

OPTIKAI LÁNGÉRZÉKELEŐK



Tervezési és alkalmazási segédlet

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés	3
1.1. A tűz szakaszai és az egyes tűzjellemzők	3
1.2. Tűzérzékelési módok	5
1.2.1. Emberi érzékelés	5
1.2.2. Füstérzékelés	6
1.2.3. Lángérzékelés	6
1.2.4. Hőérzékelés	6
1.2.5. Gázérzékelés	6
1.2.6. Képképzéssel vagy Látható Füstérzékelés (LFÉ avagy VSD: Video Smoke Detection)	6
1.3. A lángérzékelők helye a tűzérzékelésben	6
2. A láng elektromágneses sugárzása	8
2.1. A láng	8
2.2. A kisugárzott energia spektruma	8
2.2.1. A hőmérsékleti sugárzás	8
2.2.2. A kémiai vagy kvantumszerű sugárzás	9
2.2.3. A fekete-test sugárzás	11
2.2.4. A földfelszínre elérő napsugárzás	11
2.3. A környezeti befolyásoló tényezők	11
2.3.1. Zavaró (nem-tűz) sugárforrások	11
2.3.2. A környezet sugárzást elnyelő hatása	12
2.3.3. Az optikai felületek szennyeződése	12
3. Lángérzékelő típusok	13
3.1. A (Szimpla) UV lángérzékelő	13
3.2. A (Szimpla) IR lángérzékelő	14
3.3. A Kombinált UV/IR lángérzékelő	14
3.4. A Duál-IR (IR2) lángérzékelő	15
3.5. A Tripla-IR (IR3) lángérzékelő	16
3.6. A CCTV lángérzékelő (tripla-IR+Videó)	17
4. A lángérzékelőkkel kapcsolatos fogalmak	18
4.1. A lángérzékelők érzékenysége	18
4.1.1. A lángérzékelők minősítő vizsgálatai	18
4.1.2. Az Inverz-négyzetes szabály	19
4.2. A lángérzékelők látószöge, látómezője	19
4.2.1. A látómezőt takaró zavaró tárgyak	20
4.3. Tetszőleges méretű és típusú láng érzékelése	21
5. A lángérzékelők kiválasztása és elhelyezése	22
5.1. A megfelelő lángérzékelő kiválasztása	22
5.2. A lángérzékelők elhelyezése	24
5.3. Lángérzékelő elhelyezési tippek	25
5.3.1. Látómező, védendő terület lefedése és egyéb csillapítások, zavaró tényezők beakadályozása	25
5.3.2. Védendő terület lefedése oltás indítás esetén	25
5.3.3. A lángérzékelők optimális szerelési magassága	26
5.3.4. Takarás (külön oltókörök, zónák esetén)	26
5.3.5. Döntött szerelés	27
5.3.6. Az optika szennyeződésének megakadályozása	27
6. A Spectrex kínálat	28
6.1. A 40/40 sorozat	28
6.1.1. Szimpla-UV lángérzékelő: 40/40U és 40/40UB	29
6.1.2. Szimpla-IR lángérzékelő: 40/40R	29
6.1.3. UV/IR lángérzékelő: 40/40L, 40/40LB és 40/40L4, 40/40L4B	29
6.1.4. Tripla-IR lángérzékelő: 40/40I	29
6.1.5. Multi-IR lángérzékelő: 40/40M	29
6.1.6. Tripla-IR+Videó lángérzékelő: 20/20CTIP	29
6.2. A 20/20 Mini sorozat	30
6.3. A SharpEye 40/40 lángérzékelők érzékenysége	30
6.4. Hasznos Kiegészítő eszközök a lángérzékelőkhöz	31
6.4.1. Forgatható rögzítő szerelvény	31
6.4.2. Nagy-távolságú tűz-szimulátorok	31
6.4.3. Lézer mutató	31
6.4.4. Levegő-pajzs	31
7. A lángérzékelők karbantartása	32
7.1. Beépített ellenőrzési lehetőség (BIT: Built-In-Test)	32
7.2. A lángérzékelők üzemi képességének ellenőrzése	33
7.3. A lángérzékelők érzékenységének ellenőrzése	34
7.4. Az elvégzendő feladatok összefoglalása	35
8. Függelék	36
8.1. GYÍK? Gyakran Ismételt Kérdések	36
8.1.1. Mit nevezünk optikai lángérzékelőnek?	36
8.1.2. Milyen típusú optikai lángérzékelőket ismerünk?	36
8.1.3. Miért olyan fontosak számunkra az optikai lángérzékelők?	36
8.1.4. Hogyan ellenőrizhető a lángérzékelők működőképessége?	37
8.1.5. Milyen érzékelő használható a metil-izobutil-keton (MIBK) lángjának észlelésére?	37
8.1.6. Használható a tripla-IR lángérzékelő az LPG (cseppfolyósított propán gáz) lángjának észlelésére?	37
8.2. Speciális lángok	38
8.2.1. A hidrogén (H ₂) lángja	38
8.2.2. Az ammónia (NH ₃) lángja	38
8.2.3. Az MTBE (Metil-Tercier-Butil Éter), az etanol és más benzin alapú oxigenátok lángja	38
8.2.4. Az LPG (cseppfolyósított propán gáz)/LNG (cseppfolyósított földgáz) lángja	38
8.2.5. A széntüzek lángjai	38
8.2.6. A szilán lángja	39
8.2.7. Üzemanyagok és robbanó anyagok lángjai	39

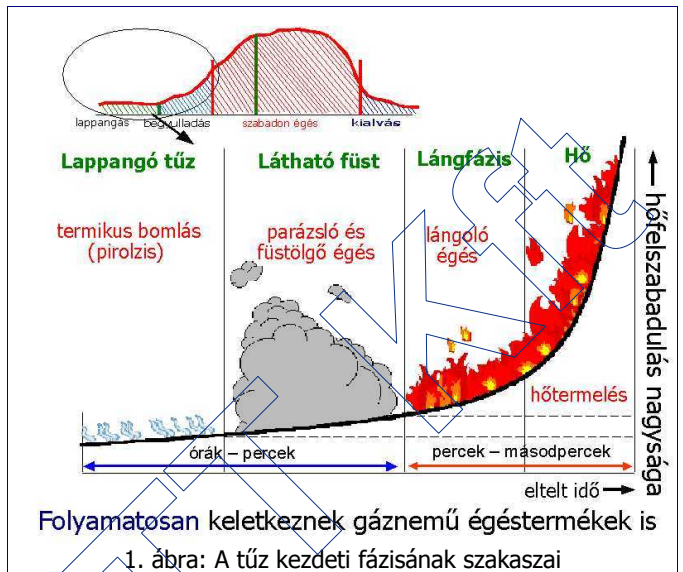
1. BEVEZETÉS

1.1. A TŰZ SZAKASZAI ÉS AZ EGYES TŰZJELLEMZŐK

Mielőtt a lángérzékelőkkel és az érzékelés részleteivel komolyabban megismerkednénk néhány alapfogalmat érdemes röviden tisztázni.

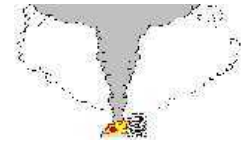
Tűzvédelmi szempontból **tűznek** nevezünk minden olyan égési folyamatot, mely az életre, testi épségre vagy anyagi javakra veszélyt jelent, illetve azokban károkat okoz. Egy kályhában lobogó tüzet vagy egy technológiai művelethez tartozó lángot tehát nem tekintünk tűzvédelmi szempontból tűznek, bár minden tekintetben, minden paraméterükben azonosak azzal.

Az **égés** valójában összetett fizikai és kémiai folyamatok egyidejű sokasága (egy gyors oxidációs folyamat), melynek során különböző égéstermék, (köztes- és végtermék) valamint hő, fény és hang keletkezik. Az **égés kialakulásához** három tényező egyidejű, és egy helyen történő megléte szükséges: az éghető anyag, az oxidáló szer (mely általában a levegő oxigénje) és gyújtóforrás vagy hőenergia. A tűz vagy az égés lefolyása alapvetően e három tényező mennyiségétől és arányától függ.



Egy átlagos, helyiségben keletkező tűz esetén a leggyakrabban az 1. ábrán látható forgatókönyv szerint fejlődik ki a tűz, és halad végig a begyulladás, a növekedés, a lángba borulás, a teljesen kifejlett tűz és a kialvás szakaszain. Bizonyos tüzek esetében egy-egy korai szakasz el is maradhat. (Figyelem: Az ábrán az idő-tengely nem lineáris!) Tűzmegelőzési szempontból, számunkra, csak a begyulladás szakasz érdekes, hisz ebben a fázisban észelve a tüzet még lehet esélyünk olyan megelőző beavatkozásokra, melyekkel elölthetjük a tüzet vagy meggátolhatjuk továbbterjedését. E kezdeti szakasz is több fázisra osztható, melyekben különböző tűzjellemzők keletkezése dominál.

Lappangó fázis: Egy vezeték zárlata, túlterhelése vagy egy gyenge kötésen kialakuló átmeneti ellenállás növekedés hatására felmelegedett vezeték szigetelésében csupán csak a megnövekedett hőmérséklet hatására különböző éghető gázok, gőzök keletkeznek. A keletkező „füst” részecskék mérete a szemmel (optikailag) még nehezen észlelhető 0,01 – 1 µm tartományba esik, mennyiségük csekély, a kis hőtermelés miatt a lappangó tűz felhajtó ereje sem számottevő. A szakirodalom ezt a szakaszt a *termikus bomlás* vagy *pirólízis* elnevezésekkel is említi, mivel a fizikai-kémiai átalakulás csupán csak hő hatására következik be. A lappangó fázis több órán vagy akár több napon keresztül is fennállhat, az itt keletkező igen kis koncentrációjú füst csak igen nagy érzékenységű füstérzékelőkkel észlelhető (pl. aspirációs füstérzékelő egységek, nagy érzékenységű lézeres pontszerű füstérzékelők).



Parázsló és füstölő égés fázisa: Az anyag hőmérsékletének emelkedésével egyre több olyan bomlástermék keletkezik, mely a levegő oxigénjével is reakcióba lép. A folyamat során különféle már nagyobb méretű (általában a 0,01 – 10 µm tartományba eső) füst részecskék is keletkeznek egyre nagyobb mennyiségben, koncentrációban. A reakció során termelődő hő felhajtó erejének hatására egy forró füst- és gázoszlop kezd a mennyezet felé emelkedni, mely áramlással (konvekció) közvetíti az égés során keletkezett hőenergiát a környezet felé. A füstoszlop a mennyezetig emelkedik, illetve addig, míg hőmérséklete egyenlő nem lesz a környezeti levegő hőmérsékletével. Közvetlenül parázsló fázissal indul általában az ágyban dohányzás, egy égve felejtett cigaretta vagy öngyulladás miatt kialakuló tűz.

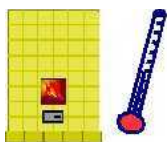
A füstölő égés fázisában keletkező részecskék észlelésére a különböző mérési elvű pontszerű (ionizációs, optikai, kombinált) vagy vonali füstérzékelőket alkalmazzák. Ezen érzékelők megfelelő működéséhez arra van szükség, hogy a füst a tér egy adott pontjában vagy vonalában a jelzéshez szükséges koncentrációt elérje. Ez a feltétel a gyakorlatban a mennyezet alatti térrészben következik be legelőször, ezért ezen érzékelők leginkább csak beltéren alkalmazhatók.



Lángoló fázis: A parázsló égés előbb-utóbb átcsap lángoló fázisba. Az égő anyagok felhevült, parázsló felületén eltávozó éghető gőzök, gázok begyulladnak és lángnyelvek jelennek meg. A lángok megjelenésétől számítva a tűz lefolyása általában felgyorsul, a tűz gyorsan terjed.

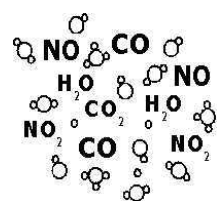
A gyakorlati életben a lángoló fázis észlelése rendkívül jelentős, hiszen az ipar (különösen az olajipar, vegyipar, gyógyszeripar, nyomdaipar stb.), a szállítás és a kereskedelem rengeteg olyan anyaggal dolgozik, melyek tüze azonnal lángoló fázissal indul. Ide tartozik majdnem minden éghető folyadék (alkohol, benzin, oldószerek, hígítók, festékek, vegyi anyagok stb.), az éghető gázok (metán, propán, hidrogén, ammónia stb.) és szilárd anyagok (pl. fémek) tüze.

Az égés során keletkező energia, melynek csak egy része hő, kb. 30-40%-a elektromágneses sugárzás formájában távozik. Mivel e sugárzás döntő része az UV (ultraibolya), a látható és az IR (infravörös) tartományba esik, a láng észlelésére kifejlesztett lángérzékelők is ezekben a hullámhossz tartományokban igyekeznek érzékelni. A láng által kibocsátott sugárzás spektruma magától az égő anyagtól, az égés során keletkező köztes- és végtermékektől, míg energiája a láng hőmérsékletétől függ. Mivel a lángoláskor keletkező sugárzás közvetítő közeg nélkül a fény sebességével nagy távolságra is eljut, ezért a lángérzékelőkkel igen gyors és nagy távolságú észlelés valósítható meg. A továbbiakban részletesen ezzel fogunk foglalkozni.



Hőfelszabadulás fázisa: A felszálló füstből kialakult egyre forrószódó gázréteg szétterül, majd a helyiség kitöltése után lefelé süllyed. A mennyezeti rétegben egyre nagyobb mennyiségben el nem égett forró gázok is találhatóak, melyek hőmérséklete még nem éri el begyulladás hőmérsékletüket. Érvényesül a falakról, mennyezetről visszasugárzott hő hatása (szobahatás), ezért a tűz terjedése a sarkokban, szűk helyen gyorsabb. Az első lángok megjelenésétől számított néhány percn belül a helyiségben tomboló tűz eljuthat a „lángbaborulási” szakaszba, melytől kezdve az észlelésnek és beavatkozásnak már nincs különösebb szerepe.

Az áramlással (konvekcióval) terjedő hő észlelésére pontszerű vagy vonalszerű hőérzékelőket alkalmaznak. Ebből következik, hogy a hőérzékelők, mivel nem az égéskor keletkező sugárzást, hanem a környezetük hőmérsékletét érzékelik, csak a tűz közelében érzékelnek megfelelően. Mivel a hőfelszabadulási fázis a tűz begyulladás szakaszának az utolsó fázisa, ezért hőérzékelőket általában csak olyan esetekben alkalmaznak a tűz korai felismerésére, amikor a többi érzékelő típus valamilyen okból nem használható az adott helyszínen.



Az égés kezdeti lappangó fázisától kezdve egészen a tűz kialakulásáig különböző gázok, gőzök is keletkeznek, melyek összetétele és egymáshoz viszonyított aránya döntően magától az éghető anyagtól és a rendelkezésre álló oxidáló szertől függ. A hétköznapi életben előforduló anyagok (pl. normál bútornak) égésekor a legnagyobb

mértékben szén-dioxid (CO_2), szén-monoxid (CO) és különböző nitrogén-oxidok (NO_x) keletkeznek, melyek alapvetően diffúzió útján illetve a feláramló füst- és gázoszlop segítségével terjednek szét a térben. A szénhidrogének égésekor víz (H_2O) és szén-dioxid (CO_2) keletkezik, míg pl. a hidrogén égésekor általában csak víz.

Az érzékelők gyártói is felismerték, hogy az égés során keletkező gázok észlelése segíthet a korai tűzfelismerésben. A pontszerű füstérzékelőkben a legutóbbi időkben alkalmazni kezdett elektrokémiai CO-cellák segítségével korábban és megbízhatóbban észlelhetők a kis méretű füstreszecskéket produkáló, tökéletlenül égő parázsló tüzek is.

A sugárzásérzékelésen alapuló tűzérzékelők, vagy láng- illetve szikraérzékelők, ahogy a gyakorlatban nevezzük őket, működési alapelve, amint azt a későbbiekben részletesen látni fogjuk, éppen az adott anyag égésekor keletkező köztes- és végtermékek kibocsátási spektrumainak észlelésén alapul.

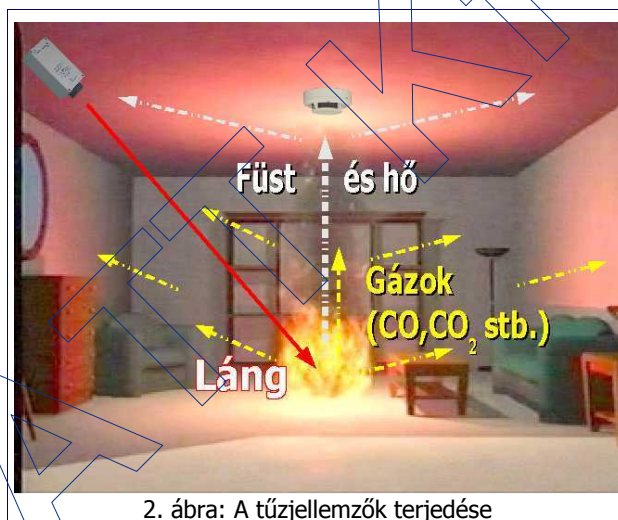
1.2. TŰZÉRZÉKELÉSI MÓDOK

Az előbbi fejezetben láthattuk, hogy egy tűz során milyen tűzjellemzők keletkeznek, hogyan terjednek, és milyen eszközökkel észlelhetők. Érdemes röviden összefoglalni az eddig megismerteket, kiemelve az egyes érzékelési módok előnyeit és hátrányait.

1.2.1. EMBERT ÉRZÉKELÉS

Szemünkkel a látható füstöt és a fellobbanó lángokat, orrunkkal sokszor a még nem látható füstöt is, valamint bizonyos gázokat, bőrünkkel (tapintással) pedig a hő képesek vagyunk érzékelni.

- Előnye: Nagyon gyors, megbízható és érzékeny észlelési mód
- Hátránya: Tetemes fenntartási és „karbantartási” költség (élőerős védelem)



2. ábra: A tűzjellemzők terjedése

Tűzjellemző/ Érzékelési mód	Füst	Láng	Hő	Gázok
Ember	X	X	X	X
Füstérzékelő	X			
Kombinált (füst)érzékelő	X	X	X	X
Lángérzékelő		X		
Hőérzékelő			X	
Gázérzékelő				X
Képképzés	X	X		

1.2.2. FÜSTÉRZÉKELÉS

Az érzékelő működési elvétől (ionizációs, optikai, nagy érzékenyséű lézeres, kombinált) és típusától függően a kialakulóban levő, parázsló tüzek illetve a lángoló tüzek füstjei is érzékelhetők.

- Előnye: Olcsó eszköz; korai jelzést biztosít a hétköznapi helyiségtüzek legnagyobb részénél; nem kell a tüzet közvetlenül „látania”.
- Hátránya: Lángoló égés esetén viszonylag lassú; csak beltéren alkalmazható; zavaró környezeti hatások téves jelzést okozhatnak.

1.2.3. LÁNGÉRZÉKELÉS

A környezeti elektromágneses, közelebbről az UV és/vagy IR tartomány meghatározott hullámhossz sávjainak folyamatos figyelése, és a kapott jelek lángolásra utaló jellemzőinek (intenzitás, frekvencia, arány) algoritmikus kiértékelése alapján döntés a tűzjelzésről.

- Előnye: A lángfázissal induló tüzek gyors észlelése; általában kültéren is alkalmazható (a szél nem befolyásolja a működését); közvetlen napfényben is képes üzemelni; nagy távolságból is gyors jelzésre képes.
- Hátránya: Közvetlenül „látania” kell a tüzet; viszonylag drága eszközök.

1.2.4. HŐÉRZÉKELÉS

Egy adott hőmérséklet elérésekor vagy a hőmérséklet növekedés egy adott értékekor jelez.

- Előnye: Olyan helyeken alkalmazzák elsődlegesen, ahol a környezeti zavaró hatások miatt más típusú érzékelők nem használhatók.
- Hátránya: A tűz viszonylag késői szakaszában jelez, amikor igen jelentős a hőtermelődés; általában csak beltéren alkalmazható; az érzékelőnek a tűz közelében kell lennie.

1.2.5. GÁZÉRZÉKELÉS

Önálló tűzérezékelőként gázérezékelőt egyik gyártó sem ajánl. A gyakorlatban az optikai füstérezékelővel (és esetleg hőérezékelővel) kombinált CO érzékelő terjedt el.

- Előnye: A CO érzékelővel kombinált (füst)érezékelő a tűz korábbi, parázsló szakaszában is képes jelezni, melyre az optikai füstérezékelők önmagukban nem képesek; a több tűzjellemző figyelése révén kevesebb téves jelzésre lehet számítani.
- Hátránya: Olyan alacsony gázkoncentrációkat kell érzékelni, amilyenek normál körülmények között is előfordulhatnak; viszonylag drága a CO érzékelő cellák, korlátozott élettartammal.

1.2.6. KÉPKIÉRTÉKELÉS VAGY LÁTHATÓ FÜSTÉRZÉKELÉS (LFÉ AVAGY VSD: VIDEO SMOKE DETECTION)

Az emberi szem és az agy képképzékelését igyekszik megvalósítani. Egy számítógép az adott terület képének vagy egyes részeinek képtartalom változását figyeli vagy egy előre definiált, a várható tűznek megfelelő képtartalomhoz hasonlítja az aktuális képet.

- Előnye: Lehetővé teszi a gyors és megbízható tűzérezékelést és a tűzkeletkezési hely egyszerű és gyors meghatározását; alkalmazható lángérezékelővel kombinálva
- Hátránya: A technológia jelenleg még gyerekcipőben jár és igen drága; mindig az adott alkalmazáshoz kell „szabni” az eszközt; gyakori téves jelzések a változó megvilágítás vagy napfény miatt; akadálymentes rálátást igényel a védett területre

1.3. A LÁNGÉRZÉKELŐK HELYE A TŰZÉRZÉKELÉSBEN

Az éghető anyagokat előállító, feldolgozó, tároló és szállító iparágakban a tüzek általában lángoló fázissal indulnak. A nagy értékű technológiai berendezések, az emberi élet és a környezet megóvása nagyon megbízható és nagyon korai lángérezékelést igényel. Nyilvánvaló, hogy minél korábban észleljük a tüzet, annál kisebb károk keletkeznek a berendezésekben és az emberi életben. Ezeken a területeken az optikai lángérezékelők a tűz észlelésére legalkalmasabb eszközök, hiszen a kis méretű, még kialakulóban levő tüzeket is nagy távolságból képesek észlelni.

Az említett iparágak másik jellemzője, hogy a védendő területek eleve magas tűzkockázatúak, általában robbanás veszélyes területek, melyek igen nagy értékeket képviselnek. Mind az ipari területekre jellemző extrém környezeti hatások (hőmérséklet, víz, gőzök, jég, dír stb.), melyek a tűz vagy láng érzékelését nehezítik, mind az ilyen területeken megtalálható zavaró sugárforrások, melyek könnyen téves jelzéseket válthatnak ki, csak nagyon megbízható és az adott körülményekhez alkalmazkodni vagy azokat elviselni képes lángérezékelőket igényelnek.

Optikai lángérzékelőket a legnagyobb számban az alábbi területeken alkalmazzák:

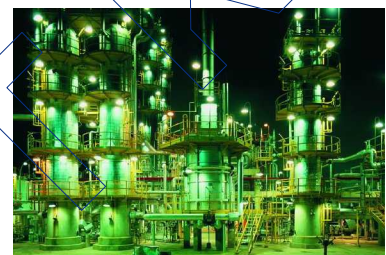
- **Olaj- és gázipari létesítmények:** kitermelés (tengeri és szárazföldi fúrótornyok), finomítás, előállítás, tárolás
- **Vegyipar:** gyártás, tárolás és szállítás
- **Energia termelés:** generátor helyiségek, turbinák, emberi felügyelet nélküli állomások, gáz- vagy széntüzelésű reaktorok
- **Gyógyszeripar:** automatizált folyamatok, szárítók
- **Nyomdaipar:** oldószer kezelés, nyomtatási és szárítási eljárások
- **Repülőgép hangárok:** kereskedelmi és katonai létesítmények; szárny-alatti és -feletti védelem
- **Gépkocsi gyártás:** festő műhelyek, gyártósorok, nedves technológiák
- **Robbanó anyagok, lőfegyverek:** gyártása és tárolása
- **Tartályok:** fix és úszó tetejű tartályok
- **Hulladékkezelő és feldolgozó telepek**
- **Veszélyes anyagok:** égetés, szilárd, folyékony és gáz halmazállapotú anyagok feldolgozása és tárolása
- **Raktárak:** éghető anyagok tárolására szolgáló tároló és rakodó terek,



Hulladék feldolgozás



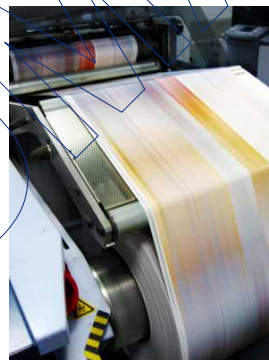
Autógyártás



Vegyipar



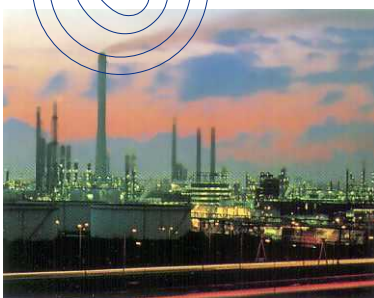
Olaj- és gáztartályok



Nyomdaipar



Turbinák



Energia termelés



Gyógyszeripar



Hangárok

2. A LÁNG ELEKTROMÁGNESES SUGÁRZÁSA

2.1. A LÁNG

Az összes folyékony és gáznemű, valamint a legtöbb szilárd éghető anyag lángképződés közben ég el. A láng tehát olyan anyagok égésére jellemző, amelyek tűz vagy más gyújtóforrás okozta hő hatására párologva, vagy gáznemű anyagok fejlődésével éghető elemekre képesek bomlani. A láng az a tér, ahol a gőzök és gázok égése végbemegy.

Az éghető anyagokból felszabaduló gőzök, gázok nem tartalmaznak oxigént, ezért az égéshez szükséges levegő oxigénje az égéssel egy időben hatol be (diffundál) az égési térbe.

A lángban három - élesen el nem határolható - réteget különböztethetünk meg.

1. réteg: A belső réteg az éghető anyag bomlástermékeiből, azaz éghető gőzökből és gázokból áll. Ebben a rétegben, oxigén hiányában, az égés még nem tud végbemenni, ezért e réteg hőmérséklete viszonylag alacsony.

2. réteg: Ebben a rétegben a bomlástermékként felszabadult gőzök, gázok már részben oxidálódnak. Az oxigén csak korlátozott mennyiségben áll itt rendelkezésre, ezért az égés tökéletlen. A harmadik, külső lángrétegen keresztül, diffúzió révén behatoló oxigén segítségével az éghető gőzök, gázok már kémiaiilag kötődnek, így erre a rétegre a továbbégésre képes termékek képződése jellemző.

3. réteg: A 2. rétegben keletkezett bomlástermékek tökéletesen elégnak. A láng hőmérséklete a 2. és 3. réteg határán a legmagasabb. Szilárd és folyékony anyagok égésénél a hő továbbításában a láng sugárzása játszik meghatározó szerepet. A tűz továbbterjedése a sugárzó hő segítségével történik, amely a még nem égő anyag felmelegítésére, cseppfolyósítására, elpárologtatására szolgál.

Lángolásakor az energia döntő része elektromágneses sugárzás formájában közvetítődik a környezet felé, melynek nagy része hőenergia, azaz az infravörös (IR: InfraRed) tartományba eső sugárzás, de az ultraibolya (UV: Ultra Violet) és a látható tartományba eső sugárzás is számottevő. Sugárzásakor az energia közvetítő közeg nélkül jut el az egyik testről egy távolabb levő másikra. A sugárforrástól távolodva az észlelhető energia a távolság négyzetével csökken, sőt a sugárzás útjában levő tárgyak a sugárzást visszaverhetik vagy el is nyelhetik. A láng által kibocsátott sugárzási energia a tűz (láng) hőmérsékletével rohamosan növekszik.

2.2. A KISUGÁRZOTT ENERGIA SPEKTRUMA

2.2.1. A HŐMÉRSÉKLETTI SUGÁRZÁS

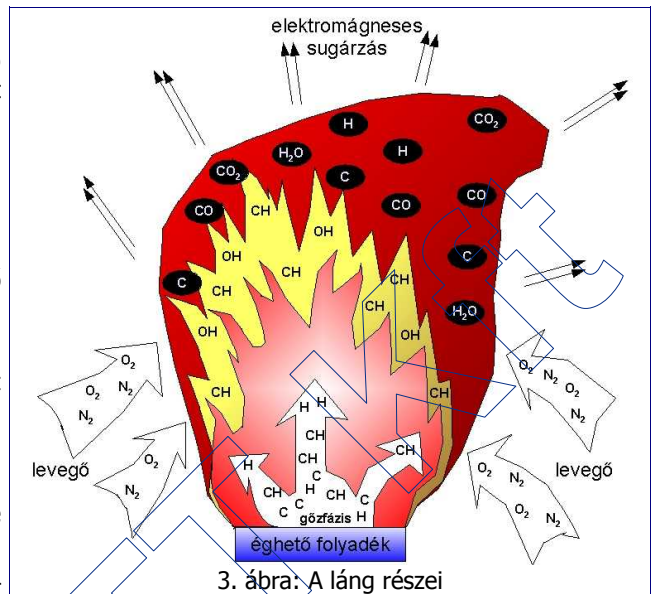
Földünkön minden 0 °K-nál magasabb hőmérsékletű test elektromágneses sugárzást bocsát ki magából. A sugárzás intenzitása alapvetően csak a test anyagától, hőmérsékletétől és felületétől függ az alábbi, ún. Stefan-Boltzmann törvény szerint. A testek hőállapotával kapcsolatos és a teljes elektromágneses spektrumra kiterjedő sugárzást, hőmérsékleti sugárzásnak nevezzük.

A képletből azonnal két következtetés adódik:

1. A kisugárzott energia (teljesítmény) a test felületével egyenesen arányos, ami nem meglepő, hisz egy nagyobb méretű tűz, nyilván nagyobb energiát bocsát ki. (Ezt a tételt a lángérzékelők észlelésének szempontjából a későbbiekben módosítjuk, amennyiben nem a tárgy vagy tűz felülete, hanem a lángfront mérete lesz a meghatározó tényező.)

2. A hőmérséklet növekedésével a kisugárzott energia rohamosan növekszik. Például egy 1200 °K-os (927 °C) test, mely hőmérséklet megfelel egy tipikus szénhidrogén láng hőmérsékletének, 100-szor akkora energiát bocsát ki, mint egy azonos anyagú és méretű 380 °K-os (107 °C).

A törvénynek megfelelő, különböző hőmérsékletekhez tartozó sugárzási görbéket a hullámhossz függvényében az ún. fekete test görbékkel vagy Planck görbékkel szokták bemutatni (ld. 4. ábra). A fekete test egy olyan képzeletbeli test, mely minden hullámhosszt elnyel, és minden hullámhosszon képes sugározni (emisszióképessége=1). A görbék alapján jól látható, hogy a test által kibocsátott energia (a görbék alatti területek) a hőmérséklet növekedésével milyen mértékben növekszik.



3. ábra: A láng részei

Stefan-Boltzmann törvény:

$$P = A \cdot \rho \cdot T^4, \text{ ahol}$$

P: a kisugárzott teljesítmény (W),

A: a sugárzó test felülete (m²),

e: a test emisszióképessége (anyagfüggő: 0 és 1 között)

ρ (rho): a Stefan-Boltzmann állandó (5,6699x10⁻⁸ Wm⁻²K⁻⁴),

T: a test abszolút hőmérséklete (°K)

A görbékét megnézve egy újabb következtetést is levonhatunk: egy test hőmérsékletét növelve a kibocsátott sugárzás spektrális eloszlása is változik. Minél magasabb egy test hőmérséklete, annál kisebb hullámhosszak felé tolódik el a görbe. A görbe csúspontját, azaz azt a hullámhosszt, amelyen a legnagyobb intenzitású a test sugárzása egy adott hőmérsékleten, a Wien törvény adja meg:

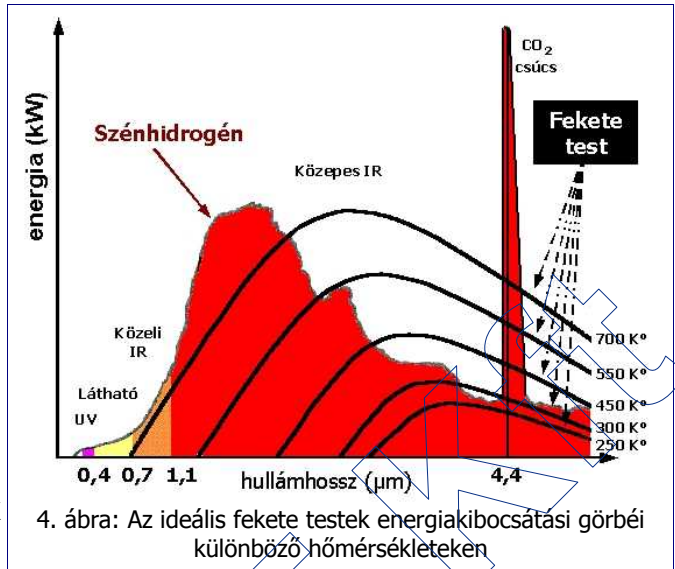
Wien törvény

$$\lambda_m = 2,9 \cdot 10^{-3} [m \cdot ^\circ K] / T, \text{ ahol}$$

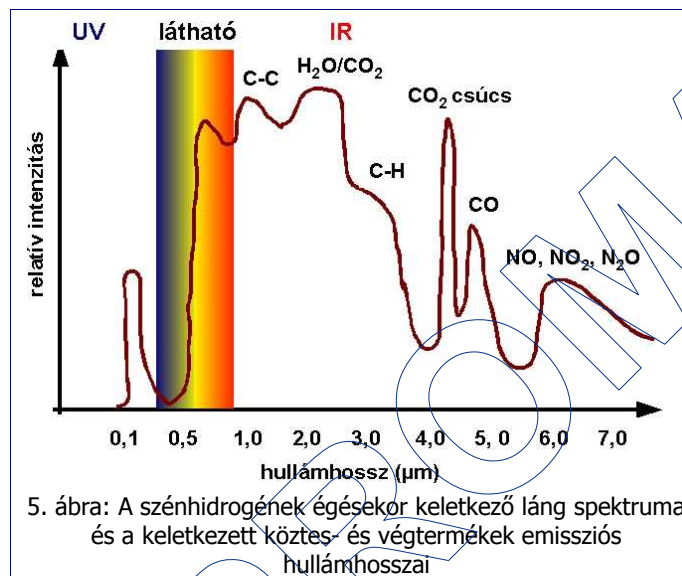
λ_m (lambda) = a maximális energia kibocsátás hullámhossza (m)
 T = a sugárzó test hőmérséklete ($^\circ K$)

Alacsonyabb hőmérsékleteken igazából csak a távoli és közepes IR tartományokban tapasztalható hőmérsékleti sugárzás. A hőmérséklet növekedésével a görbe a látható fény és az UV tartomány felé tolódik: pl. egy 800-1200 $^\circ K$ közötti szénhidrogén láng hőmérsékleteken az energia számottevő része a közepes IR (1-10 μm) sávban keletkezik, de bizonyos intenzitás tapasztalható a látható fény és az UV sávban is.

A spektrális eloszlás változásának jó példája az acél hevítése, mely először vörös színben világít, majd a további hőmérséklet emelkedés hatására, 700 $^\circ K$ felett már fehéren izzik, azaz a görbe egyre inkább a látható fény és az UV tartomány felé tolódik.



4. ábra: Az ideális fekete testek energiakibocsátási görbéi különböző hőmérsékleteken



5. ábra: A szénhidrogének égésekor keletkező láng spektruma és a keletkezett köztes- és végtermékek emissziós hullámhosszai

Egy hétköznapi szénhidrogén (benzin) égésekor a láng által kibocsátott energia spektruma mégis jelentősen eltér a 4. ábra Planck görbéitől. A hullámhossz függvényében ábrázolt spektrális eloszlás itt is a Planck görbéinek alapul (azaz minél magasabb a láng hőmérséklete, annál nagyobb lesz a kisugárzott összenergia, és annál kisebb hullámhosszakon is lehet összetevőket találni), de annál jóval összetettebb: néhol erős csúcsokat, máshol hullámvölgyeket mutat (ld. 5. ábra).

2.2.2. A KÉMIAI VAGY KVANTUMSZERŰ SUGÁRZÁS

De miért különbözik ennyire a két görbe? Égésekor a lángban különböző kémiai folyamatok játszódnak le, különböző köztes- és végtermékek keletkeznek az égő anyagból és az oxidáló szerből. Ezen átalakulások során felszabaduló illetve elnyelődő energia hatására jönnek létre a látható csúcsok, völgyek a görbén.

Az égés folyamán az éghető anyag molekuláinak oxidációja során keletkező köztes molekulák energiavesztéssel jutnak újra stabil molekuláris állapotba. Ez az energiavesztés adott hullámhosszúságú foton

kibocsátásával jön létre az alábbi egyenlet alapján:

$$e = hc / \lambda, \text{ ahol}$$

e: az energia (Joule), h: Planck állandó ($6,63 \cdot 10^{-23}$ Joule-sec), c: fénysebesség (m/sec), λ : a foton hullámhossza (μm).

- Elemezzük kicsit részletesebben az 5. ábrán bemutatott benzintűz spektrális eloszlását. Az ábra alapján jól követhető, hogy
- az energia döntő része az UV, a látható fény és az IR tartományban keletkezik. A továbbiakban csak az ezekben a tartományokban létrejövő, optikai elven észlelhető sugárzással foglalkozunk, hiszen a gyakorlatban alkalmazott sugárzás- (láng- vagy szikra-) érzékelők is ezt használják a tűz illetve lángolás észleléséhez.
 - az égő anyagtól és az égés során keletkező köztes termékektől függően bizonyos hullámhossz tartományokban erős emissziós (kibocsátási) csúcsok, míg máshol mély völgyek tapasztalhatók. Jellemző emissziós csúcs található a víz (H_2O) keletkezésére jellemző 2,7 μm és a szén-dioxid (CO_2) keletkezésére jellemző 4,4 μm körüli hullámhossz tartományokban.
 - a sugárzás spektrális görbéje az adott anyagra mindig jellemző. Általában egy anyag (jellemzően gáz) ugyanolyan hullámhossz tartományokban csillapítja az elektromágneses sugárzást, amilyen tartományokban az égés során sugároz. (Az emissziós görbe általában bővebb mint az elnyelési görbe, mivel itt az égés köztes termékeinek emissziós értékei is megtalálhatók.)

- a lángot az ún. lobogása is jellemzi, mely méretének és alakjának folyamatos változása. A láng méretének változásával az általa kibocsátott energia is folyamatosan változik, elég alacsony, kb. 1-10 Hz-es frekvenciával.

Az égés során az alábbi hullámhossz tartományokban keletkezik jelentős elektromágneses sugárzás:

- az UV tartományban a 0,1–0,35 µm-es sávban,
- a látható fény tartományában (a 0,35–0,75 µm-es sávban), és
- az IR tartományban a 0,75–220 µm-es sávban.

Emberi szemmel e hullámhosszak többsége nem érzékelhető. Szabad szemmel leginkább csak a sárga-vörös színű lángokat érzékeljük, mely színeket a lángban található szénatomok okozzák (l. 5 ábra). A láthatatlan infravörös (IR) sugárzást hőként érzékeljük. A szén nem tartalmazó anyagok, pl. a hidrogén égésekor a láng színe világoskék vagy teljesen láthatatlan, és nyilván a CO₂ keletkezésére jellemző 4,4 µm-es kibocsátás csúcs is hiányzik. Ezek a lángok általában az UV tartományú összetevőik révén detektálhatók.

Hullámhossz	Kölcsönhatás
$\lambda < 50 \mu\text{m}$	Molekuláris átalakulások
$50 \mu\text{m} > \lambda > 1,0 \mu\text{m}$	Molekuláris vibráció és forgás
$1,0 \mu\text{m} > \lambda > 0,05 \mu\text{m}$	Vegyérték elektronkötések vibrációja
$0,3 \mu\text{m} > \lambda > 0,05 \mu\text{m}$	Elektronvesztés és rekombináció

Egy adott anyag égése során keletkező hullámhosszak alapvetően megfeleltethetők az anyag és az energia közt létrejövő kvantum-mechanikai kölcsönhatásoknak. Az anyagi részecskék és a foton kölcsönhatásai az 1. táblázat szerinti hullámhossz tartományokkal jellemezhetők.

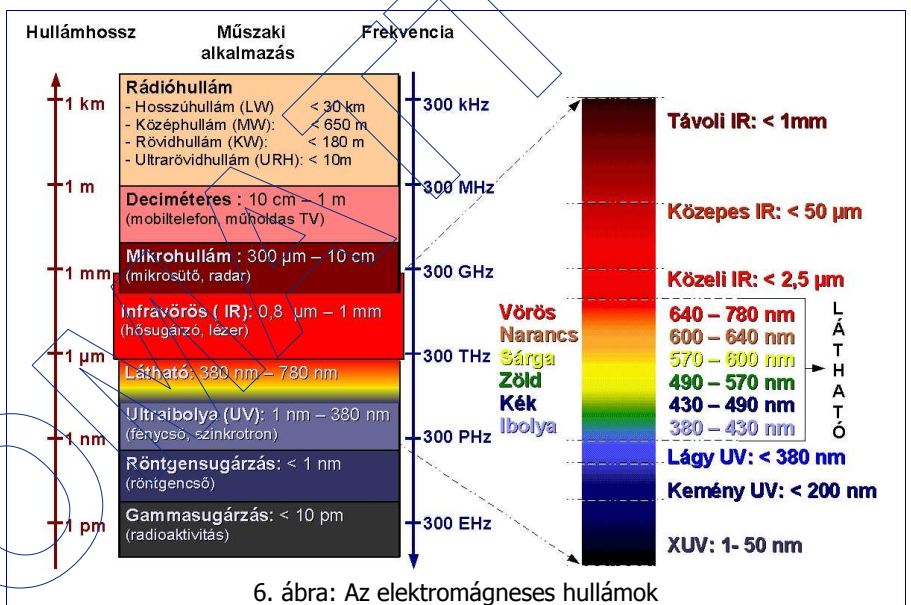
1. táblázat: Hullámhossz függő anyag-foton kölcsönhatások

A 6. ábra segítségével az UV, a látható fény és az IR sugárzás sávjait könnyen elhelyezhetjük az elektromágneses sugárzás egy szélesebb tartományában.

Mint korábban láttuk, az égés során mind a Planck-féle hőmérsékleti sugárzás, mind a kémiai reakciók során keletkező sugárzás jelen van.

Általában azoknak az anyagoknak a lángjában, melyek több éghető gázból állnak és égésük gáznemű oxidáló hatására jön létre, a kvantumszerű sugárzás dominál. Ilyenek az éghető gázok, folyadékok és a lánggal égő szilárd anyagok.

A szilárd halmazállapotban oxidálódó éghető anyagok vagy csupán a hőmérsékletük hatására sugárzó testek (pl. szikrák, parázs) ellenben a Planck görbék szerint sugároznak. Ebbe a körbe tartoznak a szén-alapú éghető anyagok (szén, faszén, fa, cellulóz szálak) és a hőhatásra (mechanikai hatás vagy súrlódás) felmelegedett fémek.



6. ábra: Az elektromágneses hullámok

Általában mindenfajta égés során keletkezik Planck-féle sugárzás, mely az égő anyag hőmérsékletéből adódik. A szikraérzékelők, melyeket pont az ilyen jellegű sugárzás észlelésére fejlesztettek ki, általában nem éghető anyag-specifikusak. A lángérzékelők azonban mindig a molekulaszervezet megváltozásából illetve a gázfázis energiaváltozásából adódó kvantumváltozásokat hivatottak figyelni. Az ezekből adódó energia kibocsátások egy-egy adott anyagra jellemzőek. Ebből következik a lángérzékelők szélesebb típusválasztéka, mivel elvileg, minden egyes anyaghoz egy egyedi spektrális eloszlást figyelő érzékelőt kellene alkalmazni.

Természetesen erre nincs lehetőség, ezért a lángérzékelők fejlesztői igyekeznek olyan hullámhossz tartományokat kiválasztani és figyelni, melyek minél több anyag lángjában megjelennek, és lehetőleg más, nem tüztől származó sugárforrások spektrumából hiányoznak.

2.2.3. A FEKETE-TEST SUGÁRZÁS

A láng megbízható észlelésében, főleg az IR tartományban történő észlelésében, már egyből nehézséget okoz a hőmérsékleti sugárzás, azaz, hogy minden 0 °K-nál (-273 °C) magasabb hőmérsékletű tárgy elektromágneses sugárzást bocsát ki (ld. 2.2.1. fejezet). A különböző hőmérsékletű tárgyak a 4. ábrának megfelelő spektrális eloszlásban bocsátanak ki energiát. A görbék jól mutatják, hogy egy szobahőmérsékleten levő (300 °K=+27 °C) tárgy is olyan intenzitással sugároz a 2-6 μm-es IR tartományban, melyet az érzékenyebb lángérzékelők már akár észlelni is képesek. Az ilyen érzékelők néha még a lencséjük közelében elhúzott emberi kéz hatására is riasztást jelezhetnek.

A görbék és a 4.1.2. fejezetben ismertetésre kerülő ún. inverz négyzetes szabály alapján egy másik következtetés is levonható: egy adott hullámhosszon ugyanannyi energia érkezik az érzékelőhöz egy hozzá közel levő, alacsonyabb hőmérsékletű tárgyról, mint egy tőle távolabbi, magasabb hőmérsékletű tárgyról.

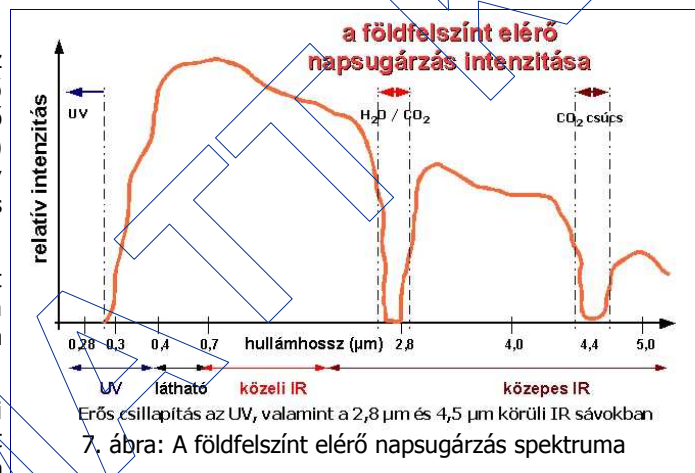
A lángérzékelők környezetében levő forró, és így leginkább IR sugárzást kibocsátó források (pl. fűtőtestek, kemencék, kályhák, világítótestek stb.) egy valódi lánghoz hasonló intenzitású sugárzást képesek kibocsátani egy-egy hullámhossz tartományban. Ha a lángérzékelők csak egy-egy adott hullámhossz tartományban észlelt sugárzás intenzitás nagyságára alapoznak a riasztásjelzést, könnyen "becsapódhatnak", tévesen jeleznének. A megbízható, téves jelzésektől mentes működéshez, amint azt a későbbiekben látni fogjuk, további paramétereket is figyelembe kell venni a döntéshez.

2.2.4. A FÖLDFELSZÍNT ELÉRŐ NAPSUGÁRZÁS

A Nap hatalmas mennyiségű energiát sugároz folyamatosan a Föld felé, mely energia nagy része az élő szervezetre káros. Szerencsére a légkör különböző rétegeiben levő gázok és gőzök, mint pl. a vízpára (felhők) és az ózonréteg, e káros sugárzás egy részét elnyelik, így bizonyos hullámhossz tartományokban a Nap káros sugárzása a Föld felszínén már nem érvényesül.

A 7. ábrán azt láthatjuk, hogy a Naptól kisugárzott elektromágneses sugárzást a teljes UV tartományban valamint a 2,8 és 4,4 μm körüli IR tartományokban a légkör majdnem teljesen elnyeli.

A hírekből jól ismert, hogy a Föld északi és déli pólusai felett elvékonyodó ózonréteg hatására erősödik a felszínre érő káros UV sugárzás. Ez azt jelenti, hogy a 0,3 μm alatti UV tartomány bizonyos hullámhosszain a légkör már nem csillapít kellően. És akkor még nem is beszéltünk a napkitörésekről, melyek során, igaz csak rövid időszakokban, főleg az UV tartományban éri Földünket nagy energiájú sugárzás.



Az IR tartományban tapasztalható két csillapítási maximum könnyen magyarázható: a Naptól érkező 2,8 μm körüli hullámhosszakat a légköri víz vagy pára (H₂O) és szén-dioxid (CO₂), míg a 4,4 μm-es sávot a légköri CO₂ csillapítja. Pillantsunk újra az 5. ábrára, amely a benzin égésekor keletkező sugárzás spektrális eloszlását mutatja, az égés során keletkező köztes- és végtermékek jellemző kibocsátási (emissziós) hullámhosszaival együtt. Jól látható, hogy a víz és a szén-dioxid keletkezésének kibocsátási csúcsai is éppen a kérdéses 2,8 és 4,4 μm környékére esnek.

Miért fontos azt tudni, hogy a földet elérő napsugárzás milyen hullámhosszakon csillapítódik? Nyilvánvaló, hogy a lángérzékelőknek célszerű olyan hullámhossz tartományokat figyelniük, melyekben a napsugárzásnak nincs hatása. Ily módon a napsugárzásra érzéketlen (solar blind), arra tévesen nem jelző érzékelőket lehet létrehozni.

2.3. A KÖRNYEZETI BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

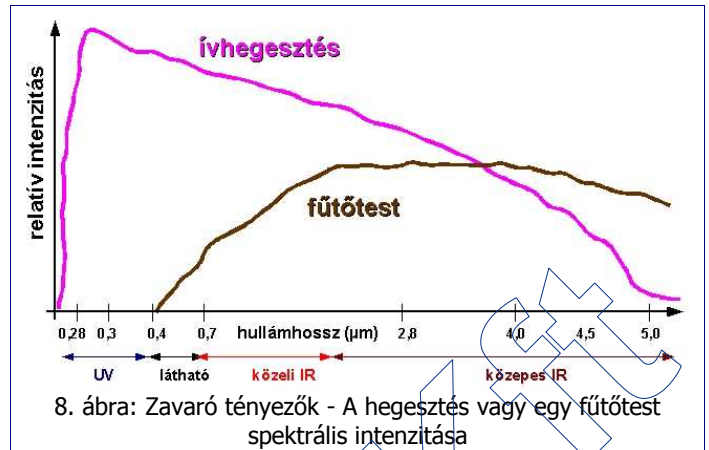
Mivel a lángérzékelők helyes működését a környezeti tényezők is nagyban befolyásolják, érdemes megismerkednünk ezek hatásaival. A tűzjelző rendszer tervezőjének tisztában kell lennie a légkör illetve az érzékelőket szennyező anyagok sugárzást elnyelő hatásával, az adott helyszínen előforduló olyan tárgyak, berendezések zavaró hatásával, melyek esetleg téves jelzést okozhatnak, az érzékelendő láng elektromágneses energiájának nagyságával, az érzékelő és a tűzforrás távolságával, valamint az érzékelő érzékenységeivel. Csak ezek alapos ismeretében lehet a megfelelő érzékelő típust kiválasztani és a védelmet megtervezni.

2.3.1. ZAVARÓ (NEM-TŰZ) SUGÁRFORRÁSOK

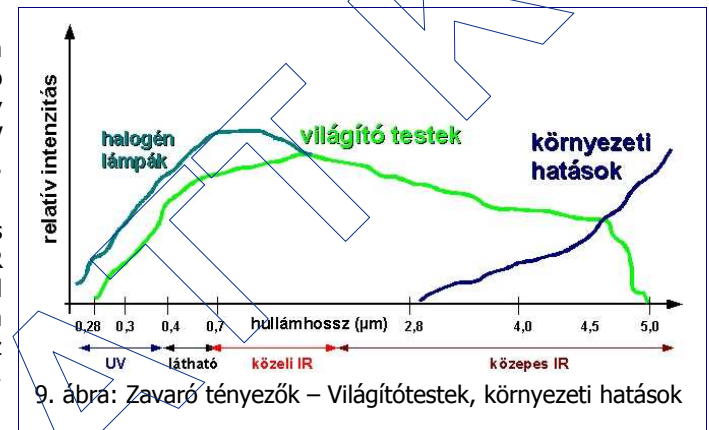
Egy védendő helyszínen rengeteg olyan körülmény vagy berendezés lehet, melyek a lángérzékelők által figyelt hullámhosszakon bocsátanak ki energiát. A tervezőnek mindenek előtt alaposan fel kell mérnie a helyszínt, és azonosítania kell minden olyan zavaró sugárforrást, melyek téves jelzést okozhatnak. Mivel a lángérzékelők elektronikai alkatrészei antennaként is viselkedhetnek, ezért az UV és IR tartományokon kívül célszerű felmérni a rádió frekvenciákat és a mikrohullámú sávot is.

Gyakori zavarforrások lehetnek:

- a fűtőtestek, kemencék, melyek általában folyamatosan bocsátanak ki energiát, gyengén a látható fény tartományában és közepes mértékben az IR tartományban (ld. 8. ábra).
- az ívhegesztés, villámlás, melyek során egy szokásos tűzhöz képest 10.000-szeres intenzitású sugárzás is létrejöhet, döntően az UV tartományban. Ívhegesztéskor a láng lobogásához hasonló gyors intenzitásváltozások még nehezebbé teszik a zavaró hatás megkülönböztetését a tűztől (ld. 8. ábra). A villámlás spektrumához hasonló, erős UV tartalmú energiabomba érheti az érzékelőket napkitörések során is.
- a fényforrások, melyek ki/bekapcsolását leszámítva folyamatos zavaró sugárforrást jelenthetnek. Az izzószálas, a halogén és a higanygőzlámpák energia kibocsátásának nagyobb része nyilván a látható fény tartományába esik, de jelentős lehet (egy valós tűzhöz képest kb. 10%-os) az UV tartományban kisugárzott energiájuk is (ld. 9. ábra).
- az ember, a meleg környezet, melyek közepes intenzitású sugárzást okozhatnak az IR tartományban. Egy emberi test vagy egy kéz által kisugárzott hő az érzékelő közelében akkora intenzitás változást okozhat, mint egy vizsgálati tűz kb. 30 m távolságból, azaz nem elhanyagolható, mint potenciális zavaró tényező (l. 9. ábra).
- a veszélytelen tüzek is, mint a gyufa lángolása, acetilén hegesztés vagy az ívhegesztéskor égő gyanta. Mindezek a hatások egy valós tűz spektrumához teljesen hasonló képet mutatnak, így a lángérzékelők nem is nagyon tudnak különbséget tenni egy valós tűz és egy ilyen jellegű hatás között.



8. ábra: Zavaró tényezők - A hegesztés vagy egy fűtőtest spektrális intenzitása



9. ábra: Zavaró tényezők - Világítótestek, környezeti hatások

2.3.2. A KÖRNYEZET SUGÁRZÁST ELYNELŐ HATÁSA

A tűz és a lángérzékelő közötti környezet vagy közeg bizonyos mértékig csillapítja a láng által kisugárzott energiát. Teljes, 100%-os áteresztő képessége csak a légüres térnek van. (Az áteresztő képességet a leggyakrabban a reciprokéval az elnyelési tényezővel fejezik ki.) A légkör elnyelése hullámhossz függő. A gáznemű anyagok ugyanazokat a hullámhosszú sugarakat nyelik el, melyeket kibocsátanak. A levegőben levő hideg CO₂ is jelentős energia elnyelést okoz nagyobb távolságon, és pont a 4,4 µm-es sáv környezetében, ahol a lángérzékelők az IR tartományban észlelni szoktak. A levegőben lebegő részecskék áteresztethetik, visszaverhetik vagy elnyelhetik a sugárzott energiát, és az elnyelt hányadot általában a kibocsátási tényező (ε) reciprokéval fejezik ki.

A rövidebb hullámhosszúságú UV sugarakat maga a légkör, a füst, a por, gázok és bizonyos szerves anyagok (olaj, zsír) erősen csillapítják, rosszabb esetben el is nyelik, míg az IR érzékelőket kevésbé zavarják az ilyen szennyezett közegek.

2.3.3. AZ OPTIKAI FELÜLETEK SZENNYEZŐDÉSE

A lángérzékelők optikai felületein (lencse, ablak) lerakódó szennyeződések is elnyelhetik vagy visszaverhetik a láng által kisugárzott energiát. Ha a helyszíni szennyező hatások nem szüntethetők meg, akkor a tervezőnek, telepítőnek valamilyen módon még kell oldania az optika felületek tisztán tartását (pl. folyamatos légáramoltatás az érzékelő ablaka előtt: ld. 5.3.6. fejezet).

Gondosan mérlegelni kell az érzékelők védőüveg vagy védőbura mögé szerelését is, hiszen a normál üveg, az akril nem teljesen átlátszó azokon a hullámhosszakon, melyeket a lángérzékelők általában figyelnek. A nem teljes gondossággal kiválasztott védőüveg teljesen használhatatlanná, jelzésre képtelenné teheti a lángérzékelőt. Általában az UV lángérzékelők ablaka kvarcüveg, míg az IR tartományban észlelőké zafír.

Az UV érzékelők ablakán lerakódó olajos, zsíros szennyeződés teljesen elronthatja érzékenységüket, míg az IR érzékelők esetében általában az ablakukra lecsapódó víz vagy a ráfagyó jég okozhat hasonló hatást.

3. LÁNGÉRZÉKELŐ TÍPUSOK

Lángoló égés során a keletkezett energia 30-40%-a elektromágneses sugárzás formájában szabadul fel, s ennek döntő része az UV, a látható fény és az IR tartományokban. Mivel a lángoláskor keletkező energia spektrális eloszlása jól jellemzi az égő anyagot, ezért a különböző lángérzékelőkben akár többféle hullámhossz sáv egyidejű figyelését is alkalmazzák a gyártók. A lángérzékelőkben alkalmazott szenzorok általában egy-egy keskeny sávban érzékelik a beérkező sugárzási energiát, majd az ily módon szűrt és vett jel(ek)et az alábbi beépített algoritmusok szerint dolgozzák fel és értékelik ki az érzékelők:

- A láng lobogási frekvenciájának elemzése,
- A vett intenzitás jel adott küszöbértékhez hasonlítása,
- A különböző jelek matematikai korrelációja,
- Összehasonlítási technikák (arány kiértékelés, És, Vagy kapcsolatok),
- Korreláció egy előre letárolt mintával.

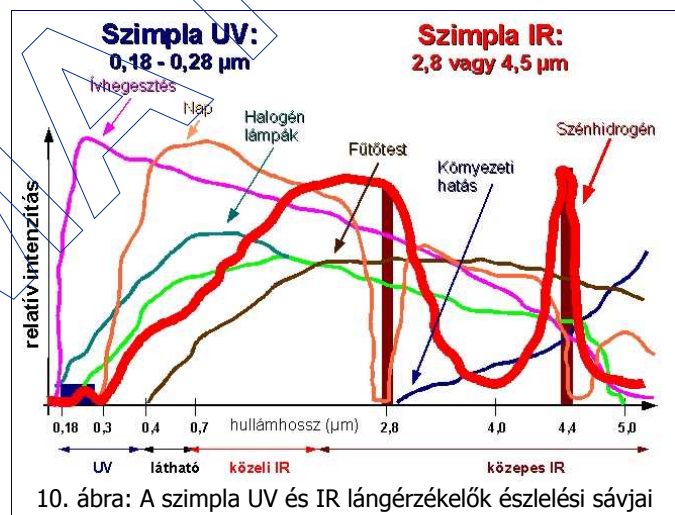
Azok a lángérzékelők mutatják a legjobb tűzfelismerési arányt és a legkisebb téves jelzési arányt, amelyek a fenti módszerek közül minél többet alkalmazni tudnak. Az utóbbi 20 év során több különböző lángérzékelési módszer, más szavakkal, lángérzékelő típus került a piacra. A továbbiakban ezeket igyekszünk bemutatni, megismertetve az olvasót az adott típusok működési elvével, előnyeivel, hátrányaival és alkalmazási lehetőségeivel.

3.1. A (SZIMPLA) UV LÁNGÉRZÉKELŐ

Az UV lángérzékelők a leggyakrabban vákuum fotodiódás Geiger-Müller cső segítségével észlelik a láng által kibocsátott UV sugárzást. Minden UV tartományba eső foton, mely eltalálja a cső aktív felületét, egy áramlökést gerjeszt a cső elektródái között (lavina-effektus). Egységnyi idő alatt bekövetkező áramlökések, azaz megadott detektált fotonszám felett, az érzékelő riasztást jelez.

A rövidebb hullámhosszú UV (ultraibolya) sugarakat a léghő, a füst, a por, a gázok és különböző szerves anyagok erősen csillapítják, elnyelik. Mivel a Naptól érkező sugárzás 300 nm hullámhossz alatti részét a légkör felső rétegei elnyelik, ezért az általában 185 – 260 nm közötti sávban észlelő UV lángérzékelőknél nem kell emiatt téves jelzésekkel számolnunk (solar blind: a napsugárzásra érzéketlenek). Bizonyos lángok az UV spektrumban a háttérsugárzástól jól megkülönböztethető hullámhosszakon sugároznak, így az érzékelők nagyon gyorsan, akár 3-4 msec-on belül képesek érzékelni a tűz vagy a robbanás kialakulásakor keletkező nagy energiájú UV sugárzást. Ezt, az akár több méter távolságból is jól megkülönböztethető sugárzást - főleg kültéri alkalmazások esetén - erősen csillapítják a levegőben lebegő szennyeződések, a füst, a szmog, a szénhidrogének gőzei vagy az érzékelő ablakán lerakódó szerves alapú szennyeződések. Ezeket a sugárzást csillapító hatásokon túl gondot, azaz téves jelzést okozhat még a kültéri UV lángérzékelőknél a villámlás, az ívhegesztés, a röntgen sugárzás, az ózonréteg által el nem nyelt vagy a napkitörések során keletkező és a földfelszínre elérő napsugárzás (ld. 10. ábra, mely egyben mutatja a téves jelzéseket kiváltó hatások spektrumát is).

A fentiek alapján az UV lángérzékelők általában beltéren alkalmazhatók, ahol a közvetlen vagy közvetett napsugárzástól, a villámlástól védett helyen üzemelhetnek. Az érzékelőket úgy érdemes elhelyezni, hogy a szerves anyagok gőzeitől védve legyenek, és ne észlelhessék a hegesztéskor vagy nagyfeszültségű berendezések kapcsolásaikor keletkező szikrákat.



10. ábra: A szimpla UV és IR lángérzékelők észlelési sávjai

Előny	Hátrány / korlát	Alkalmazás
<ul style="list-style-type: none"> • A legtöbb láng erősen sugároz az UV tartományban • Gyors. A begyulladásakor és a robbanásakor keletkező nagy energiájú UV sugárzást gyorsan (msec) képes észlelni • Napfényre és forró tárgyakra érzéketlen • Alacsony ár 	<ul style="list-style-type: none"> • Ívhegesztés, villámlás, elektromos szikrák, röntgen sugárzás, napkitörés, téves jelzést okozhatnak • Sűrű füst, szmog, szénhidrogének gőzei vagy az érzékelő ablakán lerakódó olaj, zsír érzéketlenebbé teszik • Halogén- és higanygőzlámpák téves jelzést okozhatnak 	<ul style="list-style-type: none"> • Leginkább beltéren alkalmazható szénhidrogének, hidrogén, szilán, ammónia és más, hidrogén alapú éghető anyagok tüzeihez, valamint bizonyos fémtüzekhez • Kültéren csak akkor, ha a téves jelzéseket kiváltó okok kizárhatók vagy kiküszöbölhetők

2. táblázat: Az UV érzékelők előnyei, hátrányai, alkalmazási területei

3.2. A (SZIMPLA) IR LÁNGÉRZÉKELŐ

A legtöbb láng az IR (infravörös) tartományban is sugároz, tartalmaz összetevőket. A láng hőmérséklete és a forró égésgázok tömege olyan specifikus hullámhosszakon sugároz, melyek könnyen észlelhetők IR tartományú szűrővel ellátott foto-tranzisztorral, foto-diódával. A gond az, hogy nem csak a láng az egyedüli IR sugárforrás. A valóságban minden egyes forró tárgy (kemence, fűtőtest, izzólámpa, halogén lámpa stb.) sugároz az IR tartományban, mégpedig a lánghoz hasonló hullámhosszakon is. Ahhoz, hogy biztosan meg tudjuk különböztetni a lángot más sugárforrásoktól, különféle matematikai eljárásokra, paraméter elemzésekre van szükség. Ezen eljárások közül a leggyakrabban a láng lobogásának elemzését és a keskeny sávú (CO₂ csúcs: 4,1 – 4,6 μm vagy H₂O/CO₂ tető: 2,8 μm) küszöbérték komparálást alkalmazzák (l. 10. ábra).

Sajnos ezekkel az eljárásokkal sem küszöbölhetők ki teljesen az ún. fekete test sugárzásból (fűtőtestek, izzólámpák stb.) származó téves jelzések. A legtöbb, egy hullámhossz tartományt figyelő IR lángérzékelő 4,4 μm-es optikai szűrővel ellátott piroelektromos érzékelőt és a lobogás észlelésére alacsony frekvenciás (1-10 Hz) elektronikus sávszűrőt alkalmaz. Az ilyen érzékelők kb. 15 m távolságból képesek észlelni egy 0,1 m²-es benzin tálcatüzet.

Mivel az egy adott sávot figyelő IR lángérzékelők csak a láng lobogását és az adott 4,4 μm-es sávon belüli IR sugárzás intenzitását figyelik, ezért más lobogó vagy modulált fekete test sugárzásra is érzékenyek lehetnek. Bizonyos körülmények között egy hullámzó vízfelületen megcsillanó fény, forgólámpák fénye vagy egy ventilátor lapátjai által megszagott hőforrás sugárzása is jelzésbe hozhatja tévesen a szimpla-IR lángérzékelőt.

A különböző hőmérsékletű fekete testek sugárzási görbéit megnézve azt láthatjuk, hogy egy 1300 °K hőmérsékletű fekete test 15 m-ről ugyanolyan intenzitással sugároz a kérdéses 4,4 μm-es sávban, mint egy 0,1 m²-es benzin tálcatűz hasonló távolságból. Ugyanilyen intenzitás értékeket ad egy 700 °K hőmérsékletű fekete test is 5 m, illetve egy 400 °K hőmérsékletű 1 m távolságból.

Az egy sávot figyelő IR érzékelőket általában beltéren alkalmazzák, de rövid (max. 20 m) távolsáig kültéren is alkalmazhatók, ha az adott helyen a korábban említett téves jelzéseket kiváltó hatásokkal nem kell számolni.

Előny	Hátrány / korlát	Alkalmazás
<ul style="list-style-type: none"> Napfényre, villámlásra, ívhegesztésre érzéketlen Füst, köd, olajos lerakódás nem teszi érzéketlenné Közepes sebesség és érzékenység Alacsony ár 	<ul style="list-style-type: none"> Modulált IR sugárzásra tévesen bejelezhet Az érzékelő ablakán lecsapódó vízpára, ráfagyó jég érzéketlenné teszi Gyengén észleli a stabil, nem lobogó lángokat 	<ul style="list-style-type: none"> Jellemzően beltéren és szénhidrogén tüzekhez alkalmazható Kültéren csak akkor, ha a téves jelzéseket kiváltó okok kizárhatók vagy kiküszöbölhetők

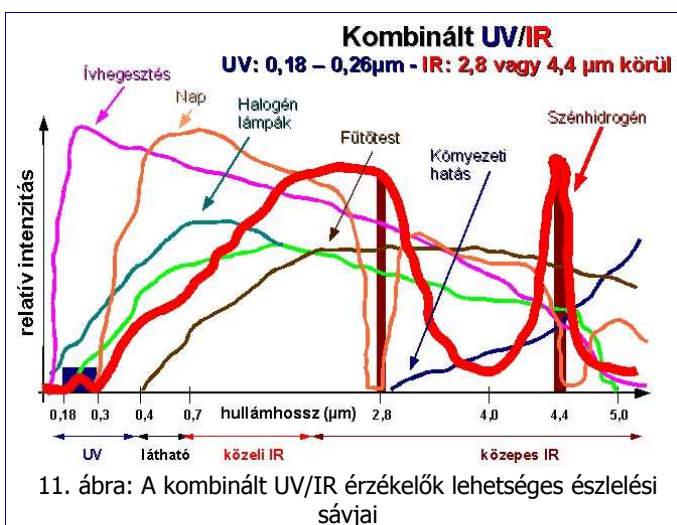
3. táblázat: Az IR érzékelők előnyei, hátrányai és alkalmazási területei

A korábban említett hatások miatt bekövetkező téves jelzések elkerülése érdekében manapság inkább a két független hullámhossz sávot figyelő kombinált UV/IR vagy duál-IR lángérzékelőket alkalmazzák.

3.3. A KOMBINÁLT UV/IR LÁNGÉRZÉKELŐ

A kombinált UV/IR lángérzékelő egy napfényre érzéketlen, nagy jel/zaj viszonytal jellemezhető UV és egy keskeny sávú IR-érzékelő elemet tartalmaz. Önmagában az UV érzékelő elem is jó lehetne lángérzékelésre, azonban könnyen jelzésbe kerül ívhegesztésre, villámlásra, röntgen sugárzásra vagy napkitörések hatására. Az ilyen jellegű téves jelzések elkerülésére az érzékelőbe építenek egy keskeny sávú IR érzékelő elemet, mely vagy a 2,8 μm (H₂O) vagy a 4,1-4,6 μm (CO₂ csúcs) tartományra érzékeny. Az így kialakított érzékelők a legtöbb közepes-biztonságú alkalmazásban megfelelő megbízhatósággal működnek (l. 11. ábra).

A javított megbízhatóság és érzékenység ellenére, a kombinált érzékelőknek is megvannak a saját korlátai, mivel minden egyes anyag lángja egy specifikus UV/IR intenzitás aránnyal jellemezhető. Hogy csak két ellentétes példát említsünk, a hidrogén lángja jószerevével csak az UV tartományban sugároz, míg a szén égésekor döntően csak az IR tartományban észlelhető sugárzás. A kombinált UV/IR érzékelő csak akkor jelez, ha mindkét jel egyszerre meghaladja a beállított küszöbértéket (ÉS kapcsolat), így lehetnek olyan tüzek is, melyek lángját nem képes észlelni.



11. ábra: A kombinált UV/IR érzékelők lehetséges észlelési sávjai

A megbízható működés érdekében az érzékelőben levő elektronika a megfelelő UV és IR intenzitás küszöbökhez hasonlítja a beérkező jeleket, valamint egymáshoz képesti arányukat és lobogásukat is figyelembe veszi a kiértékeléskor, s csak akkor jelez, ha az algoritmus mind a négy paramétere láng jelenlétére utal. Ennek ellenére a kombinált UV/IR lángérzékelőnél is előfordulhatnak téves jelzések egyidejű, erős UV (hegesztés, elektromos szikrák, korona kisülések, villámlás, napkitörés stb.) és IR (fűtőtestek, izzólámpák, halogén lámpák stb.) sugárforrások hatására.

A fenti, téves jelzést kiváltó hatások mind az UV, mind az IR csatornát érintik, és előállhatnak egy valós tűzzel egyidejűleg is. Komoly gondot okozhat, ha a tűz (láng) kialakulásakor egy erős UV sugárforrás is jelen van, pl. hegesztenek a helyszínen. Ilyenkor a két, az erős és a gyengébb UV jel blokkolja az érzékelő logikáját, és megakadályozza az IR jellel történő összehasonlítást és a helyes kiértékelést, így végső soron elmarad a tűzjelzés.

Az UV tartományban detektálható sugárzást okozó nemvárt napkitörések és egy lobogó IR sugárforrás (pl. egy forró sugárforrás előtt mozgó vagy forgó tárgyak) téves jelzést okozhatnak a kombinált UV/IR lángérzékelőknél is.

Előny	Hátrány / korlát	Alkalmazás
<ul style="list-style-type: none"> Közepesen gyors és érzékeny Napfényre, villámlásra, ívhegesztésre, szikrákra illetve forró tárgyakra egyaránt érzéketlen Alacsony téves jelzési arány 	<ul style="list-style-type: none"> Vastag füst, szmog, szénhidrogének gőzei vagy az érzékelő ablakán lerakódó olaj, zsír érzéketlenebbé teszik Speciális és egyidejű UV és IR tartományú sugárzás téves jelzést okozhat Közepes ár 	<ul style="list-style-type: none"> Beltéren / kültéren is alkalmazható szénhidrogének, hidrogén, szilán, ammónia és más, hidrogén-alapú éghető anyagok tüzeihez, valamint bizonyos fémtüzekhez

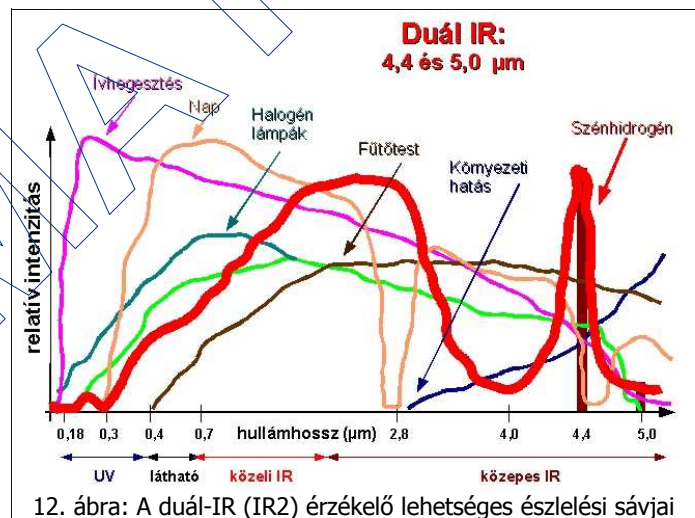
4. táblázat: A kombinált UV-IR érzékelők előnyei, hátrányai és alkalmazási területei

3.4. A DUÁL-IR (IR2) LÁNGÉRZÉKELŐ

A téves jelzések kiszűrését az is segíti, ha az IR spektrumban két keskeny hullámhossz tartományt figyel az érzékelő. Mivel a szénhidrogének égésekor a közeli IR sáv 0,9 – 3 μm -es tartományában viszonylag folyamatos az energia kibocsátás, valamint igen erős kibocsátás tapasztalható a forró CO_2 keletkezése miatt a 4,3 – 4,5 μm -es szakaszon, így a duál-IR lángérzékelőkben általában ezeket a sávokat figyelik. Az egyszerűbb lángérzékelőkben vagy a 0,9 és 4,4 μm körüli keskeny sávok jeleit használják a tűz kiértékeléshez, vagy egy közeli IR (0,8–1,1 μm) és egy távoli IR (14 – 25 μm) sávokat. Az is előfordul, hogy a második IR sáv a környezeti háttérsugárzást figyeli, általában a 4,7 – 16 μm -es tartományban. Az utóbbi években megjelentek olyan duál-IR lángérzékelők is, melyek a 4,3 – 4,5 μm -es sávot elemzik két érzékelővel teljes mértékben (l. 12. ábra).

Majdnem minden duál-IR lángérzékelő jelkiértékelése az ún. „különbözeti spektrum” algoritmuson alapszik. A leggyakrabban a tűzjelzés kiértékeléséhez a 4,2 – 4,7 μm -es ún. CO_2 csúcs közeli sávot, míg a háttérsugárzás figyeléséhez és a téves jelzések elkerüléséhez az előbbihez közeli, de alacsonyabb 3,8 – 4,1 μm -es sávot vagy a magasabb 4,9 – 5,2 μm -es sávot használják. Ezekon túl mindegyik érzékelő elemzi az adott sávokból vett jelek lobogását, összehasonlítja a vett jeleket előre beállított szintekkel és folyamatosan kiértékeli a két sávból vett jeleknek az arányát. Jelzés csak akkor van, ha mindegyik vizsgált paraméter láng jelenlétére utal.

Mivel a legtöbb duál-IR lángérzékelő egyik csatornája általában a 4,4 μm -es tartományt (CO_2 csúcs) figyeli, ezért általában nagyobb távolságnál már nem használhatók a légkörben levő CO_2 csillapító hatása miatt.



12. ábra: A duál-IR (IR2) érzékelő lehetséges észlelési sávjai

Előny	Hátrány / korlát	Alkalmazás
<ul style="list-style-type: none"> Az ablakán lerakódó víz, pára csak részlegesen csillapítja a sugárzást A szimpla-IR-nél nagyobb távolságig használható Közepes téves jelzési arány 	<ul style="list-style-type: none"> Villámlásra, ívhegesztésre vagy akár lámpákra tévesen jelezhet Közepes ár 	<ul style="list-style-type: none"> Beltéren / kültéren is alkalmazható

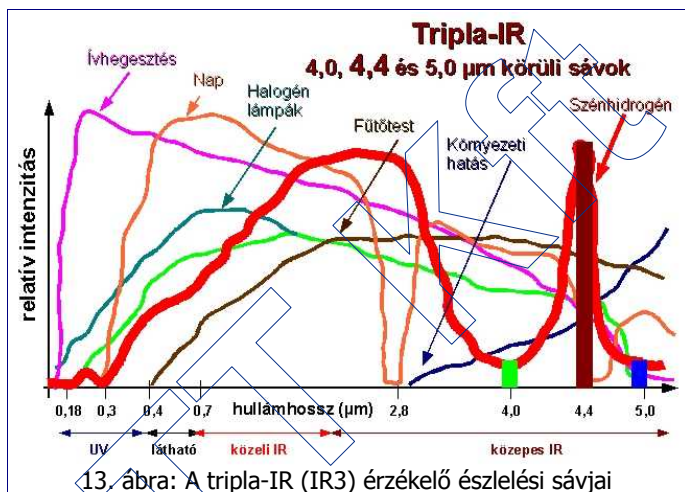
5. táblázat: A duál-IR érzékelők előnyei, hátrányai és alkalmazási területei

3.5. A TRIPLA-IR (IR3) LÁNGÉRZÉKELŐ

A tripla-IR érzékelő három különböző IR hullámhossz tartományt figyel, melyek közül az egyik a CO₂ csúcsnak megfelelő 4,4 µm körüli sáv, míg a másik kettő ettől lefelé illetve felfelé elhelyezkedő szomszédos szűk sávok, melyekkel a fekete test sugárzók és a háttérsugárzás intenzitása észlelhető. Míg a CO₂ csúcsra beállított érzékelőnek a valódi láng megjelenését kell észlelnie, addig a szomszédos sávok érzékelőinek a nem tűztől származó, zavaró sugárforrásokat. Az érzékelőben levő mikroprocesszor egy speciális algoritmussal értékeli ki és elemzi az egyes sávok intenzitását, lobogását, egymáshoz képesti arányát, korrelációját és beállított küszöbértékekkel hasonlítja össze őket.

A láng által kibocsátott és az érzékelőt elérő sugárzás spektrumát a láng és az érzékelő közötti távolság, valamint a levegőben levő CO₂ gáz koncentrációja erősen befolyásolja. A tripla-IR érzékelő kifejlesztésekor igyekeztek kiküszöbölni azt a két tényezőt, melyek a duál-IR érzékelők észlelési távolságát korlátozták:

- A 4,4 µm körüli sávban a tűz által kibocsátott sugárzás intenzitása rohamosan csökken, ahogy a tűztől távolodunk. Az érzékelő által vett jel nagyon gyenge. Minél több CO₂ található a légkörben, annál nagyobb az e hullámhossznál tapasztalható csillapítás és annál kisebb a vett intenzitás jel értéke. Így a duál-IR érzékelőkben a 4,4 µm sávra alkalmazott küszöbszintet a vett intenzitás jel egy adott távolságon túl már nem éri el, így nagyobb távolságban bekövetkező tűz esetén elmarad a tűzjelzés.
- A tűz és az érzékelő közötti távolság növelésével csökken a 4,4 µm-es és a 4,0 µm-es sávok intenzitása közti arány, amit az érzékelő már nem tekint valós tűznek. Amint ez az arány megközelíti az 1 értéket, az érzékelő kiértékelő algoritmus nem ad tűzjelzést, pedig esetleg épp az adott pillanatban lobbant be a láng.



13. ábra: A tripla-IR (IR3) érzékelő észlelési sávjai

Az első (a) probléma kiküszöbölhető, ha a CO₂ csúcs figyelésére egy szélesebb sávú (4,2 – 4,6 µm) szűrővel ellátott érzékelőt alkalmazunk. Ezzel megnövelhetjük a vett intenzitás jelet, de még nem oldottuk meg a (b) problémát. A szomszédos IR sávok intenzitás jelei közelítenek egymáshoz (arányuk az 1-hez), amint a tűztől egyre távolodunk vagy, ha a környező levegőben nagy koncentrációban található CO₂. A duál-IR érzékelők ilyen esetekben nem képesek különbséget tenni egy valós tűz és egy téves, zavaró hatás között. A tripla-IR lángérzékelőkben ezért alkalmaznak egy harmadik, a CO₂ csúcs felett elhelyezkedő keskeny sávú érzékelőt, mely a fekete test sugárzók, a háttérsugárzás meglétét hivatott észlelni (l. 13. ábra).

A tripla-IR érzékelők nagy érzékenységet úgy érnek el, hogy kiszűrik a rendkívül kis amplitúdójú hasznos jeleket a „zajból” digitális korrelációs technika alkalmazásával. Ennek segítségével igen nagy érzékenység, és ezzel párhuzamosan, igen nagy észlelési távolság érhető el, miközben a téves jelzésekkel szemben majdnem teljesen érzéketlen marad az eszköz. Csak az összehasonlítás kedvéért: míg egy normál optikai lángérzékelővel 15-20 m távolságból észlelhetünk egy 0,1 m²-es tálcátűzet, addig a tripla-IR lángérzékelővel akár 60 m-ről. A tripla-IR lángérzékelőben figyelt hullámhosszak előnye, hogy az érzékelő a rejtett tüzeket is képes észlelni, melyeknél a lángok ugyan takartak, közvetlenül nem láthatók, de az égés során keletkező forró CO₂ gáztömeg sugárzása könnyen detektálható.

A tripla-IR lángérzékelő nem jelez tévesen tüzet semmilyen folyamatos, modulált vagy pulzáló sugárforrás hatására sem.

Előny	Hátrány / korlát	Alkalmazás
<ul style="list-style-type: none"> Téves jelzések gyakorlatilag kizárva Nagy érzékenység, közepes sebesség Nagy hatótávolság (6-szor nagyobb terület védelmére képes, mint a többi érzékelő) Az ablakán lerakódó víz, pára csak kevésbé csillapítja a sugárzást 	<ul style="list-style-type: none"> Látszólag magas ár (de az adott területhez kevesebb is elég!) Nagy érzékenységet választva, az érzékelő tévesen jelezhet közeli technológiai hatásokra 	<ul style="list-style-type: none"> Szénhidrogén tüzek esetén beltéren / kültéren egyaránt alkalmazható

6. táblázat: A tripla-IR érzékelők előnyei, hátrányai és alkalmazási területei

Ha a tripla-IR érzékelőt a kombinált UV/IR vagy a duál-IR érzékelőkkel hasonlítjuk össze, akkor azt látjuk, hogy méretben, súlyban egyformák, ellenben a tripla-IR érzékelők ára valamivel magasabb. Ellentételezésként egy tripla-IR érzékelővel 3-4-szer nagyobb távolságból észlelhető a tűz és kb. 6-szor nagyobb terület védhető, ami azt jelenti, hogy sokkal kevesebb érzékelőre van szükség egy adott terület megbízható védelméhez. Mivel a téves jelzések elleni immunitása is kiváló, a végfelhasználó és a karbantartó számára is kedvező választást jelent.

Nagy érzékenységük és gyakorlatilag téves jelzésektől mentes működésük révén a tripla-IR lángérzékelők az évek során a nagy kockázatú ipari területek szabványos érzékelőivé váltak. Beltéren és kültéren egyaránt használhatók különböző alkalmazásokban: hangárokban, vegyi üzemekben, olaj- és gázkitermelő, -feldolgozó és -továbbító telepeken, tankereken, gázturbinákban, raktárakban, robbanóanyag raktárakban, a gyógyszer-, textil-, papír- vagy nyomdaiparban, valamint a hulladék kezelő és feldolgozó telepeken.

3.6. A CCTV LÁNGÉRZÉKELŐ (TRIPLA-IR+VIDEÓ)

A rohamléptekkel fejlődő CCTV technológia a lángérzékelés területén is új lehetőségeket teremtett. Az érzékelőbe beépített kamera képes részletes térbeli információt is szolgáltatni a felügyelt területről. A lángérzékelés szempontjából a legideálisabb egy 4,4 µm körüli sávra érzékeny kamera használata lenne, hiszen ez pont a lángolóskor kietekző legnagyobb intenzitású sugárzást, a CO₂ csúcs megjelenését tudná észlelni. Sajnos az ilyen kamerák még igen drágák, komoly karbantartást igényelnek, így nem kifejezetten alkalmasak ilyen használatra.

A legtöbb képi-füstérzékelő (vagy VSD: Video Smoke Detection) rendszer fekete-fehér képeket elemez és hasonlít össze (korábbi vagy letárolt képekkel), hiszen a számítógép könnyebben meg tud birkózni a kisebb méretű képekkel. Az ilyen rendszerek a képtartalom egy adott mértékű és egyben füst jelenlétére utaló megváltozása esetén jeleznek a kezelő személyzet felé. Mint nevük is utal rá, a VSD rendszerek nem csak a lángok kialakulása miatti, hanem már a füst megjelenése miatti képtartalom változást is képesek (elvileg) jelezni. Nagyobb elterjedésüket egyrészt áruk, másrészt az akadályozza, hogy a rendszer egy adott helyszínhez „szabása” (pl. a képeken belüli maszkok vagy zónák, a késleltetések, a változás-érzékenység stb. megadása) még mindig elég körülményes és időigényes.

Ugyanakkor a kezelő személyzet számára egy színes kép sokkal több és sokkal részletesebb információval szolgál. Egy fekete-fehér képen igen nehéz észrevenni egy kék egű háttér előtt lobogó lángot, míg ugyanez egy színes képen azonnal felismerhető. Ezt a tapasztalatot a tudomány is alátámasztja. Vizsgálatok kimutatták, hogy a színek megléte megkönnyíti és meggyorsítja az ember képiértékelését, különösen mozgó tárgyak felismerésében és a mélységélesség megítélésében.

A CCTV lángérzékelő valójában egy tripla-IR érzékelő, melybe egyidejűleg egy színes kamera is be van építve. Az eszközben levő lángérzékelő azonos a Spectrex tripla-IR érzékelőjével, ami igen nagy érzékenységet, nagy észlelési távolságot (60 m egy 0,1 m² benzín tálcatűz esetén) és a téves jelzésekkel szembeni kiváló immunitást biztosít.

A beépített színes kamera segítségével a rendszer felhasználója azonnal vagy folyamatosan ellenőrizheti a lángérzékelővel felügyelt területet, könnyen beazonosíthatja a tűz forrását és helyét, és a látottak alapján dönthet a további teendőkről (pl. szükség van-e az oltás indítására vagy sem). Az eszköz beállításától függően képes folyamatos színes videó jelet továbbítani vagy csak attól kezdve, hogy beépített lángérzékelője tüzet észlelt. Ily módon a CCTV lángérzékelő minden változtatás nélkül egy normál CCTV rendszer részeként is alkalmazható. A lángérzékelő riasztásakor aktiválódó relé kimenettel akár a távfelügyeleti videó rendszer is triggerelhető, és a jel hatására kamera teljes méretű képe azonnal a képernyőre hozható.



Az érzékelőben levő kamera által látott kép tűz esetén

Előny	Hátrány / korlát	Alkalmazás
<ul style="list-style-type: none"> • Színes videó kép • Nagy érzékenység, közepes sebesség • Nagy hatótávolság (6-szor nagyobb terület védelmére képes, mint a többi érzékelő) • Részletes információ a veszélyes pontokról 	<ul style="list-style-type: none"> • Viszonylag magas ár, de <ul style="list-style-type: none"> - az adott terület védelmére kevesebb is elég (!), - folyamatos felügyeletet biztosít, emberi verifikációval • Nagy érzékenységet választva, az érzékelő tévesen jelezhet közeli technológiai hatásokra (de ez vizuálisan azonnal ellenőrizhető) 	<ul style="list-style-type: none"> • Szénhidrogén tüzek észlelésére beltéren / kültéren egyaránt alkalmazható

7. táblázat: A CCTV (tripla-IR+videó) lángérzékelők előnyei, hátrányai és alkalmazási területei

4. A LÁNGÉRZÉKELŐKKEL KAPCSOLATOS FOGALMAK

4.1. A LÁNGÉRZÉKELŐK ÉRZÉKENYSÉGE

Egy lángérzékelő érzékenységet hagyományosan azzal a tengelyirányú távolsággal jellemzik, amely távolságból észlelni képes egy adott méretű és típusú tűznek a lángját egy korlátozott időintervallumon belül. (A későbbi ábrákon, táblázatokban ezt általában L-lel jelöljük.)

4.1.1. 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 benzin tüzét, illetve néhány különleges célú érzékelő esetében
- a 15 cm átmérőjű izopropil-alkohol (izopropanol: C₃H₈O - CH₃CHOHCH₃) tüzét 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 érzékenységet mindig kétfajta tűz lángjával vizsgálja:

- a 0,1 m² felületű (0,33 x 0,33 m = 1¹² négyzetláb) n-heptán tálcátüzzel és
- a 0,25 m² felületű (0,5 x 0,5 m) metilézett alkohol (C₂H₅OH) tálcátüzzel

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 (legérzéketelebb).

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 ismételhetővé a vizsgálatot.

Mivel a lángérzékelők döntő részben az égés során keletkező köztes- és végtermékek által kibocsátott energiát észlelik, ezért a lángolásakor 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, anyag-keverékek 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 vízét 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.

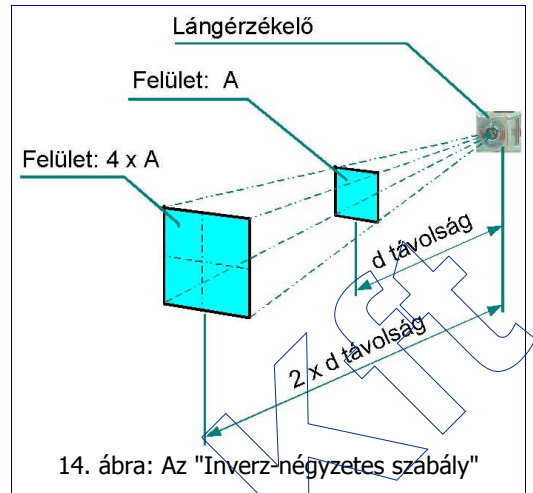
4.1.2. AZ INVERZ-NÉGYZETES SZABÁLY

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.

E szabály azt mondja, hogy ha az érzékelő és a tűz közötti távolságot megduplázzuk, akkor a tűz méretét legalább négyszerezni kell, hogy az érzékelő azt ugyanúgy észlelni tudja (l. 14. 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 az érzékelő felé eső 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:

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

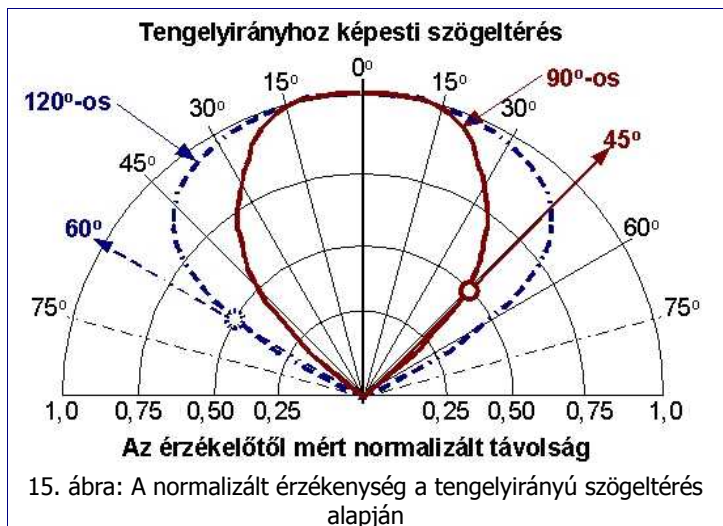
Ideális körülmények között, amikor a légkör semmi sugárzást nem nyel el, a tűz és az érzékelő közötti távolság duplázására az érzékelőt elérő sugárzás intenzitása a negyedére csökken. A helyzet ennél általában rosszabb, hiszen a levegőben levő pára, por, a hideg CO₂ és más szennyeződések az adott hullámhosszon tovább csillapíthatják a sugárzást. Normál környezeti viszonyok között a ζ értéke -0.001 és -0.1 között van.

Az eddig elmondottak szigorúan csak az érzékelő tengelyirányában értendők, hiszen a szabványok és a gyártók érzékenységi vizsgálatai is csak ebben az irányban történnek.

4.2. 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 görbéket szokták megadni. Görbékről beszélünk, hiszen a látómező 3-dimenziós, ahol a vízszintes és függőleges síkban 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 15. 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



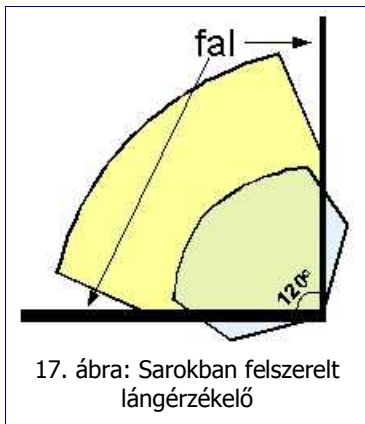
kisebb távolságból képes észlelni az érzékelő (más szavakkal: ugyanolyan távolságból egyre nagyobb méretű tüzet). Azt a szöget (illetve annak dupláját), ahol a görbe metszi az 50%-os normalizált távolságot (0,50), az érzékelő látószögének nevezzük. Ez a pont a 90°-os érzékelőnél $\pm 45^\circ$ -nál, 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 valóban 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.



17. ábra: Sarokban felszerelt lángérzékelő

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 16. 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.

(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.)

ugyanezt a tüzet csak 15 m-ről képes detektálni.)

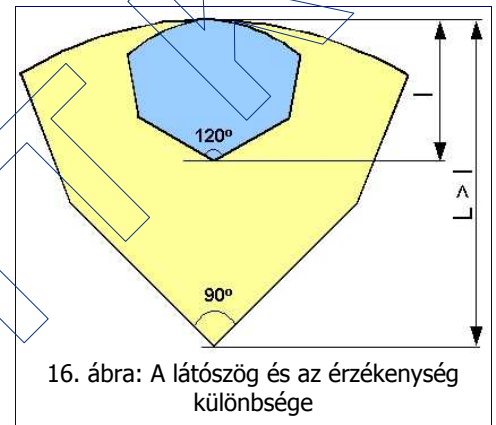
A nagyobb látószög nem is használható ki mindenhol. Beltéren, a helyiség felső sarkában elhelyezett 120°-os látószögű érzékelő – elvileg szélesebb – látómezője nem is használható ki (l. 17. ábra), mivel a látómező jó része gyakorlatilag a falakon kívülre esik.

4.2.1. A LÁTÓMÉZŐT TAKARÓ ZAVARÓ TÁRGYAK

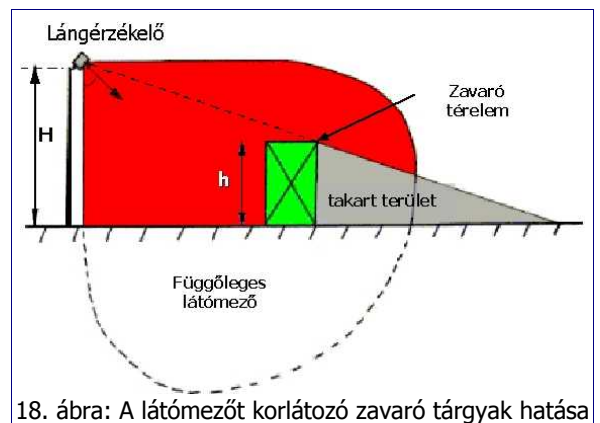
Az optikai lángérzékelők által észlelt elektromágneses sugárzás egyenes irányban fénysebességgel és köztes közvetítő anyag nélkül terjed. Ahogy például egy terebélyes fa lombja csillapítani, blokkolni képes a napsugárzást, és mellesleg kellemes árnyékot biztosít, ugyanúgy a lángérzékelő látómezőjébe 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: $H \geq 2 \times h$ (l. 18. ábra).

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 figyelmeltetése a zavaró állapot megszüntetésére.



16. ábra: A látószög és az érzékenység különbsége



18. ábra: A látómezőt korlátozó zavaró tárgyak hatása

4.3. TETSZŐLEGES MÉRETŰ ÉS TÍPUSÚ LÁNG ÉRZÉKELÉSE

A valós életben általában az a helyzet, hogy nem a szabvány méretű és típusú 0,1 m²-es benzin vagy n-heptán tüzet kell észlelni, hanem valami mást. Hogyan tudjuk akkor meghatározni, hogy az adott érzékelőnket milyen távolságban kell elhelyezni? Sajnos ennek eldöntéséhez az érzékelő EN54-10 szerinti osztályba sorolása sem segít, hiszen az is szabvány méretű és típusú tüzre vonatkozik.

Szerencsére az érzékelő gyártók a tervezők segítségére általában megadják az érzékelők relatív érzékenységét is más típusú anyagokra, valamint az érzékenység távolság függvényében bekövetkező csökkenését is.

Tegyük fel, hogy egy tripla-IR lángérzékelővel egy 1,5 m²-es dízel tüzet szeretnénk észlelni. Hogyan számíthatjuk ki, hogy az érzékelőt legfeljebb milyen távolságban helyezhetjük el a tűz feltételezett forrásától?

1. Az érzékelőn (pl. Spectrex 40/40I) adatlapjából megtudhatjuk, hogy **65 m** távolságból képes észlelni egy 0,1 m²-es benzintüzet.
2. Ha a gyártó megadja, azt is megtudhatjuk, hogy más anyagok lángjaira mennyire érzékeny az érzékelőnk. Sajnos ezt az ún. relatív érzékenységre vonatkozó táblázatot nem minden gyártó publikálja. Esetünkben (40/40I) a 8. táblázat adatait vehetjük alapul. Dízeltűz lángja esetén az érzékenység a benzinhoz képest csak **70 %-os**.
3. Egy 0,1 m²-es dízeltűz lángját tehát **65 m x 0,7 = 45,5 m**-ről képes érzékelőnk észlelni. Esetünkben kicsit jobb lesz a helyzet, hiszen mi 1,5 m²-es dízeltűz lángjára számítunk.

Anyag	A max. távolság %-a
Benzin	100%
N-heptán	100%
JP4	70%
Kerozin	70%
Dízel	70%
Alkohol	60%
IPA	60%
Metanol	55%
stb.	-

8. táblázat: A tripla-IR érzékelő relatív érzékenysége nem szabványos lángokra

4. Ha a gyártó nem segít rajtunk, akkor alkalmazhatjuk az inverz-négyzetes szabályt a 1,5 m²-es tűzhöz tartozó észlelési távolság meghatározásához. Az inverz-négyzetes szabály azonban csak ideális esetben érvényes, hiszen ideális, pontszerű sugárforrást feltételez, és nem veszi figyelembe, hogy minél nagyobb a lángfront felülete, annál nagyobb lesz a levegőben levő vízpára és CO₂ miatti csillapítás, azaz annál kisebb lesz az érzékenység. A gyártók legtöbbször ezért egy további grafikonnal segít a tervezőknek (l. 9. táblázat), mely különböző méretű tüzek esetén mutatja az aktuális „relatív” érzékenységet a szabvány méretű, 0,1 m²-es tűzhöz képest. A grafikomból kiderül, hogy a 1,5 m²-es tűzhöz 295 % tartozik, tehát

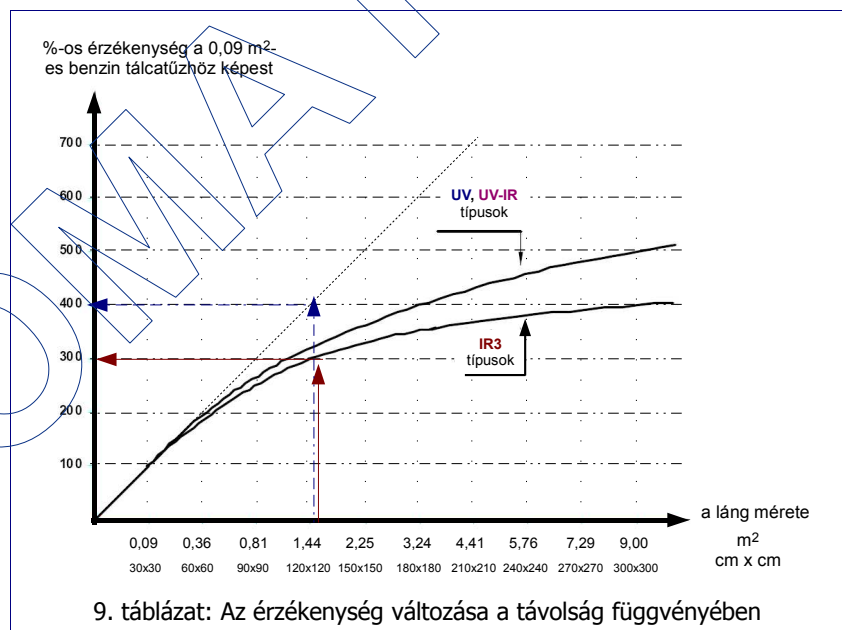
$45,5 \text{ m} \times 2,95 = 134,2 \text{ m}$ távolságból

képes a 40/40I érzékelőnk egy 1,5 m²-es dízeltűz lángját észlelni.

Nem szabad azonban elfelejteni, hogy ez a számítás csak a tengely irányban mért távolságot (érzékenységet) adja meg!

A grafikomból még három dolog megfigyelhető:

1. Jól látszik az inverz-négyzetes szabálynak megfelelő 45°-os egyenes, mely ideális esetben lenne érvényes;
2. Az érzékelők görbéi a kis méretű, 0,1 m²-esnél kisebb tüzek esetén teljesen lineárisak, mivel ebben a tartományban a láng majdnem pontszerűnek tekinthető;
3. Az infra lángérzékelők görbéje laposabb, azaz érzékenységük erősebben csökken, mint az UV vagy UV-IR típusoké. Ez elég nyilvánvaló, hiszen a légköri szén-dioxid csillapító hatása csak az IR érzékelőkre hat igazán, melyek a CO₂ keletkezési csúcspont környékét vizsgálják.



9. táblázat: Az érzékenység változása a távolság függvényében

5. A LÁNGÉRZÉKELŐK KIVÁLASZTÁSA ÉS ELHELYEZÉSE

Egy rutinos tűzjelző rendszer tervező mindig azzal kezdi a munkát, hogy alaposan felméri a védendő helyszín lehetséges tűzkeletkezési helyeit, területeit. Miután ezzel végzett, érdemes veszélyességük alapján sorba állítani a potenciális tűzkeletkezési helyeket. Az így kapott listával a kézben már elkezdhet azon gondolkodni, milyen módon érdemes védeni a különböző helyeket.

Az egyes helyszínek, területek tűzkeletkezési kockázatának megállapításakor több tényezőt kell figyelembe venni:

- Az éghető anyag jelenlétét vagy szivárgásának, elfolyásának valószínűségét;
- A nagy energiatermelő vagy fogyasztó folyamatokat, az elektrosztatikus mezőket;
- Nagynyomású eljárásokat;
- Nagy tömegű éghető anyag jelenlétét;
- Nagy értékű berendezések vagy technológiák meglétét;

A felismert tűzkeletkezési helyekhez meg kell határozni a legmegfelelőbb védelmet, azaz ki kell választani a legmegfelelőbb tűzérzékelőt. Általában lángérzékelőket az alábbi helyeken lehet alkalmazni:

- Magas mennyezetű, viszonylag nyílt terekben, mint például raktárakban vagy repülőgép hangárokban;
- Kültéren illetve egy vagy több oldalán nyitott épületben, ahol a szél vagy huzat miatt az égéskor keletkező füst vagy hő nem tudja elérni a mennyezetet;
- Ahol füstképződés nélküli, gyorsan fejlődő lángoló tűzre lehet számítani. Ilyenek lehetnek a vegyi üzemek gyártó, tároló vagy szállító részei, olaj vagy földgáz kitermelő, feldolgozó és tároló területek, festő műhelyek, éghető anyagokat feldolgozó technológiák vagy repülőgép hangárok,
- Nagy tűzképződési kockázatot jelentő vagy nagy értékű gépsorok, technológiák közelében, ahol a tűz érzékelése automatikus oltórendszer vezérléséhez kapcsolódik;
- Minden olyan területen, ahol a környezeti körülmények más típusú tűzérzékelő használatát kizárják.

Megismerve a különböző, optikai elven működő lángérzékelő működési elvét, az érzékeléssel kapcsolatos fogalmakat, valamint az egyes típusok előnyeit és hátrányait már talán könnyebb helyzetben vagyunk, ha egy adott helyszínhez kell a legmegfelelőbb lángérzékelőt kiválasztanunk.

5.1. A MEGFELELŐ LÁNGÉRZÉKELŐ KIVÁLASZTÁSA

A megfelelő típus kiválasztásához mindenek előtt négy egyszerű, de fontos kérdésre kell válaszolnunk.

A. Milyen körülmények között kell tüzet észlelni?

Mivel a lángérzékelők többsége extrém ipari körülmények közé kerül, ezért ennek a kérdésnek a megválaszolásával már igen sok típust illetve gyártót ki tudunk zárni a körből.

Kültéri vagy közel kültéri alkalmazáshoz olyan IP védettségű illetve olyan vizsgálati eredményekkel rendelkező eszközt kell választanunk, mely biztosan elviseli az extrém környezeti (hőmérséklet, páratartalom, esetleg sós víz, rázkódás stb.) körülményeket.

A lángérzékelők nagy százalékát olyan területeken kell használni, ahol éghető gőzök, gázok fordulhatnak elő a robbanási határértékhez közeli koncentrációban, akár normál, akár csak bizonyos vészhelyzeti szituációkban. Fontos, hogy mindig a védendő területnek megfelelő robbanásbiztos tokozattal rendelkező, ATEX minősített érzékelőt kell alkalmazni, s azt a terület veszélyességének megfelelő módon kell felszerelni és vezetékezni.

B. Milyen anyag égésére kell számítani?

A védendő helyszín előzetes felmérésével meg kell állapítani, melyik éghető anyag okozhatja a legnagyobb veszélyt (pl. szénhidrogének, szerves anyagok, folyadékok vagy gázok), hiszen alapvetően ez fogja meghatározni, hogy milyen típusú lángérzékelőt kell használnunk. Minden anyag égésekor más és más típusú köztes- és végtermékek keletkeznek, ennek következtében lángjuk spektrális összetétele is változik. Olyan típusú érzékelőt kell választani, melynek észlelési sávjai a legjobban egybeesnek az észlelni kívánt anyag égésekor keletkező spektrális eloszláshoz. (Ehhez némi vegyszeti ismeretekre is szükség van, ha a gyártó a kérdéses anyagra nem specifikálja az érzékenységet.)

A hidrogén égése például igen jól észlelhető egy UV érzékelővel, míg egy a 4,4 µm-es sávot, a CO₂ keletkezési spektrumot észlelő IR érzékelő erre nem képes.

C. Milyen zavaró körülmények várhatók a helyszínen?

A tervezőnek alaposan fel kell mérni a védendő helyszínt, és azonosítania kell minden lehetséges, a lángérzékelés szempontjából zavaró sugárforrást. Az egyes lángérzékelő típusok különböző zavarforrásokra érzékenyek, adhatnak tévesen jelzést.

Az UV lángérzékelőknél téves jelzést okozhat az ívhegesztés, villámlás, elektromos szikrák, röntgen sugárzás, napkitörés vagy az izzószálas, a halogén- és a higanygőzlámpák.

Az IR lángérzékelőknél téves jelzést okozhatnak a forró tárgyak (fűtőttest, kemence, fényforrások stb.) keltette periodikusan megszakított sugárzások.

Ívhegesztéskor például erős UV sugárzás keletkezik, melyre az UV érzékelők azonnal bejeleznek, míg az IR vagy a kombinált UV/IR típusok teljesen érzéketlenek.

Lehetnek olyan esetek, amikor a védendő területen levő vagy keletkező zavaró hatások semmilyen módon nem küszöbölhetők ki, emiatt más típusú lángérzékelőt kell választania a tervezőnek. A legtöbb esetben azonban a zavaró, téves jelzést okozó hatások megszüntethetők

- az érzékelő más pozícióba, más irányba szerelésével,
- az érzékelő látómezőjének bizonyos részének kitarásával,
- a gondot okozó technológia, világítás illetve zavarforrás megszüntetésével
- a gondot okozó technológia, világítás illetve zavarforrás áthelyezésével.

„Repetitio est mater studiorum” mondja a latejner műveltségű egyemista az u.v. (nem UV, pláne nem IR!) csekkal a kezében, úgyhogy foglaljuk össze mi is egy táblázatban még egyszer, amit a különböző típusú érzékelőkről eddig megtudtunk.

Érzékelő	Alkalmazás	Előny	Hátrány / korlát
IR	- Szénhidrogén tüzek - Beltér	- Közepes sebesség - Közepes érzékenység - Napsugárzásra érzéketlen - Alacsony ár	- Hajlamos téves jelzésre (lobogó IR sugárforrás jelenlétében)
UV	- Szénhidrogének - Hidrogén, szilán, ammónia és más hidrogén alapú éghető anyagok - Fémtüzek - Beltér	- Gyors - Közepes érzékenység - Napsugárzásra érzéketlen - Forró testek nem befolyásolják - Alacsony ár	- Zavaró UV források esetén hajlamos téves jelzésekre (ívhegesztés, elektromos szikrák, halogén lámpák stb.) - Sűrű füst, gőz, pára vagy az érzékelő ablakán lerakódó zsíros, olajos szennyeződés blokkolja az érzékelőt.
UV/IR	- Szénhidrogének - Hidrogén, szilán, ammónia és más hidrogén alapú éghető anyagok - Fémtüzek - Beltér és kültér	- Közepes sebesség - Közepes érzékenység - Alacsony téves jelzés arány - Napsugárzásra érzéketlen	- Adott UV/IR arányú zavaró sugárforrás téves jelzést okozhat. - Sűrű füst, gőz, pára vagy az érzékelő ablakán lerakódó zsíros, olajos szennyeződés blokkolja az érzékelőt.
Tripla-IR	- Szénhidrogén tüzek - Beltér és kültér	- Közepes sebesség - Nagyon nagy érzékenység - Minimális téves jelzési arány - Nagy érzékelési távolság - Napsugárzásra érzéketlen	- Nagyon ritka esetekben, rövid hullámhossz tartományú IR sugárforrás megzavarhatja a működését.
CCTV: Tripla-IR + Videó	- Szénhidrogén tüzek - Beltér és kültér	- Színes videó kép - Részletes információ a veszélyes területről - Képet ad a védett területről az esemény minden fázisában - A videó-jel automatikus bekapcsolása tűz észlelésekor - Közepes sebesség - Legnagyobb érzékenység - Minimális téves jelzési arány - Nagy észlelési tartomány - Napsugárzásra érzéketlen	- Nagyon ritka esetekben, rövid hullámhossz tartományú IR sugárforrás megzavarhatja a működését. - Viszonylag drága
Hidrogén	- Hidrogén tüzek	- A hidrogén lángolását észleli - Nagy észlelési tartomány - Téves jelzésekre érzéketlen - Napsugárzásra érzéketlen	- Szénhidrogén tüzek észlelésére nem alkalmas!

D. Milyen gyorsan kell észlelni a tüzet?

Majdnem minden tűzérzékelő tartalmaz valamilyen fajta integráló, kiértékelő vagy késleltető elemet - áramkörileg vagy programozottan megoldva -, mely használatával kiszűrhetők a rövid idejű, esetleg téves jelzést is kiváltó átmeneti hatások. Jó példa erre a láng lobogását figyelő áramkör (vagy programrész), melynek működéséhez (vagy kiértékeléséhez) bizonyos idő szükséges, hogy az alacsony frekvenciás intenzitás változások alapján dönteni tudjon: igazi tűzről vagy egy zavaró sugárforrásról érkezett-e a sugárzás. A láng lobogását is figyelő érzékelő természetesen nem fog azonnal reagálni egy felgyülemlett gáz vagy gőztömeg hirtelen berobbanására. Ennek ellentétére lehet példa egy szikraérzékelő, melynek sokszor egy-egy 100m/sec sebességgel az érzékelő előtt elhaladó izzó részecskét kell tudni azonnal és megbízhatóan detektálni. Vannak tehát olyan alkalmazások, melyeknél a legkisebb késedelem is hatalmas károkat eredményezhet a tűz hirtelen kialakulása és gyors terjedése miatt. Más esetekben, ahol lassabb tűzterjedéssel lehet számolni, megfelelő lehet egy, a beépített integrálás, kiértékelés miatt lassabban reagáló lángérzékelő, mely kisebb téves jelzési aránnyal, megbízhatóan képes a területen keletkező tüzeket jelezni.

5.2. A LÁNGÉRZÉKELŐK ELHELYEZÉSE

Miután a körülmények, az éghető anyag, a helyszín és az észlelés sebessége alapján kiválasztottuk a megfelelő típusú lángérzékelőt, el kell döntenünk, hogy a kiválasztott típusból hány darabbal, milyen pozíciókba és milyen irányba szerelve tudjuk a védendő terület minden olyan pontját lefedni, ahol tűz keletkezésével kell vagy lehet számolni. Ennek meghatározásához újabb két kérdésre kell válaszolnunk (minimum).

A. Mekkora tűzre lehet számítani?

A várható tűz (lángfront) mérete határozza meg, hogy a kiválasztott érzékelőt legfeljebb milyen távolságban helyezhetjük el a tűzkeletkezés feltételezett helyétől. A kiválasztott érzékelő látómező görbéjét a várható tűz méretéhez igazítva igyekezzünk lefedni a védendő területet. Az eredményül kapott ábra alapján kiderül, kell-e további érzékelőket alkalmazni, illetve, ha az érzékelő lehetőséget ad rá, kell-e módosítani az eszköz érzékenységi beállításán?

A 19. ábrán két különböző érzékelő elrendezést alkalmaztunk egy adott méretű védendő területre. Jól látszik az ábrákból, hogy az érzékelők pozíciója függvényében változik az érzékelőkkel nem védett, lefedetlen területek mérete és elhelyezkedése. Mindig az adott helyszín fog választ adni arra, hogy melyek lehetnek a nem szükségképpen védendő területek (pl. olyanok, ahol nem kell tűz kialakulásával számolni).

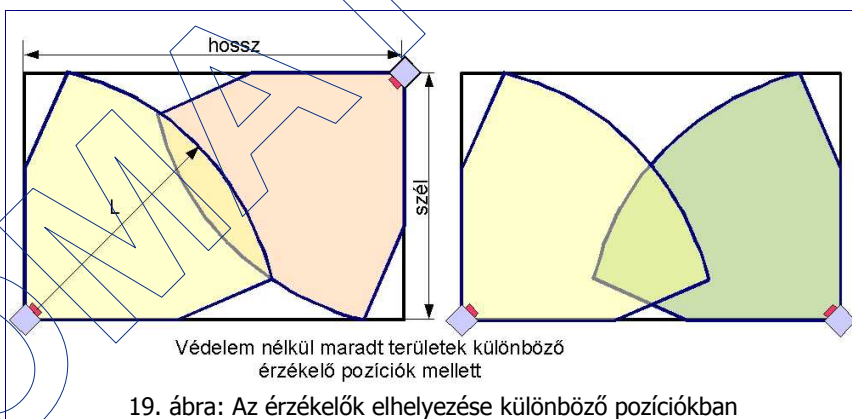
A védhető terület méretének megítéléséhez nyújt segítséget a szomszédos táblázat. Tételizzük fel, hogy a jól ismert 0,1 m² benzintűz kialakulására számíthatunk.

- Ha a területet 2 db UV érzékelővel védjük, melyek ezt a méretű és típusú tüzet 15 m távolságból észlelik, akkor ezekkel csak 20 x 14,5 m-es területet tudunk lefedni.
- Egy tripla-IR érzékelővel ugyanez a típusú és méretű tűz 60 m távolságból, észlelhető, így a védhető terület két érzékelővel 85 x 56,5 m-re adódik, mely kb. 16-szoros (!) különbség.

Figyelem! Természetesen a jelzési zóna területére vonatkozó max. 1600 m² értéket is figyelembe kell venni!

Ha a tervezési fázisban már az látszik, hogy veszély esetén csak kisebb méretű tüzre lehet számítani, pl. negyed akkorára, 0,025 m²-esre, akkor mindkét érzékelő esetében a megengedett legnagyobb „L” távolság közel feleződik (csak az inverz négyzetes szabállyal kalkulálva). Ebben az esetben a következő értékek adódnak a védhető terület méretére.

A kérdés persze általában fordítva vetődik fel, nevezetesen: hány darab, adott érzékenyséű (adott látómezővel rendelkező) érzékelővel védhetünk egy adott méretű területet? Ne felejtjük el a várható tűz méretének (és esetleg típusának) megfelelően módosítani a látómező méretét is (ld. inverz négyzetes szabály). Ha tehát az érzékelő adatlapján (vagy az EN54-10 vizsgálata alapján) szereplő vizsgálati tűz méreténél kisebbre is jelezni kell, akkor ennek megfelelően csökkentenünk kell a látómező méretét is.



19. ábra: Az érzékelők elhelyezése különböző pozíciókban

Ha **L=15 m** (pl. UV érzékelő 0,1 m²-es benzintűzre), akkor kb.
hossz=20 m, szél=14,5 m, terület=290 m²

Ha **L=60 m** (pl. tripla-IR érzékelő 0,1 m²-es benzintűzre), akkor kb.
hossz=85 m, szél=56,5 m, terület=4800 m²

Ha **L=7,5 m** (pl. UV érzékelő 0,025 m²-es benzintűzre), akkor kb.
hossz=10 m, szél=7 m, terület=70 m²

Ha **L=30 m** (pl. tripla-IR érzékelő 0,025 m²-es benzintűzre), akkor kb.
hossz=42,5 m, szél=28 m, terület=1190 m²

A fejezet elején feltett „Mekkora tűzre lehet számítani” kérdés tehát magában foglalja a „Milyen érzékenyséű lángérzékelőre van szükség”, „Mekkora a távolság az érzékelő és az észlelendő tűz között”, valamint a „Milyen az érzékelő látómezője” kérdéseket is.

B. Akadályozza-e valami az érzékelést?

Nem csak az érzékelőnk érzékenysége és a tűz (lángfront) mérete, hanem a kettő közötti közeg és az optikai felületeken keletkező anyaglerakódások is döntően befolyásolják, hogy milyen távolságból képes érzékelőnk észlelni a lángot. A levegőben lebegő anyagok (pára, por, hideg CO₂) vagy az érzékelők optikai felületein lerakódó aeroszokok, olajos, zsíros szennyeződések jelentősen csillapíthatják a sugárzást a különböző hullámhosszakon:

- az UV tartományban leginkább a vastag füst, szmog, szénhidrogének gőzei vagy az érzékelő ablakán lerakódó olaj, zsír okozhatnak csillapítást, míg
- az IR tartományban az optikai felületeken lecsapódó pára vagy a ráfagyó jég csökkenti az érzékenységet.
- Mindkét hullámhossz tartományt csillapítja a síküveg, ezért az UV érzékelők ablaka általában kvarcból, míg az IR érzékelőké zafírból készül. (Ezért soha ne tegyük a lángérzékelőket pl. egy kültéri kamera házába!)

Mivel ezeknek a hatása előre nehezen kalkulálható, a tűzjelző rendszer tervezőjének és/vagy telepítőjének érdemes két dolgot tenni:

- A várható tűz mérete, típusa és az inverz négyzetes szabály alkalmazásával kiszámolt észlelési távolságot a környezet szennyezettségével fordított arányban csökkenteni kell. Minél távolabbról szeretnénk egy nagyobb méretű tüzet észlelni, annál inkább fog dominálni az érzékelő és a tűz közötti közeg csillapító hatása.
- Nagyon szennyezett környezetben illetve kültéren, ahol az optikai felületek elszennyeződését vagy a páralefagyást máshogy nem lehet elkerülni, a felületek tisztán tartását biztosító megoldást (ld. 5.3.6. fejezet) vagy fűtött optikával rendelkező érzékelőt kell választani (pl. 20/20XI).

Természetesen az akadályok közé sorolhatók az érzékelők látómezőjébe belógó, abból területeket kitakaró berendezési tárgyak is, melyek esetleg a telepítés után kerülnek a helyszínre. Alapvetően a rendszer üzemeltetője felelős azért, hogy a tűzjelző megbízhatósága ne romoljon, azaz pl. ne kerüljenek a látómezőn belülrre olyan tárgyak, melyek a tűz észlelését ellehetetlenítenék. Ezt a karbantartó is köteles ellenőrizni, és felhívni az üzemeltető figyelmét a helyzet megszüntetésére.

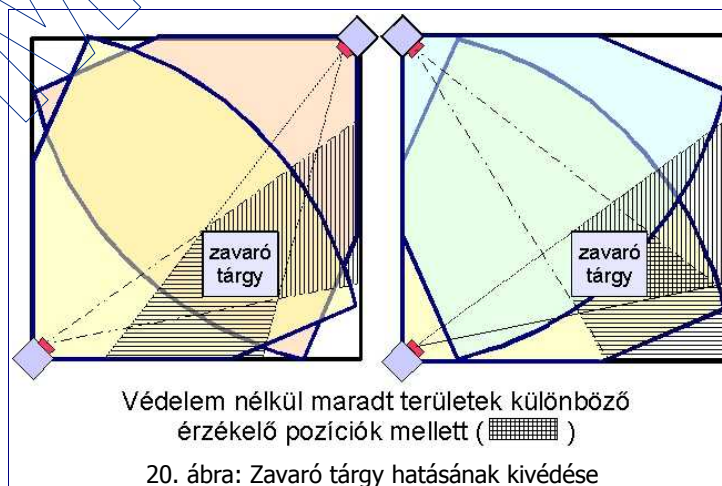
5.3. LÁNGÉRZÉKELŐ ELHELYEZÉSI TÍPPEK

5.3.1. LÁTÓMEZŐ, VÉDENDŐ TERÜLET LEFEDÉSE ÉS EGYÉB CSILLAPÍTÁSOK, ZAVARÓ TÉNYEZŐK BEKALKULÁLÁSA

A 19. ábrához képest sokkal jobb lefedést biztosíthatunk a 20. ábra mindkét érzékelő elrendezésével. Mindkét esetben csak minimális területek maradnak ki a védelemből. Ezekkel a „szorosabb” elrendezésekkel a korábbinál csak kisebb területek védhetők megfelelően.

Ha **L=15 m** (pl. UV érzékelő 0,1 m²-es benzintűzre), akkor kb. hossz=14,5 m, szél=14,5 m, terület=210 m²

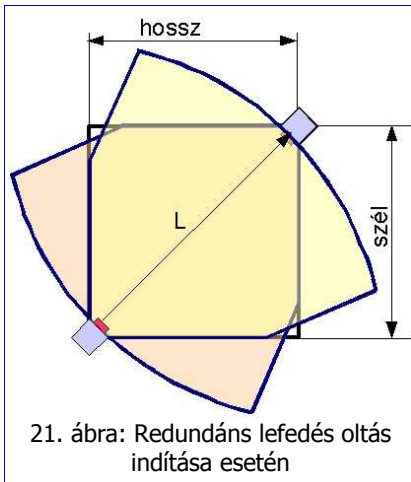
Ha **L=60 m** (pl. tripla-IR érzékelő 0,1 m²-es benzintűzre), akkor hossz=56,5 m, szél=56,5 m, terület=3200 m²



A 20. ábra azonban valami másra is utal. Attól függően, hogy az érzékelőket milyen pozíciókba szereljük, kivédhetjük vagy csökkenthetjük az érzékelők látómezőjében elhelyezkedő zavaró tárgy(ak) sugárzást blokkoló hatását. Jól látszik, hogy a bal oldali esetben valamelyik érzékelő mindenképpen képes észlelni a másik érzékelő számára takart, láthatatlan területen keletkező tüzet. A jobb oldali elrendezés esetén lesz egy, mindkét érzékelő számára láthatatlan terület a helyiség egy olyan részén, ahol egyébként tűz kialakulására is számítani lehet.

5.3.2. VÉDENDŐ TERÜLET LEFEDÉSE OLTÁS INDÍTÁS ESETÉN

Elég gyakori eset, hogy lángérzékelők jelzései indítják a terület beépített automatikus oltórendszerét vagy rendszereit. Az oltórendszerekre vonatkozó ajánlások szerint (általában) legalább két független automatikus érzékelő jelzése szükséges az oltó kimenet aktiválásához, azaz az oltóanyag kiáramlásához. (Némely szakirodalomban a „kettős jelzés”, „koincidencia jelzés” vagy „együttes jelzés” fogalmakkal is találkozhatunk.)



21. ábra: Redundáns lefedés oltás indítása esetén

Lángérzékelőkkel indított oltás esetén akkor járunk el helyesen, ha az oltás indításában résztvevő érzékelők azonos területet figyelnek. Ellenkező esetben előfordulhatna, hogy a kialakuló tűz csak az egyik érzékelő látómezejében jelenik meg, így elmaradna az oltás.

A két érzékelő jelzésével indított oltás amellet, hogy nagyobb biztonságú oltást eredményez (egy érzékelő téves jelzése miatt nem vész kárba az általában drága oltóanyag), bizonyos körülmények között az oltás késleltetését is jelenti. Az érzékelők elhelyezésének tervezésekor erre is figyelemmel kell lenni, fontos úgy meghatározni az érzékelők pozícióit, hogy mindegyikük zavartalanul „lássa” a védendő terület egészét.

A 21. ábrán látható 2 db lángérzékelő teljes látómező átfedéssel felügyeli az adott területet. Érdemes összehasonlítani az ábrához tartozó táblázat adatait a 19. és

Ha L=15 m (pl. UV érzékelő 0,1 m ² -es benzintűzre), akkor hossz=10,6 m, szél=10,6 m, terület=112 m ²
Ha L=60 m (pl. tripla-IR érzékelő 0,1 m ² -es benzintűzre), akkor hossz=42,5 m, szél=42,5 m, terület=1806 m ²

20. ábrához tartozó táblázat adataival. Jól látható, hogy oltás indítás esetén a 2 db érzékelővel tulajdonképpen csak 1 db érzékelőnyi terület védhető, ami, az előzmények ismeretében, nem is olyan meglepő.

Amennyiben egy adott terület csak több lángérzékelővel védhető és igény van oltás indításra is, akkor az érzékelőket úgy kell elhelyezni, hogy az érzékelők látómezőinek közös része teljesen lefedje az oltandó területet (ld. később a 23. ábrán).

5.3.3. A LÁNGÉRZÉKELŐK OPTIMÁLIS SZERELÉSI MAGASSÁGA

A lángérzékelőknél olyan fogalom mint a füst- és hőérzékelőknél megismert maximális szerelési magasság nem létezik. (és mégis!) A szerelési magasságot alapvetően az érzékenység és az észlelni kívánt tűz mérete határozza meg, mivel az érzékelő az elektromágneses sugárzást észleli.

Beltéren a lángérzékelők szerelhetők oldalfalra, a fal és a mennyezet találkozási pontjába vagy akár a mennyezetre is. Az elhelyezés egyetlen kritériuma, bel- és kültéren egyaránt, hogy a felszerelési pontból az érzékelő zavarmentesen „láthassa” a látómezőjében keletkező feltételezett méretű tüzet. Ennek alapján egy tripla-IR érzékelőt, mely 60 m-ről képes észlelni egy 0,1 m²-es benzintűzet, akár 60 m magasra is elhelyezhetnénk (elég nonszensz, de csak a példa kedvéért), ha látómezője a teljes védendő területet takarja.

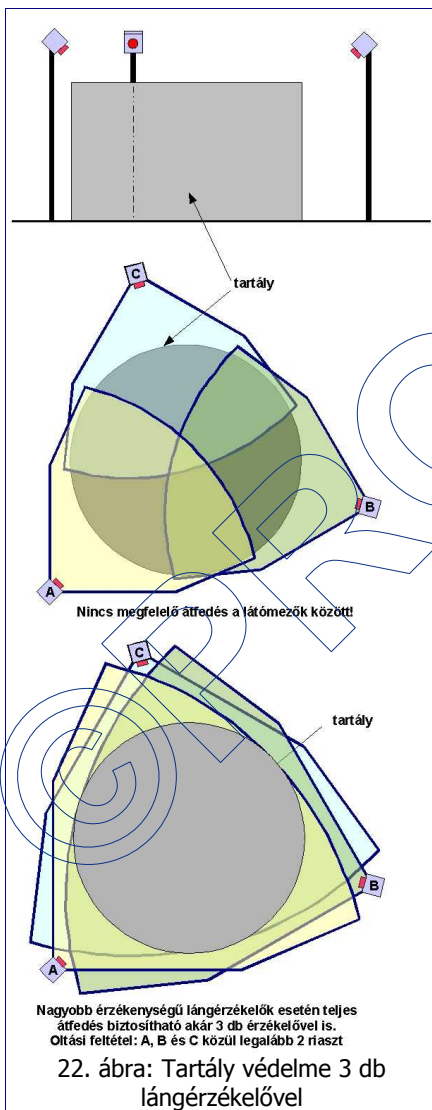
De az sem kizárt, hogy egy 15 m-re „látó” lángérzékelőt szerelünk 60 m magasra, ha az észlelendő tűz ebben a 15 m-es látómezőben keletkezhet.

Amennyiben a helyszín megengedi, érdemes a lángérzékelőket legalább kétszer olyan magasan elhelyezni, mint a helyszínen található legmagasabb zavaró tárgy mérete (l. korábban 18. ábra). Ezzel a megoldással minimalizálhatjuk a legjobban az észlelésből kitakart, az érzékelő számára láthatatlan területeket.

5.3.4. TAKARÁS (KÜLÖN OLTÓKÖRÖK, ZÓNÁK ESETÉN)

Elég gyakran alkalmazzák a robbanásbiztos kivitelű lángérzékelőket az olaj- és gáziparban kültéren, fix vagy úszótetős tartályok védelmére. Ezeknél a tartályoknál a tetőrész szigetelésének hibája miatt kialakuló szivárgás miatt alakulhat ki tűz a tető peremrészén. A lángérzékelőket így általában külső oszlopra kell szerelni úgy, hogy látómezőik lefedjék a tető teljes felületét.

A 22. ábrán 3 db lángérzékelő védi a tartályt. A lángérzékelők érzékenységétől függően részleges (középső rajz) illetve teljes (alsó rajz) lefedést lehet biztosítani. A teljes lefedés lehetőségét ad arra is, hogy 2 db érzékelő jelzésével elindítsuk a tartály oltását is. Az oltás indítás logikai feltétele ebben az esetben:



22. ábra: Tartály védelme 3 db lángérzékelővel



23. ábra: Tartályvédelemre alkalmazott tripla-IR lángérzékelő

Oltás indítás= AxB + BxC + CxA (22. ábra), azaz bármelyik 2 érzékelő jelzésére indul az oltás, hiszen mindegyik érzékelő „látja” a teljes tartály tetejét (x= logikai ÉS, += logikai VAGY operátor).

Ha kisebb érzékenyséű érzékelőt választunk, vagy akkora méretű a tartály, hogy 3 db érzékelővel nem tudjuk biztosítani a teljes lefedettséget, akkor a 23. ábra szerinti 4 db érzékelős megoldást is választhatjuk. Ebben az esetben, ha két szomszédos érzékelővel a tartály felső felületének nagyobb, mint negyedét le tudjuk fedni (l. alsó rajz), akkor az oltás indítás logikai feltétele az alábbiak szerint módosul:

Oltás indítás= AxB + BxC + CxD + DxA + AxC + BxD (24. ábra)

(A Notifier AMx000 központoknál ez a feltétel egyszerűen az XGRP függvény használatával létrehozható! Az A, B, C és D lángérzékelők TÚZ relé kimeneteit fogadó monitor modulokat egy csoportba szervezzük, majd a csoportra alkalmazzuk az XGRP függvényt, mely akkor ad „Igaz” értéket, ha bármely két eleme a csoportból riasztást jelez.)

Ha egy adott területen több független, lángérzékelők jelzésével indított oltórendszer működik, akkor arra is figyelni kell, hogy az egyes oltórendszerekhez tartozó lángérzékelők a szomszédos területen keletkező tűzre ne reagáljanak. Ez a feltétel nem mindig teljesíthető az érzékelők megfelelő orientálásával, érzékenység állításával, gyakran szükség lehet az érzékelő látómezőjének korlátozására megfelelően elhelyezett mechanikai árnyékoló elemekkel. Ilyen jellegű problémák tartálycsoportok vagy veszélyes üzemű gyártósorok esetén merülhetnek fel a leggyakrabban.

5.3.5. DÖNTÖTT SZERELÉS



25. ábra: Oszlopon, döntve szerelt tripla-IR lángérzékelő

Az érzékelők optikáján a szennyeződések lerakódását úgy előzhetjük meg a legegyszerűbben, ha az érzékelőt függőlegesen lefelé (pl. mennyezetre) vagy egy kicsit döntve szereljük fel. Egy mind vízszintesen, mind függőlegesen 90°-os látószöggel rendelkező érzékelő esetében általában a legjobb lefedést akkor érhetjük el, ha az érzékelőt a helyiség sarkába, a függőlegestől 45°-ban elfordítva szereljük fel. Amennyiben a szennyeződések lerakódása az érzékelő megdöntésével sem kerülhető el, akkor gyakoribb karbantartási munkákkal (tisztítás, érzékenység ellenőrzés) kell kalkulálni vagy meg kell próbálni más módon megakadályozni a szennyeződést (l. 5.3.6. fejezet).

5.3.6. AZ OPTIKA SZENNYEZŐDÉSÉNEK MEGAKADÁLYOZÁSA

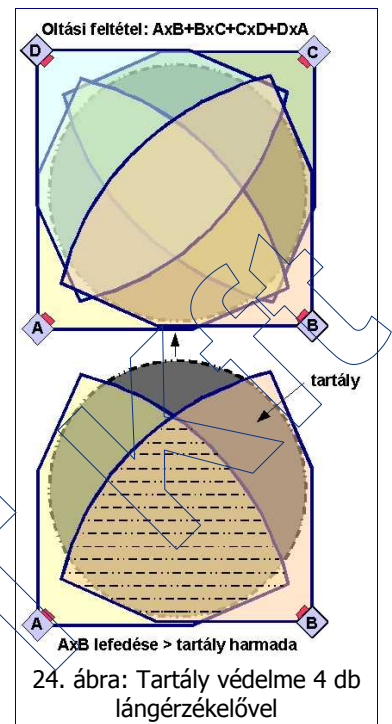
Minden olyan területen, ahol számítani lehet arra, hogy a levegőben lebegő anyagok, aeroszolok az érzékelő optikáját elszennyezik, és ezáltal az érzékelő érzéketlenebbé válik a rendszeres karbantartások között, gondoskodni kell az optikai felület (ablak, lencse) folyamatos tisztán tartásáról. Erre általában két lehetőség adódik:

- vagy az érzékelő rendelkezik egy beépített ún. „ablak tisztaság ellenőrző” funkcióval, melynek segítségével képes az elszennyeződést automatikusan (vagy külső parancs) hatására jelezni az őt felügyelő tűzjelző központ felé,
- vagy az optikai felület tisztán tartását egy külső egységgel biztosítják.

Az első módszer a Spectrex lángérzékelőknél az egyszerű „beépített ellenőrzési lehetőség” (BIT: Built-In Test) nevet kapta. Bizonyos érzékelő típusok (-B végződésűek) képesek folyamatosan, bizonyos időközönként vagy külső jel hatására ellenőrizni az optikai felület tisztaságát. Adott mértékű elszennyeződés esetén hibajelzést adnak a központ felé. A módszert akkor érdemes használni, ha a helyszín nem túl szennyezett vagy a szennyezés nem áll fenn folyamatosan.

A második módszerhez folyamatosan sűrített levegőt kell biztosítani és csővezetékén az érzékelő optikája elé kell vezetni (ld. 26. ábra). Az érzékelő optikája előtt kialakuló légáram „elfújja” a szennyeződések az optika elől. E módszer különösen szennyezett helyeken vagy olyan esetekben ajánlott, amikor az érzékelők tisztítás miatti megközelítése elég körülményes. Nem teljesen biztos módszer, hiszen maga a sűrített levegő árama nem ellenőrzött.

A lángérzékelőknél, mint minden más sugárzás érzékelő eszköznél, azonban óvakodni kell az olyan jellegű szennyeződés elleni védelemtől, amikor az eszközt egy átlátszó, pl. üveglappal ellátott védődobozba szereljük. Rossz esetben a védőüveg pont az érzékelő észlelési hullámhosszain csillapítja a sugárzást. Csak kifejezetten az érzékelőhöz ajánlott és tanúsított védődoboz vagy szerelvény használható ilyen célra (UV érzékelők esetén általában kvarc, IR érzékelők esetén általában zafir).



24. ábra: Tartály védelme 4 db lángérzékelővel



26. ábra: Sűrített levegős pajzs

6. A SPECTREX KÍNÁLAT

A Spectrex gyár SharpEye 20/20 lángérzékelő családja hosszú időn keresztül quasi ipari szabványnak számított. A nyomásálló tokozattal rendelkező 20/20 család, valamint a normál vagy gyújtószikramentes kialakítású 20/20M (mini) család lángérzékelői a legextrémebb viszonyok között is megbízhatóan működtek. A 2010-es évre a 20/20 családot felváltotta a 40/40 sorozat, míg a mini sorozatból csak a tripla-IR és a kombinált UV-IR érzékelők maradtak a palettán.

6.1. A 40/40 SOROZAT

A 20/20 sorozathoz képest a 40/40 sorozat jelentős előrelépést jelent. Az új érzékelők ablakának fűtése megakadályozza a páralecsapódást és jegesedést, melyek korábban gyakran téves jelzéshez vezettek. Az érzékelők megbízhatósága javult (MTBF: 150.000 óra), látószögük növekedett, míg súlyuk jelentősen csökkent (Al ház: 1,2 kg). Megmaradt azonban a számos kimeneti opció, melyek segítségével az érzékelők rugalmasan illeszthetők az adott tűzjelző vagy oltásvezérlő központhoz, valamint a beépített ellenőrzési lehetőség (az UV és UV-IR érzékelőknél csak a -B típusoknál). A relék, a 0-20 mA-es áramkimenet vagy az RS485 interfész megfelelő kombinációját a rendelésnél választhatjuk ki, bár általában a gyári beállítás az alkalmazások döntő hányadánál megfelelő.

A család tagjai a vevő által specifikált beállítással érkezik, illetve az RS485 interfészen keresztül csatlakoztatott WinHost programmal bármikor átállíthatók az adott alkalmazás igényeinek megfelelően (tárolt/követő működés, jelzés verifikálás, érzékenység stb.). A 40/40 család közös jellemzői a 10., míg az eszközök érzékenysége a 11. táblázatban található.

A 40/40 család a szimpla UV és IR, valamint kombinált UV-IR és tripla-IR típusokon kívül kibővült a 4 db hullámhossz tartományt figyelő ún. multi-IR típusúval is, mely mind a szénhidrogén, mind a hidrogén tüzek megbízható, nagy távolságú észlelésére alkalmas.

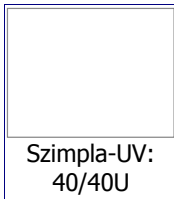
A telepítők, karbantartók dolgát hasznos kiegészítő eszközök, szerelvények segítik. A szerelő konzolok minden irányban 60 °-os állítást tesznek lehetővé, a lézer mutató az érzékelők pozicionálását könnyíti meg a telepítésnél, az esővédő és a levegő pajzs az elszennyeződéstől védi az érzékelők ablakát, míg a különböző tűz-szimulátorok az érzékelők helyszíni ellenőrzését teszik lehetővé a karbantartások során.

Az összes érzékelő ATEX és FM minősített, és EN54 tanúsítvánnyal rendelkezik. A gyártó minden eszközére 5 év garanciát biztosít.

Általános jellemzők	
Érzékelési idő	Átlag 3-10 sec (állítható jelzés verifikációval)
Látószög	ált. 100° v. -95° f. (kivéve 20/20CTIP függőleges videó= 65°)
Beépített ellenőrzési lehetőség	Kézi és automatikus (az -I, -M, -R, -UB, -LB, -L4B típusoknál)
Hőmérséklet tartomány	-50 - +75 °C (opcionálisan: +85 °C)
Megengedett páratartalom	Max. 95% nem kondenzálódó
Megbízhatóság	MTBF: 150.000 óra (meghibásodások közötti idő)
Garancia	5 év
Elektromos jellemzők	
Működtető feszültség / Áramfelvétel	18 – 32 V= / nyug.:100 – riasztás: 150 mA (fűtéssel: +50 mA)
Villamos csatlakozások	2 x M25 x 1,5 mm ISO vagy 2 x 3/4" - 14NPT
Elektromos bemeneti védelem	MIL-STD-1275A szerint
Elektromágneses kompatibilitás	EMI/RFI védett, CE jelölés
Kimenetek	
Relék	Riasztás relé: 2 A @ 30V=; 0,5 A @ 250V≈ Hiba (nyugalomban húzva) és Kiegészítő relék: 5 A @ 30V= vagy 250V≈
0-20 mA áramjel HART protokollal	Áram-adó vagy áram-vevő beállítás Lépcsős áramjel
RS-485 interfész	Modbus kompatibilis: telepítéshez, adatgyűjtéshez, felügyelethez
Mechanikai jellemzők	
Méret / Súly	90 x 114 x 156 mm / – Rozsdamentes acél ház: 2,5 kg - Al ház: 1,2 kg
Víz- és pormentesség	IP66 és IP67 az EN60259 szerint
Ex minősítések (ATEX)	EX II 2GD, EExde IIB + H2 T5 (75 °C), T4 (85 °C)
Tanúsítások	EN54-10

10. táblázat: A 40/40 sorozat közös jellemzői

6.1.1. SZIMPLA-UV LÁNGÉRZÉKELŐ: 40/40U ÉS 40/40UB



Szimpla-UV:
40/40U

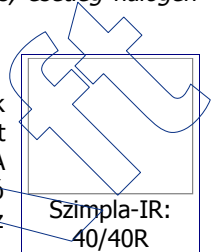
A 40/40U és 40/40UB lángérzékelőket a tüzek során illetve a robbanásokor keletkező nagy energiájú UV sugárzás azonnali észlelésre fejlesztették ki. A lángérzékelők vizsgálatánál használt 0,1 m²-es tálcátüzet az UV érzékelők 3 másodpercen belül képesek észlelni. Beépített ellenőrzési lehetőség a 40/40UB típusban.

Az érzékelő előnyösen használható hidrogén, hidrogén alapú éghető anyagok, ammónia, szilán és más szerves anyagok égésének észlelésére. A napsugárzásból származó téves jelzéseket az érzékelőben alkalmazott speciális logikai áramkör segít kiszűrni.

Figyelem: Véletlen, nagy energiájú UV sugárforrások mint a villámlás, az ívhegesztés, esetleg halogén lámpák téves jelzést okozhatnak.

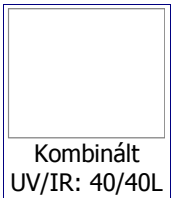
6.1.2. SZIMPLA-IR LÁNGÉRZÉKELŐ: 40/40R

A 40/40R típusú IR lángérzékelő kifejezetten beltéren ajánlott, szénhidrogén származékok és gőzök lángolásának észlelésére 10 másodpercen belül. Az eszközben levő IR érzékelő és a 4,4 µm sáv környékét átengedő optikai szűrő a szénhidrogének égésekor döntően keletkező CO₂ kibocsátási sávot figyeli. A helyszínen található IR sugárforrások, radiátorok vagy a közvetlen illetve reflektált napsugárzás zavaró hatásait az érzékelő fejlett láng-elemző algoritmus hatékonyan képes megkülönböztetni a valós tűz lángjától. Beépített ellenőrzési lehetőséggel rendelkezik.



Szimpla-IR:
40/40R

6.1.3. UV/IR LÁNGÉRZÉKELŐ: 40/40L, 40/40LB ÉS 40/40L4, 40/40L4B



Kombinált
UV/IR: 40/40L

A kombinált UV/IR típusok két változata létezik:

- a 40/40L és -LB típusok egy napfényre érzéketlen UV és egy, a 2,7 µm sávban észlelő IR érzékelőt tartalmaznak, így egyaránt alkalmazhatók szénhidrogén, hidrogén és fémtüzek lángjaihoz.
- a 40/40L4 és -L4B típusoknál az IR tartományban egy 4,3 µm sávban dolgozó érzékelőt találunk, így ezekkel kizárólag csak szénhidrogén tüzek észlelhetők.

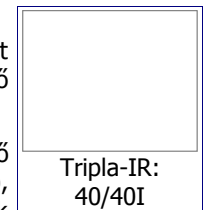
Az érzékelők észlelési ideje kb. 20 másodperc. A -B típusok beépített ellenőrzési lehetőséggel rendelkeznek.

6.1.4. TRIPLA-IR LÁNGÉRZÉKELŐ: 40/40I

A legmodernebb technikát alkalmazó érzékelők nagy érzékenységgel és nagy távolságú tűzészlelést biztosítanak, gyakorlatilag téves jelzésektől mentesen. Az alkalmazás igényeitől függően 4 különböző érzékenység választható.

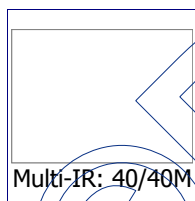
A szabadalmaztatott érzékelő áramkör a 4 és 5 µm között 3 szűk sávban figyeli és értékeli ki a beérkező infra sugárzás intenzitását, valamint a sugárzás energiájának 1-10 Hz-es változását (a láng lobogását), majd a beérkező jeleket egymáshoz képest és időben megvizsgálva hozza meg a döntését. Az érzékelők nagy biztonsággal használhatók szénhidrogén tüzek észlelésére kültéren és beltéren egyaránt.

A tripla-IR típusok nagy észlelési távolsága (65 m) lehetővé teszi, hogy egyazon területen jóval kevesebb érzékelővel lehessen ugyanolyan biztonságú védelmet kialakítani. Ez egyrészt a telepítés anyagköltségét, másrészt a munkaráfordítást is jelentősen csökkenti.



Tripla-IR:
40/40I

6.1.5. MULTI-IR LÁNGÉRZÉKELŐ: 40/40M



Multi-IR: 40/40M

A Spectrex legújabb érzékelője 4 különböző hullámhosszat figyel az IR tartományban. Mivel mind a CO₂ képződési csúcsonál (4,5 µm) és közelében, valamint az OH képződési csúcsonál (2,7 µm) és közelében figyeli a beérkező sugárzást, így a szénhidrogének és a hidrogén tüzek észlelésére is alkalmas, beltéren és kültéren egyaránt.

Az érzékenység 4 fokozatban állítható. A legérzékenyebb állásban benzín vagy n-heptán tüzet 65 m-ről, hidrogén tüzeket 30 m-ről képes észlelni az érzékelő, gyakorlatilag téves jelzések nélkül.

6.1.6. TRIPLA-IR+VIDEÓ LÁNGÉRZÉKELŐ: 20/20CTIP

A színes videó kamerával kiegészített 20/20CTIP használatával a keletkezett tűz pontos helye, kiterjedése és ezáltal a veszély nagysága pillanatokon belül meghatározható. Az eszköz által szolgáltatott képi információ alapján a rendszer kezelője azonnali és pontos döntést hozhat a további teendőkről.

Az eszköz szabványos videó felügyeleti rendszer részeként is működhet, minden további átalakítás nélkül.



Tripla-IR+Videó:
20/20CTIP

6.2. A 20/20 MINI SOROZAT

Nem robbanásveszélyes területeken az alkalmazás igényeinek megfelelően jól használhatók a SharpEye Mini lángérzékelői, melyek között megtalálhatjuk a tripla-IR és a kombinált UV-IR típusokat. A Mini sorozat eszközeit



UV/IR: 20/20ML

- az olcsó ár,
- a lényegesen kisebb fogyasztás (nyugalmi: 25-40 mA, riasztási: 50-70 mA, típustól függően)
- a kisebb méret (100 x 100 x 62 mm),
- a kisebb súly (1,2 kg), ám a mégis robusztus, rozsdamentes acélból készült tokozat jellemzik.

Tripla-IR:
20/20MI

A nem robbanásveszélyes területeken használható érzékelők a normál sorozat eszközeihez hasonlóan relé kimenetekkel rendelkeznek, míg a gyújtószikramentes változat 4-20 mA áramkimenettel.

6.3. A SHARPEYE 40/40 LÁNGÉRZÉKELŐK ÉRZÉKENYSÉGE

A következő táblázat a különböző típusú SharpEye érzékelők érzékenységét (maximális észlelési távolságait) adja meg megadott méretű, de különböző típusú éghető gázok és folyadékok tüzei esetén.

A SharpEye család érzékenysége különböző éghető anyagok esetén

Anyag	A tűz mérete	40/40I	40/40M	20/20M1-1	40/40L	40/40L4	40/40U	40/40R
		IR3	Multi	IR3 mini	UV-IR	UV-IR	UV	IR
		Maximális érzékenység / észlelési távolság (m)						
Benzin	0,1 m ² tálcátűz	65	65	40	15	15	15	15
n-heptán		65	65	40	15	15	15	15
Dízel		45	45	27	11	11	11	11
JP5 (rep.gép hajtóanyag)		45	40	-	11	11	11	11
Kerozin		45	45	30	11	11	11	11
Alkohol	0,1 m ² tálcátűz	40	40	30	7,5	7,5	11	7,5
Izopropil-alkohol		40	40	30	7,5	7,5	11	7,5
Metanol		35	35	30	7,5	7,5	11	7,5
Metán	0,5 m magas lángfront	30	30	12	5	5	12	5
LPG (propán)		30	30	12	5	5		5
Hidrogén		-	30	-	-	5	10	-
Polipropilén golyók	D=0,2 m tálcátűz	5	5	-	4	4	5	3
Irodai papír	0,1 m ² tálcátűz	10	10	-	5	5	6	6

11. táblázat: A 40/40 sorozat érzékelőinek érzékenysége különböző anyagok esetén

6.4. HASZNOS KIEGÉSZÍTŐ ESZKÖZÖK A LÁNGÉRZÉKELŐKHOZ

6.4.1. FORGATHATÓ RÖGZÍTŐ SZERELVÉNY

A mind vízszintes, mind függőleges irányban forgatható, rozsdamentes acélból készült rögzítő szerelvények segítségével a lángérzékelők az adott helyszínnek megfelelő pozícióba állíthatók, és biztosan rögzíthetők. Használatukkal biztosíthatjuk az optimális védelmet, azaz a zavartalan rálátást a védendő területre, s egyben lassíthatjuk az érzékelők ablakának elszennyeződését.

A 40/40 sorozat érzékelőihez a 40/40-001 típusú konzolok használhatók, melyek minden irányban 60 °-os állítást tesznek lehetővé.

6.4.2. NAGY-TÁVOLSÁGÚ TŰZ-SZIMULÁTOROK



27. ábra: Felerősítő szerelvény



28. ábra: A tűz-szimulátor a sugárgyújtó feltéttel

A nyomásálló tokoztatban elhelyezett, saját akkumulátoros táplálású tűz-szimulátorok lehetővé teszik a robbanásveszélyes környezetben felszerelt lángérzékelők működőképességének valós stimulussal történő ellenőrzését, karbantartását.

A tűz-szimulátorok az adott érzékelő észlelési sávjában sugározva egy valós tűz által keltett sugárzást szimulálják, így nincs szükség nyílt láng használatára az érzékelők ellenőrzéséhez. (Robbanásveszélyes területen nyílt láng használata eleve dőreség lenne!)

Az ellenőrzés 4-9 m távolságból is elvégezhető az ún. sugárgyújtó feltét használatával, ha nehézséget okoz az érzékelő megközelítése.

A Spectrex kínálatában külön tűz-szimulátor létezik az egyes típusokhoz:

- 20/20-310 a tripla-IR típusokhoz: 40/40I, 20/20MI, 20/20CTIP (20/20I, 20/20SI, 20/20XI, 20/20FI)
- 20/20-311 az UV és a kombinált UV-IR típusokhoz: 40/40U/-UB, 40/40L/-LB, 40/40L4/-L4B, (20/20U/-UB, 20/20L/-LB, 20/20MU, 20/20ML, 20/20F)
- 20/20-312 a szimpla-IR típusokhoz: 40/40R (20/20R, 20/20MR)
- 20/20-313 a hidrogén és multi-IR típusokhoz: 40/40M (20/20H, 20/20SH, 20/20MH)

Mindezekhez egyaránt használható a nagyobb távolságú ellenőrzést lehetővé tevő sugárgyújtó feltét (20/20-190).

Fontos: A 40/40 típusú érzékelőkben található beépített ellenőrzési funkció csak az érzékelők elektronikai részét és ablakuk tisztaságát képes ellenőrizni.

Figyelem: A külföldi előírások szerint az érzékelők karbantartásakor elvégzett üzemképesség vizsgálatok során nem elegendő az érzékelőkbe esetleg beépített ellenőrzési módszert használni, mivel ekkor már azt is ellenőrizni kell, hogy az adott tűzjellemző (jelen esetben a láng illetve az általa keltett elektromágneses sugárzás) képes-e eljutni az érzékelőhöz. Ezt a vizsgálatot csak a tűz-szimulátorral lehet meggyőzően és biztonságosan elvégezni.

6.4.3. LÉZER MUTATÓ

Az érzékelőkre szerelhető lézer mutató (20/20 sorozathoz: 780909, 40/40 sorozathoz: 777166, Mini sorozathoz: 780969) segítségével könnyen és gyorsan ellenőrizhetjük a telepítés során a lángérzékelőnk által védett terület kiterjedését. A lézer mutatót ideiglenesen felszerelve bármelyik SharpEye érzékelőre, majd az adott érzékelőnek megfelelő látószöget (mely általában 90° - 100°) beállítva és a mutatót körbetekerve vizuálisan felmérhetjük az érzékelő által aktuálisan védett terület nagyságát, azaz a teljes látómezőt. Így könnyen meggyőződhetünk arról is, hogy van-e a látómezőn belül az észlelést zavaró vagy lehetetlenné tevő tárgy, szerkezeti elem, illetve olyan berendezés vagy sugárforrás, amely az adott érzékelőnél téves jelzést válthatna ki.



29. ábra: Lézer mutató a látómező meghatározására

6.4.4. LEVEGŐ-PAJZS



30. ábra: Levegő-pajzs az optika tisztán tartására

Az érzékelők ablaka előtt elhelyezett levegő-pajzs a létesítmény sűrített levegős hálózatára csatlakoztatható. Az érzékelő ablaka előtt létrehozott folyamatos légárammal megakadályozhatjuk az érzékelők optikai felületeinek korai elszennyeződését. A levegő-pajzs használata mindenhol ajánlott, ahol lebegő szennyeződések, olajos, zsíros gőzöket, vízpárárt tartalmaz a környezeti levegő.

Mivel a sűrített levegő megléte, azaz a tisztítás folyamatossága nem ellenőrizhető a tűzjelző központ oldaláról, ezért e megoldás használata mind a rendszer üzemeltetője, mind a karbantartója részéről nagyobb odafigyelést igényel.

A Spectrex kínálatban a 40/40 sorozathoz a 777161 típusú, a régebbi 20/20 sorozatnál az UV illetve a kombinált UV/IR érzékelőkhöz a 20/20-930, a tripla-IR érzékelőkhöz a 20/20-920, míg a Mini sorozat érzékelőihez a 20/20-787 típusú levegő-pajzs használható.

7. A LÁNGÉRZÉKELŐK KARBANTARTÁSA

A fejezet címe nem teljesen fedi a valóságot, hiszen most nem csak a lángérzékelők karbantartásakor, hanem az üzembe helyezésükkor elvégzendő feladatokról is szó lesz. A feladatok mindkét esetben nagyjából azonosak, azzal a különbséggel, hogy üzembe helyezéskor még biztosan tiszták a lángérzékelők optikai felületei (ablak, lencse), és érzékenyséjük is a gyári beállításoknak és adatoknak megfelelő. Ugyanez már nem tételvezhető fel természetesen, akár egy fél évvel később elvégzett felülvizsgálat, karbantartás során sem. Ebből következően a tűzjelző rendszerek érzékelőinek ellenőrzésével foglalkozó külföldi irányelvek azt írják elő, hogy az érzékelőkbe beépített működőképesség ellenőrzési lehetőségek csak a rendszer üzembe helyezésekor alkalmazhatók, hiszen ekkor az érzékelők és optikájuk tiszta, érzékenyséjük a gyári beállításoknak megfelelő. A későbbi karbantartások során már azt is ellenőrizni kell, hogy az adott tűzjellemző (vagy annak hatása) képes-e egyáltalán eljutni az érzékelőhöz, és kívülről jelzésbe hozni azt. Ez a feltétel egy olyan eszközzel képzelhető el, mely képes kívülről, az adott tűzjellemzőhöz hasonló stimulust létrehozni. E feltételnek megfelelő üzemképesség ellenőrző eszköz:

1. füstérzékelők esetében: pl. egy hordozható mesterséges füst- vagy aeroszol generátor (pl. NoClimb Solo330+SoloA3: univerzális füstérzékelő ellenőrző fej és aeroszol),
2. hőérzékelők esetében: pl. egy - lehetőség szerint hordozható és akkumulátoros táplálású - kellően magas hőmérsékletet létrehozó egység (pl. Solo461: univerzális akkumulátoros hőérzékelő ellenőrző fej), míg
3. lángérzékelők esetében egy olyan egység, mely az adott lángérzékelőnek megfelelő hullámhosszakon kellő intenzitású és megfelelő periodicitású (ld. lobogás) sugárzással képes az érzékelőt jelzésbe hozni. Ez az ellenőrző eszköz általában gyártó és típusfüggő, hiszen mind az észlelési hullámhosszak, mind az adott szűrők kimeneti jeleire vonatkozó komparálási szintek, valamint az érzékelők belső kiértékelő algoritmusai egyediek (pl. Spectrex 20/20-31x).

A lángérzékelők működőképességének ellenőrzésére szolgáló egységek azon túl, hogy gyártó és típusfüggőek, nem is olcsók, az érzékelők árának 2-3-szorosával kell kalkulálnunk. Ennek oka egyrészt egyediségükből, másrészt abból adódik, hogy magát az ellenőrző egységet is robbanásbiztos kivitelben kell elkészíteni, hiszen a lángérzékelők döntő többsége ilyen viszonyok között kell, hogy üzemeljen. Ezzel tehát már a tervezéskor illetve a rendszer telepítésére vonatkozó ajánlatadásakor is számolnia kell a tűzjelző rendszer telepítőjének, hiszen teljes értékű üzembe helyezés vagy karbantartás korrekt ellenőrző egység nélkül elképzelhetetlen. (Néhány gyártó vagy a gyártó képviselője, például a Promatt is, kedvező áron kölcsönbe is adja ezeket az eszközöket. Érdemes tehát előre tájékozódni a lehetőségekről.)

A következő fejezetekben megpróbáljuk összefoglalni a lángérzékelők üzemképesség és érzékenység ellenőrzésének legelterjedtebb módszereit, berendezéseit, végül az eszközök üzembe helyezésekor és karbantartásakor elvégzendő feladatokat ismertetjük.

7.1. BEÉPÍTETT ELLENŐRZÉSI LEHETŐSÉG (BIT: BUILT-IN-TEST)

A legtöbb lángérzékelő gyártó palettáján található olyan érzékelők, melyek valamilyen fajta beépített üzemképesség ellenőrzési lehetőséggel is rendelkeznek. Érdemes az érzékelők adatlapját vagy kézikönyvét tüzetesen megvizsgálni, hiszen gyakran csak ezekből derül ki, hogy pontosan mit is takar ez a funkció.

Sajnos a legtöbb esetben az automatikus vagy külső jellel indítható ellenőrzés csak az érzékelő elektronikáját és/vagy optikai felületének tisztaságát képes ellenőrizni. Ez természetesen nem tekinthető teljes üzemképesség ellenőrzésnek.

Léteznek azonban drágább érzékelők, melyek beépített sugárforrásuk (vagy több érzékelő elemet magába foglaló érzékelők estén, sugárforrásaik, azaz megfelelő hullámhosszú sugárzó LED-jük vagy LED-jeik) segítségével képesek az érzékelő elemeik működőképességét saját maguk is ellenőrizni. Ez már egy korrektebb ellenőrzési módszer, de ha nem párosul az optikai felületek tisztaságának ellenőrzésével, akkor nem sokat ér, hiszen arra nem ad választ, hogy az érzékelő ugyanilyen külső hatásra is képes lesz-e majd jelezni.

A beépített működőképesség ellenőrzés egy újabb formája, amikor az érzékelő nem automatikusan, és nem is külső jel hatására lép teszt állapotba, hanem felismerve a hozzá tartozó külső ellenőrző egység által kisugárzott speciális hullámhossz-intenzitás-periodicitás mintát. Ebben az esetben az ellenőrzés teljes értékű, hiszen az érzékelőt egy külső, a valós lánghoz hasonló stimulussal hozzuk jelzésbe, ezáltal ellenőrizve az optikai felületek tisztaságát, sugárzás érzékelőjét vagy érzékelőit és elektronikáját. Ez a módszer nem csak a tűzjelző rendszer üzembe helyezésekor, hanem a karbantartások során is alkalmazható.

A Spectrex SharpEye család érzékelőinél a beépített ellenőrzési lehetőség (vagy BIT) a 40/40 sorozat IR, tripla-IR és multi IR, valamint a -B típusjelű UV és kombinált UV-IR eszközöknél található meg. Az érzékelő beállításától függően kiválaszthatjuk, hogy az ellenőrzés automatikusan, kb. 60 percenként (automatikus teszt), vagy csak egy külső, hardver jel hatására történjen meg (kézi teszt). Ez a beépített ellenőrzési módszer teszteli az érzékelő elektronikáját, a beépített sugárzás érzékelők jóságát és az érzékelő ablakának tisztaságát.

Szintén DIP kapcsolón vagy programozottan kiválasztott beállításokkal határozhatjuk meg, hogy az üzempéesség ellenőrzés eredménye, azaz, hogy az érzékelő működőképes vagy hibás, milyen módon jelenjen meg a kimenetein.

- Az automatikusan végrehajtott ellenőrzések esetén az érzékelő csak akkor vált állapotot és jelez hibát, ha valamilyen rendellenességet talált az önellenőrzés során.
- A külső jel hatására indított kézi ellenőrzés esetén választhatunk, hogy az érzékelő kimenetei kövessék az ellenőrzés eredményét, azaz sikeres ellenőrzés esetén riasztási állapotot mutassanak, vagy csak az érzékelő hibáját jelezzék a kimeneteken, ha az ellenőrzés sikertelen volt. Az előbbi beállítás esetén ügyelni kell arra, hogy ha a lángérzékelőn jelzése valamilyen kritikus beavatkozó egységet vagy oltórendszert indít, akkor csak azután indítsuk az ellenőrzést, miután a megfelelő kimenete(ke)t lekötöttük vagy letiltottuk.

A SharpEye család érzékelőinél a beépített ellenőrzési lehetőség csak a rendszer üzembe helyezésekor használható, hiszen azt nem képes teljes bizonyossággal ellenőrizni - bár az optikai felület tisztaságát is teszteli -, hogy a tűzből származó sugárzás eljut-e az érzékelőig. Arra mindenesetre jól használható, hogy szennyezett, ipari környezetben azonnal jelezze, ha az optikán lerakódó szennyeződések miatt az érzékelő már túl érzéketlenné válik.

A tűzjelző rendszer karbantartásakor tehát valamilyen más módszerre van szükségünk a lángérzékelők üzempéességének ellenőrzéséhez.

7.2. A LÁNGÉRZÉKELŐK ÜZEMPÉESSÉGÉNEK ELLENŐRZÉSE

A lángérzékelők korrekt és a karbantartások során is alkalmazható üzempéesség ellenőrzéséhez tehát egy olyan berendezés kell, mellyel egy olyan, a valós lánghoz hasonló és az adott érzékelő észlelési algoritmusához igazodó sugárzás mintát tudunk produkálni, melynek hatására az érzékelő riasztásba kerül. A berendezés használatával a lángérzékelők a tűz kockázata nélkül ellenőrizhetők.

Az ilyen ellenőrző berendezés, mint azt már korábban is említettük, gyártó és típusfüggő, ebből következően nem egy olcsó eszköz. Érdemes tehát már a tervezési illetve az ajánlat adási fázisban ennek bekerülési vagy bérleti árával kalkulálni, hiszen teljes értékű üzempéesség ellenőrzést csak ezzel lehet elvégezni.

A Spectrex többfajta ún. tűz-szimulátor egységet ajánl a SharpEye család eszközeihez (l. 31. ábra).

- A 20/20-311 típusú tűz-szimulátor a szimpla UV (40/40U-UB és 20/20U-UB), a nagy sebességű UV (20/20FU) és a kombinált UV/IR (40/40L-LB, 40/40L4-L4B, 20/20L-LB) és nagy sebességű UV/IR (20/20F) érzékelőkhöz alkalmazható.
- A 20/20-310 típusú tűz-szimulátor az összes tripla-IR lángérzékelőhöz (40/40I, 20/20I, 20/20SI, 20/20XI, 20/20FI), az összes tripla-IR Mini érzékelőhöz (20/20MI) és a tripla IR + videó lángérzékelőhöz (20/20CTIP) alkalmazható.
- A 20/20-312 típusú tűz-szimulátor a szimpla IR (40/40R, 20/20R) lángérzékelőkhöz alkalmazható.
- A 20/20-313 típusú tűz-szimulátor a multi-IR (40/40M) és a hidrogén (20/20MH, 20/20SH) lángérzékelőkhöz alkalmazható.

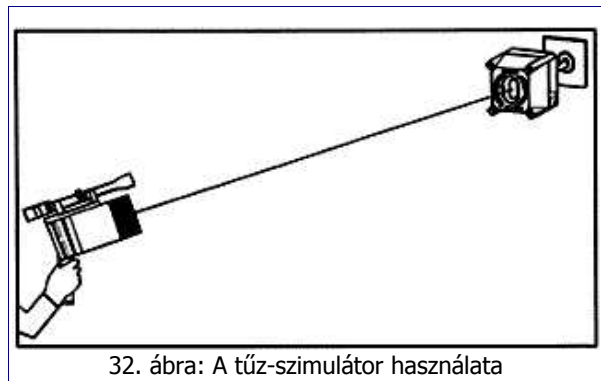
A tűz-szimulátorok beépített akkumulátorokkal és megfelelő nyomásálló tokozattal rendelkeznek, így robbanásveszélyes területeken is alkalmazhatók. Az akkumulátorok és az akkutöltő egység a tűz-szimulátorok tartozékai. A tűz-szimulátor használata

1. Célozzuk meg az optikai irányzóval az érzékelő felső élének közepén levő célkeresztet.
2. Tartsuk a tűz-szimulátort a lángérzékelőtől legalább 50 cm távolságba (megengedett max. távolság ld. 9. és 10. táblázat).
3. Nyomjuk meg a működtető gombot egyszer. A tűz-szimuláció kb. 20 másodpercig tart. Ez alatt az idő alatt a lángérzékelőnek Tűzjelzés állapotba kell kerülnie.
4. A következő érzékelő ellenőrzése előtt tartsunk legalább 20 másodperc szünetet.

Figyelem: Robbanás veszélyes területen soha ne nyissuk ki a tűz-szimulátort, még akkumulátor csere miatt sem!



31. ábra: A tűz-szimulátor részei



32. ábra: A tűz-szimulátor használata

A tűz-szimulátorok maximálisan használható távolságai az ún. sugárgyűjtő feltétellel (20/20-190) a szomszédos táblázatokban található értékekre növelhetők. Ennek segítségével nehezen elérhető, magasan szerelt érzékelőket is ellenőrizhetünk.

Ha érzékelőnk a megadott időn belül nem kerül tűzjelzésbe a tűz-szimulátor jelének hatására, akkor áramtalanítsuk az érzékelőt, ezután oldószeres majd tiszta vízzel tisztítsuk meg az ablakát. Ha az ablakon nedves por vagy piszok rakódott le, akkor először töröljük le nedves oldószeres ruhával, majd öblítsük le tiszta vízzel. Végül ellenőrizzük újra a működését a tűz-szimulátorral.

Típus	Normál távolság	Távolság (sugárgyűjtővel)
UV	4.5m	9 m
UV/IR	4.5m	9 m
Nagy seb. UV/IR	0.75m	-

9. táblázat: Az UV és UV/IR tűz-szimulátor hatótávolságai (20/20-311)

Érzékenység beállítás (IR3 érzékelőn)	Normál távolság	Távolság (sugárgyűjtővel)
15 m	1.2 m	2.2 m
30 m	2.2 m	4.5 m
45 m	3.2 m	7.0 m
60 m	3.2 m	7.0 m

10. táblázat: A tripla-IR tűz-szimulátor hatótávolságai (20/20-310)

7.3. A LÁNGÉRZÉKELŐK ÉRZÉKENYSÉGÉNEK ELLENŐRZÉSE

Bizonyos típusú lángérzékelőknél lehetőség van aktuális érzékenyséjük megjelenítésére, kiolvasására. Általában persze nem konkrét érzékenység értékekről van szó, hanem a gyárilag beállított értékhez viszonyított relatív eltérésről, melyet az érzékelő LED-jein vagy számítógépre beolvasva lehet megjeleníteni speciális kezelés után. Gyakoribb azonban, hogy erre az érzékelők maguk illetve gyártói nem adnak semmilyen lehetőséget, így a karbantartónak kell kitalálnia valamit.

Az egyik lehetséges, bár nem hivatalos és nem hiteles módszer, ha erre a célra az érzékelőhöz alkalmazandó tűz-szimulátort használjuk, és összehasonlító ellenőrzéseket végzünk mind az üzembe helyezéskor, mind a későbbi karbantartások során.

1. Ellenőrizzük a lángérzékelőt a hozzá rendszeresített tűz-szimulátorral a tűzjelző rendszer üzembe helyezésekor. Jegyezzük fel, mi volt az a maximális távolság, ahonnan még be tudtuk jeleztetni az érzékelőt.
2. Ellenőrizzük a lángérzékelőt a hozzá rendszeresített tűz-szimulátorral a tűzjelző rendszer későbbi karbantartásai során. Jegyezzük fel, mi volt az a maximális távolság, ahonnan még be tudtuk jeleztetni az érzékelőt.
3. Hasonlítsuk össze az üzembe helyezéskor (illetve a korábbi karbantartáskor) és a jelenlegi karbantartáskor kapott távolság értékeket. Ha az eltérés meghaladja a 20%-ot, mindenképpen tisztítsuk meg az érzékelő ablakát a gyártó utasításainak megfelelően.

Figyelem:

- Az érzékelők tisztítását mindig kikapcsolt, feszültség mentesített állapotban végezzük el!
- Robbanásveszélyes területen kerüljük el a statikus feltöltődés lehetőségét.

Az ellenőrzéseket lehetőleg

- teljesen feltöltött állapotban levő akkumulátorokkal (tűz-szimulátor),
- mindig ugyanazzal a tűz-szimulátor egységgel és
- azonos körülmények között végezzük (azonos fény-, zavartsági illetve szennyezettségi viszonyok között).

7.4. AZ ELVÉGZENDŐ FELADATOK ÖSSZEFOGLALÁSA

Általánosan betartandó biztonsági óvintézkedések a karbantartás során

- A lángérzékelők karbantartását csak megfelelően szakképzett, a tűzjelző berendezések telepítésére és karbantartására jogosító szakvizsga bizonyítvánnyal rendelkező személy vagy szervezet végezheti.
- Mindig kövessük a kézikönyv utasításait, és a gyártó által megadott specifikációknak és rajzoknak megfelelően járjunk el!
- Ne tegyük ki az érzékelőt semmilyen káros sugárzásnak, kivéve, ha ezt ellenőrzési célból tesszük!
- Ne nyissuk ki (ne szedjük szét) az érzékelőt vagy a tűz-szimulátort működés közben, főleg ne tegyük ezt robbanás veszélyes területen!
- A beállító DIP kapcsolókon kívül ne nyúljunk az érzékelők belső elektronikai részéhez!
- A karbantartási munkák előtt kössük le vagy tiltsuk le a lángérzékelőnk által vezérelt eszközöket (pl. oltó vagy más, kritikus beavatkozást ellátó kimenetet)!

Foglaljuk össze még egyszer, milyen feladatokat kell elvégezni a tűzjelző rendszer üzembe helyezése és karbantartása során:

	Üzembe helyezés	Felülvizsgálat - karbantartás
1.	Ha a lángérzékelő egy kritikus beavatkozó eszközt vagy automatikus oltórendszert is indít, akkor gondoskodni kell arról, hogy az ellenőrzés miatti jelzés a kimenetet ne indíthassa (pl. ideiglenes lekötés, tiltás, műterheléssel történő lezárás).	
2.	Ellenőrizni kell, hogy az érzékelő látómezőjén belül nincse zavaró tárgy, ami egy kialakuló tűz jelzését meggátolhatná. Ha igen, értesíteni kell az üzemeltetőt, hogy a zavaró tárgyat, berendezést távolítsa el.	Ellenőrizni kell, hogy az érzékelő látómezőjén belülre nem került-e olyan zavaró tárgy, ami egy kialakuló tűz jelzését meggátolhatná. Ha igen, értesíteni kell az üzemeltetőt, hogy a zavaró tárgyat, berendezést távolítsa el.
3.	Ellenőrizni kell, hogy az érzékelő látómezőjén belül nincse zavaró sugárforrás, ami az érzékelőt tévesen bejeleztethetné. Ha igen, értesíteni kell az üzemeltetőt, hogy szüntesse ezt meg.	Ellenőrizni kell, hogy az érzékelő látómezőjén belülre nem került-e olyan zavaró sugárforrás, ami az érzékelőt tévesen bejeleztethetné. Ha igen, értesíteni kell az üzemeltetőt, hogy szüntesse ezt meg.
4.	Ellenőrizni kell, hogy az érzékelő stabilan van-e felszerelve, a hozzámernő kábelek nem sérültek-e.	
5./	Üzemképesség ellenőrzés	
a.	Beépített működőképesség ellenőrzéssel: Csak abban az esetben, ha az érzékelő rendelkezik olyan beépített ellenőrzési lehetőséggel, mely az optikáját és elektronikáját teljes körűen ellenőrzi. (Ehhez tüzetesen meg kell vizsgálnia az érzékelő kézikönyvét!)	- (Karbantartáskor a beépített működőképesség ellenőrzési lehetőség nem elegendő!)
b.	Külső ellenőrző eszközzel, mely az adott érzékelő riasztásjelzéséhez szükséges stimulus (hullámhossz, intenzitás, periodicitás, időtartam stb.) létrehozására képes.	
c.	Valós (vizsgálati) tűzzel: Csak abban az esetben alkalmazható, és akkor is csak kellő gondossággal, ha a védendő terület nem robbanás veszélyes. A tűz típusa és mérete lehetőleg feleljen meg az adott területen várható tűznek.	
6.	Az érzékenység ellenőrzés	
-	(Általában nem szükséges, ha az érzékelő beállításai megfelelnek a tűzjelző tervben specifikált értékeknek. De érdemes elvégezni egy külső ellenőrző eszközzel, mely az adott érzékelő riasztásjelzéséhez szükséges stimulus (hullámhossz, intenzitás, periodicitás, időtartam stb.) létrehozására képes. Fel kell jegyezni, hogy az érzékelőt milyen max. távolságból lehetett jelzésbe hozni.)	Külső ellenőrző eszközzel, mely az adott érzékelő riasztásjelzéséhez szükséges stimulus (hullámhossz, intenzitás, periodicitás, időtartam stb.) létrehozására képes. A most kapott (távolság, azaz érzékenység) értéket össze kell hasonlítani az üzembe helyezéskor illetve az előző karbantartáskor kapott távolság értékkel. Már kisebb eltérés esetén is érdemes megtisztítani az érzékelő optikai felületeit a gyártó utasításainak megfelelően, majd újra el kell végezni a fenti ellenőrzést.
7.	Helyreállítás	
	Rögzíteni kell az elvégzett ellenőrzéseket és tapasztalatokat az üzembe helyezési dokumentumban, majd vissza kell állítani az esetleges lekötéseket, tiltásokat, el kell távolítani a műterheléseket.	Rögzíteni kell az elvégzett ellenőrzéseket és tapasztalatokat a karbantartási naplóban, majd vissza kell állítani az esetleges lekötéseket, tiltásokat, el kell távolítani a műterheléseket. A Karbantartási napló bejegyzéseinek tartalmazniuk kell: <ul style="list-style-type: none"> • az érzékelők típusát, a telepítés dátumát, a telepítő szervezet adatait, valamint minden egyes ellenőrzésnél • az elvégzett művelet (pl. ellenőrzés, tisztítás, javítás, csere stb.) leírását, dátumát, és a karbantartó azonosítóját.

12. táblázat: Elvégzendő feladatok listája a lángérzékelők üzembe helyezésekor és karbantartásakor

8. FÜGGELÉK

8.1. GYIK: GYAKRAN ISMÉTELT KÉRDÉSEK

8.1.1. MIT NEVEZÜNK OPTIKAI LÁNGÉRZÉKELŐNEK?

Optikai lángérzékelőnek nevezzük azt az elektronikai eszközt, mely a beépített elektro-optikai érzékelője segítségével képes az UV (ultraibolya), a látható és/vagy az IR (infravörös) sávban érzékelni az elektromágneses sugarakat. Az optikai lángérzékelő tehát az égés során kibocsátott elektromágneses sugárzás észlelése révén képes „látni” a tüzet.

8.1.2. MILYEN TÍPUSÚ OPTIKAI LÁNGÉRZÉKELŐKET ISMERÜNK?

A lángérzékelőket általában aszerint osztályozzuk, hogy melyik hullámhossz tartományban képesek észlelni a kisugárzott energiát. Ennek alapján UV, IR vagy látható tartományban (beleértve a videó lángérzékelést) érzékelő érzékelőket vagy ezek kombinációit említhetjük:

- UV típus: egy meghatározott UV tartományban észlel
- IR típus: egy meghatározott IR tartományban észlel
- UV/IR típus: egy-egy fix UV és IR tartományban észlel
- Duál-IR vagy IR2 típus: két különböző, általában keskeny IR tartományban észlel
- Tripla-IR vagy IR3 típus: három különböző, általában keskeny IR tartományban észlel
- Tripla-IR+Videó típus: a látható tartományú kép videó kiértékelésén és egy tripla-IR érzékelőn alapul

Lévén, hogy lángolásakor a kisugárzott energia elég széles sávú és egyedi (az égő anyagra jellemző), így egyidejűleg több különböző hullámhossz tartományra érzékeny érzékelő elemmel is dolgozhatunk.

A legtöbb optikai lángérzékelőben több, különböző - általában keskeny - hullámhossz tartományra érzékeny érzékelő elemet találunk, melyek folyamatosan figyelik és jegyzik az adott tartományban beérkező energia nagyságát. Az érzékelők kimenő jeleit az érzékelőbe épített speciális algoritmus értékeli ki, és dönt a jelzsről, mely a következőkből állhat:

- A láng lobogási frekvenciájának elemzése
- A jelek összehasonlítása beállított energia küszöbökhez
- A különböző jelek közötti matematikai arányok és korrelációk
- Összehasonlítási eljárások (ÉS-kapu technika)
- Korreláció a letárolt spektrális analízis eredményeivel

A modern lángérzékelők a fent említett technikákból egyszerre többet is alkalmazhatnak, melyekkel nagyobb megbízhatóság és pontosság, valamint alacsonyabb téves jelzési arány érhető el.

8.1.3. MIÉRT OLYAN FONTOSAK SZÁMUNKRA AZ OPTIKAI LÁNGÉRZÉKELŐK?

Az optikai lángérzékelők már régóta integráns részei az automatikus tűzjelző rendszereknek. Korábban e rendszerek működése nem mindig váltotta be az üzemeltetők elvárásait, mivel a különböző alkalmazási körülmények között a lángérzékelőknek számos speciális és sokszor egyedi követelményt kellett volna kielégíteni. Jó példa erre a petrokémiai ipar, ahol a különleges veszélyforrások egyedi tűzvédelmi megoldásokat igényelnek. Az érzékelők gyártóit ez újabb fejlesztések kidolgozására ösztönözte.

A földgáz (LNG: Liquefied Natural Gas = cseppfolyósított földgáz), a nyersolaj és ennek különböző párlatai mint az LPG (Liquefied Propan Gas = cseppfolyósított propán), a benzin, a kerozin és repülőgép hajtóanyagok (JPx: Jet Propellants) erősen párologó és gyúlékony szénhidrogének. Ezeket az anyagokat változatos formájú és méretű palackokban, tartályokban tárolják az előállításuk különböző fázisaiban illetve szállításuk, végső elhelyezésük során. A különböző mértékben feltöltött palackok, tartályok, a gyártási terület csővezetékei és légbeömlő nyílásai, a magas hőmérsékletű kazánok és lepárló tornyok, a generátor és kompresszor helyiség mind-mind robbanással veszélyeztetik a környezetet. Ezeket az éghető anyagokat gyakran oldószerként, festék lágyítóként, tintaként, hígítóként, katalizátorként vagy alapanyagként használják különböző ipari folyamatokban.

A polimereket vagy más különleges vegyi anyagokat, ragasztókat, festékeket feldolgozó iparágak mint a nyomdaipar, a gyógyszeripar vagy a textilipar is felismerték ezekben az éghető vegyi anyagokban rejlő veszélyeket.

Egy folyékony állapotú szénhidrogén véletlen kifolyása vagy egy már gáz állapotban levő szivárgása hatalmas robbanáshoz vezethet, ha a tűz kialakulásának egyéb feltételei is adottak: hő, gyújtóforrás és robbanási határértékek között levő gázkoncentráció. Alapvetően 4 tényező befolyásolja a tűz fejlődését: a hőtermelés, a láng mérete, a füst kibocsátás és a növekedés sebessége. A legtöbb ipari alkalmazás esetén azonban további tényezők is hatnak a pontos és megbízható tűzérzékelésre. Ilyenek azok a téves jelzések kiváltására alkalmas körülmények, melyek legtöbbször majd minden ipari alkalmazásnál találkozhatunk: fényfelvillanások, közvetlen vagy közvetett napsugárzás, mesterséges megvilágítás, forró kazánok vagy motorok kipufogó csövei. A karbantartások során további téves jelzéseket kiváltó stimulusok generálhatók hegesztéssel, elektromos fűtőkészülékekkel, izzólámpákkal vagy halogén lámpákkal. A petrokémiai iparban leginkább a 20-150 kW sugárzó hő kibocsátó benzin-, kerozin-, repülőgép hajtóanyag vagy dízel-tűzeknek vagy nagy jelentőségük. Ezek közül az anyagok közül például a kerozint és más aromás összetevőket oldószerként vagy hígítóként más iparágak is alkalmazzák. Egy optikai lángérzékelő hatáson érzékenységének tulajdonképpen azt a távolságot tekintjük, amelyről még megbízhatóan képes jelezni egy, az adott területen várható típusú és méretű tüzet. Az azonos érzékenységű pontokat a normalizált távolságokat mutató ún. látószög ábrákkal adják meg. Persze eközben számolni kell az érzékelő ablakán lerakódó porral, a levegőnek vagy a tűz során keletkező égéstermékeknek a sugárzást csillapító hatására bekövetkező érzékenység csökkenésével is.

8.1.4. HOGYAN ELLENŐRIZHETŐ A LÁNGÉRZÉKELŐK MŰKÖDŐKÉPESSÉGE?

Még a szakemberek is gyakran felteszik azt a kérdést, hogyan ellenőrizhető a lángérzékelők működőképessége nyomásálló tokozatú érzékelőt igénylő, veszélyes környezetben és/vagy nehezen hozzáférhető helyeken. Erre a célra a gyártók speciális ún. „tűz-szimulátorokat” ajánlanak, melyek az adott lángérzékelő bejelzéséhez szükséges spektrális eloszlású sugárzást produkálják a robbanásveszélyes területnek megfelelő nyomásálló tokozatban.

- A Spectrex két fontosabb tűz-szimulátorral rendelkezik a tripla-IR, valamint az UV és a kombinált UV/IR érzékelők helyszíni üzemképesség ellenőrzéséhez:
 - A 20/20-310-es típus a tripla-IR érzékelőkhöz lett kifejlesztve. Olyan hullámhossz sávokban bocsát ki sugárzást, melyekre a tripla-IR érzékelők tűzjelzés állapotba kerülnek.
 - A 20/20-311-es típus a kombinált UV/IR és az UV érzékelők helyszíni üzemképesség ellenőrzéséhez használható, mivel az IR sáv mellett az UV tartományban is bocsát ki sugárzást.
- A nyomásálló tokozat és az akkumulátoros üzemmód lehetővé teszi a robbanásveszélyes terekben történő alkalmazást és ellenőrzést.
- A tűz-szimulátorok hatótávolsága függ az érzékelő típusától, de általában 1 – 4 m, míg az ún. sugárgyűjtő feltét használatával 9 m is lehet.

8.1.5. MILYEN ÉRZÉKELŐ HASZNÁLHATÓ A METIL-IZOBUTIL-KETON (MIBK) LÁNGJÁNAK ÉSZLELÉSÉRE?

A metil-izobutil-keton egy oldószer, melyet többféle iparágban alkalmaznak tisztítási és más kémiai folyamatok során. Lángját UV, UV/IR és tripla-IR típusú érzékelőkkel észlelhetjük. Beltéren az UV lángérzékelők akkor használhatók az MIBK lángjának észlelésére, ha a helyszínen nincs semmi téves jelzést kiváltó körülmény (pl. elektromos szikrák, hegesztés, halogén lámpák). A tripla-IR érzékelők egyrészt a fenti hatásokra kevésbé érzékenyek, másrészt a legnagyobb távolságból, a legkevesebb érzékelővel képesek észlelni az MIBK lángját.

8.1.6. HASZNÁLHATÓ A TRIPLA-IR LÁNGÉRZÉKELŐ AZ LPG (CSEPPFOLYÓSÍTOTT PROPÁN GÁZ) LÁNGJÁNAK ÉSZLELÉSÉRE?

Igen. A tripla-IR érzékelők téves jelzés szűrés képessége igen jó, köszönhetően a CO₂ csúcs és az akörüli sávok figyelésének, valamint a szokásos lóbogás és sugárzás intenzitás kiértékelésnek. A tripla-IR érzékelők minden szerves alapú tűz lángját képesek észlelni, még az olyan füstölő tüzek lángjait is, amelyeknél a CO₂ csúcs intenzitása és a spektrum többi része közötti eltérés nem túl jelentős. Mivel az LPG égésekor keletkező láng igen tiszta, nagyon jelentős CO₂ csúccsal, ezért a tripla-IR lángérzékelők igen nagy távolságból és megbízhatóan képesek jelezni az LPG vagy más tiszta lángok jelenlétét.

8.2. SPECIÁLIS LÁNGOK

8.2.1. A HIDROGÉN (H₂) LÁNGJA

A hidrogén (H₂) a legkönnyebb gáz (elem), melyet számos ipari folyamatban alkalmaznak redukáló szerként (főleg oxidációs folyamatokban), vagy hipergollikus üzemanyagként, oxigénnel reagálva, az űrrakéták hajtóműveiben.

A hidrogénnek az oxigénben történő égésekor döntően hidroxil (OH) gyökök keletkeznek, melyek az égés során tovább oxidálódnak vízgőzzé (H₂O). E folyamat során az energia több hullámhossz sávban szabadul fel az UV, a látható és az IR tartományban, mely sávok alapvetően az OH gyök és a víz molekula (H₂O) spektrális „ujjlenyomatainak” felelnek meg.

A szabad elektronnal rendelkező aktív OH gyökök az UV sávban a 308 nm és a 180 – 240 nm körüli sávokban rendelkeznek sugárzási maximumokkal. Az OH gyökök vibrációja és forgása miatt a közeli IR tartományban is szabadul fel energia, több kisebb-nagyobb csúccsal az 1 – 3 μm-es sávban. A vízmolekulák vibrációja és forgása a 2,7 μm körül igen erős IR sugárzási maximumot eredményez. Ha tehát képesek lennének a fent említett UV és IR sávokban egyidejűleg a hidrogén lángolásakor keletkező sugárzást észlelni, akkor egy igen gyors és megbízható lángérzékelőt kaphatnánk.

A Spectrex kombinált UV/IR lángérzékelői (20/20L, LB) egyrészt a 300 nm alatti UV sávban, másrészt a vízmolekulák keletkezésére jellemző 2,7 μm sávban észlelik a sugárzást. Az eszközben levő logikai áramkör egy kifinomult algoritmussal elemzi a két érzékelő jeleit és több paraméter egyidejű megléte esetén hozza csak meg a döntését a tűzjelzésről (sugárzás intenzitás, lobogási frekvencia, jelzési küszöbökhez történő összehasonlítás stb.). Így az érzékelő egyaránt érzéketlen a nem tűztől származó IR (pl. fűtőtestek, mesterséges világítás stb.) és a nem tűzből eredő UV sugárzási hatásokra (pl. kisülések, hegesztés, villámlás, napkitörés stb.).

A hidrogénnel kívül a hidrogént tartalmazó gázok, mint például az ammónia (NH₃) vagy a hidrazin (N₂H₄), illetve más, hidrogént tartalmazó vegyi anyagok, mint például a metál-hidridek (AlH₃), savak (H₂SO₄) vagy a hidrogén-szulfid (H₂S) stb. égésükkor a hidrogénhez hasonló spektrális eloszlású sugárzást bocsátanak ki, így lángjuk igen jól észlelhető a kombinált UV/IR lángérzékelőkkel.

8.2.2. AZ AMMÓNIA (NH₃) LÁNGJA

A mezőgazdasági piacokon a biotechnológia iránti növekvő igény, az élelmiszer feldolgozás és a hűtőházak modernizálása világszerte növeli az ammónia felhasználást. Mivel az ammónia sokkal gazdaságosabb a földgáznál, így a feldolgozó iparban is nagy fellendülés tapasztalható. A föld minden pontján új, ammóniát alkalmazó beruházásokkal találkozhatunk, hiszen a cégek maguk is érdekeltek a kevesebb energiát igénylő, hatékonyabb gyártási folyamatok bevezetésében.

Az ammónia (NH₃) rendkívül gyúlékony, színtelen, mérgező, átható szagú gáz. Levegővel alkotott keveréke 15 és 25 tf% között robbanás veszélyes (ARH=15 tf%, FRH=25 tf%).

Az ammónia lángjának észlelésére mind a Spectrex UV, mind a kombinált UV/IR lángérzékelői is alkalmasak. Az ammónia lángja majdnem láthatatlan, erős sugárzási csúccsal rendelkezik az UV és a 2,7 μm körüli IR sávban.

8.2.3. AZ MTBE (METIL-TERCIER-BUTIL ÉTER), AZ ETANOL ÉS MÁS BENZIN ALAPÚ OXIGENÁTOK LÁNGJA

A metil-tercier-butyl éter, mely a tisztán, gyakorlatilag CO-mentesen égő benzinnel a fő összetevője, az etilalkohol, a metilalkohol és más benzin alapú oxigenátok (nyílt láncú, kisebb, 1-5 szénatomszámú, oxigént tartalmazó szénhidrogének), melyeket széles körben alkalmaznak benzin adalékként vagy, bizonyos mértékig, benzin helyettesítőként, különleges tűzérzékelési problémát jelentenek: lángjuk csaknem láthatatlan.

A Spectrex kombinált UV/IR lángérzékelője igen gyorsan és megbízhatóan képes észlelni az alkoholok és más oxidáló szerek égésekor keletkező lángot. Ezen anyagok égésekor döntően vízpára (H₂O) keletkezik, mely a 2,7 μm körüli IR sávban igen erős sugárzást mutat, valamint köztes anyagként hidroxil (OH) gyökök, melyek az UV spektrumban sugároznak. A Spectrex kombinált UV/IR lángérzékelői (20/20L, 20/20LB és 20/20F) éppen ezekre a hullámhossz tartományokra vannak beállítva, így megbízhatóan és, nem utolsósorban, gyorsan képesek jelezni ezen anyagok lángjait.

8.2.4. AZ LPG (CSEPPFOLYÓSÍTOTT PROPÁN GÁZ)/LNG (CSEPPFOLYÓSÍTOTT FÖLDGÁZ) LÁNGJA

Általában egy csővezeték kilukadásából vagy egy szelep tökéletlen zárásából származó szivárgás az okozója az LPG/LNG feldolgozó vagy tároló helyeken egy-egy tűz kialakulásának. A Spectrex tripla-IR érzékelői kifejezetten az LPG/LNG tüzek lángjainak észlelésére lettek kifejlesztve.

Jó példa egy ilyen alkalmazásra az El Paso-ban (Texas), az Ultramar/Diamond Shamrock telephelyén a propán gáz tartályok védelme. A helyszínen 22 db nyomásálló tokozatú tripla-IR lángérzékelő lett telepítve 7 m magas póznákon. A tartályok mindegyikét több lángérzékelő ellenőrzi, melyek veszély esetén független oltórendszereket indítanak. Speciális takaró lemezekkel kellett az érzékelők látóteréből kiszűrni a szomszédos tartályokat.

8.2.5. A SZÉNTÜZEK LÁNGJAI

A széntüzek leggyakoribb oka az öngyulladás, melynek során a szén, látszólag külső behatás nélkül is, képes meggyulladni. Az öngyulladás oka, hogy a szén a levegőben levő oxigénnel is reakcióképes. Az oxidációs folyamat során a szén hőmérséklete emelkedni kezd, és egy adott hőmérséklet elérésekor mérgező gázok, döntően szén-dioxid (CO₂), kezd felszabadulni. Végül, amint a hőmérséklet meghaladja a szén lobbanási pontját, az anyag meggyullad. Az öngyulladás (avagy spontán égés) több tényezőtől függ: a szén típusától, hőmérséklettől, a rendelkezésre álló oxigén mennyiségétől, a

reakciónak kitett felület nagyságától, a szénréteg vastagságától és a bányászat módjától.

A szén szállítószalaggal történő továbbítása esetén a szalagról leeső széndarabok vagy a felgyülemlt és lerakódott szénpor egyaránt tűzveszélyt jelent. A továbbító hengerek mechanikai hibája, a hengerek környékén lerakódott szénpor miatti sűrűlódás, vagy magának a szalagnak a sűrűlódási hibája annyi hőt termelhet, melynek hatására beindulhat az égés. Nagyon fontos, hogy a tüzet még kialakulása pillanatában észlelni tudjuk, amikor mérete még korlátozott, és nem terjedt tovább a szállítószalag mentén. Az évek során többféle tűzérzékelőt is kipróbáltak már a szállítószalagok tüzeinek észlelésére, például a pontszerű ionizációs és optikai füstérzékelőket, pontszerű hőérzékelőket, hőérzékelő kábeleket, optikai lángérzékelőket, vonali füstérzékelőket stb. A tapasztalatok szerint a legjobb megoldásnak a hőérzékelő kábelek és az optikai lángérzékelők bizonyultak, mivel időben jelezték a szén gyulladását, de nem jeleztek tévesen a zavart, ipari körülmények miatt. Míg a hőérzékelő kábelt úgy kell elhelyezni, hogy majdnem közvetlen kontaktusban legyen a szénnel, addig a lángérzékelők nagyobb távolságból is képesek a tűz kialakulását észlelni.

A szén égésekor döntően az IR tartományban keletkezik sugárzás, így elvileg az IR érzékelők tűnének jó választásnak. De, mivel a szén szállítószalagok általában kültéren, zavart, ipari környezetben találhatóak, ezért, a téves jelzések elkerülése miatt, érdemesebb a tripla-IR érzékelőket választani. Így kevesebb érzékelő alkalmazásával, kisebb költséggel megoldható az adott feladat.

8.2.6. A SZILÁN LÁNGJA

A szilícium-alapú monomereket szilánnak nevezzük. A szilánon alapuló szilícium- és a szénen alapuló szén-vegyipar elsődlegesen a szervesetlen anyagok iránti reakcióképességben különbözik egymástól.

A mono-szilán (SiH_4), mely szilikánként, szilikon-hidroxilként vagy szilikon-tetrahidridként is ismert, egy színtelen, öngyulladásra hajlamos, jellemző szagú gáz, melyet szilícium alapú dielektrikumok készítésére, polimerek és víztaszító anyagok kötéseire, és újabban, hidrogénnel keverve, reményekre jogosító indító- és segédüzemanyagként alkalmaznak levegőbeszívásos hidrogén-tüzelésű motorokban (scram-jets). A víztaszító anyagokat leginkább fogyasztói termékekben, építőanyagokban és berendezési tárgyakkal alkalmazzák, melyek hozzájárulnak a beltéri levegő szennyezéshez.

A szilán különösen gyúlékony és mérgező gáz (munka-egészségügyi határérték: TLV= 5 ppm, robbanási tartomány: 1,4 tf% - 100 tf%). Levegővel érintkezve az anyag öngyulladásra is képes. Hő illetve égés hatására a szilán szilíciumra és hidrogénre bomlik szét. A szilán erős redukáló szer, mely oxigénnel, halogénnel, hidroxid oldatokkal és vízzel is képes reagálni.

A hagyományos IR vagy kombinált UV/IR lángérzékelőkkel, melyek IR érzékelője általában a 4,4 μm körüli sávot figyeli, a szilán lángja igen nehezen észlelhető, hiszen, a hidrogénhez hasonlóan, szinte láthatatlanul ég. A szilán égésekor keletkező OH gyökök és a vízgőz a legerőteljesebben a 300 nm alatti UV és a 2,7 μm körüli IR sávban bocsátanak ki sugárzást. Ennek megfelelően a legalkalmasabb eszközök a szilán égésének észlelésére a 20/20L, 20/20LB és a rendkívül gyors jelzésű 20/20F típusú kombinált UV/IR érzékelők. E legutóbbi típus arra is alkalmas, hogy néhány msec-on belül jelezze a szilán-levegő keverék berobbanását, mielőtt még az események ellenőrizhetetlenné válhatnának.

A levegő beszívásos hidrogén üzemű motorok indító- és segéd-üzemanyagaként illetve a félvezetőgyártásban a „tisztá szobákban” alkalmazott 100%-os szilán felgyorsította a gyors jelzésű és megbízható optikai lángérzékelők kifejlesztésének szükségességét.

8.2.7. ÜZEMANYAGOK ÉS ROBBANÓ ANYAGOK LÁNGJAI

Az Amerikai Légierő löszergyártási és -tárolási céljaira fejlesztette ki a Spectrex a rendkívül megbízható és gyors jelzésű 20/20F típusú kombinált lángérzékelőjét. A légierő kívánalma egy 5 msec-on belül, téves jelzés mentesen jelezni tudó érzékelő volt. A 20/20F érzékelő a légierő belső, laboratóriumi vizsgálatain kiválóan helyt állt.

A 20/20F lángérzékelők egy korábbi változata, kb. 25000 eszköz védi azt a közel 9000 páncélozott járművet, melyeket az utóbbi 10 évben automatikus tűzérzékelő és oltó rendszerrel láttak el. Ha a páncélozott jármű találatot kap vagy valamilyen okból a belső tér lángra kap, a védelmi rendszer néhány msec-on belül teljes elárasztásos oltást biztosít.

A 20/20F lángérzékelő a külső hőmérsékletnek és körülményeknek megfelelően folyamatosan állítja önmagát, így érzékenysége széles hőmérsékleti határok között stabil marad, és független a háttersugárzástól. Ez az ipari alkalmazásra szánt nyomásálló tokozatú változat is a katonai követelményeknek megfelelő minőségben készül. A 20/20F lángérzékelő riasztásához az kell, hogy mind az UV, mind az IR tartományban levő érzékelő elemei megfelelő intenzitású, lobogási frekvenciájú és arányú jelet kapjanak.

A katonai célokra szánt érzékelőt az Amerikai Légierő Tűzkísérleti Laboratóriuma tesztelte a Tyndall A/F bázison az alábbi eredményekkel:

Anyag	Jellemzők	Bejelzési idő
RS41	Gyúlékony keverék	2 – 5 msec
M206	IR-lobbanású keverék	3 – 4 msec
M14	Üzemanyag	12 – 41 msec

v1.1 (2010 január)



1116 BUDAPEST
Hauzsmann Alajos u. 9-11.
HUNGARY
Web: www.promatt.hu

Tel.: (36)-1-205-2385
(36)-1-205-2386
Fax.: (36)-1-205-2387
E-mail: info@promatt.hu