

Mohai Ágota Zsuzsanna¹

A TŰZJELZŐ BERENDEZÉSEK RIASZTÁSI HATÉKONYSÁGA (EFFICIENCIES OF THE FIRE ALARM SYSTEMS)

Ahhoz, hogy egy tűzjelző berendezés (továbbiakban TJB) a vele szemben támasztott elvárásokat teljesítse, több fontos szempontnak is meg kell felelnie. Az egyik szempont a riasztások hatékonysága, az épületben tartózkodók időben történő figyelemfelhívása a menekülésre. Ennek megvalósításához a tervezési szempontokon, műszaki megoldáson túl szükséges, hogy a tűzjelzéseket megfelelően értelmezzék, kezeljék. A cikk tárgya ennek eléréséhez szükséges részterületek vizsgálata.

Kulcsszavak: tűz, tűzbiztonság, tűzjelző berendezés, riasztás, hangjelző, téves jelzés

The fire alarm systems (hereinafter referred as TJB) have to comply with several criteria to fulfil their task. One aspect of the fire alarm's effectiveness is to warn the occupants for escape in time. To achieve this aim beyond design criteria and technical solutions it is necessary to treat the fire alarm signals in an adequate way. The subject of this article to analyse the sections that are important in this aspect.

Key words: fire, fire safety, fire alarm system, alarm zone, sounder, nuisance alarm

BEVEZETÉS

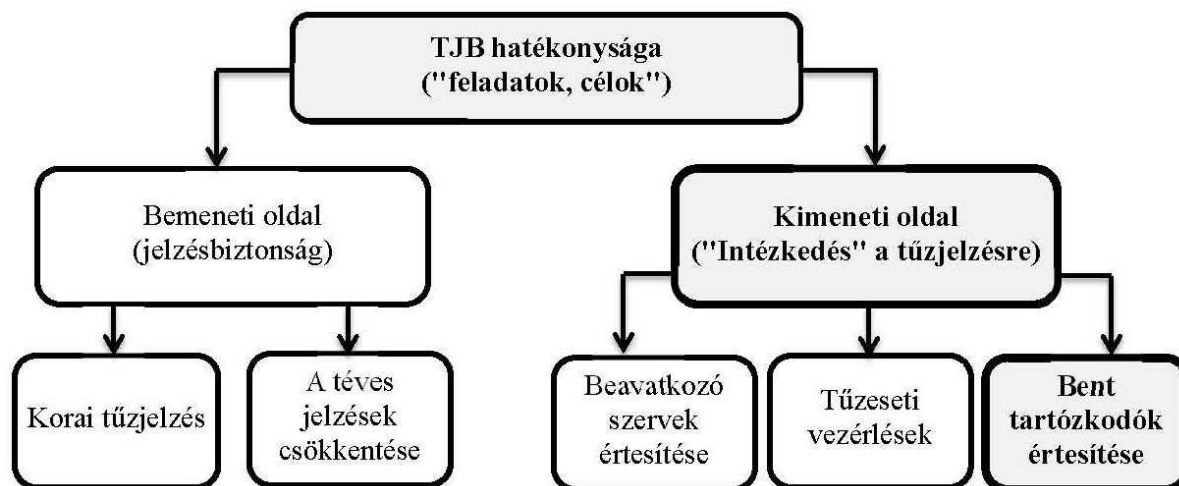
A tűzvédelem területén jártas szakemberek is nehezen tudják megfogalmazni a választ arra a kérdésre, hogy hogyan értelmezhető, illetve hogyan mérhető egy épület tűzbiztonsága. Sok válasz adható, de a tudományos kutatások még nem eredményeztek egzakt mérési metodikát [1]. Ennek egyik oka lehet, hogy a tűzbiztonság sok összetevő együttes hatására ér el egy adott szintet.

A tűzjelző berendezések tervezése, telepítése és üzemeltetése kiforrott szakterületnek tekinthető, mind technikai, mind szabályozási szempontból. Ennek ellenére a ténylegesen üzemelő tűzjelző berendezések a hozzájuk fűzött legfontosabb elvárást, - az épületben tartózkodók hatékony riasztását a menekülés megkezdésére - nem minden esetben teljesítik megfelelően. Kutatásaim során célul tűztem ki annak vizsgálatát és elemzését, hogy mely elemek azok, amelyek a tűzjelző központon megjelenő tűzjelzéstől az emberek önálló menekülésének megkezdéséig eltelt időt a leginkább befolyásolják, és így rontják a tűzjelzés hatékonyságát.

¹ Szent István Egyetem Ybl Miklós Építés tudományi Kar Tűz- és Katasztrófavédelmi Intézet, tanársegéd, E-mail: mohai.agota@gmail.com, ORCID kód: 0000-0002-6762-5625

A TŰZJELZŐ BERENDEZÉSEK HATÉKONYSÁGÁNAK ÉRTELMEZÉSE ÉS ÖSSZETEVŐI

A tűzjelző berendezések hatékonyságát, hatásosságát nehéz egzakt módon megfogalmazni. A magyar nyelv értelmező szótára [2] a következőképpen definiálja a hatást, hatékonyságot: *"a kívánt, várt hatással, eredménnyel járás"*. Ha ezt a definíciót elfogadjuk, a tűzjelző berendezésekkel szemben több alapvető elvárást is meg lehet fogalmazni (1. ábra). Az összetevők rövid áttekintésén túl behatóbban kívánok foglalkozni az épületben tartózkodó emberek értesítésével.



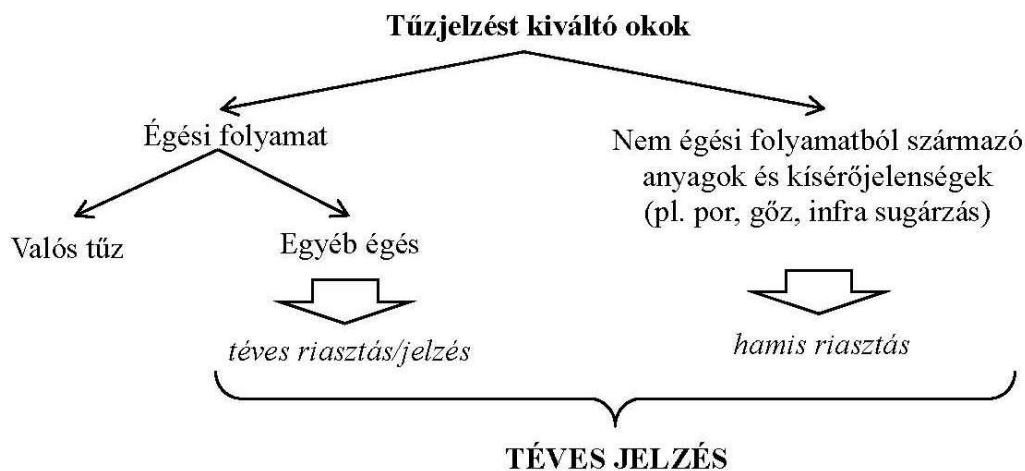
1. ábra A tűzjelzés hatékonyságának összetevői. Készítette: a szerző

A korai tűzjelzés

Az egyik elvárás a tűzjelző berendezéssel szemben, hogy a tűz kifejlődésének korai szakaszában biztosítson észlelést, jelzést [3]. Ennek az elvárásnak a tűzjelző berendezés akkor felel meg, ha a rendszer által védett területekre a környezeti feltételek figyelembe vételével a legmegfelelőbb tűzérzékelő kerül kiválasztásra és elhelyezésre. Ilyen környezeti feltételek lehetnek pl.: a várható tűzjellemzők, a tér geometriája, a helyiségek belmagassága, tagoltsága, az ott üzemeltetett technológia, a tárolás jellemzői. A mérlegelés és az alkalmazott érzékelési mód kiválasztása alapvetően tervezői kompetencia.

A téves jelzések csökkentése

Másik elvárás a tűzjelző berendezéssel szemben, hogy a nem valós tüzekre ne adjon jelzést. Ezt a kívánalmat leegyszerűsítve úgy fogalmazhatjuk meg, hogy a berendezés téves jelzés mentes legyen, vagy legalábbis tolerálható számú téves jelzést adjon. Az elmúlt évek során részben megváltozott a téves jelzés értelmezése. A magyar előírások használták mind a "téves jelzés" [4], "téves riasztás" [5] [6], mind pedig a "hamis riasztás" [7] fogalmát. Az Országos Tűzvédelmi Szabályzat (továbbiakban OTSZ) a téves riasztást olyan tűzjelzésnek definiálja, amely *"olyan égéstől származik, ami nem minősül tűznek"* [5], a hamis riasztás olyan tűzjelzés, *"amely nem égési folyamattól származik"* [7] Ezt a felosztást a 2. ábrán lehet áttekinteni.



2. ábra A tűzjelzést kiváltó okok csoportosítása. (Készítette: a szerző)

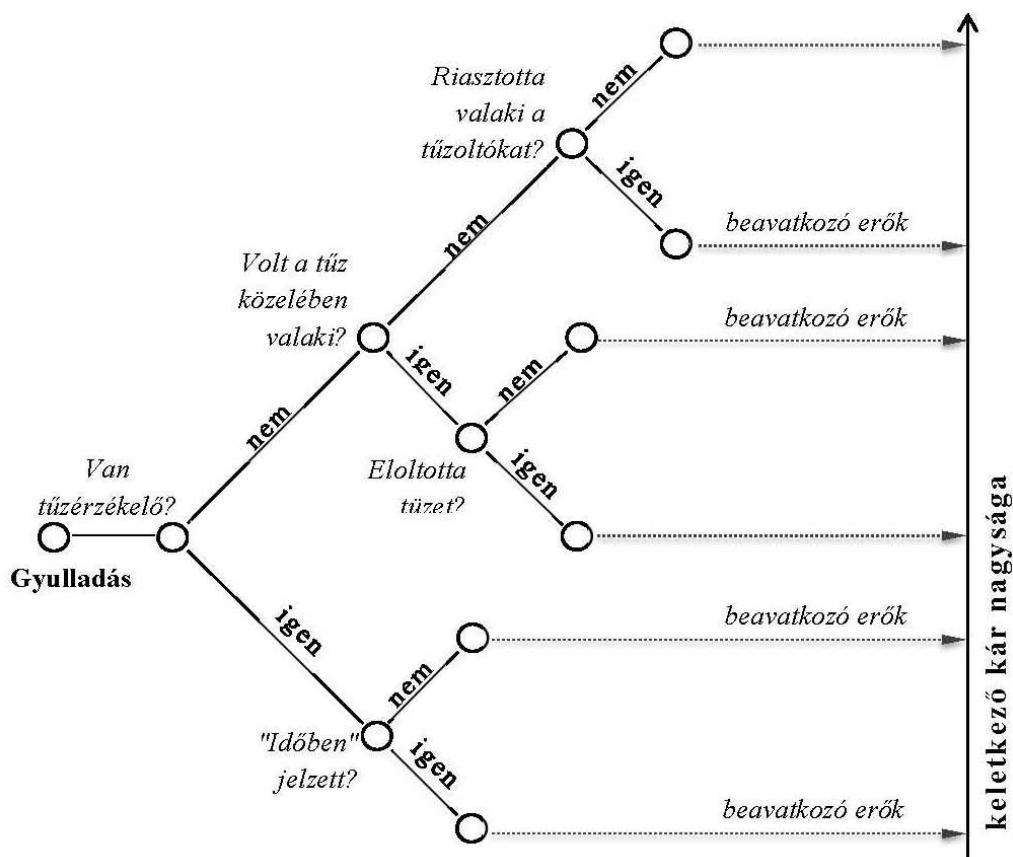
A jelenlegi irányelv leegyszerűsíti ezt a kérdést, és csak a téves jelzés fogalmát használva úgy fogalmaz, hogy téves jelzés *"minden olyan tűzjelzés, mely nem valós tűz hatására következik be"* [4].

A tűzjelző berendezésekkel kapcsolatos két látszólag ellentmondó elvárás, - vagyis, hogy valós tűzre minél korábban adjon jelzést, míg a téves jelzések száma minimális legyen - jelenti a legnehezebb feladatot mind a fejlesztők, gyártók, mind pedig a tervezők, telepítők és üzemeltetők számára. A tűzjelző rendszerekkel szembeni két elvárás a bemeneti, vagy érzékelési oldallal szemben jelentkezik. Ha ezt a két elvárást együttesen minél magasabb szinten kielégíti a rendszer, akkor beszélhetünk jelzésbiztonságról.

A másik oldalon, a tűzjelző berendezés ún. kimeneti oldalán jelentkezik az igény arra, hogy ha a tűzjelző berendezés már riasztási állapotot mutat, akkor különböző "feladatokat" hajtson végre. A kimeneti oldali feladatokat három fő csoportba sorolhatjuk, úgymint a beavatkozó szervek értesítése, a tűzeseti vezérlések és a bent tartózkodók értesítése.

A beavatkozó szervek értesítése

A hatékony beavatkozáshoz a tűzjelzésnek minél előbb el kell jutnia a beavatkozó szervekhez. A tűz keletkezésétől a beavatkozás megkezdéséig eltelt idő csökkentése az egyik záloga annak, hogy a tűzjelző berendezés hozzájáruljon a keletkező kár csökkentéséhez, mind anyagi, mind emberi értelemben (3. ábra).



3. ábra Eseményfa a tűz súlyossága az észlelés és a beavatkozás függvényében. Forrás: [8 p.119] (átalakítva)

A beavatkozó erők értesítésének több megoldása lehetséges. Az OTSZ [9] meghatározza az alapvető megoldási módokat:

"Az üzemeltető a beépített tűzjelző berendezés, beépített tűzoltó berendezés állandó felügyeletét folyamatosan biztosítja

- a) kioktatott személyzet jelenlétével abban a helyiségben, ahol a tűzjelző vagy oltásvezérlő központ jelzéseit megjelenítő készüléket elhelyezték,*
- b) a tűzjelző vagy oltásvezérlő központ jelzéseinek automatikus átjelzésével a létesítményen belül kialakított állandó felügyeleti helyre vagy*
- c) a tűzjelző vagy oltásvezérlő központ jelzéseinek automatikus átjelzésével a létesítményen kívül kialakított állandó felügyeleti helyre (távfelügyelet)."*

A lehetséges megoldások közül leggyakrabban a 24 órás állandó felügyeletet választják. E megoldás esetén tényleges nehézséget jelent, hogy a felügyeletet ellátó nem kaphat olyan feladatot, amely a helyiség elhagyásával jár. Ennek biztosítására jogszabály [9] definiálja az állandó felügyelet elfogadható módját.

"A berendezés felügyeletét folyamatosan, egy időben ellátó személyek száma legalább két fő abban az esetben, ha a jelzéseket megjelenítő eszköz felügyeletén túl más, a helyiség esetleges elhagyását igénylő feladatuk is van. A két személy közül egynek folyamatosan a jelzéseket megjelenítő eszköz helyiségében kell tartózkodnia."

Ha a fenti előírásnak nem tud megfelelni az üzemeltető, vagy néhány, jogszabályban [10] rögzített esetben (30 méter feletti legfelső használati szintű épület, fekvőbeteg ellátásra szolgáló

intézmény és felszín alatti vasútvonal alagútja és állomása) az állandó felügyelet kiegészítésére is, tűz- és hibaátjelzést kell létesíteni.

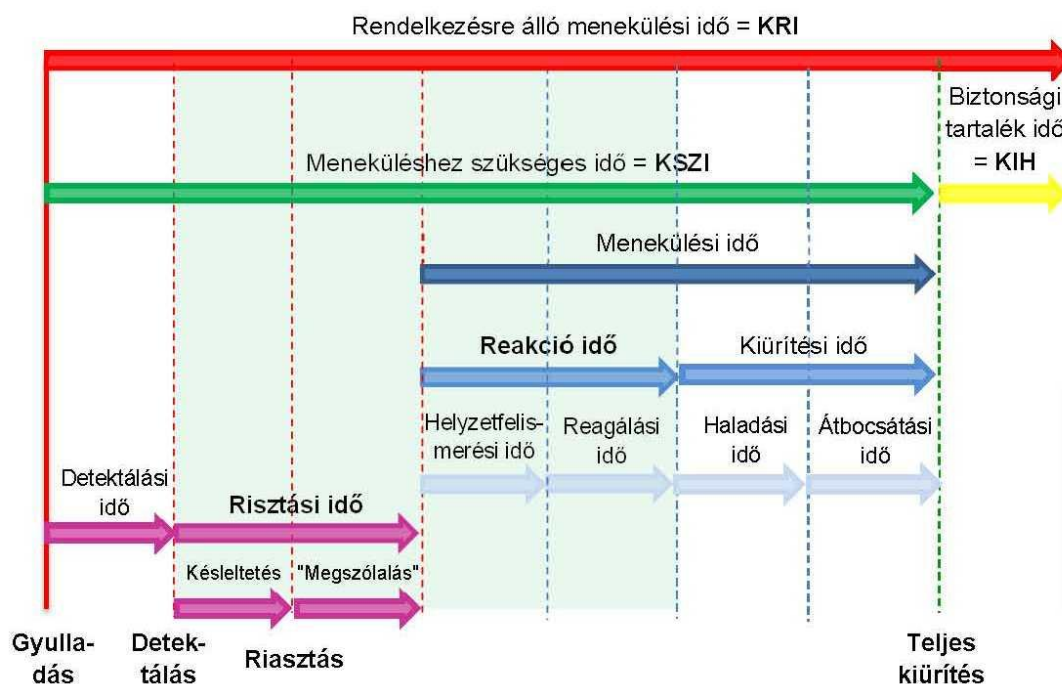
A tűzeseti vezérlések

Napjaink tűzjelző berendezéseiben a kimeneti oldali feladatok jelentős részét a tűzeseti vezérlések teszik ki. Ezek megtervezése, összehangolása az egyes szakágakkal, valamint a vezérlési koncepció kidolgozása és működtetése komoly kihívást jelenthetnek nagyobb létesítmények esetén. Megfelelő működésük szintén alapvetően meghatározza a tűzvédelmi berendezések hatékonyságát. Jelenlegi kutatásaimban a tűzeseti vezérlésekkel nem foglalkozom.

A bent tartózkodók értesítése

Végül, de nem utolsó sorban elvárjuk a tűzjelző berendezéstől azt is, hogy a létesítményben tartózkodók időben értesüljenek a veszélyről annak érdekében, hogy a menekülést minél előbb meg tudják kezdeni.

A kiürítés elemeit ábrázoló 4. ábra jól szemlélteti, hogy mit jelent egy menekülésre kényszerülő ember szempontjából az a tény, hogy mikor értesül a tűzről. A Kiürítés Tűzvédelmi Műszaki Irányelv (továbbiakban TvMI) [11] ezt az időtartamot "Kiürítés előtti időtartamnak²" definiálja: *"az az időszak, amely a tűz észlelése (detektálása, felfedezése) vagy riasztás után, a riasztási információ feldolgozásához szükséges érzékelési (riasztási tudatosulási) és az emberi reakció időkből összeadódóan megelőzi a tényleges, célirányos kijáratok irányába történő haladást."*

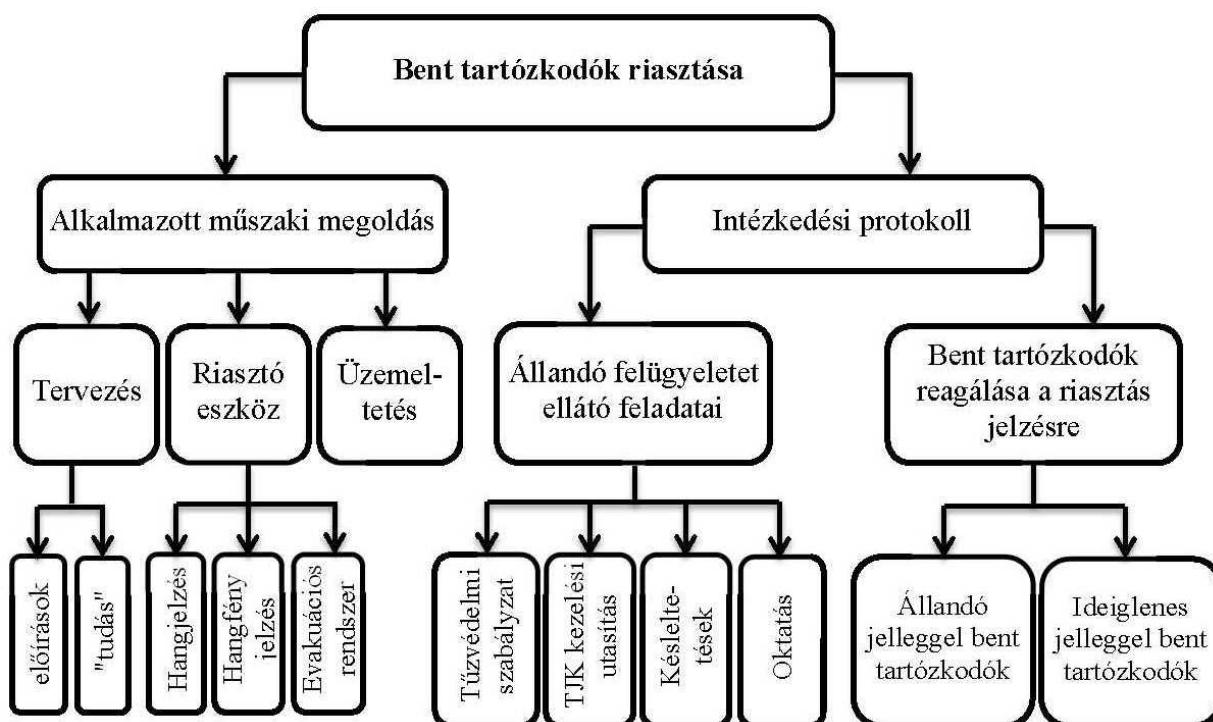


4. ábra Kiürítés elemei az idő függvényében. Forrás:[12] (átalakítva)

A cikk további részében a tűzjelző berendezések hatékonyságához hozzájáruló összetevők közül a kiürítés előtti időtartamot vizsgálom. Ezen belül azokat az összetevőket, melyek a

² pre-movement time

tűzjelzés tűzjelző központon való megjelenésétől a bent tartózkodók menekülésének megkezdéséig tart. Kiemelem a riasztási és a reakció időt, és tovább vizsgálom, hogy ezek hossza milyen feltételektől függ. A feltételeket összefoglalva az 5. ábra mutatja.



5. ábra A riasztási hatékonyság összetevői. Készítette: a szerző

A RIASZTÁSI IDŐ

A riasztási idő - a 4. ábrát tekintve - a tűzjelzés tűzjelző központon való megjelenésétől a riasztó berendezés megszólaltatásáig eltelt idő. Ez az időintervallum két további szakaszra osztható: a késleltetési időre és a megszólalási időre.

A késleltetési idő

A tűzjelző berendezések tervezése során, a szabványi [13] előírásoknak megfelelően lehetőség van a különböző funkciók késleltetésére. Lehet késleltetni a riasztó eszközöket, az átjelzést és a tűzeseti vezérléseket. A szabvány [13] a három terület késleltetését egyöntetűen 10 percben maximálja. Eltérés csak abban van, hogy az átjelzés késleltetését nem engedi meg kézi jelzésadótól bejövő tűzjelzés esetén. Ezen felül, az alapvetően gyártói, és nem tervezési szabvány nem határoz meg semmilyen iránymutatást arra vonatkozóan, hogy a lehetséges késleltetéseket hogyan, mitől függően alkalmazzuk, vagy ne alkalmazzuk. Ezt a kérdéskört egyértelműen tervezői vagy nemzeti szabályozási feladatkörbe sorolja, és figyelmeztet [14] arra, hogy:

"A megadott legnagyobb késleltetési idők az Európai Unió tagállamaiban használt idők felső határát jelentik és nem ajánlott idők. Az ajánlott időket az alkalmazási útmutatók adják meg. A kézi jelzésadóktól jövő jelekre csak kivételes körülmények között alkalmazható késleltetés."

Magyarországon a tűzjelző berendezések tervezése az OTSZ által megadott követelmények teljesítése és a biztonsági szint elérése a tűzvédelmi műszaki irányelv betartásával, a vonatkozó szabvány szerinti tervezéssel, vagy saját műszaki megoldással történhet. Mivel bevezetett európai harmonizált tervezői szabványunk nincs, legtöbbször marad a TvMI szerinti tervezés, ha valaki nem szeretne saját műszaki megoldást. A TvMI a késleltetések kérdésével nem foglalkozik. Ez azt eredményezi, hogy a tervezőnek lehetősége van akár 10 perccel is késleltetni a létesítményben tartózkodók riasztását. Jelenleg hazánkban nincsenek kidolgozott módszerek a következő kérdések megválaszolására: Mi alapján lehet eldönteni, hogy szükséges-e egyáltalán késleltetés, és ha igen, milyen mértékben? Nem okoz-e potenciális kockázatot az, ha indokolatlanul alkalmaznak késleltetést?

A riasztás jelző eszközök késleltetését a gyakorlatban legtöbbször akkor alkalmazzák, ha a létesítmény kiürítése túl nagy hátránnyal, veszteséggel jár. Ez jelenthet anyagi hátrányt (pl. leáll a termelés egy időre), egzisztenciális hátrányt (pl. kiesik a cég szolgáltatása egy időre), de jelenthet akár közvetlen veszélyt is (pl. télen gyermekeket kevés ruházatban az utcára küldeni huzamosabb időre).

Gyakori a hangjelzések késleltetésének motiválásában az, ha egy rendszer gyakran ad téves jelzéseket. Ha túl sokszor feleslegesen szól a tűzjelző, az emberek egy idő után hajlamosak közömbössé válni és nem megfelelően, tűz esetén elvártak szerint viselkedni. Például késve kezdik a menekülést, vagy egyáltalán nem menekülnek. A riasztás késleltetésével időt lehet nyerni, hogy a jelzést fogadó személy meggyőződhessen arról, hogy valós tűz miatt következett-e be a jelzés. Ezt az időt "felderítési idő"-nek is nevezik. A felügyeletet ellátó személy (biztonsági őr, portás, ügyeletes stb.) a felderítés eredményétől függően tudta a jelzést törölni, illetve a riasztást manuálisan indítani a tűzjelző központról, vagy - ha a beállítások megengedik, és a kézi jelzésadóról jövő jelzések azonnal kiváltják a riasztás jelzést, akkor - egy közeli kézi jelzésadóról. Ennek a fajta koncepciónak sok kérdéses és vitatható pontja van, annak ellenére, hogy a még nem törölt tűzjelzést követő adott időn belül a riasztás automatikusan aktiválódik, feltételezve például, hogy a felderítő személy megsérült. A legfontosabb kérdés, hogy tényleg szükség van-e a biztonsági szintet a késleltetéssel csökkenteni. Hazai szabályozás hiányában kérdés az is, hogy ki vagy kik, mely fázisban (tervezés, üzemeltetés), milyen szempontok alapján és milyen formában dönthetnek, ami alapvetően befolyásolja a tűzjelző berendezés riasztási hatékonyságát, a bent tartózkodók biztonságát. Jelenleg nem egyértelmű, hogy e döntést a tervezési fázisban hozzák meg az érdekelt felek (pl. a tervező, megrendelő és a hatóság) és a tűzjelző berendezés tervdokumentációjában rögzítik, vagy utólagosan, az üzemeltetési fázisban üzemeltető és karbantartó ezeket átállíthatja. Hiszen a karbantartónak a 3-as hozzáférési szinten [15] erre van lehetősége. Ebben az esetben az utólag beállított késleltetés nem szerepel a tervdokumentációban és előfordulhat, hogy a tűzvédelmi hatóság sem tud róla.

Késleltetés alkalmazása esetén fontos, hogy a késleltetési idő értékének meghatározásánál milyen szempontokat kell, illetve lehet figyelembe venni. A késleltetési időt például befolyásolhatja a felderítési idő, ami a létesítmény legtávolabbi, legkedvezőtlenebb pontjára feltételezett tűzhöz való odajutás ideje, az elindulás, érkezés és ott tartózkodás idejét is beleszámolva. Ha a késleltetésre a szabvány [13] által megadott max. 10 perces időtartamot vesszük figyelembe átlagos haladási sebességgel (40 m/min)³ számolva, akkor a létesítmény

³ Kiürítés TvMI 1. táblázata [16]

legtávolabbi pontja legrosszabb esetben is 200 m lehet ahhoz, hogy legyen értelme a késleltetésnek. A legtöbb tűzjelzővel védett létesítményben ennél jóval nagyobb távolságok vannak. Ebben a szélsőséges esetben a tűzről a bent tartózkodók mindenképpen 10 perccel később értesülnek, ha addig ők maguk nem észlelik a tűz jeleit. Ebben az esetben a tűzjelző rendszer hatékonysága már erős csorbát szenvedett.

Fontos szempont a késleltetési idő meghatározásánál a kiürítés számítás. A kiürítés célja, hogy a bent tartózkodók még a kiürítést lehetetlenné tevő feltételek kifejlődése előtt elérjék a biztonságos teret [17]. Ezen szükséges időtartamra ad követelményeket az OTSZ [18] 7. melléklet 4. táblázata (6. ábra) normaidők formájában, amiket kiürítés számítással kell igazolni.

	A	B	C	D	E
1	a kiürítés megengedett időtartama (perc), ha a kockázati egység kockázati osztálya				
2		NAK	AK	KK	MK
3	Első szakasz	1,0	1,5	1,5	1,0
4	Második szakasz	6,0	8,0	6,0	6,0

6. ábra A kiürítés normaideje a kockázati besorolástól függően. Forrás: [OTSZ 2014])

Ha ezekkel az értékekkel vetjük össze a megengedett késleltetési időt, láthatjuk, hogy az elvárt kiürítési idők 7 és 9,5 perc közötti értékek. Még a leghosszabb elvárt normaidő sem éri el a 10 perccel, a szabvány [15] által megengedett maximális késleltetési idő nagyságrendileg tehát megfelel a kiürítési normaidőknek. Megjegyzem, hogy a kiürítés számításra bevezetett TvMI [10] definíciója szerint a kiürítési idő *"a tényleges, célirányos, kijáratok irányába történő mozgás ideje, az indulástól kezdve a biztonságos tér eléréséig"*. A kiürítés számítás módszere olyan, hogy nem lehet figyelembe venni az emberek menekülésének megkezdése előtti időszakot, beleértve az esetleges riasztás késleltetést is. *Ezen összefüggések további vizsgálata szintén célja kutatásaimnak. A kiürítéssel összefüggésben érdemesnek tartom a továbbiakban azt is vizsgálni, hogy a számítógépes tűzmodellezések terjedésének, illetve a számítógépes kiürítés modellezésnek köszönhetően az e modellekből kapott eredményeket (pl. a kiürítéshez szükséges időt, a flashover⁴ számított időpontját) hogyan lehet felhasználni a késleltetések optimalizálásához.*

Az előzőekből egyértelműen kiderül, hogy a késleltetések alkalmazása a mai hazai gyakorlattal és szabályozással ellentétben, komoly koncepcionális kérdés kell, hogy legyen, hiszen a tűzjelző berendezés hatékonyságát nagymértékben befolyásolhatja. Fontosnak tarom, és látok rá lehetőséget hogy a tűzjelzés beérkezését követő teendőkre legyen külön protokoll. Azon létesítményekben, ahol a tűzriadó terv és annak éves gyakorlása kötelező, jó esetben a teendők részletezve vannak, hiszen a jogszabály [20] rendelet előírja, hogy:

"A Tűzriadó Tervnek tartalmaznia kell:

- a) a tűzjelzés módját;*
- b) a tűzoltóság, valamint a létesítményben tartózkodók riasztási rendjét, a létesítmény elhagyásának módját;*

⁴ lángba borulás [19]

c) a tűz esetén a munkavállalók szükséges tennivalóit (tűzvédelmi berendezés kezelése, tűzoltás és mentés, rendfenntartás, technológiai folyamat leállítása, áramtalanítás stb.);"

Ahol a tűzriadó terv nem kötelező, legfeljebb a tűzvédelmi szabályzatban szerepelhet erre vonatkozó információ, de a tűzjelző rendszer jelzéseinek fogadását követő feladatokat nem szokták részletezni. Véleményem szerint ilyen esetekben az adott létesítmény saját tűzjelző rendszerének beállításait is figyelembe vevő "Tűzjelzés kezelési protokoll"-t lehetne alkalmazni egyszerű, vészhelyzetben is könnyen követhető formában.

A késleltetések és a tűzjelzések kezelésének jelentőségére és a szakirodalom hiányosságaira tekintettel tervezek e témában további kutatásokat folytatni.

A megszólalási idő

A megszólalási idő alatt alapvetően a riasztó eszközök és azok hálózatának műszaki megoldásait értem. Életvédelmi rendszerről lévén szó, a tűzjelző berendezések kialakítása során elsődleges szempont a hibák korlátozása. A riasztó eszközöket - és itt elsősorban most a magyar piacon leginkább elterjedt hangjelzőket - tekintve ezt a következő elvárások garantálják:

- A hangjelző áramkörök felügyelete, ami azt jelenti, hogy a hangjelzők vezetéken bekövetkező zárlatot vagy szakadást a tűzjelző központon hibajelzésként kell megjeleníteni.
- A másik fontos elvárás ezen eszközökkel szemben, hogy feladatukat meghatározott ideig el tudják látni.

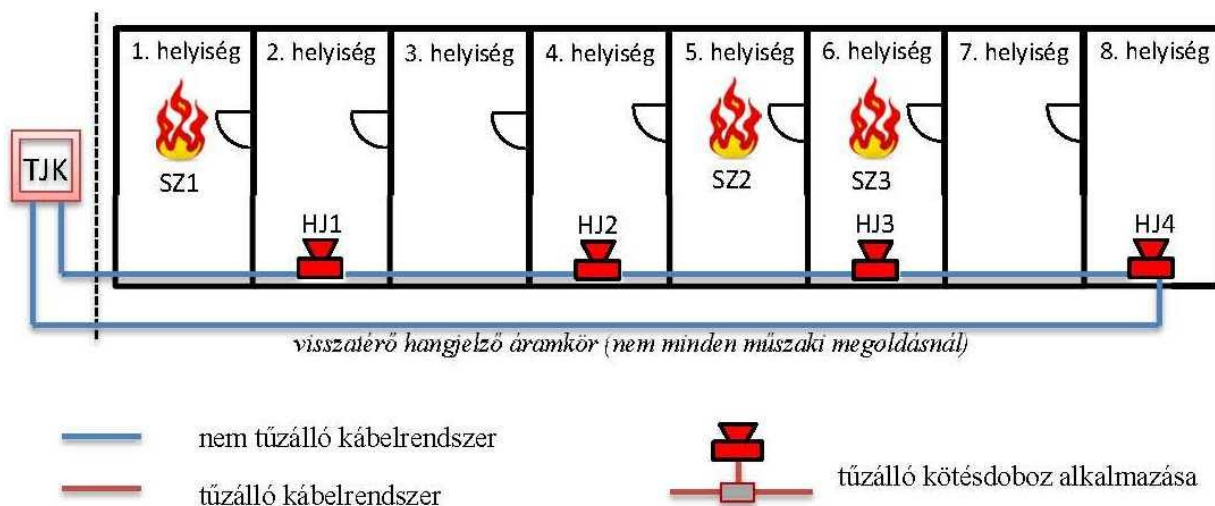
Fenti elvárások garanciájaként a jelenlegi előírás [18] és műszaki irányelv [21] a hangjelző áramkörök kialakítására az alábbiakat határozza meg:

- Hagyományos hangjelzőket tartalmazó áramkört a tűzjelző központ felügyelt kimenetére kell kötni, és az utolsó hangjelző után lezáró ellenállást alkalmazni.
- 30 perces ún. funkciómegtartó, vagyis tűzálló kábelrendszereket kell használni akár hagyományos, akár címzett hangjelzők esetében.

Ha a fenti előírásoktól eltekintve, pusztán műszaki szempontból megvizsgáljuk a hangjelző áramkörök kialakítását, más - a jelenlegi magyar előírásoknak nem megfelelő - kialakítások is lehetségesek. Korábbi cikkemben [22] már elkezdtem e lehetőségek kutatását. Tizenkét féle lehetséges műszaki megoldást vizsgáltam az alábbi négy jellemző kombinálásával:

- Tűzálló-e a kábelezés (jelölése a 9. ábrán: T)
- Tűzálló-e a kötésdoboz (jelölése a 9. ábrán: K)
- Alkalmazunk-e izolátorokat (jelölése a 9. ábrán: I)
- Visszatérő-e a hangjelző áramkör (jelölése a 9. ábrán: V)

A különböző műszaki megoldásokat a 7. ábrán bemutatott, feltételezett épületben vizsgáltam, három különböző scenárióra [22].



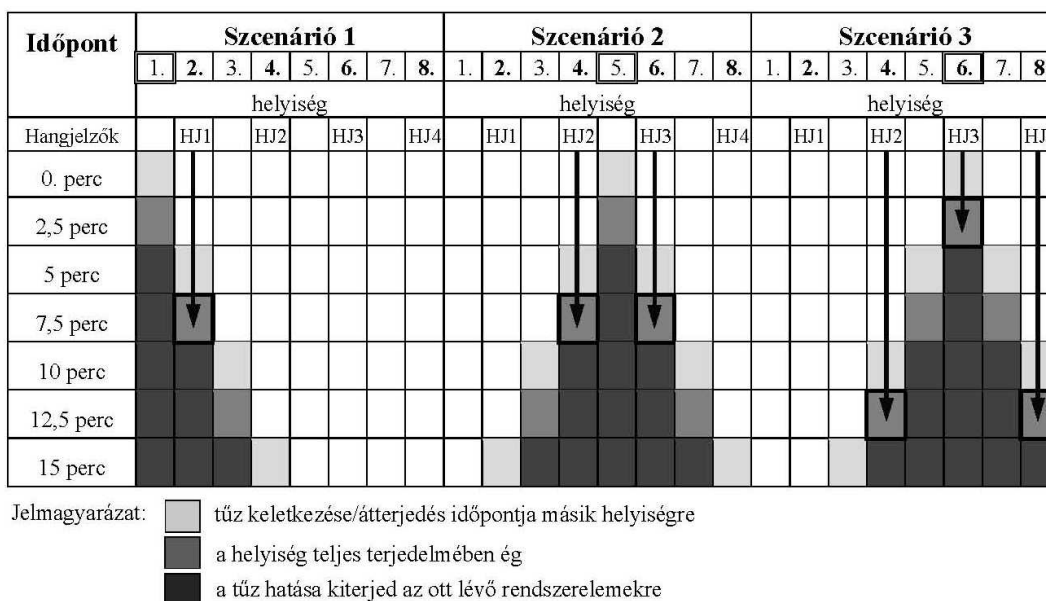
7. ábra Feltételezett kialakítás a hangjelzés megoldásainak vizsgálatához.
(Készítette: a szerző) [23]

A tűz során az alábbi lehetséges következményekkel számoltam:

- **Zárlat**, amelynél a kábelben futó érpár a kiolvadó szigetelés következtében rövidre zár.
- **Szakadás**, amikor a kábelezés folytonossága megszűnik.
- Elképzelhető olyan eset is, hogy a tűznek jó ideig nincs hatása a kiépített rendszerre. Ennek a variációnak az esélye elég kicsi, mivel a hangjelző, hacsak nem tűzálló kivitelű, a helyiségben kialakuló hő hatására viszonylag hamar működésképtelenné válik.

A tűz hatása egy ilyen rendszert illetően eltérő lehet, és a végeredményt tekintve nem mindegy, hogy melyik bekövetkezését milyen eséllyel vesszük figyelembe. Az, hogy zárlat vagy szakadás, esetleg semmi nem következik be, nagyban függ az alkalmazott eszköztől, és annak bekötési módjától. Nem ugyanannyi az esélye a szakadásnak akkor, ha a hangjelző bekötése a NYÁK⁵-ba ültetett sorkapcsokkal történik (itt növelheti a zárlat esélyét pl. még az is, hogy ha közös sorkapocsba kötik a bejövő és visszatérő vezetéket), vagy pl. forrűles megoldással. Cikkemben a fenti következmények bekövetkezési valószínűségének arányát feltételeztem, de a számítási módszer során ezt változó bemeneti adatként adtam meg, így a számításokat könnyen el lehet végezni más arányokkal is. Az általam feltételezett bekövetkezési arány, amit a mostani számításaimnál figyelembe vettem: 50% zárlat, 30% szakadás és 20% következmények nélkül. *Ezt a kutatásaim további időszakában szeretném konkrét mérésekkel is alátámasztani.* Szintén feltételeztem különböző scenáriók szerinti tűzterjedést, a 8. ábrán bemutatottak szerint. *Kutatásaim során a jövőben tervezem ezt számítógépes tűzszimuláció segítségével is megvizsgálni.*

⁵ nyomtatott áramkör



8. ábra Feltételezett tűzterjedés a felvett mintaépületben.
 (Készítette: a szerző) [24]

Az összes műszaki megoldás eredményeit a különböző szcenáriókkal egybevetve egy összefoglaló táblázatban (9. ábra) jelenítettem meg.

Műszaki megoldás	T	K	I	V	Összesen	Szcenárió1	Szcenárió2	Szcenárió3
1M	0	0	0	0	21%	17%	23%	24%
2M	1	0	0	0	38%	43%	45%	24%
3M	1	1	0	0	38%	43%	45%	24%
4M	0	0	1	0	37%	17%	50%	45%
5M	0	0	0	1	35%	42%	33%	29%
6M	0	0	1	1	69%	83%	67%	58%
7M	1	0	1	0	46%	43%	49%	45%
8M	1	0	1	1	69%	83%	67%	58%
9M	1	0	0	1	46%	58%	50%	29%
10M	1	1	0	1	46%	58%	50%	29%
11M	1	1	1	0	47%	43%	53%	45%
12M	1	1	1	1	69%	83%	67%	58%

9. ábra Összefoglaló táblázat a különböző műszaki megoldások megfelelőségéről.
 (Készítette: a szerző) [25]

Az eredményeken jól látszik, hogy kiemelkedően jó hatékonyságú a 12. megoldás, ami természetes, hiszen minden biztonságnövelő feltételt alkalmaztam. Mégsem mutat jobb eredményt a 6. és 8. megoldásnál. A 6. és a 8. megoldás között a különbség a tűzálló kábelezés, ami így, az azonos eredmények miatt el is hagyható. [22]

Vizsgálataim eredményeképpen megállapítottam, hogy a kiugróan jó eredményt izolátorok alkalmazása és visszatérő áramköri kialakítás adja. Számításaim és a kísérlet rávilágítanak arra, hogy a jogszabály által szigorúan vett előírások szerint tervezett és kivitelezett megoldások nem mindig a legmagasabb biztonsági szintet jelentik, ráadásul ár-érték, vagy inkább ár-biztonság arányát tekintve lehet jobb műszaki megoldást is találni. A jövőben a tervezői szabadság és a mérnöki módszerek előtérbe kerülésével lehetőséget látok arra, hogy jobban átgondoljuk a hangjelzések megvalósításának gúzsba kötött jellegét, és nyissunk alternatív

megoldások felé, ezzel párhuzamosan a szabályokon is tudjunk rugalmasan változtatni, ha kell. [22]

A REAKCIÓ IDŐ

A 4. ábrán reakcióidőként definiált időintervallum már azt a szakaszt jelenti a meneküléshez szükséges időből, ami leginkább összefüggésbe hozható a menekülő személlyel. Ez a szakasz már a riasztó eszközök aktív állapotba kerülésével indul, és addig tart, amíg az adott személy ténylegesen megkezdte a menekülést. A reakció idő tovább bontható két, egymással szorosan összefüggő intervallumra, a helyzetfelismerési és a reagálási időkre.

Az emberi reakció

A reagálási idő csökkentésére kézenfekvő lehetőség, hogy tovább vizsgáljuk az információ azonosítás és feldolgozás folyamatát az emberi gondolkodás és viselkedés aspektusából is. Síklaki [26 p.11] a meggyőzés kognitív folyamatának egyik modelljét McGuire nyomán, öt egymásra épülő információfeldolgozási lépéssel írta le [27]:

1. figyelem
2. megértés
3. elfogadás
4. megtartás
5. cselekvés

Tovább bontva a modell egyes fázisait, és alkalmazva azt a tűzjelzésre történő reagálásra, fontos összefüggések állapíthatók meg.

A figyelem az a készség, ami lehetővé teszi, hogy az ember az őt ért külső és belső ingerek között szelektálni tudjon. Észrevegye, és szükség szerint előrébb sorolja például azokat a dolgokat, amik őt veszélybe sodorhatják, vagy éppen megmenthetik az életét. Atkinson [28] szerint a minket ért ingerek egy részét kiemeljük, míg másokat ezzel egyidejűleg figyelmen kívül hagyunk.

A megértés már a vett információ értelmezését takarja, azt, hogy mennyire sikerül azonosítani például tűzjelzésként a kapott információt. A megértés már nem csak az egyéni adottságoktól függ, hanem attól is, hogy mennyire tudja a személy azonosítani a jelzést. Tudja-e egyáltalán, hogy amit tapasztal, az adott környezetben tűzjelzés. Itt lehet kiemelkedő szerepe a tanult és egységes jelzéseknek.

Az elfogadás és megtartás fázisában még több tényező hatása érvényesül. Ekkorra már a célszemély észlelte az ingert, azonosította az információt, megértette, hogy amit észlel, az tűzjelzés. Kérdés, hogy mennyire fogadja el, hogy erre a jelzésre neki cselekedni kell, még hozzá azonnal. Ez szintén függ a kondicionálástól, vagyis attól, hogy mennyire tanultuk meg, mennyire erős bennünk a tanulás hatása, vagyis mennyire építettük be saját tudatalattinkba a korábban tanultakat. Párhuzamot vonhatunk azzal is, hogy valaki hogyan szocializálódott [29]. Ha úgy nő fel, hogy szabálykövetésre nevelték, és ilyen példát látott maga előtt, akkor valószínűleg ebben az esetben is tényként fogadja el, hogy a tűzjelzésre menekülnie kell. Egyes embercsoportokra jellemzőbb a nem szabálykövető magatartás (pl. javító intézetben, börtönben, pszichiátrián élők), így ezt a szempontot is érdemes figyelembe venni.

A tényleges cselekvés, vagyis a menekülés megkezdését befolyásoló körülményeket vizsgálta már korábban Carter [30 p.86.] is. Az ő kutatásai is alátámasztják, hogy milyen sok szempont befolyásolhatja a tényleges menekülés melletti döntést. Csak néhány fontosabbat kiemelve eredményeiből (a %-os értékek a vizsgált emberek azon része, aki elhagyta az épületet):

- Életkor: fiatalok 59%
idősek 49%
- Oktatás: nem volt kioktatva 56%
részesült oktatásban 49%
- Helyismeret ismerte az épületet 56%
kevésbé ismerte 49%

Amíg a figyelem, elfogadás, megtartás és cselekvés fázisai jellemzően az ember egyéni képességeitől, tulajdonságaitól és aktuális állapotától vagy helyzetétől függ, addig a megértés fázisában kulcs szerep jut az információ átadás módjának és a tanulásnak. Itt van jelentősége a riasztás különböző módjait megvalósító megoldásoknak.

A riasztás módja

A reakció idő szempontjából kulcsfontosságú a riasztás módja, jellege. Az épületbe tervezett riasztó eszközöknek, berendezéseknek széles skálája létezik a nemzetközi piacon. Ezek csoportosítva, a teljesség igénye nélkül az alábbiak:

- hagyományos, illetve címzett hangjelzők,
- hang-fény jelzők,
- fényjelzők,
- evakuációs vészhangosító rendszerek.

Legelterjedtebb a hagyományos hangjelző eszközök használata, valamint olyan helyeken, ahol a hangjelzés hatékonysága valamely körülmény miatt nem megfelelő, ezek kiegészítése fényjelzéssel (pl. magas háttérzaj, nagyothallók, süketek jelenléte, zajvédő eszközök használata esetén). A fényjelzés használatának szükségességét a tűzjelző berendezés tervezője dönti el, egyeztetve az érdekelt felekkel. A jelenlegi nemzeti előírások a szükségességet nem szabályozzák, annak eldöntésére csak javaslat szintjén, megjegyzésben fogalmaz meg ajánlásokat a vonatkozó TvMI [21]. Néhány éve bevezették a fényjelzők kiosztási szabályait is leíró harmonizált európai uniós szabványt [31], ami a fényjelzők tervezésére és telepítésére is ad iránymutatást. Fényjelzők alkalmazása esetén már nem elég a hangjelzőket egyszerűen hang-fényjelző eszközökre cserélni, mert a fényjelzőkre vonatkozó szabvány sokkal sűrűbb eszközkiosztást eredményez. Ezért a gyakorlatban mind a tervezők, mind a megrendelők igyekeznek elkerülni a fényjelzők használatát, és csak legvégső megoldásként alkalmazni azokat. Célszerűnek tartanám legalább irányelvek szintjén a fényjelzők használati feltételeinek részletesebb kidolgozását.

Ha a riasztást automatikus hangjelzők biztosítják, akkor értelemszerűen ezzel a hangjelzéssel szemben szigorú elvárások fogalmazódnak meg. Az elsődleges elvárás természetesen maga a hallhatóság. A 2008-as OTSZ [32] hatályba lépése óta jól meghatározott hangnyomás értékeket kell a hangjelzéssel biztosítani. A hangterjedés fizikai sajátosságait ismerve, és alkalmazva az erre épülő néhány ökölszabályt, a hangjelzők kiosztása az elvárt hangnyomás szintek biztosítására látszólag egyszerű feladat, ami a telepítést követően hangnyomás méréssel ellenőrizhető és korrigálható.

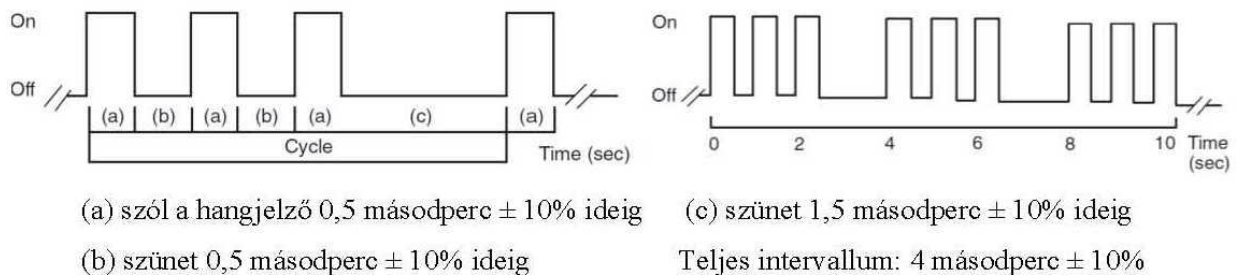
Egységes "Tűzjelzés"

A hangjelzőkkel szemben további elvárás, hogy egy épületen belül *"más jelzésektől elkülöníthetően jelezzék a tűzriasztást"* [33]. Ezt az elvárást a hangjelzők elhelyezésével, más hangjelző eszközöktől eltérő frekvencia és hangminta választással javasolt megoldani [21]. A TvMI irányelvként fogalmazza meg, hogy a hang jellege (mintája) az egész épületen belül azonos és folyamatosan hallható legyen. Ezzel szemben a szabvány [34] azt mondja, hogy a hangminta és a frekvencia követelményeket az egyes országok saját előírásaikban szabályozhatják. A szabványban tehát már megjelenik az egységesítésre való törekvés. Ennek ellenére Magyarországon eddig nem kerültek egységesítésre a tűzeseti hangjelzések. Véleményem szerint az egységes "Tűzjelzés" hang nagyban segíthetné az emberekben tudatosítani, hogy a hallott hangjelzés ténylegesen tűzjelzés. Hatékonyabban beépíthető lenne a tűzvédelmi oktatásokba, ezzel elősegítené a kondicionálást, és ez által csökkentené a megértési időt. Bogár és Mógor [27] is felhívja a figyelmet a kondicionálásos tanulás hatékonyságára. A Pavlovi feltételes reflexen [35 p.35-37] alapuló módszert már a II. világháborúban használták. A légvédelmi szirénák hangjára a lakosság szinte "gépiesen" megindult az óvóhelyek irányába. Számos hasonló példa létezik az egyértelmű jelzés és az arra kiváltott minél gyorsabb reakció közötti összefüggésre. Egy jelzés akkor lesz egyértelmű,

- ha mindig egyforma (ez tűzriasztás esetén egyforma hangmintát és frekvenciát jelent),
- ha tudjuk, megtanultuk, hogy az a jelzés mit jelent,
- ha tudjuk, megtanultuk, hogy erre milyen magatartást kell tanúsítani,
- ha minél kevesebb az az eset, hogy az adott jelzésre elvárt cselekedet felesleges (pl. téves jelzések), vagy
- ha más módon tesszük az emberek számára egyértelművé (pl. szöveges üzenettel).

Az egységes tűzjelzés előnyeit támasztja alá az a jelenség is, hogy az elmúlt évtizedekben egyre nagyobb ún. háttérzajjal kell számolnunk a létesítmények nagy részében. A bevásárlóközpontokban, áruházakban, repülőtereken, sportlétesítményekben és szórakozóhelyeken szinte állandóan szól a zene. Egyre több olyan berendezés, rendszer van (pl. vagyonvédelmi riasztók), ami a tűzjelzéshez hasonló, figyelemfelhívó jellegű hangot ad. Mivel ezek a hangjelzések egyre többször hallhatóak a mindennapokban, az emberek egyre immunisabban reagálnak rájuk. Az állandó hangzavarból egyre nehezebb kihallani a tűzjelzést, ami a legtöbbször nem is ismert, illetve létesítményenként más és más lehet. Itt válik fontos szemponttá, hogy a riasztandó személyek ismerik-e a létesítményt, állandó, rendszeres, vagy csak ideiglenes jelleggel tartózkodnak ott. Több országban is találunk példát arra, hogy a gyorsabb felismerés és reagálás érdekében egységesítik a tűz riasztás jelzését azzal, hogy szabványnak megfelelő, konkrét frekvenciát és/vagy hangmintát írnak elő. A kaliforniai előírások [36] például konkrétan meghatározzák, hogy a tűz hangjelzésnek az NFPA 72-ben [37] meghatározott "standard ANSI S34.1⁶" jelzésnek kell lennie. Ez alól kivétel csak a hatóság által elfogadott, már meglévő hangjelzés lehet. Az NFPA 72 által meghatározott standard tűzjelzés három impulzus és a köztük lévő, a 10. ábrán bemutatott hosszúságú szünetek által létrehozott 4 másodperces intervallumok ismétléséből áll.

⁶ American National Standards Audible Emergenci Evacuation Signal



10. ábra Standard tűz hangjelzés az NFPA⁷ 72 alapján. Forrás: [37]

A frekvenciatartomány és hangminta esetleges szabályozásával kapcsolatban további szempontként kell figyelembe venni azt a mára bizonyított tény, hogy az életkorral változik a különböző frekvenciájú hangokra való érzékenység. Kísérletek [38] bizonyítják, hogy gyerekkorban, alvásból történő felébresztés során az általánosan használt magasabb frekvenciájú hangjelzésre a gyermekeknek csak az 57,1%-a ébredt fel. Ezzel szemben az édesanya hangjára (100%), más személy hangjára (94,4%) és egy speciális (T-3)⁸ hangmintára (96,4%) mind 90% feletti volt az ébredések aránya. Hasonló kísérleteket végeztek nagyothallók, illetve alkohol vagy más szer hatása alatt állók felébresztésére is. Az alvó emberek felébresztésének sajátosságait kutató eredmények annyira meggyőzőek voltak, hogy az amerikai előírásokba már beépítették őket. Az NFPA 72 [39] már előírja, hogy ilyen esetekben alacsonyabb frekvenciatartományú (520 Hz \pm 10%) hangjelzést kell alkalmazni. Szintén az alacsonyabb frekvenciatartományra való érzékenységet tapasztaltak az idősebb korúak, körében is [40].

Szöveges tűzjelzés

A reakció idő lerövidítését szolgálhatják olyan riasztó eszközök is, amelyek hangjelzés helyett, az ember számára egyértelműbb, megbízhatóbb módon riasztanak. A tapasztalat az, hogy az emberek pozitívabban, gyorsabban reagálnak szöveges üzenetekre, felszólításokra [41]. Ennek köszönhetően rövidül az az idő, amíg az emberek a kapott információt feldolgozzák, értékelik, és ez alapján döntenek a következő cselekedetükről. Hankiss [42 p.133] szerint az érintett emberek és közösségek igyekeznek kikerülni a veszélyhelyzetből, vagy bizonytalanság állapotából, ehhez azonban információra van szükségük a veszély mibenlétére és mértékére, a bekövetkezett változások okaira, a megoldási lehetőségekre vonatkozóan. [27]

A technika fejlődésével a megoldások mára már adottak. Tapasztalataim alapján ezen eszközök betervezése és tényleges alkalmazása, - köszönhetően a magasabb költségnek, az újtól való idegenkedésnek, illetve annak, hogy az érdekelt felek nem ismerik a termékek tudományosan is alátámasztott előnyeit - hazánkban egyelőre nem terjedt el. Mivel az ilyen eszközök életvédelmi rendszerekbe kerülnek beépítésre, csak minősített eszközök használhatók. Ezért bármennyire is kézenfekvőnek tűnik pl. a bevásárlóközpont hangosbemondó rendszerét tűzjelzésre használni nem lehet. Tűzjelző rendszerekben a szöveges üzenetek átadásához alapvetően kétféle eszköz, rendszer használható.

Léteznek egyrészt már olyan hangjelző eszközök, amik a normál hangjelző hálózatba szerelhetők, akár az eddig használt hangjelzőket lecserélve. Ezek a hangjelzők előre felvett gépi

⁷ NFPA = National Fire Protection Association

⁸ ISO 8201:1987 (en) Acoustics - Audible emergency evacuation signal szerinti Temporal-3 hangjelzés

szöveges üzenetet "mondanak be". De hangszórókat használnak a piacon már régóta jelen lévő evakuációs vészhangosító rendszerek is. Gyakran összekeverik a hangjelző hálózattal vagy az épület hangosító rendszerével. Alapvető különbség egy egyszerű tűzjelző hangjelző hálózatához képest, hogy nem csak az EN 54-3-nak [43] felel meg, hanem külön szabványnak, az MSZ EN 60849:2000-nek [44] is. E szabványnak megfelelő evakuációs vészhangosító berendezések nem csak a tűzjelzés funkciót tudják ellátni, de alkalmasak vészhelyzetben előre felvett vagy közvetlen szöveges bemondásra is. Ezen felül léteznek még olyan, - egyelőre nem szabványos - eszközök, berendezések, melyek kifejezetten egyéni adottságokat figyelembe véve, speciális problémák megoldására születtek, mint pl. a süketeket riasztó rezgő karkötők. Ezen riasztó eszközök használata vitathatatlan előnyük és részben már bevezetett szabványnak való megfelelőségük ellenére hazánkban még nem terjedt el. *Későbbi kutatásaim során tovább kívánom ezen eszközök alkalmazásának előnyeit vizsgálni.*

ÖSSZEFOGLALÁS

Eddigi kutatásaim megerősítettek abban, hogy a tűzjelző berendezések látszólag kiforrott szakterületén belül is érdemes a részleteket kiemelve tovább vizsgálódni, hiszen korántsem beszélhetünk arról, hogy a hazai riasztási megoldások tudatosan, átgondoltan és koncepcionálisan illeszkednének az alkalmazási környezetbe. Bár az alternatív, környezethez és a bent tartózkodókhoz jobban alkalmazkodó megoldások alaposabb körültekintést, többletmunkát igényelnek, és többnyire nagyobb anyagi ráfordítást is jelentenek, egy esetlegesen bekövetkező tüzeset következményeit tekintve nem kérdés ezek megtérülése. A hatékony riasztás néhány esetben (pl. veszélyes üzemekben), nem feltétlenül csak tüzeset miatt válhat szükségessé, hanem egyéb üzemzavarok miatt is [45].

Annak ellenére, hogy az általam választott kutatási területen jelentős ismeretanyag halmozódott fel az elmúlt évtizedekben, e tudás hasznosításának lehetőségeit a napi gyakorlatban csak elvétve találjuk meg. Egyes kutatási eredmények ugyan már beépültek néhány ország esetén a szabályozásba, de a tervezők, a beruházók és az üzemeltetők részére Magyarországon nincsenek átfogó módszerek a környezethez igazodó riasztási megoldásokra, azok hatékonyság-növelési lehetőségeire. Ezért kutatásaim célja erre a területre irányuló átfogó munka elkészítése.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Beda László: Gondolatok az épületek tűzbiztonságáról. Magyar Építőipar 2011. 3. szám 94-98. o.
- [2] A magyar nyelv értelmező szótára, Url: <http://mek.oszk.hu/adatbazis/magyar-nyelv-ertelmezo-szotara/kereses.php?csakcimben=&szo=HAT%C3%81SOS&offset=0&kereses=hat%C3%A9kony>, 2016.09.03.
- [3] 54/2014. (XII.5.) BM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzat, 4.§ (2) 10. pont
- [4] TvMI 12.1: 2016.07.15. Felülvizsgálat és karbantartás Tűzvédelmi Műszaki Irányelv (Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság), 5. o.

- [5] 9/2008. (II.22.) ÖTM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzat kiadásáról, 4. fejezet 2.32. pont
- [6] 28/2011. (IX.6.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzat kiadásáról, 151.§ 18. p.
- [7] 9/2008. (II.22.) ÖTM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzat kiadásáról, 4. fejezet 2.8. pont
- [8] Beda László: Tűzmodellezés, tűzkockázat-elemzés (jegyzet tűzvédelmi szakos hallgatók részére), Szent István Egyetem Ybl Miklós Műszaki Főiskolai Kar Tűzvédelmi és Biztonságtechnikai Intézet (SZIE/YMMFK 2000-05), Budapest 1999., 109. o.
- [9] 54/2014. (XII.5.) BM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzat, 202.§ (2) pont
- [10] 54/2014. (XII.5.) BM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzat, 156.§ (1) pont
- [11] TvMI 2.1: 2015.03.05. Kiürítés Tűzvédelmi Műszaki Irányelv (Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság), p. 5.
- [12] TvMI 2.1: 2015.03.05. Kiürítés Tűzvédelmi Műszaki Irányelv (Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság), p. 4.
- [13] MSZ EN 54-2:2009 Tűzjelző berendezések. 2. rész: Tűzjelző központ
- [14] MSZ EN 54-2:2009 Tűzjelző berendezések. 2. rész: Tűzjelző központ, 43. o.
- [15] Mohai Ágota: A tűzjelző berendezések hozzáférési szintjei, Hadmérnök X. Évfolyam 2. szám - 2015. június, Url: http://www.hadmernok.hu/152_02_mohaia.pdf, 2015.08.03.
- [16] TvMI 2.1: 2015.03.05. Kiürítés Tűzvédelmi Műszaki Irányelv (Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság), 10. o.
- [17] Veres György: Tömegetartózkodású épülete kiürítésének vizsgálata I., Hadmérnök IV. Évfolyam 1. szám - 2009. március, Url: http://www.hadmernok.hu/2009_1_veres.pdf, 2016.09.28.
- [18] 54/2014. (XII.5.) BM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzat
- [19] MSZ EN ISO 13943:2004 Tűzbiztonság. Szótár (ISO 13943:1999), 36. o.
- [20] 30/1996. (XII. 6.) BM rendelet a tűzvédelmi szabályzat készítéséről, 4.§ (2) pont, Url: http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=99600030.BM, 2016.09.03.
- [21] TvMI 5.1: 2015.03.05. Beépített Tűzjelző Berendezés tervezése, telepítése Tűzvédelmi Műszaki Irányelv (Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság)
- [22] Mohai Ágota: Alternatív megoldások vizsgálata a hangjelző hálózatainak kialakítására tűzjelző berendezésekben, Hadmérnök X. Évfolyam 2. szám - 2015. június, Url: http://www.hadmernok.hu/152_03_mohaia.pdf, 2015.08.03.
- [23] Mohai Ágota: Alternatív megoldások vizsgálata a hangjelző hálózatainak kialakítására tűzjelző berendezésekben, Hadmérnök X. Évfolyam 2. szám - 2015. június, Url: http://www.hadmernok.hu/152_03_mohaia.pdf, 2015.08.03., 36. o.
- [24] Mohai Ágota: Alternatív megoldások vizsgálata a hangjelző hálózatainak kialakítására tűzjelző berendezésekben, Hadmérnök X. Évfolyam 2. szám - 2015. június, http://www.hadmernok.hu/152_03_mohaia.pdf, 2015.08.03., 37. o.
- [25] Mohai Ágota: Alternatív megoldások vizsgálata a hangjelző hálózatainak kialakítására tűzjelző berendezésekben, Hadmérnök X. Évfolyam 2. szám - 2015. június, Url: http://www.hadmernok.hu/152_03_mohaia.pdf (2015.08.03.), 39. o.
- [26] Síklaki István: *A meggyőzés pszichológiája*, Scientia Humana, Budapest, 1994, p. 185

- [27] Prof. Dr. Bolgár Judit, Mógor Judit: A lakossági tájékoztatás lélektani kérdései, Védelem Online, <http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/257-a-lakossagi-tajekoztatasi-lelektani-kerdesei.pdf> (2016.09.30.)
- [28] Atkinson, R.C., Hilgard, E.R., Smith, E.E., Nolen-Hoeksema, S., Fredrickson, B.L., & Loftus, G.R. : Pszichológia, Osiris Kiadó Budapest, 2005. 848. o.
- [29] Popper Péter: A kriminális személyiségzavar kialakulása. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1970. 171. o.
- [30] Davis Carter: Fires and Human Behaviour, David Fulton Publisher 1990. Second Edition, 258. o.
- [31] MSZ EN 54-23:2010 Tűzjelző berendezések. 23. rész: Riasztóegységek. Vizuális figyelemfelhívó eszközök
- [32] 9/2008. (II.22.) ÖTM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzat kiadásáról
- [33] 54/2014. (XII.5.) BM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzat, 161.§ (5) pont
- [34] MSZ EN 54-3:2003 Tűzjelző berendezések. 3. rész: Riasztóegységek. Hangjelzők., 5. o.
- [35] Donald O. Hebb: A pszichológia alapkérdései, Gondolat Kiadó, Budapest, 1983, 350. o.
- [36] California Fire Code 2013. (California Code of Regulations Title 24, Part 9 Based on the 2012 International Fire Code), California Building Standards Commission January 1, 2014, 172. o.
- [37] NFPA 72: National Fire Alarm and Signaling Code 2013 Edition 72-108. o.
- [38] Dorothy Bruck, Sharnie Reid, Jefon Kouzma & Michelle Ball (School of Psychology, Victoria University, Melbourne): The Effectiveness Of Different Alarms In Waking Sleeping Children, In Proceedings of the 3rd International Symposium on Human Behaviour in Fire, Sept. 2004, Belfast, Northern Ireland, London: Interscience Communications, 279-290. o.
- [39] NFPA 72: National Fire Alarm and Signaling Code 2013 Edition 72-262-263. o.
- [40] Ian Thomas, Dorothy Bruck: Awakening of Sleeping People: A Decade of Research, Fire Technology, July 2010, Volume 46, Issue 3, 743-761. o.
- [41] G. Ramachandran: "Informative Fire Warning Systems," Fire Technology, 27, 1, 1991. 66-81. o.
- [42] Hankiss Elemér: Az információhiányról, in: Barlai R.-Kővágó Gy.: Válság (katasztrófa) kommunikáció, Petit Real, Budapest, 1996, 152. o.
- [43] MSZ EN 54-3:2003 Tűzjelző berendezések. 3. rész: Riasztóegységek. Hangjelzők.
- [44] MSZ EN 60849:2000 Hangrendszerek veszélyhelyzetekhez (IEC 60849:1998)
- [45] Cimer Zsolt - Kátai-Urbán Lajos – Vass Gyula: Veszélyes üzemekkel kapcsolatos üzemazonosítási szabályozás értékelése - hazai szabályozása, Hadmérnök X. Évfolyam 3. szám - 2015. szeptember, Url: http://hadmernok.hu/153_06_cimerzs_kul_vgy.pdf, 2016.08.03.