

Adatlap¹ témahirdetési javaslatához a Csonka Pál Doktori Iskola Tanácsa részére

Témavezető² neve: Takács Lajos Gábor
e-mail címe³: ltakacs@epszerk.bme.hu

Téma címe (magyar és angol nyelven):

**Homlokzati tűzterjedési vizsgálati eredmények
kiterjesztésének és validációjának lehetőségei
numerikus szimulációs módszerrel
Extended Application and Validation Possibilities of
the Results of the Facade Fire Propagation Test with
CFD Simulation**

A **téma** rövid leírása⁴ (magyar és angol nyelven):

Az elmúlt pár évben jelent meg a laboratóriumban végzett homlokzati tűzterjedési vizsgálatok modellezése numerikus szimulációval. A szimuláció első típusvizsgálatra nem alkalmas, de a vizsgálati eredmények kiterjesztésére, továbbá termékfejlesztésben, mind a valós léptékű vizsgálatok előkészületeként felhasználható. A valós léptékű tűzteszt szimulációs modellezésénél a legfontosabb feladatok közé a modell validálása tartozik, amelynek köszönhetően a valós léptékű tűzteszt és a szimulációs modell eredményei összevethetőkké válnak. A validáció alapja a valós léptékű tűzteszt során mért hőmérsékleti adatok. A kutatási téma fő tárgya a tűzteszt eredmények kiterjesztésére vonatkozó és azok korlátait körülhatároló tudományos módszerek lefektetése, továbbá a szimulációs modellek validálási módjainak meghatározása. A téma aktualitását az energetikai követelmények folyamatos szigorodása miatt egyre vastagodó, gyakran éghető anyagú hőszigetelések okozta tűzvédelmi problémák adják (lásd Grenfell Tower tüzesete, London, 2017. június 14.)

In the past few years, the numerical simulation for the modeling of façade fire propagation tests in the laboratory has been published. CFD simulation is not suitable for the first fire test, but it can be used to extend the test results, as

¹ Az adatlapot egy példányban kinyomtatva és aláírva a Szilárdságtani Tanszék titkárságára, elektronikus változatban pedig a Doktori Iskola titkárának (Kóródy Anna, korody@eik.bme.hu) kell eljuttatni. A témahirdetés elfogadása esetén az adatlap felkerül a Csonka Pál Doktori Iskola (<http://www.szt.bme.hu/index.php/oktatás/csonka-pál-doktori-iskola>), a témahirdetés rövid leírása pedig az Országos Doktori Tanács (<http://www.doktori.hu/>) honlapjára.

² A témahirdetés elfogadása automatikusan a témavezető akkreditációját is jelenti a 2010. évi felvételi eljáráshoz.

³ Kérjük, olyan elérhetőséget adjon meg, ahová biztonsággal küldhetünk hivatalos értesítéseket.

⁴ A téma (szóközökkel) 2000-4000 leütés hosszú. A jelentkező hallgatókat bővebben tájékoztató változatot, (mely a téma fent megadott releváns nemzetközi irodalmára tételesen hivatkozik) kérjük a mellékletben megadni.

well as in product development and to prepare for full-scale testing. Most important task at modeling full-scale fire tests is the validation; due to this, results of the fire tests and the simulation can be compared. Basis of the validation is the temperature data from the full-scale fire test. Main subject of the research is to define the scientific methods and limits of the extension of test result, and to determine the validation methods of the simulations. The actuality of the research is due to the fire safety problems caused by the thicker and thicker, often combustible thermal insulation materials as a result of the ever-tightening energy-saving requirements (e.g. Grenfell Tower Fire, London, June 14, 2017)

A **téma** meghatározó irodalma⁵:

A téma szakirodalma két szakterületről származik. A tűzszimuláció, a tűzmodellezés idegen nyelvű szakirodalma meghatározó, a homlokzati tűzterjedéssel kapcsolatban a hazai, nemzetközileg is publikált szakirodalom is jelentős.

- Ronald G. Rehm, William M. Pitts, Howard R. Baum, David D. Evans, Kuldeep Prasad, Kevin B. McGrattan, Glenn P. Forney: *Initial Model for Fires in the World Trade Center Towers*. Building and Fire Research Laboratory, NIST, Maryland, 2003, [doi:10.3801/IAFSS.FSS.7-25](https://doi.org/10.3801/IAFSS.FSS.7-25)
- Dr. Bánky Tamás: *A homlokzati tűzterjedés vizsgálati módszere, követelményei*. Siófok, 2007. november 13, Védelem online, <http://www.vedelem.hu/files/UserFiles/File/aktualis/siofok071105/vizsgatterj.ppt>
- Miroslav Smolka, Birgitte Messerschmidt, John Scott, Bruce le Madec: Semi-Natural Test Methods To Evaluate Fire Safety Of Wall Claddings. Rockwool International A/S, 1st International Seminar for Fire Safety of Façades, Paris (France), 2013, DOI: 10.1051/matecconf/20164601003
- Johan Anderson, Robert Jansson McNamee: Fire Dynamics In Façade Fire Tests: Measurement And Modelling. June 2013, Interflam 2013, DOI: 10.13140/RG.2.1.3025.9684
- K.H. Lu, L.H. Hu, F. Tang, L.H. He, X.C. Zhang, Z.W. Qiu: Heat flux profile upon building facade with side walls due to window ejected fire plume: An experimental investigation and global correlation, *Fire Safety Journal*, Volume 70, 2014, Pages 14-22, ISSN 0379-7112, <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2014.08.001>.
- Móder István, Varga Ádám, Geier Péter, Rajna Edit: Brief Summary Of The Hungarian Test Method (MSZ 14800-6:2009) Of The Fire Propagation On Building Facades. MATEC Web Of Conferences, 46 01002 (2016), 1-6. ISSN: 2261236X, <https://doi.org/10.1051/matecconf/20164601002>
- Simo Hostikka, Gelb Bystkov: Numerical simulation of the ISO 13785-2 facade fire test. MATEC Web of Conferences, 46 03003 (2016), DOI: 10.1051 / matecconf/20164603003
- Liang Zhou, Aiping Chen, Lei Gao, Zhifeng Pei: Effectiveness of vertical barriers in preventing lateral flame spread over exposed EPS insulation wall,

⁵ Minimum 5, maximum 10 cikket vagy monográfiát kérünk felsorolni, melyben feltétlenül szerepelnie kell a legfrissebb, legismertebb eredményeknek.

Fire Safety Journal, Volume 91, 2017, Pages 155-164, ISSN 0379-7112, <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2017.04.013>.

A **téma** hazai és nemzetközi folyóiratai⁶:

- Magyar Építőipar
- Metszet: építészeti újdonságok, szerkezetek, részletek (SCOPUS)
- VÉDELEM Katasztrófavédelmi Szemle, Védelem online (www.vedelem.hu)
- Periodica Politechnica Architecture (ICONDA)
- Advanced Materials Research
- Fire Technology (SCOPUS, SCImago)
- Fire Safety Journal (SCOPUS, SCImago)
- Journal of Structural Fire Engineering (SCOPUS, SCImago)

A **témavezető** fenti folyóiratokban megjelent 5 közleménye:

- Takács, Lajos Gábor: *Fire Protection Aspects Of Low-Energy Buildings*. EnviBUILD Buildings and Environment 2013, published in Periodical of Advanced Materials Research Vol. 899 in 2014, pp 543-551, Trans Tech Publications, Switzerland, doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.899.543
- Jankus Bence, Takács Lajos Gábor: Homlokzat és tetőszerkezet közötti tűzterjedés problémái: A homlokzati tűzterjedés speciális esete. Metszet: építészet újdonságok, szerkezetek részletek: 2019/6 pp. 74-79., 6 p. (2019)
- Takács Lajos, Szikra Csaba: Homlokzati tűzterjedés elleni védelem tűzállóság nélküli üvegszerkezetekkel. Metszet: építészet újdonságok, szerkezetek részletek: 2020/6 pp. 104-109., 6 p. (2020)
- Lublós Éva, Takács Lajos Gábor, Enczel Dávid István, Cimer Zsolt: Examination of the Effect of Fire Retardant Materials on Timber. Journal Of Structural Fire Engineering 12: 4 pp. 429-445., 10 p. (2021)
- Lublós Éva, Enczel Dávid István, Takács Lajos Gábor, Cimer Zsolt, Bíró András: Effects of Faults in the Application of Fire Retardants in Correlation with the Efficiency of Fire Retardant Materials on Fire Performance. Journal Of Structural Fire Engineering ahead-of-print: 1-11., 11 p. (2021)

A **témavezető** utóbbi tíz évben megjelent 5 legfontosabb publikációja:

- Takács, Lajos Gábor PhD: *Fire Protection Aspects Of Low-Energy Buildings*. EnviBUILD Buildings and Environment 2013, published in Periodical of Advanced Materials Research Vol. 899 in 2014, pp 543-551, Trans Tech Publications, Switzerland, doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.899.543
- Dr. Takács, Lajos Gábor; Szikra, Csaba: The Fire Safety Design of Historic Buildings with Engineering Methods: Case Study: Fire Safety Design of the Workshop of the Opera House. Transsylvania Nostra Journal XI: 4 pp. 24-33., 9 p. (2017)
- Szikra Csaba, Dr. Takács Lajos Gábor: *Validation Of CFD Simulation Model*

⁶ Minimum 5, maximum 10 folyóirat megadását kérjük, melyek között feltétlenül szerepelnie kell a PhD fokozatszerzés szempontjából elengedhetetlen (Scopus és/vagy Sci illetve Iconda minősítésű idegen nyelvű folyóiratoknak is. Kérjük, ezeket a periodikákat a felsorolásban jelöljék meg.

Of French Balcony Façade Fire Test With Parapet Glass. FEMTC 2018,
Gaithersburg, USA, 2018. október 1-3.
<https://www.thunderheadeng.com/2018/12/2018-d1-06-szikra/>

- Takács Lajos Gábor: Firefighting Issues Related to the Roof Structures of Churches. Transsylvania Nostra Journal XIII : 4 pp. 4-9. , 8 p. (2019)
- Lublós Éva, Takács Lajos Gábor, Enczel Dávid István, Cimer Zsolt: Examination of the Effect of Fire Retardant Materials on Timber. Journal Of Structural Fire Engineering 12: 4 pp. 429-445., 10 p. (2021)
- Lublós Éva, Enczel Dávid István, Takács Lajos Gábor, Cimer Zsolt, Bíró András: Effects of Faults in the Application of Fire Retardants in Correlation with the Efficiency of Fire Retardant Materials on Fire Performance. Journal Of Structural Fire Engineering ahead-of-print: 1-11., 11 p. (2021)

A **témavezető** eddigi doktoranduszai⁷:
Még nem volt doktorandusza.

Melléklet: a téma bővebb leírása (magyar és angol⁸ nyelven)

Budapest, 2022. január 27.



Témavezető aláírása

⁷ Kérjük, a témavezetési tevékenységre vonatkozó adatokat abban az esetben is adja meg, ha témavezetőként a DI már korábban akkreditálta, vagy törzstagként témavezetői akkreditációja nem szükséges.

⁸ A téma bővebb leírása angol nyelven csak akkor szükséges, ha a témavezető vállalja külföldi hallgató fogadását.

Témavezető neve: Takács Lajos Gábor, Épületszerkezet-tani Tanszék

Téma címe: **Homlokzati tűzterjedési vizsgálatok eredményeinek kiterjesztésének és validációjának lehetőségei numerikus áramlási szimulációs módszerrel**

Extended Application and Validation Possibilities of the Results of the Facade Fire Propagation Test with CFD Simulation

Közös európai vizsgálati szabvány hiányában az MSZ 14800:6-2009 sz. szabvány szerinti homlokzati tűzterjedési vizsgálat [1] mind az éghető maggal rendelkező homlokzati hőszigetelő vakolatrendszerek (ETICS-THR), mind a légréses, akár A1 tűzvédelmi osztályú anyagokból álló homlokzatburkolatok számára kötelező. Várható a homlokzati tűzterjedési vizsgálat egységes európai szabályozása is, amelyről megoszló vélemények mellett az egyeztetések folyamatban vannak. A téma aktualitását az energetikai követelmények folyamatos szigorodása miatt egyre vastagodó, gyakran éghető anyagú hőszigetelések okozta tűzvédelmi problémák adják (lásd Grenfell Tower tűzesete, London, 2017. június 14. [2])

A hazai vizsgálat valós léptékű (ún. full-scale) tűzteszt, amely a valósághoz legközelebbi eredményeket ad az egyes homlokzati rendszerek tűzeseti viselkedésével kapcsolatban. Ugyanakkor az alábbi gyakorlati problémák jellemzik:

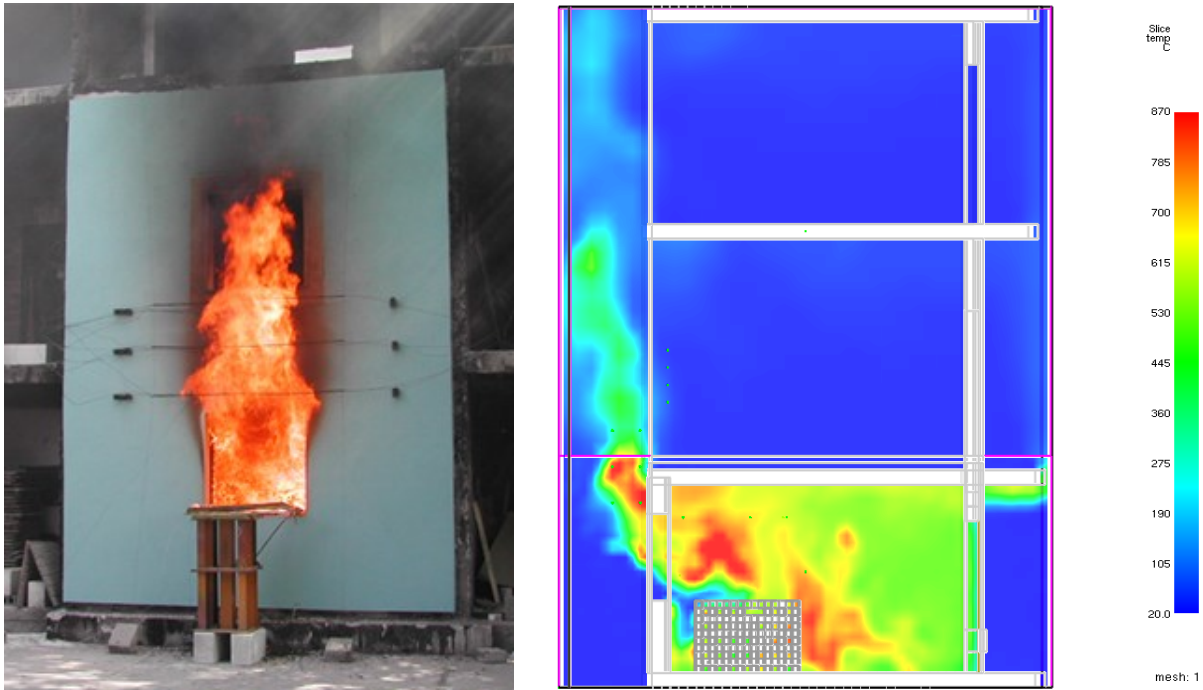
- Egy homlokzatburkolat vagy hőszigetelő homlokzati vakolatrendszer rendszerint egy vizsgálati eredménnyel rendelkezik, amely jelentősen lekorlátozza az alkalmazási lehetőségeket. Jellemzően csak tagozat nélküli, 1,30 m egymás fölötti nyílástávolságú homlokzati mintán végzik el a vizsgálatokat, amelyek eredménye alapján nem szabad eltérő homlokzati kialakítást tervezni, kivitelezni.
- A vizsgálat csak meghatározott hőmérsékleti- és szélviszonyok mellett végezhető, a téli vizsgálat kizárásával; hosszú várakozási idő és jelentős költség jellemzi még, ami szintén akadályozza egy adott homlokzatburkolat vagy hőszigetelő homlokzati vakolatrendszer esetén a többféle kialakításra vonatkozó vizsgálatot.

A valós léptékű tűztesztek szimulációjával többen is foglalkoznak [3] [4], a valós léptékű tűztesztek kiterjesztésének lehetőségeivel, korlátaival és módszertanával azonban kevés publikáció foglalkozik. Jelen kutatási program előzményeképp elkészítettük a hazai szabványos homlokzati tűzterjedési határérték vizsgáló berendezést és a vizsgálandó homlokzatburkolatot FDS/PyroSim tűzszimulációs környezetben és kidolgoztuk a vizsgálat szimulációval történő modellezésének módszertanát [5]. Egy adott homlokzatburkolat vagy hőszigetelő homlokzati vakolatrendszer már elvégzett vizsgálati eredményeivel a modell validálható, ez a kutatás jelenlegi fázisa [6]. A modellezés semmiképp sem helyettesíti az első típusvizsgálatot, céljai a következők:

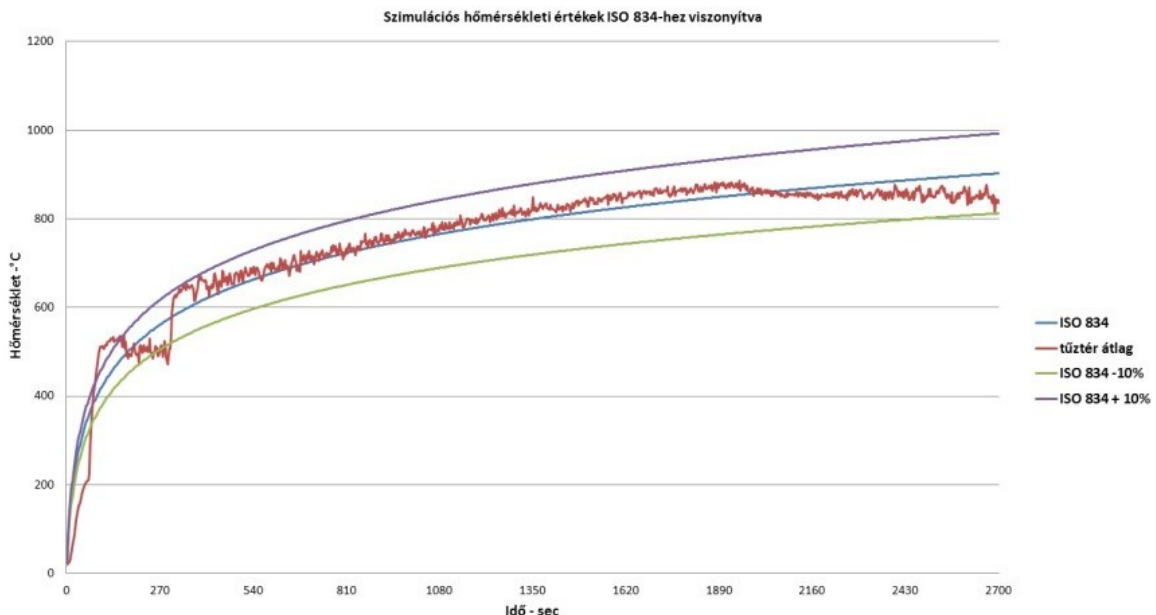
- új termékfejlesztések esetén előkészítheti a drága és a termékek tűzvédelmi jellemzőire érzékeny vizsgálatot;
- talán még fontosabb, hogy meglévő vizsgálati eredménnyel rendelkező homlokzatburkolat vagy hőszigetelő homlokzati vakolatrendszer esetén

információkat adhat arra nézve, hogy a vizsgálatról eltérő geometriai feltételek (pl. párkányok, tagozatok, visszahúzott épületrészek stb.) mellett megfelelő-e a rendszer, tehát meglévő vizsgálati eredmény kiterjesztésére alkalmas – ennek kidolgozása a kutatás fő feladata;

- a hagyományos, vakolt hőszigetelő rendszerrel ellátott homlokzatok mellett különleges alkalmazásokra is alkalmas a módszer, például egymás fölötti franciaerkélyek közötti tűzterjedés vizsgálatára.



Balra az MSZ 14800-6:2009 szerinti valós léptékű tűzvizsgálat képe, jobbra a szimulációs modellünk metszete a tűztéren keresztül a homlokzatra kilépő tűzhatással



3 sz. ábra. A hazai homlokzati tűzterjedési határérték-vizsgálat tűztéri előírt hőmérséklet kitév és a szimulációs modellünk vizsgálati hőmérséklete – az 5 perc időtartam környéki zavart a valós léptékű tűztesztel megegyezően a vizsgálóberendezés tűztéri ablakának kinyitása okozza [6]

A kiírt kutatási téma a szimulációs modell validálás módszertanának tudományos kidolgozását, továbbá meglévő homlokzatburkolati és vakolt hőszigetelő homlokzati rendszerek alkalmazásának kiterjesztését (pl. a vizsgálatban szereplő mintahomlokzathoz képest eltérő geometriai viszonyú homlokzatokra), vagy a homlokzati tűzterjedési határérték-vizsgálat előkészítésére, termékfejlesztésre alkalmas módszer kidolgozását és egyéb kutatási feladatokban való felhasználását célozza meg.

A kutatáshoz hazai és külföldi vállalkozások mellett az ÉMI Tűzvédelmi Tudományos Osztályát, illetve Tűzvédelmi Laboratóriumát, továbbá külföldi akkreditált laboratóriumokat és kutatóhelyeket is be kívánunk vonni.

Budapest, 2022. január 27.



Témavezető aláírása

Források, szakirodalom:

- [1] MSZ EN 14800-6:2020. Fire resistance tests: Part 6. Testing fire propagation on façades of buildings
- [2] Sean T.McKenna, Nicola Jones, Gabrielle Peck, Kathryn Dickens, Weronika Pawelec, Stefano Oradei, Stephen Harris, Anna A.Stec, T. Richard Hull: Fire behaviour of modern façade materials – Understanding the Grenfell Tower fire *Journal of Hazardous Materials* Volume 368, 15 April 2019, Pages 115-123, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.12.077>
- [3] Miroslav Smolka, Birgitte Messerschmidt, John Scott, Bruce le Madec: Semi-Natural Test Methods To Evaluate Fire Safety Of Wall Claddings. Rockwool International A/S, 1st International Seminar for Fire Safety of Façades, Paris (France), 2013, DOI: 10.1051/matecconf/20164601003
- [4] Simo Hostikka, Gelb Bystkov: Numerical simulation of the ISO 13785-2 facade fire test. MATEC Web of Conferences, 46 03003 (2016), DOI: 10.1051 / matecconf/20164603003
- [5] Szikra Csaba; Dr. Takács Lajos Gábor; Kovács Botond; Jankus Bence: *Franciaerkélyek homlokzati tűzterjedés elleni védelmi lehetőségei. Possibilities Against Facade Fire Propagation of French Balconies.* Proceedings of ÉPKO, International Conference of Civil Engineering and Architecture 2018, Csíksomlyó, Romania, 2018. május 31-június 3., pp. 220-223. Kiadó: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT), ISSN: 1843-2123.
- [6] Szikra Csaba, Dr. Takács Lajos Gábor: *Validation Of CFD Simulation Model Of French Balcony Façade Fire Test With Parapet Glass.* FEMTC 2018, Gaithersburg, USA, 2018. október 1-3. <https://www.thunderheadeng.com/2018/12/2018-d1-06-szikra/>

Name of the supervisor:

Takács Lajos Gábor, Department of Building Constructions

Extended Application and Validation Possibilities of the Results of the Façade Fire Propagation Test with CFD Simulation

In the absence of a common European test standard, the façade fire propagation test pursuant to the Hungarian standard MSZ 14800:6-2009 [1] is mandatory both for external thermal insulation composite systems (ETICS) with flammable core, façade claddings made with a ventilated air gap, even if they are made of A1 resistance-to-fire materials. A uniform European regulation on fire propagation across façades is also expected, with dissenting opinions and concurrent consultations in progress. The actuality of the subject is due to the fire-proofing problems caused by the thicker and thicker, often combustible thermal insulation materials as a result of the ever-tightening energy-saving requirements like the Grenfell Tower Fire, London, June 14, 2017 [2].

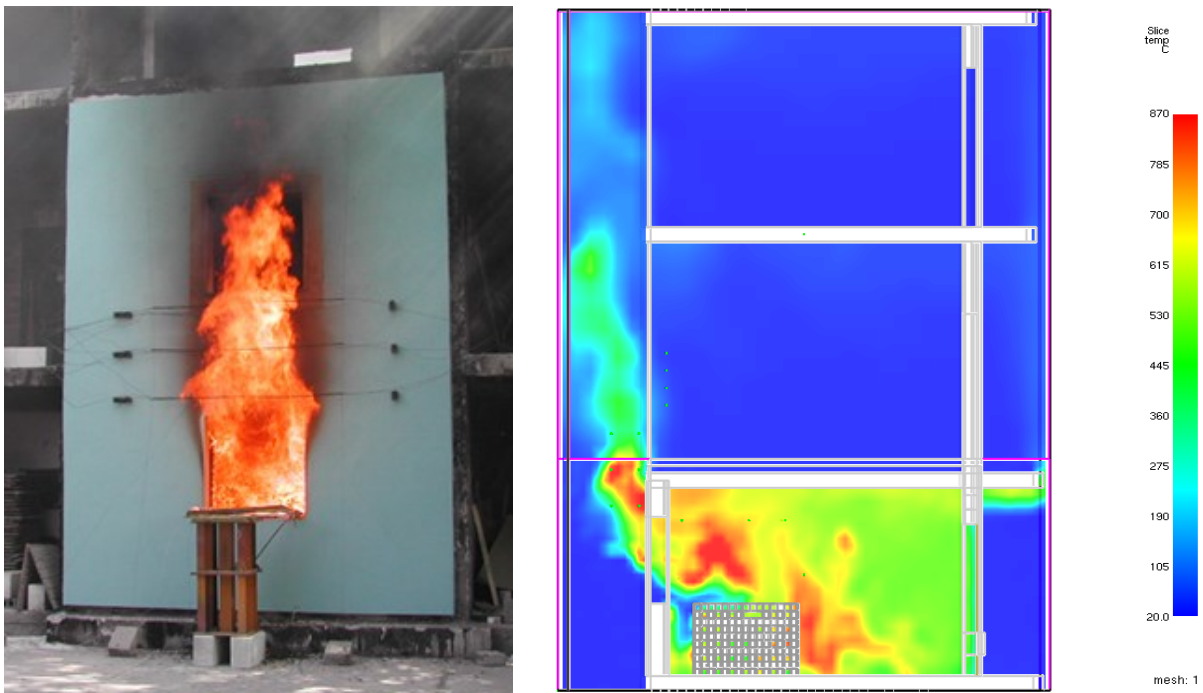
The domestic test is a full-scale fire test that gives the closest results to reality regarding the fire behavior of individual façade systems. However, the following practical problems are typical:

- A façade cladding or external thermal insulation composite system usually has only one test result that significantly limits application possibilities. Typically, tests are performed only on a façade specimen without divisions, with a distance of 1.30 m above each other, the result of which cannot be used to design and implement different façade designs.
- The test may only be carried out under specified minimum temperature and low wind conditions, excluding the winter test; it has a long waiting time and considerable cost, which also prevents a variety of designs from being used with a particular façade cladding or thermal insulation façade plaster system.

There are several publications about the CFD simulation of full-scale fire tests [3] [4], but there is not any about the methodology of extension limits and possibilities. As an antecedent to the present research program, we have prepared the standard test equipment and the façade cladding to be tested in the FDS/PyroSim fire simulation environment and we developed the method for modeling the test by simulation [5]. The model can be validated with the existing test results of a particular façade cladding or thermal insulation façade plaster system, this is the current phase of the research [6]. Modeling is by no means a substitute for the first type-examination; it has the following objectives:

- in case of new product developments, it can serve as a preparatory step of expensive tests that are sensitive for the fire safety features of products;
- perhaps more importantly, it can provide information for existing façade cladding or thermal insulation façade plastering systems whether the system is still suitable with geometric conditions other than those used in the test (e.g. ledges, sections, retracted building blocks, etc.) – the main research task is to elaborate on this aspect;

- besides the traditional façades with a plastered thermal insulation system, this method is also suitable for special applications, e.g. to examine the fire propagation between French balconies on top of each other.



To the left is a real-scale fire test according to Hungarian standard MSZ 14800-6:2009, and to the right is the section through the fire chamber of our simulation model with the fire effect propagating on the façade

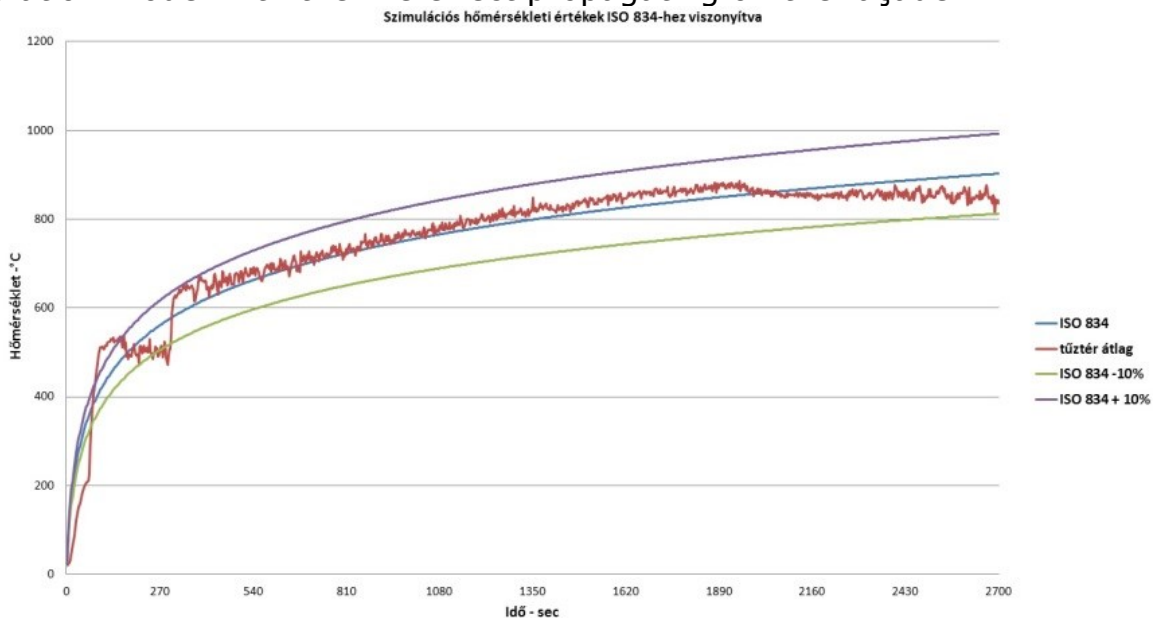


Fig. 3 Temperature of the domestic façade fire propagation limit test when exposed to the required fire chamber temperature compared to the test temperature of our simulation model – the disturbance around 5 minutes is due to opening the window of the examination apparatus, just like in the real-time fire test [6]

The actual research aims at extending the use of existing systems by using a validated simulation model (for example, façades with

different geometry relative to the above specimen facade), working out the scientific methods of validation limits and developing a method suitable for the preparation of a façade fire propagation limit test and for product development as well as at using this method in other research tasks.

In addition to domestic and foreign businesses, we would like to involve the ÉMI Fire Protection Science Department and Fire Protection Laboratory as well as other notified bodies and relevant research groups.

Budapest, 27-01-2022.



Signature

Sources:

- [1] MSZ EN 14800-6:2009. Fire resistance tests: Part 6. Testing fire propagation on façades of buildings
- [2] Sean T.McKenna, Nicola Jones, Gabrielle Peck, Kathryn Dickens, Weronika Pawelec, Stefano Oradei, Stephen Harris, Anna A.Stec, T. Richard Hull: Fire behaviour of modern façade materials – Understanding the Grenfell Tower fire Journal of Hazardous Materials Volume 368, 15 April 2019, Pages 115-123, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.12.077>
- [3] Miroslav Smolka, Birgitte Messerschmidt, John Scott, Bruce le Madec: Semi-Natural Test Methods To Evaluate Fire Safety Of Wall Claddings. Rockwool International A/S, 1st International Seminar for Fire Safety of Façades, Paris (France), 2013, DOI: 10.1051/matecconf/20164601003
- [4] Simo Hostikka, Gelb Bystkov: Numerical simulation of the ISO 13785-2 facade fire test. MATEC Web of Conferences, 46 03003 (2016), DOI: 10.1051 / matecconf/20164603003
- [5] Szikra Csaba; Dr. Takács Lajos Gábor; Kovács Botond; Jankus Bence: *Franciaerkélyek homlokzati tűzterjedés elleni védelmi lehetőségei. Possibilities Against Facade Fire Propagation of French Balconies.* Proceedings of ÉPKO, International Conference of Civil Engineering and Architecture 2018, Csíksomlyó, Romania, 2018. május 31-június 3., pp. 220-223. Kiadó: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT), ISSN: 1843-2123.
- [6] Szikra Csaba, Dr. Takács Lajos Gábor: *Validation Of CFD Simulation Model Of French Balcony Façade Fire Test With Parapet Glass.* FEMTC 2018, Gaithersburg, USA, 2018. október 1-3. <https://www.thunderheadeng.com/2018/12/2018-d1-06-szikra/>