

**Tóth Péter**

## **A HOMLOKZATI TŰZTERJEDÉS VIZSGÁLATI ÉS ÉRTÉKELÉSI SZEMPONTJAINAK BŐVÍTÉSE TOXICITÁSI JELLEMZŐKKEL**

### **Absztrakt**

A homlokzati anyagok égése során felszabaduló füst mennyisége és toxicitása általában nincs korlátozva. Mindez a menekülés feltételeit erősen korlátozza és a tűzoltói beavatkozások kockázatát is erősen növeli. A cikk szerzője időszerűnek ítéli a minősítések teljesítménykritériumainak körébe felvenni a toxikus gázok kvantitív és kvalitatív adatainak mérését, koncentrációjuk időbeni változását, megállapítandó a tűzkörnyezetek veszélyeiben játszott potenciális szerepük fontosságát. A fejlesztés alatt lévő európai metodika sem tartalmazza ennek a paraméternek a vizsgálatát. Ebből a szempontból is figyelemreméltó a kidolgozott javaslat.

**Kulcsszavak:** homlokzati tűzterjedés, belsőtéri tűz, füstterjedés, kockázat, toxicitás

## **ADDING TOXICITY CHARACTERISTICS TO FACADE FIRE EVALUATION AND TESTING**

### **Abstract**

The amount and toxicity of smoke released during the burning of facade materials are generally not restricted. This greatly restricts the conditions of escape and also increases the risk of fire fighting interventions. The author of the article considers it timely to include the quantitative and qualitative data of toxic gases in the scope of qualification performance criteria, the timing of their concentration, and the importance of their potential role in the dangers of the fire environments. The European methodology under development does not include examining this parameter.

**Keywords:** facade fire, smoke spread, risk, toxicity

## 1. BEVEZETÉS

A nyílásos épülethomlokzatokon történő tűzterjedés vizsgálatának és szabályozásának fontosságát nem csak a közelmúltban bekövetkezett (gyakran halálos) balesetek, hanem a megváltozott épületszerkezetek és épülethasználati szokások is indokolják. Napjainkban már nem csupán az épületek homlokzatain alkalmazott éghető burkolati és bevonati rendszerek, hanem a napelemek, a napkollektorok is hozzájárulhatnak a tűz terjedéséhez, továbbá hő-, toxikus gáz-és füstfejlődéssel akadályozhatják a mentés és a menekülés feltételeit. Ugyancsak igényként jelentkezik természetes anyagú homlokzati megoldások (pl. faburkolat), illetve növényzettel telepített homlokzatok építése is.

Az épületekben felhalmozott éghető anyagok, elektronikai eszközök mennyisége és jellege szintén megváltozott: a lakások (és irodák) esetében a tűz keletkezésétől az égési jelenségek teljes kifejlődéséig eltelő időtartam a töredékére csökkent. A múltban létesített épületeinkre jellemző „természetes” tűzterjedési gátak a lecsökkent szintmagasságok, a növelt méretű nyílászárók illetve az éghető homlokzati megoldások elterjedése miatt gyakran nem állnak rendelkezésre. [1]

A helyiségekben a flashover-t (a lángbaborulás jelenségét) követően a nem tűzgátló üvegezésű nyílászárók kitörnek és a belső tűz kicsap a homlokzatra. A homlokzat szerkezeti kialakításának számos paraméterétől függően a tűz különböző utakon továbbterjedhet, illetve erősen károsíthatja, akár szétrombolhatja a nyílás körül alkalmazott burkolatokat. Egyes esetekben igen gyors homlokzati tűzterjedés következett be, melynek során – percek alatt – az épület teljes magasságában kigyulladt, égett. [2] [3]

A közelmúlt nagy nyilvánosságot kapott homlokzattüzei esetenként több tucat halálos áldozattal jártak. Különösen veszélyeztetettnek mutatkoztak a magas épületek, az éghető hőszigeteléssel ellátott légrés nélküli vagy éghető kompozit burkolattal kialakított átszellőztetett homlokzatok, [4] [3] és a szakszerűtlenül elkészített homlokzati hőszigetelő rendszerek. [5] [6]



*1. kép: A londoni Grenfell Tower égése <sup>1</sup>*

Az építéstechnikai tűzvédelmi szabályozások különböző előírásokkal veszik figyelembe, hogy különösen a magas épületek esetén a mentés és oltás lehetőségei korlátozottak. [7] [6]

A homlokzati anyagok égése során felszabaduló füst mennyisége és toxicitása általában nincs korlátozva, holott ez a túlélés és a menekülés feltételeit is erősen korlátozza, valamint a tűzoltói beavatkozások kockázatát is erősen növeli. [8] A homlokzattüzek áldozatainak halálát sokkal inkább a helyiségekben feltorló mérgező füst okozza, mint közvetlen lángthatás (az „általános” épülettüzek esetén az arány kb. 80%)

A fenti folyamatokkal párhuzamosan korszerű tűzjelző- és oltóberendezések kifejlesztésére került sor. A homlokzati tüzek egy jelentős része külső okokból keletkezik (pl.: kukatűz), amellyel szemben a beépített oltóberendezések is működésképtelennek bizonyultak, ezért ezek a megoldások sem helyettesíthetik a megfelelő ellenállással rendelkező homlokzati kialakítások megvalósítását.

A 2016 júliusától az Európai Bizottság Belső piac, ipar-, vállalkozás- és kkv-politika (GROW) főigazgatósága megbízásából, az EGOLF (European Group of Organisations for Fire Testing, Inspection and Certification) tagokból álló konzorcium dolgozza ki az új európai vizsgálati módszer alapjait. A homlokzati megoldások égésekor keletkező veszélyes anyagok,

---

<sup>1</sup> Forrás: <https://www.thesun.co.uk/wp-content/uploads/2017/06/nintchdbpict0003314673053.jpg?strip=all&w=960&quality=100>

illetve azok terjedésének vizsgálata és értékelése teljes mértékben kívül esik a munkacsoport munkáján.

A jelen tanulmányban a Magyarországon alkalmazott MSZ 14800-6:2009 szerinti vizsgálati eljárás jellemzőit és továbbfejlesztésének lehetőségeit vizsgálom. Hipotézisem szerint lehetséges és szükséges foglalkozni a homlokzati anyagok égésének élettani hatásaival, annak ellenére, hogy toxikus anyagok szinte végtelen változatával kell számolnunk. Ésszerű korlátokra és küszöbértékekre ezen a területen is szükség van, sokkal inkább, mint korábban.

## **2. AZ MSZ 14800-6:2009 SZERINTI VIZSGÁLATI ELJÁRÁS RÖVID LEÍRÁSA [12] [13]**

A vizsgálat célja a függőleges és vízszintes irányú tűzterjedési jellemzők (tűzterjedési határérték  $T_h$ ) meghatározása:

- nyílásos épülethomlokzatokon létesített bevonatokra, légréssel szerelt és légrés nélküli burkolatokra, külső hőszigetelő kompozit rendszerekre vonatkozóan, továbbá;
- nyílásos épülethomlokzatok esetén a tűzterjedési gátak kritériumainak nem megfelelő homlokzati megoldásokra vonatkozóan (sajátos homlokzati megoldások);

A nem éghető anyagból készített vizsgálo modellépület háromszintes. A tűztér az alsó szinten található, a második és harmadik szint megfigyelő szint. A vizsgáloépület főhomlokzatának mezői beépítetlenek, beépítésük módja a vizsgálati modelltől függ.

A vizsgálo modellépületen a különféle homlokzati megoldásokat a tényleges beépítésnek megfelelő módon lehet vizsgálni. A hőszigetelő rendszerek és az átszellőztetett burkolati rendszerek vizsgálata nem éghető, leggyakrabban szabványos nyílásokkal kialakított pórusbeton falazaton történik. A sajátos nyílásos homlokzati megoldásokat gyakran a kitöltő fal átalakításával lehet megvizsgálni, úgy hogy a nyílások közötti tömör falszakasz magassága, valamint a megfigyelő helyiség nyílásába épített nyílászáró a minősítendő műszaki megoldásnak feleljen meg.

A vázkitöltő fal elbontásával akár éghető nyílásos falszerkezet (pl. szendvicspanel, favázás falszerkezet) is vizsgálható. Ebben az esetben a vizsgálati elrendezést és a vizsgálati modellt a

megbízó és a laboratórium képviselője által egyeztetett részletes tervek alapján kell megépíteni.

A tüztér előtti vázkitöltő fal 1,2×1,2 m méretű nyílásába egy kifelé nyitható, 4–16–4 rétegrendű, normál üvegezéssel szerelt faablakot építenek a vizsgálatot megelőzően.

A vizsgálat –az előírt környezeti feltételek teljesülése esetén– végrehajtható belső térben, illetve szabadban is (lásd 2., 3. képek).



2. kép.

*Homlokzati hőszigetelő rendszer MSZ 14800-6:2009 szerinti vizsgálatra előkészített mintája az ÉMI Nonprofit Kft. (továbbiakban ÉMI) Tűzvédelmi vizsgáló egységének szentendrei laboratóriumában*



3. kép.

*Homlokzati hőszigetelő rendszer MSZ 14800-6:2009 szerinti vizsgálata.*

A vizsgálati eljárás egy kifejlett belső téri tüzet modellez, és az ennek következtében kialakuló tűzterjedést vizsgálja a felette lévő szint(ek) szempontjából. Az ISO 834-1:1999 szerinti szabványos „hőmérséklet-idő” tűzgörbe alkalmazása a tüztérben vitathatatlanul szilárd kiindulási pontot jelent a más vizsgálati eljárásokban alkalmazott nem reális vizsgálati háttérű tűzhatásokkal szemben. [14]

Az előírt tűzhatást a tűztérben elhelyezett 650 kg tömegű, fenyőfa lécekből szabványos előírások szerint összeállított máglya biztosítja. A légszáras állapotú fenyőfa tetőlécek  $25 \times 50 \times 1500$  mm, illetve  $25 \times 50 \times 2000$  mm névleges méretűek. A máglyában a hézagosan elhelyezett lécek távolsága  $\sim 50$  mm (lásd 3. kép).

A vizsgálat során felszabaduló  $\sim 3,25$  MW hőenergia egy gazdagon bútorozott helyiség (lakás vagy iroda) égését képviseli, és az alábbi (ISO 834-1:1999 szerinti) tűzgörbét biztosítja a vizsgálati során (a szabványos vizsgálat tervezetten 45 percig tart):

$$T - T_0 = 345 \times \lg(8t + 1) \quad [\text{K}] \quad (1)$$

ahol:

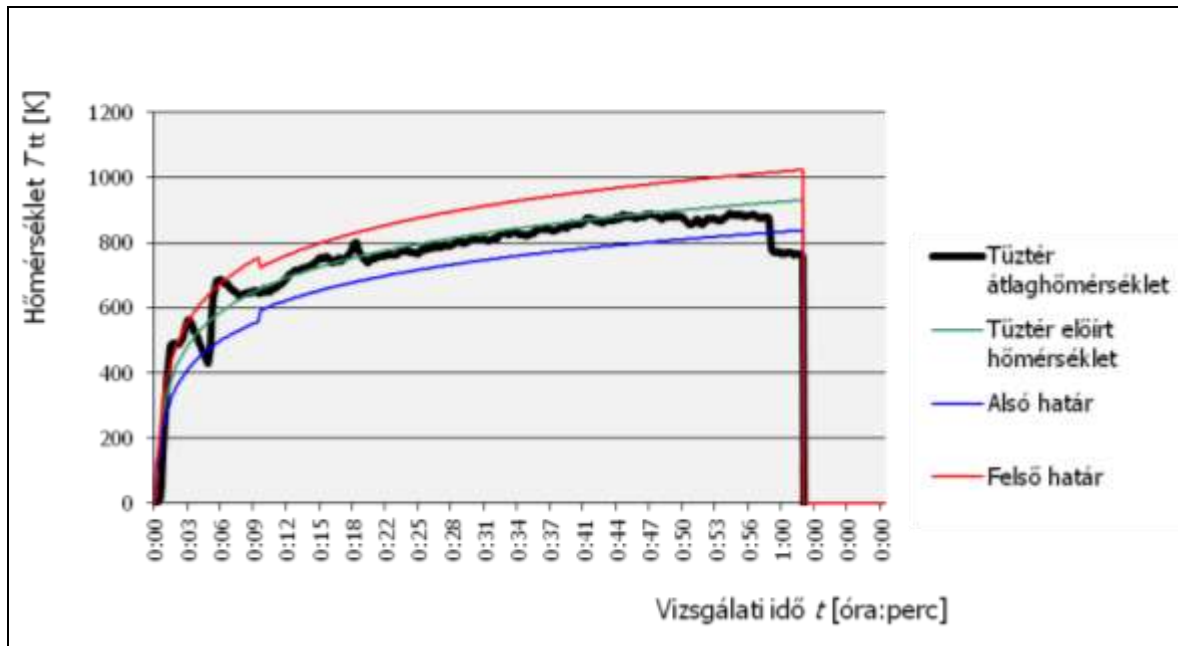
- $T$  a tűztér átlaghőmérséklete [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- $T_0$  a tűztér kezdeti hőmérséklete [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- $t$  idő [perc].



3. kép. A 650 kg fenyőfa lécek tüzelőanyag közvetlenül gyújtás után.

Az égés feltételeinek megfelelő biztosítása és szabályozása, továbbá a különböző vizsgálatok esetén egységes tűzkitét biztosítása érdekében a tűzteret határoló faablakot a gyújtást követő 5. percben kinyitják. A tűztér légutánpótlását manuálisan szabályozható zsallakkal lehet és kell szabályozni. A szabvány megadja a tűzgörbe tőrészeit, melyet a vizsgálat során tartani kell. Az első 5 perc során nincs követelmény, míg a következő 5 percben a szabványos

tűzgörbéhez képest  $\pm 15\%$  eltérés megengedett. A vizsgálat 10. percétől – a szabályozási periódus után – a szabványos tűzgörbéhez képest már csak  $\pm 10\%$  eltérés megengedett (lásd 1. grafikon).



1. grafikon. Tűztéri hőmérséklet regisztrátuma és tűrési határgörbéi.

A vizsgálat során a tűztéri hőmérséklet a szabványos tűzgörbe környezetében stabilizálódik.

(A szabványos vizsgálati időtartam 45 perc)(Forrás: ÉMI)

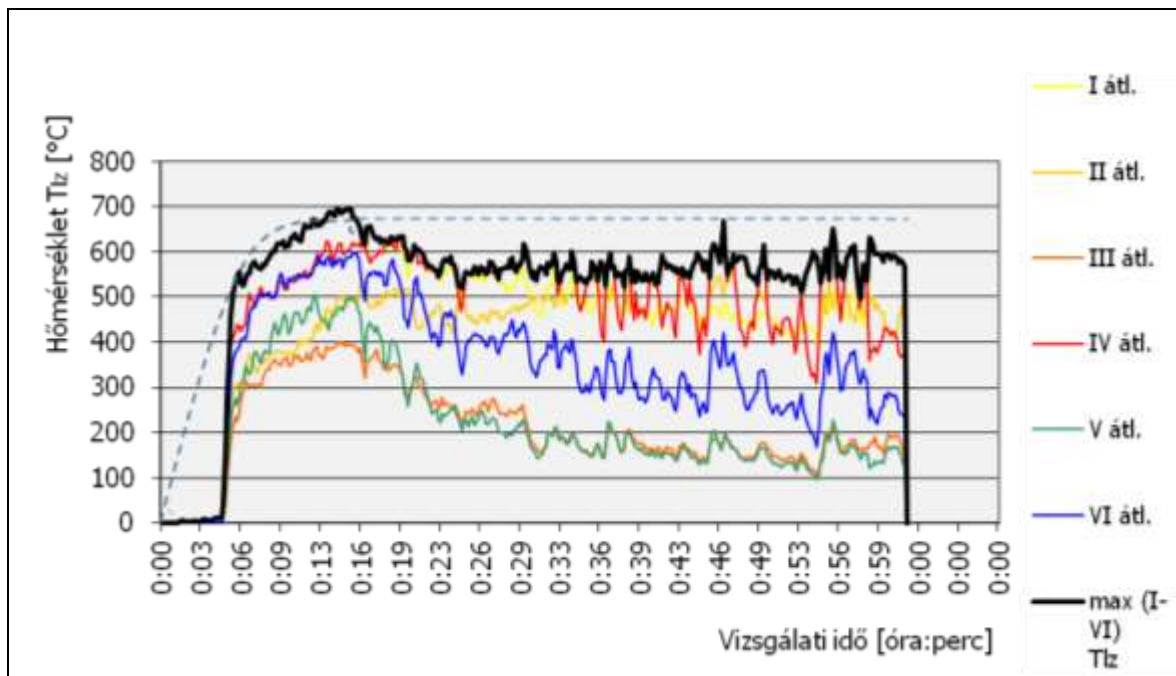


2. grafikon. Megfigyelőtéri hőmérséklet regisztrátuma egy homlokzati hőszigetelő rendszer vizsgálata során.

(A szabványos vizsgálati időtartam 45 perc)(Forrás: ÉMI)

Hőmérsékleti adatgyűjtés az alábbi helyeken történik:

- 5 meghatározott helyen a tüztérben ( $T_{tt}$ ) (lásd 1. grafikon),
- a homlokzat előtt, a homlokzati síktól 10 és 50 cm távolságban 9 – 9 helyen ( $T_{lz}$ ) (lásd 3. grafikon),
- a megfigyelőszinti helyiségben a belső falsíktól számított 10cm távolságban 16 helyen ( $T_{any}$ ) egy  $1.20 \times 1.20$  (m) méretű mérőpanel segítségével (lásd 2. grafikon).



3. grafikon. Az ablaknyílások közötti falszakasz előtt mért hőmérséklet-emelkedések átlaga az egyes sorokban, valamint ezek maximuma ( $T_{lz}$ ) egy homlokzati hőszigetelő rendszer vizsgálata során. (Forrás: ÉMI)

A szabvány szerint további hőelemek helyezhetők el azokon a helyeken, ahol magasabb hőmérsékletre számítunk.



### 3. TELJESÍTMÉNY-KRITÉRIUMOK ÉS OSZTÁLYBASOROLÁS

#### AZ MSZ 14800-6:2009 SZERINT

A homlokzati bevonati, burkolati, hőszigetelő rendszerek homlokzati tűzterjedési határértéke ( $T_h$ ) az a percben mért és megadott időtartam, amely a következő jelenségek valamelyike bekövetkezik:

- A homlokzati bevonat, burkolat, hőszigetelő rendszer felületi égése által okozott károsodás a mellvédfal felső síkjáig terjed.
- A homlokzati bevonat, burkolat, hőszigetelő rendszer felületi égése a tűztéri ablaknyílás oldalától vízszintes irányban a modell teljes magasságában bármely helyen 1,50 m-re terjed;
- A tűztérből kilépő lángzónában mért hőmérséklet ( $T_{lz}$ ) és a megfigyelőszinti ablak mögött mért hőmérséklet ( $T_{any}$ ) különbsége – 2 percnél hosszabb időtartamon keresztül – nem nagyobb 300 K –nél:

$$T_{lz} - T_{any} \leq 300 \text{ K} \quad (2)$$

- A burkolati rendszerek esetében az egyes elemek tömeges és/vagy veszélyes mértékű lehullása.

A sajátos homlokzati megoldások homlokzati tűzterjedési határértéke ( $T_h$ ) az a percben mért és megadott időtartam, amelyen belül a megfigyelőtéri mérőpanelre a szabványban megállapított hőmérsékleti kritériumok teljesülnek. Az A1-D tűzvédelmi osztályú légréses és az A2-D osztályú légrés nélküli, bevonattal, burkolattal kombinált modellek esetén az alábbi követelményeket is figyelembe kell venni:

- A homlokzati bevonat, burkolat, hőszigetelő rendszer felületi égése által okozott károsodás a mellvédfal felső síkjáig terjed.
- A homlokzati bevonat, burkolat, hőszigetelő rendszer felületi égése a tűztéri ablaknyílás oldalától vízszintes irányban a modell teljes magasságában bármely helyen 1,50 m-re terjed.

A szabvány szerint a vizsgált homlokzati megoldásokat teljesítményük alapján a következő kategóriákba sorolhatjuk: „homlokzati tűzterjedési határértékkel nem rendelkezik”,  $T_h \geq 15$  perc,  $T_h \geq 30$  perc,  $T_h \geq 45$  perc. A nyílásos homlokzatokkal szemben az Országos Tűzvédelmi Szabályzat (további követelmények mellett) számos esetben homlokzati tűzterjedési határérték követelményt támaszt, az épület szintszámának és szerkezeti kialakításának függvényében. [15]

Az MSZ 14800-6:2009 szabványt különleges adottságai kiemelik a konkurens nemzeti szabványok közül. Ezek a következők:

- teljes méretű vizsgálat, mely közvetlenül kapcsolódik a nemzetközi és európai szabványokban rögzített – az építményszerkezetek tűzállósági teljesítményének megállapítására szolgáló – tűzhatáshoz; [14]
- mindkét nyílás reális csomóponti kialakítás mellett vizsgálható;
- a tűztéri nyílás felett közel a külső tűzhatás-görbe szerinti tűzhatás mutatkozik;
- a vizsgálat időtartama jól illeszkedik a valóságban előforduló tüzesetekéhez;
- jól vizsgálhatók a védett tér állapotjellemzői;
- egyértelmű és az európai osztályozási rendhez illeszkedő, perc alapú értékelési módszer;
- „sajátos” homlokzati megoldások is vizsgálhatók.

Tanulmányunk szempontjából a legfontosabb vizsgálati *adottság*, hogy a védett tér állapotjellemzői – és a keletkező toxikus anyagok is – reális körülmények között vizsgálhatók.

A megfigyelőtérben a szabvány által nem előírt, de általunk igen fontosnak tekintett füst- és toxikus gáz-elemzések, továbbá kiegészítő hőmérsékletmérések hosszú idő óta részét képezik a hazai laboratóriumi vizsgálatoknak

A bevezetéstől számítva az ÉMI Nonprofit Kft. mintegy 100 szabványos vizsgálatot hajtott végre. A vizsgált szerkezetek döntő többsége homlokzati hőszigetelő rendszer volt, de akadtak szerelt, ragasztott burkolatok és sajátos szerkezetek is.

A vizsgálatok igen jól mutatják a különböző rendszerek és típusok eltérő és egyedi viselkedését. Egyes szerkezeti kialakítások csak kifogástalan kivitelezés, a részletek pontos kialakítása mellett nyújtanak megfelelő teljesítményt, míg más megoldások erre kevésbé érzékenyek. A kivitelezések homlokzati ellenőrzései során nyilvánvalóvá vált, hogy a megvalósuló hőszigetelő rendszerek csomópontjait gyakran hibásan készítik el. Az éghető anyagú burkolatok és hőszigetelések gyakran igen erős hő- és füstfejlődést produkálnak.

## 4. A TŰZESETEKBŐL SZÁRMAZÓ FÜST HATÁSA AZ EMBEREKRE

[16][17]

A tüzesetből származó füst – összetételétől függően- számos kedvezőtlen hatást fejthet ki az emberekre.

Leginkább szembetűnő, hogy a tökéletlen égés során rövid idő alatt nagy mennyiségű füst keletkezik, ezek alkotóelemei (korom, pernye, folyékony szénhidrogének, további gáz halmazállapotú összetevők) erősen korlátozzák a látótávolságot. A látótávolság erős csökkenése (~10 m alatti) bizonytalanság érzetet vagy pánikot is okozhat

A következményeket tekintve súlyosabb következményekkel járhat a gáz összetétele. Itt a füst három fő hatását különböztethetjük meg:

- Fojtó hatás (fulladást okoz);
- Mérgező (toxikus) hatás;
- Agresszív (maró) hatás.

A *fojtó hatású anyagok* önmagukban nem mérgezőek, de a levegő oxigénjét kiszorítják. Amikor az oxigénkoncentráció 12% alá esik, az emberi szervezetben oxigénhiány lép fel. Ez néhány perc alatt maradandó károsodást okoz. Fojtó hatású anyagok például a hidrogén (H<sub>2</sub>), a metán (CH<sub>4</sub>), a nemesgázok, a nitrogén (N<sub>2</sub>) és a szén-dioxid (CO<sub>2</sub>).

A *toxikus anyagok* a vért és az idegrendszert károsítják. A szervezetbe a légutakon és a bőrön keresztül kerülhetnek. Ilyen anyag a szén-monoxid (CO), a hidrogén-cianid (HCN), a dioxinok és furánok (PCDD, PCDF), a poliklór-bifenil (PCB), a foszgén (COCl<sub>2</sub>), a policiklikus aromás szénhidrogének (PAK).

toxikus anyag	jellemző hatás
CO	Gátolja a vér oxigénszállító képességét. A vérben stabil CO-hemoglobin alakjában halmozódik fel. A felvett CO lassan épül le. A CO mérgezés tünetei a koncentrációtól függenek. Mérgezést túlélőknél idegrendszeri károsodás, epilepszia, Parkinson-kór.
HCN	Közvetlenül a sejtekhez kerül, ahol az oxigén felhasználást akadályozza, központi légzésbénulást okozhat.
Dioxinok és furánok	Bőr- és májkárosodást okoz (felezési ideje 5-10 év) hosszú távú hatások.
PCB	Máj- és immunrendszer, valamint lép károsodás hosszabb expozíció esetén
COCl <sub>2</sub>	Többórás lappangási idő után tüdőödémát okozhat. Magas koncentráció közvetlen fulladáshoz vezethet.
PAK	rákkeltő és öröklés-megváltoztató. A szaporodási képességet akadályozza. Az egészségkárosodás csak hosszabb idő múlva derül ki.

1. táblázat: Toxikus anyagok jellemző élettani hatásai (Saját szerkesztés)

Az agresszív (maró) hatású mérgek a légutak nyálkahártyáit ingerlik és károsítják, továbbá szétroncsolják a tüdőszöveteket. A gázok belégzését követő 24-48 órában tüdőödéma alakulhat ki.

Agresszív (maró) hatású mérgek	jellemző hatás
Cl	Erősen ingerli a légutakat, a szemeket és a bőrt. A lappangási idő után tüdőkárosodás és szívkeringési károsodást okoz
NH <sub>3</sub>	A szemeket és a felső légutakat támadja (gégehurut), továbbá fejfájást, köhögést, rosszulletet okozhat.
Formaldehid	A szem kötőhártyáját, a bőrt és a felső légutak nyálkahártyáját támadja. köhögés, könnyezés, álmoság léphet fel. magasabb koncentráció mellett nehéz légzés.
NO <sub>x</sub> , leggyakrabban NO <sub>2</sub>	3-24 óra lappangási idő után légzési nehézségekhez és tüdőödémához vezethet
Savgőzők	légző- és emésztő szerveket ingerli

2. táblázat: Agresszív hatású mérgek jellemző élettani hatásai (Saját szerkesztés)

A fenti táblázatokból is látható, hogy rendkívül súlyos és összetett következményei lehetnek a különböző anyagok égéséből származó füst belégzésnek.

A toxicitás nem csak az égő anyag fajtájától, hanem az adott égési fázistól is függ. Az eltérő égési fázisokban (fejlődő tűz, teljes tűz, tűzoltási szakasz, lehűtési szakasz) más és más összetételű ugyanazon anyag égésterméke. A koncentrációtól függően minden tűz füstje halálos lehet.

A toxikus hatással olyan terekben is számolni kell, ahol égés nincs, de a füst betérése lehetséges.

A lánggal égéskor keletkező füst esetén (ez a jellemző a homlokzati tüzek esetén is) az égő anyag toxikus veszélyének jellemzésére a hatásos dózis hányad (HDH) alkalmazása lehetséges. A HDH egy dimenzió nélküli szám, amely a ténylegesen elszennvedett dózis és a vizsgált hatást (pl. 50%-os elhalálozást) kiváltó dózis aránya.

$$\text{HDH} = C_f \cdot t / (\text{LC}_{50} \cdot t) \quad (3)$$

ahol

$\text{LC}_{50}$  – az a füstkoncentráció (toxikus potenciál), amely a mérgező hatásnak kitett egyedek 50%-ánál halált okoz. Mértékegysége  $\text{kg}/\text{m}^3$  vagy  $\text{mg}/\text{liter}$ , azaz koncentráció jellegű. Az  $\text{LC}_{50}$  nem anyagjellemző, mert függ a vizsgálóberendezéstől, a kísérleti állatoktól, és a vizsgálat egyéb körülményeitől is.

$C_f$  – A felső forró rétegben egyenletesen eloszlott füst koncentrációja.

$$\text{HDH} = C_f / \text{LC}_{50} \quad (4)$$

Kritérium	Határérték	Határérték biztonsági faktoral
Hősugárzás a padlószinten (a védett térben)	< 20 kW/m <sup>2</sup>	< 10 kW/m <sup>2</sup>
Oxigén koncentráció	> 12 tf%	> 14 tf%
CO <sub>2</sub> koncentráció	< 6 tf%	< 5 tf%
CO koncentráció	<1400 ppm	<700 ppm
a füstszegény réteg magassága	> 1,5m	> 1,8m
A forró füstgázréteg hőmérséklete	< 600°C	< 300°C
Az alsó gázréteg hőmérséklete	< 65°C	< 50°C

3. táblázat: A túlélés feltételei hazai szakirodalom szerint

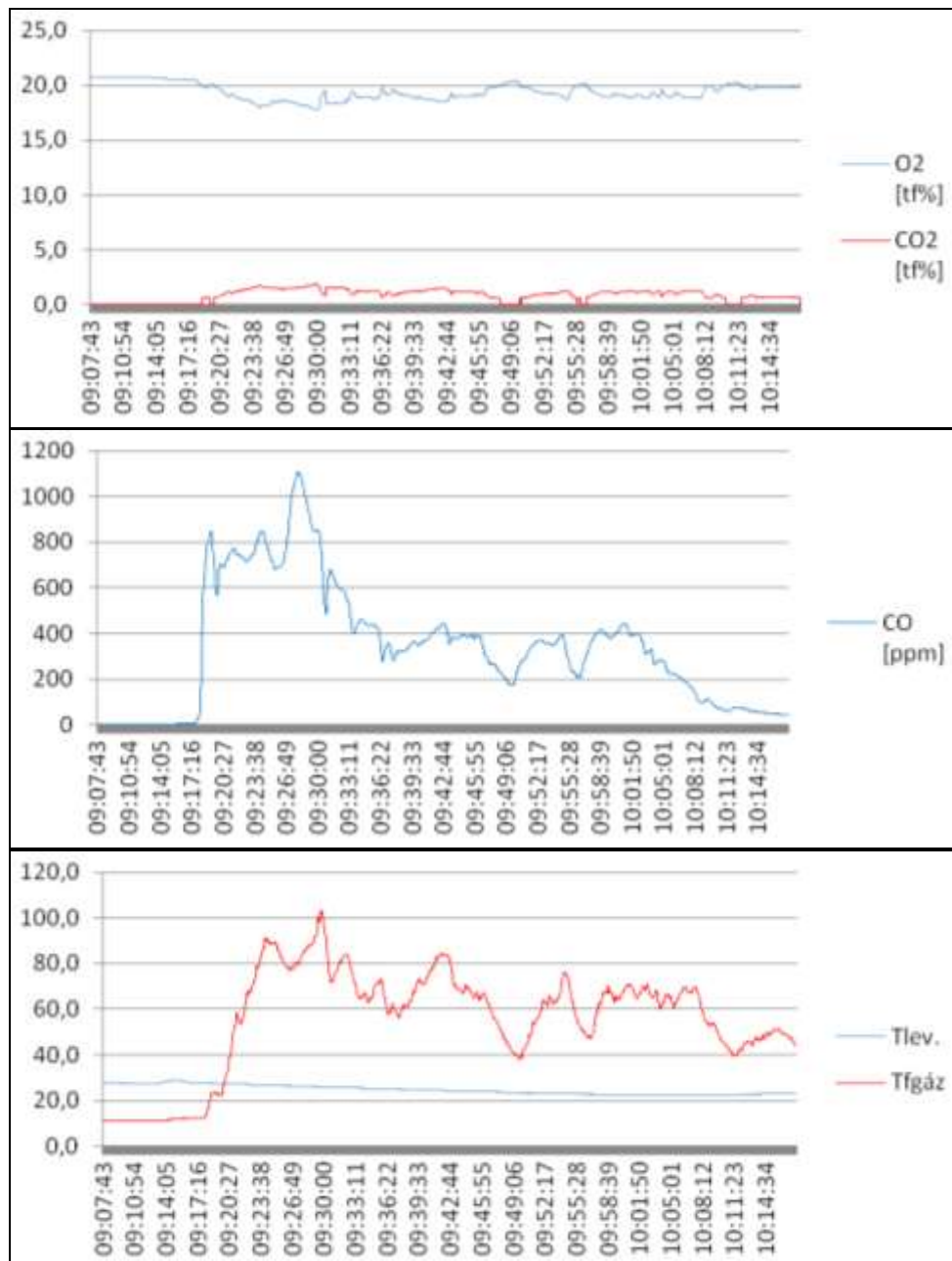
Kritérium	Túlélési kritérium	
	Rövid idejű kitettség	Hosszabb kitettség
Hősugárzás (kW/m <sup>2</sup> )	4.0 (< 3 perc)	1.6 (10 < perc)
Léghőmérséklet (°C)	140 (5 perc)	75-80 (60 perc)
CO <sub>2</sub> koncentráció (ppm)	30000 (3%)	20000 (2.0%)
CO koncentráció (ppm)	1000 (5 min)	500 (30 min)
Oxigén tartalom (%)	15 (5-10perc)	17-18 (60 perc)
Kénhidrogén (ppm)	300 (5 perc)	200 (30 perc)
“C5” szénhidrogének	3000ppm (10 perc)	N/A

4. táblázat: A túlélés feltételei külföldi szakirodalom szerint [18]

## **5. MÉRÉSI EREDMÉNYEK A HOMLOKZATVIZSGÁLÓ MEGFIGYELÉSI SZINTJÉN**

A korábbi tűzterjedési vizsgálatok során a vizsgáló torony megfigyelő szintjén (a tűztér feletti szinten) a padlóvonal feletti 1,50 m magasságban TESTO típusú műszerrel a légállapot egyes jellemzőt vizsgáltuk.

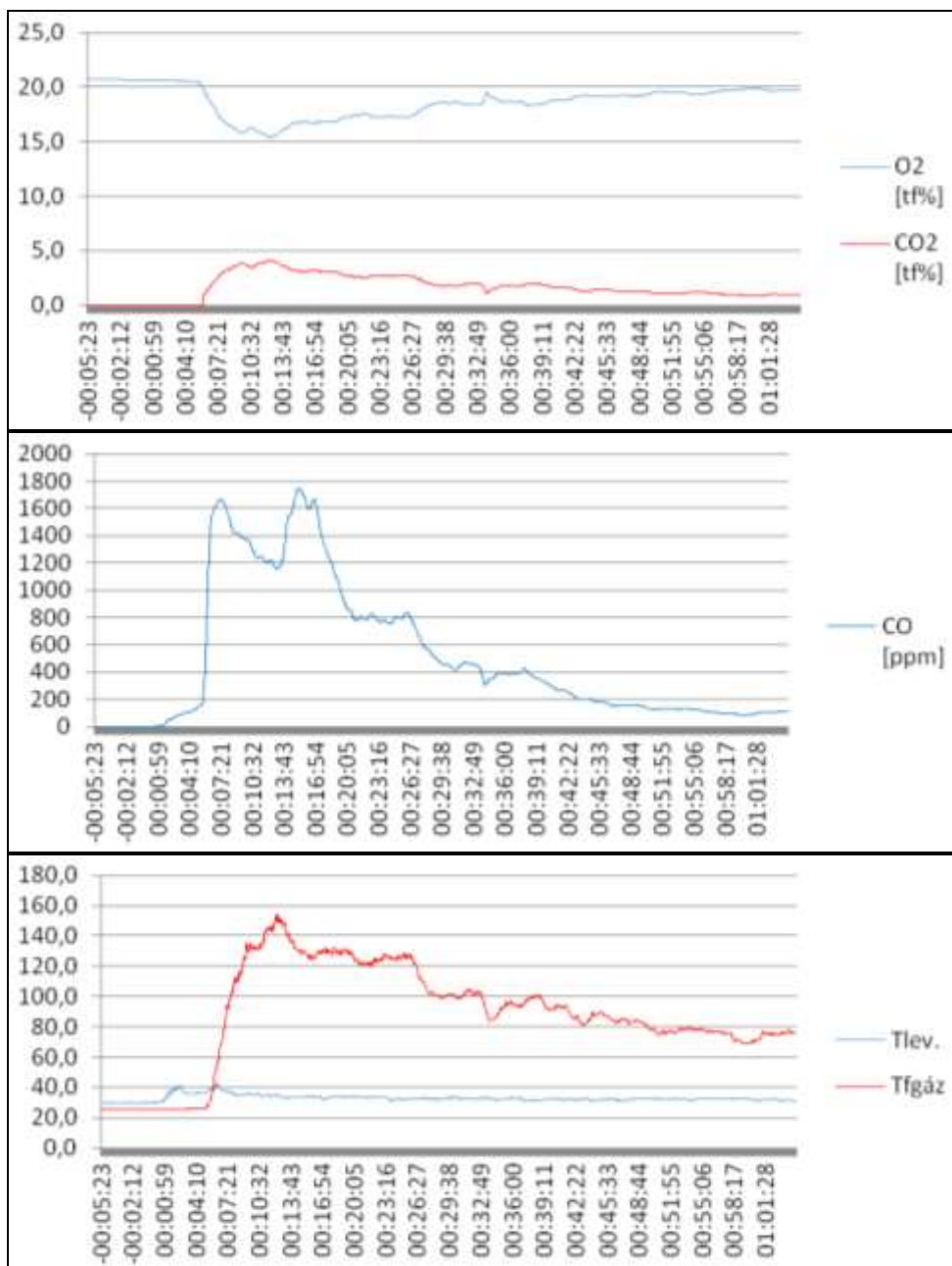
Az alábbi grafikonokon néhány, különböző jellegű homlokzati megoldáson mért jellemzők láthatók. A mért értékek és a 3. és 4. táblázatokban közölt szakirodalmi határértékek összevetése alapján már markáns különbségek fedezhetők az egyes megoldások között:



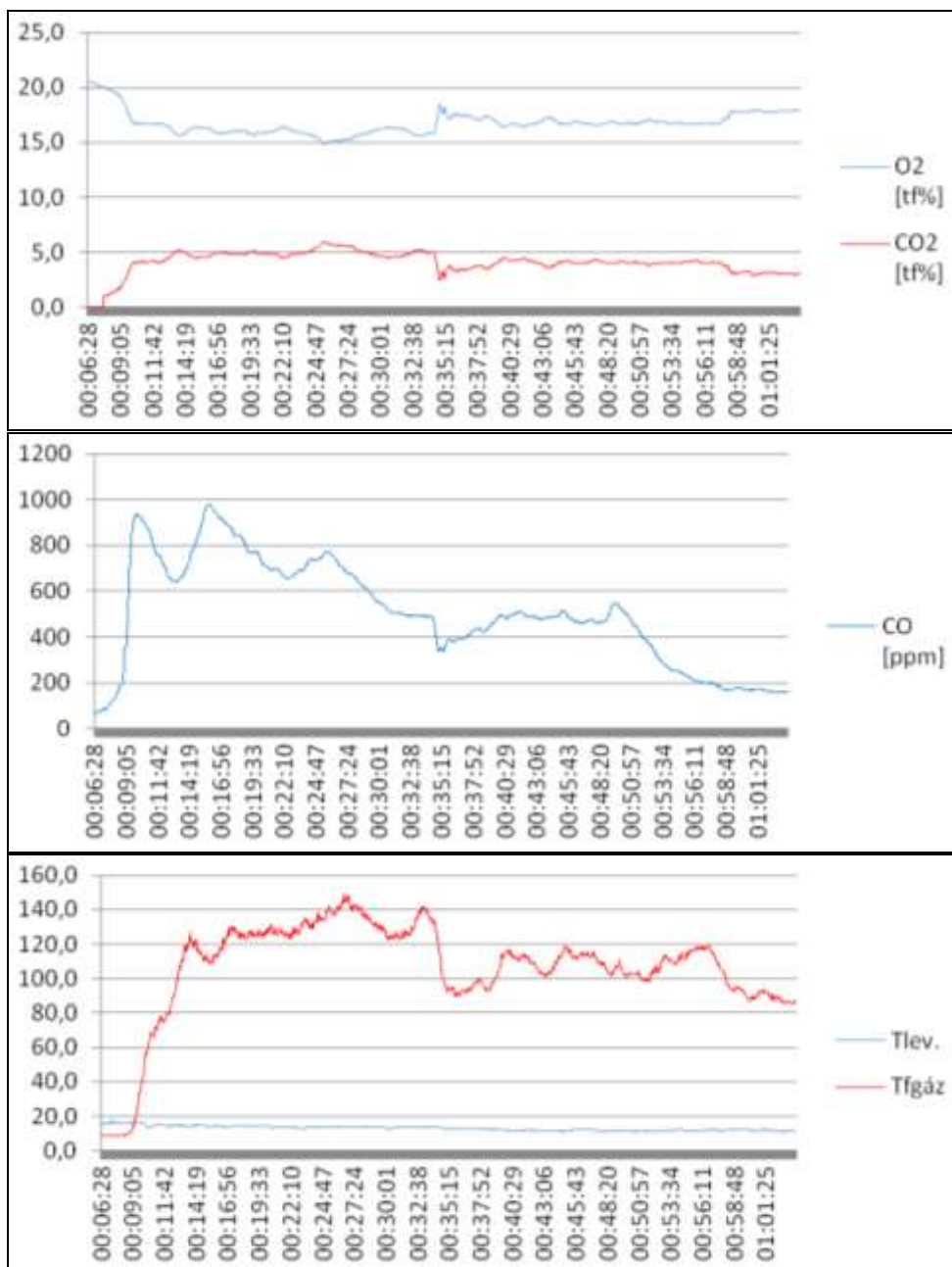
4-6. grafikonok. Szerelt homlokzatburkolati rendszer, kőzetgyapot hőszigeteléssel, acéllemez burkolattal.

A nem éghető rendszeren mért eredmények azt mutatják, hogy a túlélés esélyei adottak. A CO koncentráció legnagyobb része a fa tüzelőanyag égéséből származhat. (Forrás: ÉMI)

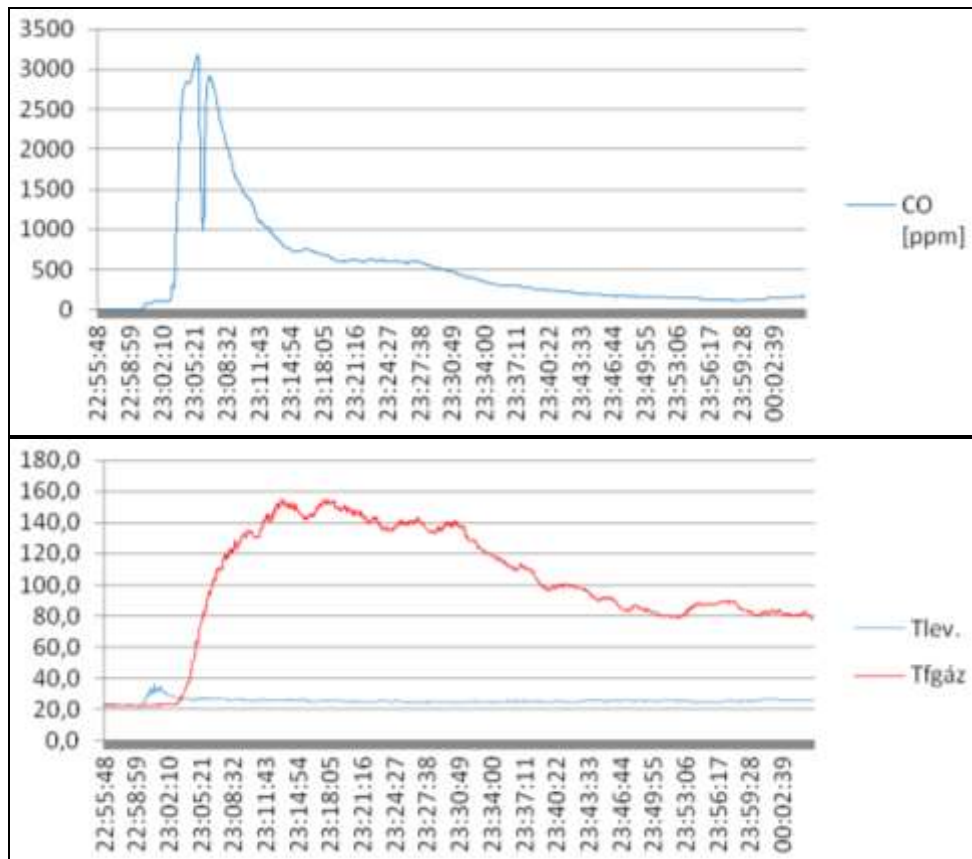




7-9. grafikonok. Szerelt homlokzatburkolati rendszer ragasztott, éghető anyagú lapburkolattal, légréssel, alumínium vázzal és kőzetgyapot hőszigeteléssel. (Forrás: ÉMI)



10-12. grafikonok. Helyesen kialakított polisztirol alapú hőszigetelő rendszer. Az éghető rendszernél a magasabb hőmérséklet, az alacsonyabb oxigénkoncentráció és a magas CO<sub>2</sub> koncentráció okozhat gondot. A vakolati kéreg nem nyílt meg, így a CO érték nem emelkedett meg jelentősen. (Forrás: ÉMI)



13-14. grafikonok. Hibásan kialakított polisztirol alapú hőszigetelő rendszer. A polisztirol nyílt égése a megfigyelőterben halálos mértékű (koncentrációjú) füstöt eredményezett (Forrás: ÉMI)

## 6. KÖVETKEZETÉSEK

Az MSZ 14800-6:2009 szerinti vizsgáló berendezés megfigyelőterében elvégzett mérések – legalábbis az eddig vizsgált jellemzők alapján és azok tekintetében – értékes információt szolgáltatnak az adott nyílásos homlokzati megoldás általi kockázat mértékére egy homlokzati tűz esetén:

- A megfelelő geometriával rendelkező nem éghető rendszerek jelentik a legkisebb kockázatot. A túlélés alapvető feltételei közvetlenül a tűz feletti szinten is fennállnak. Ezen tapasztalat alapján nagyon is indokolt az a korlátozás, mely szerint Magyarországon a magasépületeken kizárólag nem éghető hőszigetelő rendszerek és burkolatok alkalmazhatók;

- A megfelelően megválasztott éghető anyagokkal, gondos csomópontképzéssel kialakított hőszigetelő rendszerek a vizsgált paraméterek szempontjából *még elfogadható* kockázati szinten létesíthetők;
- Azon rendszerek, melyeknél az éghető hőszigetelő habok, burkolatok gyors és közvetlen égése a tűzterjedési határérték időtartamán belül bekövetkezhet, olyan mennyiségű mérgező anyagot termelnek, hogy a tűz feletti szinten lévő helyiségben a túlélés feltételei semmiképpen nem állnak rendelkezésre.

A fenti következtetések alapján - további kutatás keretében - a mérések kiterjesztése javasolható. Célszerűnek tűnik a megfigyelőtér több (1,0 m; 1,5 m 2,5 m) magasságában párhuzamos méréseket végezni, hogy a hőmérséklet- illetve koncentráció profilok ismertté váljanak. A vizsgált paraméterek bővítése is szükséges. Párhuzamos laboratóriumi kutatással alátámasztva bizonyos anyagok, illetve megoldások teljes kizárása javasolható a homlokzati felhasználásból.

A homlokzati megoldások toxicitását - legalább egyes komponenseiben rögzítő - vizsgálati módszer, és a hozzá tartozó minimum követelmények kifejlesztése európai és nemzetközi szinten is előremutató lehetne.



4. kép: A londoni Grenfell Tower égése. A homlokzaton elszenesedett poliuretán hőszigetelés látható<sup>2</sup>

### További gondolatok

---

<sup>2</sup> Forrás: <http://i2.cdn.cnn.com/cnnnext/dam/assets/170614024407-25-london-fire-super-169.jpg>

A londoni Grenfell Tower égése során a több tucat halálos áldozatot többek között a rendkívül gyors homlokzati tűzterjedés és intenzív füstképződés okozta. Sajnos ezen feltételek az éghető homlokzati hőszigetelő rendszerek létesítése során is fennállnak, abban az (általában rövid) időszakban, amikor a homlokzat hőszigetelése már megtörtént, de az üvegszövettel erősített vakolatot még nem készítették el. Külföldi példák azt mutatják, hogy ilyen esetben – külső- vagy belső tűzhatásra - az egész homlokzat lángba borulása várható, ezt a közetgyapot sávok sem akadályozzák meg. Elsősorban a középmagas épületek esetében javasolható az egyszerre munkába vehető homlokzati felületkorlátozás, illetve további intézkedések bevezetése a munkák befejezéséig (pl. felvonulási terület biztosítása, tűzoltóság tájékoztatása a kivitelezésről, lakók tájékoztatása, egyéni védőfelszerelések kiosztása stb).

## 7. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] TAKÁCS L.: Tűzterjedés elleni gátak régen és ma. *Védelem - Katasztrófa- tűz- és polgári védelmi szemle*, XIV 2 (2007), 6–8.
- [2] NISHIO, Y., YOSHIOKA, H., NOGUCHI, T. et al.: Fire Spread Caused by Combustible Facades in Japan. *Fire Science and Technology*, 52 4 (2016), 1081–1106.
- [3] WHITE, N., DELICHATSIOS, M.: *Fire Hazards of Exterior Wall Assemblies Containing Combustible Components*. New York: Springer-Verlag, 2015.
- [4] JENSEN, G: Fire Spread Modes and Performance of Fire Stops in Vented Façade Constructions – Overview and Standardization of Test Methods. In. VALLERENT, S. (Ed.), *1st International Seminar for Fire Safety of Facades 2013*. 58–68. Paris: Curran Associates, Inc., 2013.
- [5] BÁNKY T., MEZEI S.: Tényvázlat a tűzkárt szenvedett miskolci panelház homlokzati hőszigetelő rendszerének viselkedéséről. *Védelem Katasztrófavédelmi Szemle*, XVI 6 (2009), 20–21.
- [6] MISKEY T.: A középmagas és magas épületek tűzoltás taktikai sajátosságai a legújabb kutatások alapján. *Bolyai Szemle*, XXII 3 (2013), 171–178.
- [7] MORVAI C.: Toronyházak mentő tűzvédelme – esettanulmány. *Bolyai Szemle*, XXIII 2 (2014), 119–127.

- [8] URBÁN A.: A veszélyes anyagok jelenlétében történő tűzoltói beavatkozások kockázatai és az erre alkalmazott felkészítés hazánkban. *Bolyai Szemle*, XXIV 3 (2015), 201–215.
- [9] SMOLKA, M., MESSERSCHMIDT, B., SCOTT, J., MADEC, B.: Semi-natural test methods to evaluate fire safety of wall claddings. In. VALLERENT, S. (Ed.), *1st International Seminar for Fire Safety of Facades 2013*. 148–157. Paris: Curran Associates, Inc., 2013.
- [10] YOSHIOKA, H., OHMIYA, Y., NOAKI, M., YOSHIDA, M.: Large-scale Facade Fire Tests Conducted Based on ISO 13785-2 with Noncombustible Facade Specimens. *Fire Science and Technology*, 31 1 (2012), 1–22.
- [11] Development of a European approach to assess the fire performance of facades [http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/newsroom/cf/itemdetail.cfm?item\\_id=8887&lang=en&title=Development-of-a-European-approach-to-assess-the-fire-performance-of-facades](http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/newsroom/cf/itemdetail.cfm?item_id=8887&lang=en&title=Development-of-a-European-approach-to-assess-the-fire-performance-of-facades). (A letöltés dátuma: 2016. november 17.)
- [12] MÓDER I., VARGA Á., GEIER P., RAJNA E.: Brief summary of the Hungarian test method (MSZ 14800-6:2009) of fire propagation on building façades. *MATEC Web of Conferences*, 46 01002 (2016), 1–6.  
[www.researchgate.net/publication/301902132\\_Brief\\_summary\\_of\\_the\\_Hungarian\\_test\\_method\\_MSZ\\_14800-62009\\_of\\_fire\\_propagation\\_on\\_building\\_facades](http://www.researchgate.net/publication/301902132_Brief_summary_of_the_Hungarian_test_method_MSZ_14800-62009_of_fire_propagation_on_building_facades) (A letöltés dátuma: 2016. október 19.)
- [13] MSZ 14800-6:2009 *Tűzállósági vizsgálatok. 6. rész: Tűzterjedés vizsgálata épülethomlokzaton.*
- [14] ISO 834-1:1999 *Fire resistance tests – Elements of building constructions – Part 1: General requirements*
- [15] 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet *az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról*
- [16] HEIZLER GY.: A tüzesetekből származó füst hatása az emberekre. *Védelem Katasztrófa- és tűzvédelmi Szemle*, XI 3 (2004), 7–10.
- [17] BEDA L., BUKOVICS I.: A tűzben képződő füst veszélyességének jellemzése. *Védelem Katasztrófa- és tűzvédelmi Szemle*, XI 3 (2004), 11–15.

- [18] *Toxicology, Survival and Health Hazards of Combustion Products*. Ed.: David Purser, Robert Maynard, James Wakefield. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2015. ISBN-10: 1849735697, ISBN-13: 978-1849735698
- [19] Methods of approximation and determination of human vulnerability for offshore major accident hazard assessment.  
[http://www.hse.gov.uk/foi/internalops/hid\\_circs/technical\\_osd/spc\\_tech\\_osd\\_30/spcte\\_csd30.pdf](http://www.hse.gov.uk/foi/internalops/hid_circs/technical_osd/spc_tech_osd_30/spcte_csd30.pdf) (A letöltés dátuma: 2017. július 19.)

**Tóth Péter** főmérnök / műszaki igazgató helyettes

ÉMI Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft.

ÉMI Non-Profit Limited Liability Company for Quality Control and Innovation in Building

e-mail: [ptoth@emi.hu](mailto:ptoth@emi.hu)

Orcid: 0000-0003-3516-5318

A kézirat benyújtása: 2017.09.10.

A kézirat elfogadása: 2017.09.23.