

GONDOLATOK A T ZJELZ BERENDEZÉSEK HATÉKONYSÁGÁRÓL

Absztrakt

Mára az épületek t zbiztonságának egyik meghatározó elemei lettek az aktív t zvédelmi berendezések. A beépített t zjelz berendezések (továbbiakban TJB) alkalmazása vitathatatlanul hozzájárul ahhoz, hogy az épületben tartózkodók biztonságát növeljük. Ennek ellenére, ha egy t zjelz rendszer hatékonyságát akarjuk mérhet módon meghatározni, esetleg növelni, azzal a problémával kerülünk szembe, hogy ezen a területen nincsenek kialakult módszerek. A tapasztalatok azt mutatják, hogy két rendszer között a szigorú szabályozások ellenére is nagy különbségek lehetnek.

Kulcsszavak: t z, t zbiztonság, t zjelz berendezés, hatékonyság, kiürítés, reakció id , hangjelz , késleltetési id

THOUGHTS ON THE EFFECTIVENESS OF FIRE ALARM SYSTEMS

Abstract

Today the active built-in fire protection equipment is key element of the building's fire safety. The use of fire alarm systems is arguably contributes to increasing the safety of building occupants. However, if you would like to define the efficiency of a fire alarm system in a measurable way, or maybe increase it, you will face with some not solved problems. Experience has shown that there may be large differences in two systems, in spite of the strict regulations.

Key words: fire, fire safety, fire alarm system, effectiveness, evacuation, reaction time, sounder, delay time

1. BEVEZETÉS, A T ZBIZTONSÁG ÉRTELMEZÉSE

Az épületek t zbiztonságának meghatározására - annak ellenére, hogy a kapcsolódó részterületeken számos kutatást találunk, - nem tudunk egzakt meghatározást adni [BEDA 2011].

A t zbiztonság értékelésének egyik megközelítési lehet sége, hogy egy épület létesítése a vonatkozó el írásoknak, szabványoknak milyen mértékben felel meg, azokat teljes kör en kielégíti-e. Ugyanakkor ez önmagában nem feltétlenül szolgáltat a tényleges biztonságnak megfelelő eredményt. Hazánkban a t zvédelem területén egyértelm en az ún. preskriptív¹, a jogszabályok betartásán és betartatásán alapuló tervezés, létesítés volt, - és többnyire még ma is ez - a jellemz . Az utóbbi években figyelhet meg határozott nyitás a mérnöki szemlélet megközelítésre, módszerekre [TAKÁCS 2013]. Ma már a t zvédelmi hatóság részér l is elfogadottak a m szaki megoldások elemzésére, alátámasztására és támogatására olyan módszerek, mint pl. a t zmodellezés. A jelenleg hatályos Országos T zvédelmi Szabályzattal [OTSZ 2014] (továbbiakban OTSZ) bevezetett, alapvet en új koncepció szerint a jogszabály követelményt támaszt, meghatározza az elvárt biztonsági szintet, a tervez feladata erre olyan m szaki megoldást adni, amely ezt a biztonsági szintet igazolható módon kielégíti [ÉRCES 2015].

A t zbiztonság kérdését alapvet en az emberi élet védelmének szempontjából értelmezzük. Természetesen nem tekinthetünk el az értékvédelem szerepét l sem, (legtöbbször ez együtt jelenik meg) de a cél alapvet en és els dlegesén mindig az életvédelem.

2. AZ ÉLETVÉDELEM, MINT ELS DLEGES CÉL

Ha elfogadjuk, hogy az életvédelem mindig az els dleges cél, akkor megértjük, hogy egy épület biztonságának egyik legfontosabb meghatározója lesz a bent tartózkodók kimenekülésének esélye. A biztonságot meghatározza az, hogy egy személy adott körülmények között mennyi eséllyel tud biztonságos helyre menekülni. Ahhoz, hogy ezt megállapíthassuk, két fontos paramétert kell ismerni.

¹ el író, elrendel

- Az egyik a *kiürítésre rendelkezésre álló id* (t_{ASET}^2), amely azt az id tartamot jelöli, amely id n belül a veszélyes környezetet feltétlenül el kell hagyni (a veszélyes körülmények kialakulásáig eltelt id) [CFPA 2009].

- A másik a *kiürítéshez szükséges id* (t_{RSET}^3), ami azt az id tartamot jelöli, amit a veszélyes hely elhagyása adott körülmények között ténylegesen igényel [CFPA 2009].

Ezen id tartamok ismeretében vizsgálhatjuk a biztonság mértékét e két érték közti különbséggel, amit *kiürítési id határnak* nevezünk (KIH [BEDA 1999])

A három érték közti összefüggés:

$$t_{KIH} = t_{ASET} - t_{RSET}$$

A t_{KIH} értékével arányos lesz a menekülés biztonsága. Minél nagyobb az értéke, annál nagyobb biztonságról beszélhetünk. Vagyis a biztonság növelése érdekében cél lehet a t_{ASET} növelése, vagy a t_{RSET} csökkentése.

2.1. A kiürítésre rendelkezésre álló id

A t_{ASET} becsléséhez, illetve lehetséges növeléséhez fontos tudni, hogy mit értünk annak definíciójában említett "veszélyes környezeten". A számos nemzetközi szakirodalom [BIRK 1991], [COOPER-STROUP 1982] által tárgyalt t_{ASET} értékét becsülni lehet olyan tényez k figyelembe vételével, amelyek az emberi szervezetre már káros h mérséklet és mérgező füst kialakulását befolyásolják [BEDA 1999]. Ahhoz, hogy ezt az id t minél pontosabban tudjuk megadni, el ször is definiálni kell azokat a kritériumokat, amelyek egy adott értéke felett már az emberi szervezetre olyan hatások érvényesülnek, amelyek akadályozzák, vagy lehetetlenné teszik a menekülést.

A céltól függ en meghatározhatók egyszer kritériumok, például:

1. A láthatóság maradjon 10 m felett.
2. A h mérséklet maradjon 70° C alatt.
3. A szénmonoxid koncentrációja maradjon 1,400 ppm alatt.

² ASET = Available Safe Egress Time

³ RSET = Required Safe Egress Time

Tasolini szerint a számításba vehet kritériumok két csoportba sorolhatók [TOSOLINI et.al 2012].

A. csoport (zéró „kítetttség” biztosító, közelít kritériumok). Biztonságos menekülés a következ kritériumok teljesülése által megszabott id pontig lehetséges:

- az alsó-réteg minimális magassága (ARM - a füstmentes alsó-réteg minimális vastagsága a padlótól mérve, amelynél még lehetséges a szabad menekülés),
- a fels -réteg maximális h mérséklete (FRH – a károsodások nélkül elviselhet maximális fels -réteg h mérséklet).

B. csoport (ebbe a csoportba sorolható kritériumok alkalmazásához szükséges pl. ismerni az égés körülményeit, az ég anyag tulajdonságait, az égéstermékek eloszlását és összetételét):

- a füst optikai s r sége (OD – a füsttel telt környezetben a láthatóság foka),
- az ingerl gázok hatásos koncentrációjának maximális értéke (HCH_{ing} – a hatásos koncentráció küszöbértéke ingerl gázokra),
- a toxikus gázok hatásos dózisának maximális értéke (HDH_{tox} – a hatásos dózishányad küszöbértéke toxikus gázokra),
- a h hatás hatásos dózisának maximális értéke (HDH_h – a hatásos dózishányad küszöbértéke h re).

A füst emberi szervezetre gyakorolt végzetes hatásának megadására annak toxikusságát jelöl $L(Ct)_{50}$ értéket lehet használni, amely annak a dózishányadnak megfelel kítetttségi id -koncentráció szorzat, ami a vizsgált egyedek 50%-ának halálához vezet. [BEDA 1999]

Természetesen számos kutatás foglalkozik a füst és a h emberi szervezetre gyakorolt hatásával, de nemzetközi szinten az álláspontok nagyjából egybecsengenek azzal a megállapítással [ISO 13571:2007(E)], hogy

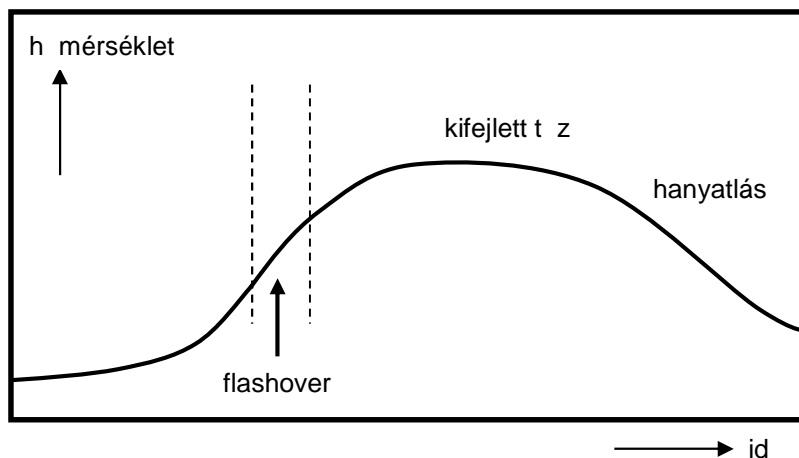
- a füst jó szell zés mellett, pre-flashover⁴ szakaszú t znél $450 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{min}$ és oxigénhiányos post-flashover⁵ szakaszú t znél $220 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{min}$ koncentrációban belélegezve, míg
- a h mérséklet kb. $140\text{-}150 \text{ }^\circ\text{C}$ [HARTZELL 1985] feletti értéke tekinthet a menekülés szempontjából végzetesnek.

A füst hatásai, beleértve a toxicitást is, gyakran jelent sebbek a termikus tényez k károsító hatásainál.

A menekülés lehet ségeinek id beni vizsgálatánál, a t_{ASET} értékének megállapításában dönt szerepet kaphat a flashover⁶ id pontjának (1. ábra) minél pontosabb meghatározása.

⁴ teljes lángbaborulás el tti

⁵ teljes lángbaborulás utáni



1. ábra. T zfejl és zárt térben [BEDA 1999]

A flashover időpontja adott esetben jelentheti a 2. ábrán is megjelenített, ún. elviselhetetlenségi határ elérésének idejét. A flashover bekövetkezése els sorban kísérletek, illetve t z szimuláció módszerével becsülhet. Számos kísérlet eredménye nagyságrendileg hasonló értékeket mutat. A japán Aoki - aki a fa és téglapületekben keletkezett tüzek lefolyását vizsgálta, több mint 300 t z eset adatait feldolgozva, a flashover bekövetkezési idejére nézve, különbségeket tudott kimutatni a két épülettípus esetében. Megállapította például, hogy faházaknál a flashover bekövetkezési ideje kb. 6,5 percre, míg téglapületek esetén átlag 9 percre tehet [AOKI 1978].

A t z szimulációs szoftverek szintén alkalmasak arra, hogy adott épületben feltételezett t z-höz a tér bármely pontjában meg lehessen állapítani a flashover időpontját, vagy akár a füstkoncentráció és a h mérséklet kritikus értékeinek kialakulási időpontját a menekülési útvonalon. Persze a tényleges értéket er sen befolyásolják többek között a feltételezett, szimulált t z paraméterei (bemeneti file szerinti hely, t z teljesítmény stb.), illetve a meghatározott füstszegény leveg réteg vastagsága is.

A t_{ASET} értéke tehát els sorban olyan m szaki megoldások alkalmazásával növelhet, amelyekkel t z esetén például

- csökkenteni lehet a keletkez füst mennyiségét (pl. kevesebb füstképz anyag használata, vagy olyan anyagok használata a bels terekben, amelyekből eleve kevesebb és kevésbé toxikus füst képz dik)
- illetve hatékonyan el lehet vezetni a keletkez füstöt (pl. h - és füstelvezetés).

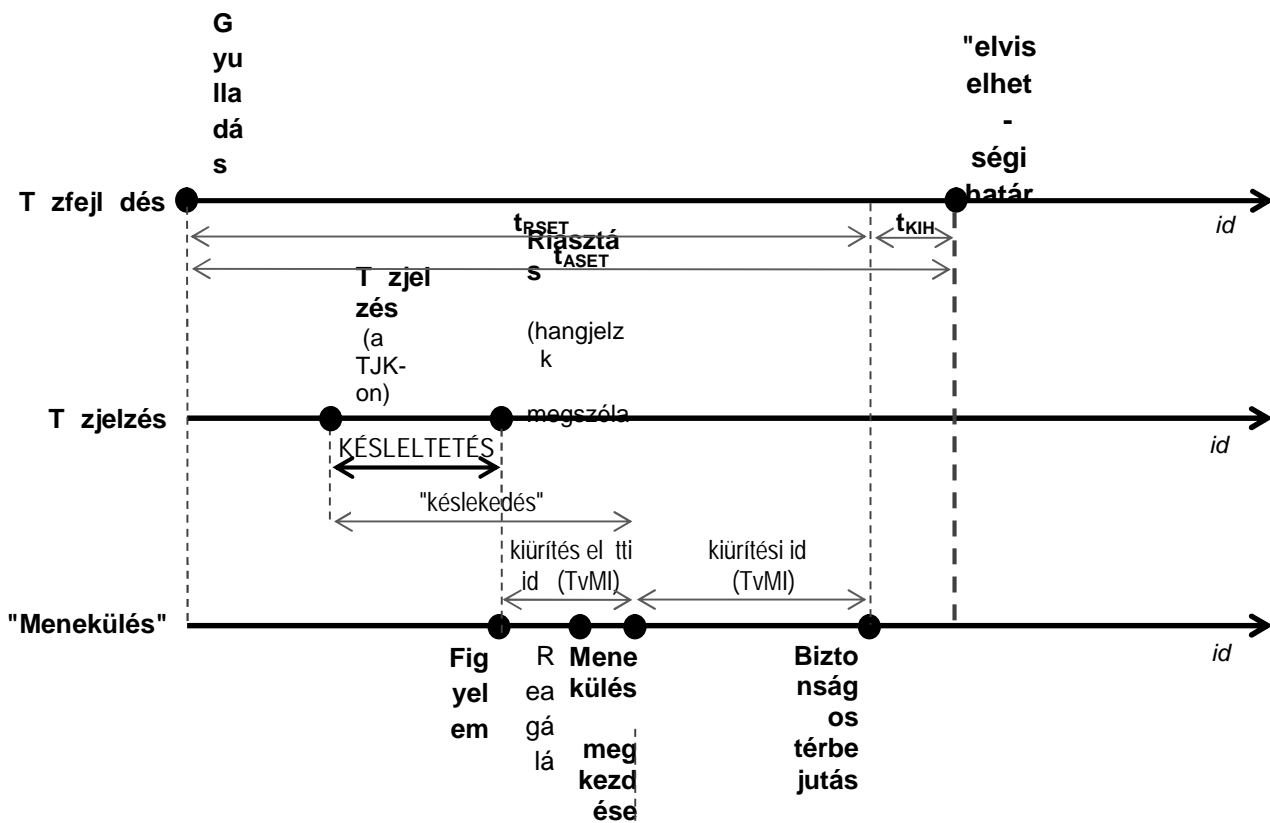
⁶ teljes lángbaborulás

2.2. A kiürítéshez szükséges idő

A t_{RSET} értékét alapvetően befolyásoló körülmények pl. az épület kialakítása, a t zszakaszolás, a menekülést segítő megoldások, a t z hatásának kitett emberek képességei és viselkedése.

Az épület, illetve a veszélyes zóna elhagyása végső soron záloga a megmenekülésnek. Ezért fontos tudnunk, hogy adott esetben mekkora esély van arra, hogy időben kijussunk a veszélyes zónából. Időben kijutni azt jelenti, hogy kijutni, mielőtt a t z által termelt füst és hő olyan mértékű nem lesz a tartózkodási helyen, ami már az életet veszélyezteti. A kijutást tehát nem elég csupán a menekülési lehetőségek szempontjából nézni, mindig számításba kell venni a párhuzamos t zfejlődést is. Amennyiben az épületben beépített t zjelzőberendezés működik, úgy annak az időben bekövetkező m ködési fázisaira is figyelni szükséges.

A t zfejlődést, a t zjelzés és a menekülés fázisait egy-egy párhuzamos idő tengelyen ábrázolva (2. ábra) jól láthatók a folyamatok összefüggései.



2. ábra. A veszélyfeljés, a riasztás és a menekülés összefüggése,
(forrás: [BEDA 1999] átdolgozva)

A t zfeljés és a menekülési lehet ségek vizsgálata nem egyszer , tekintve, hogy számtalan feltétel összessége befolyásolja, ezért sokféle módon és forgatókönyv szerint játszódhat le.

A 2. ábrán jelölt, a folyamatok szempontjából legkorábbi id pont a gyulladás. A következ fontos esemény a t z észlelésének id pontja. A t z észlelése alapvet en két módon történhet. Egyrészt érzékszerveinken keresztül (pl. látjuk a füstöt, érezzük az égéstermékek jellegzetes szagát, érezzük a h mérsékletemelkedést), másrészt automatikus t zérzékel k segítségével. A t z detektálására általában füst-, h -, és lángérzékel ket használunk, de egyre inkább terjednek olyan eszközök (pl. multiszenzorok), amelyek növelik a jelzésbiztonságot. Alapvet cél az érzékelés gyorsabbá, ugyanakkor téves jelzésekt l mentessé tétele. A fejlesztések eredményeképpen már különleges érzékel k segítik a tervez k munkáját (pl. az aspirációs érzékel k, a h érzékel kábelek számtalan fajtája, az infrasarkanos vonali füstérzékel k).

A t zérzékel k alkalmazása jelent sen lerövidíti a t z észlelési idejét, aminek következtében id ben és hatásosan tudnak a beavatkozó er k fellépni, így kisebb lesz a keletkez kár is. A

t zjelz berendezések használatával, azaz a benttartózkodók id ben történ riasztásával csökkenthet a kiürítéshez szükséges id (t_{RSET}), aminek eredménye a kiürítési id határ növekedése lesz. Ezzel együtt n a menekülés biztonságossága. Az a kérdés merül fel, hogy a riasztás hogyan, mikor és milyen hatékonysággal következik be, azaz a bent tartózkodók mikor kezdik meg a tényleges menekülést. Ett l a pillanattól számítjuk ugyanis az építésügyi t zvédelmi tervez k, szakért k által kiszámolt, és az OTSZ-ben [OTSZ 2014] megadott, elvart normaid kön belül kalkulált "kiürítési id t". A kiürítés számítás tehát nem veszi figyelembe azt a fontos szempontot, hogy a menekül személy mikor, hogyan szerez tudomást a t zr l, arról, hogy menekülnie kell, illetve, hogy mikor kezd meg ténylegesen a menekülést. Ha a riasztás id pontja a t zjelz berendezés m kódését l, annak beállításától (pl. késleltetési id alkalmazása) függ, akkor annak meghatározó következménye lehet a tényleges biztonság elérésében. Ezzel a kérdéssel behatóbban szükséges foglalkozni.

3. A T ZJELZ BERENDEZÉSEK SZEREPE A BIZTONSÁG NÖVELÉSÉBEN

A hatékonyság tervezési szempontú vizsgálatához kiindulhatunk a *beépített t zjelz berendezés* [OTSZ 2014] jogszabály szerinti fogalmából:

"Beépített t zjelz berendezés: az építményben vagy szabadtéren elhelyezett, helyhez kötött, a t z kifejl désének korai szakaszában észlelést, jelzést és megfelel t zvédelmi intézkedést ön m kód en végz berendezés."

A t zjelz berendezések "jósága" több szempontból is megítélhet . Az el z fogalomból két lényeges elemet is ki tudunk emelni. Ezek: a t z korai észlelése, illetve a t zjelzést követ intézkedések.

3.1. A t z korai észlelése

Abban az esetben, ha a tervez a bemeneti oldal eszközeit jól választja meg és helyezi el, akkor ennek az elvárásnak a rendszer nagy valószínűséggel meg fog felelni. A megfelelő megoldás tervez i tudáson, tájékozottságon és nem ritkán anyagi lehet ségeken is múlik. A technológiai fejlődés napjainkra eljutott odáig, hogy nem jelent gondot a t z detektálásának szempontjából akár a 40 m belmagasság [FIA 2011] vagy egy közúti alagút mostoha környezeti

viszonyai sem [MOHAI 2001]. Majdnem minden kihívásra létezik megfelelő megoldás, amivel csökkenthető a detektálási idő a jelzésbiztonság megtartása mellett is.

3.2. A tűzjelzést követő intézkedések

A TJB szerepe az egyszerű tűl (pl. az épület hangjelzések megszólaltatása) kezdve egészen a komplex vezérlésekig terjedhet. Az "intézkedések" közül elsődleges az épületben tartózkodók figyelmeztetése a tűzveszélyre annak érdekében, hogy megkezdjék a menekülést. Mivel a menekülés tényleges megkezdése az ott tartózkodó emberek reakálási idejétől és helyzetfelismerési képességétől is függ, elengedhetetlen, hogy már a tervezési fázisban tisztában legyünk azzal, hogy milyen emberek, milyen körülmények között, és milyen feltételekkel tartózkodnak a védett területen. Ezen szempontokat eleve figyelembe kell venni többek között a riasztás módjának kiválasztásakor, a tűzvédelmi oktatások, illetve a tűzriadó terv gyakorlása kapcsán is.

A tűzveszeti vezérlések szolgálják azt a célt, hogy a benttartózkodók menekülése és a beavatkozók körülményei minél biztonságosabbak legyenek, pl. füstmentes lépcsőház túlnyomásos ventilátorainak indítása, hő- és füstelvezetés, nem biztonsági liftek leállítása. Nagyobb létesítmények esetén vezérlési mátrixok segítségével teszik a vezérlési feladatokat és azok összefüggéseit átláthatóvá. A gyakorlat azt mutatja, hogy a tűzveszeti vezérlések koncepciózus meghatározása, összefüggéseinek kidolgozása (beleértve az esetleges késleltetések meghatározását is) nem teljesen szabályozott. [MOHAI-FARKAS 2012]

A tűzjelző rendszerek tervezése egyébként jól szabályozott terület. Azt is mondhatnánk, ha a tervező betartja az előírásokat, akkor jól végezte dolgát, jó rendszert tervezett. A tűzjelző rendszerek tervezése mégis ennél sokkal összetettebb feladat. A ténylegesen megépült rendszer működése pedig több további tényezőtől is függ. Tervezési fázisban a tűzjelző rendszer megfelelő sége alapvetően függhet pl. a TJB céljának helyes meghatározásától, a megfelelő érzékelőtípusok kiválasztásától, azok elhelyezésétől, a központ feladatorientált kiválasztásától, a rendszer további funkcióinak meghatározásától, és ezek kielégítő szakmai megoldásától. Az üzemeltetési fázisban szintén számos körülmény befolyásolja a helyes működést. Ilyen pl. a rendszeres karbantartás, a hibák kijavítása, a jelzések megfelelő fogadása, a tűzjelzés esetén szükséges teendő oktatása és gyakorlása.

A 2. ábrán "késlekedési időnek" nevezett intervallum magában foglalja a tűzjelző központon beállítható késleltetési időt, az alapvetően emberi tényezőktől függő egyéb késleltető tényezők mellett. Lehet késleltetni a tűz- és hibaátjelzést, a riasztást, illetve a vezérléseket is. A tűzjelző

rendszerekben alkalmazott riasztás késleltetés alapvetően befolyásolhatja a t_{RSET} értékét, tekintve, hogy a vonatkozó szabvány szerint [MSZ EN 54-2] ez az érték akár 10 perc is lehet. A riasztások késleltetésének szükségessége legtöbbször üzemeltető oldalról merül fel, mégis tervezői kompetencia annak megítélése, hogy adott létesítményben milyen feltételekkel és milyen mértékben engedhető meg a bent tartózkodók riasztásának késleltetése.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A kiürítésre rendelkezésre álló (t_{ASET}) és a kiürítéshez szükséges idő (t_{RSET}), illetve a belülről adódó kiürítési időhatár (t_{KIH}) alkalmas jellemző a kiürítés, és így az épület biztonságának megítélésére. Láthatjuk, hogy a t_{zjelz} berendezések nagymértékben képesek ezen időintervallumokat befolyásolni. A menekülés biztonságának növelésében tehát a t_{zjelz} berendezéseknek kulcs szerepük van. A t_{zjelz} és a riasztás megfelelő tervezésével, a használati körülményekre tekintettel lehet a kiürítéshez szükséges időt csökkenteni, és ezzel a menekülés hatékonyságát és az épület biztonságát növelni. A kiürítést az elviselhetetlen körülmények kialakulásáig el kell végezni. A releváns időintervallumok közül a t_{zjelz} berendezések működésével szorosan összefüggő késleltetési idő meghatározó jelentőségű lehet. A késleltetések feltételrendszerének vizsgálatára további kutatások szükségesek.

A t_{zjelz} berendezések riasztási szempontú komplex hatékonyságvizsgálatával eddig keveset foglalkoztak célirányosan, pedig a témában végzett kutatásokból származó adatok, eredmények rendszerezett, tudományos igényű feldolgozása, és a gyakorló mérnökök felé közvetítése fontos lenne.

A technikai fejlődés és az üzemeltetési terület egyre hangsúlyosabbá válása rákényszeríti a tervezőket arra, hogy minden egyes létesítményt, javasolt műszaki és használati megoldást a maga egyediségében vizsgáljanak. Ez az igény többlettudást és többletmunkát követel meg nem csak a tervezőtől, de a használótól is.

5. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [BEDA 2011] Dr. BEDA László: Gondolatok az épületek tűzbiztonságáról. Magyar Építőipar 2011. 3. szám pp. 94-98.
- [TAKÁCS 2013] TAKÁCS Lajos: Mérnöki módszerek alkalmazása a tűzvédelmi tervezésben. Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle 2013. XX. évfolyam 4. szám p. 38.
- [OTSZ 2014] 54/2014. (XII.5.) BM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzat
- [ÉRCES 2015] ÉRCES Ferenc szerző: Az új OTSZ-ról.
http://www.katasztrofavedelem.hu/letoltes/tuzvedelem/eloadas/4/130605-06_01_OTSZ_OKF.pdf (letöltés 2014.10.13) p. 2.
- [CFPA 2009] European Guideline CFPA-E No 19:2009 Fire safety engineering concerning evacuation from buildings
- [BEDA 1999] Dr. BEDA László: Tűzmodellezés, tűzveszték-elemzés (Jegyzet tűzvédelmi szakos hallgatók részére). SZIE YMÉK TŰBI 1999. pp. 8-9.
- [BIRK 1991] Davis M. BIRK: An Introduction to Mathematical Fire Modeling. Technomic Publishing Company, Inc., 1991 p.33.
- [COOPER-STROUP 1982] COOPER, L.Y. and D.W. STROUP 1982. "Calculating Safe Egress Time (ASET) - A Computer Program and User's Guide," NBSIR 82-2578, National Bureau of Standards, Washington, D.C.
- [TOSOLINI et al. 2012] TOSOLINI E. et al: People Evacuation: Simplified Evaluation of Available Safe Egress Time (ASET) in Enclosures, Chemical Engineering Transactions VOL. 26. pp.: 501-506. 2012
- [ISO 13571:2007(E)] Life-threatening components of fire -Guidelines for the estimation of time available for escape using fire data, ISO 2007
- [HARTZELL 1985] G.E. Hartzell et al.: Modelling of toxicological effects of fire gases J. Fire Sci. 3. sz. 1985. p. 115.
- [AOKI 1978] Aoki, Y.: Study on probabilistic spread of fire, Building Research Institute Research Paper No. 30, Ministry of Construction, Japan, 1978.
- [FIA 2011] Fire Industry Association: Smoke Detection in High Spaces using ASD, FIA FACT File No. 45. April 2011.

file:///D:/Mohai%20%C3%81gota/Desktop/Downloads/Fact_File_45_-_Smoke_Detection_in_High_Spaces_using_ASDs.pdf (letöltés: 2014.11.10.) p. 2.

[MOHAI 2001] Mohai Ágota: Közúti alagutak tűzvédelme, Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle, 2001. 8. évf. 5. szám, p. 47.

[MOHAI-FARKAS] Mohai Ágota - Farkas Károly: Beépített tűzjelző rendszerek elméletben és gyakorlatban, Katasztrófavédelmi szemle (Visszhang) 2012. 5. szám pp. 19-20

[MSZ EN 54-2:2009] MSZ EN 54-2:2009 Tűzjelző berendezések. 2. rész: Tűzjelző központ

Mohai Ágota Zsuzsanna

Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar, Tűz- és Katasztrófavédelmi Intézet

Szent István University Ybl Miklós Faculty of Architecture And Civil Engineering, Fire Safety and Disaster Management Institute

Mohai.Agota@ybl.szie.hu

ORCID kód: 0000-0002-6762-5625

Dr. Beda László PhD

Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar, Tűz- és Katasztrófavédelmi Intézet

Szent István University Ybl Miklós Faculty of Architecture And Civil Engineering, Fire Safety and Disaster Management Institute

Beda.Laszlo@ybl.szie.hu

ORCID kód: 0000-0001-7551-8718

A kézirat benyújtása: 2016.11.25.

A kézirat elfogadása: 2016.12.15.

Lektorálta: Dr. habil Restás Ágoston PhD

Dr. Vass Gyula PhD