

A síkból kimozdított épülethomlokzatok tűzterjedést befolyásoló sajátosságai

Fire propagation features of multi-planar facades

OLÁH Krisztián meghívott óraadó¹, SZIKRA Csaba tudományos munkatárs²,
Dr. TAKÁCS Lajos Gábor egyetemi docens¹

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Építészmérnöki Kar

¹Épületszerkeztani Tanszék

²Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.: +36 1 463-1111, info@bme.hu

Abstract

Preventing the façade fire propagation is an important element of both Hungarian and international fire safety legislation but there is no unified European test standard. The Hungarian façade fire propagation test standard concerns only to vertical facades, but at real buildings non-planar facades are also typical. In our article features influencing the fire propagation of non-planar facades are introduced.

Keywords: façade, façade fire propagation, non-planar façade, fire simulation

Kivonat

A homlokzati tűzterjedésgátlás mind a hazai, mind a külföldi tűzvédelmi előírások fontos eleme, amelyre nincs egységes európai vizsgálati szabvány. A magyarországi homlokzati tűzterjedési határérték-vizsgálat csak sík homlokzatokra vonatkozik, ezzel szemben a valós épületeken kiugró és visszahúzott homlokzati tagozatok és ezek kombinációja egyaránt jellemző. Cikkünkben a síkból kimozdított épülethomlokzatok homlokzati tűzterjedést befolyásoló sajátosságait mutatjuk be.

Kulcsszavak: homlokzat, homlokzati tűzterjedés, síkból kimozdított homlokzat, tűzszimuláció

1. BEVEZETÉS

A homlokzati tűzterjedésgátlás mind a hazai, mind a külföldi tűzvédelmi előírások fontos eleme és egyben a homlokzati megjelenést leginkább befolyásoló tényező is. A nemzetközi tűzesetek tanulságai jól mutatják, hogy a tűz elleni védekezés középpontjában ugyan továbbra is a zárttéri tüzek állnak, ugyanakkor a homlokzatokon alkalmazott formák és korszerű anyagok, szerkezetek jelentősen megemelték annak a kockázatát, hogy a tűz a homlokzatra kilépve kontrollálatlanul terjedjen, veszélyeztetve az épület egészét és a kiűritést is.

A homlokzati tűzterjedés elleni védelem általános követelményeit Magyarországon az OTSZ, míg annak megfelelő megoldásait közvetlenül a Tűzterjedés elleni védelem TvMI, közvetve pedig az MSZ 14800-6 vizsgálati szabvány határozza meg. Mindezek a függőleges tűzterjedés gátlás vonatkozásában csak sík vagy a sík homlokzattól kiálló konzollal ellátott homlokzatokról rendelkeznek. Ezzel szemben a gyakorlatban még egy visszafogottabb építészeti elképzelés is igen gyakran eltér a fentebb említett, biztos tapasztalatokra alapozott tűzvédelmi megoldásoktól, ezzel ismeretlen mértékű kockázatot hordozva magában. Érthető, hogy a térben összetett homlokzatok leíró (preszkriptív) szabályokkal történő teljes lefedése nem elvárható azok számossága miatt, de mit kezdhet a szakma ilyen esetekben?

Az irányelvi ábrák megalapozottan csak annyit állítanak, amennyi a hazai és nemzetközi tűztesztek alapján már bizonyosan kijelenthető. Belátható hogy a fent említett hiányosság tehát nem oldható fel csupán további ábramelléletek készítésével, azokat feltétlenül újabb vizsgálatokra szüség alapozni.

Az OTSZ jelenlegi előírásai szerint azonos tűzzszakaszba tartozó, különböző építményszintek esetén a függőleges tűzterjedés elleni védelemre alkalmas lehet minden olyan – a homlokzati tűzterjedési gát elvi ábrájától akár geometriai, akár szerkezeti szempontból eltérő - műszaki megoldás, amely a 14800-6 szabvány szerinti vizsgálat alapján megfelel az épület mértékadó kockázati osztályának megfelelő homlokzati tűzterjedési határérték követelménynek [3].

A magyar szabvány és az ahhoz hasonló nemzetközi szabványok célszerű eszközei lennének a fenti hiányosság feloldásának, ugyanakkor azok szigorúan kötött rendszere, és gyakorlati alkalmazása ezt mégsem teszi lehetővé. A tervezők ezért jelenleg, legfeljebb az előírások, irányelvben rögzített megfelelő megoldások szó szerinti betartását követelhetik, ami gyakran teljesen életszerűtlen helyzeteket teremtve, sok esetben nem is érvényesíthető.

2. KUTATÁSI CÉL

Jelen kutatás célja a fent ismertetett problémára reagálva, a magyarországi homlokzati tűzterjedési szabvány szerinti vizsgálatra alapozott számítógépes szimulációk segítségével megvizsgálni az előreugró, illetve visszahúzott épülethomlokzatok tűzterjedési sajátosságait.

Az egyre nagyobb teret hódító számítógépes szimulációk segítségével, a valódi vizsgálatokhoz képest viszonylag csekély materiális befektetés mellett, relatív pontos képet kaphatunk a jelenleg nem vizsgált épületformákról, ugyanakkor a szabványosított vizsgálat, illetve annak rendelkezésünkre álló eredményei alapján a későbbiekben lehetőségünk nyílna a valós tűztesztek eredményeinek kiterjesztésére.

A fente ismertetett szabályozási környezetből kiindulva, egy, a tűzzszakasz határokon megfelelő biztonságot képviselő, a geometriai szabályoknak megfelelő, csak nem éghető komponenseket tartalmazó sík homlokzatot tekinthetünk a „legmagasabb” biztonsági szintnek. A valós és a számítógépes vizsgálatok során egy ilyen homlokzat szabványosított vizsgálaton elért eredményeit vesszük a mértékadónak, majd a kapott eredményeket ehhez viszonyítva elemezzük és értékeljük az egyes, ettől eltérő kialakítású homlokzatok tűzvédelmi kockázatait.

3. VIZSGÁLAT MÓDJA, PEREMFELTÉTELEI

Az eddig leírtakból következően vizsgálatunkat az MSZ 14800-6 szabványra alapoztuk, ahhoz valós vizsgálati eredmény alapján hitelesített cellamodelles numerikus szimulációt alkalmaztunk. Terjedelmi korlátok miatt a kutatás a tűztéri nyílásból a vizsgálószinti ablaknyílásba történő tűzterjedési jellegzetességekre korlátozódik, egy eddig nem feldolgozott területen, a síkból kimozdított homlokzatok esetében.

A vizsgálatot csak nem éghető komponenseket tartalmazó homlokzatokon végeztük, annak érdekében, hogy kizárjuk a homlokzaton esetlegesen terjedő tűz befolyásoló hatásait, továbbá azért, mert a szimulációs szoftverek jelenleg még nem, vagy csak pontatlanul tudják kezelni az égésben résztvevő anyagok állapotváltozásait, amely szintén vizsgálati hibákhoz vezethetne.

A továbbiakban ezért olyan nem éghető, hőszigetetlen – vagy ezzel a vizsgálat szempontjából azonosan viselkedő, légrés nélküli, nem éghető homlokzatburkolati, vagy hőszigetelő rétegekkel ellátott – homlokzatokkal foglalkozunk, amelyek analóg módon teljesítik a jelenleg érvényben lévő irányelvi geometriai követelményeket, de formailag eltérnek attól. Tehát a nyílások között előáll a jelenlegi egyetlen számítási szabály szerinti 1,3 méter, de a homlokzat síkból kimozdított - előreugró vagy hátrahúzott, nem pedig sík vagy konzollal ellátott sík.

4. A VIZSGÁLATI ALAPMODELL ISMERTETÉSE

A vizsgálat alap eszköze egy MSZ 14800-6:2009 szerinti valódi vizsgálati épület szimulációs környezetben felépített pontos mása. Vizsgálatainkat a hazai és nemzetközi gyakorlatban is elfogadott cellamodelles szimulációs környezetben végeztük. A továbbiakban vizsgálati alapmodellként hivatkozunk arra a modellre, amely alapján feltételezzük az elvégzett szimulációk realisztikus viselkedését. A szabvány szerinti vizsgálati konfiguráció Pyrosim programban került modellezésre, a futtatások pedig az FDS 6.7.1- es verziójával készültek el.

A modellben a vizsgálati szabvány által meghatározott összes hőelemet az azokhoz jellegében legközelebb álló thermelemekkel helyettesítettük. Az ezeken mért hőmérsékleti eredmények összessége képezi a modell validációjának alapját. A vizsgálat során a tűztér hőmérsékletének átlagán felül a homlokzat

előtt elhelyezkedő, hőelemsorok által mért – kilépő lángra jellemző – átlaghőmérsékletek, továbbá a vizsgálószinti nyílásban elhelyezett –thermoelemek által mért –, a látható lángzónán kívül eső gáztéri hőmérsékletek is ellenőrzésre kerültek.

Az alapmodell elkészítéséhez lefuttatott közel 70 szimuláció során kiderült, hogy a tűztéri hőmérséklet viszonylagosan érzéketlen a tűz teljesítményére. A valódi máglya teljesítményének akár többszörösére is modellezhetjük a tűzfészket, mert a vizsgálati tér ajtaja – annak mérete – olyan mértékben oxigénvezérelt teszi az égést (nemzetközi zsargonban kifejezetten oxigén/szellőzésvezérelt tüzekként hivatkoznak a vizsgálat tárgyát képező tűztípusra [11]), hogy a tűztér hőmérséklete nem képes jelentős mértékben meghaladni az ISO 834 szerinti zárttéri tűzgörbe által meghatározott hőmérsékleteket. Ezzel szemben a homlokzaton ugyanezen teljesítménykülönbségek akár $\pm 50\%$ körüli hőmérséklet-eltéréseket is mutathatnak úgy, hogy a tűztér hőmérséklete mindkét esetben a megengedett tűréseken belül marad.

Megállapítható tehát, hogy az ehhez hasonlóan összetett, egyszerre kül- és beltéri épületrészekre egyaránt kiterjedő tüzek szimulációja esetén feltétlenül szükséges a nyíláson kilépő lánghőmérsékletek visszaellenőrzése is, annak érdekében, hogy a további használatra szánt mértékadó tűzterhelés és lángkép biztosan helyesen kerüljön meghatározásra.

A kidolgozott vizsgálati modell legrosszabb esetben is 10% körüli eltérést mutat, még a tűztértől távolabb eső pontokon is, illetve az is a biztonság javára – a nagyobb kitettség irányába történik. Meg kell jegyezzük, hogy 10% körüli eltérések az egyes azonos jellegű vizsgálati eredmények között is előfordulhatnak a valós vizsgálat esetében is.

5. A VIZSGÁLT MODELLEK BEMUTATÁSA

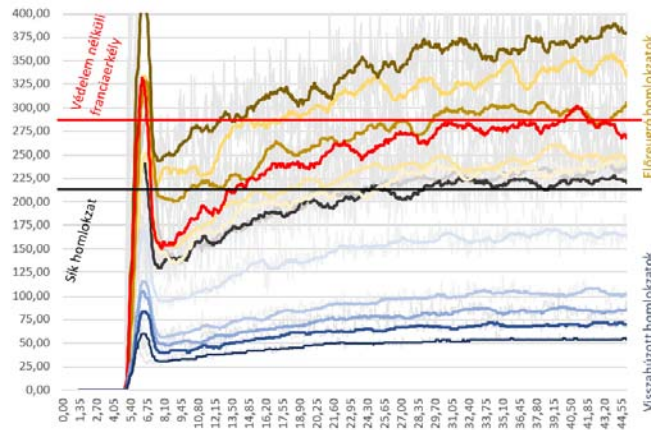
A vizsgálatok célja a tűzterjedés elleni gátakra vonatkozó $G_{H1}+1,3xG_{H2}=1,3$ m geometriai minimum képlet kiterjeszhetőségének a vizsgálata a tűztéri homlokzat síkjától visszahúzott, illetve annak síkja elé kilépő épülethomlokzatok esetében. A vizsgálószinten a nyílászárók elhelyezkedése (parapetmagassága) minden esetben úgy került meghatározásra, hogy a parapet a számítás szerinti 1,3 méterre kerüljön. A kutatás időbeli és területi korlátai miatt nem volt lehetőség ettől eltérő vizsgálószinti nyíláskiosztás vizsgálatára, de egy áramlástanai szempontból ilyen érzékeny rendszerrel természetesen a nyílás formátuma sem lehet elhanyagolható. Marcus Nilsson 2016-ban publikált tanulmányából kiderül, hogy a nyílás mérete és pozíciója több szempontból is jelentősen meghatározza a kilépő láng viselkedését.[10]. Mindez jelzi, hogy a homlokzati tűzterjedés vizsgálatok jövőjében a pontos nyílásképre is az eddiginél nagyobb figyelmet kell fordítani.

A vizsgálati építményeket, az alapmodell kivételével csupaszfalas (hőszigetelő vagy burkolati rendszer nélküli) szerkezetként modelleztük annak érdekében, hogy azok a legtisztább formában a geometriai peremfeltételekre fókuszáljanak. Meg kell jegyezzük azonban, hogy egy a tűzterhelés alatt is helyén maradó – korábban szabvány szerint minősített – burkolat épp úgy befolyásolhatja pozitív, de kedvezőtlen esetben akár negatív irányba is a lángterjedést, mintha az az alapszerkezet része volna. Ez azért különösen fontos, mert az érvényben lévő irányelvek a biztonság érdekében ezek figyelembevételét a homlokzati tűzterjedés elleni gát geometriájában kifejezetten tiltják.

A fentiekből kiderül, hogy a homlokzati geometria egészen kis módosításai is jelentősen megváltoztathatják az áramlástanai jellegzetességeket, ezért a képletet nem csak annak szélsőértékein ellenőriztük – tehát a szabvány jelentette kötöttségek betartása mellett legjobban visszahúzott vagy előretolt homlokzaton –, hanem a vízszintes értelemben vett, cellaháló által is adott, minden 10 centiméteres méretlépcsőn. A legmagasabb homlokzati tűzterjedési határérték-időtartam alatt bekövetkező hőmérséklet emelkedési eredményeket reprezentálandó, a futtatásokat 45 perc időtartamra végeztük el, amíg a tűz teljesítménye monoton növekszik, így a megfelelést a valós vizsgálatoknál hosszabb időbeli kitettség mellett is ellenőriztük.

6. A VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

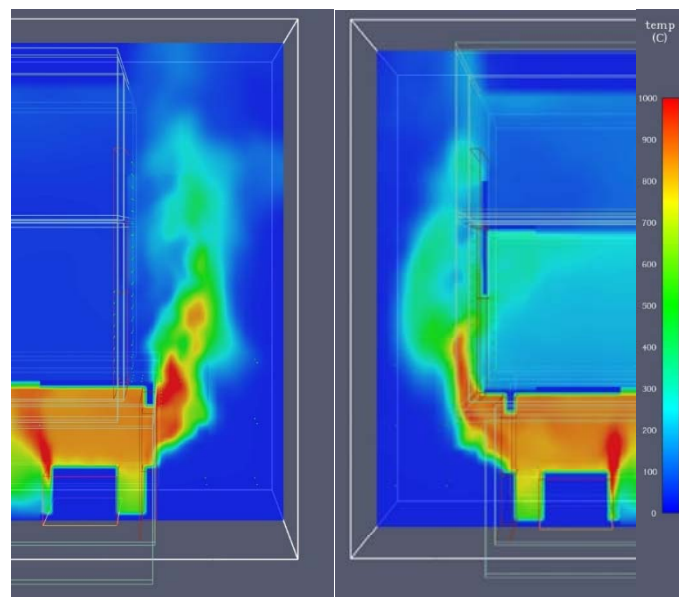
A síkból kimozdított homlokzatokon elvégzett 12 futtatás eredményeit az alábbi grafikon segítségével hasonlítjuk össze.



1. ábra: A vizsgálószinti nyílás szabványos hőelemei által mért 4 legmagasabb hőmérsékleti eredmények átlaga az elvégzett szimulációk során

A kapott eredményekből a következő tendenciák állapíthatók meg. A visszahúzott homlokzatok esetében a vizsgálószinti homlokzatot érő kitétség a homlokzat egyre nagyobb visszahúzása mellett monoton csökkenő tendenciát mutat. Már egy minimális, 10 centiméteres visszalépés is 50 °C fokkal alacsonyabb kitétséget eredményez. A homlokzat 20 centiméteres vagy afölötti visszahúzása pedig olyan mértékben csökkenti a kitéti hőmérsékleteket, hogy azok alapján akár hosszabb kitéti idő mellett is minimálisra csökkenne a tűzterjedés kockázata. A kapott szám adatok alapján arra következtethetünk, hogy tűztérből kilépő láng a födém felső síkjára semmilyen mértékben nem tapad vissza. A szerkezet élén kívül a visszahúzott homlokzat előtti felületek komolyabb tüzeseti hőterhelés nem várható.

Az előreugró homlokzatok esetében homlokzatra kilépő láng a födémkonzolba ütközve szétterül, illetve felgyújtja az égésgázokat, így már egy 30 centiméternél nagyobb kinyúlású épületkonzol esetén is a zárttéri tűz nagyságrendjeit megközelítő hőmérséklet-eloszlással kell számolni az előreugró födém alatt. A tűztéri homlokzat síkja előtt, már 20 centimétertől nagyobb mértékű előreugrás a vizsgálószinti nyílásban mért hőmérsékletek drasztikus, akár 100-150 °C fokkal történő megemelkedését eredményezi. Az előreugró homlokzatok kezelhetőségét tovább nehezíti, hogy a kapott eredmények alapján viselkedésük nem, vagy nem feltétlenül kiszámítható, vélhetően azért, mert áramlástani szempontból összetettebbek.



2. ábra: Egy 50 cm-el visszahúzott (balra) és egy 50 cm-re előreugró homlokzat (jobbra) jellemző gáztéri hőmérsékletei és lángképe a nyílásokon keresztül felvett metszeten

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásunk legfontosabb megállapítása, hogy a síkból kimozdított homlokzatok tűz esetén nem egyformán viselkednek: a tűztérhez képest visszahúzott homlokzatok tüzeseti hőmérséklet kitéje jóval kedvezőbb, mint az előreugró homlokzatok hőmérséklet kitéje.

A vizsgálati eredményeket figyelembe véve megállapítható hogy, nagy mennyiségű adat birtokában is csak nagyon összetett és a biztonság javára nagy elhanyagolásokkal dolgozó – építészeti sok kompromisszumot eredményező – geometriai ökölszabályok megalkotása tűnik lehetségesnek, ellenben a szimuláció az adott konkrét helyzetet hatékonyabban és pontosabban vizsgáló eszköz rövid és hosszú távon egyaránt. Belátható, hogy összetettebb, illetve éghető komponenseket is tartalmazó rendszerek homlokzati tűzterjedés vizsgálatára a közeljövőben még nem lesznek alkalmasak a szimulációs vizsgálatok. A valós léptékű tesztek létjogosultsága így továbbra is megkérdőjelezhetetlen, még akkor is ha jelenleg érvényben lévő magyar szabvány – és az „azonos” célú nemzetközi szabványok – bizonyos (síktól jelentősen eltérő) homlokzati konfigurációk vizsgálatára most nem alkalmasak, illetve minden különböző homlokzati forma valós léptékű vizsgálata nem is elképzelhető.

A szimulációk tehát a valós léptékű tesztek nem helyettesíthetik, de azok kiterjesztését – bizonyos feltételek mellett – lehetővé teszik. Ez alapján célszerű lenne a vizsgálati szabvány mellett egy olyan lehetőséget kidolgozni, amely az elkerülhetetlenül szükséges, valós vizsgálati eredményeket egyszerűbben kiterjeszthetővé vagy kombinálhatóvá tenné, a valós léptékű tűzteszteknel gyorsabb, ugyanakkor kellően pontos, validált szimulációs vizsgálatok segítségével.

FELHASZNÁLT FORRÁSOK

- [1] BELÜGYMINISZTERIUM: 30/2019 (VII.19.) BM rendelettel módosított 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról, 2019
- [2] BELÜGYMINISZTERIUM ORSZÁGOS KATASZTRÓFAVÉDELMI FŐIGAZGATÓSÁG (BM OKF): *Tűzterjedés elleni védelem TvMI 1.4:2022.07.10., 2020*
- [3] BELÜGYMINISZTERIUM ORSZÁGOS KATASZTRÓFAVÉDELMI FŐIGAZGATÓSÁG (BM OKF): *Számítógépes tűz- és füstterjedési, valamint menekülési szimuláció TVMI 8.4:2020.01.22., 2019*
- [4] BOSTRÖM LARS: *Facades and fire*. [online] forrás: <<http://www.sfpe-biv.se/attachments/article/10282/Facade%20BIV%202016.pdf>> [letöltés ideje: 2020. 07. 30.].
- [5] BOSTRÖM LARS, HOFMANN-BÖLLINGHAUS ANJA, COLWELL SARAH, CHIVA ROMAN, TÓTH PÉTER, MÓDER ISTVÁN, SJÖSTRÖM JOHAN, ANDERSON JOHAN, LANGE DAVID: *Development of a European approach to assess the fire performance of facades*, 2018
- [6] ÉPÍTÉSÜGYI MINŐSÉGELLENŐRZŐ INNOVÁCIÓS KHT. (ÉMI): *Vizsgálati jegyzőkönyv – a függőleges homlokzati tűzterjedési gát méretének meghatározásához lefolytatott vizsgálatokról*. Budapest, 2004
- [7] EPS HŐSZIGETELELŐANYAG GYÁRTÓK EGYESÜLETE: *MEPS Homlokzati Tűzterjedési Vizsgálat 30 Cm Vastag Grafit EPS Tűzgát Nélkül*. [video] forrás: <<https://www.youtube.com/watch?v=BP9nQvEizXo&t=37s>> [letöltés ideje: 2020. 07. 28.].
- [8] MAGYAR SZABVÁNYÜGYI TESTÜLET MUNKABIZOTTSÁG 110 (MSZT/MB 110): *MSZ 14800-6:2009 Tűzállósági vizsgálatok. 6. rész: Tűzterjedés vizsgálata épülethomlokzaton*
- [9] NILSSON MARKUS, NILSEN JOHAN, MOSSBERG ALEX: *Validating FDS against a large-scale fire test for facade systems*. In: Fire and Evacuation Modeling Technical Conference. [online] Thunderhead Engineering Consultants, Inc. forrás: <<https://www.thunderheadeng.com/2018/02/d2-16-nilsson/>> [letöltés ideje: 2020. 07. 28.].
- [10] NILSSON MARKUS: *The Impact of Horizontal Projections on External Fire Spread – A Numerical Comparative Study*. Report nr. 5510. Lund University, Division of Fire Safety Engineering, Lund, 2016
- [11] O'CONNOR DANIEL J.: *Building Facade or Fire Safety Facade?*. CTBUH Journal, [online] (II). forrás: <<https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/405-building-facade-or-fire-safety-facade.pdf>> [Letöltés ideje: 2020. 07. 29.].
- [12] WHITE NATHAN, DELICHATSIOS MICHAEL: *Fire Hazards of Exterior Wall Assemblies Containing Combustible Component*. MATEC Web of Conferences. 9. 02005. 10.1051/mateconf/20130902005. [online]. forrás:<https://www.researchgate.net/publication/275310802_Fire_hazards_of_exterior_wall_assemblies_containing_combustible_components> [Letöltés ideje: 2020. 07. 29.].