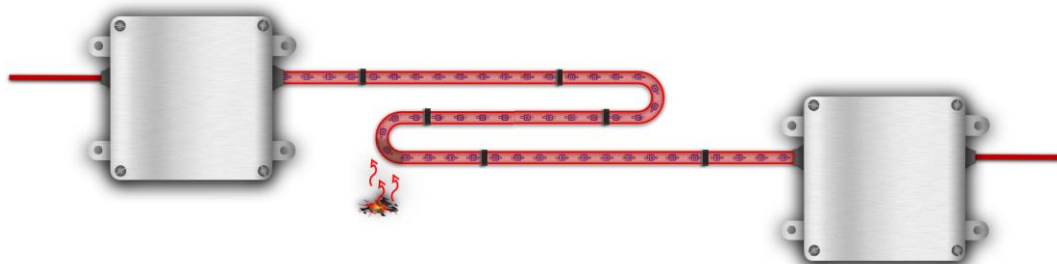


6. ábra: Termisztor áramköri felépítésének mérettartománya  
Forrás: Készítette a szerző

Emellett hőbesség mérésre is alkalmas. A gyakorlatban ezt két termisztor ellenállásváltozása egyidejű logikai áramköri összehasonlításával oldják meg. A hőbesség mérésnél az eltérések a két érzékelő környezeti hőmérsékleti hatásoknak való kitettségéből ered. Az egyik termisztor a környezetével közvetlen termikus kölcsönhatásban van és ezért folyamatosan lekövetheti az ott bekövetkező hőmérsékleti változásokat. A másik termisztor azonban hőszigetelő anyaggal elkülönítik a felügyelt helyiségben lezajló közvetlen hőhatásoktól. Ez jól kimérhető ellenálláskülönbséget vált ki a két termisztorban.

A védett térben a lassan változó hőmérsékletek esetében ez az ellenálláskülönbség meghatározott tartományon belül fog mozogni, melyet megfelelő elektronika beillesztésével kiegyenlítenek. Technikailag ezt egy szabályozó ellenállások közbeiktatásával kompenzáló áramköri elem biztosítja. Ellenben a nagyobb termikus tehetetlensége következtében a tűzhatás okozta hirtelen hőmérsékleti ugrást már a környezetétől elszigetelt termisztor nem tudja adni, a normál viszonyok közötti kisebb léptékű eltéréssel lekövetni. Ehhez képest az azt jóval meghaladó különbségérték lép fel az ellenállás változásában, melynek hatására az áramköri kiegyenlítés felborulása miatt az eszköz tűzjelzést ad a tűzjelző központ felé.

A pontérzékelők és a vonali érzékelők közötti egyfajta átmenetet képeznek a multi szenzoros érzékelő kábelek, amelyekben a 7-es ábrán bemutatott módon szabályos távolságokra félvezető detektorokat fűznek fel. Az így a megfelelő sűrűséggel egymást követően a védett szakaszban elhelyezkedő szenzorok láncolatában a hőhatásra kiváltott jel adott termisztorhoz köthetően kellő precizitással beazonosítható a tűz keletkezésének helyeként. [12]



7. ábra: Multiszenzoros érzékelőkábel alkalmazásának elvi vázlata

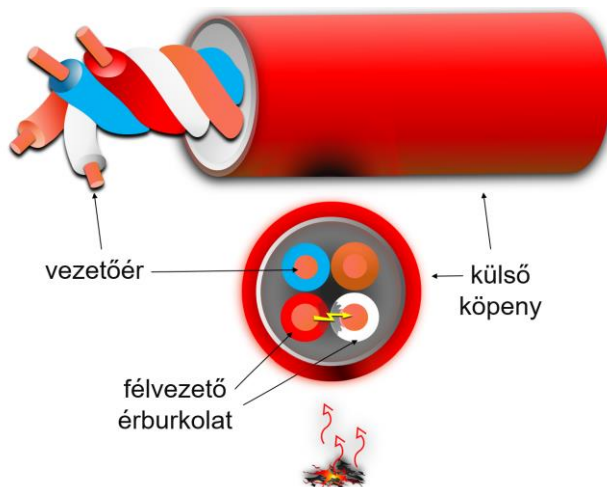
Forrás: Szerkesztette a szerző

### Termisztoros vonali tűzjelzőkábel

A félvezető termisztorok tűzjelzésre történő felhasználásának széles spektrumát mutatja, hogy vonali tűzjelző kábeleként is kivitelezhető a tűzjelző rendszerrel felügyelt terek védelme. Ez esetben a tűzjelző kábelben futó érpárok szigetelő anyagául használják fel a termisztorokban is alkalmazott félvezető anyagokat. A jellemzően jelentősebb hosszirányú kiterjedésű védett térben vagy gép, berendezés, illetőleg raktári tárolórendszer, stb. tűzkeletkezés szempontjából kritikus szakaszain végig vezetve a tűzjelző kábelt, megbízhatóan lefedhető a teljes védendő szakasz.

A tűzjelzés kiváltása a 8-as ábrán illusztrált módon zajlik. A tűz hatására az érzékelő kábel érintett pontján a vezetőért érő hő következtében az azokat körülölelő érburkolatok, mint termisztorok, elektromos vezetővé válnak. A termisztorszigetelésű érpárok közötti szigetelőhatás megszűnése miatt a tűzjelző rendszer a kábelben ébredő zárlati áramot tűzjelzésként detektálja. A két-két érpár fennmaradó párosa a hibaellenőrzés funkcióját tölti be.

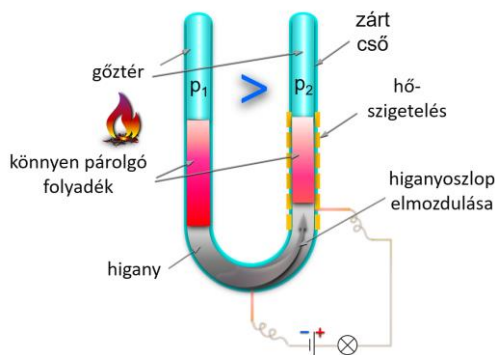




8. ábra: Jelzésziváltás keresztmetszeti sémája termisztoros szigetelésű tűzjelző kábelben  
 Forrás: Szerkesztette [13] nyomán a szerző

### Folyadékok felhasználása a tűzérzékelésben

Az elektronikus tűzjelző rendszerek mellett találkozhatunk az elektronikától függetlenül működő hidromechanikus megoldásokkal is. Ez a lehetőség egy műszakilag kézenfekvő választás, hiszen magának a hőmérséklet mérésnek az históriájához is elválaszthatatlanul hozzá tartozó elvet, a folyadékok hőtágulását hasznosítja. A korai hőmérőkben is ismert üvegkapillárisban a hőmérséklet emelkedését kísérő térfogatnövekedés a folyékony higany relatív elmozdulását okozza. Az egészségre és környezetre való veszélyessége miatti mérés technikai alkalmazásának kivezetését megelőzőleg higanyos tűzérzékelőket is használtak hősebesség-érzékelőként. Bár mint az a 9. ábráról kitűnik az eszköz konstrukciós felépítésének alapját adó „U” alakú csőben a folyadék elmozdulását nem annak hőtágulása eredményezi, hanem a higanyoszlopra nehezedő, a tűzben fejlődő hő miatt a fém felett lévő folyadék intenzíven párolgása nyomán megnövekedett belső gőztér nyomása. Ennek következtében elmozduló higanyoszlop az elektródát elérve zárja a jelző áramkört.



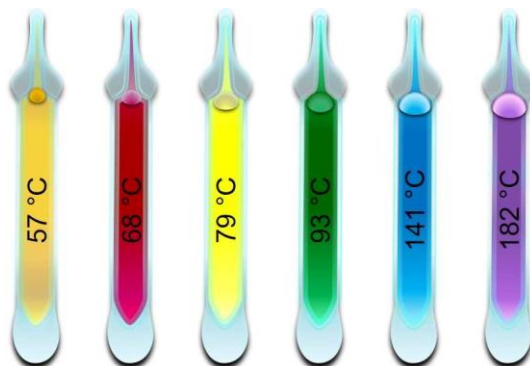
9. ábra: U-csöves hősebesség-érzékelő vázlat  
 Szerkesztette: [14] nyomán a szerző

A megoldás alapelve, hogy egy a környezettől termikusan elszigetelt szegmense az érzékelőnek termikus tehetetlensége folytán eltérően reagál az egyéb paramétereiben meg egyező szerkezeti elemhez képest, más eszközöknél is feltűnik. Nyilván, ha ez egy nem váratlanul ébredő tűzhatás miatt lép fel, hanem lassú, fokozatos hőmérsékleti átmenettel, akkor a cső mindkét végén elhelyezkedő folyadéknak van lehetősége a hőmérsékleti kiegyenlítésre dinamikus jelenségek kiváltása nélkül. [14]

A folyadékok tűz következtében fokozódó tenziójának kamatoztatása a tűzvédelem másik fontos területén a beépített oltórendszereknél is megjelenik. A beépített tűzoltó berendezések egyik legelterjedtebb típusa az úgynevezett sprinkler, melyek a tüzeseti hőmérséklet emelkedésének hatására lépnek működésbe és szórófejeiken keresztül oltóvizet juttatnak az égő anyagokra. A sprinkler rendszer alapja egy speciális betét, ami megfelelő hő hatására kiold, így a mögötte lévő vízoszlop szabadon tud távozni a rendszerből, így az oltás megkezdődik. [15]

Az ilyen úgynevezett nedves sprinklerrendszer csőhálózatában jelenlévő oltóvíz szándékolatlan kijutását egy-egy záróelem blokkolja valamennyi sprinklerfejekben. A szórófejeket a már korábban ismertetett woodfémes olvadó betét vagy folyadékkal töltött ampullák zárhatják le. Az utóbbiak esetében a hőmérsékleti határértékekre kalibrálását a bennük lévő folyadék megválásztásával és a bórszilikát törőüvegek, másnéven kvarckörték belső nyomáshoz igazított szilárdsági mutatói adják. [16]

Az adott hőmérsékleten szétpattanó kvarckörték mintegy hőmaximum érzékelőként funkcionálnak. A törőüvegeket szinkódolásukhoz rendelt névleges nyitási hőmérsékleteik szerinti sorrendjében a 10. ábra mutatja.



10. ábra: Törőüvegek szinkódolása nyitási hőmérsékleteik alapján

Szerkesztette: [17] nyomán a szerző

A kvarckörtéket a bennük lévő folyadékhoz adott színezékektől kölcsönzött különböző szinkódok segítenek azonosítani. Azonban a hőmérsékleti besorolásukat alapvetően a folyadék kémiai összetétele határozza meg. Másfelől a törőüvegekben eltérő méretű légbuborékok is megfigyelhetők. A légbuborék mérete ugyancsak befolyásolja a hőmérsékletérzékenységet, mivel ezek veszik fel a tűz hatására elpárolgó folyadékok gőzeit, így fokozva a folyadékra ható nyomást. Mígnem a zárt ampullák belsejében a nyomásérték eléri az üveg szilárdsági tényezője biztosította kritikus értéket. Az alacsony forráspontú folyadékkal töltött üvegampulla elpattan és a víz útját szabadabbá teszi.

A törőüvegekben a folyadékok anyagi minőség szerinti kiválasztásának szempontjait képezi elsődlegesen forráspontjuk, valamint a záróelem környezetében várható hőmér-

sékletek tűzhatástól való elkülönülését garantáló viszonyokhoz rendelhető hőmérsékleti értékek. Az ezektől függően elvárt különböző névleges nyitási hőmérsékletek beállításához az 1. táblázatban szereplő vegyületek akár egyedileg vagy folyadékelegeik formájában is használhatók. Fontos azonban, hogy egyfelől tenziójuk és hőtágulásuk elegendően nagy legyen az adott üvegburkolat repesztési nyomásának eléréséhez az elműködési hőmérsékletként megkívánt határértéken. [18]

Anyag	fp °C	Relatív válaszidő (víz= 100)	$C \cdot D = C'$ (J/ml)	Viszkozitás (mPa · s)	Hővezetési tényező (W/cm · K)	dP/dT (számított) (bar/K)
izopropanol	82	114				
<b>víz</b>	<b>100</b>	<b>100</b>				
KCI oldal (35,5 %)		86				
etanol	80	75	1.921	1.20	0.0289	9.1
metanol	64	88	1.988	0.60	0.0352	9.08
glicerin	290	97	2.955	830	0.0498	15.26
etil-acetát	76	65				12.0
toluol	110	59	1.473	0.59	0.0239	11.32
n-dekán	173	66				
ciklohexán	80,1	63			0,12*	9.30
triklór-etilén	86	62	1.344			
tetraklór-etilén	120	62	1.423		0,11*	
etil-acetoacetát	69	62				
aceton	56	60	1.674	0.31	0,16*	10.47

$C \cdot D = C'$  - Hőkapacitás és sűrűség szorzata = térfogatfüggő hőkapacitás

\* [19] alapján vett érték

1. táblázat: Néhány törőüvegeinél alkalmazható folyadék hőtani jellemzői

Forrás: Szerkesztette [18], [19] nyomán a szerző

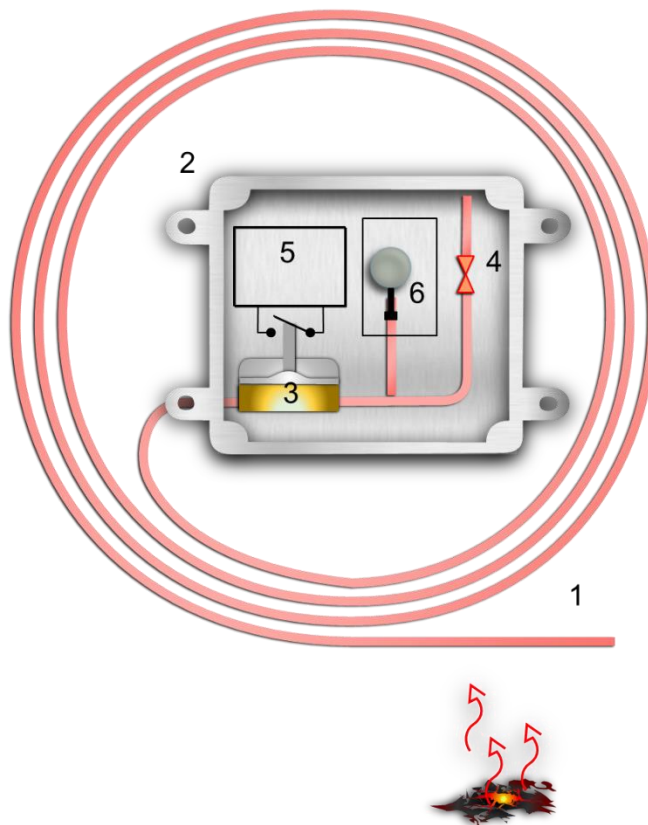
## Hősebesség elvén alapuló érzékelők

A hősebesség-érzékelők korszerű változatai a mért jel karakterisztikájának hirtelen növekedéseként detektálják a tűz jelenlétét. Amennyiben a hőmérséklet emelkedésének mértéke túlhalad egy bizonyos hőfoknövekedési értéket egy megfelelő hosszúságú időintervallumon belül, a jelfeldolgozó logikai áramkör tűzjelzést ad ki a tűzjelző központ felé. Ezen érzékelők modern megoldásai NTC/PTC félvezető detektorok ellenállásának jelgörbéi alapján „kapcsolják össze” a meghatározott hősebesség értéket a tűz jelenlétével. A gyakorlatban ez az időegység alatti hőmérséklet növekedési érték néhány fok/perc nagyságrendben mozog. [20]

Hősebesség-érzékelők megoldást jelenthetnek minden létesítményben, amelyekben széles hőmérséklet tartományt átfogó termikus hatások várhatók, azonban az ezek során lezajló változások üteme mérsékelte.

## Nyomásváltás felhasználása hőbesség-érzékelésnél

A tűz hatását kísérő termikus jelenségek sorában nem elhanyagolható fontos a környezeti állapotjelzők változásai között a gázok térfogatváltozása. Ez ugyancsak felhasználható érzékelési lehetőségként. A megoldás már jól ismert, hiszen rugalmas elmozdulásra képes zárt spirális csövekbe töltött gázok kiterjedésével és az elmozdulás hőmérsékleti értékekhez kalibrálásával. Ez egyszerűen kivitelezhető vizuális leolvasásra is igénybe vehető, például a hagyományos technológiai berendezések kezelőinek szánt érzékelőknél. Azonban az alapelv vonali hőbesség-érzékelőknél is felhasználható kis átmérőjű réz vagy acél csöves formában, akár hengerpalást mentés spirálban kihúzva, mint azt a 11. ábra illusztrálja.



11. ábra: Pneumatikus hőbesség-érzékelő működési vázlat

1 – érzékelő rézcső, 2 – érzékelő háza, 3 – membrán-kontaktus, 4 – kompenzáló kapillaris,

5 – ellenőrző elektronika, 6 – öntesztelő

Szerkesztette: [21] nyomán a szerző

A riasztás indítása a vékony csőrendszerben elhelyezkedő gáz kitágulása nyomán történik. A szándékolt jelzéskiváltáshoz vezető tűz és a felügyelt környezetben bekövetkező természetes hőmérsékletváltozások elkülöníthetőségét a kompenzáló kapillaris teszi lehetővé Bernoulli-törvényét követve. Ugyanis a lassú nyomásnövekedés a szűkítés egyik, illetve másik oldalán nagyon csekély áramlási sebesség mellett egyenlítődik ki, így számottevő jelzést keletkeztető nyomáskülönbség nem jelentkezik. Ellenben a tűz esetén a felügyelt térben elhelyezkedő csőszakaszban a megemelkedő hőmérséklet gyorsan növeli meg

a gáztérfogatot, így az viszonylag gyors áramlással kényszeríti át a kiterjedő gázt a kapillárison, ami a kapilláris jóval szűkebb keresztmetszetén a pneumatika törvényeit követve felgyorsulva igyekszik áthaladni. Az e két áramlási sebesség miatt nyomásnövekedés adódik a rendszerben, ami egy rugalmas membránon keresztül képes akár mechanikusan működő jelkiváltó kapcsolók működtetésére is.

## KÖVETKEZTETÉSEK

A beépített tűzjelző rendszer és a felügyelt terek közötti állandó kapcsolat fenntartásáért az érzékelők „felelősek”. Funkciója alapján véve egyszerű adatok tárolása, azok ellenőrzése, a beérkezett jelek értelmezése és feldolgozása és a gépben lévő program szerinti beavatkozás. Egy ilyen eszköznek megbízhatónak kell lennie és a környezeti hatásokkal szinergiában kell működnie, mert a tűzbiztonság elvárt szintje csak így valósulhat meg.

Éppen ezért a termikus jelenségeken alapuló tűzérezékelők a műszaki-technikai fejlődés valamennyi korszerű megoldását tudnia kell adaptálnia a félvezetőelektronikától a legkülönbözőbb elektromechanikus és pneumatikus érzékelőkig bezárólag. Ezek az akár szélsőséges műszaki kihívást jelentő technológiai feltételekhez és épületfizikai viszonyokhoz igazodva is komplex megoldást kínálnak a szakavatott tervező arzenáljában a tűzvédelmi koncepció megvalósításához. A kockázatelemzéssel feltárt tűzveszély elhárítására készített aktív tűzvédelmi műszaki megoldásaink az érzékelők nem kellően precíz megválasztása már kiinduló fázisában megingathatja a tűzbiztonság megteremtését célzó valamennyi preventív intézkedésünk sikerét.

Ebből adódóan az alkalmazott beépített tűzjelző berendezéseink érzékelőinek rendszerbe integrálása alkalmával különös gonddal kell eljárni. Mivel azok hőmérsékletérzékelő elemeinek kifogástalan műszaki állapot mellett is csak a tűz termikus változásainak késelelem nélküli és megbízható lekövetésével tudják megteremteni a feltételeket az aktív és passzív tűzvédelem valamennyi eltervezett funkciójának megvalósulásához.

## HIVATKOZÁSOK

- [1] Robert Burke: *Fire Protection Systems and Response*, 2008., ISBN: 978-1-56670-622-3, 77. o.;
- [2] Beda L., *Épületek tűzbiztonságának műszaki értékelése*, ZMNE Doktori (PhD) értekezés, 2004.
- [3] Beda L.: *Tűzmodellézés és tűzkockázat elemzés*, Ybl Miklós egyetemi jegyzet, 6. o. 1999.;
- [4] Csepregi Cs., *Tűzjelző rendszerek*, Florian Press Kiadó Budapest 2001.;
- [5] TvMI 5.4:2024.02.01. *Beépített tűzjelző berendezés tervezése, telepítése*;
- [6] Антонов А.В., Голякова Е.И., Сацук И.В., Филкова А.П., *Краткий Курс Лекций по Дисциплине - Производственная и Пожарная Автоматика*, Сибирская Пожарно-Спасательная Академия, ГПС МЧС России, Железногорск, 2022., ISBN 978-5-906874-96-2, 14. o.;
- [7] MSZ 15602-82 *Hőhatásra szétváló kapocs*, Szabványgyűjtemények 47, Tűzvédelem II., Magyar Szabványügyi Hivatal, Budapest, 1987., ISBN 963 402 412 2 II. kötet, 565. o.;

- [8] Kemencés J. *Nyomástartó berendezések biztonságtechnikája*, OMKT, Budapest, 2010., ISBN 978-963-89258-0-2, 71. o.;
- [9] Marston R., *Security Electronics Systems and Circuits — Part 1*, Nuts & Volts Magazine (February 1998), <https://www.nutsvolts.com/magazine/article/security-electronics-systems-and-circuits-part-1>, (letöltve: 2024. 02. 10.);
- [10] Duran Electronica, *Installation & User Manual, Linear Heat Detection Cable*, 2017., <https://www.duranelectronica.com/english/wp-content/uploads/2017/07/I-manSAFE-CABLE-v04.pdf>, (letöltve: 2024. 01. 23.);
- [11] Bellus L., *A tűzjelzés fizikája II.*, Védelem – katasztrófa- és tűzvédelmi szemle, ISSN: 1218-2958, 2002, 9. évf. (5), 49 o.;
- [12] Mohai Á., *SecuriSens TSC 511 hőérzékelő kábel II.*, Védelem – katasztrófa- és tűzvédelmi szemle, ISSN: 1218-2958, 2002, 9. évf. (6), 21 o.;
- [13] Kovács I., *Oravázlatok Beépített tűzvédelmi berendezések című tárgyhoz*, Budapest, 1995., 13. o.;
- [14] Arany S., Fetser I., *A hő és füstelvezetés elmélete és gyakorlata a tűzmelegelőzésben*, Budapest, 1991., ISBN 963-593-114-x, 116. o.;
- [15] Berek L., *Biztonságtechnika*, Egyetemi jegyzet, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, 2014., 45. o.;
- [16] Huet R, et al: *Delayed Fracture of Glass Bulbs Used in Fire Sprinklers*, Fire Technology, 53, 629–647, 2017, DOI: 10.1007/s10694-016-0584-4;
- [17] Hegel Engineering, *Fire Sprinkler System*, <https://www.hegelengineering.com/single-post/fire-sprinkler-system>, (letöltve: 2024. 02. 10.);
- [18] United States Patent Office: 4,938,294 *Trigger Element for a Sprinkler*, Johann G. Mohler, Petr Bohac, Jul. 3, 1990, Appl. No.: 275,173, Online: <https://patents.google.com/patent/US4938294A/en>;
- [19] European Patent Office: Patent EP 0838242 A2 *Thermally responsive frangible bulb*, Pepi, Jerome Stefansson, Nettleship, Stephen James, Daly, Brian Ernest, May. 6, 2002, Appl. No.: 97307891.8, Online: <https://patents.google.com/patent/EP0838242B1/en>;
- [20] Laczik D., *Hamis tűzjelzés kiszűrésének elvi és gyakorlati lehetősége a tűzvédelemben*, Hadmérnök, ISSN: 1788-1929, 2012., VII. évf. (1), 15-31 o., [http://hadmernok.hu/2012\\_1\\_laczik.pdf](http://hadmernok.hu/2012_1_laczik.pdf), (letöltve: 2024. 02. 11.);
- [21] Balázs G., *Különleges érzékelők*, Védelem – katasztrófa- és tűzvédelmi szemle, ISSN: 1218-2958, 1995, 2 évf. (4), 31. o.;