

RÉSZLETEKIG MENŐ TŰZVÉDELEM EGY ÚJJÁÉLESZTETT SZTK-BAN

Építész:
Boros Pál

A tűzvédelmi tervezés folyamata a kiskunfélegyházi volt városi rendelőintézet épületfelújítása során

Bevezetés

Mint ismeretes, az ördög a részletekben rejlik. Nincs ez másképp a tűzvédelemben sem. A jelenleg hatályos tűzvédelmi jogszabály az építményszerkezetekre vonatkozóan általánosságban határozza meg a követelményeket, legyen az egy anyag tűzvédelmi osztálya vagy egy szerkezet tűzállósági határértéke. Ezek a követelmények azonban az egyes épületszerkezetek találkozásánál is érvényesek, tehát a kialakuló részletképzéseket az általános pozíciókban alkalmazottakkal egyenértékű műszaki megoldással kell megtervezni.



1. ábra. A kiskunfélegyházi volt SZTK-épület utcai homlokzata a felújítás előtt

De mi a helyzet egy meglévő épület felújítása esetén? Milyen tűzvédelmi sajátosságai vannak az épület-felújításnak? Hogyan befolyásolja a részletek kialakítását egy meglévő épület geometriai és szerkezeti adottsága? Jelen publikáció egy konkrét tervezési feladatot bemutatásán keresztül keresi a válaszokat ezekre a kérdésekre.

Az első lépés: állapotértékelés

Meglévő épület felújításának tervezése során az első felmerülő kérdés, hogy alkalmas-e a tervezett funkció befo-

gadására. Ennek eldöntésére egy komplex értékelő vizsgálat adhat választ, mely egyben alapját képezi a későbbi tervezési munkának. A vizsgálat eredményeit összefoglaló átfogó állapotértékelés célja annak elemzése, hogy a rendeltetés – alaprajzi szervezés, tömegalakítás, meglévő homlokzati struktúra –, valamint az épület szerkezetei milyen mértékben felelnek meg a jelenlegi elvárásoknak. Az elemzés az épület tartó- és épületszerkezeteinek értékelésén túl az alapvető tűzvédelmi megállapításokat is tartalmazza. A tűzvédelmi koncepció – kockázati osztályok, mértékadó kockázati osztály, tűzszakaszok száma és mérete stb. – felállítása után vizsgálandó a meglévő szerkezetek tűzvédelmi jellemzőinek (tűzvédelmi osztály, tűzállósági határérték) megfelelése a hatályos jogszabályban előírt követelményeknek. További feladat a szerkezetmegerősítések lehetséges módszereinek meghatározása, és javaslattevél a tűzvédelmi előírásoknak megfelelő megoldásra.

Fontos alapelv, hogy a megerősítés tűzállósági határértéke mindenképp teljesítse a megerősítendő tartószerkezetre vonatkozó tűzállósági határérték-követelményt. (1. ábra.)

A tűzvédelmi tervezés céljai és módszerei

A tűzvédelmi tervezés alapvető célja az épület megfelelő felkészítése tűz esetére. Az épület tüzeseti viselkedésének szabályozásával elsődlegesen az emberi élet védelme, emellett az állami vagyongvédelmi feladatok, ezek közül is kiemelten a kulturális örökség védelme a legfontosabb feladat. Az életvédelem magában foglalja az épületben tartózkodók és a mentésben részt vevő emberek védelmét, a tűzoltói beavatkozás feltételeinek biztosítását.

Ipari technológiák esetén a tűzkeletkezés kockázatának csökkentése – passzív védelem – és az aktív tűzvédelmi rendszerek összehangolása a tervezés legfontosabb feladata és célja.

Fenti célokat a nemzetközi és a hazai gyakorlat alapján az alábbi két módszerrel lehet kielégíteni:

■ leíró jellegű (preszkriptív) előírások segítségével, vagy

■ mérnöki módszerek (számítógépes modellezés) alkalmazásával.

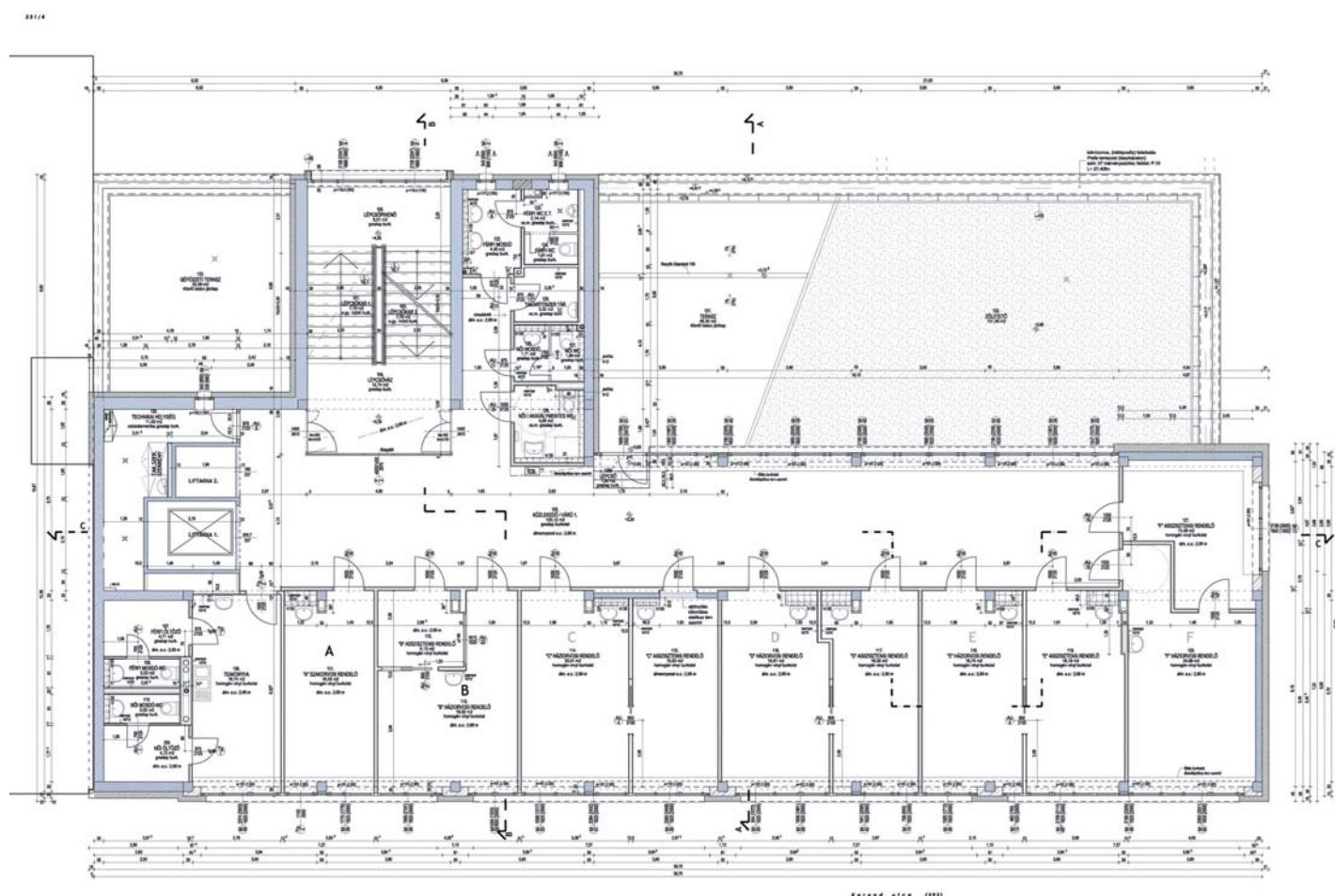
A leíró jellegű előírások módszerével a különböző szabályozási szintek által meghatározott követelményeknek kell az épületszerkezeteinket megfeleltetni. A szabályozás hierarchiája alapján először a jogszabályokban, kormányrendeletekben (pl.: OTÉK, OTSZ stb.) majd a – nemzetközi, európai, nemzeti – szabványokban előírt követelmények szerint kell a szerkezeteinket vizsgálni. Az előírt követelményeknek való megfeleltetésre megol-

Ilyen helyzetekben az épületben bekövetkező tüzek lefolyását számítógépes modellezés során vizsgálják, többek között a tűz teljesítménye, a hőmérséklet időbeni lefutása, a keletkező füst látást korlátozó hatása vagy az építményszerkezetekre jutó hőmérséklet kitét időbeni alakulásának szempontjából.

Jelen projekt során elegendő volt az épület meglévő és tervezett szerkezeteinek a preszkriptív módszerrel való tűzvédelmi teljesítmény igazolása, számítógépes szimuláció készítése nélkül.

Szerkezetismertetés

Az épület eredetileg a város járóbeteg-ellátásának központi épületeként egészségügyi rendeltetéssel létesült



dást jelenthetnek a hazai vagy külföldi irányelvekben található leírások, magyarázatok, műszaki megoldások. Az irányelvekben foglaltak betartása nem kötelező érvényű, hanem pusztán olyan javaslatok összessége, melyek alkalmazásával biztosított az adott követelménynek való megfelelés.

A mérnöki módszerek akkor kerülnek előtérbe, ha az épület rendeltetése vagy szerkezeti kialakítása nem tipikus, az épületek műszaki megoldásai tételes előírásokkal nem lefedhetőek, bonyolultak és nem gazdaságosak.

fszt. + 4 emelet kialakítással, alápincézés nélkül. Miután ezt a funkciót átköltöztették a városi kórház más épületeibe, az épület kihasználatlanná vált, és közel 10 éven át üresen állt. Ezalatt jelentősen romlott az épület szerkezeteinek állaga, kifejezetten a IV. emelet feletti zárófödémé.

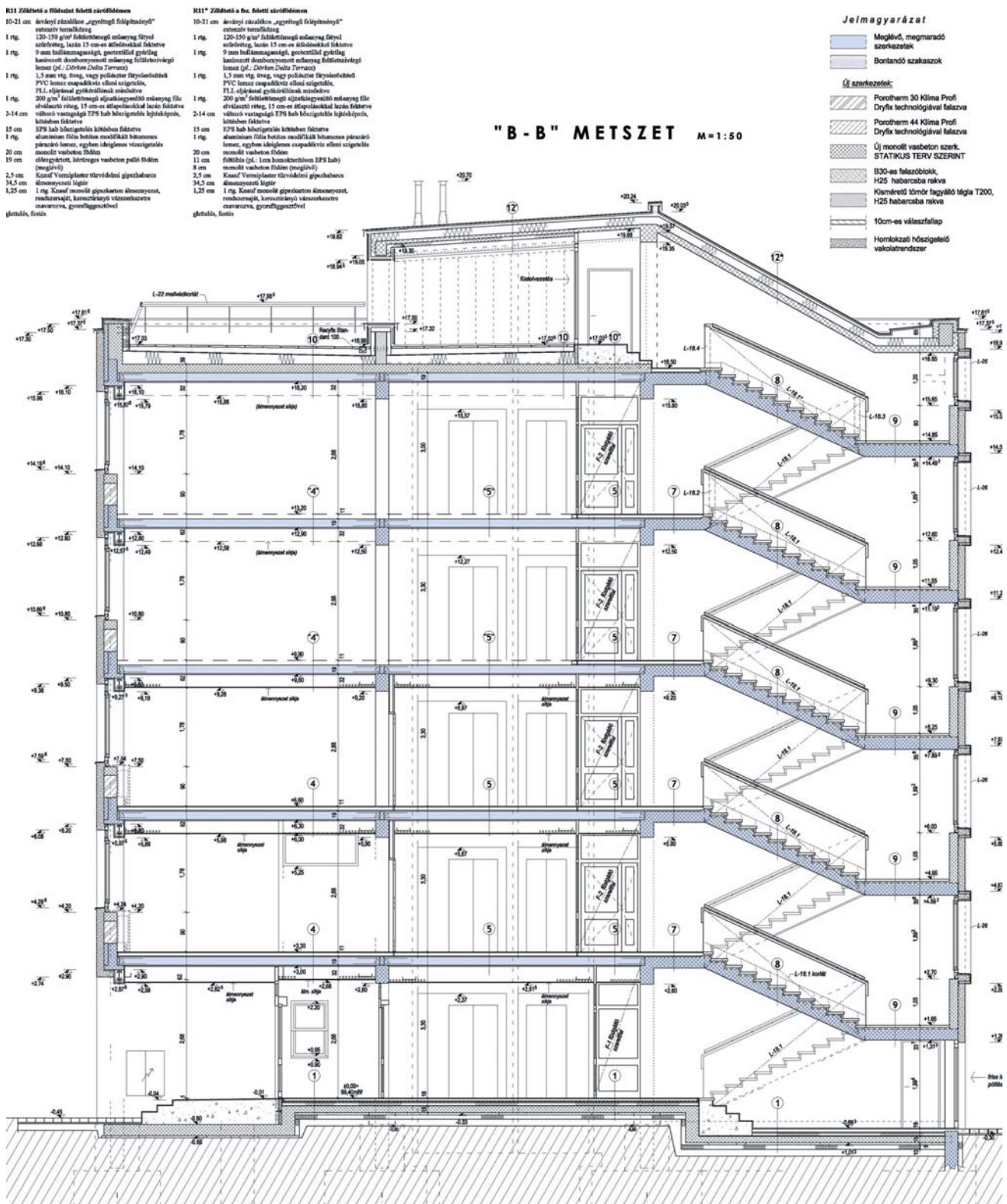
Az épület tartószerkezetei a rendelkezésre álló eredeti tervek és a helyszíni bejárások során tartott szemrevételezések és mintavételek alapján kerültek beazonosításra, akárcsak a főbb szerkezeti elemek méreteinek meghatá-

2. ábra. A kiskunfélegyházi volt SZTK-épület első emeleti alaprajza

rozása. A '70-es évek elején épült épületegyüttes utcai szárnyának felmenő tartószerkezetei előregyártott vasbeton pillérekből és gerendákból készültek, az UNIVÁZ rendszer elemeiből. Az udvari oldalon a későbbiekben egy földszintes „lepényépülettel” bővítették az épületet, de ez a tervezett felújítás során el lett bontva. A pillérek 30×30 cm keresztmetszetű, emeletmagas előregyártott vasbeton elemek. A pillérek tetején rövid konzolok találhatóak, erre támaszkodnak a szintén előregyártott, tago-

zatos gerendák. A gerendák konzoljaira a 19 cm magas PK és PS jelű körüreges födempallók hordanak át. A födempallók feletti vasalt felbetonozás a feltárások alapján nem készült el. Az épületszárny merevségét 25 és 30 cm vastagságú monolit vasbeton hossz- és harántfalak biztosítják. Az épület alapozása mélyített sicalapozás, a pillérek alatt vasalt pontalappokkal. A földszinti válaszfalak gyámolítására különféle geometriájú előregyártott gerendákat terveztek. (2. ábra, 3. ábra.)

3. ábra. A kiskunfélegyházi volt SZTK-épület jellemző keresztmetsete



A helyszíni bejárások során megállapítható volt, hogy a IV. emelet feletti zárófödém állapota jelentősen rosszabb az alatta lévő szintek födéméhez képest. Ez arra vezethető vissza, hogy az épület cca. 10 éven keresztül használaton kívül, üresen állt, mely idő alatt a zárófödém vízszigetelésének minősége és teljesítőképessége jelentős mértékben leromlott, ebből kifolyólag a zárófödém számtalan helyen beázott. A legjellemzőbb károso-



dási hely a panelek szélső bordái, ahol az elemek fagyási és korróziós károsodásokat szenvedtek, a betonanyag több helyen is lehullott, a panelek feszítőpásmái kilógtak, elrozsdásodtak. A helyzet enyhítéseképp néhány évvel ezelőtt felújították a lapostető vízszigetelését, a legjellemzőbb hibahelyeken új vízszigetelést készítettek, mellyel lényegesen csökkent a szerkezetbe bejutó víz mennyisége. Mindentől függetlenül a statikai szakvélemény értelmében a IV. emelet feletti zárófödémeket a felsorolt károsodások miatt mindenképp meg kell erősíteni. A javasolt megerősítés 20 cm vastagságú monolit vasbeton lemez beépítése, melynek zsaluzataként felhasználható az alatta lévő előregyártott vasbeton pallófödém. Ennek következményeként a földszinti pillérek megerősítése is szükséges, a megnövekedett terhelésből származó többlet-igénybevétel okán. Ennél csak egy helyen volt súlyosabb a helyzet, mégpedig az udvari traktus homlokzati peremgerendáinál, ahol a körüreges födémpane-

lek feltámaszkodására szolgáló 10×15 cm méretű konzoltagozat több helyen is, több méter hosszú szakaszon letört. Ezekben a helyeken a peremgerendák megerősítése szintén szükségessé vált. (4. ábra.)

Az új monolit vasbeton zárófödém feletti lapostetőt teljesen új rétegrendi felépítéssel, járható teraszterőként alakították ki, egyenes rétegrenddel, lágyított PVC-lemez szigeteléssel. Az épület homlokzati megjelenése a korábbival megegyező ablak- és parapetsávossal kialakítással tervezett, a homlokzatburkolat vakolt hőszigetelő rendszer, 15 cm vastagságú kőzetgyapot hőszigeteléssel.

Tűzvédelmi koncepció

A felújítás során az épület egészségügyi rendeltetése nem változik, továbbra is a járóbeteg-alapellátás és a hozzá kapcsolódó kiegészítő egészségügyi szolgáltatások kapnak helyet az épületben.

A teljes épület egy kockázati egységet alkot, mértékadó kockázati osztálya a BM 54/2014 (XII. 5.) BM-rendelettel kiadott OTSZ 1. számú mellékletében található táblázatai alapján AK (alacsony kockázatú). A jogszabály 2. számú melléklete az építményszerkezetek tűzvédelmi osztályára és tűzállósági teljesítményére vonatkozó követelményeket adja meg. A kockázati osztály ismeretében és az épület szintszámai alapján meghatározhatók az egyes építményszerkezetekre vonatkozó tűzállósági követelmények.

A meglévő szerkezetek tűzvédelmi teljesítményét az „Építményszerkezetek” TvMI-ben található táblázatok segítségével lehet meghatározni. Az előregyártott vasbeton pillérek 30×30 cm-es befoglaló mérettel a TvMI vonatkozó táblázata szerint R120 tűzállósági határérték és A1 tűzvédelmi osztály teljesítménnyel rendelkeznek, a táblázathoz tartozó peremfeltételek teljesülése mellett. Ez a teljesítmény megfelel a „Teherhordó pillérek és merevítései a pinceszint kivételével” építményszerkezetekre vonatkozó A2 R45 követelménynek.

Az előregyártott körüreges födémfalló tűzállósági határértéke a TvMI vonatkozó táblázata alapján az „Előregyártott, feszített vasbeton körüreges födémfallók (PS-PK pallók) vakolattal” szerkezetekre vonatkozóan REI30, tűzvédelmi osztálya A1. Ez a teljesítmény megfelel a „Tetőfödém tartószerkezete, merevítései, valamint tetőfödém 60 kg/m² felülettömeg felett” építményszerkezetekre vonatkozó A2 REI30 tűzvédelmi előírásnak, azonban az „Emeletközi és padlásfödém” építményszerkezetekre vonatkozó A2 REI45 követelményt nem teljesíti. Ahhoz, hogy a födémfalló megfeleljen az előírt követelménynek, növelni kell a tűzállósági határérték teljesítményét, melyet vasbeton szerkezeteknél – meglévő szerkezeti elem esetén – az alábbi megoldásokkal lehet megtenni:

4. ábra. Az udvari traktus tönkrement peremgerendája; a konzoltagozat több helyen szinte teljes keresztmetszetében letört, néhol már csak a vakolat tartja

- tűzgátló festéssel,
- tűzvédő burkolattal,
- tűzvédő habarccsal.

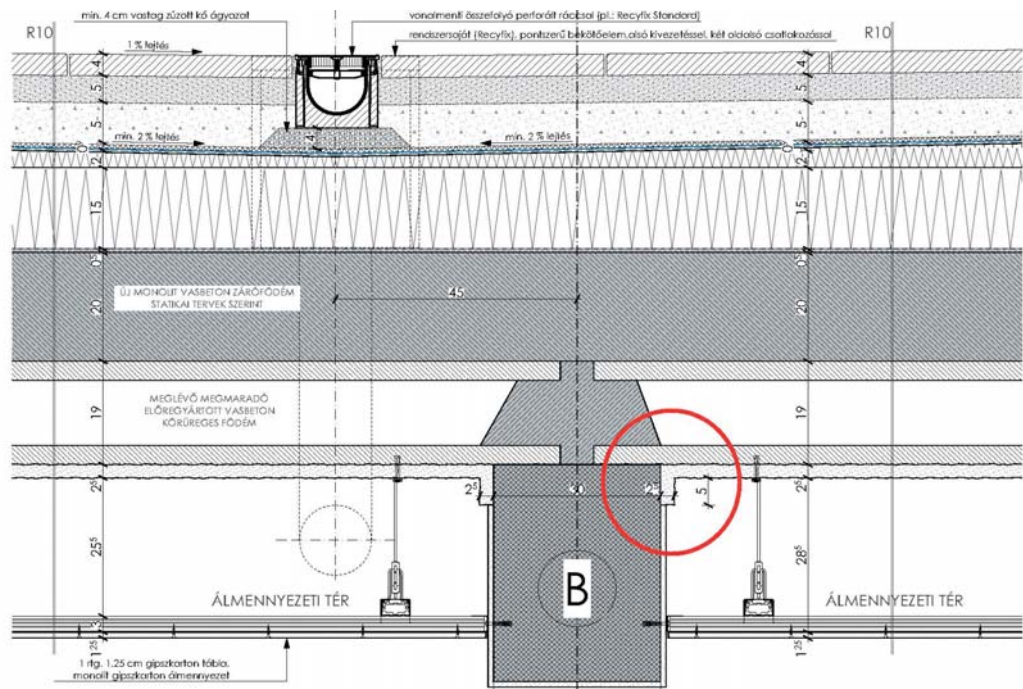
Vasbeton szerkezetek esetén a tűzgátló festés kevésbé járatos, mert a védelemhez szükséges vastagság felhordása időigényes, a fészkes, síkfogas és toldási hézagokkal tagolt felületen körülményes. A mennyezetre szerelt tűzvédő burkolat választása esetén, az alá kerülő épületgépészet eltakarása érdekében egy másik álmennyezet kiépítésére lett volna szükség.

Fenti három megoldás közül 25 mm vastag tűzvédő habarcs került kiválasztásra, tekintettel arra, hogy a födémek nem lesznek látszó szerkezetek, alattuk szerelt

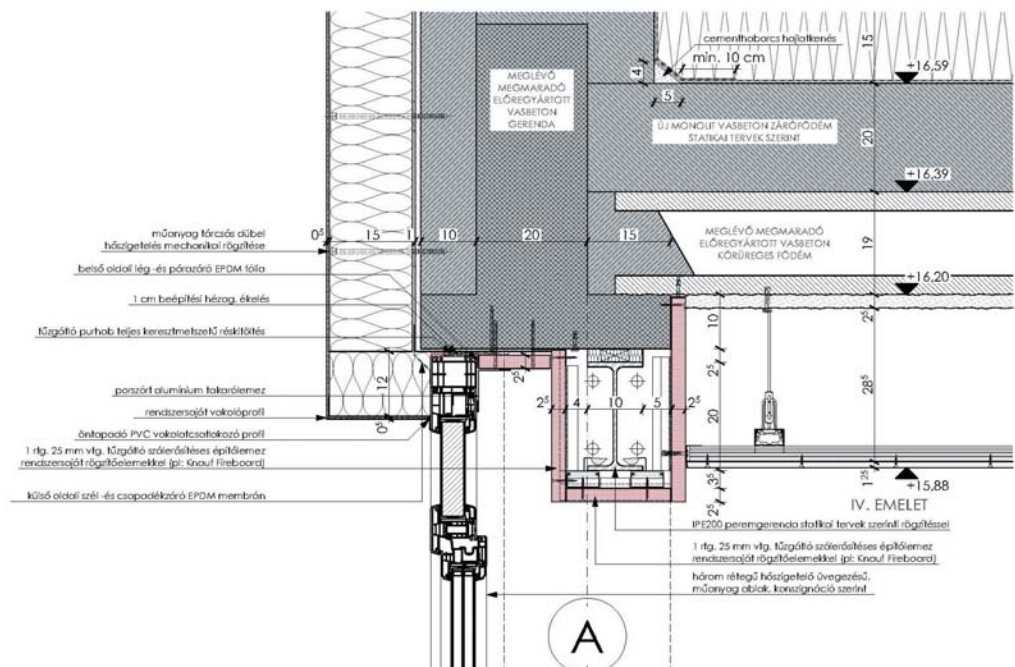
kazettás álmennyezet készül. A habarcs szükséges felhordási vastagságát a hozzá tartozó tűzállósági határérték-teljesítményt a kiválasztott termék teljesítménynyilatkozata tartalmazza.

A födempallók a szinten előregyártott vasbeton gerendák konzoltagozataira támaszkodnak, melyek a szerkezeti diagnosztikában leírtak szerint az udvari traktus peremgerendái esetében több helyen is jelentős mértékben károsodtak. A tagozat, és ezzel a gerenda megerősítése a tagozat alatt elhelyezett IPE200 acélszelvényvel lett megtervezve. A bevezetésben leírt alapelv értelmében a megerősítés tűzállósági határértékének legalább a megerősítő tartószerkezetre vonatkozó tűzállósági határ-

5. ábra. Előregyártott vasbeton gerenda és körüreges födempalló csatlakozása, a feltámaszkodási pont tűzvédelmi kialakítása



6. ábra. Udvari homlokzat, peremgerenda és körüreges födempalló csatlakozása, a szerkezetek tűzvédelmének felületfolytonos kialakítása, nyílászáró-beépítés



érték-követelményt kell teljesíteni, azaz jelen esetben az A2 REI45 értéket.

A gerenda eltakarásának belsőépítészeti igénye, illetve a csatlakozó álmennyezet miatt a tűzvédő festés vagy a habarcs kettős szerkezetet eredményezett volna, így a gyámolító acélszelvény védelme tűzvédő építőlemez burkolattal lett megtervezve.

Tűzvédelmi sajátosságok rajzi megjelenítése – Homlokzati tűzterjedés – Nyílászáró-beépítés részletképzése

Az építményszerkezetek csatlakozásának legfontosabb alapelve a védelmi síkok felületfolytonosságának biztosítása. Ezt az elvet valamennyi részlet esetén, például egy fal-födém csatlakozásánál, vagy egy homlokzati nyílászáró beépítésénél stb. is be kell tartani.

Tűz esetén a legveszélyesebb pont a födempalló vasbeton gerendára való feltámaszkodása, ezért ennek védelmére a korábban az általános felületre meghatározott tűzvédő habarcsot a gerendákra legalább 5 cm-es túlvezetéssel le kell fordítani. (5. ábra.)

Az udvari homlokzaton nemcsak a peremgerenda és a födempalló csatlakozásánál kellett a felületfolytonos védelmet megoldani, hanem a peremgerendát utólagosan alátámasztó acélgerenda csatlakozásánál is, tehát az acélgerendát is be kellett vonni a védelem síkjába. Az acélszelvény „alsó” tűzhatás elleni védelme mindhárom szabad oldalon egy réteg tűzvédő építőlemez borítással biztosítható. A peremgerenda belső oldalán a tűzvédő építőlemezt a födémpanel alsó síkjáig fel kell vezetni, és az arra felhordott tűzvédő habarcsot neki kell futtatni.

A nyílászáró elhelyezéséből adódó beépítési hézagot tűzgátló módon kell tömíteni. Ennek célja egy esetleges belső oldali tűz homlokzatra való átterjedésének megakadályozása. E tömítés a belső oldali lég- és párazárást, valamint a külső oldali csapóeső elleni védelmet nem biztosítja, e célból külön membránok beépítése szükséges.

Az előregyártott vasbeton gerendákra a vonatkozó TvMI nem tartalmaz tűzvédelmi teljesítményértéket, de ismerve a lágvasas szerkezet jellemző, cca. 1,5 cm bentontakarás mértékét, a gerenda feltételezhetően nem felel meg a födém szerkezet más elemeire vonatkozó (REI45) követelménynek. Az egyenértékű teljesítmény érdekében a gyámolító acélgerenda eldobozolása és a nyílászáró közötti szemöldök felületre szintén egy réteg tűzvédő burkolólap került.

A peremgerenda, annak gyámolítása és az előregyártott födempalló csatlakozásának tűzvédelme – fenti elemeknek megfelelően – a mellékelt részletterv szerint lett egyenértékűen felületfolytonos kialakítású. (6. és 7. ábra)

Összegzés

Meglévő épületek szerkezetei a kor építési előírásainak és termékválasztékának voltak megfelelően. Felújítás esetén a szerkezeteknek az időközben megváltozott, gyakran szigorúbb előírások követelményeit kell teljesíteniük. Első lépésként a szerkezetek állapotértékelése és a tűzvédelmi jellemzőinek meghatározása szükséges, majd rögzíteni kell a felújítást követő rendeltetés, kockázati osztály besorolása alapján a betartandó követelményeket. A tervezett megoldást a jogszabályok, rendeletek előírásainak szövege értelmezése alapján kell előírni, vagy egyedi nem besorolható épületek vagy rendeltetések esetén modellezés/szimuláció válhat szükségessé.

Az épületek tűzvédelmi tervezésének folyamata összetett feladat, melyben több szakági (építész, tartószerkezeti, tűzvédelmi, épületszerkezeti, épületgépész, elektromos stb.) tervező együttműködése és közös döntése szükséges.



Ennek keretében lehet előírni a megtartandó-felújítandó szerkezetek általános felületi tűzvédelmi megoldását, majd ezen túlmenően az egyes részletképzések kialakítását, melyeknél esetenként akár több változat is lehetséges. A közös tervezés során törekedni kell arra, hogy az építményszerkezetek csatlakozásánál kialakuló részletképzések tűzvédelme az általános felületekkel „egyenértékű és felületfolytonos” kialakítású legyen, illetve az egyes szakaszokon, felületeken alkalmazott védelem lehetőleg egységes anyaghasználattal, a lehető legkevesebb fajtájú technológiával valósuljon meg.

Kis Viktória

Irodalom / References

- [1] 54/2014 (XII-5) BM-rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról.
- [2] Építményszerkezetek tűzvédelmi jellemzői (aktuális változat: TvMI 11,1: 2016-07-15), BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság.
- [3] Takács, Lajos Gábor: „Tűzvédelmi tervezési módszerek”, BME Tűzvédelmi tervezési szakmérnöki képzés, 2018.

7. ábra. A felújított épület utcai homlokzata

Generáltervező: Boros Pál (Építésműhely Kft.)

Tartószerkezet: Hegedűs Péter (Hegedűs és Mizere Kft.)

Épületszerkezet: Horváth Sándor, Kis Viktória (Pataky és Horváth Építésziroda Kft.)

Tűzvédelem: Borsos Viktor

A b s t r a c t s

DOBSZAY, Gergely – BAKONYI, Dániel: QUESTIONING BUILDING TECHNOLOGY AND SKYLIGHT INSTALLATION

Citation: *Metszet*, Vol 10, No 6 (2019), pp 70-73, DOI: 10.33268/Met.2019.6.9

Kits to install top quality skylight systems do not always result in satisfactory results. Too often the location of a roof's structure, tiling battens, the poor use of vapour barriers and insulation materials can lead to failure. Apart from manufacturers' guidelines what other steps should be taken to ensure quality installation? This article examines installation methods, thermal insulation types, waterproofing, vapour barriers and good practice guidelines.

TAKÁCS, Lajos Gábor – JANKUS, Bence: PROBLEMS OF FIRE SPREADING BETWEEN FACADES AND ROOF

Citation: *Metszet*, Vol 10, No 6 (2019), pp 74-79, DOI: 10.33268/Met.2019.6.10

A worldwide problem facing the design of buildings is how to prevent the spread of fire from a buildings' elevation into the roof space. Analysis of how the eaves to a building are designed can be critical in preventing loss of lives and extensive damage to a building's fabric. It has been found that not only the use of materials can result in different outcomes, also the geometric arrangement of elements, distance of the eaves from the wall and even the depth at which openings are placed within a wall are all valid factors. The overall aim being to reduce potential for fire to spread by reducing potential for fires to reach uncontrollable temperatures.

KIS, Viktória: COOL FIRE PREVENTION DETAILING AT REBORN OUTPATIENT CARE CENTRE

Citation: *Metszet*, Vol 10, No 6 (2019), pp 80-85, DOI: 10.33268/Met.2019.6.11

OUTPATIENT BUILDING, KISKUNFÉLEGYHÁZA, HUNGARY

ARCHITECT: PÁL BOROS

"The Devil in the Details" resurfaces when designing for fire prevention, especially regarding health care buildings. This refurbishment project posed some unusual, yet relevant to most prefabricated building type, problems. Precast concrete structures, although practical in terms of construction speed, are not best suited in terms of fire safety: edge details and floor to wall junctions are liable to failure. Simply covering these junctions in plasterboard can prove satisfactory, but issues of vapour barriers, thermal insulation and installation of improved fenestration must also be met. Here fire prevention detailing became the main architectural tool for solving all these latter mentioned problems, the result being tantamount to seamless in appearance.

NÉMETH, Csaba: IN THE WAKE OF IGNÁC ALPÁR

Citation: *Metszet*, Vol 10, No 6 (2019), pp 86-91, DOI: 10.33268/Met.2019.6.12

RAOUL WALLENBERG HIGH SCHOOL TRANSFORMATION AND EXTENSION, BUDAPEST, HUNGARY

ARCHITECTS: CSABA NÉMETH, MÁTYÁS FEHÉR and TIBOR VARGA

The cultural identity of a school often lies partly within its built fabric resulting in the need to approach any works involving demolition, extension and alterations with due care. In one form or another this building complex has served its role in education, even though it has changed

hands many times over its history regarding subjects taught there, it has always functioned as a high school. Sadly between 2008 and 2017 the main building was unoccupied, falling into minor disrepair, it now has a new lease of life alongside its complementary new extension block. The key to this project's successful rebirth being a measured respect for history balanced with thoughtful modernisation.

HEGYI, Dezső, KAPOVITS, Géza: ARCHITECT AND ENGINEERING DESIGN WORK IN HARMONY

Citation: *Metszet*, Vol 10, No 6 (2019), pp 92-97, DOI: 10.33268/Met.2019.6.13

CASE FOR A FOREST VILLA

ARCHITECTS: BÁLINT ÁSZTAI and CSABA KOVÁCS

Locating a large villa and its smaller guest house on a graded site amongst trees lead to the development of a project reminiscent of Frank Lloyd Wright's Falling Water. Spaces being accentuated by cantilevered structures that form terraces and roofs. At first this seems a relatively straight forward task, yet on further evaluation complex solutions were required to achieve architectural harmony: engineering being the driving force behind this project's flow from internal to external spaces without need for poorly conceived steps. The resulting building also welcomes nature into its fabric by means of planted terraces and green roofs, contemporary organic.

HEINCZ, Dániel, KAPOVITS, Géza: AT THE LIMITS OF CONTEMPORARY RESIDENTIAL ARCHITECTURE

Citation: *Metszet*, Vol 10, No 6 (2019), pp 98-103, DOI: 10.33268/Met.2019.6.14

FAMILY HOME, JÁSZBERÉNY, HUNGARY

ARCHITECTS: ÉPÍTÉSZ STÚDIÓ KFT, ZSOLT FÉLIX and BÁLINT GULYÁS

Developing a corner site to accommodate a family home based upon interconnected pavilions, dealing with problems associated to surface water drainage and creation of green roof solutions, required non-standard foundations and waterproofing methods. Aside from the technical achievements a desire for clarity of materials and spatial functions had to be met. The key to success being how to seamlessly integrate architectural, structural and mechanical engineering elements.

HUNYADI, Zoltán – GOSZTONYI, Miklós – MESTERHÁZY, Beáta – NAGY, Attila Balázs: DEVELOPMENT OF WINDOW SHADING DEVICES ACOUSTIC BARRIERS

Citation: *Metszet*, Vol 10, No 6 (2019), pp 104-109, DOI: 10.33268/Met.2019.6.15

Health problems associated with noise disturbance outside buildings can be alleviated with the use of acoustic shielding devices: These usually function in first place as light shading devices, shutters, screens or even planting. The exact type of device used, its installed location and different degrees of permeability can vastly impact effectiveness. Combined with window types results may also vary. Segmented screens, solid screens and various degrees of perforation have been examined also taking into consideration the impact regarding natural ventilation.