

A lángérzékelők érzékenysége

Egy lángérzékelő érzékenységét hagyományosan azzal a tengelyirányú távolsággal jellemzik, amely távolságból észlelni képes, egy adott méretű és típusú tűznek a lángját egy korlátozott időintervallumon belül. **Hogyan minősítik ezeket az érzékelőket? Hány minőségi osztályba sorolhatók a lángérzékelők? Mit jelent az inverz-négyzetes szabály? Mekkora a lángérzékelők látószöge, látómezője? Hogyan tervezzük a látómezőt takaró zavaró tárgyakkal?**

A lángérzékelők minősítő vizsgálatai

Amerikában a hivatalosan elismert vizsgáló laboratóriumok (mint pl. a UL, FM vagy TÜV stb.) a lángérzékelők érzékenységének meghatározásához leggyakrabban

- a 0,1 m²-es ólmozatlan benzín tüzet, illetve néhány különleges célú érzékelő esetében
- a 15 cm átmérőjű izopropil-alkohol (izopropanol: C₃H₈O - CH₃CHOHCH₃) tüzet használják.

Mivel ez a kétfajta tűz nem fedi le a gyakorlatban előforduló tüzek és azok lángjainak típusait, ezért a gyártók mindig többfajta anyagra is megadják az érzékenységet, azaz az észlelési távolságot. Természetesen az anyag megnevezése mellett mindig szerepel az is, hogy milyen méretű volt a vizsgáló tűz. Ezek az adatok egyrészt mintegy „súgnak” a felhasználónak vagy tervezőnek, hogy az érzékelő az adott anyagok esetén milyen távolságokig alkalmazható, másrészt utalnak a még észlelhető anyagok körére.

A tűzjelző berendezések eszközeivel foglalkozó európai EN54 szabványsorozatban a 10. sz. szabvány ad követelményeket és vizsgálati módszereket a lángérzékelők bevizsgálására. Az **EN54-10** a lángérzékelők érzékenységét mindig kétfajta tűz lángjával vizsgálja:

- a 0,1 m² felületű (0,33 x 0,33 m = 1'2 négyzetláb) n-heptán tálcatüzzel és
- a 0,25 m² felületű (0,5 x 0,5 m) metilezett alkohol (C₂H₅OH) tálcatüzzel

A vizsgálat során megállapítják, hogy az adott érzékelő, pontosabban egyszerre 8 db azonos típusú érzékelő, milyen távolságból képes a fenti tüzeket 30 másodpercen belül észlelni, és az eredmények alapján 3 osztályba sorolják őket.

Ha a vizsgálatban szereplő összes (8 db) érzékelő mindkét tűz lángját 30 másodpercen belül jelezni képes

- ≥ 25 m-ről, akkor Class 1 (1. osztály) besorolású (legérzékenyebb),
- ≥ 17 m és < 25 m között, akkor Class 2 (2. osztály) besorolású,
- ≥ 12 m és < 17 m között, akkor Class 3 (3. osztály) besorolású (legérzékletlenebb).

Ha bármelyik érzékelő 12 m-nél kisebb távolságból képes csak észlelni bármelyik tüzet, akkor az érzékelő típus nem minősíthető e szabvány alapján.

Valójában ez a fajta érzékenység vizsgálat nem veszi azt figyelembe, hogy a lángok a legjobban egy optikailag sűrű sugárzónak tekinthetők, melyeknél a lángnak az érzékelőtől távolabbi oldaláról származó sugárzását maga a láng elnyeli. Így a láng által kisugárzott energia nem a tűz alapterületével, hanem a lángfront területével (lángmagasság x lángszélesség) arányos.

További hiányossága ezeknek a vizsgálatoknak, hogy csak folyadék tüzeket használnak.

Amennyiben a lángérzékelők gyártója más halmazállapotú anyagokkal is végez vizsgálatokat és megadja az ezekhez tartozó mérési eredményeket, akkor gáz halmazállapotú anyag égésekor 0,5 m magas és 0,2 m széles lángfronttal, míg szilárd anyagok esetében az anyag súlyának, méretének és begyújtás előtti konfigurációjának megadásával azonosítják és teszik ismételtetővé a vizsgálatot.

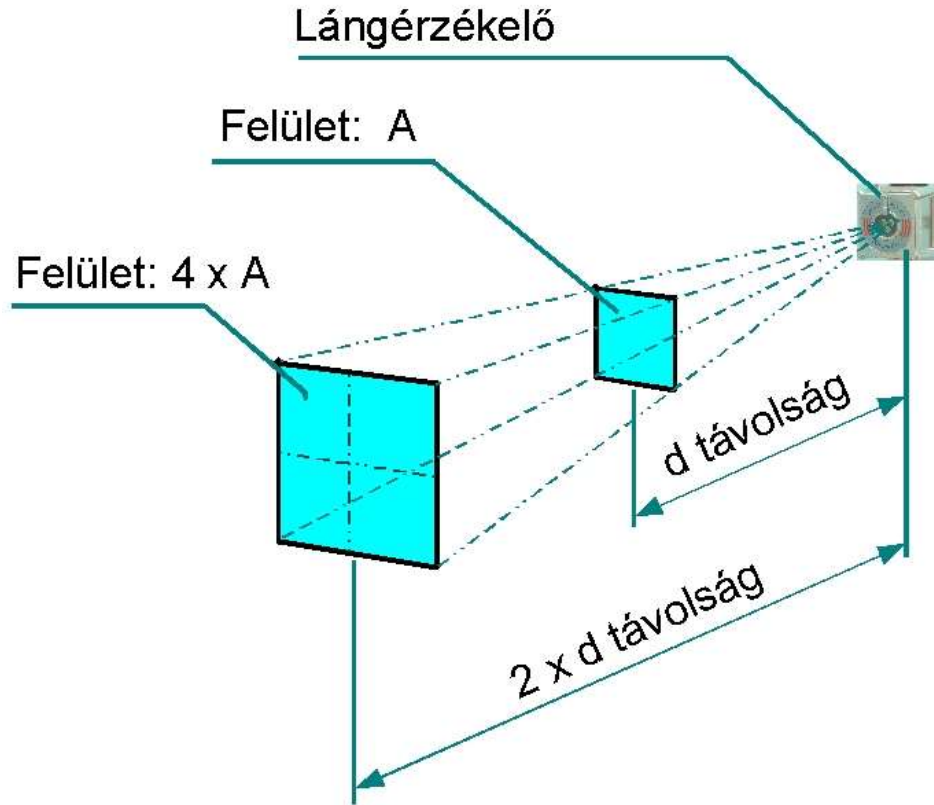
Mivel a lángérzékelők döntő részben az égés során keletkező köztes- és végtermékek által kibocsátott energiát észlelik, ezért a lángoláskor kibocsátott energia egy adott hullámhosszon arányos a lángban levő köztes- és végtermékek egymáshoz képesti koncentrációjával, más szavakkal az egyes köztes- és végtermékek hőkibocsátásának arányával. Tehát a lángérzékelő érzékenysége azonos méretű lángfront esetén attól is függ, hogy milyen anyag ég, és az adott anyag égésekor milyen köztes- és végtermékek keletkeznek. A lángérzékelők kiválasztásakor érdemes tehát arra is ügyelni, hogy a védendő helyszínen levő gyúlékony anyagok, anyagkeverékek esetén megfelelő lesz-e az érzékenység. A kémiai összetétel csekély változása már jelentős érzékenység növekedést vagy csökkenést okozhat. (Sajnos ez a lehetőség az EN54-10 alapján tanúsított érzékelők esetén nem mindig lehetséges, hacsak a gyártó külön táblázatban meg nem adja a különböző anyagok esetén az érzékenységet.)

Léteznek lángérzékelők, melyek csak egy bizonyos égéstermék jelenlétét figyelik, például a vizét a 2,8 μm -es vagy a széndioxidét a 4,4 μm -es tartományban. Ezek az érzékelők csak olyan anyagok lángolását képesek észlelni, melyek égése során az adott égéstermék biztosan keletkezik. Például a hidrogén égését vagy lángját csak az első típusú érzékelő képes jelezni.

Az inverz-négyzetes szabály

Minden optikai elven működő lángérzékelőre igaz az ún. inverz-négyzetes szabály, mely a tűz mérete, a lángérzékelő érzékenysége, valamint a tűz és az érzékelő távolsága között teremt kapcsolatot, miszerint:

ha a távolság duplázódik, akkor négyszer nagyobb tüzet tudunk csak észlelni.



Az inverz-négyzetes szabály

E szabály azt mondja, hogy ha az érzékelő és a tűz közötti távolságot megduplázzuk, akkor a tűz méretét legalább négyszeresíteni kell, hogy az érzékelő azt ugyanúgy észlelni tudja (ld. 1. ábra). Ez a szabály mindenfajta sugárzásra alapvetően igaz, de csak ideális körülmények között, és bizonyos előfeltételekkel.

Az egyik előfeltétel, hogy a tűz elegendően távol van az érzékelőtől, így azt egy pontszerű sugárforrásnak tekinthetjük. A másik előfeltétel, hogy a lángot optikailag sűrűnek tekintjük, mely azt jelenti, hogy a tűznek az érzékelőtől távolabbi oldalától a kisugárzott energia nem jut át a lángokon, hiszen azt a lángban keletkező köztes- és végtermékek elnyelik.

Ez utóbbi egyben azt is jelenti, hogy nem a tűz felületével kell igazán kalkulálni, hanem a lángfront (lángmagasság x szélesség) méretével. Ennek alapján tehát csak közelítő jellegűnek tekinthetők azon – a legtöbb gyártó által megadott – adatok, mely szerint, ha egy érzékelő 25 m-ről képes egy 0,1 m²-es tálcátüzet észlelni, akkor ugyanez az érzékelő 50 m-ről már csak egy 0,4 m²-es tüzet vesz észre.

Ennek ellenére a tervezők e szabály alapján tudják a legegyszerűbben eldönteni, hogy az adott távolságból mekkora tűz (lángfront) esetén lesz képes jelezni az érzékelő. Ezekkel a számításokkal dönthető el, hogy az adott terület hány érzékelővel védhető, azokat hova és milyen irányultsággal kell felszerelni.

Az optikai lángérzékelőket elérő sugárzás intenzitása egy adott teljesítményű tűz esetén és egy adott hullámhosszon az alábbi képlettel fejezhető ki:

$$S = kpe^{-\zeta d}/d^2, \text{ ahol}$$

S: az érzékelőt elérő sugárzott teljesítmény (nW),

p: a tűz által kisugárzott teljesítmény,

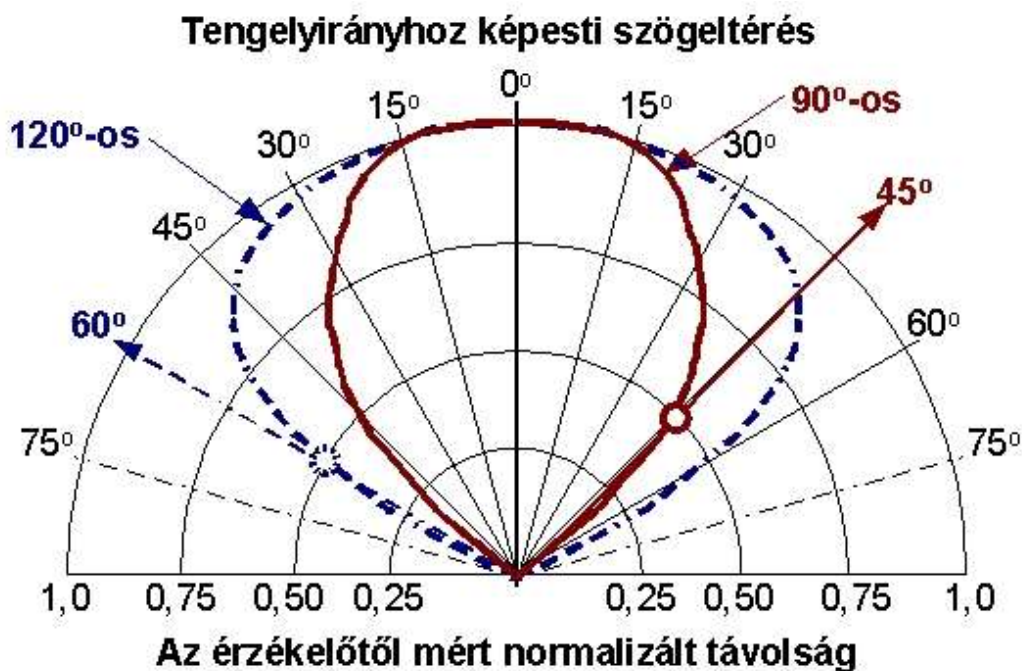
k: az érzékelőre vonatkozó arányossági tényező,

ζ (dzeta): a levegő kioltási tényezője egy adott hullámhosszon és

d: a tűz és az érzékelő közötti távolság.

A lángérzékelők látószöge, látómezője

Mekkora lesz egy lángérzékelő érzékenysége, azaz mekkora tüzet fog észlelni egy adott távolságból, ha a tűz nem pont az érzékelővel szemben, tengelyirányban keletkezik? Ennek eldöntéséhez a gyártók az ún. látómező vagy látószög görbét illetve görbékét szokták megadni. Görbékről beszélünk, hiszen a látómező 3-dimenziós, ahol a vízszintes és függőleges síkokban eltérhet az érzékenység, legfőképpen az érzékelő, az érzékelő elem vagy a lencse mechanikai kialakításától, alakjától és méretétől függően. Az IR érzékelők esetén sokszor az érzékelő elemek előtt alkalmazott optikai szűrők módosíthatják vagy korlátozhatják a látószöget. Hogy a helyzet még bonyolultabb legyen, arra is érdemes figyelni, hogy különböző típusú tüzek esetén is eltérhetnek egymástól a látómezők görbéi.



A 2. ábra egy 90 és 120°-os látószögű lángérzékelő látómező görbéit ábrázolja. Tengelyirányban (0°) a névleges érzékenységet kapjuk, azaz azt az L távolságot, amelyből egy adott méretű (pl. egy 0,1 m²) és típusú tüzet észlelni képes az érzékelő. A tengelyiránytól távolodva az

érzékenység egyre csökken, azaz, ugyanolyan méretű tüzet már egyre kisebb távolságból képes észlelni az érzékelő (más szavakkal: ugyanolyan távolságból egyre nagyobb méretű tüzet). Azt a szöveget (illetve annak dupláját), ahol a görbe metszi az 50%-os normalizált távolságot (0,50), az érzékelő látószögének nevezzük. Ez a pont a 90°-os érzékelőnél $\pm 45^\circ$ -nál, míg a 120°-os érzékelőnél $\pm 60^\circ$ -nál következik be.

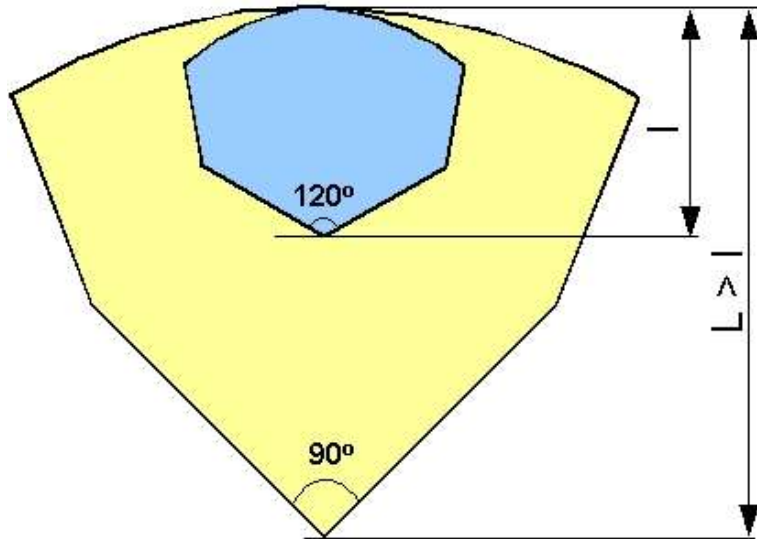
Figyelem: A látószög tehát nem azt jelenti, hogy azon belül egyforma érzékenységgel bír az érzékelő. Egy 90°-os látószögű érzékelő esetén a két szélső irányban, $+45^\circ$ vagy -45° -nál az érzékenység (távolság) csak a fele a tengelyirányban megadottnak. Ezekben az irányokban már négyszer akkora tüzet képes csak jelezni az érzékelő, mint tengelyirányban.

Ha a normalizált görbéket valós távolságokkal látjuk el, akkor a görbék által határolt terület a lángérzékelő által valósan védhető területet adja, hiszen a látómezőn belül azonos az érzékenység. A könnyebb használhatóság érdekében a gyártók a normalizált távolságok helyett gyakran a valódi távolságokat tüntetik fel, és egyidejűleg megadják a mérésnél használt tűz típusát és méretét. Ebben az esetben arra kell figyelni, hogy a távolságok egy adott méretű és típusú tüzre vannak megadva, tehát az értékeket mindig korrigálni kell a várható vagy észlelendő tűz méretének megfelelően.

Mind tervezéskor, mind telepítéskor ezek a görbék segíthetnek annak eldöntésében, hogy a védendő területet teljesen lefedik-e az adott pontokra betervezett lángérzékelők vagy sem. Úgy kell a rendszert megtervezni és a lángérzékelőket elhelyezni, hogy a látómezőn belül (több lángérzékelő esetén, az összesített látómezőn belül)

- legyen minden lehetséges tűzforrás,
- ne legyen esetleges téves jelzést kiváltó zavaró sugárforrás,
- ne legyenek a lángérzékelők számára „láthatatlan”, takart területek, melyeken tűz keletkezhet.

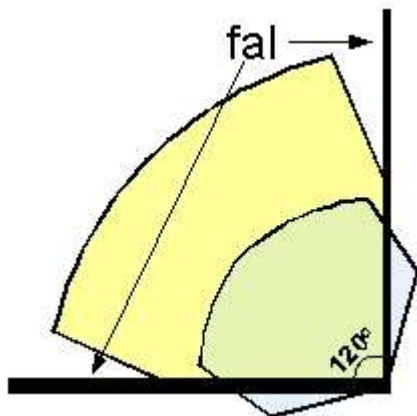
Gyakori félreértés, még szakmai körökben is, hogy a látómezőt összetévesztik a lángérzékelő érzékenységével, arra gondolva, hogy minél nagyobb a látószög, annál jobb az érzékelő. Ez az elképzelés teljesen hibás! Ezt a tévedést illusztrálja a következő ábra, ahol egy 120°-os látószögű, de kisebb érzékenységű és egy 90°-os látószögű, de nagyobb érzékenységű eszköz látómezőit tüntettük fel. A kisebb látószögű eszköz által védhető terület akár a többszöröse is lehet, a nagyobb látószögű eszköznek.



A látószög és az érzékenység különbsége

(Jó példa erre a Spectrex tripla-IR lángérzékelője, mely látószöge ugyan csak 90°, ellenben 60 m távolságból képes egy 0,1 m²-es benzín tálcátüzet észlelni. Ez az érzékelő kb. 6-szor akkora területet képes védeni, mint egy 120°-os látószögű másik eszköz, mely ugyanezt a tüzet csak 15 m-ről képes detektálni.)

A nagyobb látószög nem is használható ki mindenhol. Beltéren, a helyiség felső sarkában elhelyezett 120°-os látószögű érzékelő – elvileg szélesebb – látómezője nem is használható ki, mivel a látómező jó része gyakorlatilag a falakon kívülre esik.



Sarokban felszerelt lángérzékelő

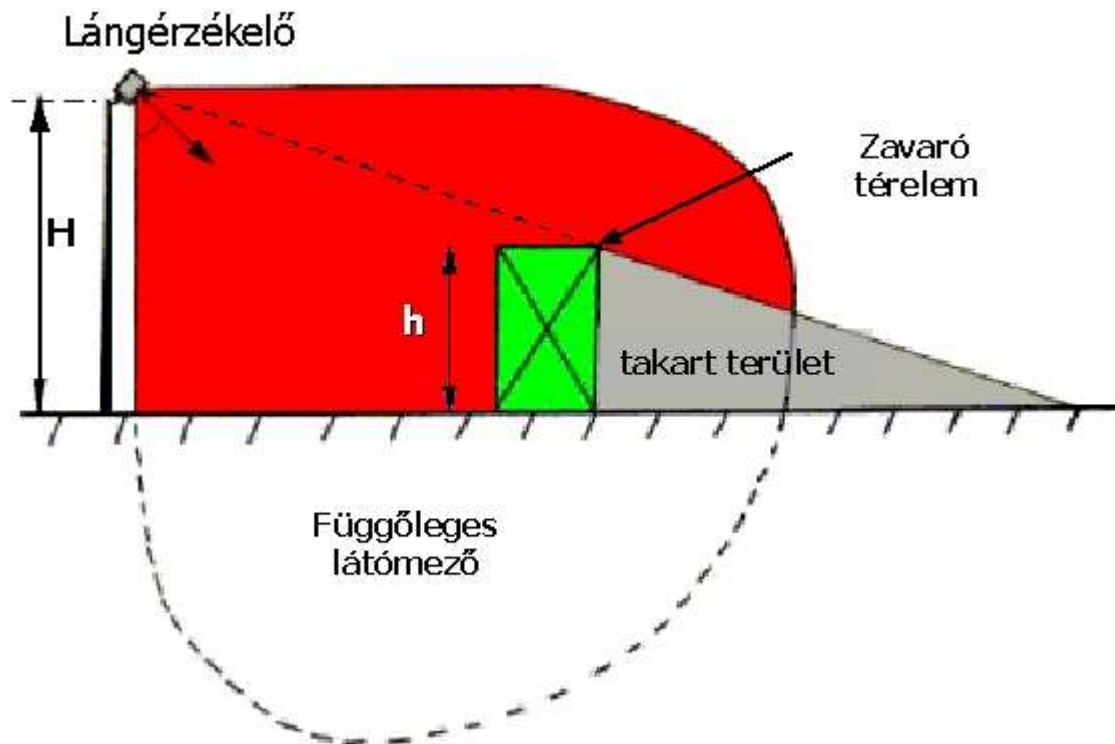
A látómezőt takaró zavaró tárgyak

Az optikai lángérzékelők által észlelt elektromágneses sugárzás egyenes irányban fénysebességgel és köztes közvetítő anyag nélkül terjed. Ahogy például egy terebélyes fa lombja csillapítani, blokkolni képes a napsugárzást, és mellesleg kellemes árnyékot biztosít, ugyanúgy a lángérzékelő látómezőjébe belógó térelem, bútor, zavaró tárgy megakadályozhatja a mögötte

keletkező tűz észlelését.

Ennek elkerülésére a tervezőnek úgy kell meghatározni a lángérzékelők pozícióját és esetleg számát, hogy a védendő terület egy pontja se maradjon ki legalább egy lángérzékelő háborítatlan látómezőjéből. Elfogadott gyakorlat, hogy a lángérzékelőt a látómezőben található legmagasabb tárgy magasságának kétszeresére szerelik fel, így viszonylag kis terület esik ki a védelemből:

$$H \geq 2 \times h.$$



A látómezőt korlátozó, zavaró tárgyak hatása

Egy már üzemelő tűzjelző rendszer esetén az üzemeltető felelőssége, hogy biztosítsa a lángérzékelők zavartalan rálátását a védendő területre. A rendszeres karbantartások során a szakképzett karbantartó egyik feladata ennek ellenőrzése, és szükség esetén az üzemeltető figyelmeztetése a zavaró állapot megszüntetésére.

Szűts Jenő műszaki vezető

Promatt Elektronika, Budapest