

A Magyar Tudományos Akadémia székház felújítás Ia és Ib ütemeinek tűzszimulációkkal támogatott tűzvédelmi tervezése

Fire safety design supported with fire simulations at the Ia and Ib refurbishment phase of the Hungarian Academy of Sciences headquarters

SZIKRA Csaba¹, Dr. TAKÁCS Lajos Gábor²

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Építészmérnöki Kar

¹Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék, ²Épületszerkeztani Tanszék

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

Abstract

Renovating historic buildings in a manner that meets fire safety standards is a particularly challenging task. The fire safety characteristics of existing structures do not always comply with current regulations. In addition to the general challenges of renovation, the need to preserve the heritage value of these buildings further limits the available solutions. Active fire protection systems—such as built-in fire detection and alarm systems and fixed firefighting systems—are often absent and are difficult or impossible to integrate into historic spaces. For these reasons, the renovation of historic buildings often cannot be carried out using traditional, so-called prescriptive fire protection design methods; in such cases, engineering methods—simulations, calculations, experiments, or a combination thereof—come to the fore. Our article presents the possibilities and limitations of fire safety design for historic buildings through the Ia and Ib phases of the renovation of the Hungarian Academy of Sciences headquarters.

Keywords: *Fire safety design of heritage buildings, fire safety engineering, prescriptive method, CFD models*

Kivonat

Műemlékek tűzvédelmi szempontból is megfelelő felújítása különösen nehéz feladat. A meglévő szerkezetek tűzvédelmi jellemzői nem mindig felelnek meg a hatályos előírásoknak. A felújítások általános problémái mellett a műemléki értékek védelme is korlátozza a lehetséges megoldásokat. Az aktív tűzvédelmi berendezések – beépített tűzjelző rendszer, beépített oltóberendezés – gyakran hiányzik és nem vagy nehezen illeszthető a műemléki terekbe. Mindezek miatt műemlékek felújítása hagyományos, ún. előíró (preszkriptív) tűzvédelmi tervezési módszerekkel gyakran nem végezhető el, ekkor a mérnöki módszerek – szimulációk, számítások, kísérletek, vagy ezek együttes alkalmazása – kerül előtérbe. Cikkünk a műemlékek tűzvédelmi tervezési lehetőségeit és a korlátait a Magyar Tudományos Akadémia székház felújításának Ia és Ib ütemén keresztül mutatja be.

Kulcsszavak: *Műemlékek tűzvédelmi tervezése, tételes előíráson alapuló módszerek, CFD modellek*

1. BEVEZETÉS

Épületek felújítása során számos építészeti-műszaki kihívással szembesülünk, amelyek műemlékek esetén további problémákkal bővülnek. A meglévő építményszerkezetek egy része a jelenlegi követelményeknek nehezen feleltethető meg, műemlékek esetén azonban a történeti szerkezeteket gyakran eredeti állapotukban kell megtartani, azaz csak olyan átalakítások valósíthatók csak meg, amelyek az eredeti szerkezetek megtartását segítik, nem pedig megváltoztatják őket. Mindez érvényes a műemlékek tűzvédelmére is. A történeti építményszerkezetek egy része kedvező tűzvédelmi jellemzőkkel bír; ilyenek a tömör téglafalak, a téglalbozatosok, azonban vannak szerkezetek, amelyek kedvezőtlen tűzvédelmi jellemzőjűek, ilyenek az öntöttvas- és korai acélszerkezetek, a kőszerkezetek és a faszervezetek. A szerkezetek megerősítése gyakran társművészeti alkotások miatt sem lehetséges; a freskók, szekkkók, szobrászati alkotások a szerkezetek fel-tárását is akadályozhatják. Mindehhez járul egy helytelen kialakult gyakorlat is, amely szerint műemlékekben

sem beépített tűzjelző berendezés, sem beépített oltóberendezés létesítése nem kedvező, mert biztosan zavarni fogja a belső terek megjelenését. Cikkünkkel a fenti problémákra és a kialakult rossz gyakorlatra az MTA székház felújításának tűzvédelmi tervezésével illusztráltan kívánunk reagálni.

2. A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA SZÉKHÁZA

A Magyar Tudományos Akadémia székházának építéséhez az országos gyűjtést 1860-ban kezdték meg, az építkezés Friedrich August Stüler tervei alapján 1862-ben kezdődött meg. A kivitelezést Szklanitzky Antal vezette, amelyben az Akadémia oldaláról Ybl Miklós is részt vett [1]. A homlokzati szobrokat Emil Wolff készítette. Az épület avatása 1865 december 11-én történt meg. A Díszterem dekorációit Schickedanz Albert, szekcióit Lotz Károly készítette 1886-1888 között, bár Lotz Károly egyik képén 1891-es dátum is látható [2]. A már épülő MTA székház mögötti tömbrész beépítésével 1863 március és 1864 november között rohamtempóban felépült az akadémia bérháza, amellyel az akadémia bevételeit kívánták növelni, kiegészíteni. A tervezésére 1863-ban Ybl Miklós kapott megbízást. 1869. február 3-án a bérházban tűz ütött ki, mely áttérjedve elpusztította a Székház tetőszerkezetét és a favázás képtári épületrészt. A helyreállítást Ybl Miklós tervezte, a leégett faszervezetek helyett 1871–1874 között szegecselt acélgerendás tetőszerkezet épült, a tetőfelülvilágítók körül pedig fémlemez kürtöket alakítottak ki. A tudományos és művészeti gyűjtemények bővülésével új kiállítási, tematikus termek és könyvraktárakat alakítottak ki 1885-1892 között a Székházban. Budapest második világháborús ostroma során jelentősen sérült a „Dunai szárny”, a Díszterem és az ezek feletti földem- és tetőszerkezet. A helyreállítási munkák 1947-ig tartottak [3].

A bérházban 1985 és 1988 között Tolnay Lajos (KÖZTI) tervei alapján az Akadémia könyvtára került elhelyezésre az épületben, jelentős belső átalakításokkal. Az épület-együttest észak felől az Arany János utca, dél felől a Vigyázó Ferenc utca és a Széchenyi tér, nyugat felől a Széchenyi rakpart és a Duna, kelet felől az Akadémia utca határolja. A rekonstrukció két ütemből áll:

- Az I. ütemben az Akadémia IV. emeletének felújítása, a IV. emeleti kiállítás alapterülete bővítése, a tetőszerkezet felújítása, az ütemhez tartozó külső nyílászárók felújítása, a Díszterem légtechnikai és villamos rendszere felújítása történt meg.
- A II. ütemben történik meg a teljes rekonstrukció mind az Akadémia, mind a Könyvtár területén.

Az épület-együttes alapfunkciója egyik ütemben sem változik. 2021-2025. között az első ütem készült el.



1 sz. kép. A Magyar Tudományos Akadémia Széchenyi tér felőli főhomlokzata (forrás: Közti Zrt.)

3. A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA SZÉKHÁZ TŰZVÉDELMI JELLEMZŐI

Az épület terveit 2021-ben, a 30/2019 (VII.26.) BM rendelettel módosított, 54/2014 (XII.05.) BM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSZ 5.1.) [4] és a hozzá tartozó tűzvédelmi műszaki irányelvek alapján terveztük.

- Szintek száma: az Akadémia -2P+F+6 szintes, a Könyvtár -2P+F+6 szintes (a galéria- és felszintekkel együtt).
- Szintek száma tűzvédelmi szempontból: -2P+F+6 = 9 szint.
- Az Akadémia legalsó szintjének szintmagassága -3,98 m - [-0,80 m] = - 3,28 m, a legfelső építményszint szintmagassága: +20,09 m + [-0,80 m] = 20,89 m. A Könyvtár legalsó szintjének szintmagassága -4,50 m - [-0,80 m] = - 3,70 m, a legfelső építményszint szintmagassága: +20,81 m + [-0,80 m] = +21,61 m.
- Beavatkozási feltételek: Az épület tűzoltó szerkocsival szilárd burkolatú úton megközelíthető. Az OTSZ 65. § (1) szerint tűzoltási felvonulási területet és útvonalat kell biztosítani, az Akadémia felőli homlokzaton ez jelentős parkolószám csökkentéssel lenne kialakítható, a Könyvtár részére szabályos tűzoltási felvonulási terület nem adható, így a tervezés során a tűzoltási felvonulási terület hiányával számoltunk, mint meglévő adottsággal.
- Az épület-együttes jelenleg egy kockázati egységet alkot (Akadémia és Könyvtár), amelyek mértékadó kockázati osztálya KK. Mivel a tűzoltási felvonulási terület nem biztosított, az építményszerkezeteket a MK mértékadó kockázati osztály követelményei szerint kellett kialakítani (a 2022. évi OTSZ változás óta ez már nem tűzoltási felvonulási terület hiánya miatti ellensúlyozó intézkedés).
- A kiürítési szintidők: I. szakasz 1,5 perc, II. szakasz 8,0 perc.
- Az Akadémia és a Könyvtár együttes alapterülete a padlásterekkel együtt 18.387,15 m², az I. ütem végére 19.154,15m²-re azaz kismértékben módosul. A mai előírásoknak és irányelvi gyakorlatnak megfelelő tűzszakaszolás nincs, amely tervezett átalakítás körében és mértékében változik: az átalakítással érintett Képtár 687,2 m² területe önálló tűzszakaszt alkot az épület fennmaradó részétől.
- Az átalakítással érintett épületrészekben beépített tűzjelző berendezés és beépített oltóberendezés tervezett, részben az épület jellege, mérete miatt, részben a tűzoltási felvonulási terület hiányának ellensúlyozására.

Fentiek a tételes előírásokon alapuló tűzvédelmi tervezési alapadatok. Már a tervezés elején nyilvánvaló volt, hogy az épület számos szerkezeti eleme – egyes acélgerendás födém szerkezetek, kőlépcsők, a tetőszerkezet egyes acélgerendái – tűzvédelmi jellemzői nem felelnek meg a tételes követelményeknek és utólagos, tűzállóságot növelő javításuk nem lehetséges. Ugyanakkor már a tervezés elején alapvető volt a beépített tűzjelző berendezés és a beépített oltóberendezés telepítése; mindkettő tételes követelmény volt, részben az épület mérete, részben a tűzoltási felvonulási terület hiánya miatt.

Beépített tűzjelző berendezés – automatikus átjelzéssel a Tűzoltóság felé – műemlékek esetén nemcsak életvédelmi, hanem örökségvédelmi szempontból is különösen fontos. A párizsi Notre Dame 2019. évi tüzesete jól alátámasztja a fentieket; ott ugyan volt beépített tűzjelző berendezés és működött is, de nem volt automatikus átjelzés a Tűzoltóság felé. A beérkezett tűzjelzés és a Tűzoltóság felé kiadott riasztás között több mint 30 perc telt el, mivel a biztonsági személyzet ennyi ideig ellenőrizte a tűzjelzés valódiságát. A következmény: a kikerülő Tűzoltóság már nem egy kezdődő vagy fejlődő tűzzel, hanem egy kiterjedt tetőtűzzel találta magát szembe, amit nem is tudtak végül eloltani [5]. Ez és számos más eset alapján állítjuk, hogy gyors tűzjelzés és a Tűzoltóság felé történő gyors átjelzés nélkül a műemlékek, a kulturális örökség tűz elleni megfelelő védelme nem biztosítható.

Beépített oltóberendezések ellen gyakran felmerül a vízkárok következményei., amely műemlékek esetén további vitákat okoz. Ezen épületek díszítései – a freskók, szekciók, szobrok, de a műemlékekben lévő egyéb műkincsek, festmények, régi könyvek, egyéb értékek – nagy része érzékeny oltóvízhatásra. Ebből adódóan a Magyar Tudományos Akadémia épületébe vízköddel oltó berendezést terveztünk, amelynek a fő előnyei a hagyományos sprinkler berendezésekhez képest az alábbiak:

- egy keletkező tüzet hatékonyabban tud oltani, mivel a szórófejekből kiáramló vízcseppek mérete sokkal kisebb, mm helyett akár nanométer nagyságrendű, ezzel jelentősen megnövelve a cseppek aktív felületét és így a hűtő hatást;
- ebből adódóan a szórófejekből kiáramló vízmennyiség is jóval kisebb, így a vízkárok is kisebbek.

Megjegyzendő, hogy a tűzkeletkezés esetén a tűz és a füst hatása sokkal nagyobb károkat okoz, mint a szórófejekből kijuttatott víz, amelyet sokan kevernek egy, beépített oltóberendezés hiányában kifejtett tűz esetén a kiérkező Tűzoltóság által kijuttatott vízmennyiséggel, amely többszintes épületben lecsorogva valóban sokkal nagyobb károkat tud okozni, mint a közvetlen tűzkár.

Külön kihívást jelentett a Díszterem, ahol a fenti problémák mellett azzal is meg kellett küzdeni, hogy a falakat és a födémeket teljesen beborító díszítések és a szekkók miatt itt nem lehetett ellátni beépített oltóberendezéssel.

4. AZ MTA SZÉKHÁZ TŰZSZIMULÁCIÓS MODELLEZÉSE

4.1. Tűzszimulációs módszertan

A leíró tűzvédelmi tervezési módszerekkel szemben a mérnöki tervezési módszerekben, így a tűzszimulációk során az adott épületben, helyiségben bekövetkező tűz lefolyásából, a tűz teljesítményének időbeli változásából indulunk ki. A tűzszimulációk során az épület háromdimenziós modelljét – szerkezeteit, berendezéseit és a szerkezetek által határolt belső tereket – véges kiterjedésű cellákra osztjuk, amelyek cellahálókat alkotnak. Az épületmodellben az éghető anyagok, építményszerkezetek hőtani adatainak definiálása mellett különböző helyszíneken tűzfészek is elhelyezhetők. A modellek működésére a cellákra felírt mozgás, hő- és anyagátadási egyenletek numerikus megoldása jellemző. Ezek segítségével nemcsak meghatározható, hanem vizualizálható az épület és a beépített tűzvédelmi berendezéseinek tüzeseti viselkedése. A cellamodellek nemcsak épületek tűzvédelmi tervezésére, az aktív tűzvédelmi berendezések (tűzjelző rendszerek, hő- és füstelvezetés, beépített oltóberendezések) együttműködésének vizsgálatára, hanem a tartószerkezetekre jutó tüzeseti hőmérsékleti hatások pontos meghatározására is alkalmasak [6]. Minderről az ÉPKO konferenciákon több alkalommal is beszámoltunk [7] [8].

Az épületek tüzeseti viselkedésének optimalizálása beépített tűzjelző berendezés és beépített oltóberendezés mellett lehetséges. A beépített oltóberendezés alapvetően határozza meg a tűzlefolysást [9] [10]:

- ha üzemszerűen működik, akkor el is olthatja a tüzet,
- ha nem képes eloltani a tüzet, akkor kontrollálja, vagyis megállítja a tűzterjedést, a tűz teljesítményének további növekedését,
- végül, ha nem működik az oltóberendezés, akkor nincs hatással a tűzlefolysásra.

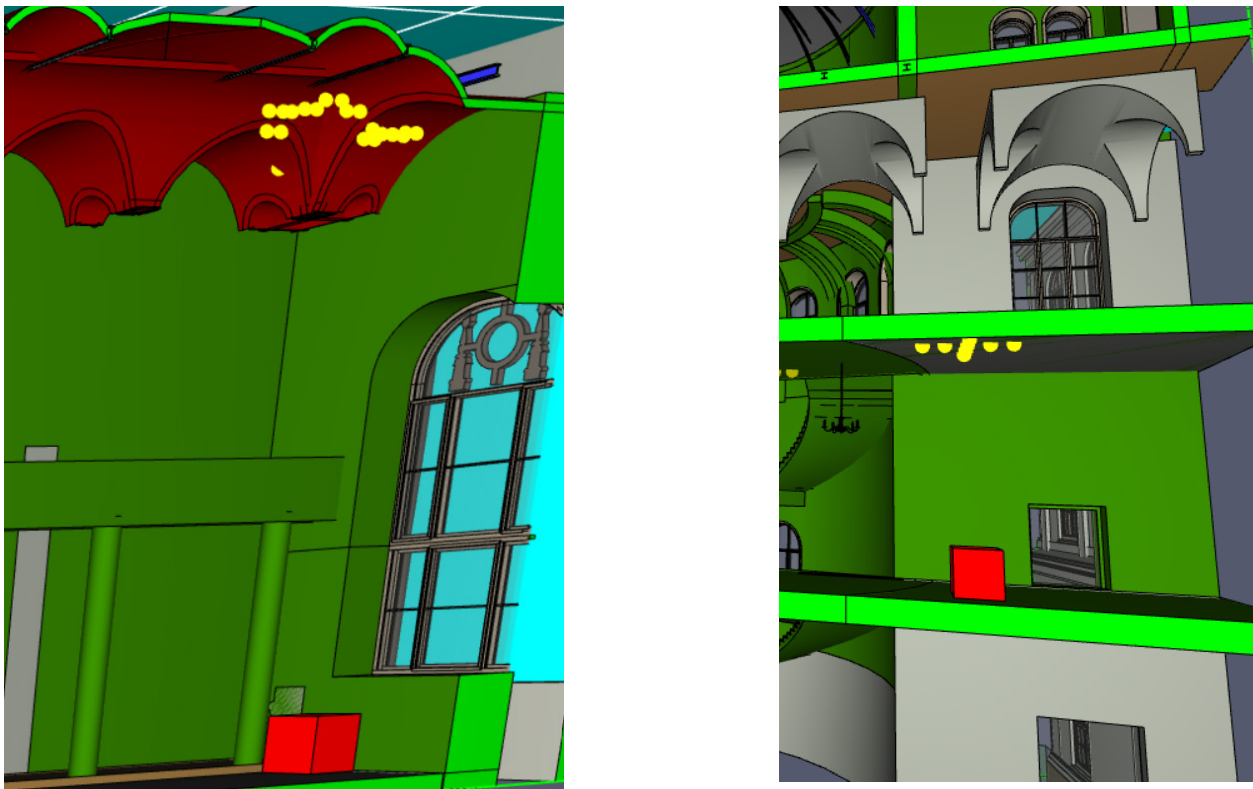
A tűzmodellezésnél mindig a biztonsági tartalék érdekében nem feltételezhetjük, hogy a beépített oltóberendezés eloltja a tüzet; a tűz kontrollálását ugyanakkor feltételezhetjük a Számítógépes tűz- és füstterjedési, valamint menekülési szimulációk című tűzvédelmi műszaki irányelv (TvMI) J1 melléklete szerint is [11]. A beépített oltóberendezések működési biztonsága napjainkban a kutatások szerint 90 % fölötti. A valóságban az elsőnek aktiválódó sprinkler, ha bizonyos okokból kifolyólag nem is oltja el a tüzet, a további teljesítmény-növekedést megakadályozza, az első helyett másodíknak aktiválódó sprinkler figyelembevétele már a biztonság javára történik. Amennyiben egy sprinklerfej van a vizsgálati térben, akkor a sprinklerfej aktiválódásakor mért tűz teljesítmény kétszeresénél állítjuk meg a tűz teljesítményének növekedését.

Alapszabály, amelyet a Számítógépes tűz- és füstterjedési, valamint menekülési szimulációk című TvMI is tartalmaz, hogy az oltóberendezés által nem védett területek modellezésénél különös figyelmet kell fordítani arra, hogy a tűzfészek környezetében további tűzterjedés mikor várható, illetve mikor nem. A TvMI J3 melléklete szerint sprinkler nélküli térben lehetséges tűzlefolysások egyike, amikor a tűz a teljes épületet nem veszélyezteti, lokális, jól behatárolható mennyiségű éghető anyag kontrollált tűzlefolysás lehetséges, a környezetét nem veszélyezteti, sem sugárzással, sem konvekcióval a tűz továbbterjedni nem képes, egyéb éghető anyag a közvetlen környezetben nem található. Véleményünk szerint ebben az esetben lehet tűzmodellezést végezni beépített oltóberendezés nélküli terekben lokalizált tűzfészekkel.

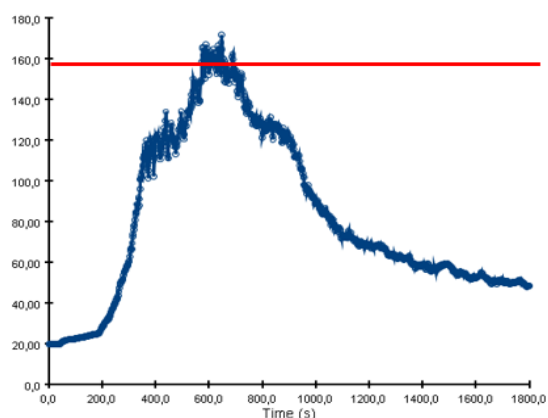
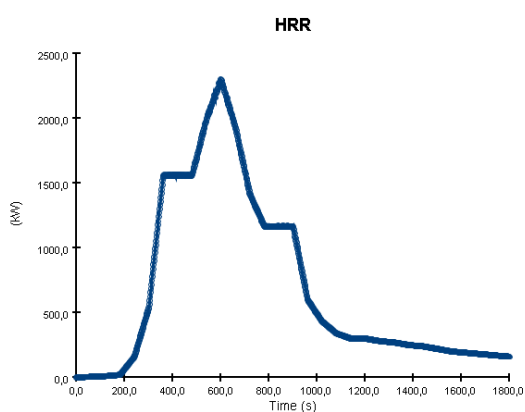
A Díszteremnél ezt a módszert alkalmaztuk: ugyan itt nincs beépített oltóberendezés, azonban az éghető anyagok mennyisége korlátozott (székek, asztalok, állófogadás berendezései, legfeljebb egy asztal és számítógépes munkaállomás), a funkcióból adódóan nagyobb mennyiségű éghető anyag megjelenése kizárható. A Díszterem födémét alkotó szegecselt acéltartók és egyes függőleges alátámasztó szerkezeteket - amelyeket a kariatidákkal takartak el – vizsgálatát azért végeztük el, mert a szerkezetek tűzállóságának utólagos növelése a díszítések miatt kizárható.

4.2. Vizsgálati eredmények

A Díszterem és az előtte lévő előcsarnok tűzmodellezése során egy rendezvény alatt kigyulladó lokális, az SFPE Handbook [12] Heat Release Rates c. fejezete szerinti számítógépes munkaállomás és rakatolt székek burkológörbéjével előállított tüzet feltételeztünk és az ennek során keletkező, az acélszerkezetre jutó hőmérsékletet vizsgáltuk. A tűzfészkeket mindig a legkedvezőtlenebb pozícióban helyeztük el [8], ezek közül az alábbiakban kettőt mutatunk be.



2-3. sz. ábrák. Balra a Díszterem egyik tűzhelyszínének modellje, jobbra a Díszterem előtti előcsarnok egyik tűzhelyszínének modellje a tűzhelyszín közelében elhelyezett termoelemekkel (fent világos színnel kiemelve)



4-5. sz. ábrák.

A teljesítmény, illetve a tömegvesztés sebességének időbeli eloszlása (balra) és a legmagyobb hőmérsékleti értéket mutató hőmérő (jobbra)

A legmagasabb gáztéri hőmérsékletek, amelyet a bemutatott tűzfészkek fölött, a földem alsó síkjában mértünk, 160 °C, amely lényegesen alacsonyabb, mint az acélszerkezetekre jellemző, anyagminőségtől és a tüzeseti teherkombináció melletti kihasználtságtól függő 400-500 °C kritikus hőmérséklet. Megjegyzés: az acél rugalmassági modulusa, illetve hatékony folyáshatára 100, illetve 300 °C hőmérsékletnél kezd csökkenni (lásd MSZ EN 1993-1-2 szabvány [13] 3.2. grafikonja). Fentiek figyelembevételével az épület acélgeren-

dáinak, oszlopainak, szegecselt acél tartóinak kiegészítő, tűzállóságot növelő védelme elhagyható volt, amire sok helyütt a földem alsó síkján lévő díszítések miatt egyébként sem lett volna lehetőség.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Épületek passzív tűzvédelmi felkészültsége – építményszerkezetek tűzvédelmi jellemzői, tűzszakaszolás, kiürítési feltételek - és az aktív tűzvédelmi rendszerek (beépített tűzjelző berendezés, beépített oltóberendezés, hő- és füstelvezetés) épületek megfelelő tűzvédelmi felkészültségét együtt biztosító, egymással nem csereszabatos megoldások. Műemlékek esetén mégis előfordul, hogy a történeti szerkezetek és az örökségvédelmi értékek megtartása miatt aktív tűzvédelmi rendszerek megfelelő kialakításával helyettesítjük azok passzív tűzvédelmi hiányosságait. Ez a beépített tűzvédelmi berendezések megfelelő megválasztásával (például vízköddel oltó berendezés hagyományos sprinkler rendszer helyett), továbbá alapos elemzésekkel, gondos tervezéssel lehetséges, különös tekintettel a beépített tűzvédelmi berendezések üzembiztonságának fokozására. Fontos szabály továbbá, hogy a tervezés, kivitelezés során az egyszerűsítéseket csak a biztonság javára szabad meghozni. A fenti elvek következetes alkalmazásával a műemlékek passzív tűzvédelmi hiányosságai ellenére azonos biztonsági szint érhető el, mint új, az előíró szabályoknak mindenben megfelelő épületek esetén.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Kelemen Bálint Zoltán, Makay András: *A Magyar Tudományos Akadémia székház felújításának tervezése*. Műemlékvédelem 68 : 4 pp. 188-213., 26 p. (2024)
- [2] Míkó Árpád: *A Magyar Tudományos Akadémia Díszterme. A falkép- és stukkódekoráció története*. Műemlékvédelem 68 : 4 pp. 171-187., 17 p. (2024)
- [3] Birghoffer Péter, Tóth Emese, Szecskő Heléna: *A Magyar Tudományos Akadémia műemléki székházának új tetőzete*. Műemlékvédelem 68 : 4 pp. 228-236. , 9 p. (2024)
- [4] 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról (OTSZ), hatályos változata 2022.06.13-tól
- [5] Takács Lajos Gábor: *Firefighting Issues Related to the Roof Structures of Churches*. Transsylvania Nostra Journal 13 : 4 pp. 4-9. , 8 p. (2019)
- [6] Szikra Csaba: *Zárt terek tűzmodellezése*, ÉPKO – 2012, XVI. Nemzetközi Építéstudományi Konferencia, SSN 2734-4525
- [7] Szikra Csaba, Dr. Takács Lajos Gábor: *Tartószerkezetekre jutó hőmérséklet kitét meghatározása numerikus szimulációs módszerrel (Tűz teljesítményének meghatározása). Determination Of Thermal Exposure During Fire on Loadbearing Structures with Built-in Extinguishing System with CFD Modelling (Determination Of Heat Release Rate)*. Proceedings of ÉPKO, International Conference of Civil Engineering and Architecture 2015, Csíksomlyó, Romania, 2016. június 1-5., pp. 251-254.
- [8] Szikra Csaba, Dr. Takács Lajos Gábor: *Tartószerkezetekre jutó hőmérséklet kitét meghatározása CFD szimulációs környezetben, beépített oltóberendezéssel védett épületben (tűzmodellezési szabályok). Determination Of Thermal Exposure During Fire on Loadbearing Structures with Built-in Extinguishing System with CFD Modelling*. Proceedings of ÉPKO, International Conference of Civil Engineering and Architecture 2015, Csíksomlyó, Romania, 2016. június 1-5., pp. 255-258.
- [9] Jukka Vaari, Simo Hostikka, Topi Sikanen, Antti Paaajanen: *Numerical Simulation on the Performance of Waterbased Fire Suppressions Systems*. VTT Technology 54 (Technology Research Highlights Visions Science) <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2012/T54.pdf>
- [10] Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes. 4, überarbeitete und ergänzte Auflage März 2020 7.3.3 *Wirkung von Löschanlagen auf das Brandszenario*. Technisch-Wissenschaftlicher Beirat (TWB) der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes.V. (vfdb)
- [11] Számítógépes tűz- és füstterjedési, valamint menekülési szimulációk című tűzvédelmi műszaki irányelv (TvMI 8.5.: 2022.06.13.)
- [12] Vyténis Babrauskas: *Heat Release Rates*. SFPE Handbook Chapter 1 Section 3-13.
- [13] MSZ EN 1993-1-2. Eurocode 3: *Acélszerkezetek tervezése. 1-2. rész: Általános szabályok. Tervezés tűzterhelésre*