

Abstract: Fire protection issues of monument building structures
Architectural fire protection design is an interdisciplinary field: through fire protection regulations, it is of decisive importance for the architectural design of buildings, the sizing of load-bearing structures, and for mechanical and electrical systems. In the case of monuments, compliance with fire protection regulations requires further consideration, especially in the field of building structures, as the scope and extent of interventions impacting existing structures to be retained for posterity is limited or not possible at all. The question is, how can the expected level of security be achieved regarding monumental buildings?



02



03



04

VÁLTOZTATHATATLANSÁGOK

SZERZŐ | AUTHOR
Dr. Takács Lajos Gábor

MŰEMLEKEK ÉPÜLETSZERKEZETEINEK TŰZVÉDELMI KÉRDÉSEI

BEVEZETÉS

— Számos műemlékünk tűzvédelmi felkészültsége nem felel meg a mai előírásoknak. A létesítési szabályok nem visszamenőlegesek, azonban egy műemlék átalakításánál, felújításánál, rekonstrukciójánál a jelenlegi előírások a beavatkozás körében és mértékében teljesítendőek. A műemlékek átalakításánál, felújításánál, rekonstrukciójánál a fő tűzvédelmi vezérelvek az alábbiak.

- Az épületeket tűzvédelmi szempontból a jelenlegi vagy egyedi meg határozott, de az Országos Tűzvédelmi Szabályzatban rögzített [1] védelmi céloknak megfelelő biztonsági szintre kell hozni.
- A műemlékek védelme a közönségi értékvédelmi célok közé

tartozik – nemcsak az épületek, de a bennük lévő kultúrtörténelmi értékek megfelelő védelméről is gondoskodni kell.

• Az átépítésnél, felújításnál az épületszerkezetek megerősítését tűzvédelmi szempontból a műemlék építészeti-épületszerkezeti adottságaival harmonizálva kell megoldani.

— Mindezek a követelmények ellentmondásban lehetnek a meglévő történelmi szerkezetek konzerválásának, megtartásának, eredeti állapotában történő bemutatásának alapelveivel. Ehhez alapvetően fontos ismerni a történelmi korokban alkalmazott épületszerkezetek tűzvédelmi sajátosságait, mivel egy felújítás során a hatályos tűzvédelmi követelmények csak ezek ismeretében elégíthetők ki, valamint a régi

épületeknél tűz vagy bármely egyéb károsodás során felmerülő tűzoltási és műszaki mentési feladatokat csak így lehet ellátni a lehető legkisebb mértékű kárral.

— Mindehhez járul, hogy épületeink egyre bonyolultabbak, összetettebbek, nemcsak a funkciók, hanem az alkalmazott szerkezetek, megoldások tükrében is. Főleg igaz ez történelmi épületekre, műemlékekre, különösen, ha rekonstrukciójuk során az eredetitől eltérő funkciót kapnak. A fenti célok és adottságok együttes figyelembevételével a műemlékek tűzvédelmét egyre kevésbé lehet megtervezni úgynevezett leíró (preszkriptív), azaz tételes előírások betartásán alapuló módszerekkel; helyettük egyre szélesebb körben terjednek



05



06

- 01 Az Andrásy út 83–85. szám alatti lakóépület tüzesete (Forrás: langolvagok.hu)
 02 A lépcső alatt szabálytalanul tárolt éghető anyagok meggyulladásának eredménye, hogy leszakadt a kő eklépcső egy szakasza (Forrás: www.tuzoltosagbp.hu)
 03 Belső udvaros épület tüzesete (Forrás: langolvagok.hu)
 04 Csapos-gerendás fafödém tüzeset után (Forrás: Király András)
 05 Acélgerendák közötti, orrtéglás poroszsvégg téglalobozatos födém tüzeset után (Forrás: Érces Gergő)
 06 Az Andrásy út 83–85. szám alatti lakóépület belső udvari párkányának károsodása tüzeset után (Forrás: Érces Gergő)

a tűzvédelem mérnöki módszerei. [2]

TÜZESETI TAPASZTALATOK

—2014. 07. 15-én Budapesten az Andrásy út 83–85. szám alatti lakóépület tetőszerkezete szakszerűtlen karbantartási munka következtében kigyulladt; a tűz a teljes tetőszerkezetre kiterjedt, és a 3. emeletet is súlyosan károsította. A vizsgálatok során kiderült, hogy az épület padlástere utólagos hasznosításának előkészületekkel elbontották a beépítetlen padlásterek tűzszakaszolására 30 méterenként eredetileg épített tűzfalakat, továbbá elbontották a 3. emelet és a padlástér közötti csapos-gerendás fafödémeket is. A beruházás a gazdasági válság következtében leállt, az

01

elbontott szerkezetek helyett az új 3. emeleti födém és az új lakáselválasztó falak nem készültek el. Ezzel a 3. emelet és a padlástér egy légtérre vált, így a tűzterjedést semmi sem korlátozta. A tüzeset során a tetőfelépítmény kőszerkezetei és helyenként a főpárkány is súlyosan károsodtak.

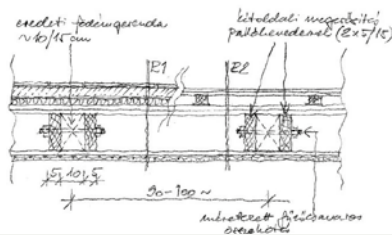
—Az eset számos tanulsága közül az egyik legfontosabb, hogy a létesítéskori tűzvédelmi célú szerkezetek, megoldások elbontása és az új, tűzvédelmi szerepű építményszerkezetek megépítése közötti időszakban is szavatolni kell a megfelelő biztonságot, különösen részleges átalakítás során, használatban lévő épületek esetén.

MŰEMLEKEK ÉPÜLETSZERKEZETEINEK TŰZVÉDELME

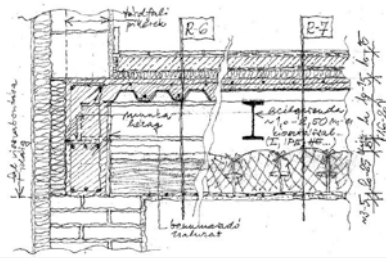
1. Műemlék épületszerkezetek általános tűzvédelmi problémái

—A műemlékek épületszerkezeteinek általános tűzvédelmi problémái az alábbiak.

- Történelmi szerkezetek esetén laboratóriumi tűzállósági vizsgálatok általában nem állnak rendelkezésre.
- A tartószerkezetek tűzállóságát Magyarországon többnyire a jellemző keresztmetszetek vizsgálatával méretezik. Az egyes tartószerkezeti elemek kapcsolatainak tűzállóságára azonban a tervezők nem mindig fordítanak kellő figyelmet. Történelmi tartószerkezetek esetén különösen jelentős probléma, hogy sem az egyes szerkezeti



07



08

- 07 Borított gerendás fafödémek megerősítése fagerendákkal (Forrás: Laczkovics János)
- 08 Csapos-gerendás fafödém megerősítése acélgerendás, trapézlemez vendégfödémrel (Forrás: Laczkovics János)

elemek tűzállósága, sem az egyes szerkezeti elemek kapcsolatainak tűzállósága nem ismert.

- A történeti tartószerkezetekben – jellemzően magas koruk miatt – bekövetkezett anyagszerkezeti változást tűzvédelmi szempontból soha nem veszik figyelembe (pl. acélszerkezetek korróziója miatti keresztmetszet- és tűzállósági határérték-csökkenés, vagy faanyagú szerkezetek biológiai károsodása miatti porozitásnövekedés, illetve az ebből adódó gyulladáspont-csökkenés, az éghetőség egyidejű javulásával).
- A szerkezetmegerősítési módszerek (pl. szénszálas megerősítés, acélszerkezetekkel történő megerősítés) kiegészítő, tűzállóságot növelő védelem nélkül gyenge tűzállóságúak, az utólagos, tűzállóságot fokozó védelmek viszont helyigényüket növelik.

2. Műemlékek épületszerkezeteinek tűzvédelmi jellemzői

—A műemlékek épületszerkezetei közül a teherhordó téglafalak, a falazott válaszfalak, a téglából falazott boltozatok tűzvédelmi jellemzői különösen kedvezők (A1 tűzvédelmi osztály mellett jelentős, 60-90 perc vagy annál is nagyobb tűzállósági határérték). Egyes épületszerkezetek tűzvédelmi jellemzői ugyanakkor kedvezőtlenek.

—A kőszerkezetek ugyan éghető anyagot nem tartalmaznak, A1 tűzvédelmi osztályba tartoznak, azonban a kőzetet alkotó ásványok magas hőmérséklet mellett átkristályosodnak, roncsolódnak, átalakulnak, térfogatuk, porozitásuk eközben növekszik, és új ásványok is létrejöhetnek, amelyek következtében a kőanyag integritását

veszíti. Műemlékeinkben leginkább mészkő és homokkő szerkezetekkel találkozhatunk. A homokkővekre jellemző, hogy a kvarckristályok átalakulása 575 °C-on térfogatnövekedéssel jár, ami a kihülésnél ugyan reverzibilis, de már a tágulás közben repedések és réteges felületi leválás következik be. A mészkőre a karbonátok hőbomlása során a jelentős porozitásnövekedés és kötésező-csökkenés jellemző, ami a kőanyag teljes széteséséhez vezet. Jellemző még az is, hogy a felgyulladó kövek oltóvíz hatására történő gyors lehűlésekor repedések keletkeznek, amelyek a hajlítot szerkezeteknél és a konzoloknál okozhatnak azonnali állékonyságvesztést. Ez a hőhatásra kedvezőben viselkedő gránitokra is igaz.

—A kőszerkezetek alkalmazása az erkélyek, függőfolyosók konzoljainál és lemezeinél a 19. század végéig volt gyakori. Ezek a szerkezetek kültérben, a kőkonzolok jellemzően a nyílászárók között, a teherhordó falakkal leterhelten találhatók, ami a mai épületekhez képest nagyobb belmagassággal rendelkező műemlékeknél együttesen azt eredményezi, hogy épülettűznél a nyílászárón kilépő lángok nem érik el a kőlemezeket és a kőkonzolokat, ami lassítja és csökkenti a felmelegedésüket. Ebből is jól látható, hogy a történeti épületek szerkezetei nemcsak formailag, hanem funkcionálisan is logikus egységet alkotnak, szerves fejlődésük során pedig a tűzesetek tapasztalatainak levonása is nyomon követhető.

—Az öntöttvas szerkezetek – amelyeket általában konzolokként, oszlopként alkalmaztak – tűzállósági problémái az acélszerkezetekéhez hasonlóak, az öntöttvas

jó hővezetési tényezője miatt tűzben gyorsan átmelegszenek és elveszítik teherbíró képességüket. Az öntöttvas szerkezetek a nagyobb keresztmetszeti méretek, falvastagságok miatt ugyanakkor némileg kedvezőbben viselkednek tűzben, mint a mai acélszerkezetek: egy németországi kísérlet során egy öntöttvas oszlop kiegészítő, tűzállóságot növelő védelem nélkül is 30 perces tűzállósági határértékűnek bizonyult.

—A fafödémek ugyan éghetőek, de tűzvédelmi jellemzőjük a kő- vagy acélszerkezeteknél kedvezőbb. Az Építményszerkezetek tűzvédelmi jellemzői tűzvédelmi műszaki irányelv [3] D melléklete szerint a borított gerendás fafödém REI 45, a csapos-gerendás fafödém REI 60 tűzállósággal vehető figyelembe meglévő szerkezetek esetén. Tűz esetén a borított gerendás fafödémnél elsőnek a nádvakolat megy tönk्रे, majd csak az alsó deszkázat beégését követően kezdődik meg a födémgerendák beégése, elszennedése, a tönkrementel tehát többlépcsős. A csapos-gerendás fafödémnél alsó deszkázat ugyan nincs, de a nádvakolat tönkrementelét követően az egyes gerendák beégése nem 3 oldalról, hanem csak az alsó oldalukról kezdődik el, ami a nagyobb teherbírási tartalékkal együtt magyarázza a még kedvezőbb tűzeseti viselkedést.

—Az acélgerendás födémek – acélgerendák közötti poroszsiúveg téglaboltozatos födémek, acélgerendák közötti korai vasbeton födémek, Mátrai födém – tűzvédelmi jellemzőit a nem éghető (A1 tűzvédelmi osztályú) anyagok használata mellett az acélgerendák gyenge tűzállósági határértéke határozza



09

- 09 Fafödém utólagos megerősítése kiegészítő, tűzállóságot növelő védelem nélküli felkötéssel (A szerző felvétele)
- 10 Kompozit födémegerősítések utólagos tűzvédelme kalciumsziilikát lemezekkel (Forrás: Promat)

meg. Az acélgerendák ugyanakkor közvetlen tűzhatásnak csak az alsó talplemezüik felől vannak kitéve, sőt ha orrtéglás kialakítású a födém, akkor az orrtégla alsó kerámia kérge bizonyos védelmet jelent a talplemeznek is. Az Építményszerkezetek tűzvédelmi jellemzői tűzvédelmi műszaki irányelv [3] D melléklete szerint az orrtéglák nélküli poroszüveg födém REI 15, míg az orrtéglás szerkezet REI 30 tűzállósági határértékkel vehető figyelembe meglévő szerkezetként.

—A leginkább az eklektikus épületekre jellemző nagy kiülésű párkányszerkezetek általában kőből, gyakran acélkonzolokkal gyamolított téglaboltozatokkal készültek. A szerkezeteket ritkán kőkapcsok, rendszerint acélszalagok merevítik, horgonyozzák vissza a zárófödém síkjáig, amelyek korróziója esetén a szerkezet állékonysága bizonytalanná válik. A nagy kiülésű párkányok leterhelésénél nemritkán – szabálytalanul – igénybe vették a fedélszerkezetet is; ilyenkor a fedélszerkezetet a párkány felé eső részen kötőgerendára rakott cseréppel, téglasorokkal terhelték le még biztosabban kifordulás, kidőlés ellen. Amennyiben a fedélszék tűzben megsemmisül, azt gyakran követi a főpárkány állékonyságvesztése, a leterhelés megszűnése, illetve a lehorgonyzó

05

acélszalagok tönkremenetele miatt. Tűzkárt szenvedett faszervezetű fedélszerkezet esetén emiatt az utcai főpárkány állékonyságát mindig fokozott gonddal kell ellenőrizni. A főpárkány egyes szakaszokon az Andrassy út 83–85. szám alatti lakóépület tetőszerkezetének tüzesete során is súlyosan károsodott.

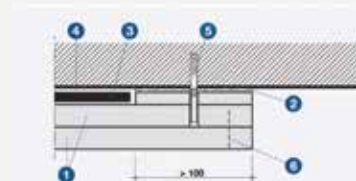
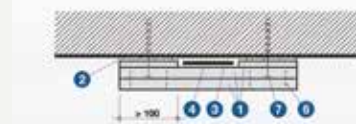
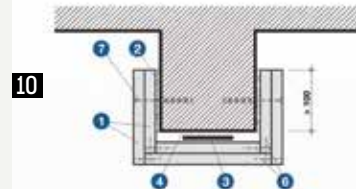
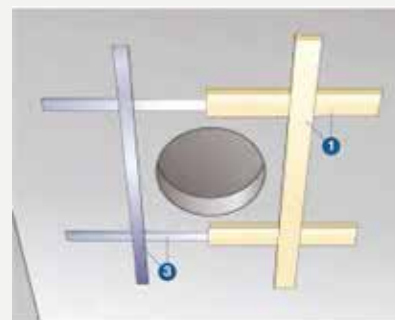
3. Szerkezetmegerősítések tűzvédelmi kérdései

—Egy műemlék átalakítása, felújítása, rekonstrukciója, de akár egy hiba elhárítása során is szükség lehet a szerkezetek megerősítésére, amelyek tűzvédelmi jellemzői szintén jelentősen befolyásolhatják a műemlék szerkezeteinek megfelelőségén keresztül a tűzbiztonságot.

3.1. Faszervezetek megerősítése

—Faszervezet faszervezettel történő megerősítése esetén a megerősítendő és az erősítő szerkezet anyagukat tekintve tűzvédelmi szempontból egyenértékűek, a tűzállósági határérték azonos keresztmetszetek esetén azonos lehet. A tűzállósági határérték ezenkívül függ még a két szerkezet kapcsolati módjától, amely az MSZ EN 1995-1-2 [4] szerint méretezhető (ha a megerősítendő faszervezet anyaga nem károsodott). Az elemkapcsolatokat (pl. csavarozott kötések) az Eurocode 5 szerint szintén ellenőrizni kell.

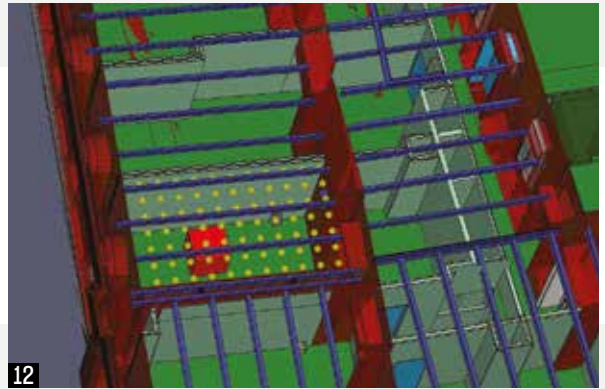
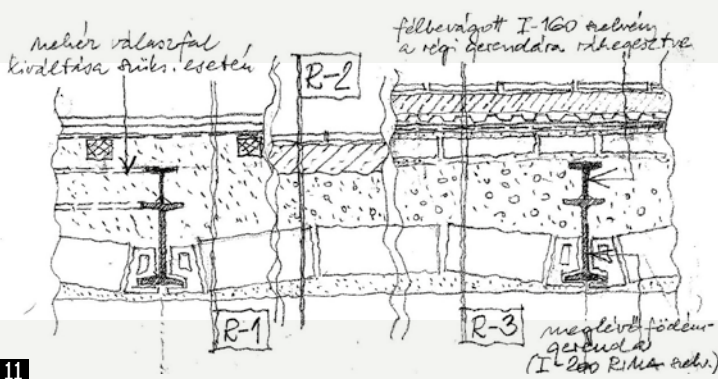
06



07

—A csapos-gerendás födémek szokványos megerősítésének módja emeletráépítésnél, bővítésnél a vendégfödém. Mivel a csapos-gerendás fafödémek tűzállósági határértékét – a kedvező tüzeseti viselkedésük ellenére – nem ismerjük, a tűzvédelmi követelményeket az új födémmel kell kielégíteni. Egyrészt az acélgerendák tűzállóságának növelését kell megoldani, másrészt a trapézlemez csak bennmaradó zsaluzatként szabad kezelni, a vasbeton lemez húzott öveként nem szabad figyelembe venni gyenge tűzállósága miatt. A vasbeton lemez tűzállósága az MSZ EN 1992-1-2, az Eurocode 2 [5] alapján méretezhető. Az acélgerendák tűzvédelme hőhatásra habosodó festéssel biztosítható (kísérletek szerint a takart helyzetű szerkezeti elemek is elláthatók hőhatásra habosodó

08



11 Acélgerendás födékek megerősítése (Forrás: Laczkovics János)

12 A vizsgált helyiség háromdimenziós szimulációs modellje a tűzhelyszínnel (piros kocka), a födém alsó síkján elhelyezett hőmérsékletmérő műszerekkel (sárga) és a szoba bejárata fölötti oldalfali sprinklerfejjel (kék). Az oldalfali sprinklerfej a födém alsó síkján lévő díszítések esztétikai és örökségvédelmi sajátosságait nem módosítja

festékekkel, mint hatékony védelemmel, csak a festék felhabosodásához szükséges helyet kell biztosítani).

—Fafödém felkötéssel történő megerősítése esetén a legérzékenyebb pontja a felülről beragasztott csavarszárakból álló felkötések ragasztóinak alacsony olvadási-, illetve gyulladáspontja. Emellett a csapos-gerendás fafödémek kedvező alsó és felső oldali tűzállósága ilyen megerősítés esetén nem érvényesül, hiszen a felkötés az agyagtapasztás fölött, a fedélszerkezet tűzének kitett területen található. Megoldást jelenthet az acélszerkezet tűzvédelme bevonatokkal vagy burkolatokkal.

—Kompozit anyagokkal történő megerősítésnél szintén a szénszálas megerősítés műgyanta alapú ragasztójának alacsony olvadáspontja a meghatározó. Külső megerősítés esetén a kiegészítő védelem szintén megoldás, azonban itt olyan, magas hőmérséklet esetén is jó hőszigetelő tűzvédelmi burkolatot kell alkalmazni, amelynek tűzvédő képessége igazodik a ragasztóanyagok alacsony, 70 °C körüli olvadáspontjához.

—Falazott falak és pillérek megerősítése során a pillérek megerősítése gyakoribb probléma, míg a falszerkezetek megerősítése ritkább. Tűzvédelmi szempontból a pillérek, illetve megerősítésük szintén

09

érzékenyebb, mivel a tűzhatás 4 oldalról éri őket.

- Bevésett vagy melléépített vasbeton pillér esetén a vasbeton szerkezet tűzállósági határértéke legyen megegyező a falszerkezetre vonatkozó követelményértékkel. A két szerkezet kapcsolata nem meghatározó tűzállósági szempontból.

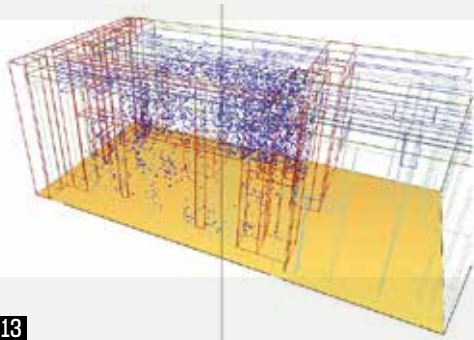
- Pillér acélszerkezettel történő abrondozása esetén az abrondozás az eredeti szerkezetnél gyengébb tűzállósági határértékű, így csak kiegészítő tűzvédelmi bevonattal biztosítható a pillérrel azonos tűzállósági határértéke. Ez azonban mindenképp helyigényes (pl. több cm vastagságú rabicköpeny, szórt bevonat, körülbetonozás) vagy az utólagos megerősítések mellett szakszerűen kivitelezhetetlen (pl. hőhatásra habosodó festések vizsgálati eredményei általában szabadon álló nyitott vagy zárt acélszelvényekre érvényesek, a szerkezetmegerősítéseknél alkalmazott, egy oldalról hozzáférhető megoldások méretezésére a gyártók által megadott Eurocode 3 alapú méretezési táblázatok sokszor nem alkalmazhatók).

- Pillér vasbeton vagy lőttbeton köpenyezése tűzvédelmi szempontból az acélköpenyezésnél kedvezőbb szerkezetet eredményez, azonban a megerősítés viszonylag kis vastagsága és az eredeti keresztmetszeten belüli kérdéses anyagminőség miatt a pillérekre

vonatkozó jelenlegi tűzállósági követelmény teljesítése gyakran probléma.

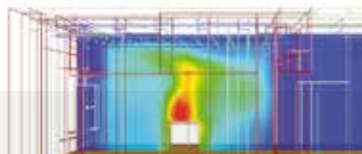
—Az acélgerendák teherbírásának növelésére elterjedt és viszonylag egyszerű módszer erősítő szelvények felső övre való ráhegesztése. Az erősítést általában nem kell a gerendák teljes hosszán elhelyezni, csak azon a szakaszon, ahol az igénybevétel tervezett állapotban meghaladja a meglévő gerenda határteherbírását (kéttámaszú gerenda és egyenesen megoszló terhelésnél közepén). Mivel a megerősítés a feltöltésbe kerül, az eredeti szerkezet tűzállóságán nem változtat (nem javít, de nem is ront). A szerkezet tűzállóságán megbízhatóan tűzvédő álmennyezetrel vagy vízszintes membránnal (önhordó nem teherhordó födémmel) javíthatunk. Az acélgerendák talpainak tűzállóság-javítása hőhatásra habosodó festékekkel kézenfekvőnek tűnik, azonban nincs olyan gyártó, akinek erre a megoldásra lenne szabványos tűzvizsgálati eredménye, továbbá ez orrtéglás kivitelnél az orrtéglák levésése, tehát roncsolás nélkül meg sem valósítható, ezért nem célszerű. Gyakoribb megoldás a födém teljes alsó felületén alkalmazott tűzvédelmi habarcs, amely szórt, de simított kivitelben egyaránt alkalmazható.

11



13

13 Az aktiválódott sprinklerekből kiáramló vízcseppek eloszlása



14

14 A hőmérsékletmező a tűzfészek tengelyén keresztül felvett, X irányú síkban 1800 sec esetén

MŰEMLÉKEK PASSZÍV TŰZVÉDELMI HIÁNYOSSÁGAINAK ELLENSÚLYOZÁSA AKTÍV TŰZVÉDELMI RENDSZEREKKEL

—Ahogy az előző fejezetekből is kiderült, műemlékek épületszerkezeteinek, illetve ezek megerősítésének tűzvédelmi jellemzői egyaránt lehetnek kedvezőtlenek. Előfordul, hogy a tűzvédelmi szempontból megfelelő megerősítés a boltozatok, födémek alsó síkján lévő freskók, egyéb díszítések miatt nem kivitelezhető. Kérdés, hogyan érhető el a megfelelő tűzbiztonság, ha a passzív tűzvédelmi felkészültség nem javítható? Kézenfekvőnek látszik, hogy aktív tűzvédelmi berendezésekkel (beépített tűzjelző rendszer, beépített oltóberendezés) teremtünk kedvezőbb helyzetet, azonban le kell szögezni, hogy a passzív tűzvédelmi felkészültség és az aktív tűzvédelmi rendszerek alapvetően nem csereszabatosak, egy épület megfelelő tűzbiztonságát mindkét eszköztár együttes alkalmazásával lehet biztosítani. Mégis, a beépített oltóberendezések, illetve a hő- és füstelvezetés tűztéri hőmérséklet hűtő hatását figyelembe lehet venni az MSZ EN 1991-1-2 szabvány, tehát az Eurocode 1 alapján, az egyes szerkezeti elemre jutó hőmérséklet-idő kitéti görbét részletes számítással vagy tűzszimulációval meghatározva [6][7]. Ezzel kapcsolatos kérdés az aktív tűzvédelmi berendezések biztonsága,

rendelkezésre állása, tehát ha egy aktív rendszer nem működik, akkor milyen mértékben csökken a tűzbiztonság?

—Az OTSZ [2] tervezési alapelvei választ adnak a kérdésre. A 7. § röviden így írja le a tűzvédelmi tervezés kiindulási feltételeit:

„a) az építmény tűzvédelmi megoldásait egyidejűleg egyetlen, az építmény tetszőleges pontján keletkező tűz károsító hatásainak figyelembevételével kell tervezni és méretezni,

b) az építményt a tűz keletkezésekor rendeltetésszerűen használják,

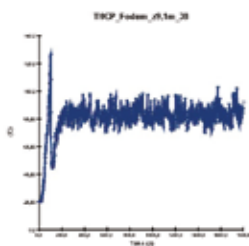
c) a veszélyeztetett személyek létszáma, menekülési képessége a rendeltetésnek megfelelő,

d) a tűz egyetlen, a keletkezés helyét magába foglaló tűzszakaszra terjed ki és

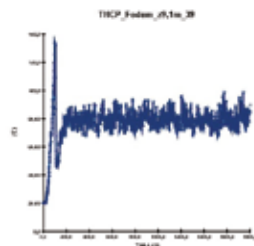
e) a tűzzel egyidejűleg más veszélyt, kárt, a tűzvédelmi megoldások működésképtelenségét okozó esemény nem következik be”.

—A 7. § (2) pontja szerint a tűzvédelmi biztonsági berendezések, műszaki megoldások közötti összefüggések, kapcsolatok, kapcsolódások tervezése során figyelembe kell venni a biztonságtechnikai rendszerek működésképtelenséget előidéző hibáinak hatását. Ennek részletes szabályait jelenleg a Beépített oltóberendezések tervezése, kivitelezése és karbantartása c. tűzvédelmi műszaki irányelv [8] 5. fejezete részletezi, amelyben jelenleg csak a tűzterjedés elleni

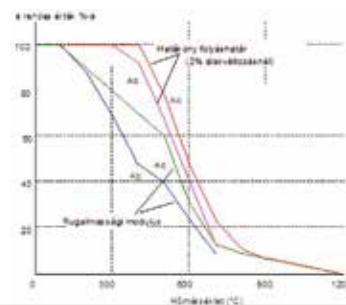
védelemre szolgáló beépített tűzoltó berendezések fokozott üzembiztonságára vonatkozó műszaki megoldások szerepelnek; nincs kiterjesztve arra az esetre, amennyiben a tartószerkezetek tüzeseti hőmérsékletkitét meghatározásánál a beépített oltóberendezés hűtő hatását is figyelembe veszik. A szabályrendszerből az egyik legfontosabb a fokozott biztonságú vízforrás biztosítása: a sprinklerekről szóló MSZ EN 12845:2020 szabvány [9] szerinti kettős vízforrás vagy a vízköddel oltókról szóló MSZ EN 14972-1:2021 [10] 8.8 fejezetében két, a „nagy kockázat” számára előírt, egymástól független vízforrás. Ezek mintájára a küszöbön álló újabb OTSZ-módosítás a tűzterjedés elleni védelemre szolgáló beépített tűzoltó berendezések meglévő szabályai mellett egyéb esetekben is előír majd a beépített oltóberendezés működési biztonságát javító intézkedéseket, ami a mostanában ezzel a céllal kiadott eltérési engedélyekben is jelentkezik, és egyben választ ad a megbízhatósági, üzembiztonsági kérdésekre is. Ez a műemlékeknél fokozott jelentőségű lesz, hiszen az OTSZ 5. § (3) alapján a tűzvédelmi tervezés során nemcsak életvédelmi, hanem közösségi értékvédelmi célok is vannak. Ez utóbbiak mentén még a beépített oltóberendezés típusa is vizsgálat tárgyát kell képezze (pl. a hagyományos



15



16



17

- 15-16 A földem alatt (+3,50 m) lévő hőmérsékletmérő műszerek adatai. Az érzékelők a sprinkleraktiválódást követően 90 °C alatti csúcserőteket regisztráltak
- 17 Az MSZ EN 1993-1-2 (Eurocode 3). szabvány 3.2. grafikonja

sprinklerrendszerek jelentős vízkárt okozhatnak, ezek helyett sokkal kisebb vízmennyiséggel megfelelő oltóhatást elérő vízköddel oltó rendszert lehet alkalmazni).

ESETTANULMÁNY - VOLT DRECHSLER-PALOTA

—Az Andrassy úti egykori Drechsler-palota, majd Balettintézet rekonstrukciója révén szálloda jön létre. Az átalakítás építész- és generáltervezője a Bánáti+Hartvig Építész Iroda Kft. (Bánáti Béla, Lénárt Szabolcs, Zajacz Judit) volt, a tűzvédelmi tervezést, tűzmodellézést a Takács-Tetra Kft. (Dr. Takács Lajos Gábor, Szikra Csaba, Zsitva Attila) végezte.

—Az épület tömör téglá teherhordó falakkal, a pincészinthen boltozatokkal, az általános emeleti szinteken főleg acélgerendák közötti poroszsüveg téglaboltozatos födémekkel létesült. Az utóbbiak a jelenlegi tűzvédelmi követelményeket nem teljesítik, ezért az épület meglévő szerkezeteinek védelmére az épület egészére kiterjedő sprinkler és vízköddel oltó rendszer készült. A szabványos hőmérséklet-idő kitéten alapuló, nem megfelelő tűzállósági határértékű poroszsüveg födémek esetén a tűzeseti hőmérsékletkitéteket meghatározó

CFD-szimulációk készültek, amelyek során a tartószerkezetekre jutó hőmérsékleti kitét időbeni alakulását határoztuk meg annak teljes tűzállósági követelménye alatt. A biztonság javára a gáztéri hőmérsékleteket vettük figyelembe, ennél az egyes szelvények hőmérséklete ugyanis biztosan alacsonyabb. A hőmérsékleti adatokat hőmérsékletmérő műszerekkel adtuk meg. A szimulációs szoftverben beállított vizsgálati síkok szerepe csupán a hőmérsékleti csúcserőtekek helyének beazonosítására, ellenőrzésére szolgált. A tartószerkezetekre jutó hőmérsékleti maximumértékek az Eurocode alapú ellenőrzés számára biztosítanak bemenő paramétereket. Az ellenőrzés célja, hogy a tűzállósági határérték-követelmény időtartamán belül megfelelő-e a szerkezet tűzeseti teherkombinációra a műemléki szempontból nem megvalósítható, tűzállóságot növelő bevonat vagy burkolat nélkül is.

—A legmagasabb gáztéri hőmérséklet, amelyet a bemutatott tűzfészek fölött, a földem alsó síkjában mértünk, 90 °C, amely lényegesen alacsonyabb, mint az acélszerkezetekre jellemző, anyagminőségtől és a tűzeseti teherkombináció melletti kihasználtságtól függő 400-500 °C kritikus hőmérséklet. (Megjegyzés:

az acél rugalmassági modulusa, illetve hatékony folyáshatára 100 °C, illetve 300 °C hőmérsékletnél kezd csökkenni – lásd MSZ EN 1993-1-2 szabvány [11] 3.2. grafikonja). Emellett a mért hőmérsékletek esetén hőtágulást is figyelembe kell venni a méretezésnél abban az esetben, ha a vizsgált szerkezeti elemek hőtágulása gátolt, és eközben járulékos igénybevételt tudnak átadni a csatlakozó tartószerkezeteknek. Fentiek figyelembevételével az épület acélgerendák közötti poroszsüveg téglaboltozatos födémek kiegészítő, tűzállóságot növelő védelme elhagyható volt, amire sok helyütt a földem alsó síkján lévő díszítések miatt egyébként sem lett volna lehetőség.

—A vizsgálati eredmények az alábbi peremfeltételek együttes teljesülése mellett érvényesek:

- az épületet rendeltetészerűen használják;
- a betervezett beépített oltóberendezés működőképese.

12-14

15-16

17

IRODALOM / REFERENCES

- [1] A 54/2014 (XII-05) BM-rendelettel kiadott, 30/2019 (VII-26) BM-rendelettel módosított Országos Tűzvédelmi Szabályzat.
- [2] Szikra, Csaba: „Mérnöki módszerek alkalmazása a hő- és füstelvezetésben” [előadás], ÉPKO, 2013.
- [3] Építményszerkezetek tűzvédelmi jellemzői tűzvédelmi műszaki irányelv (TvMI 11-2:2020-01-22)
- [4] MSZ EN 1995-1-2 Eurocode 5: Faszervezetek tervezése, 1-2 rész: Általános szabályok, Szerkezetek tervezése tűzhatásra.
- [5] MSZ EN 1992-1-2 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése, 1-2 rész: Általános szabályok, Szerkezetek tervezése tűzhatásra.
- [6] Szikra, Csaba - Dr Takács, Lajos Gábor: „Tartószerkezetekre jutó hőmérsékletkitét 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, 2016-06-1, pp 251-254.
- [7] Szikra, Csaba - Dr Takács, Lajos Gábor: „Tartószerkezetekre jutó hőmérsékletkitét 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, 2016-06-1, pp 255-258.
- [8] Beépített tűzoltó berendezések tervezése, telepítése (TvMI 6-3:2020-01-22)
- [9] MSZ EN 12845:2020, Beépített tűzoltóberendezések, Sprinklerberendezések, Tervezés, kivitelezés, felülvizsgálat és karbantartás.
- [10] MSZ EN 14972-1:2021, Beépített tűzoltóberendezések, Vízköddel oltó berendezések, első rész: Tervezés, kivitelezés, felülvizsgálat és karbantartás.
- [11] MSZ EN 1993-1-2 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése, 1-2 rész: Általános szabályok, Tervezés tűzterhelésre.

ÖSSZEFOGLALÁS

—A műemlékek járatos építőanyagainak, épületszerkezeteinek, továbbá azok megerősítési módszereinek áttekintésével az alábbi következtetések vonhatók le:

- Kevés általános szabály állítható fel a szerkezetmegerősítések helyes tűzvédelmi kialakítására, minden esetben egyedi elbírálást igényel.
- A megerősítésre váró, csökkent teherbíró képességű szerkezetek tűzzel szembeni ellenálló képessége is általában gyenge.
- Tűzállósági szempontból különösen veszélyes megerősítési módszerek:
 - acélszerkezettel megerősített faszervezet,
 - acélszerkezettel megerősített kőszervezet,
 - acélszerkezettel erősített vasbeton vagy téglaszerkezet,
 - éghető kompozit anyagok alkalmazása megerősítések esetén.
- A szénzálás megerősítések tűzvédelmi szempontból különösen veszélyesek, mivel egyes,

szénzálalás során alkalmazott műgyanta alapú ragasztók már 70-80 °C hőmérséklet mellett megolvadnak. A szénzálalások tűzvédelme csak olyan anyaggal biztosítható, amelynek felmelegedési határértéke nagy biztonsággal a műgyanta ragasztók olvadási hőmérséklete alatti.

- Törekedni kell a megerősítendő szerkezettel azonos anyagú megerősítések alkalmazására, de a megerősítendő szerkezet tűzvédelmi jellemzőinél kedvezőbb tűzállóságú anyagokkal történő megerősítés esetén is megfelelő lehet. A történeti alapszerkezet velez azonos anyagú megerősítése nemcsak tűzvédelmi szempontból kedvezőbb, hanem hitelesebb is.
- A szerkezeti elemkapcsolatok, különösen a tartószerkezetet megerősítő elemek és a történeti tartószerkezetek között alkalmazott kapcsolati módszerek kísérleti tűzállósági vizsgálata az esetek jelentős többségében elengedhetetlen.

—Az épületek passzív tűzvédelmi felkészültsége – ahová többek között az építményszerkezetek tűzvédelmi jellemzői és a tűzszakaszolás is tartozik – és az aktív tűzvédelmi rendszerek (beépített tűzjelző berendezés, beépített oltóberendezés, hő- és füstelvezetés) az épületek megfelelő tűzvédelmi felkészültségét együtt biztosító, egymással nem csereszabatos megoldásai, műemlékek esetén mégis előfordul, hogy a meglévő épületszerkezetek védelmében, változtathatatlanuk miatt aktív tűzvédelmi rendszerek kialakításával biztosítjuk a megfelelő védelmi szintet. Ez alapos elemzésekkel, gondos tervezéssel lehetséges, amelyek során az egyszerűsítéseket csak a biztonság javára szabad meghozni, továbbá a tervezés során az aktív tűzvédelmi rendszerek működésképtelenségét előidéző hibák hatását figyelembe kell venni.