

Maradék kockázat értékelése teljesítményalapú tűzvédelmi tervezés során

Residual risk assessment during performance-based fire safety design

DOI: [HTTPS://DOI.ORG/10.53793/RV.2025.2.1](https://doi.org/10.53793/RV.2025.2.1)

Absztrakt

Építésügyi tűzvédelmi tervezéskor szembesülhetünk azzal, hogy az előíró szabályozásunk szerint a kockázatokat kategorikusan, de nem mennyiségileg határozzuk meg. Még kevesebb lehetősége van a tervezőknek „csak” a jogszabályok szabta kereteken belül hitelt érdemlően értékelni a lehetséges veszélyek bekövetkezési esélyeit, hatásait, valamint azok súlyosságát. Azonban a szabályozás megengedi a mérnöki módszerekkel történő tervezést. A mai mérnöki gyakorlatban felértékelődik ennek szerepe. Jelen írás fókuszában is ez a megközelítés áll: eszközrendszerét tekintve épít a biztonságstudományban ismert kockázatelemzés metodológiájára és különösen a teljesítményalapú tervezési módszer próbatervei adta maradék kockázatok számszerűsítésére. Célja, hogy a próbatervekhez rendelt kockázatsökkentő védelmi intézkedések esetén feltárhatóvá váljon, milyen mértékben csökkenthető elfogadható szintre a számszerűsíthető maradék kockázat.

KULCSSZAVAK: TŰZVÉDELEMI TERVEZÉS, KOCKÁZATÉRTÉKELÉS, ELŐÍRÓ SZABÁLYOZÁS, TELJESÍTMÉNYALAPÚ TERVEZÉS

Abstract

When designing fire protection, we may be faced with the fact that our prescriptive regulations, our define risks categorically, but not quantitatively. Even less is it possible for planners to 'only' assess the probability of occurrence, the impact and the severity of potential hazards in a credible manner within the limits of the legislation. However, the legislation does allow for design by engineering methods. Indeed, its role in engineering practice today is becoming increasingly important. Therefore, this approach dominates the focus of this paper. In its toolbox, it builds on the known methodology of risk analysis in safety science and, in particular on the quantification of residual risks given by the test designs of the performance-based design method. It also aims at identifying the extent to which the quantifiable residual risk can be reduced to an acceptable level in the case of risk mitigation protection measures assigned to the test designs.

KEYWORDS: FIRE SAFETY PLANNING, RISK ASSESSMENT, PRESCRIPTIVE REGULATION, PERFORMANCE-BASED

Bevezetés

A többször módosított 54/2014. (XII.5.) BM rendelet, az Országos Tűzvédelmi Szabályzat lehetőséget ad a tűzvédelmi tervezőknek az úgynevezett mérnöki módszerekkel történő tervezésre és ezek eredménye szerinti megfelelőségek igazolására is. Ennek ellenére például a teljesítményalapú tervezés (a továbbiakban: TAT) alkalmazása a komplex vagy integrált védelmi megoldások tervezése területén még nem terjedt el mint mérnöki módszer. Viszont egyre nagyobb figyelmet kap világszerte, mert alkalmas a rugalmasabb és a biztonsági szempontokat hatékonyabban figyelembe vevő tervezői

megoldások kialakítására. Magyarországon azonban a TAT alkalmazása még inkább gyerekcipőben jár a tűzvédelem területén, ahol részben a tervek, tervfejezetek egy részét mérnöki végzettséggel nem rendelkező tűzvédelmi szakértők készítik, részben a tervezői szakma is 99%-ban az előíró (preskriptív) szabályozást használja, esetenként „másolja”. Tovább árnyalja a képet a következő megállapítás. Az előzőek szerint így tűzvédelmi terveink (tűzvédelmi műszaki leírás, tűzvédelmi tervfejezet) készítésekor ugyan megfelelünk az előíró szabályozásnak, de nincs arra

„kényszerítő külső ok”, hogy foglalkozunk a maradék kockázattal. Ebből pedig az következik, hogy elveszítjük a mérhető biztonság egy részét. Ha az előírás esetleg túlzó, akkor nem tudunk gazdaságosan, környezettudatosan tervezni. Ha pedig a mérnöki módszerekkel mérhető kockázathoz képest megengedő a preskriptív út, akkor nem vesszük figyelembe a veszély bekövetkezésének minden kockázatát (Bojtos 2023). Az integrált védelmi rendszerek s védelmi környezet tervezése során már az integráció mértéke megállapításának is tervezői feladatnak kellene lennie. Leginkább akkor igazolható ez az állítás, ha az integrálhatóságnak nem csak a mértékét, hanem annak szükségességét is mérhető mérnöki módszerekkel vagyunk képesek megalapozni. Ez a fajta tervezési folyamat leírható a TAT módszerével. E módszer kidolgozását és a tűzvédelmi tervezés során való használhatóságát kívánjuk kutatásunk horizontjaként kitűzni.

Kutatási háttér és relevancia

A biztonságtechnika területén végzett tervezési tevékenység gyakorlata együtt jár azzal, hogy a veszélyeket és a veszélyek bekövetkezésének kockázatát értékeljük – elvégezzük a kockázateértékelést, meghatározzuk az elfogadható maradék kockázatot. A felállított prekonceptió szerint a biztonságstudomány értelmezési tartományán belül megjelenő védelmi feladataink esetében további célunk lehet a kialakítandó – legyen ez szervezési, technikai vagy biztonsági – rendszabály vagy rendszer komplexitásának elemzése. Ez utóbbit annak érdekében kell elvégeznünk, hogy az új rendszerünk csak oly mértékig legyen bonyolult, hogy azt a felhasználók még képesek legyenek átlátni, használni. A műszaki fejlődés folyamatos voltára való tekintettel általános érvényű a megállapítás, hogy akkor van szükség a paradigmaváltásra, ha a szerkezet vagy eljárás bonyolultsági foka eléri vagy meghaladja az ember belátóképességét.

Számos olyan biztonságtechnikai és ahhoz kapcsolódó biztonságsszervezési példát tudunk bemutatni, amikor egy komplex veszélyforrás felügyelete, érzékelése vagy a veszély bekövetkezése esetén az ahhoz tartozó beavatkozó intézkedéshez kerültek kidolgozásra eszközök vagy szabályok, akár a törvényi szabályozás szintjein is. Így van ez a biztonságstudomány egyik részterületén, a tűzvédelemben is.

Az előzetes feltevés vizsgálati tárgyává az építésügyi tűzvédelmi tervezést jelöltük ki. Ezt a tervezési tevékenységet nem célszerű részleteiben vizsgálni. Sokkal inkább arra kell fókuszálni, hogy abban a

hatósági engedélyezési környezetben, amelyben a TUÉ¹ vagy szakértői jogosultsággal rendelkező tervezők dolgoznak, mennyi maradék kockázatot rejthet az előíró szabályozási környezet alkalmazása. De vajon tényleg a biztonságstudomány része a tűzvédelem, ha nem diszciplináris, hanem preskriptíven reguláris környezetben gondolkodunk róla? Igaz az, hogy a tűzvédelmi tervezés és a hatósági engedélyezés során van relevanciája annak, hogy mérjük a maradék kockázatot? Valós biztonságot tervezünk, vagy csupán a szabályokhoz igazítjuk szubjektív biztonságérzetünket? Véleményünk szerint ezek azok a kérdések, amelyekre, ha megtaláljuk a válaszokat, akkor hozzá tudunk járulni a tűzvédelmi tervezés fejlődéséhez.

Adatgyűjtés

Az esettanulmány a felhasznált adatbázis segítségével pontosan megvilágítja, hogy miként hasznosíthatók a tűzvédelemben a mérnöki módszerek. Ehhez másodlagos forrásul szolgáltak az itt leírt óvodai környezet tűzvédelmét befolyásoló tényezők szerepét feldolgozó külföldi és hazai irodalmi források.

Empirikus vizsgálat és annak létesítési vonatkozásai

A tesztkörnyezetként választott vidéki kisváros négycsoportos óvodájának átalakításához kötődő eljárási folyamat fő elemeiben a megszokott eljárásrend alapvetéseire támaszkodott, amely átfogó képet adott az eljárásban érintett valamennyi tényezőről. A szabályrendszer érvényesítése keretein belül megfogalmazódó követelmények és a tapasztaltak korrelációja a következőképpen alakult. Az eredetileg két, különálló épületből álló óvoda épületeit egy folyosóval összekötötték. A létesítéskor a kisebb épület szolgálati lakásként került létrehozásra és a nagyobb épület látta el az óvodai funkciót. A szolgálati lakásból csoportszobát, öltözőt, mosdót, folyosót és kazánházat alakítottak ki, majd ezeket építményszerkezetekkel körülhatárolt összekötő folyosóval kötötték össze a főépülettel. Ezeknek az átalakításoknak a tűzvédelmi megfelelőségét a hatóság felé nem igazolták. A dilemmákat kiváltó, egyeztetések nélküli átalakítás a hatályos OTSZ (Országos Tűzvédelmi Szabályzat) előírásainak mérlegelése nélkül történt. Az új helyiség kialakításával az épület tűzszakasz-alapterülete 500 m² fölé növekedett, tűzterjedés elleni védelemmel nem lett ellátva, továbbá a felhasznált építményszerkezet tűzvédelmi osztálya, illetve tűzállósági teljesítménye sem került igazolásra teljeskörűen, amely így az eljárásban is kiesett a hatóság látóköréből.

¹ TUÉ: építésügyi tűzvédelmi tervező

A későbbiekben az óvoda vezetése tűzvédelmi tervezővel elkészített tűzvédelmi szakvéleménnyel igazolta a létesített összekötő folyosónak és a szolgálati lakásból kialakított csoportszobának a vonatkozó tűzvédelmi előírások szerinti megfeleltetését. Mivel az épület alapterülete 500 m² fölé növekedett, így a tűzvédelmi tervező részéről azonnal felvetődött, hogy tűzjelző berendezés létesítése szükséges,² azonban ezt az eljáró szerv részéről ez esetben indokolatlannak vélték.

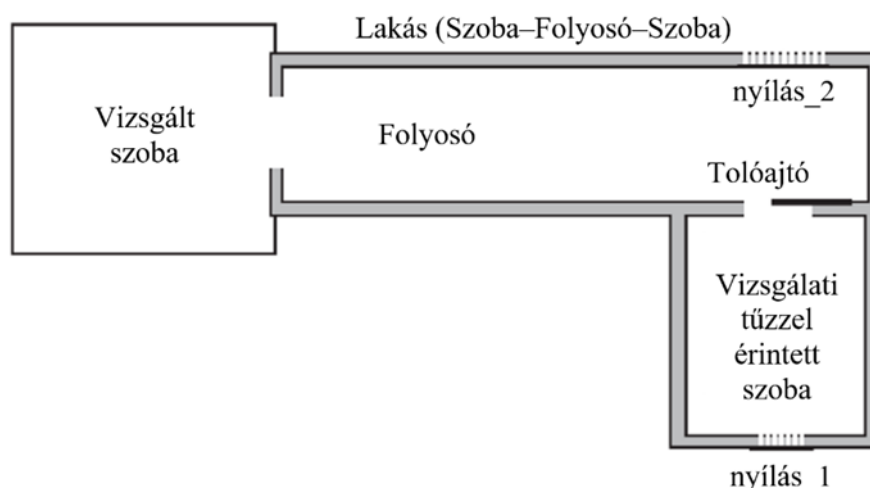
Szakirodalmi háttér

A szakirodalmi elemzés eredménye bázispontnak tekinthető a külföldi és hazai tűzvédelmi tervezési módszerek összehasonlításában. Ez lehetőséget biztosít arra is, hogy szakági viszonyokat helyezhessünk el a tűzvédelem tágabb nemzetközi dimenzióiban. Elengedhetetlen láttatni, hogyan illeszkednek más országok gyakorlatába a preskriptív szabályok és azok alkalmazhatósága a mérnöki módszerek viszonylatában. Ezen keresztül képet kapunk, hol tart a TAT a tűzvédelemben. A szakirodalom feldolgozása során azt tapasztaljuk, hogy a tűzvédelmi tervezés egyik stratégiai irányaként jelen van a TAT.

A leíró szabályok és bizonyos paraméterek alapján hasonló esetekre meghatározott, előíró tűzállósági teljesítményjellemzők helyett úgynevezett helyzetelemzések végezhetők. Egy-egy épület tervezésekor különböző – helyzetelemzésekkel levezethető – tűzeseti scénáriókra lehet próbaterveket készíteni. Majd a különböző tűzvédelmi stratégiák szerint kidolgozott rendszertervezési alternatívák és az azokhoz tartozó kockázatértékelések alapján tudjuk ütköztetni a számszerűsített, maradék kockázatot. Rosenbaum (2004) szerint a legfőbb különbséget a preskriptív előírások szerint tervezett rendszerrel való összehasonlítás lesz képes megmutatni.

Külföldi irodalom feldolgozott témakörei

Campbell (2017) tanulmányában az Amerikai Egyesült Államok oktatási-nevelési intézményeiben bekövetkezett, építményszerkezeteket érintő tűzeseti statisztikákat elemezte, amely az általunk vizsgált esettel bizonyos analógiát mutat, ezt vázoltuk az 1. sz. ábrán.



1. sz. ábra: A kísérleti helyiségek kapcsolata

Forrás: Purser 2002, pp. 352.

A beszámolót a Nemzeti Tűzvédelmi Szövetség (NFPA) tette közzé *Structure Fires in Educational Properties* címmel. Az adatok alapján látható, hogy az Egyesült Államokban 2011 és 2015 között az oktatási és nevelési intézményeket érintő, évenkénti 3430 épülettűzből 200 db óvodai tüzeset volt, amely az összes esetnek 6%-a. Másként megfogalmazva: a vizsgált időszak éves átlagában az oktatási és nevelési intézményeket érintő tüzesetből minden 17. valamely óvodában következett

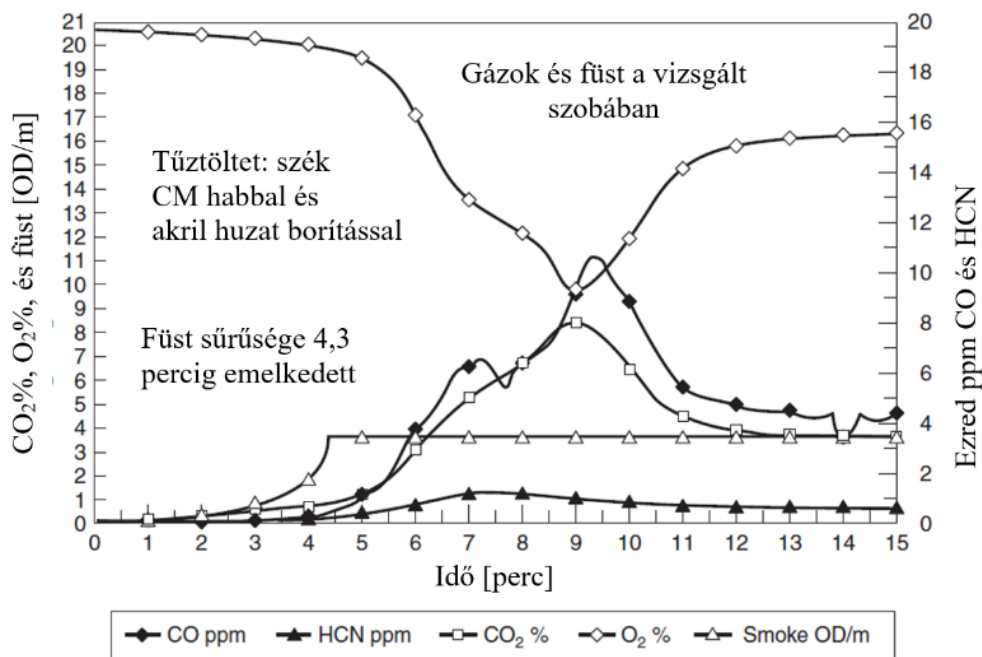
be. Az épülettűzek 38%-a a főzőberendezéseket érintette, továbbá ezen esetek a civilek sérüléseinek 14%-át, a közvetlen anyagi károk 3%-át okozták. A vizsgált óvodában az összekötő folyosó mérete és a csoportszoba elszigeteltsége összefüggést mutat a kismértékű tűz növekedésének veszélyeivel. Az *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering* harmadik kiadásában található az a tudományosan megalapozott és valós méretű tüztesztek mérési eredményeit bemutató fejezet, amely

pontjához tartozó 14. mellékletben foglalt táblázat alapján tűzjelző berendezés létesítése előírás.”

² „Az épületben az 54/2014. (XII.5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról 154. § (1) bekezdés a)

a kismértékű tűz növekedésének veszélyeivel foglalkozik (Purser et al. 2002). A szerző tanulmányában a zárt helyiségben keletkezett tüzek veszélyessége szempontjából bemutatja, hogy bár az oxigénvezérelt tűzfejlődés során a parázsló vagy a lángoló tűz gyorsan képes 14% alá csökkenteni a rendelkezésre álló oxigént, de ezzel párhuzamosan rendkívül jelentős mértékű lesz a mérgező füstgázok fejlődése. A 2. sz. ábra a mérgező füstgázok fejlődésének mértékét mutatja be az idő

függvényében. Azzal, hogy az oxigénkoncentráció lecsökken egy perc múlva, az égés is tökéletlenné válik és így sűrű, szénben gazdag füstöt fog termelni szén-monoxiddal és további mérgező gázokkal. Mindezek után a helyiség oxigénkoncentrációjának csökkenése önmagában halálos mértékű lehet. Az ilyen kis tüzeknél is rendkívül jelentős a tűzjellemzők korai érzékelése és tűzjelzése, ugyanis ez nagymértékben növelheti a menekülés valószínűségét és ezáltal a túlélés esélyét.



2. sz. ábra: A szén-monoxid, szénhidrogén, szén-dioxid, oxigén és füst koncentrációjának változása az idő függvényében

Forrás: Purser 2002, pp. 353.

Chia (2021) Szingapúr tervezési előírásait mutatja be. Az óvodások biztonságát az építészet egyéb szempontjaival egyenrangúként említi, hasonlóan a belső és külső terek funkcionális és esztétikai szempontjaihoz. Az óvodatervezés egyik fő tényezőjének tartják, hogy a gyermekek ellátására szolgáló terek nagyságának méretezése is a gyermekek biztonságát szolgálja. A biztonsági rendszerek és berendezések széles skáláját kötelező telepíteni mind az iskolákban, mind pedig az óvodákban. Különösen igaz ez az aktív tűzvédelmi rendszerekre. Szingapúrban a tűzvédelem tervezésében a helyigény ugyanolyan fontosságú, mint az aktív és passzív rendszerek, ill. a kiürítés. Kötelező szabály, hogy óvodai csoportszoba csak közvetlenül a szabadterbe vezető nyílászáróval, azaz a földszinten létesíthető. Az óvodai biztonság másik alapelve a létesítmény fajlagos helyigénye, amelynek személyenként legalább 20 négyzetméternek kell lennie. Az óvodások egy része – mintegy 30%-a – az ebéd után következő, úgynevezett alattási időszakban az

óvónői tapasztalatok szerint csak nagyon nehezen ébreszthető. Ha csak egy is van a csoportban a gyermekek közül, egy menekítési helyzetben ők egyedül lekötnék egy felnőttet. McConnel–Leeming–Dwyer (1996) tanulmánya rámutat, hogy az 5 évesnél fiatalabb kisgyermekek tüzeseti halálozási valószínűsége közel 250 %-os az egyéb korcsoportokhoz képest. A *Kid Safe* elnevezésű kutatási program során tíz óvodában 443 főnyi 3–5 éves korú gyermeket vontak be a vizsgálatba. Hat óvodában a gyerekek 18 héten keresztül kaptak tűzvédelmi felkészítést. Négy másik központban a gyermekek egyelőre nem kaptak felkészítést, ők alkották a kontrollcsoportot. A vizsgálat kezdetén mind a tíz óvodában bemeneti mérést végeztek a tűzvédelmi ismeretekről a bevont óvodások körében, majd a felkészítést követően ugyanazt a tesztet ismételték meg minden gyermeknél. Valamennyi érintett – 3, 4 és 5 éves – korcsoportban a felkészítésbe bevont gyermekek szignifikánsan nagyobb tudásgyarapodást mutattak a bemeneti méréshez képest, mint a kontrollcsoportéhoz

tartozó óvodások. Az előzetes várakozásokkal ellentétben a 3 évesek korcsoportjában következett be a legnagyobb mértékű ismeretnövekedés. Álláspontunk szerint e kutatási eredmények is közvetlenül rámutatnak arra, hogy az óvodáskorú gyermekek tűzvédelmi felkészítése kiemelten fontos az óvodai tűzvédelem szervezése során. A fenti kutatók tudományos eredménye arra is felhívja a figyelmet, hogy a menekülési képességek fejlesztése már óvodás korban a korosztályhoz igazodó módszertan segítségével készságszintre fejleszthető.

Kholshevnikov–Samoshin–Parfenenko (2023) az óvodás és iskolás gyermekek intézményeinek kiürítési gyakorlatait vizsgálták. A kutatók – a kérdőíves kikérdeztől az esettanulmányokon át a videóanalízisig – a tudományos adatgyűjtő módszerek széles palettáját vonultatták fel annak érdekében, hogy a valósághoz a lehető legközelebb eső eredményekhez jussanak. Munkájukban feltárták, hogy részben a nagy, esetenként tömeges létszám, részben a menekítő személyek tűzvédelmi szempontból való gyenge felkészültségének együttese okozza jellemzően azt, hogy az óvodás- és iskoláskorú gyermekek halálos áldozatokká válnak a különféle tüzesetekben. A tanulmányból kiderült, hogy a vizsgált intézményekben a kiürítéshez rendelkezésre álló időnek akár 90%-át is elvesztegethetik még a valódi kiürítés megkezdése előtt. A válaszadók 66,9%-a szerint ennek az az oka, hogy a tűz esetén meghozandó intézkedések nem a jogszabályokban meghatározottak szerint történnek. Megállapították továbbá, hogy a 3 és 5 év közötti gyermekeknek jellemzően alacsony a mozgási sebességük a lépcsőházban. A sebesség növelésére a kutatók egyrészt a korlátok használatát, másrészt a „kéz a kézben járás” találták megfelelőnek. Ehhez kapcsolódóan arra is javaslatot tettek, hogy a kialakult mozgásminták alapján valósuljon meg a lépcsőházak tervezése ezekben az intézményekben. Hipotéziseik ellenőrzésére egy sor további tesztet végeztek el, és elemezték a kísérleti kiürítésekről készült videofelvételeket. Elemzéseikből azt a következtetést vonták le, hogy a kiürítést, menekítést végző felnőttek konkrét intézkedési eljárásai határozzák meg a legmarkánsabban a kiürítés kezdő időpontját, így annak teljes idejét is. Azon helyiségeken belül azonban, ahol az óvodások kezdetben tartózkodnak, nem voltak külön szakaszai a gyermekek mozgásának. Ennek az volt az oka, hogy a kijárat felé történő elindulás után a gyerekek megálltak és utasításra vártak.

Hazai irodalom feldolgozott témakörei

Takács (2021) előadásában az építményszerkezetek tűzvédelmi jellemzőinek igazolásával foglalkozott. A hazánkban előírt szabályozás tartalmazza a tűzvédelmi osztályra és a tűzállósági teljesítményre vonatkozó

követelményt is. Ezért szükséges az építményszerkezetek e két, tűzvédelmi jellemzőjét is figyelembe vennünk a tűzvédelmi tervek készítése vagy a tűzvédelmi helyzet értékelése során. Egy meglévő építmény esetén az átalakítás körének és mértékének figyelembevételével a létesítéskor alkalmazott szabályokat is ismernünk kell, ugyanis azok alapján tudjuk meghatározni az építmény egyes részeire vonatkozó követelményszintet. A biztonság javára a szigorúbb követelmény irányába mindig eltérhetünk. Ha tervezéskor mérnöki módszereket is használunk, akkor igazolni kell a minimumkövetelmények teljesülését. A tervezés során a tűzhatás irányát is figyelembe kell venni, mivel az építési termékek, építési készletek tűzvédelmi jellemzőinek meghatározására szolgáló vizsgálati szabványok szerinti vizsgálatok alkalmával is a valós tűzhatást modellezve kerül kiválasztásra a tűzhatás helye. E szerint a tűzvédelmi mérnöki tervezés során egyfajta biztonságot nyújt az előíró szabályozás. Ugyanakkor elhomályosíthatja a meghatározottakon túli kockázatok felmérése a tűzvédelmi tervezők szemléletét. Péter András (2020) a mérnöki módszerek lehetőségét mutatja be a Belügyi szemle 2020/8-as számában. Megfogalmazza, hogy a tűzvédelmi tervezés során az egyik lehetséges eszköz a tételes, előíró szabályozás alkalmazása, másik út pedig maga a mérnöki módszer. A preskriptív szabályozás használata során a szabályozók konkrétan megmondják, mely esetben, milyen tűzvédelmi paraméterekkel kell kialakítani a tervezett épületet. Péter jellemző példának említi a tüztávolság meghatározásának ezt az előíró szabályozás szerinti módszerét, ahol az OTSZ táblázatából ki kell keresni, hogy az adott kockázati osztályba tartozó épületek között hány méteres tüztávolságot kell tartani. De hasonlóan szemléletes példaként mutatja be a hő- és füstelvezetés méretének meghatározását bizonyos esetekben, ahol az alapterület 1, 3 vagy 5%-át kell alapul venni. E módszer eszközei fellelhetők a jogszabályokban, szabványokban és irányelvekben. Ezen módszernek a szerző szerint az az előnye, hogy kisebb szakértelemmel és gyorsan végezhető, nagy biztonságot eredményező, tervezési jellegű tevékenység. Megjegyzi továbbá, hogy a kialakult szabályozás több évtizedes tapasztalaton alapul ugyan, de nem rugalmas, a felmerülő szokatlan és új problémákat, igényeket nem tudja kezelni. Pédának hozza erre az MSZ 595-ös szabványsorozatot, amely a hatvanas-hetvenes években alakult ki, és jellemzően a panelépületek tervezését, kivitelezését hivatott segíteni.

Érces Gergő doktori értekezésében a tűzvédelmi tervezés komplexitását vizsgálja, valamint azt, hogy az aktív és passzív rendszerek tervezésnél meghatározott információi az épület teljes életciklusa alatt hogyan nyújthatnak visszajelzéseket a tervezők felé (Érces 2019). Munkája szerint ugyanezeket az információkat lesznek

képesek alkalmazni egy esetleges tűz alkalmával a beavatkozó tűzoltók és a tűzvizsgáló szakember is. A tervezést és kivitelezést követő használat során az épület tűzvédelmi helyzetével kapcsolatos tapasztalataik egy úgynevezett tűzvédelmi háló segítségével dinamikusan lesznek képesek a tűzvédelem fejlesztésére, valamint a tűzbiztonság folyamatos és hatékony növelésére egy-egy épület teljes életciklusa alatt.

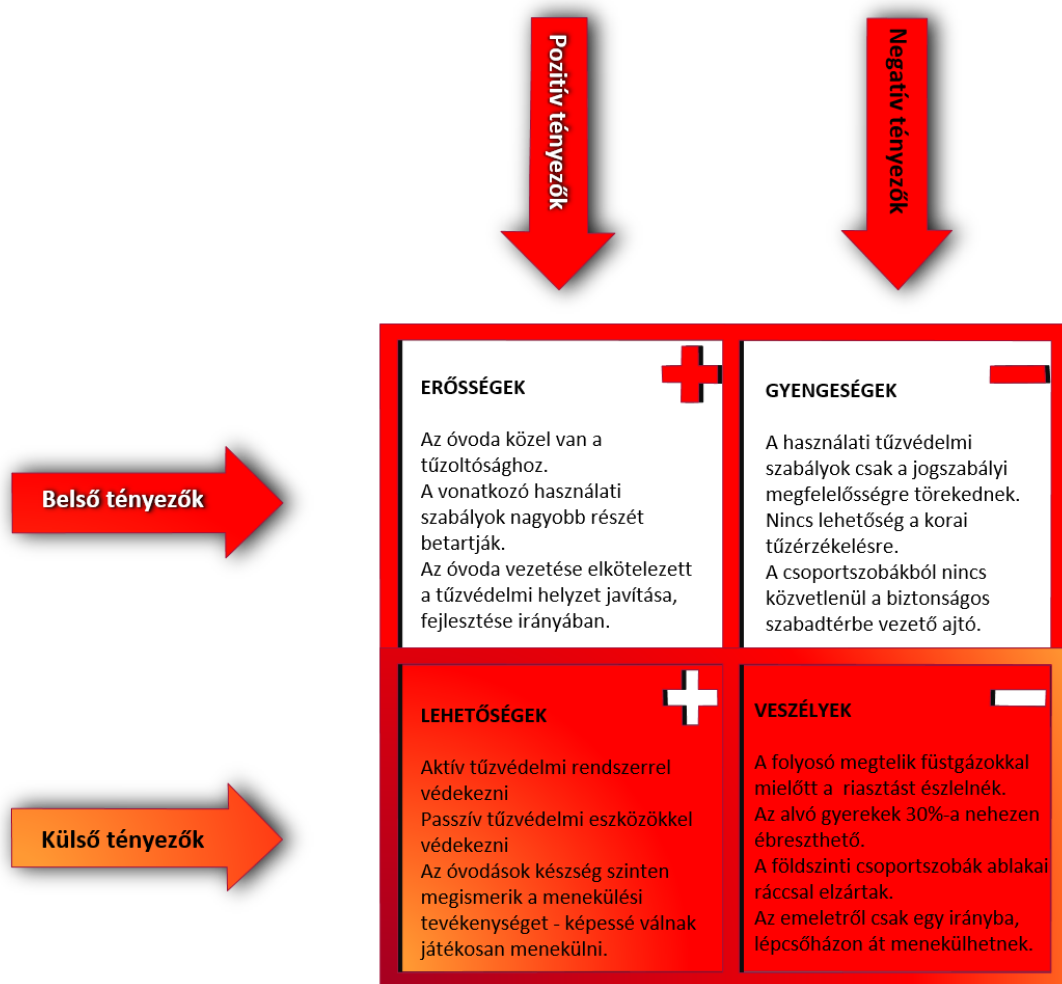
Kockázatértékelés, analízis és tervezés

A TAT-módszer kiválasztásánál az elemzés tűzvédelmi tervezésben elfogadott módját a SWOT-analízis adja. Ez a módszer alapvetőnek tekinthető a külföldi, tudományosan is alátámasztott példák, eljárások hazai gyakorlattal történő összehasonlításában. Ezekből kiindulva háromféle tűzscenário felállítását vettük bázisként, az ezekhez

rendelt kockázatsökkentő intézkedések megfelelőségének értékeléséhez három próbaterv esetén került azonosításra a maradék kockázat. Terjedelemi korlátok miatt a kockázatértékelés metodikájának bemutatása után a próbaterveknél csak egy-egy intézkedés kockázatsökkentő hatását mutatjuk be táblázatos formában.

SWOT-analízis

A következő ábrában bemutatott SWOT-analízis kulcsparamétereinek vizsgálata alapján megállapítható, milyen erősségek révén valósíthatók meg a lehetőségek. Ezeket elemezve megjelölhetjük a TAT próbatervei alapjául kínáló tűzvédelmi megoldásokat. A TAT a kockázatok számszerűsítésével átlátható és szemléletes módon vetíti előre a helyes megoldást, segítve ezzel a tűzbiztonság fejlesztését (3. sz. ábra).



3. sz. ábra: SWOT-analízis

Forrás: Saját szerkesztés

Kockázatértékelés

Értékelésünk szerint az esettanulmányban megállapított tűzkockázatot jelentősen befolyásolja az előíró szabályok merev követése. E kockázat értékelését láthatjuk a következőkben a három tűzscenárióra kivetítve.

A kockázatértékelést megalapozó, előkészítő tűzscenáriók:

- az óvodások altatása alatt keletkező tűz az összekötő folyosón
- a földszinti főzőkonyhában keletkező tűz

- az altatás alatt keletkező tűz a főépület földszintjén, amely az emelet egyetlen kiürítési útvonalát, a lépcsőházat árasztja el füsttel.

A kockázatelemzésénél a létfontosságú infrastruktúrák esetén alkalmazott módszert vettük alapul. Ennek megfelelően állíthatók elő az egyszerűsített kockázatértékelés elvégzéséhez szükséges „valószínűség”, „hatás” és „kitettség” kockázati alkotóelemekhez tartozó skálaértékek (1-5. sz. táblázatok).

Valószínűség értéke	A vizsgált tűzscenárióban a veszély bekövetkezésének valószínűsége
1	bekövetkezése szinte kizárt
2	bekövetkezése nem zárható ki
3	bekövetkezésének esélye 50%-os
4	bekövetkezése nagyon valószínű
5	bekövetkezése szinte biztos

1. sz. táblázat: A veszély bekövetkezésének valószínűsége és értéke

Forrás: Saját szerkesztés

A hatás skálaértékei	A hatás skálaértékeihez tartozó súlyossági fok leírása
1. elhanyagolható	- a keletkező tűz miatt nem következik be tűzterjedés - a lokális tűz oxigénvezérelt - nincs érzékelhető tűzterhelés - a tüzet észlelő tűzlármával el tudja indítani a kiürítést - személyi sérülés nincs - vagyoni kár nem mérhető
2. alacsony	- alacsony szintű negatív hatása van az óvoda működésére (1 napon túl, de 5 napot meg nem haladva oldható meg) - a keletkező tűz miatt a tűzterjedés egy helyiségen belül marad - a tüzet észlelő tűzlármával el tudja indítani a kiürítést - személyi sérülés nincs - az okozott kár kismértékű hatással van az óvodai működésre - a vagyoni kár mértéke az üzemeltető éves költségvetésének 1%-át nem éri el
3. közepes	- negatív hatása van az óvoda működésére (5 napon túl oldható meg) - a keletkező tűz terjedése több helyiséget érint - a kiürítés végrehajtható az emeletről is és az összekötő folyosó felé is - könnyebb személyi sérülés vagy kisebb füstmérgezés tapasztalható - a vagyoni kár mértéke az üzemeltető éves költségvetésének 5–15%-a

4. magas	- negatív hatása van az óvoda működésére (60 napon túl oldható meg) - a keletkező tűz több szintet érintve terjed korai tűzjelzés nélkül - a kiürítés nem hajtható végre a füstterjedés miatt az emeletről vagy az összekötő folyosó felé, a menekítést a beavatkozó egységeknek kell elvégezniük - személyi sérülés vagy súlyos füstmérgezés tapasztalható - a vagyoni kár mértéke az üzemeltető éves költségvetésének 15–25%-a
5. katasztrofális	- negatív hatása van az óvoda működésére (fél évet meghaladó időtartamú) - a keletkező tűz több szintet érintve terjed korai tűzjelzés nélkül - a kiürítés nem hajtható végre a füstterjedés miatt az emeletről vagy az összekötő folyosó felé, a menekítést a beavatkozó egységeknek kell elvégezniük - súlyos személyi sérülés vagy súlyos füstmérgezés tapasztalható - a vagyoni kár mértéke meghaladja az üzemeltető éves költségvetésének 25%-át

2. sz. táblázat: A hatás skálázása okozatokkal

Forrás: Saját szerkesztés

Kitettség skálaértékei	Kitettség a tűzvédelmi képességek szerint
0	Aktív és passzív tűzvédelmi rendszerekkel történik a védekezés, az óvodások készség szinten megtanulták a menekülési tevékenységet – játékosan, egymást segítve képesek menekülni (részt venni a kiürítésben).
1	Passzív vagy aktív tűzvédelmi eszközökkel történik a védekezés, az óvodások jártasság szinten ismerik a menekülési tevékenységet – játékosan, segítséggel képesek menekülni (részt venni a kiürítésben).
2	A jelenlegi állapot – nincs sem új passzív, sem aktív tűzvédelmi eszköz, az óvodások még ismeret szintű tudással sem rendelkeznek a menekülési tevékenységre vonatkozólag – játékosan sem képesek menekülni (részt venni a kiürítésben).

3. sz. táblázat: A kitettség skálázása a tűzvédelmi képességek szerint

Forrás: Saját szerkesztés

Kockázati értékek besorolása	
20-25	azonnali beavatkozást, megelőző védelmi intézkedést igénylő kockázat
15-19	megelőző védelmi intézkedést igénylő kockázat
10-14	intézkedést igénylő kockázat
5-9	tervezett, későbbi intézkedést igénylő kockázat
1-4	elhanyagolható kockázat

4. sz. táblázat: A kockázatokhoz rendelt színek kódok és értelmezésük

Forrás: Haubert 2003 nyomán a szerzők

Az aktuális állapotok mellett elvégzett értékelés alapján az 5. táblázatban szerepeltetett kockázatok a hatás és kitettség összegét a valószínűséggel kombinálva

adódtak, amelyekhez a tűzbiztonság tekintetében legkritikusabb helyzetet³ feltételező körülmények társulnak.

Kockázat	Valószínűség	Hatás	Kitettség	Jelenlegi kockázat
Altatás alatt keletkező tűz az összekötő folyosón	2	3	2	10
Főépület földszintjén a főzőkonyhában keletkező tűz	2	4	2	12
Altatás alatt keletkező tűz a főépület földszintjén, amely az emelet egyetlen kiürítési útvonalát, a lépcsőházat árasztja el füsttel	2	4	2	12

5. sz. táblázat: Számszerűsített kockázati értékek a jelenlegi tűzvédelmi helyzetben

Forrás: Saját szerkesztés

Kockázatkezelés a próbatervekkel

Az előző táblázat alapján látszik, hogy mind a három tűzscenário esetében intézkedést igénylő a kockázat mértéke. A TAT-módszerhez igazodva a kockázatok csökkentése érdekében tett javaslatok egyaránt támaszkodnak aktív és passzív tűzvédelmi megoldásokra. Az új próbatervek szerinti kockázateértékeléssel került meghatározásra a kockázatsökkentés mértéke. Ezek a próbatervek a következők lettek:

- közvetlenül a biztonságos szabad térbe nyíló ajtók tervezése a földszinti csoportszobákra
- füstszakaszhatár tervezése az összekötő folyosó főépület felőli oldalán
- beépített tűzjelző rendszer tervezése (teljes védelem).

Ha a kitettség táblázatban megjelöltek szerint passzív vagy aktív tűzvédelmi megoldással védekezünk, akkor a kockázat értéke mind a három próbaterv esetén lecsökkenthető a tervezett, későbbi intézkedést igénylő mértékre a jelenlegi intézkedést igénylő szintre.

³ Altatási időben, a tűz keletkezése és a tűzlárma között eltelt idő több mint 3 percre tehető.

Az összekötő folyosó füsttel való telítettségét a kiürítési időn belül az előzőekben felsorolt passzív és

aktív tűzvédelmi megoldásokkal lehet csökkenteni, mérsékelni, kizárni (6. sz. táblázat):

Kockázat	Valószínűség	Hatás	Kitettség	Próbatervek szerinti kockázatkezelő intézkedések	Maradék kockázat	Kockázat-csökkenés értéke
Altatás alatt keletkező tűz az összekötő folyosón	2	3	I	Beépített tűzjelző rendszer telepítése vagy a biztonságos, szabad térbe vezető ajtók a csoportszobákból	8	2
Főépület földszintjén a főzőkonyhában keletkező tűz	2	3	I	Beépített tűzjelző rendszer telepítése vagy a biztonságos, szabad térbe vezető ajtók a csoportszobákból	8	4
Altatás alatt keletkező tűz a főépület földszintjén, amely az emelet egyetlen kiürítési útvonalát a lépcsőházat árasztja el füsttel	2	3	I	Beépített tűzjelző rendszer telepítése	8	4

6. sz. táblázat: A tűzvédelmi helyzet javításának lehetősége számszerűsítve a kockázatok csökkentésének mértékével

Forrás: Saját szerkesztés

Összegzés

Az itt bemutatott elemzés rávilágít arra, hogy ha a biztonságstudomány részeként fejleszthetőnek tekintjük a tűzvédelmi tervezést, milyen mérnöki módszerek kínálnak eszköztárunk bővítésére. A közeljövőben várhatóan a tervezési folyamataink támogatására is egyre több integrált rendszert tudunk majd igénybe venni. Ahogyan a BIM (Building Information Modelling) használatát bizonyos beruházásoknál már napjainkban is előírás szabályozza, ugyanilyen gyorsasággal fog megjelenni a mesterséges intelligenciával támogatott tervezés. Ugyanakkor nem törhetünk pálcát a preskriptív szabályozás felett sem, hiszen szerte a világban sok példa mutatja, hogy jobb híján azt nélkülözve sorra következnek be a tragédiák.

Ellenben fontos, hogy a tűzvédelmi tervezésben lehetőség szerint megmérjük a maradék kockázatot.

A hazai szabályozás fejlődését jelenthetné, ha például a kritériumrendszer felállításában az itt bemutatottakat is beépítenénk, különösen annak minél inkább mérhetővé tételével. Véleményünk szerint a tűzvédelmi tervezés is akkor észszerű, ha mérhető.

Irodalomjegyzék

- Bojtos, Z. (2023) *Egy négy csoportos óvoda megváltozott tűzvédelmi helyzetének analízise és korszerű aktív és passzív tűzvédelmi megoldások mérnöki tervezése.* Budapest, Óbudai Egyetem – Ybl Miklós Építéstudományi Kar Szakdolgozat. pp. 25–26.
- Campbell, R. (2017) *Structure Fires in Educational Properties.* Amerikai Egyesült Államok, National Fire Protection Association. pp. 6.
- Chia, K. (2021) *Childcare Renovation.* <https://www.childcarerenovation.com/kindergarten-safety-for-fire-safety/>. [Letöltve: 2021.06.30.].
- Érces, G. (2019) *Az építmények tűzvédelmi fejlesztésének lehetőségei a komplex tűzvédelem elemei valós egymásra hatásának mérnöki módszerekkel történő elemzésével.* Budapest, Doktori (Phd) értekezés. pp. 223.
- Haubert, G. (2003) *A munkahelyi kockázatértékelés és kezelés gyakorlati kézikönyve.* II. javított, bővített kiadás, Munkavédelmi Kutatási Közalapítvány, Budapest, ISBN 9630098784. pp. 31.
- Kholshevnikov, V. V.–Samoshin, D. A.–Parfenenko, A. P. (2023) *Pre-school and school children building evacuation.* fireevacuation.ru. http://www.fireevacuation.ru/Archive_En/HBF_09.pdf. [Letöltve: 2023.05.03.].
- McConnell, C. F.–Leeming, F. C.–Dwyer, W. O. (1996) *Evaluation of a fire-safety training program for preschool children.* hely nélkül. : John Wiley & Sons, Inc. *Journal of Community Psychology*, pp. 213–227. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6629\(199607\)24:3<213::AID-JCOP3>3.0.CO;2-Y](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6629(199607)24:3<213::AID-JCOP3>3.0.CO;2-Y)
- Péter, A. (2020) *Mérnöki módszerek a tűzvédelem tervezésében.* Budapest, Belügyi Szemle, pp. 125. DOI: <https://doi.org/10.38146/BSZ.2020.8.8>
- Purser, D. (ed.) (2002) *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering.* Quincy. Massachusetts, National Fire Protection Association. pp.354.
- Rosenbaum, E. (ed.) (2004) *Code Official's Guide to.* Bethesda, Society of Fire Protection Engineers. pp. 123.
- Takács, L. G. (2021) *Építményszerkezetek tűzvédelmi osztálya és tűzállósági határértéke.* Budapest, Óbudai Egyetem – Ybl Miklós Építéstudományi Kar előadás tűzvédelmi szakmérnök hallgatóknak.