

# **PhD értekezés**

**Érces Gergő t. őrnagy**

**NEMZETI KOZSZOLGALATI EGYETEM  
KATONAI MŰSZAKI DOKTORI ISKOLA**



**Érces Gergő t. őrnagy**

**Az építmények tűzvédelemi fejlesztésének  
lehetőségei a komplex tűzvédelem elemei valós  
egymásra hatásának mérnöki módszerekkel  
történő elemzésével**

Doktori (PhD) értekezés

**Témavezető:**

.....  
**Dr. Bérczi László t. dandártábornok, PhD.**

**BUDAPEST, 2019**

## TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS .....	6
A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA.....	9
KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK.....	13
KUTATÁSI HIPOTÉZISEK.....	14
KUTATÁSI MÓDSZEREK.....	15
RELEVÁNS SZAKIRODALOM ÁTTEKINTÉSE.....	18
AZ ÉRTEKEZÉS FELÉPÍTÉSE.....	27
1. AZ ÉPÜLETEK TELJES ÉLETCIKLUSÁT LEFEDŐ, KOMPLEX TŰZVÉDELEMI KONCEPCIÓ KIALAKÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI.....	32
1.1. Életciklus elemzés (LCA) .....	33
1.2. Adott épület teljes életciklusának fő határpontjai és a hozzárendelt tűzvédelmi szereplők .....	37
1.3. Tűzvédelmi LCA .....	39
1.3.1. Anomáliák.....	40
1.3.2. Megoldási opció.....	41
1.4. Tűzvédelem szereplői .....	41
1.5. Komplex tűzvédelem .....	43
1.6. Épület – ember – tűz.....	46
1.6.1. Kritikus szélsőértékek .....	49
1.6.2. Kritikus időintervallumok és fázisok .....	50
1.7. Tűzvédelmi koncepció .....	54
1.8. A tűzvédelmi helyzet egyensúlya.....	56
1.8.1. A tűzvédelmi helyzet egyensúlyának stabilitás vesztese .....	57
1.8.2. A tűzvédelmi helyzet egyensúlyának állapotai.....	58
1.8.3. Az egyensúlyi tényezők szélső értékei.....	60
1.9. Az aktív és passzív tűzvédelmi rendszerek.....	62
1.9.1. Az aktív és passzív tényezők mátrixa .....	65
1.10. Az aktívan alkalmazott passzív tűzvédelem .....	69
1.11. Az első fejezet eredményeinek összefoglalása, az elvégzett vizsgálat tömör leírása, részkövetkeztetések.....	73
2. AZ ÉPÜLETINFORMÁCIÓS MODELLEZÉSESEN ALAPULÓ, INNOVATÍV MÉRNÖKI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI, MÓDSZEREI, ESZKÖZRENDSZERE.....	74
2.1. Tűzvédelmi mérnöki módszerek helyzete.....	75
2.1.1. Innovatív mérnöki módszerekben rejlő lehetőségek.....	78

2.2. A tűzvédelmi háló elve .....	78
2.2.1. Komplex tűzvédelem elve .....	80
2.3. Innovatív mérnöki módszer kísérlete.....	81
2.3.1. Használat orientált tervezés .....	83
2.3.2. Innovatív mérnöki tervezési metodika .....	84
2.4. Épületinformációs modellezés .....	85
2.4.1. BIM .....	85
2.4.2. BIM dimenziók .....	86
2.4.3. BIM rendszer .....	88
2.4.4. A tűzvédelmi BIM.....	90
2.5. Kísérleti épület modell.....	91
2.5.1. Módszerek összehasonlítása .....	93
2.5.2. Az innovatív tűzvédelmi mérnöki módszer BIM alapja .....	97
2.6. Összetett kísérlet sorozat az innovatív mérnöki módszerrel kapcsolatban .....	99
2.6.1. Első fázis.....	99
2.6.2. Második fázis .....	99
2.6.3. Harmadik fázis .....	100
2.6.4. Kiürítés gyakorlat.....	102
2.6.5. Felvetés.....	103
2.6.6. Negyedik fázis .....	104
2.6.7. Kérdőíves kvalitatív módszer .....	105
2.6.8. Ötödik fázis.....	108
2.6.9. Összefüggés vizsgálat.....	110
2.7. SWOT analízis .....	113
2.8. A fejezet eredményeinek összefoglalása, az elvégzett vizsgálat tömör leírása, részkövetkeztetések .....	114
<b>3. A TŰZVÉDELMI HÁLÓ FELÉPÍTÉSE AZ OKOS ÉPÜLETEKBEN, ÉS KITERJESZTÉSI LEHETŐSÉGEI AZ OKOS VÁROSOKRA.....</b>	<b>116</b>
3.1. Tűzvédelmi háló alapja.....	117
3.2. Európai Digitális Menetrend .....	118
3.2.1. Digitális Magyarország .....	118
3.2.2. Digitális állam.....	120
3.2.3. E-közigazgatás és a Katasztrófavédelem.....	120
3.3. Katasztrófavédelem hatósági-, szakhatósági tevékenysége .....	121
3.3.1. A katasztrófavédelem és a BIM.....	125
3.4. A tűzvédelmi háló felépítése .....	126

3.4.1. Okos tűzvédelem az okos épületekben.....	128
3.4.2. Digitális tűzoltó.....	128
3.4.3. Ellenőrzési lehetőség.....	130
3.5. Komplex tűzvédelem a komplex tűzvédelmi hálóban.....	130
3.5.1. Okos város és a katasztrófavédelem.....	131
3.5.2. Okos életkörülmények biztonsága a katasztrófavédelem által .....	133
3.5.3. Okos város fejlesztési modell és monitoring rendszer .....	134
3.5.4. Okos katasztrófavédelem az okos város struktúrában.....	135
3.5.5. Okos katasztrófavédelem és a közösségi háló .....	137
3.6. Tűzvédelmi mérnök képzés.....	138
3.7. Komplex tűzvédelem a tűzvédelmi hálóban .....	140
3.8. A fejezet eredményeinek összefoglalása, az elvégzett vizsgálat tömör leírása, részkövetkeztetések .....	142
ÖSSZEGZÉS .....	144
ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK .....	144
ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK .....	149
IX. AZ ÉRTEKEZÉS AJÁNLÁSAI.....	150
X. A KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA .....	151
HIVATKOZOTT IRODALOM.....	152
A TÉMAKÖRBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM .....	161
MELLÉKLETEK .....	164
1. A témához kapcsolódó jogszabályok, műszaki irányelvek és belső szabályozó eszközök jegyzéke.....	165
2. Alkalmazott rövidítések jegyzéke .....	167
3. Fogalomjegyzék .....	169
4. Ábrák, táblázatok és diagramok jegyzéke .....	175
5. Kísérleti terv tűzvédelmi műszaki leírása és tervlapok .....	178
6. Kiürítési gyakorlat mérési jegyzőkönyv minta .....	199
7. Kérdőív a tűzvédelmi szempontú kiürítés tudományos kutatásával kapcsolatban.....	200
8. Kiértékelt kérdőív a tűzvédelmi szempontú kiürítés tudományos kutatásával kapcsolatban.....	206
9. Számítógépes szimuláció eredményei .....	211
10. Doktori értekezés fő fejezeteinek felépítése: Az értekezés kutatási célkitűzéseinek, hipotéziseinek és tudományos eredményeinek egymásra épülése .....	221

## BEVEZETÉS

Napjainkban a modern, civilizált társadalmak globálisan tekintve épített környezetben élik mindennapjaikat. Épületekben, építményekben, épített szabadterek rendezett összességében, azaz városokban töltik életük jelentős részét. A XXI. század elején a modernizáció folyamatai sajátos kettősséget alakítottak ki a civilizált társadalmakon belül: egyrészt előre mozdultak a különböző államok konvergációi, másrészt a modernizáció nagymértékben hozzájárult a különböző társadalmak differenciálódásához. A modernizáció jelentősége ezekben a folyamatokban ma jelentősebb, mint korábban bármikor volt a történelemben. A siker a mai világban elsődlegesen tudományos, műszaki, gazdasági, politikai, társadalmi és kulturális innovációkra épül, ez válik eszközévé a magasabb termelékenységnek, a nagyobb mértékű fogyasztásnak, továbbá az életminőség javításának. [1]

Az életminőség javításának egyik alappilléret a biztonság adja. Biztonság nélkül nem beszélhetnénk a modernizációban rejlő önrendelkezés folyamatosan magasabb fokra történő fejlődéséről, nem beszélhetnénk általában a civilizált társadalom fejlődéséről. A különböző társadalmak nagymértékű konvergálásából, a jellemzően nagyvárosokban tapasztalható társadalmi integrációból fakadóan a bibliai bábeli kavalkád napjainkban számottevőbb mértéket ölt, mint a múltban bármikor. A biztonság, mint az életminőség egyik tényezője napjainkra a prioritási sorrendben előtérbe került, és az egyik legfontosabb tényezővé vált, amely meghatározza a társadalmaink fejlődésének új irányát.

A XXI. század embere számára a civilizáció jelenlegi fejlődési szakaszában a fent említett biztonság mellett az egészség és a fenntarthatóság kulcsfontosságú igényné lépett elő. Az európai életformánk és életszínvonalunk fenntartása és folyamatos fejlődése érdekében elengedhetetlen e három prioritás sokrétű megvalósítása.

Az általános biztonságot több tényező határozza meg, amelyekkel védeni kívánjuk társadalmunkat, az egyéntől, a kisebb-nagyobb csoportokon át a nagy közösségekig. Ide sorolhatjuk többek között az egészségvédelmet, a vagyonvédelmet, a környezetvédelmet, a honvédelmet, a katasztrófavédelmet, stb. A nagy átfogó halmazokon belül, további csoportokra bontva, napjainkban a katasztrófavédelem feladat- és hatáskörébe tartozik a polgári védelem, a vízvédelem és az iparbiztonság mellett a legnagyobb ide tartozó csoport egység, a tűzvédelem. [2] [3]

A tűzvédelem további alcsoportokra, alegységekre bontható a különböző feladatok specializációja függvényében. Ide tartozó alcsoportok: a tűzmelegelőzés, a tűzoltói beavatkozás

és a tűzvizsgálat hármasszögű egysége. Ennek a három alcsoportnak az egymásra hatása, az együttes függő viszonyban működő relációja képezi a komplex tűzvédelmet, amely a kortárs tűzbiztonság alapját adja meg a hivatásos- és a civil tűzvédelmi szféra területén. [4]

Ha megvizsgáljuk az általános biztonság alap halmazainak metszéseit, úgy megállapítható, hogy a tűzbiztonság kérdése több fő halmazon belül is jelentős részt metsz ki. A tűzbiztonság, vagy éppen annak hiánya, vagy valamilyen kritikus szélsőérték felé tolódása jelentős szerepet tölt be a biztonság alapvető pilléreinél is. Az emberi élet elleni, vagy vagyoni elleni támadás nem egyszer jár a bűncselekményt leplezni kívánó tüzeset lefolyásával, vagy maga a tüzeset a támadás fő eszköze. A természeti- és az épített környezet egyik legpusztítóbb ellensége a tűz. A katasztrófák, pl. a földrengések, az esetek többségében további károkat is okoznak a szeizmikus mozgásból adódó dinamikus elmozdulásokon túl, amelyek jellemzően tüzesetekhez vezetnek. A felbecsülhetetlen értékeket konzerváló műemlékvédelem egyik, hanem a legkritikusabb biztonsági paramétere a tűzbiztonság. Folytathatnám hosszan a sort, de végül és természetesen nem utolsó sorban, valamennyi tényezőnél felmerül az emberi egészségre, az emberi életre gyakorolt káros hatása a tűz különböző komponenseinek, elsősorban hő és füst formájában.

Látható tehát, hogy a katasztrófavédelem talajából kihajtó tűzvédelem gyökérszete milyen mélyen ágazik szerteszét a biztonság különféle talajában. Átszővi a biztonsági háló szinte valamennyi szövetét, így megkerülhetetlen a kortárs védelmi rendszer kialakításában.

Hazánkban 2012-ben megalakult az egységes katasztrófavédelem, amely a biztonság egy új, összetett minőségét hivatott létrehozni és őrizni. Magyarország Alaptörvénye [5] az élet- és vagyonszükséglet védelmét alapvető jogunk és kötelességünknek határozza meg. A 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról (továbbiakban: katasztrófavédelmi tv.) [6] egységes keretet ad a tűzvédelmi szervezet kortárs felépítéséhez. Az 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról (továbbiakban: tűzvédelmi tv.) a keretrendszeren túl definiálja a tűzvédelem hármasszögű egységét, meghatározza a tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági feladatokat, a magánszemélyek, gazdasági társaságok kötelezettségeit, a tűz elleni közös, általános összefogást igénylő védekezés érdekében. [7]

Az épített környezet alakításáról és védelméről szóló 1997. évi LXXVIII. törvény (továbbiakban: építési tv.) [8] a teljes épített környezetünket, mint az életünk meghatározó részét megfelelő és szükséges tűzbiztonság kialakításának kötelezettségével határozza meg. 2018. január 1-je óta a modern közigazgatás keretében az általános közigazgatási rendtartásról

szóló 2016. évi CL. törvény (továbbiakban: ÁKR.) [9] képezi a tűzvédelem hatósági-, szakhatósági eljárásrendjének jogszabályi alapjait, amely a tűzvédelem valamennyi résztvevőjének számára biztosítja az egységes rendet.

Az értekezésben összefoglalt kutatásom mottója a tűzvédelem vonatkozásában Albert Einstein alapgondolatán alapul, amely szerint: *„A világ, amit teremtettünk, a gondolkodásunk eredménye; nem lehet megváltoztatni gondolkodásunk megváltoztatása nélkül.”*

A 2012-es paradigmaváltást követően, abból fakadóan a tűzvédelem, mint a katasztrófavédelem egyik alappillére területén 2015. március 5-én, az 54/2014. (XII. 5.) BM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzat (továbbiakban: OTSZ) [10] hatályba lépésével indult meg a szemléletváltás. A szemléletváltás átfogó módon érintette a tűzvédelem valamennyi szereplőjét, mélységében a teljes tűzvédelmi gondolkodásmódunkat. Az új differenciált szabályozással, azaz keretszabályozásként kialakított OTSZ követelményrendszerével és a megoldásokat, megoldási lehetőségeket dinamikusan kezelő tematikus tűzvédelmi műszaki irányelvek (továbbiakban: TvMI) létrehozásával a legmodernebb műszaki tartalmú szabályozási formát alkották meg. A hatályos OTSZ megelőzte a korát, abban az értelemben, hogy lehetőséget nyújt — a korábbi, szótár jellegű, követelmény-megoldás alapú, zárt és jellemzően rugalmatlan tűzvédelmi szabályozás helyett — korszerű, mérnöki szemléleten alapuló műszaki megoldások egyedi alkalmazására. [11] Az OTSZ teljes spektrumában kezeli a legmodernebb tűzvédelmi igényekre vonatkozó szabályozást, sok esetben megelőzve a kortárs igényekhez tartozó mérnöki módszerek által nyújtott megoldási lehetőségeket is.

Az elmúlt tíz évben, de elsősorban a XXI. század eleji gazdasági világválság vége, a gazdasági stabilitás és ismételt növekedő pályára orientálódás óta a tűzvédelem területén is elterjedt a mérnöki szemléleten alapuló különböző számítógéppel segített tervezés. Ez a tervezési metodika a legkorszerűbb eszközök alkalmazásával a legmodernebb megoldások tárházát sorakoztatja fel, amelynek teret enged, sőt amelyet preferál az OTSZ is. A probléma nem az irányzat kialakulásában rejlik, az természetes fejlődésen megy keresztül a napjainkban zajló technológiai forradalom hatására, hanem az ún. mérnöki módszerek alkalmazásában található. [122]



## A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

A mérnöki módszereknek nevezett eljárások sok esetben nem kezelik összetett módon a komplex tűzvédelmi problémákat, hanem speciálisan célirányos, és szinte minden esetben enyhítő megoldásokra tesznek igazoltnak vélt javaslatokat. [12] A megoldási javaslatok, amelyek jellemzően számítógéppel segített, szimulációs eljárások útján keletkeznek — az általam az elmúlt 5 évben a Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság Hatósági Osztályán vizsgált esetek többségében — a tűzvédelmi koncepcióval párhuzamos, alternatív megoldásokat képeznek, amely hatására nem valósul meg a komplex tűzvédelem. A műszaki megoldások, a közel tíz éves tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági szakterületen szerzett tapasztalataim alapján, az esetek egy jelentős részében nem alapulnak valós tudományos elveken, hanem pusztán számítógépes alkalmazások által nyújtott lehetőségeken, ezért nem szolgálják átfogó módon a tűzvédelmi képességek növelését, a tűz elleni sérülékenység csökkentését, a hosszútávon fenntartható rugalmas tűzbiztonságot.

Bleszity J., és szerző társai szerint a katasztrófavédelmi műszaki kutatásoknak, ebben az értelemben a tűzvédelmi kutatásoknak is, a társadalom katasztrófákkal szembeni - ide értve a tüzeseteket is - ellenálló képességének növelését, a sérülékenységének csökkentését kell szolgálnia. [13]

Kutatásommal a fenti célt kívánom megvalósítani a tűzvédelem területén tapasztalt aktuális fent említett összetett probléma vizsgálatával. A doktori PhD tanulmányaim során, a tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági területen szerzett szakmai tapasztalataim szerint, a fentiekre való tekintettel, a több mint három éves konzekvens kutatásom, elemzéseim alapján három aktuális tudományos probléma témakört azonosítottam:

1. A napjainkban alkalmazott, **korszerű tűzvédelem nem fedi le** teljes mértékben egy-egy **épület teljes életciklusát** a tűz megelőzés – tűzoltás – tűzvizsgálat egymásra hatásainak figyelembe vételével. Nem foglalkozunk módszeresen tűzvédelmi életciklus elemzéssel (Life Cycle Assessment, továbbiakban: LCA), amely következtében **a heterogén tűzvédelem térben és időben széttagolódik**, fehér foltokat képezve a tűzbiztonság területén.

Egy épület tervezési fázisában megalkotott **tűzvédelmi koncepció nem követi konzekvensen az idő alatt dinamikusan változó körülményeket**, sem az emberi, sem a tűz, sem az épület alapvető tényezője szempontjából, amely miatt **instabil tűzvédelmi egyensúlyi helyzet alakulhat ki**. Nem alkotunk az adott épület esetében teljes életciklusra kiterjedő, átfogó tűzvédelmi koncepciót.

A tűzvédelem szereplői a fenti időbeli differenciálódáson túl térben is erősen tagolt módon jelennek meg, változatos összetételben, amely nem fedi minden esetben a szükséges tűzvédelmi igényeket az aktuális életciklus fázisban. A térbeli és időbeli differenciálódás miatt az épület – ember – tűz tűzvédelmi helyzet egyensúlya szempontjából alapvető tényező-hármas valamelyik, vagy több értéke is szélsőérték felé tolódhat, amely következtében tüzeset keletkezhet, mint például a 2014. júliusi Kodály köröndi tüzeset.

A fentiek alapján célszerűnek tartom a tűzvédelem szereplőinek egy térben és időben történő kezelését, a tűzvédelmi helyzet stabil egyensúlyi állapotának felállítását, továbbá egy-egy épület esetében az épület teljes életciklusára kiterjedő, dinamikus tűzvédelmi koncepció kialakítását.

2. A kortárs tűzvédelem szerte a világon alapvetően jogszabályi előírásokon alapul, annak ellenére, hogy legfőbb paraméterei műszaki jellegűek. Napjainkban a hagyományos tűzvédelmi tervezés mellett egyre szélesebb körben **alkalmazunk ún. mérnöki módszereket**, de ezek **nagyrészt számítógéppel segített, szoftveresen támogatott tervezést jelentenek**, amelyek jellemzően **nem kezelik, sőt sok esetben gátolják a komplex tűzvédelem kialakítását**, hosszútávon történő fenntartását. A **mai értelemben vett mérnöki módszerek** egy jelentős része a szakmai tapasztalataim és a vizsgálataim alapján nem komplex megoldásokat nyújtó átfogó tűzvédelmi koncepció részeit képzik, nem feltétlenül tervezési döntéseket készítenek elő, nem használatorientált szemléletet tükröznek, hanem **valamely, OTSZ által támasztott követelménynél kedvezőbb műszaki megoldás megvalósítását készítik elő**. Természetesen a pontosabb, számítógépes szoftverek által kiszámolt eredmények lehetővé tehetik a biztonság javára hajló tűzvédelmi követelmények megoldásaihoz mért műszaki megoldások kedvezőbb kialakítását, de ezt komplex módon kell, hogy tegyék. A komplexitáshoz célszerűnek ítélem, hogy épületinformációs modellezésen alapuló (building information modelling, továbbiakban: BIM) tervezést kell alapul venni, amely napjainkban, nem csak hazánkban, hanem szerte a világon, egyelőre kizárólag nagy léptékű, vagy magyarországi viszonylatban nemzetgazdasági szempontból kiemelt jelentőségű beruházások esetében valósul meg részlegesen. [14]

A fentiek alapján szükségesnek vélem a BIM alapú tervezés tűzvédelmi szakterületre történő adaptálását, az OTSZ szerinti követelményekhez illeszkedő algoritmikus tervezési metodika kidolgozását, továbbá a számítógépes szoftverek által szimulált modellek újszerű, innovatív mérnöki módszerekkel történő megvalósítását, és azok validált, verifikált módon történő integrálását a komplex tűzvédelmi koncepcióba.

3. A tűzvédelemi tervezés, a tűzvédelem hatósági-, szakhatósági eljárásai virtuális térben zajlanak. Az ügyintézés jellemzően elektronikus úton történik, amely a digitális állam keretében, e-közigazgatás formájában megy végbe. Az **eljárások** azonban **statikus elemekből állnak**, és bár **alkalmazzák a technika vívmányait, nem élnek az azokban rejlő lehetőségekkel**. A hatósági-, szakhatósági eljárásokon túl pedig **nem adnak hozzáadott értéket a tűzoltás, és nem csatolnak vissza megállapításokat, információkat a tűzvizsgálat szakterületéről**. A tűzvédelem szereplői csak statikus eredményeket ismernek, amelyek szélsőséges esetben annyifélek is lehetnek, ahány szereplő részt vesz egy folyamatban. Összességében, az **elektronikus rendszerekbe kódolt lehetőségeket nem aknázzák ki a szereplők, sem a civil, sem a hivatásos szféra részéről**. Nem jönnek létre tűzvédelmi szempontból komplex módon okos épületek, amelyek a tűzbiztonság magasabb szintjét képeznék, holott a képesség integrált módon megjelenik az alkalmazásokban. A **PDF, PDF/A fájl formátumok nem alkalmasak a dinamikus változások lekövetésére**, hosszútávon több esetben is tematikus módosításuk szükséges, amely hatósági ellenőrzési tapasztalataim alapján az esetek nagy részében elmarad. A **nyomtatott tűzvédelmi dokumentációk az idők során eltűnnek, elavulnak**, nem fedik a valóságot. Egyik üzemeltető részéről a másikhhoz sok esetben nem, vagy nem teljes mértékben kerülnek tovább. A tűzvédelmi hatósági- szakhatósági adatbázisok a rögzített fájl-, vagy nyomtatott dokumentáció formátum miatt nagyon sok esetben nem naprakészek. A beavatkozó tűzoltó szakterület információi ezáltal tapasztalataim szerint szintén nem naprakészek, továbbá egy tűzvizsgálat eredményei a fentiek miatt nem kapcsolhatók egyértelműen vissza egy-egy konkrét épület tüzesetéhez, hogy információval szolgáljanak egy későbbi hasonló eset elkerülésére. Hosszú évek alatt szerzett tapasztalataim alapján sem a hivatásos, sem a civil **tűzvédelmi szféra szereplői nem rendelkeznek minőség tekintetében megfelelő mértékben és számban a szükséges tűzvédelmi mérnöki kompetenciákkal**.

A fentiek alapján célszerűnek látom a komplex tűzvédelem valamennyi szereplőjének a digitális állam keretében, e-közigazgatás útján történő virtuális térben, valós időben történő integrálását. Ennek elérése érdekében szükséges a BIM alapú, innovatív mérnöki módszerekkel létre hozott dinamikus tűzvédelmi projektek alkalmazásának módszerét kidolgozni, eszközrendszerét meghatározni.

Összegezve tehát, a szakmai tapasztalataim, és több mint három éves kutatásom során a következő összetett tudományos problémát azonosítottam:

A tűzvédelem napjainkban nagyon heterogén a szereplők térben és időben betöltött szerepét tekintve, amely hatására nem megfelelő szintű tűzbiztonság állapítható meg egy-egy épület teljes élelciklusában, különböző helyeken és időpontokban, amely során az épület-ember-tűz hármass tényező valamely szélsőérték felé tolódásával instabil tűzvédelmi helyzet alakul ki, amely végül tüzeset kialakulásához vezet. A fentiek következtében, az építmények vonatkozásában, a komplex tűzvédelem elemeinek egymásra hatása nem valósul meg teljes körűen. Az adott épületre vonatkozó tűzvédelmi koncepciót pedig a mai értelemben vett mérnöki módszerek az esetek többségében csak tovább differenciálják, amely a komplexitás további rovására megy. Az egyre bonyolultabb, egyre okosabb épületek kialakítására sem a hivatásos-, sem a civil tűzvédelmi szféra szereplői nem rendelkeznek minőségi értelemben megfelelő mértékben és számban a szükséges tűzvédelmi mérnöki kompetenciákkal, innovatív mérnöki szemlélettel, hogy az ÁKR és az OTSZ által biztosított meglévő jogi környezetben egy új okos épületekből álló, okos városokat létrehozó, magas minőségű, hosszútávon fenntartható tűzbiztonságot, azaz egy új tűzvédelmi ökoszisztémát hozhassunk létre.

A fent említett új minőségű, virtuális-, elektronikus rendszerekre épülő tűzvédelmi ökoszisztéma a ma is rendelkezésre álló, elérhető eszközökkel, alkalmazásokkal, a mai jogi környezetben, a kutatásom eredményeként megállapított módszerekkel és eszközrendszerrel megvalósítható és integrálható a tűzvédelmi folyamatokba, okos épületek létrehozásával egy magasabb tűzbiztonságot képezve, amely kiterjeszhető az okos városokra.

A fentieknek megfelelően a disszertáció tárgya: az építmények komplex tűzvédelmi elemeinek valós egymásra hatásaiból adódó fejlesztési lehetőségek mérnöki módszerekkel történő vizsgálata, az ehhez szükséges módszerek és eszközrendszer kidolgozása és integrálása a tűz megelőzés – tűzoltás – tűzvizsgálat összetett rendszerébe.

## KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK

Azt értekezésemben - a felvázolt víziómnak megfelelően - a kutatásom során, azonosított tudományos problémák vizsgálatával kapcsolatban, azok hármas tagoltságának megfelelően az alábbi kutatási célkitűzéseket fogalmaztam meg:

1. Elemzem a tűzvédelem szereplőinek tűzvédelemben betöltött helyét és a jogszabályi eljárásrendben betöltött szerepét. Analizálom a heterogén tűzvédelem teljes életciklusában azonosítható kritikus helyeket és időpontokat. Megvizsgálom, hogy milyen módszerekkel lehet kialakítani egy-egy épület teljes életciklusára kiterjedő tűzvédelmi koncepció felállítását az épületek tűzvédelmi életciklusának elemzésével. Megvizsgálom az épületek tűzvédelmi helyzetének egyensúlyi állapotait, összefüggést keresek a szélsőértékek alapján, hogy egy stabil egyensúlyi állapot felállítását elérhessem.

2. Megvizsgálom, hogy a hatályos jogi szabályozás alapján milyen mérnöki és tervezési módszereket lehet alkalmazni számítógéppel segített tervezés felhasználásával. Elemzem az összegzett számítógéppel segített tervezési lehetőségeket, alkalmazható szoftverek tűzvédelmi területre történő adaptálását. Egy virtuálisan felépített, épületinformációs modellezéssel kialakított épület létrehozásával megvizsgálom az épület tűzvédelmi helyzetének egyensúlyát, innovatív mérnöki módszereken alapuló szimulációk tesztelésével. Összehasonlítom a CAD szoftverrel, PDF/A fájlként megvalósított terv verzió és a BIM alapú, IFC kiterjesztésű fájlként létrehozott terv verziót. Valós mérési kísérletet végzek kiürítés gyakorlat során. Az OTSZ követelményeinek megfelelően, a vonatkozó TvMI alapján a tervezett virtuális modellre számításokat végzek. Kvalitatív módszer (kérdőív) alkalmazásával a fenti kvantitatív eredmények minőségének mélységi elemzését hajtom végre, hogy összehasonlítva a gyakorlatban mért, számított és számítógéppel szimulált eredményeket, alátámasszam az innovatív mérnöki módszerek megfelelőségét.

3. Megvizsgálom a hazai tűzvédelmi hatósági- és szakhatósági eljárások rendjét, az e-közigazgatás vonatkozó rendszereit. Elemzem az innovatív mérnöki módszerekkel létrehozott okos épületek tűzbiztonságának innovatív rendszerekben rejlő lehetőségeit, a tűzvédelmi háló kifejlesztésének módját. A tűzvédelmi háló felépítésének definiálásával vizsgálom annak okos épületekbe, kiterjesztett módon pedig okos városokba történő integrálását. A tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági eljárások analizálásával és az okos rendszerekbe történő helyezésével elemzem a digitális állam keretei között, az e-közigazgatás tűzvédelmi aspektusainak fejlődési lehetőségét.

## KUTATÁSI HIPOTÉZISEK

Azt értekezésem kidolgozásával összefüggésben, a jövő tűzvédelméről alkotott vízióm alapján, a kutatásom során az alábbi hipotéziseket állítottam fel, összhangban az azonosított tudományos probléma hármas tagolásával:

1. Feltételezem, hogy átfogó tűzvédelmi koncepció kialakításával, amely egy-egy épület teljes életciklusára kiterjed, megállapítható az épületek tűzvédelmi helyzetének egyensúlya az épület-ember-tűz alap-paraméterek figyelembevételével. Felvetésem szerint a teljes életciklusra kiható, a heterogén tűzvédelmi szereplők egymásra hatásainak térbeli és időbeli elemzésével, a korszerű elektronikus rendszerek alkalmazásával kialakítható egy komplex tűzvédelem.

2. Feltételezésem szerint az építészeti tűzvédelem területén napjainkban alkalmazott ún. mérnöki módszerek helyett tudományos alapokon nyugvó, komplex módon kezelt, használatorientált, épületinformációs modellezéssel és algoritmikus tervezési metodikával felruházott új, innovatív mérnöki módszerekkel fejlettebb, biztonságosabb, hosszútávon fenntartható és a társadalmi igényekhez alkalmazkodva dinamikusan változtatható komplex tűzvédelem hozható létre.

3. Feltételezésem alapján az innovatív mérnöki módszerekkel létrehozott okos épület teljes életciklusára kiterjesztett stabil tűzvédelmi egyensúlyi helyzet kialakításával virtuális valóságot képezhetünk. Feltételezem, hogy a virtuális valóság alkalmazásával egy tűzvédelmi hálót alakíthatunk ki, amely által a szereplők egy térben és valós időben foglalnak helyet. Feltételezem továbbá, hogy a tűzvédelmi háló kiterjesztésével, a katasztrófavédelmi rendszerbe valamint az okos városokba történő integrálásával a tűzvédelem új, eddig ismert legmagasabb minősége, leghatékonyabb kialakítása, és leghosszabb távon való fenntartása valósítható meg.

## KUTATÁSI MÓDSZEREK

A kitűzött kutatási célok elérése érdekében tanulmányoztam a vonatkozó és releváns hazai, valamint nemzetközi mértékadó szakirodalmat és vonatkozó hatályos szabályozást. A téma kutatása során általános kutatási módszereket alkalmaztam analízis, szintézis, indukció, valamint dedukció formájában. Konzultáltam, egyeztettem hazai és nemzetközi tűzvédelmi szakemberekkel, hazai és nemzetközi kutatókkal, a Nemzeti Közsolgálati Egyetem (továbbiakban: NKE) Katasztrófavédelmi Intézetének, az NKE Katonai Doktori Műszaki Iskola, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem és a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar Tűz- és Katasztrófavédelmi Intézet tanáraival, oktatóival. Tanulmányoztam a katonai műszaki tudományágban, katasztrófavédelmi kutatási területen, elsősorban tűzvédelmi szakterületen, a hivatkozott tudományos publikációkat, szakirodalmat, PhD értekezéseket.

A tartalmi fejezetek kidolgozása során, a kutatási tervemnek megfelelően, az alábbi konkrét kutatási módszereket alkalmaztam:

- a) Összefoglaló tanulmányt készítettem a releváns hazai és nemzetközi szakirodalom, valamint a szakmai munkám során tapasztaltak analizálása alapján az épületekre vonatkozó tűzvédelmi háló és annak okos épületekre és városokra kiterjesztett változatára. Mindkét tanulmánnyal országos tudományos versenyen vettem részt, amely során a kutatásommal, egyik alkalommal első-, másik alkalommal pedig külön díjat értem el.
- b) Értékeltem és rendszereztem a hazai és nemzetközi jogi szabályozást és a releváns szakirodalmat.
- c) Összegeztem és összevettem a mérnöki módszerek nyújtotta lehetőségeket a hazai tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági eljárásrenddel.
- d) Terveztem, és virtuálisan megalkottam CAD szoftverrel egy BIM alapú, bölcsőde rendeltetésű kísérleti épületet, amelyet PDF/A és IFC fájlformátumban dokumentáltam összehasonlító elemzés céljából.
- e) Valós idejű, korlátozott menekülési képességekkel rendelkező személyekkel végrehajtott kiürítés gyakorlaton mérést végeztem a kiürítés elemzése céljából.

- f) OTSZ követelményein alapuló, TvMI által meghatározott kiürítés számítását végeztem az adott kísérleti épület kiürítésének ellenőrzése és további analízis érdekében.
- g) A virtuális BIM kísérleti épület modellem importáltam számítógéppel segített szimulációs szoftverbe, ahol megvizsgáltam a lehetséges felhasználási módjait, valamint szimulációs kísérletet hajtottam végre kiürítés elemzése érdekében.
- h) A helyszíni gyakorlaton mért, az OTSZ és a TvMI-k alapján hagyományos módon kiszámított, valamint a számítógépes szimulációval imitált kiürítések útján és azok összehasonlításával értékeltem a BIM alapú tervezés és felhasználás lehetőségeit.
- i) A kvantitatív módszerek által kapott eredmények minőségi elmélyítése érdekében kvalitatív kutatási módszert alkalmaztam. Nem reprezentatív kérdőíves módszerrel bölcsődés, óvodás gyermekek szüleit kérdeztem meg egy esetleges kiürítés, menekülés során várhatóan tanúsított viselkedési formáikkal kapcsolatban.
- j) A kvalitatív módszer eredményeit egy újabb szimuláció keretében modelleztem a virtuális BIM modellben, a lehető legvalósabb eredmény feltárása érdekében.
- k) Összegző és összehasonlító elemzést végeztem a mért eredmények alapján a tűzvédelem fejlesztési lehetőségeinek új módszertani kialakítására, eszközrendszerének meghatározására.
- l) Analizáltam a fenti módszerek útján tesztelt és kidolgozott innovatív mérnöki módszerek által létrehozható tűzvédelmi háló okos épületekre történő alkalmazását, valamint kiterjesztési lehetőségeinek irányait az okos városokra.

A téma kutatása során az alábbiakban részletezett főbb szakirodalmat dolgoztam fel:

A tűzvédelem, elsősorban a tűzmegeelőzés tárgyában kiadott nemzetközi és hazai szabályzókat, jogszabályokat, szabványokat, tűzvédelmi műszaki irányelveket és más vonatkozó dokumentumokat, módszertani, alkalmazástechnikai útmutatókat, tűzteszt jelentéseket.

A gazdálkodó szervezetek által készített, elsősorban nemzetgazdasági szempontból kiemelt jelentőségű épületek tűzvédelmi terveit, dokumentumait, hatósági-, szakhatósági jogalkalmazás eredményeit, katasztrófavédelmi belső hatósági eljárásrendet, módszertani segédleteket, hatósági-, szakhatósági és civil adatbázisokat, külföldi adatszolgáltatásokat, kísérleti eredményeket és elérhető műszaki adatbázisokat.



Mértékadó és releváns nemzetközi és hazai katonai műszaki szakirodalmat, különös tekintettel a katasztrófavédelem kutatási területén, elsősorban a tűzvédelem adott témakörében közzétett tudományos publikációkra, szakkönyvekre és kiemelten a hivatkozott PhD értekezésekre.

Kutatómunkámat segítette több, az NKE Katonai Műszaki Doktori Iskolában megvédett katasztrófavédelmi témájú doktori értekezés és habilitációs dolgozat, valamint szakmai-, tudományos tanulmány és publikáció.

Különösen jelentős szakmai és tudományos iránymutatást kaptam témavezetőimtől: a kutatásom első felében Dr. habil. Restás Ágoston PhD. ny. t.ú. alezredestől, az NKE Katasztrófavédelmi Intézet (továbbiakban: NKE KVI) Tűzvédelmi és Mentésirányítási Tanszék tanszékvezető egyetemi docensétől, a teljes kutatásom alatt Dr. Bérczi László PhD. t.ú. dandártábornoktól, a BM OKF Országos Tűzoltósági Főfelügyelőjétől, Dr. habil Vass Gyula PhD. t.ú. ezredestől, az NKE KVI igazgatójától, és végül, de nem utolsó sorban kutatásvezetőmtől, Dr. Kátai-Urbán Lajos PhD. t.ú. ezredestől, az NKE KVI igazgató-helyettesétől, az Iparbiztonsági Tanszék tanszékvezető egyetemi docensétől.

Az értekezésemben felhasználtam a Védelem Tudomány, a Hadmérnök, a Műszaki Katonai Közlöny, továbbá nemzetközi tudományos folyóiratokban megjelent publikációimat, valamint a hazai és nemzetközi közszolgálati, katasztrófavédelmi, tűzvédelmi konferenciákon a témában előadott konferenciaközleményeimet.

Az általam feldolgozott jogi szabályozás felsorolását az 1. számú melléklet tartalmazza. Az értekezésben szereplő rövidítések és fogalmak magyarázatát a 2. és a 3. számú mellékletek magyarázzák. A 4. számú mellékletben felsoroltam az értekezés kidolgozása során készített vagy felhasznált ábrákat, táblázatokat és fényképeket.

## RELEVÁNS SZAKIRODALOM ÁTTEKINTÉSE

A kutatási célkitűzéseim teljesítéséhez szükségesnek tartom a témakört érintő hazai és nemzetközi mértékadó szakirodalom rövid, összegző áttekintését.

A hazai katasztrófavédelem és annak egyik alappillére, a tűzvédelem fejlesztése összhangban van a nemzetközi, az európai uniós, továbbá az azokra épülő hazai jogi szabályozással, kormányzati stratégiával és hatósági koncepciókkal.

A Kormány 2014-2020 közötti Közigazgatási- és Közszolgáltatás-fejlesztési Stratégiájának 3.8 fejezetében foglalkozik a Jó Állam közigazgatásának tisztességes és hatékony működésével. A dokumentumban foglaltak alapján: „*Nemzeti érdek, hogy az állam folyamatosan érdekelje ki a polgárok bizalmát: védelmet és biztonságot szolgáltatson számukra.*” [15]

A kutatási témakör alapvető célja a jó állami működés és kormányzás alapjául, háttéréül és eszközéül szolgáló katasztrófavédelmi és azon belül átfogó tűzvédelmi ismeretanyagok és módszerek összegyűjtése, értékelése és tudományos kutatás útján történő fejlesztése. Ezzel összefüggésben a kutatásom célja a komplex tűzvédelem mérnöki módszerekkel történő fejlesztésével növelni a katasztrófavédelem szervezetrendszerének, elsősorban a tűzvédelmi szervezeti elemeinek, továbbá a tűzvédelem civil szereplőinek hatékonyságát, együttműködő képességét és a komplex tűzbiztonság hosszútávon történő fenntarthatóságát, amelyhez szabályozási hatásvizsgálati, szervezési, építész-, tűzvédelmi mérnöki, műszaki innovációs, valamint a fenntartható fejlődéshez kapcsolódó kutatások adnak keretet.

A kutatásaim összhangban vannak Magyarország Alaptörvénye II. és a XXI. cikkében meghatározott alapjogokkal és az állam 53. cikkében rögzített különleges jogrendben végzendő veszélyhelyzeti feladataival. [5] Az emberi élet, az egészséges környezet és a vagyonbiztonság védelme érdekében a katasztrófák következményei elleni védekezés rendszerében, konkrétan a tűz elleni védekezés keretei között, vizsgálom a tüzesetek káros hatásainak megelőzésére, elhárítására és vizsgálatára szolgáló műszaki, mérnöki, innovációs fejlesztési lehetőségeket, valamint annak jog-, intézmény-, eljárás- és eszközrendszerét, alkalmazásuk lehetséges módszereit, továbbá javaslatokat dolgozok ki a rendszer működtetésének optimalizálására.

A kutatásom az állam tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági feladatrendszerének, a tűzoltói beavatkozó képességének, továbbá a civil szféra tűzvédelmi mérnöki, valamint általános tűzvédelmi kompetenciáinak hatékony és egységes ellátásának növelésére, azaz a komplex tűzvédelem fejlesztésére irányul, elsősorban a tűzmegeelőzés szakterületének korszerűsítésével. A témakör behatárolása céljából tisztáznom kell a tűzvédelem, azon belül kiemelten a tűzmegeelőzés fogalmát és feladatkörét. A fenti fogalmakat a vonatkozó jogszabály az alábbiak szerint fogalmazza meg:

*„A tűz elleni védekezés (továbbiakban: tűzvédelem) a tüzesetek megeelőzése, a tűzoltási feladatok ellátása, a tűzvizsgálat, valamint ezek feltételeinek biztosítása. A tűzmegeelőzés a tüzek keletkezésének megeelőzésére, továbbterjedésének megeakadályozására, illetőleg a tűzoltás alapvető feltételeinek biztosítására vonatkozó, a létesítés és a használat során megtartandó tűzvédelmi jogszabályok, szabványok, hatósági előírások rendszere és azok érvényesítésére irányuló tevékenység.” [16]*

Kutatási munkám megalapozását biztosította a választott kutatási témában íródott nemzetközi és hazai joganyag szakmai és tudományos szakirodalmának feldolgozása:

A tárgyi fejezet bevezetőjében összegeztem a hatályos tűzvédelmi szabályozás törvényi és rendeleti kereteit, amelyek meghatározzák a tűzvédelem helyét és szerepét a biztonságról, védelemről szóló jogszabályi rendszerben. Megállapítható volt a jogszabályok rendszerezése során, hogy a tűz elleni védekezés kiemelten fontos tevékenység, amely egy állam valamennyi szereplőjére határoz meg követelményeket. Az állam alapító, Szent István király első törvényében rendelkezett a tűz elleni védekezésről. Meghatározta, hogy minden vasárnap és ünnepnapokon kötelező templomba járni, kivéve a tűz őrzőjének. [17] A tűzvédelem önálló törvénnyel és vonatkozó kormány-, belügyminiszteri-, stb. rendeletekkel szabályozott, amelyek több szállal kapcsolódnak szervesen a jogszabályi rendszer egészéhez, kiemelten a katasztrófavédelem és a kutatási témámhoz szorosan kapcsolódó építési jogszabályokhoz. Áttekintettem a tűz elleni védekezés hazai jogszabályi hierarchiában elfoglalt helyén túl a közigazgatási eljárásrendi szabályozóit is. Az építészeti tűzvédelem szabályozásának műszaki kérdéseivel kapcsolatban tanulmányoztam a vonatkozó nemzetközi (EN, DIN) és hazai (MSZ, MSZ EN) szabványokat, tűzvédelmi műszaki irányelveket (TvMI). A szabályozók áttekintése során megállapítható volt, hogy a hazai tűzvédelmi szabályozás Európa egyik legkorszerűbb jogszabályi rendszerét alkotja. A mérnöki szemlélet szempontjából előre mutató, keretjellegű, tervezői szemléletű szabályozás. A követelmények meghatározásán túl, a TvMI segítségével a műszaki megoldások gyűjteménye rugalmas és variábilis lehetőségeket nyújt a jogszabályi

követelményeknek való megfelelő kialakítások tervezésére. A korábbi évek merev rendszerű OTSZ-eihez képest a hatályos tűzvédelmi szabályozás teret enged a mérnöki szemlélet kiteljesedésének, amely frissességével beelőzi a hasonló filozófián alapuló jogszabályokat. A tűzvédelem úttörő szabályozás területén elért eredményét igazolja, hogy az építőipari jogalkotás a TvMI mintájára építőipari műszaki irányelvek létrehozását határozta el, az építési szabályozási rendszer kortárs megreformálása céljából. [18]

A hatályos jogszabályok áttekintésén túl, a hazai tűzvédelmi szakma kiemelkedő civil és hivatásos állományú szakembereivel együtt, részt vettem az NKE KVI képviselőjében a BM OKF munkacsoportjaiban, amelyek az OTSZ jelenleg folyamatban lévő módosításán, finomhangolásán dolgoznak, így a kutatásomban a konkrét, aktuális tűzvédelmi szabályozás kérdéseivel, a tervezett jövőbeli szabályozás kialakításával is foglalkoztam. A kutatásomhoz felhasználtam az OTSZ első finomhangolásánál alkalmazott legkorszerűbb műszaki szemléletet, amely tovább mélyítette a tűzvédelmi mérnöki fejlesztési lehetőségek irányának fő vonalait, azaz a mérnöki módszerek szükségességének fejlesztését, amely az OTSZ második 2022-2024-ben tervezett finomhangolásának vezérelveként szolgálhat.

A kutatásom három éve során a kutatási témámat közvetlenül vagy közvetve érintő aktuális kérdésekben folyamatosan egyeztettem a BM OKF szakterületi vezetőivel. A BM OKF Hatósági Főigazgató-helyettesi szervezet vezetője, Dr. Mógor Judit PhD., tű dandártábornok asszony irányítása alá tartozó tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági kérdésekben Érces Ferenc tű. ezredessel, a BM OKF Megelőzési és Engedélyezési Szolgálat vezetőjével és Péter András tű. alezredessel a BM OKF Tűzmelegelőzési Főosztály vezetőjével. Erdélyi Krisztián tű. dandártábornok úr irányítása alá tartozó főigazgató-helyettesi szervezet keretein belül a tűzoltási, tűzvizsgálati és tűzvédelmi szabályozási kérdésekben Dr. Bérczi László PhD. tű. dandártábornokkal, a BM OKF Országos Tűzoltósági Főfelügyelőség vezetőjével, továbbá Dr. Horváth Jenő tű. ezredessel, a Tűzvédelmi és Kéményseprőipari-szabályozási Főosztály vezetőjével. A kutatás ezen időszakaiban áttekintettem a BM OKF kutatási témám szempontjából releváns főigazgatói intézkedéseit, kiemelt tekintettel a hatósági-, szakhatósági eljárásokra vonatkozó 9/2018. BM OKF főigazgatói intézkedést. [19] A főigazgatói intézkedés tételesen tartalmazza és meghatározza a tűzvédelmi eljárásrendet, amely alapján egyértelműen azonosíthatóvá vált a kutatott tűzvédelmi mérnöki tevékenység helye a hatósági- és szakhatósági eljárási rendszerben, továbbá értékelhető volt a civil és a hivatásos tűzvédelmi szféra kapcsolódási rendszere.

Elvégeztem a hazai és nemzetközi tűzvédelem történeti áttekintését, elsősorban a tűzmegelezés történeti fejlődésének szempontjából. A témakörben elemeztem Hadnagy Imre, [20] és Erdős Antal [21] publikációit, akik kiválóan összegezték a tűzmegelezés, vagy korhű történelmi megfogalmazással, a tűzrendészet fejlődését Magyarországon. A fejlődéstörténeti áttekintéssel, 1863-tól napjainkig, az elmúlt 155 év összegzett tapasztalatai alapján, pontosan azonosíthatóvá vált a kortárs tűzvédelem helye és szerepe a történeti modernizáció rendszerében és a több ezer éves építéstudománnyal összefüggésben.

Szakirodalmi kutatásom további szakaszában összegyűjtöttem és elemeztem a katasztrófavédelem hazai kiemelkedő kutatóinak, a teljesség igénye nélkül, Mógor Judit [3], Muhoray Árpád [2], Endrődi István [22], Schweickhardt Gotthilf [7] közleményeit, amelyek alapján elhelyeztem a kortárs tűzvédelmet napjaink katasztrófavédelmi rendszerében. A kutatott szakirodalom alapján egyértelműen beazonosíthatóvá vált a tűzvédelem helye és szerepe a katasztrófavédelem összetett rendszerében, továbbá értékelhető volt a komplexitás jelentősége, amely a katasztrófavédelem felépítését jellemzi. A témában kiemelkedő alkotók publikációi alapján a komplex szemléletet megismertem és adaptáltam a mérnöki szemléletű tűzvédelem fejlesztésének kialakítási lehetőségeibe.

A kortárs tűzvédelem katasztrófavédelem rendszerében történő azonosítását követően áttekintettem a hazai és nemzetközi tűzvédelem legkiemelkedőbb kutatóinak publikációit, könyveit. Az irodalomkutatás során megállapítottam, hogy tűzvédelmi kutatások alapvetően három fő szálon futnak, a tűzmegelezés, a tűzoltás és műszaki mentés, valamint a tűzvizsgálat szempontjából tematizálhatóak. Ennek az elvnek megfelelően kategorizáltam a rendelkezésre álló irodalmat, amely alapján megállapítható volt, hogy hazai tűzvédelmi kutatások túlnyomó része a beavatkozó tűzoltói képességek fejlesztésére, továbbá a tűzoltó technikai fejlesztések kutatására irányul. A teljesség igénye nélkül a témában alkotó meghatározó kutatók - Bleszity János [23], Bérczi László [24], Cziva Oszkár . [25], Restás Ágoston [26], Pántya Péter [27], Komjáthy László [28], Kuti Rajmund és Zólyomi Géza [29], Hesz József [30], Kanyó Ferenc [31] valamint társaik - a tűzoltási szakterület oktatásának, a szabadtéri és erdőtüzek oltásának, a zárt térben, valamint az extrém körülmények között történő tűzoltói beavatkozás, a tűzoltói beavatkozó képesség, tűzoltás irányításának, stb. fejlesztésével kapcsolatban végeztek kutatásokat, amelyek a témában elért nemzetközi eredmények mellett irányadóak a komplex tűzvédelem jobbítása érdekében tett alkotásokban. A tűzoltási szakterület kutatása során megállapítottam, hogy a komplex tűzvédelmi szemlélet napjainkig nem integrálódott az adott témában. A tűzoltás nagyon szakmai alapokon, és kizárólagosan a tűzoltói beavatkozás

területére összpontosít, kivételt képeznek elsősorban pl. Bleszity János és Bérczi László kutatásai, amelyek összetett módon, a tűzmelegelőzés és a tűzvizsgálat kritériumaira is kitekintettek. Az irodalomkutatás során azonosítottam a tűzoltási szakterület potenciális, a tűzmelegelőzés szemszögéből, a tűzvizsgálat fontosságára kiterjedő legmeghatározóbb paramétereit, amelyek a komplex tűzvédelem egységes fejlesztésében iránymutatásként szolgálnak. A szakterületen elért eredményeket a fenti szemlélet szerint adaptáltam és integráltam a kutatásom vonatkozó részeibe.

A tűzmelegelőzés és a tűzvizsgálat magas szintű, tudományos hazai kutatása egyelőre nagyon szűk területre terjed ki, nagyon kevés kutató foglalkozik a szakterületek fejlesztésének tudományos szintű vizsgálatával. Az irodalomkutatás alapján megállapítható volt, hogy ezen két szakterület tudományos kutatása a magas szintű, tudományos alapokat igénylő, mérnöki tűzvédelem fejlesztése érdekében kiemelten szükséges és aktuális. A fentiek miatt kutatásomat ezen szakterületek irányába folytattam, elsősorban a tűzmelegelőzés szakterületének célirányos vizsgálatával. A szakterületen tevékenykedő mértékadó kutatók közleményeit áttekintettem és értékeltem. Ennek keretében megvizsgáltam a legjelentősebb tűzvédelemmel foglalkozó, lektorált tudományos és szakmai folyóiratokban, mint pl.: Védelem Tudomány, Katasztrófavédelmi Szemle, Hadmérnök, Bolyai Szemle, Műszaki Katonai Közlöny, Aarms, stb. megjelent Takács Lajos [32], Beda László [33] [34], Kerekes Zsuzsanna és Lublóy Éva [35], Bánky Tamás [36], Zoltán Ferenc [37] és társaik által publikált irodalmat. Áttekintettem tűzmelegelőzési témában Göndör Tibor – Nagy Béla [38], Kövesdy László [39] szakkönyveit, tűzvizsgálati témában tanulmányoztam Bartha I. – Fentor L. [40], Nagy László Zoltán [41], Restás Ágoston [42] által szerkesztett szakkönyveket. A tűzmelegelőzéssel foglalkozó hazai szakirodalom jellemzően specifikus területekkel foglalkozik, mint pl. a tűzszakaszolás, a tűzkockázat elemzés, égéselméleti tézisek, éghetőségi vizsgálatok, hő- és füstelvezetés, tartószerkezeti követelmények, a tűzvizsgálat módszertana, stb. Nem adnak átfogó, a kortárs tűzvédelem mérnöki módszereire komplexen jellemző képet, ezért ezen területen történő kutatásom relevanciáját indokoltnak ítéltam. A kutatások során megállapítottam, hogy a fenti irodalom szervesen kapcsolódik a témában zajló nemzetközi kutatások sorába, és megfelelő alapot ad a további kutatások elvégzésére. Kutató munkámba teljes mértékben integráltam a fenti kutatások eredményeit, amelyekre alapozva több esetben az adott kutatás egyenes, ma aktuális folytatásaként végeztem kutató elemzéseimet. Megállapítható volt, hogy mind a hazai, mind a nemzetközi tűzmelegelőzéssel, tűzvizsgálattal foglalkozó tudományos kutatások meghatározó eredményei a XX. század végére, a XXI. század elejére tehetőek, tehát egy nagyon

fiatal területről van szó. Ugyanakkor a területen folytatott kutatások száma és a szakirodalmi kutatás során nyert megállapításaim szerint, elsősorban a számítógéppel segített tervezés széles körű elterjedése óta rohamosan növekedésnek indultak, és kb. 2010 óta exponenciálisan emelkednek. A 4. ipari forradalom következtében, a 2007-2008-as info-kommunikációs bumm hatására a tűzvédelem területén is nyíltak új kutatási lehetőségek, amelyek nemzetközi porondon mára uralják a tűzvédelmi kutatásokat, hogy lépést tartsanak a rohamos fejlődéssel. A fentiek alapján igazolható a terület kutatásának fontossága és aktualitása, amelyhez illesztettem a saját kutatásom fő vezérvonalát.

Nemzetközi viszonylatban elsősorban német és angol nyelvű területen, Németország és az Amerikai Egyesült Államok kutatói publikálták a legmeghatározóbb szakirodalmat könyvek formájában. Az alkotók, többek között Hurley, M. [43], Klinoff, R. W. [44], Sen, B. M. [45], Dehaan, J. D., Icove, D. J. [46], Grant, C. E. és Pagni, P. J. [47] elsősorban angol és amerikai, Kircher, F. [48], Bock, H. M. és Klement, E. [49], Klingsohr, K., Messerer, J. és Bachmeier P. [50], Schneider, U., valamint Kolb, T. [51] német területen írtak a tűzmegeelőzés és a tűzvizsgálat szakmai fejlesztéseinek és módszereinek aktuális, kortárs lehetőségeiről, és határozták meg a napjaink tűzvédelmének eszközrendszerét. Akár a tűzmegeelőzés, akár a tűzvizsgálat szemszögéből tekintve megállapítottam, hogy műveikben meghatározó irányelv a mérnöki szemlélet alkalmazása, amely szemléletet felhasználtam a saját kutatásaimban. A fenti szerzők átfogó módon rávilágítottak a tűzvédelem összetett kezelésének fontosságára, amely komplex módszertant alkalmaztam a saját vizsgálataimban is. Nem definiálják, még a kimondottan mérnöki alapokon nyugvó, építészeti tűzvédelemmel foglalkozó közlemények - mint az *Ingenieurmethoden im Baulichen Brandschutz* című könyv - sem az épületek teljes életciklusára kiterjedő, komplex tűzvédelem kérdéseit és lehetséges megoldási lehetőségeit. A fentiek miatt, ezen terület használatorientált, hosszú távon ható életciklus elemeit vizsgáltam a kutatómunkám során.

A legaktuálisabb tűzvédelmi kérdésekkel foglalkozó nemzetközi közleményeket az Elsevier kiadó által kiadott Fire Safety Journal folyóirat elmúlt éveiben megjelent kiadmányaiban kutattam fel, amely nemzetközi szinten az egyik legismertebb szakmai és tudományos folyóirat elsősorban a tűzmegeelőzés szakterületén. A közlemények túlnyomó többsége a tűzmegeelőzés aktuális kérdéseivel foglalkozik, amellyel kapcsolatban összegyűjtöttem az elmúlt 2-3 év mértékadó építészeti tűzvédelmi publikációit, amelyek olyan nemzetközileg elismert kutatók, szerzők tollaiból származnak, mint pl.: Law, A. [52]; Tancogne-Dejean, M., Laclémence, P. [53]; Haghani, M., Sarvi, M. [54]; Balogh T., Vigh G.,

L. [55]; Maluk, C., Woodrow, M., Torero, J. L. [56]; Zhang, X., Lia, X., Mehaffey, J., Hadjisophocleous, G. [57]; Östman, B., Brandon, D., Frantzych, H. [58] és társaik. A tűzmelegelőzés területén kutató szerzők mind mérnöki szemlélettel, műszaki megoldások kutatásával foglalkoznak a tűzvédelmi tervezés, elsősorban a kiürítés, a szerkezetek tűzállósága, a hő- és füstelvezetés, a beépített automatikus tűzjelzés és tűzoltás, valamint a különféle tűzvédelmi szimulációk speciális szakkérdéseiben. Megállapítottam, hogy egyes területeken a számítógéppel segített tervezésnek köszönhetően óriási fejlődés indult el az elmúlt 4-5 évben, amely eredményeként a specializálódott szakterületek párhuzamosan kezdtek el fejlődni, és sok esetben a komplexitás szempontjából fontos metszéspontok már nem jönnek létre. A szakterületek a tűzmelegelőzés területén belül is erőteljesen differenciálódtak. Ez egyrészt hasznos, mert mélységében, minőségi eredmények érhetőek el egy-egy területen, de azok összetett tűzvédelmi rendszerekbe történő integrálhatóságának képessége, az irodalomkutatásban szerzett tapasztalataim alapján, nincs egyensúlyban a konkrét, speciális területtel. A fentiek miatt a területen felmerült kérdések kutatására fókuszáltam, hogy a fő nemzetközi kutatási témakör szélesítéséhez járulhassak hozzá.

A nemzetközi, kortárs tűzmelegelőzéssel foglalkozó tudományos közleményekben foglaltak alapján megállapítható volt, hogy az informatikai rendszerek alkalmazása, a számítógéppel segített mérnöki munka vált a meghatározó módszerré. Ennek okán kutatni kezdtem a mérnöki tevékenységet segítő, számítástechnikai, informatikai szoftverek lehetséges tűzvédelmi aspektusból alkalmazható rendszereit. Ebben a témakörben mind a katonai műszaki tudományi, mind az építéstudományi területen elemeztem a meghatározó kutatók, mint pl.: Haig Zs., Kovács L., Munk S., Ványa L. [59], Maliosz, M. [60], Fritts M. [61] és szerzőtársaik közleményeit. A publikációk alapján megállapítottam, hogy a szenzorokon alapuló érzékelés, az informatikai támogatással ellátott döntés előkészítés, a sztochasztikus matematikai modelleken nyugvó valószínűség számítás és az épületinformációs modellezés (BIM) adaptálható és integrálható a tűzvédelem területére, amely alapján új szemszögből vizsgálható a tűzmelegelőzés, annak érdekében, hogy komplex módon kialakított, hosszú távon megbízható tűzbiztonságot alakíthassunk ki. A szakirodalmi áttekintés alapján a mérnöki tervezés origóját a BIM képi, amely elterjedése napjainkban történik. Nagy-Britanniában az ún. BIM level 3 szint bevezetése zajlik, amely alapján kiemelten nagy projekteknél ennek alkalmazása kötelező érvényű. Németországban is a nagy, összetett projektek esetében elvárás a BIM alapú tervezés, míg hazánkban egyes nemzetgazdasági szempontból kiemelt jelentőségű beruházások projektjeiben alkalmazzák ezt a 3D-s eljárást. A BIM szabványosítása egyelőre terv szinten



jelentkezik, de a nemzetközi és hazai kutatók, fejlesztők publikációi szerint elkerülhetetlen, így a közeljövő feladata. Magyarországon elsősorban a Lechner Tudásközpont foglalkozik a BIM és a 3D mérnöki módszerek alkalmazásának, egységesítésének és szabványosításának kérdéseivel. A Lechner Tudásközpont gondozásában fejlesztik az okos városok program építészeti vonatkozásait is, amely témakör egyenes következménye az okos építésügy témakörben az okos tűzvédelem kérdésköre is, amely kutatásával kapcsolatban magyar vonatkozású kutatási eredmények egyelőre nem születtek. Ebben a tendenciában, a napjainkban talán legizgalmasabb és legaktuálisabb mérnöki szemlélet, módszertan tűzvédelmi mérnöki aspektusának kutatása, gyakorlati alkalmazásának vizsgálata hazánkban egyelőre nagyon kezdetleges, de nemzetközi szinten is meglehetősen gyerekcipőben jár még. A fentiek miatt ennek a területnek a kutatását az egyik legfontosabb kutatási területnek tartom, és kutatómunkámban vizsgálom a tűzvédelem területére történő integrálásának lehetőségeit a komplex tűzvédelem fejlesztése céljából.

Az alapvetően informatikai támogatottságú új mérnöki megoldások, alkalmazások rohamos ütemben történő elterjedése miatt áttekintettem a hazai közigazgatás rendszerének aktuális kérdéseit, amelyek meghatározzák a közeli- és távoli jövőben kialakuló hatósági-, szakhatósági eljárások helyzetét. Az Európai Unió irányelvei szerint, Magyarország Kormányának határozatai alapján a digitális állam létrehozásával korszerű e-közigazgatás megvalósítása a cél. Ebben a keret rendszerben gyakorlatilag teljes mértékben, ügyfél-, hivatali- vagy cégkapun, stb. keresztül elektronikus úton zajlanak le teljes mértékben a hatósági-, szakhatósági eljárások, valamint a nyilvántartások, adatbázisok kezelése is ezen informatikai rendszereken keresztül megy majd végbe. Kutatásaim során megállapítást nyert, hogy pl. az építésügyben, amely keretei között történik meg egy-egy épület tűzvédelmi szakhatósági eljárása is, már 2012 óta ÉTDR felületen, elektronikus úton zajlik, amelyet 2016 óta kiegészített az ún. bejelentési eljárások vonatkozásában az e-építési napló is. A Miniszterelnökség háttérintézményeként működő Lechner Tudásközpont szakmai és informatikai támogatásával célul tűzte ki a BIM alapú okos épületek, és a 3D alapú okos városok kialakításának [62] hosszú távú megvalósítását, amely rendszerbe megállapításaim szerint szervesen csatlakozik a tűzvédelem területe, amely egyelőre kevésbé kutatott részterülete a fenti rendszer szintű kutatásnak. [63] [64]

A komplex elemzés érdekében áttekintettem a katasztrófavédelem iparbiztonsági szakterületének tűzvédelemhez kapcsolódó szakkérdéseit is, elsősorban a kockázat elemzések, számítógéppel segített terjedés modellezés, biztonsági irányítási rendszerek szempontjából, amely során megismertem a szakterület vonatkozó témában is kutató mértékadó kutatóinak közleményeit, többek között Hoffmann Imre, Bleszity János, Vass Gyula, Kátai-Urbán Lajos [65] [66], Címer Zsolt, Szakál Béla [67] és társaik kutatási eredményeit. Az irodalomkutatás során megállapítható volt az iparbiztonsági szakterület összetett folyamatainak műszaki szemlélettel történő kockázatelemzési metodikájának kiemelt szerepe, amely módszertan alapjainak adaptálása a tűzvédelmi fejlesztések területén is hasznos célt szolgál.

Végezetül az irodalomkutatás zárásaként áttekintettem és elemeztem a hazai felsőoktatás katasztrófavédelmi vonatkozásait, elsősorban a katasztrófavédelmi képzések, ezen belül is a tűzvédelmi irányú BSc, MSc képzések fejlesztésével foglalkozó aktuális közleményeket. A témakör mértékadó kutatói, pl. Bleszity János [13], Vass Gyula, Kátai-Urbán Lajos [68], Restás Ágoston, Pántya Péter [69] [70], Endrődi István, Teknős László [71] és szerző társaik, közvetve a műszaki irányultságú fejlesztések vonatkozásában Földi László, Haig Zsolt [59] és szerző társaik publikációi a mérnöki szemléleten alapuló képzés egyre fontosabb szerepére világítanak rá. Kutatási eredményeik alapján megállapítható, a hazánkban jelenleg tisztán, önálló módon nem elérhető tűzvédelmi mérnöki képzés kialakításának szükségessége, amely képzés képes a fenti mérnöki szemlélethez elengedhetetlen mérnöki kompetenciák átadására, amely hosszú távon kiszolgálja mind a civil, mind a hivatásos szféra, azaz a komplex tűzvédelem megvalósításához szükséges humán infrastruktúra igényt.

Az NKE és jogelődje, a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola szervezésében nagyszámú katonai műszaki tudományágban, katasztrófavédelmi tudományterületen, tűzvédelmi témájú doktori értekezés és habilitációs téziszfüzet készült, amelyek szintén iránymutatásul szolgáltak kutatómunkám végrehajtásában.

## AZ ÉRTEKEZÉS FELÉPÍTÉSE

A tudományos célkitűzéseim alapján a doktori értekezést három egymásra épülő, logikailag egymásból következő, alábbi tartalmi fejezetre bontva dolgozom ki:

1. Az *első fejezetben* a célkitűzéseimnek megfelelően elemzem a tűzvédelem szereplőinek tűzvédelemben betöltött helyét és a jogszabályi eljárásrendben betöltött szerepét. Életciklus elemzés speciális tűzvédelmi aspektusaival analizálom a heterogén tűzvédelem teljes életciklusában azonosítható kritikus helyeket és időpontokat. Megvizsgálom, hogy milyen módszerekkel lehet kialakítani egy-egy épület teljes életciklusára kiterjedő tűzvédelmi koncepció felállítását.

Megtörtént tüzesetek tűz megelőzési összefüggéseinek figyelembevételével megvizsgálom az épületek tűzvédelmi helyzetének egyensúlyi állapotait, összefüggést keresek a szélsőértékek alapján, hogy stabil egyensúlyi állapot felállítását elérhessem, az instabil tűzvédelmi helyzet kialakulását pedig prognosztizálhassam.

2. Az értekezés *második fejezetében* összegzem, megvizsgálom, hogy a hatályos jogi szabályozás alapján milyen mérnöki és tervezési módszereket lehet alkalmazni számítógéppel segített tervezés felhasználásával. Elemzem az összegzett számítógéppel segített tervezési lehetőségek, alkalmazható szoftverek tűzvédelmi területre történő adaptálását.

Egy virtuálisan felépített, épületinformációs modellezéssel kialakított épület létrehozásával analizálom az épület tűzvédelmi helyzetének egyensúlyi helyzetét, innovatív mérnöki módszereken alapuló szimulációk tesztelésével. Összehasonlítom SWOT analízis módszerével a CAD szoftverrel, PDF/A fájlként megvalósított terv verziót és a BIM alapú, IFC kiterjesztésű fájlként létrehozott terv verziót és annak felhasználhatóságát a tűzvédelem területén.

Valós mérési kísérletet végzek kiürítés gyakorlat során, amely eredményeit mérnöki szemlélettel elemzem. Az OTSZ követelményeinek megfelelően TvMI alapján a tervezett virtuális modellre számításokat végzek, hogy összehasonlító vizsgálat alá vonhassam. Kvalitatív módszer (kérdőív) alkalmazásával a fenti kvantitatív eredmények minőségének mélységi elemzését hajtom végre, hogy összehasonlítva a gyakorlatban mért, számított és számítógéppel szimulált eredményeket, igazoljam az innovatív mérnöki módszerek megfelelőségét, és bebizonyítsam a módszer hatékonyságát.

3. A *harmadik fejezetben, az értekezés célkitűzése szerint* megvizsgálom a hazai tűzvédelmi hatósági- és szakhatósági eljárások rendjét, az e-közigazgatás vonatkozó rendszereit a digitális állam keretei között. Elemzem az innovatív mérnöki módszerekkel létrehozott okos épületek tűzbiztonságának innovatív rendszerekben rejlő lehetőségeit, a tűzvédelmi háló kifejlesztésének módját, az okos városok programba illeszthetőségét. A tűzvédelmi háló felépítésének definiálásával analizálom annak okos épületekbe, kiterjesztett módon pedig okos városokba történő integrálását, gyakorlati felhasználhatóságát.

A tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági eljárások áttekintésével és az okos rendszerekbe történő helyezésével elemzem a digitális állam keretei között, az e-közigazgatás tűzvédelmi aspektusainak fejlődési lehetőségét.



1. ábra Az értekezés logikai felépítésének szerkezeti vázlata (készítette: szerző)

A doktori értekezésem célkitűzéseinek meghatározásakor *a következő főbb szűkítéseket és elhatárolási szempontokat vettem figyelembe:*

- a) A kutatásomban kizárólag az épített környezeti elemeken belül, az épületek tűzvédelmével foglalkozom, a zárt építészeti terek vonatkozásában.
- b) A dolgozatom nem tér ki a szabadtéri tüzek, erdőtüzek, járműtüzek, azaz az épületeken kívüli tüzesetek megelőzési kérdéseire, összefüggéseire.
- c) Nem foglalkozom önállóan a használat (pl.: tárolási kérdések, robbanásveszélyes anyagok kérdései, tűzveszélyes tevékenység kérdései, stb.) tűzvédelmi témakörével, kizárólag a használatorientált létesítéssel összefüggésben.
- d) Nem folytatok kutatást a beavatkozó tűzoltói képességekkel a tűzoltás szakterületén a tűzmelegelőzéssel összefüggésben elemezhető, építészeti vonzatú, beavatkozási feltételek és képességek kivételével.
- e) Az értekezésem nem tér ki önálló módon a tűzvizsgálat szakkérdéseire, azok mérnöki szempontú paramétereit kizárólag az építészeti tűzmelegelőzéssel összefüggésben vizsgálom a műszaki szemléletű felhasználás céljából.
- f) A kutatásom során nem végzek elemzést általános módon a tűzvédelmi szimulációkkal kapcsolatban, nem hajtok végre szimulációs kísérleteket tűz- és füst szimulációk formájában, azokat kizárólag a mérnöki módszerekkel kapcsolatban analízálom a gyakorlati alkalmazásukkal összefüggésben, a kiürítés, mint az építészeti tűzvédelem legalapvetőbb térbeli összefüggésrendszere szempontjából.
- g) Nem folytatok általános esetben, jellemzően energetikai szempontú életciklus elemzéseket, csak az épületek teljes életciklusára kiható, a tűzvédelmi helyzet egyensúlyát érintő analízisek szempontjából vizsgálom az életciklus-elemzés tűzvédelmi célú adaptálhatóságát.
- h) A dolgozatom készítése során nem végzek kritikai értelemben vett vizsgálatot a tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági eljárások tekintetében, egyedül a mérnöki módszerekben rejlő lehetőségek alkalmazási feltételeinek elemzésével analízálom a hatósági-, szakhatósági eljárások várható fejlesztési lehetőségeit.

- i) Az értekezésem készítésénél nem cél a hatályos tűzvédelmi jogszabályok kritikai elemzése, jogszabályi javaslatok kidolgozása, egyedüli cél a jogszabályi rendszer tudományos alapokon nyugvó mérnöki szemléletének támogatása, megalapozásának elmélyítése.
- j) A kutatásaim során nem folytatok minőségi elemzéseket a tűzmegeelőzés speciális szakkérdéseiben, kizárólag az épületinformációs modellezéssel és az abból levezethető okos épületek kialakítási lehetőségeivel összefüggésben.

**A kutatásaimat 2018. augusztus 23-án zártam le.**

# **1. AZ ÉPÜLETEK TELJES ÉLETCIKLUSÁT LEFEDŐ, KOMPLEX TŰZVÉDELEMI KONCEPCIÓ KIALAKÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI**

A fenntartható fejlődés alapvető pillérei többek között a biztonság és az egészség. Életünk jelentős részét (vidéken 30-50%, városban 85-95%) [72] épített környezetben, épületekben éljük, ezért azok hosszútávon fenntartható és biztonságos kialakítása mára alapvető igénnyé vált. Az egészséges emberi léttér biztosítását az épített környezet minősége jelentős mértékben szolgálja, befolyásolja. [73] Az épített minőség több tényezéből áll, amelyek közül a fenntartható biztonság kulcsszerepet fog játszani a jövőben. Az épületek biztonságának egyik fő területe az állékonyságvédelem [74], az egészségvédelem, a vagyonvédelem, stb. mellett a tűzvédelem, amely komplex módon szerves részét képezi az épületek teljes életciklusának, tehát az épített minőség, ezáltal az egészséges emberi léttér egyik alappillérét alkotja.

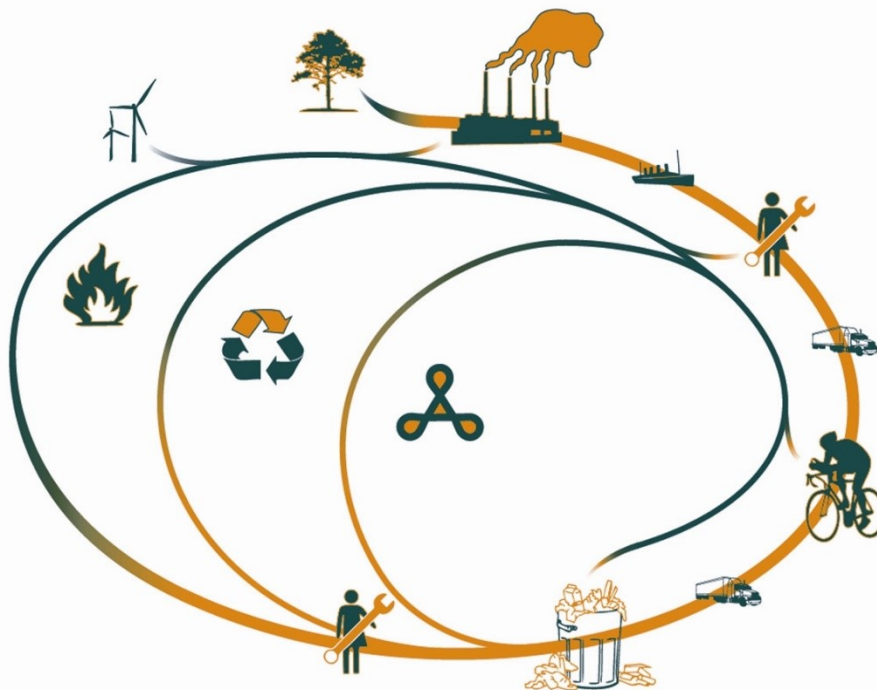
A hipotézisem alapján egy átfogó tűzvédelmi koncepció kialakításával, amely egy-egy épület teljes életciklusára kiterjed, megállapítható az épületek tűzvédelmi helyzetének egyensúlya az épület-ember-tűz alapvető paraméterek figyelembevételével. A teljes életciklusra kiható, a heterogén tűzvédelmi szereplők egymásra hatásainak térbeli és időbeli elemzésével, a korszerű elektronikus rendszerek alkalmazásával kialakítható egy hosszútávon fenntartható komplex tűzvédelem.

A hipotézis igazolása céljából elemzem a tűzvédelem szereplőinek tűzvédelemben betöltött helyét és a jogszabályi eljárásrendben betöltött szerepét. Analizálom a heterogén tűzvédelem teljes életciklusában azonosítható kritikus helyeket és időpontokat. Megvizsgálom, hogy milyen módszerekkel lehet kialakítani egy-egy épület teljes életciklusára kiterjedő tűzvédelmi koncepció felállítását az épületek tűzvédelmi szempontú életciklusának elemzésével. Megvizsgálom az épületek tűzvédelmi helyzetének egyensúlyi állapotait, összefüggést keresek a szélsőértékek alapján, hogy egy stabil egyensúlyi állapot felállítását elérhessem.



## 1.1. Életciklus elemzés (LCA)

Ma még az épületeinket 50-100 éves élettartamra tervezzük [75] Ez az időintervallum rövid ahhoz, hogy egy aránytalanul magas tűzvédelmi biztonsági minőséget képezzünk az épületünkkel szemben, de hosszú ahhoz, hogy ne legyen egy átfogó, a teljes időtartamot átívelő, teljes körű tűzvédelmi biztonsági háló. Az épületekhez köthető az Európai Unió energiafelhasználásának 40%-a, amellyel arányos a normál használati szennyező anyag kibocsátás is. Ezt a terhelést jelentős mértékben növeli egy esetleges tüzeset során az építőanyagokból, szerkezetekből felszabaduló káros anyag kibocsátás. [75] Az építészeti életciklus-elemzés a fenntartható fejlődés egyik alapját képezi, mind környezetvédelmi, mind egészségvédelmi, mind gazdasági szempontból. Az építőanyagok tekintetében az éghetőségi komponensek, a tűzvédelmi osztályok kérdései, a tűzállósági határérték paraméterek szervesen is kapcsolódnak a szűken értelmezett építészeti életciklus-elemzéshez. Tűzvédelmi szempontból egy épület életciklus-elemzése túlmutat a környezeti és a környezetre való hatások elemzésén, értékelésén, és egy új gondolkodásmód alapjait alkotja a tűzbiztonság fenntarthatóságának területén. [76]



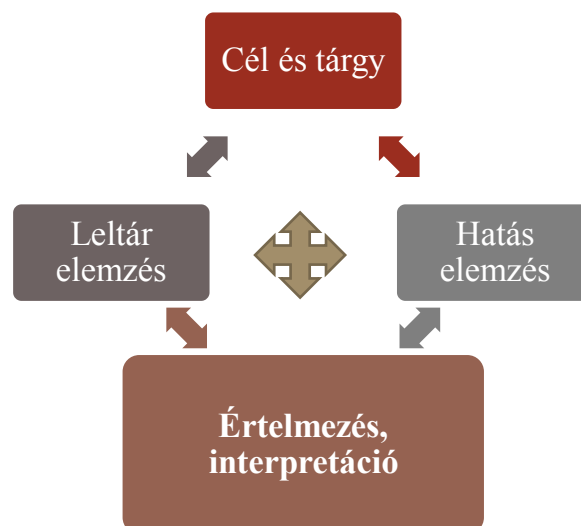
2. ábra: *LCA* [77]

Az általános értelemben vett életciklus elemzés (Life Cycle Assessment: LCA) definíciója: „Az életciklus-elemzés más néven életciklus-beecsülés, életciklus-értékelés, vagy életciklus-vizsgálat egy termék, folyamat vagy szolgáltatás teljes életútja során vizsgálja annak környezetre gyakorolt potenciális hatásait. Egy termék életútjának nevezzük a szükséges nyersanyag bányászatától és előkészítésétől a termék gyártásán keresztül a termék használatáig és a használat után keletkező hulladék hasznosításáig vagy kezeléséig terjedő szakaszt.” [77] Az LCA alapelveit és módszertanát az ISO 14040-43 nemzetközi szabványban rögzítették.

Az elemzés fő célja az ún. „hotspotok” elemzése, valamint a termékfejlesztések vizsgálata. Az analizált eredményeket összehasonlító elemzéssel kalkulálják két, vagy több rendszer relatív környezetterhelésének vizsgálatával, amelyhez világszerte több mint 200 adatbázis és szoftveres rendszer nyújt alapot. A teljesség igénye nélkül többek között a német GaBi, holland SimaPro, britt Envest2, az egyesült államokbeli BEES, stb. [78]

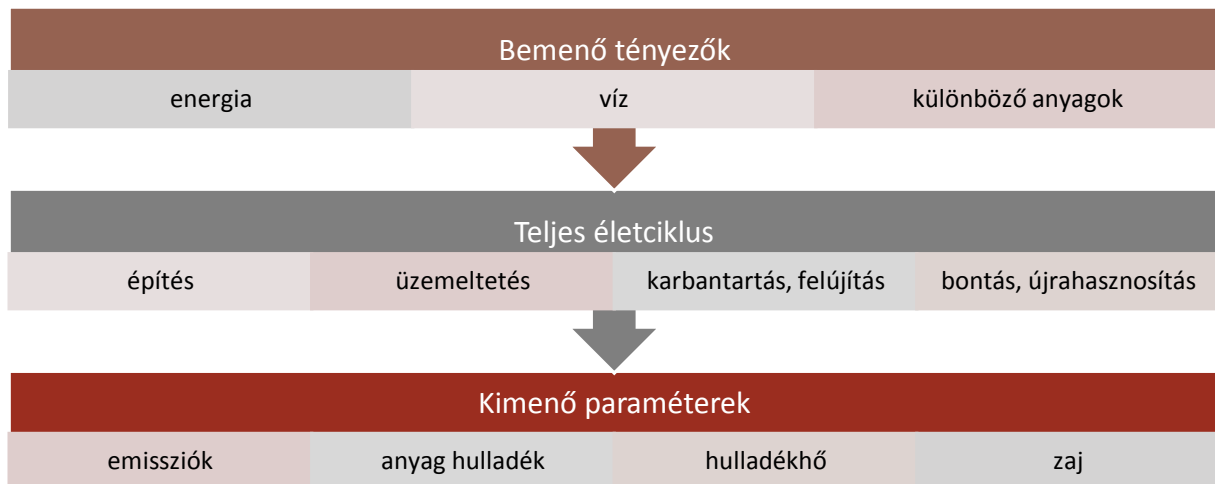
Az életciklus elemzés keretrendszere az épület elemzés:

- céljának és tárgyának meghatározásából,
- beépített, beépíteni kívánt termékekkel kapcsolatos leltárkészítési folyamatok be- és kimeneteiből,
- potenciális környezeti hatások kiértékeléseiből és
- leltárelemzés, valamint hatásértékelés eredményeinek értelmezéséből épül fel.



3. ábra *Életciklus elemzés keretrendszere* (készítette: szerző)

A leltár elemzés szempontjából megvizsgálhatjuk a bemenő építési paraméterek, mint pl. a víz, az építőanyag, az energia, stb. teljes életcikluson áthaladó, változásait, amelyek eredményeként olyan kimenő paramétereket azonosíthatunk, mint pl. az emisszió, anyag hulladékok, hulladékhő, zaj, stb.



4. ábra **Leltárelemzés** (készítette: szerző)

A hatásértékelés elvégezhető a célnak megfelelő módszerek alkalmazásával, vizsgálható többek között a kumulatív energia igény, az üvegházhatás, a vizek és a talaj savasodás, humántoxicitás, erőforrás használat, az emberi egészség, az ökoszisztéma minősége, stb.

A XXI. századi felgyorsult világunkban a 4. ipari forradalom hatására napjainkban végbemenő változások tükrében az épületek életciklusai is változnak. A változást generálja a technológia fejlődése, a jóléti társadalom igényei, az energia ára, a globális klímaváltozás, a biztonság aktuális kérdései, stb. A fentiek alapján az építési igények, szándék mellett négy különböző fejlesztési variációt különböztethetünk meg a meglévő épületállomány szempontjából:

- strukturális modernizációt,
- teljes bontást és újjáépítést,
- energetikai szempontú modernizálást, és
- általános felújítást, állagmegőrzést, korszerűsítést.

A strukturális modernizáció alatt értjük az épület teljes alaprajzi szintű áttervezését, energetikai célú rekonstrukcióját a korszerű követelményeknek megfelelően. Ebben az összefüggésben az adott épület gyakorlatilag teljes mértékben újra strukturálódik, és egy modern építési előírásoknak és kortárs igényeknek megfelelő képet ölt, olyan módon, hogy megőrzi az épület eredeti vázát, tovább örökítve annak értékeit, és nem terheli, csak a szükséges mértékben a környezetet.

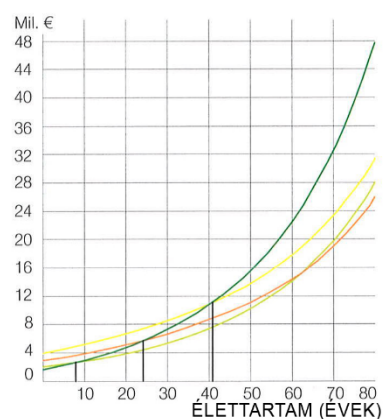
A fenti megoldási lehetőséggel szemben, amennyiben az épület megőrzésére vagy állékonysági, vagy gazdasági, vagy egyéb szempontból nincs lehetőség, vagy szándék, a bontás és újjáépítés nyújt opciót. Ebben az összefüggésben egy új épület új rendszerével kell számolni, a régi, elbontott épület építési hulladékainak környezeti terheivel együtt.

Az energetikai célú modernizálás a meglévő elavult rendszeremlékek korszerűsítését, cseréjét jelenti, a szükséges hőszigetelő felületek felhordásával, a lehülő felületek korszerű, hőszigetelő elemekre történő cseréjével. Ebben az esetben csak a minimális környezetterheléssel kell kalkulálni, amely a kibontott, elbontott és az új építési termékek hulladékaiból ered, de hosszútávon ennek hatására energia takarítható meg.

Végül a felújítás, az egyébként összességében a különböző funkcionális, energetikai, stb. szempontból megfelelő épületek módosítása nélküli karbantartást, esztétikai felújítást jelenti, amely nem befolyásolja az épület strukturális kialakítását.

Gazdasági szempontból elemezve a fenti folyamatok a 2011-es költségbebecslési segédlet alapján az alábbi diagram szerinti értékeket veszik fel, euro összegben az adott életciklus éveinek függvényében:

ÉRTÉKEK EUROBAN	1. STRUKTURÁLIS MODERNIZÁCIÓ	2. BONTÁS ÉS ÚJJÁÉPÍTÉS	3. MODERNIZÁLÁS A NÉMET "ENEV 2007" SZERINT	4. FELÚJÍTÁS
ÚJ ÉPÜLET KÖLTSÉGEI + EGYÉB KÖLTSÉGEK	2530026	3678096	1604811	1196198
ÜZEMELTETÉSI KTSG/ÉV	31497	36714	40288	75296
FELÚJÍTÁSI KTSG/ÉV	50599	69912	37284	41360
FENNTARTÁSI KTSG/ÉV	14452	10658	2678	3251
BONTÁSI KÖLTSÉGEK	1585201	2121987	1266068	1389537
NETTÓ JELEN ÉRTÉK	7934690	9926088	6148035	10202957



5. ábra *Fejlesztési variációk összege az életciklus éveinek függvényében [78]*

Megállapítható, hogy minél hosszabb az életciklus időtartama, annál magasabb összeget emészt fel a négy különböző beavatkozás megvalósítása.

## **1.2. Adott épület teljes életciklusának fő határpontjai és a hozzárendelt tűzvédelmi szereplők**

1. építési szándék, koncepció – tűzvédelmi koncepció (tűzvédelmi tervező, szakértő)
  2. tervezési fázis – tűzvédelmi tervezés (tűzmegeelőzést végző hivatásos tűzoltó állomány tagja, tűzvédelmi tervező)
  3. kivitelezési fázis – tűzvédelem érintőlegesen jelenik meg, vagy hiányzik (a kivitelezésben részt vevő tűzvédelmi képesítéssel rendelkező személy)
  4. használatbavétel, építmény átadása – jellemzően a legjobb (pillanatnyi) tűzvédelmi állapot (tűzvédelmi képesítéssel rendelkező felelős személy, tűzmegeelőzést végző hivatásos tűzoltó állomány tagja)
  5. használat, működés – tűzvédelem csak bizonyos esetekben jelenik meg, csak specifikus területeken (tűzvédelmi képesítéssel rendelkező szakember: pl. tűzvédelmi előadó, főelőadó, karbantartók, stb, tűzmegeelőzést végző hivatásos tűzoltó állomány tagja ellenőrzés keretében, beavatkozó hivatásos tűzoltó állomány gyakorlat keretében)
  6. átalakítás, felújítás, rendeltetés megváltoztatás – tűzvédelmi rendszerekben történő változás, de nem minden esetben tűzvédelmi tervezés (átalakítás körében és mértékében a tűzmegeelőzést végző hivatásos tűzoltó állomány tagja, megfelelő tűzvédelmi képesítéssel rendelkező szakember)
  7. bontás – tűzvédelem nem jelenik meg
- + esetleges tüzeset valamelyik ciklusban, vagy ciklusok közötti átmeneti állapotban (tűzoltást, tűzvizsgálatot, tűzvédelmi ellenőrzést végző hivatásos tűzoltó állomány, tűzvizsgálati szakértő, igazságügyi szakértő) [79]

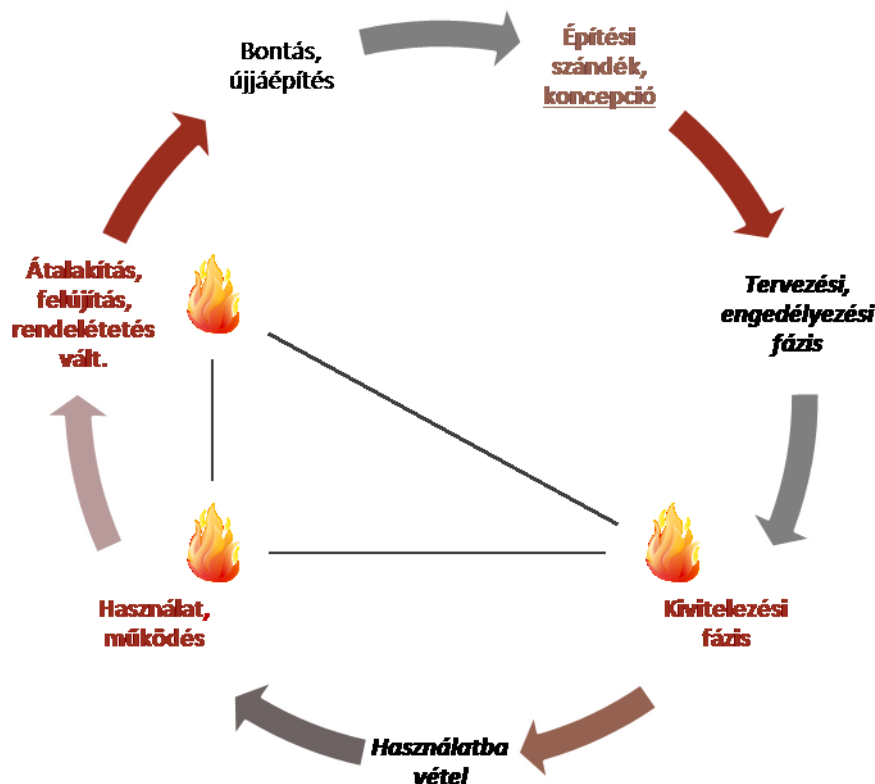
Táblázatos formába rendezve szemléletesen láthatók a fő határpontok és az időben hozzájuk rendelt szereplők és tűzvédelmi rendeltetések összefüggései:

	<b>életciklus fázis</b>	<b>szereplők</b>	<b>tűzvédelmi funkció</b>
1.	építési szándék, koncepció alkotás	<b>tűzvédelmi koncepció</b>	tűzvédelmi tervező, szakértő
2.	tervezési, engedélyezési fázis	tűzvédelmi tervezés	tűzmelegelőzést végző hivatásos tűzoltó állomány tagja, tűzvédelmi tervező
3.	kivitelezési fázis	<b>tűzvédelem érintőlegesen jelenik meg, vagy hiányzik</b>	a kivitelezésben részt vevő tűzvédelmi képesítéssel rendelkező személy
4.	használatbavétel, építmény átadása	<b>jellemzően a legjobb tűzvédelmi állapot</b>	tűzvédelmi képesítéssel rendelkező felelős személy, tűzmelegelőzést végző hivatásos tűzoltó állomány tagja
5.	<b>használat, működés</b>	<b>tűzvédelem csak jogszabályi követelmény alapján, meghatározott esetekben jelenik meg, csak specifikus területeken</b>	tűzvédelmi képesítéssel rendelkező szakember, tűzmelegelőzést végző hivatásos tűzoltó állomány tagja ellenőrzés keretében, beavatkozó hivatásos tűzoltó állomány gyakorlat keretében
6.	átalakítás, felújítás, rendeltetés megváltoztatás	<b>tűzvédelmi rendszerekben történő változás, de nem minden esetben tűzvédelmi tervezés</b>	<u>átalakítás körében és mértékében</u> a tűzmelegelőzést végző hivatásos tűzoltó állomány tagja, megfelelő tűzvédelmi képesítéssel rendelkező szakember
7.	bontás	tűzvédelem nem jelenik meg	—

1. táblázat *Az épület teljes életciklusának fő tűzvédelmi határpontjai* (készítette: szerző)

### 1.3. Tűzvédelmi LCA

A tűzvédelmi szempontból elemzett életciklus főbb határ-, vagy időpontjaiban és a közöttük elhelyezkedő időintervallumokban megvizsgálhatók a tüzesetek keletkezésének gyakoriságai. Az elemzés során analizáltam 2015-2018 időintervallumban a tüzeseti adatlapokat, amelyek alapján megállapítást nyert, hogy egy épület tűzvédelmi életciklusára vetítve a tüzesetek három idő fázisban keletkeznek: **a kivitelezés-, a használat, működés- és az átalakítás, felújítás** fázisaiban.



6. ábra *Tűzvédelmi életciklusban megjelenő potenciális tűzkeletkezési időintervallumok* (készítette: szerző)

Összevetve a megtörtént tüzeseteket a tűzvédelmi életciklus intervallumaival, megfigyelhető, hogy az építmény teljes élete során a fő ciklusok idején komplex tűzvédelem sok esetben a szakterületek és szereplők terén párhuzamosan, metszéspont(ok) nélkül valósul meg, amely a teljes tűzvédelem folytonosságán szakadásokat, fehér foltokat eredményez.

### 1.3.1. Anomáliák

Egy példán keresztül bemutatom a felmerülő anomáliák egy verzióját: az eleve összetett építészeti tűzvédelmi tervezésben megjelennek az automatikus beépített aktív tűzvédelmi berendezések, amelyek szerepet játszhatnak akár a tűzterjedés elleni védelemben is, úgy, hogy azok működését egy automatikus beépített tűzjelző rendszer vezérli. Azaz egy alapvető építészeti tűzvédelmi kérdésre - tűzterjedés elleni védelem - egyszerre három szereplőnek kellene összehangolt választ adnia: tűzvédelmi tervező, beépített automatikus oltóberendezés (tűzterjedés gátló berendezés) tervezője, beépített automatikus tűzjelző rendszer tervezője. Mivel valamennyi rendszer jogszabályi előírás alapján [80] építési terméknek számít, ezért már a termék kiválasztásánál jelentős szerepet játszik annak tűzvédelmi teljesítménye, minősítése, amelyet a fejlesztők, gyártók határoznak meg és igazolnak. A teljes folyamatot felügyeli a hivatásos szféra legalább két szempontból: hatósági (azon belül engedélyezési, piacfelügyeleti) és szakhatósági formában.

Ezt az egyetlen tűzterjedési problémát tekintve is jól látható, hogy milyen bonyolult és összetett ma a tűzbiztonság megvalósítása. A fenti szereplők egyszerre nincsenek egy térben és időben, és jellemzően a különböző szereplőkön belül is több különböző szakember jár el, így az információ áramlás homogenitása hiányos, ezért hibahelyek alakulnak ki. Egyik szereplő nem tudja pontosan, hogy mit csinál a másik, ezért fontos adatrészletek vesznek el, és végeredményben egy egyszerűnek tűnő tűzterjedés elleni védelem nem lesz képes ellátni megfelelően a feladatát. Ezáltal jelentősen megnő a beavatkozó tűzoltó állomány helyszíni döntéshozatali kényszere, amely sok esetben nem az adott épület mérnöki tűzvédelmi paraméterein alapszik, ezért eltér attól, és így megnövekedhet a beavatkozás ideje, ezáltal a tűzkár. [81] Összességében tehát az a probléma akár egy ilyen egyszerű esetben is, hogy hajlamosak vagyunk elhinni, hogy sok pénzért, sok szakember bevonásával biztosan megfelelő védelmet építettünk ki, és ezáltal hamis biztonságérzetet teremtünk. A gond az, hogy ma alig-alig létezik olyan időpont, amikor a szereplők egy térben jelen vannak és komplexen kezelik ezt a kérdést. Ez ma gyakorlatilag egyedül az épület használatbavételének időpontja lehet, de ez sem törvényszerű.



### **1.3.2. Megoldási opció**

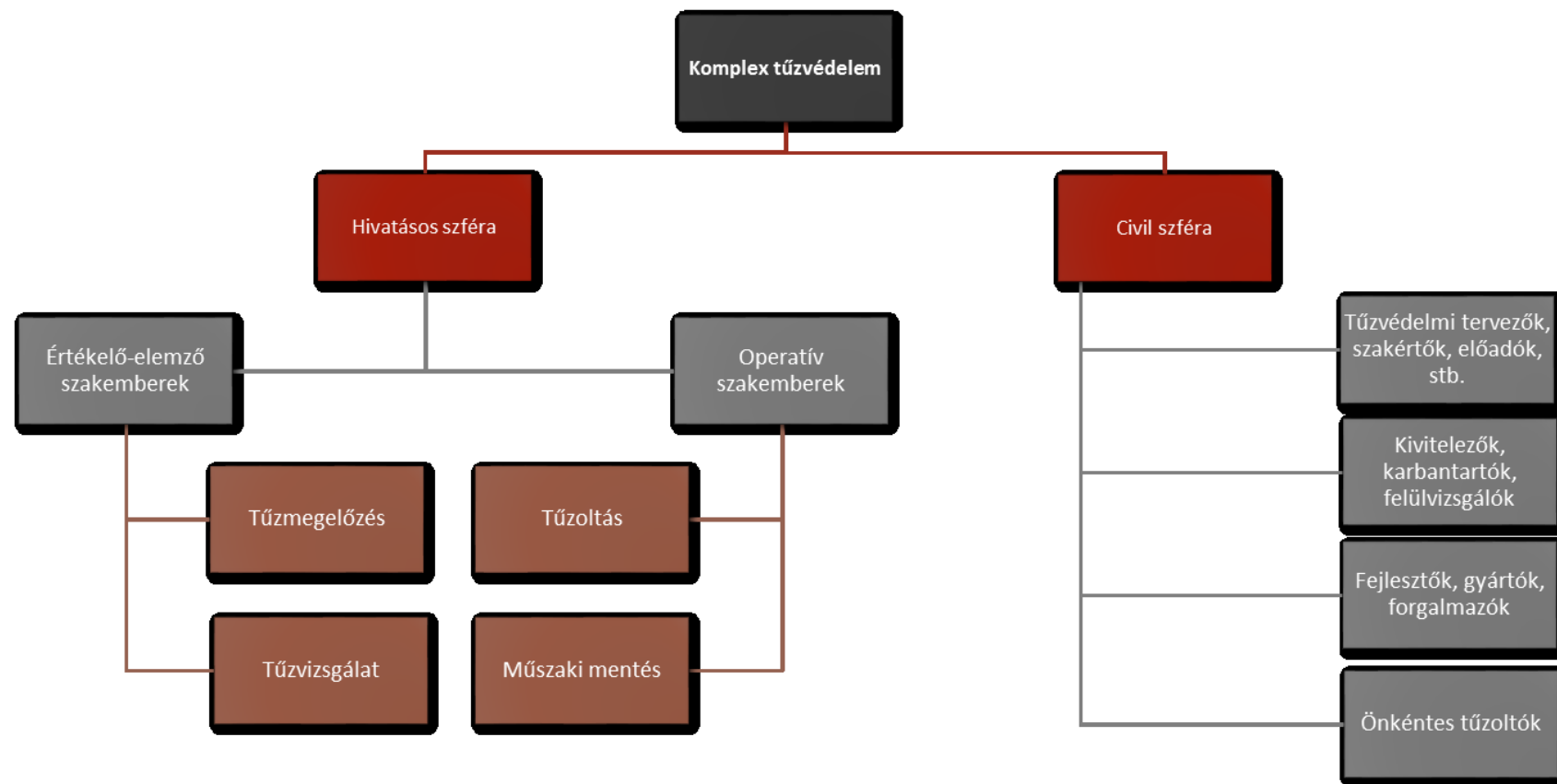
A megoldás abba az irányba kell, hogy mutasson, hogy a szereplők tevékenysége minél homogénebb legyen, minél több és aktívabb kapcsolódási pont alakuljon ki, ezáltal felállítható egy jól működő kontroll rendszer is, kialakul egy folyamatos oda-vissza csatolás minden szakember között. A speciális szakterületek eredményei valóban hatni kezdenek egymásra. Ennek a rendszernek a megvalósulása eredményezi a komplex tűzvédelem kialakulását. Amikor valamennyi szereplő, valamennyi speciális szakág tevékenysége – egy-egy épület esetében, annak teljes életciklusát átívelve, térben és időben – kölcsönösen hat egymásra, folyamatos és intenzív kölcsönhatásba kerül, létrejön a komplex tűzvédelem.

Ennek a rendszernek a digitális, elektronikus megvalósítás az útja, amelyhez a mai infokommunikációs világunkban az infrastruktúra teljes mértékben rendelkezésre áll. [82] Az infokommunikáció lehetővé teszi a szereplők egy „térben”, virtuális térben és valós időben történő jelenlétét, továbbá szolgálja az elektronikus adatbázisok kapacitásának kényelmes elérését. [59] Így a szakember fluktuáció miatt sem történik információ veszteség, bárki be tud kapcsolódni az adott rendszerbe.

### **1.4. Tűzvédelem szereplői**

A szereplők összetétele szintén heterogén. Alapvetően két részre osztható: hivatásos és civil tűzvédelmi szakemberekre. A hivatásos szakember teamnek két kategóriáját különböztetjük meg: az értékelő-elemzőt és az operatív teamet, amelyek további három fő alcsoportra, szakterületre bonthatók: tűzmegelezési, tűzoltási és tűzvizsgálási szakterületre.

A civil tűzvédelmi szféra négy csoportból áll: a tűzvédelmi tervezők, szakértők, tűzvédelmi előadók, főelőadók; a kivitelezők, karbantartók, felülvizsgálók; a fejlesztők, gyártók, forgalmazók; és az önkéntes tűzoltók csoportjából. Az egyes csoportokon, alcsoportokon belül további specializálódás figyelhető meg, amely tovább erősíti a heterogén tűzvédelem megvalósulását.



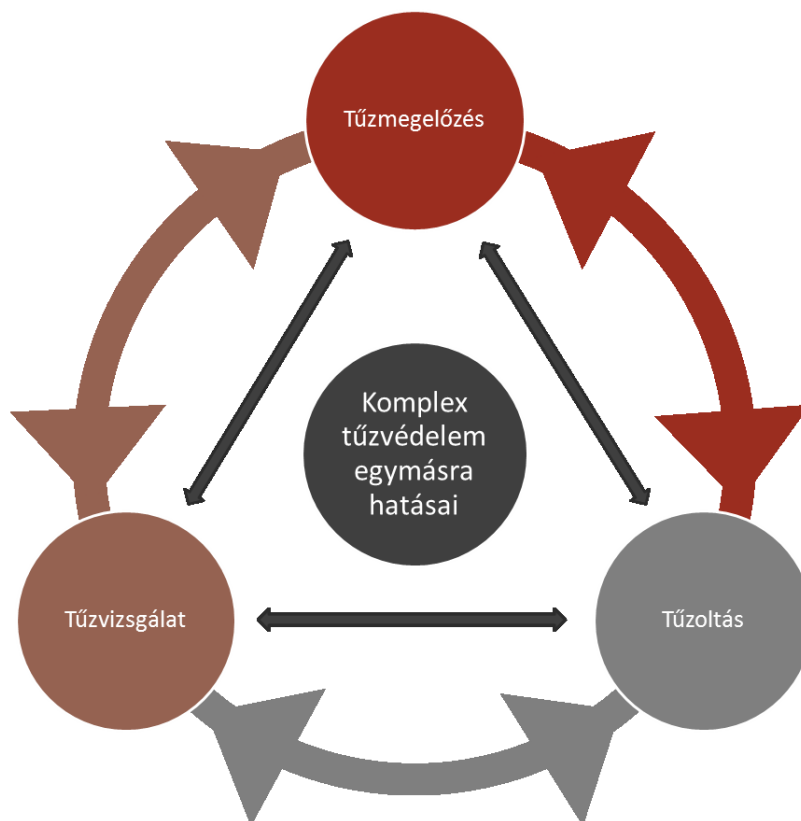
7. ábra *A komplex tűzvédelem szereplői* (készítette: szerző)

A komplex tűzvédelem három alappilléren (három speciális szakterület) nyugszik:

1. tűz megelőzés
2. tűzoltás
3. tűzvizsgálat. [16]

### 1.5. Komplex tűzvédelem

A három szakterület a gyakorlati alkalmazás terén jelenleg elkülönül, de a hármas egység körkörös, oda-vissza alapon történő egymásra hatása szakmai szempontból megbonthatatlan. A korszerű tűzoltóság ezen hármas egység megvalósításával védekezik leghatékonyabban a tüzesetek ellen.



8. ábra *A komplex tűzvédelem egymásra hatásai* (készítette: szerző)

A tűz elleni védekezésben részt vevő szereplők a gyakorlatban két nagy csoportra bonthatók:

1. hivatásos tűzoltóság (katasztrófavédelem különböző szintű szervezeti egységei)

a) központi szint

b) területi szint

c) helyi szint [2]

2. civil szféra szereplői

a) tűzvédelmi mérnökök, szakmérnökök, szakértők, főelőadók, előadók, stb.

b) adott létesítményben a tűz elleni védekezésért felelős személyek

ba) ügyvezető, üzemeltető, vagy megbízottjaik

bb) biztonsági személyzet (tűzjelző-, tűzoltó berendezés felügyeletét ellátó személyzet)

bc) tűzvédelmi szolgáltatást ellátók (üzembe helyezők, karbantartók, felülvizsgálók)

c) tűzvédelmi eszköz forgalmazók, gyártók.

Az emberi tényezőt tovább kell csoportosítanunk ahhoz, hogy összefüggéseiben vizsgálhassuk a jelentőségét, magába foglalva az ember okozta kockázatokat, veszélyeket és az ember nyújtotta megoldásokat is.

Ilyen téren két fő csoportot különböztethetünk meg:

- a tűzvédelmi helyzetben érintett laikusok fő csoportját és
- a tűzvédelmi helyzet kialakításáért felelős személyek csoportját.

A laikusok körébe tartozik mindenki, akit védelmeznünk kell, akinek nincs kompetenciája, képzése a tűzvédelmi helyzet alakításáért, de aki naivitásából adódóan, vagy mulasztás, gondatlanság útján képes tüzet előidézni. Az ő esetükben szemléletformálásra van lehetőség, biztonság tudatos képzésre van szükség, hogy a tüzesetek megelőzését biztosíthassuk. [5]

A második fő csoport további két nagy csoportra, azon belül alcsoportokra tagolható:

- a hivatásos szféra csoportja
- a professzionálisan tűzvédelemmel foglalkozó civil szféra

Az 1. csoportba a katasztrófavédelem szervezetén belül a hivatásos tűzoltók csoportja tartozik, akik az alábbi alcsoportokra bonthatók:

- megelőző tűzvédelem (jellemzően hatósági, szakhatósági eszközrendszerrel)
- beavatkozó tűzvédelem (kiképzett hivatásos, professzionális tűzoltó állománnyal)
- vizsgáló, elemző tűzvédelem (képzett, professzionális szakértő állománnyal). [83]

Közös a csoport tagjaiban a hivatásos szellemiség. Ez egy nagyon fontos tényező, ugyanis az összes emberi altényező közül ez az egyetlen, amely társadalmi, szociológiai, pszichológiai, gazdasági, stb. értelemben szilárdan és egységesen képviseli a tűzvédelem követelményeit, és képes a leghatékonyabb módon beavatkozni, legyen szó életmentésről, állatmentésről, vagyonmentésről, vagy műszaki mentésről. [84]

Látható, hogy a komplex tűzvédelem mindhárom szegmense szervezetenként integrált módon, de speciális szaktudással bíró egyének által megtalálható a hivatásos szférában.

A 2. csoport a civilek, azaz a nem hivatásos tűzoltók csoportja, akik professzionális módon foglalkoznak a tűzvédelemmel, az alábbi alcsoportokra bonthatók:

- tűzvédelmi tervezők
- tűzvédelmi szakértők
- tűzvédelmi képesítésű szakemberek
- tűzvédelmi oktatók
- tűzvédelmi termék gyártók
- tűzvédelmi termék forgalmazók
- tűzvédelmi eszközök, rendszerek kivitelezői
- tűzvédelmi eszközök, rendszerek felülvizsgálói, karbantartói
- önkéntes tűzoltók
- létesítményi tűzoltók
- tűzvédelemért felelős személyek.

A fentiek alapján látható, hogy egy rendkívül összetett, több tudományágot integráló, térben és időben heterogén szakterület a tűzvédelem, amely egyensúlyi állapotának, azaz a tűzbiztonságnak a megteremtése és hosszú távon történő fenntartása bonyolult folyamat. A szereplők ugyanis egyszerre nincsenek egy térben és egy időben. Természetesen képződnek csoportosulások a tér és az idő függvényében, pl. egy épület tűzvédelmi szempontú használatbavétele során az épületben egy időpontban a szereplők egy jelentős halmaza együtt van: tervezők, szakértők, tűzvédelmi szakhatóság képviselői, beavatkozó állomány egy része, üzemeltető, kivitelezők, stb. Tehát egy viszonylag idealizált állapot áll elő ebben az esetben. Azonban ezt megelőzően, majd ezt követően ez a helyzet nem ennyire szerencsés. A szereplők szétszóródva, egymástól függetlenül jelentkeznek a folyamatban, amely önmagában nem lenne probléma, de hatósági, szakhatósági tapasztalatok alapján, az esetek többségében nem alakul ki egy egységes koherens folyamat, amely egy-egy épület teljes életciklusán átívelne.

Ebből az következik, hogy egy-egy épület életciklusában fehér foltok alakulnak ki, amely időpontokban a tűzvédelmi helyzet egyensúlya a stabil állapotból, vagy a mesterségesen fenntartott instabil állapotból kibillen, valamelyik, vagy több tényező is szélsőérték felé tolódik, amely tűz keletkezéshez vezethet. [85]

## **1.6. Épület – ember – tűz**

A tűzvédelem, a biztonság megvalósítása terén betöltött súlyának megfelelően, szerteágazóan és több szinten valósítható meg. A több szintű megvalósítás egy-egy védeni kívánt épített környezeti elem (építmény, épület) esetében különböző időbeli periódusokban jelenik meg. [86] A különböző időintervallumokban különböző szereplők vesznek részt, amelyek között léteznek átfedések, de bizonyos időpontok egy épített környezeti elem esetében teljesen elkülönülnek, nem valósul meg a tűzvédelem teljes folytonossága. Egy, a mai elvárásoknak eleget tevő, ötven évre tervezett építmény életét nem fedi le egy teljes egészében átívelő, egységes tűzvédelmi védőháló.

Világszerte elfogadott és működő módszer a tűzvédelmi problémákra adott megoldások jogszabályi követelménnyel való összehasonlítása. [85] Ezáltal sok esetben megállapítható, hogy az ismert tűzvédelmi paraméter megfelel-e az ismert követelmény értéknek vagy nem. Azonban ez a szótár jellegű módszer csak a meghatározott problémákra ismer válaszokat, és a problémák összetettsége is véges lehet. [11] Messze nem fedi le az építészeti tűzvédelem összetett jellegét, nem tudja követni a kortárs építés technikai fejlődését. Sok esetben a rendelkezésre álló technika – akár egy szoftver, akár egy műszaki termék esetében – fejlettsége

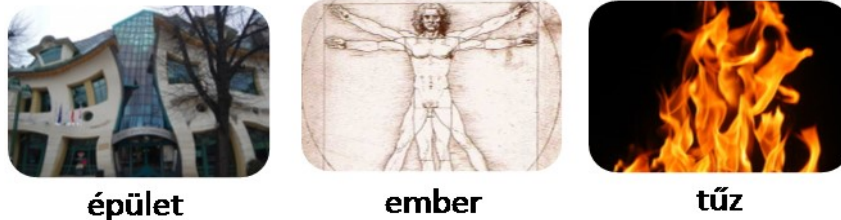
előre mutatóbb a rugalmatlan jogi szabályozásoknál. Mérnöki szemléleten alapul a fenti módszer fejlesztése, amely során a követelményeknek való megfeleltetés műszaki irányelvek, műszaki szabványok felhasználásával biztosított. Ezen módszerrel jelentősen nő a mozgástér, a tervezés, megvalósítás szabadsága, de még mindig egy keretrendszerben mozoghat csak a módszer alkalmazója. Ma ez a módszer a legelterjedtebb, és optimálisan a legjobban használható. Ezt a módszert alkalmazzák Európa több országában (harmonizált szabványok alkalmazása), közte Németországban (DIN, VDS rendszer), vagy Magyarországon (harmonizált szabványokon alapuló tűzvédelmi műszaki irányelvek alkalmazása), továbbá az Amerikai Egyesült Államokban is hasonló rendszer működik (NFPA, FM szabványok alkalmazása). [87] Léteznek úgynevezett komplex tűzvédelmi értékelések, amelyek szintén mérnöki elveken nyugszanak, és műszaki szemlélettel kezelik az adott tűzvédelmi problémákat komplex módon is, de nem kezelik egy épület teljes életciklusán keresztül.

A jövőt a szabályozott mérnöki szemléleten és alapokon működő módszerek jelentik, amelyek kombinált alkalmazásával minden egyedi problémára a legmegfelelőbb egyedi megoldás biztosítható olyan módon, hogy egy épület teljes életciklusára vetítve átfogó képet kapjunk annak tűzvédelmi helyzetéről, a kritikus helyek és potenciálisan kockázatos időszakok figyelembevételével. A mai magyar tűzvédelmi szabályozás előremutató és modern módon, mérnöki szemléleten alapulva lehetővé teszi a fenti fejlődés biztosítását. Ehhez azonban a már megkezdődött szemléletváltást ki kell terjeszteni, szélesíteni, és fel kell gyorsítani, hogy rendelkezésre álljon egy stabil, egységes gondolkodásra képes, kreatív szakembergárda, amely lefedi a komplex tűzvédelmet. [88]

A világ szinte minden országában az építészeti tűzvédelem jogszabályokon, irányelveken, szabványokon nyugszik. Tűzbiztonság-becslési módszereket, műszaki eljárásokat, kockázat-elemzéseket ismerünk a tűzvédelem tudományában, de azok nem ölelik át egy-egy épület teljes életciklusát az épület – ember – tűz hármasság kölcsönhatás szempontjából, a komplex tűzvédelem: tűz megelőzés, tűzoltás, tűzvizsgálat tekintetében. [33] A nem komplex tűzvédelem következtében „fehér foltok”, kritikus helyek és időtartamok alakulnak ki egy-egy épület esetében. [89] **A tűzvédelem több szempontból is heterogén, több szereplős, nagy időintervallumot folyamatosan átívelő, térben több helyen lejátszódó folyamat, amely kritikus, potenciálisan tűzveszélyes helyekkel és időpontokkal egy térbeli-időbeli mátrixot alkot.**

A biztonság szempontjából az épület-ember-tűz hármasság viszonya játssza a legfontosabb szerepet, ezért ennek a tényező hármasságának a bevezetése szolgál kulcsként a hosszú távú

megoldások kialakításában. Külön-külön ismerjük azokat a paramétereket, amelyek definiálják a tűzvédelemben mérhető biztonságot az adott tényezők esetében. A probléma ott rejtezik, hogy ezek valós egymásra hatása sok esetben bizonytalan módosító tényezőket, jellemzően rontó tényezőket eredményez. [5]



9. ábra *Épület - Ember – Tűz* (készítette: szerző)

Egy takarítás során, a takarító felszerelést hordozó kocsival kitámasztott, alapvetően szabályos, önműködő csukó szerkezettel ellátott tűzgátló ajtó nem képes betölteni szerepét, ezáltal a tűz több tűzszakaszba történő terjedése lehetővé válik (*emberi tényező*). Egy elhúzódo építészeti átalakítás során az elbontott, de időközben vissza nem épített tűzgátló szerkezetek (falak, földem, stb.) hiánya ugyancsak a tűz gyors terjedését eredményezi (*épület tényező*). Az épület használata során felhalmozott éghető berendezések, installációk, tárgyak, anyagok égése során felszabaduló toxikus gázok, égéstermékek szintén negatív értelemben befolyásolják az épület tűzvédelmi helyzetét [90], ami kihat többek között az épületben tartózkodó emberek menekülési képességére, amelyet a tervezéskor nem tudtak, vagy nem vettek figyelembe (*tűz tényező*).

Az egyszerű példákból is látható, hogy egy épület használata során az emberi tényező a legbizonytalanabb, amelyre egzakt mérnöki megoldás nem adható. Az egyetlen reális megoldás az emberek tudatos és folyamatos tűzvédelmi képzése, oktatása már kisgyermek kortól egészen idős korig. Ezáltal egy automatizmus alakul ki, amely kedvezően hatna a nem szándékos gondatlan cselekvések elkerülése tekintetében. Mérnöki megoldások szempontjából az épület- és a tűz tényező kezelése már egyszerűbb probléma, mert léteznek egzakt megoldások. [91] A problémát ezen tényezők esetében az egymásra hatások megfelelő elemzésének és értékelésének hiánya okozza, amely a jellemzően heterogén és hosszú életciklusból és a tűzvédelem szereplőinek különböző tér- és időbeni elhelyezkedéséből fakad.



### 1.6.1. Kritikus szélsőértékek

A fentiek alapján tehát kritikus idő intervallumok azonosíthatók, amelyek megállapításában a tűzvizsgálat tapasztalatai jelentik az origót. Egy a tervezéstől az újratevezésig vagy bontásig tartó épület életciklus során különböző kritikus fázisok alakulnak ki, amelyek fehér foltként jelennek meg a tűzvédelemben. [89]

Három kritikus fázist mutatok be különböző nemzetközi tüzesetek példáján keresztül:

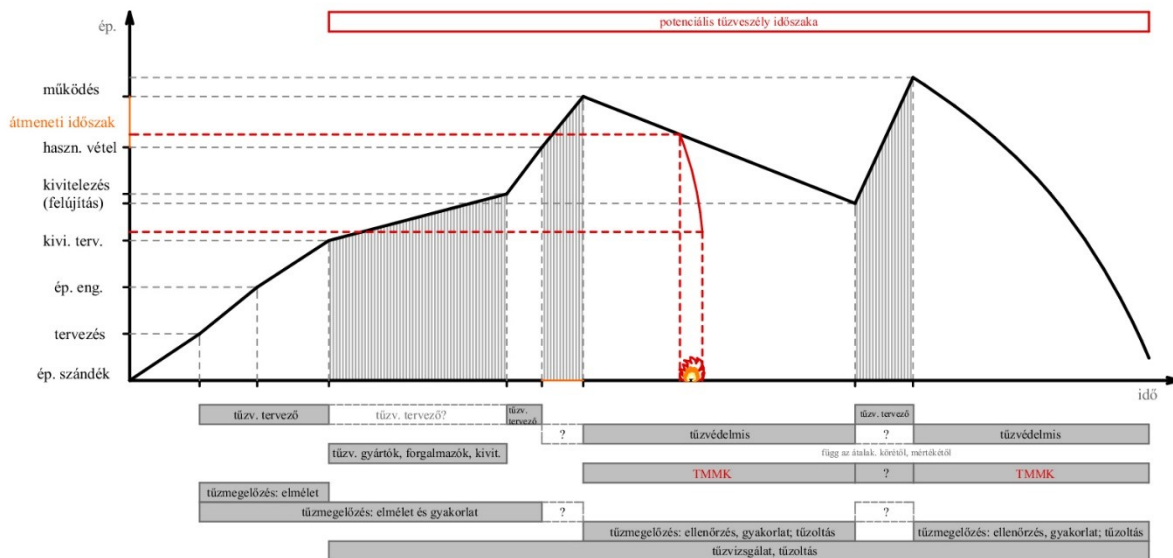
Az első esetben egy folyamatban lévő felújítás során keletkezett tűz a párizsi Ritz Hotelben, 2016. január 19-én. A már újrainyitásra előkészített szálloda építészeti szempontból már szinte elkészült, de tűzvédelmi szempontból mégis egy kedvezőtlen, kritikus állapotban volt. A tűzvédelmi rendszerek nem rendeltetés szerinti állapotban működtek, mert folyamatos munkálatok zajlottak az épületben. A használat sem volt rendeltetés szerű, hiszen építkeztek. Mégis az épület és tűz paraméter majdnem olyan értékeket vett fel, amelyek igazak egy rendeltetés szerűen funkcionáló épületre. (*emberi tényező*)

A második esetben egy átalakítás alatt álló épületben, de kivitelezéssel nem érintett, elhagyott építési helyszínen keletkezett tűz Budapesten, az Andrássy úton, 2014. július 15-én. A palota épület felső szintjeiből a belső falakat és födémeket kibontották, ezáltal egy hatalmas légtér, egy óriási tűzszakasz alakult ki, amely hosszú időn keresztül fennállt. A hatalmas tüzesetet, a tűz kiemelten nagy területre történő terjedését a tűzterjedést gátló épületszerkezetek hiánya okozta. A szétbontott, egy légtérrel eredményező zárt tér hosszú időn át fennálló állapota, azaz az épület paraméter játszott szerepet a kritikus hely és hosszú potenciálisan tűzveszélyes időszak kialakulásához. (*épület tényező*)

A harmadik esetben pedig a tűz paraméter határozta meg a tüzesetet. 2016. január 1-jén a dubai The Address Downtown Hotelben keletkezett tűz. A szilveszteri tűzijáték során egy pirotechnikai termék okozta a tüzesetet. A kritikus időpontban több helyen is az eltérő használat eredményeként újra értékelődnek a különböző paraméterek. Szilveszterkor koncentráltan megnő a használatban lévő pirotechnikai termékek száma, amely potenciális tűzveszélyt okoz. A tűz paraméter ebben a példában olyan kritikus értéket vett fel, hogy képes volt tüzet okozni. (*tűz tényező*) [123]

## 1.6.2. Kritikus időintervallumok és fázisok

Az egyszerű szemléltető példákból látható, hogy mindhárom tüzeset egy-egy tűzvédelmi szempontból kritikus időben keletkezett, valamelyik tűz kölcsönhatás paraméter (épület-ember-tűz) szélsőérték, kritikus érték felé történő tolódásával. A tűzvizsgálat mérnöki szemléletű lefolytatásával a tűzhatás szerkezetekre vonatkozó következményei egzakt módon megállapíthatóak. [40] A hagyományos használati szabályok, vagy szakhatósági eljárások szemszögéből mindhárom eset kezelt probléma volt, de időbeli mélységben nem került vizsgálat alá a kritikus időtartamok alatti tűzvédelmi helyzet, így a megfelelő tűzbiztonságot nem alakították ki, ezért tűz keletkezett. A tűzvédelem szereplői vagy nem, vagy csak részlegesen voltak jelen a folyamatokban, így a folytonos tűzvédelmi háló, mint a tűzbiztonságot nyújtó védelmi rendszer, helyenként megszakadt. [92]



10. ábra **Kritikus helyek és időpontok** (készítette: szerző)

A fenti ábrán idő függvényében került ábrázolásra az épületek életciklusainak fő állomásaira vetített tűzbiztonság mértéke, amelyekhez hozzárendeltem a tűzvizsgálati eljárásokkal kapcsolatos empirikus eredményeket. Ezt ábrázolva megállapítható, hogy melyik időszavokban alakulnak ki a kritikus, potenciális tűzkeletkezéshez vezető helyek.

A komplex tűzvédelem szereplőinek a fenti ábrában betöltött szerepét figyelembe véve, az együttes ábrázolásból azonosítható a kritikus időszavok kialakulásának helye:

1. A kivitelezés időszaka: ebben az időszavban az épület készültségi fokának mértékében folyamatosan növekszik a potenciális tűzkeletkezés valószínűsége.

A folyamatosan egyre nagyobb mennyiségben beépített éghető komponenseket tartalmazó anyagok, valamint a kivitelezés természetes velejárójaként folyamatosan jelenlévő tűzveszélyes tevékenység hatására, ugyanakkor a beépített automatikus, azaz aktív, a hőre reagáló reaktív, illetve a passzív tűzvédelmi rendszerek részleges, vagy teljes hiánya, inaktivitása potenciális tűzveszélyt jelenthet. Megállapítható, hogy ebben a szakaszban az épület tényező nem teljes értékű, és tűzveszélyes tevékenység formájában a tűz tényező is nagyobb hatással jelenik meg, mint általános esetben. Az emberi tényező ugyanakkor szakemberek formájában azonosítható, amely szabályozott módon elméletben garantálja a tűzbiztonságot. Összességében, a kivitelezési fázisban a tűzvédelmi helyzetet az épület tényező határozza meg, amelyre természetesen hatást gyakorol a tűz és az emberi tényező párosítása is, elsősorban a gondatlan tűzveszélyes tevékenységből fakadóan, amely nem zárható ki teljes mértékben, de nem is elsődleges tényező. [72]

A budapesti, Andrássy úti palota tüzesetének elemzéséből levont megállapítások alapján a fenti tézis igazolható. A kivitelezés során tűzveszélyes tevékenységet végző személyek nyílt lángú gyújtóforrása szerepet játszott a tűz keletkezésében a nem megfelelően végrehajtott tevékenység okán, amelyből így tűz keletkezett. A tüzeset lefolyását azonban nem a tűz keletkezésének körülményei, hanem a tűz terjedésének körülményei befolyásolták, azaz az épület tűzvédelmi helyzete. A korábban elbontott tűzterjedés elleni védelemben szerepet betöltő tűzterjedés gátló alapszerkezetek hiánya egybefüggő, nagy légtérű tűzszakasz kialakulásához vezetett, amelyen a tűz terjedését semmi sem gátolta, ezért az épület jelentős része a tűz martalékává válhatott. [32] Tehát az első kritikus intervallum alapvetően az épület tűzvédelmi paramétereitől függ.

2. A használatbavétel és a tényleges működés közötti átmeneti időszak: ebben az intervallumban az épület tűzbiztonsága janus arcú. Egyrészt a használatbavétel időszakában a tűzbiztonság az ideális szinten kerül bemutatásra a tűzvédelmi szakhatóság részére, amely konkrét próbája is igazolja annak megfelelőségét, amely így rendelkezésre áll. Másrészt viszont a tényleges használat még nem kezdődik meg, kisebb-nagyobb kivitelezési munkák még folyhatnak, pl.: felületképzések, gyengeáram szerelés, IP hálózatok kialakítása, helyiségek bútorozása, stb., amely tevékenységek miatt szándékosan csorbíthatják a tűzvédelmi rendszerek átfogó biztonságot nyújtó működését. Ezen felül a tényleges működés hiányának, vagy csak részleges megvalósulásának következtében a napi használók által ellátott tűzvédelmi felügyelet sem valósul meg teljes körűen, vagy egyáltalán. Ebben a fázisban az épület tényező alapvetően maximális értékét veszi fel, amely érték emberi tényező hatására csorbulhat a speciális átmeneti

használat során. A tűz tényező értékét ebben a szakaszban is, az előzőhöz hasonlóan a tűzveszélyes tevékenység határozza meg. [75]

A párizsi Ritz Hotel példáján keresztül megállapíthattuk, hogy ebben a fázisban egy gyakorlatilag elkészült, szinte teljes tűzvédelmi értékű épületnek a tűzbiztonsága is instabillá válhat az emberi tényező nem megfelelő szintű jelenléte következtében. Az épület paraméterei alkalmassá tennék azt stabil tűzvédelmi helyzet felvételére, de pl. egy a befejező szakipari munkák miatt nyitott állapotban rögzített tűzterjedést gátló ajtó, egy aktív, de a poros munkálatok miatt, a téves jelzések elkerülése érdekében letakart beépített automatikus tűzjelző rendszer részét képező pontszerű optikai füstérzékelő, illetve egy sürgetett munkavégzés miatt az éghető anyagokat nem kellő gondossággal védő, nem kellő óvatossággal végzett tűzveszélyes tevékenység következtében tüzeset keletkezik egy olyan helyen, ahol elméletileg minden tűzvédelmi rendszer adott. A fenti példában látható, hogy gyakorlatilag valamennyi paraméter szélsőérték felé tolódásához az emberi tényező vezetett, tehát ezt a fázist az emberi tényező hatásának értéke determinálja. [79]

3. Működés fázisa: egy-egy épület élettartama szempontjából a leghosszabb periódus. Ebben a fázisban történik a tüzesetek 90%-a. [93] Mindhárom tényező szerepet játszik a tüzesetek keletkezésében. Használatorientált tervezés útján azonban a tűz és az épület paraméter nagyon jól méretezhető, így egyedüli változóként az emberi tényezőre redukálható a bizonytalansági tényező.

4. A komplex tűzvédelem tekintetében fehér folt azonosítható a kiviteli tervezés fázisában is, amely ugyan nem vezet közvetlenül egy esetleges tűzkeletkezéshez, de hosszútávon, közvetett módon hibahelyeket kódol egy épület életciklusában a tűzbiztonság területére, amelyek egytől egyig nem emberi tényező paraméterein múlnak, tehát mérhető módon azonosíthatók és megelőzhetőek lennének. Ehhez a rejtett területhez vezethető vissza a működés során nem közvetlenül az emberi tényező hatására keletkező tüzesetek fele. [93]

A fentiek alapján a teljes tűzvédelmi életciklus alatt azonosíthatók a hibahelyek és a potenciális veszélyforrások, amelyek hosszú távon, közvetett módon, vagy közvetlenül rövidtávon fejtik ki hatásukat egy-egy épületre. Komplex módon tekintve az alábbi táblázat szerint értékelhetjük a veszélyforrásokat:

	építési szándék, konceptió alkotás	tervezési, engedélyezés i fázis/kiviteli terv fázis	kivitelezési fázis	használatba vétel, építmény átadása	használat, működés	átalakítás, felújítás, rendeltetés megváltozta tás	bontás
<b>veszély</b>	téves konceptió/ konceptió hiánya	tervezési hiba/ nem egységes tervdokumen táció	tűzveszélyes tevékenység,  hiányos tűzvédelem	—	rejtett veszélyek aktiválódása,  gondatlan emberi tevékenység	tűzveszélyes tevékenység,  átmenetileg hiányos tűzvédelem/  nem egységes tűzvédelmi tervezés	—
<b>veszély jellege az életciklusban</b>	rejtett, közvetett	rejtett, közvetett	közvetlen	—	közvetlen	közvetlen/ közvetett	—

2. táblázat *Veszélyforrások előfordulása és hatása az életciklusban* (készítette: szerző)

	civil szféra						hivatásos állomány
	tűzvédelmi tervezők, szakértők	tűzvédelmi előadók, főelőadók	üzemeltetők	tűzvédelemé rt felelős biztonsági személyzet	tűzvédelmi kivitelezők, karbantartók, felülvizsgálók	gyártók, forgalmazó k	
<b>veszély</b>	téves konceptió/ konceptió hiánya/ tervezési hiba	nem megfelelő tűzvédelmi helyzet, nem megfelelő használat	nem megfelelő használat	nem megfelelő intézkedések	kivitelezési hiba	gyártási hiba	nem megfelelő ellenőrzés/  nem hatékony tűzoltói beavatkozás/  nem elégséges tűzvizsgálat
<b>veszély jellege az életcikl usban</b>	rejtett, közvetett	rejtett, közvetett/ közvetlen	közvetlen/ közvetett	közvetlen	közvetlen/ közvetett	közvetett	közvetett/ közvetlen

3. táblázat *Veszélyforrások előfordulása az életciklusban a szereplők függvényében* (készítette: szerző)

## 1.7. Tűzvédelmi koncepció

A fentiek alapján megállapítható, hogy hosszú távon, az épület teljes életciklusát meghatározó paraméterek összessége tűzvédelmi koncepció alapján meghatározható. A koncepcióban összegződik a tűzvédelmi helyzet egésze az életciklusra vetítve, amely alapján a tűzbiztonság determinálható az épület életciklus elemzésében már a kezdeti fázisban, használatorientált módon.



11. ábra **Tűzvédelmi koncepció** (készítette: szerző)

A használatorientált szemlélet teszi lehetővé a tűzvédelmi helyzet hosszú távú fenntarthatóságát, mert figyelembe veszi a valós hatásokat és folyamatokat, amelyek lezajlanak egy-egy épület teljes életciklusában. Általános esetben a fenntarthatóságot környezetvédelmi értelemben vizsgáljuk energetikai, gazdasági szempontból. Ehhez a szemlélethez csatlakozik napjainkban az egészség és a biztonság szempontrendszer is, amely szerves részét képezi a tűzbiztonság. [53]

A tűzvédelmi életciklus elemzés alapvető szempontja a fenntartható biztonság. A tűzbiztonság, amely elsődleges célja az emberi életvédelem. Másodsorban az állatok, továbbá a közösségi- és a magánvagyon védelme. [10] További aspektusai a tűz hatására kiáramló káros anyag környezetvédelmi kérdéseinek kezelése, a káros anyag kibocsátás csökkentése, alapvetően a beépített éghető anyagok mennyiségének csökkentése, vagy a megfelelő tűzállósági határértékkel rendelkező, természetes éghető komponenseket tartalmazó anyagok (pl.: fa) alkalmazásának elősegítése. Az energiatudatos kialakítás és használat tűzvédelmi paramétereinek kezelése. A használat egészségtudatos, tűz elleni védekezésre felkészült végrehajtása. [5]

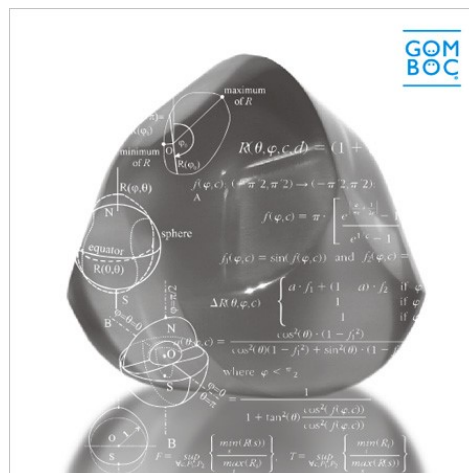
A tűzvédelmi célú életciklus elemzés helye a tűzvédelmi koncepció felállításánál azonosítható. A tűzvédelmi koncepció készítése biztosítja az előzetes átfogó elemzések helyét, amelyet a teljes életciklusra vetítve átfogó módon képezhetünk. A tűzvédelmi koncepció az építészeti koncepció részét kell, hogy képezze. A tűzvédelem multidiszciplinaritását mutatja, hogy az építészet mellett valamennyi építési szakág közül a legösszetettebb módon vesz részt egy-egy épület életciklusában. [73] A tűzvédelmi koncepció részét kell, hogy képezze:

- az alapvető építészeti térbeli elrendezés
- az alapvető tűzvédelmi kockázat elemzés
- az alapvető szerkezeti kérdések
- a beépített tűzvédelmi rendszerek
- a hő- és füstelvezetés alapvető metodikája
- a kiürítés, evakuálás alapvető stratégiája
- a tűzoltói beavatkozás alapvető feltételei
- a használat alapvető feltételei

Az átfogó tűzvédelmi koncepció felállításának célja az épület teljes életciklusában a tűzvédelmi helyzet egyensúlyának alapjait megteremteni.

## 1.8. A tűzvédelmi helyzet egyensúlya

Filozófiai és fizikai értelemben is a természet és benne a társadalmaink egyensúlyra törekszenek. Egyensúlyt kívánunk teremteni szociális, gazdasági, stb. téren, de egyensúlyra törekszik a természeti környezet és valamennyi élőlény is. A biztonság területén is egyensúlyt kívánunk teremteni, amely részben természetes úton, automatikusan megtörténik, részben emberi beavatkozás útján kívánjuk azt elérni. A tűzvédelem tekintetében ez azt jelenti, hogy egy tüzeset során az égési reakcióba lépett közeg, rendszer automatikusan egyensúlyi állapotra törekszik. Ha nem avatkozunk közbe, akkor pl. egy kigyulladt épület magától, mindenféle külső behatás nélkül le fog égni. Addig tart az égési folyamat, ameddig éghető anyag áll rendelkezésre, majd ahogy az éghető anyag mennyisége elfogy, a tűz kialszik, és helyreáll az egyensúly. Természetesen egyensúly és egyensúly között különbséget kell tennünk. A következő, vizsgálat alá vont épület a tüzeset előtt is egyensúlyi állapotban volt. Látszólag. Egy tüzeset kialakulásához ugyanis az egyensúlyi állapotból történő olyan mértékű kilengésre van szükség, amely meglévő energia állapothoz képest többlet energiával rendelkezik. Ehhez a tűzvédelmi helyzet szélsőértékek felé tolódására van szükség. [94]



12. ábra *Gömböc* [94]

A tűzvédelmi helyzetet alapvetően három tényező állapota alakítja: az ember, a tűz és az épített, vagy természeti környezet állapota. Ezek a tényezők folyamatosan kölcsönhatásban vannak egymással. A tényezők kezelésében, azok kölcsönhatásának egyensúlyi állapotban tartásában a nehézséget az okozza, hogy a kölcsönhatás eredménye nem egy statikus rendszer, hanem egy időben folyamatosan változó dinamikus rendszer. Bármelyik alapvető tényező szélsőérték felé tolódása a tűzvédelmi helyzet egyensúlyára hatással van, amely bizonyos határértékeken túllépve tüzeset hozhat létre. [56]



### 1.8.1. A tűzvédelmi helyzet egyensúlyának stabilitás vesztese

Egy napjainkban megtörtént tragikus tüzeset példáján keresztül vizsgálom meg a fenti három tényező szélsőérték felé történt tolódásának következményeit:

2018. márciusában Oroszországban, a dél-szibériai Kemerovóban történt több, mint 60 személy, köztük sok gyermek életét követelő tragikus tüzeset. A tűz keletkezésének pontos okát még nem ismerjük, de alapvetően, az elemzésünk céljából, nem is ez a lényeg. Előzetes feltételezések szerint valószínűsíthető tűzkeletkezési okként szóba került az épület elektromos rendszerének túlterheltségéből adódó elektromos energia gyújtóhatása, a nyílt láng okozta tűz lehetősége, de felmerült a szándékos tűzokozás gyanúja is. A tűz keletkezésével összefüggésben tehát az épülettényező, vagy az emberi tényező szélső határértéke jelentkezett az első jelentések szerint. Ez természetesen még nem kellett volna, hogy tragédiához vezessen. A teljesség igénye nélkül a nemzetközi és hazai sajtóban összegyűjtött nyílt információkra építve összegzem a három egyensúlyi tényező szélsőérték felé tolódott határállapotait:

Az épületet 2013-ban egy volt édesség ipari gyárból alakították át üzletközponttá, plázává. Alekszandr Basztrikin, az orosz Nyomozó Bizottság igazgatója szerint, az eddig lefolytatott ellenőrzések alapján az építési engedélyezési eljárás során szabálysértések történtek. Az emberi tényező miatt az épületbe olyan paraméterek, olyan biztonsági tényezők lettek kódolva, amelyek nem voltak képesek olyan védelmet nyújtani, amely a megkívánt határállapotokra kellett volna. Ez vezethetett az elektromos rendszerből keletkező tűzhez, és/vagy a tűz drasztikus tovább terjedéséhez, amely szempontból nem releváns a tűz keletkezés oka sem. A tűz keletkezés helyén megtalálható nagymennyiségű, erősen mérgező égéstermékeket felszabadító műanyag tárgyak összessége okozta a tűz tényező szélsőérték felé tolódását, amely miatt intenzív tűzterjedés jött létre. A gyors tűzterjedés az épület tűzterjedés elleni védelmet nyújtó tényezőjének, fent már említett határértéken kívüli mértéke miatt következhetett be. A tragédiát azonban az emberi tényező okozta. A vészkijáratokat szándékosan lezárták, feltételezhetően vagyonvédelmi okokból. A lezárások feloldását, az evakuálás megindítását pedig időben rendkívül későn kezdték meg a veszélyfejlődés szempontjából. A menekülés megkezdésekor a menekülők már kifejlett tűzzel találták szemben magukat, amely gátját képezte a biztonságos menekülésnek. A tűz tényező flashovert megelőző, kifejlett tűz közeli zárttéri állapotában a biztonságos menekülés esélye gyakorlatilag nulla, az elhalálozás valószínűsége pedig 100%. [27] A vizsgálatok jelenlegi fázisában megállapításra került, hogy az épületet utoljára 2016-ban vonták ellenőrzés alá, amely mindhárom tényező szélsőérték felé tolódásában szerepet játszott. Megállapították továbbá,

hogy a korai észlelést, jelzést és riasztást biztosító beépített automatikus tűzjelző rendszer napokkal a tüzeset keletkezését megelőzően már nem működött, veszélyesen szélső határértéken kívülre helyezve az épülettényező egyensúlyi állapotát. Összességében látható, hogy a több mint 60 halálos áldozathoz vezető tüzesethez mindhárom egyensúlyi tényező szélsőérték felé tolódása vezetett, sőt a különböző tényezők egymásra hatása összeadódva fejtette ki tragikus hatását. A tüzeset példáján keresztül levonhatjuk azt a következtetést is, hogy a tűzoltói beavatkozó képesség nem képes ellensúlyozni egy zárt téri tüzeset, épülettűz lefolyását azon a ponton túl, ahol időben a zárt térben fejlődő tűz a flashover állapotot elérte. Ebben az állapotban az emberi tényező függvénye teljes mértékben a nulla érték felé konvergál, akár civil személyről, akár hivatásos tűzoltóról van szó, aki az adott időpillanatban az adott térben tartózkodik, gyakorlatilag elhalálozik, érdemben nincs hatással az égési folyamatra. [95]

### **1.8.2. A tűzvédelmi helyzet egyensúlyának állapotai**

Tehát megállapítható, hogy a tűzvédelmi egyensúly kialakítását megcélzó paraméterek kialakításában, ezekben az esetekben a tűz- és az épülettényező vesz részt, tölt be kiemelt szerepet. A példánkban, a pláza játszóházában és a moziban elhelyezett, felhalmozott, beépített éghető anyagok mennyisége és minősége, tűzveszélyességi osztálya, beépített anyagok esetében tűzvédelmi osztálya befolyásolhatta volna a tűz tényező értékét. A tűzterjedés elleni védelemben szerepet betöltő szerkezetek tűzvédelmi osztálya, tűzállósági határértéke befolyásolta volna a passzív tűzvédelem határfokát, akárcsak a beépített automatikus tűzjelző rendszer a korai észlelést, és riasztást, esetleg a kiürítés rendszerében a szükséges vezérlések biztosítását. Végül pedig szintén az aktív védelemben vehetett volna részt a beépített automatikus tűzoltó rendszer, amely az előző védelmi jellegekkel együtt az épület tűzvédelmi helyzetének tényezőjét tolhatta volna egyensúlyi állapotba. Mivel a teljes rendszer összességében, a fenti hiányosságok miatt instabil egyensúlyi állapotban volt, ezért gyakorlatilag bármilyen tűzkeletkezési ok tragédiához vezetett volna. [95]

Az instabil egyensúlyi állapot a vélt biztonság, a hamis biztonságérzet állapota, amely csak idő kérdése, hogy mikor billen ki helyzetéből, és tűzvédelmi szempontból egy tüzeset lefolyása útján eléri a természetes stabil egyensúlyi állapotot. Minden természetes rendszer stabil egyensúlyi állapotra törekszik. Egy feldobott, valamekkora tömegű tárgy a gravitáció miatt lehull a földre, és egyensúlyi állapotot vesz fel.

Ha egy valamekkora tömegű tárgy mozgási energiát közlünk, akkor elmozdul, de a lendülete nem tart örökké, hanem idővel nyugalmi helyzetet vesz fel ismét, azaz stabil egyensúlyba kerül. Ha egy valamekkora tömegű tárgy hőenergiát közlünk, akkor felmelegszik, de idővel kölcsönhatásba lépve a környezeti hőmérséklettel, felveszi annak energia szintjét és újra stabil állapotba kerül. Egy éghető komponenseket tartalmazó rendszer is hasonlóan viselkedik. Amennyiben iniciáljuk a rendszert tűz keletkezik, amely stabil egyensúlyra törekszik, azaz leég, és a tűz az éghető anyag elégését követően kialszik. Alapvetően az égési reakció előtt egyensúlyi állapotban van a rendszer, de ez az egyensúly lehet stabil, vagy instabil.

A természetben alapvetően ezt a két egyensúlyi állapotot kell megkülönböztetnünk. A stabil- és az instabil egyensúlyi állapot szemléltetésére legalkalmasabb a Domokos Gábor és Várkonyi András által kifejlesztett Gömböc, amely geometriájából adódóan, bizonyítottan egy instabil és egy stabil egyensúlyi ponttal rendelkezik, így „keljfeljancsiként” kiválóan szemléltetve az egyensúlyi állapotok jelentőségét. [94]

A tűzvédelmi helyzet egyensúlya határozza meg a tűzbiztonság minőségét koncepcionális szinten. A tűzvédelmi egyensúlyi helyzet azonban egy összetett, interdiszciplináris probléma. Térben és időben kell értelmeznünk, és alapvetően a már fent említett három alaptényező befolyásolja: a tűz, az ember és az épített/természeti környezet. A nehézséget az időben dinamikusan változó rendszer okozza, amely összességében nem vesz fel egy állandó értéket. Más lesz a tűzvédelmi egyensúly egy épület kivitelezése, használatba vétele, vagy több évtizedes használatát követően. Mégis az elégséges tűzbiztonság kialakításához állandók bevezetésére van szükségünk, amely megadja az interdiszciplinaritás alapját. A megfelelő tűzbiztonság kialakításához állandók bevezetésére van szükség, amelyek kalkulálhatók. Ezek mértékét tűzkockázat elemzésekkel tudjuk meghatározni, amelyekre reagálva követelményeket támasztunk, amelyeket a szükséges mértékben, igazolt módon teljesítünk. [96]

### 1.8.3. Az egyensúlyi tényezők szélső értékei

Első példaként tekintsük állandónak az épületet, amely a teret képezi. Ebben az összefüggésben több tudományág szerepelteti magát. Műszaki értelemben vett alkotásról kell beszélnünk, amely műszaki paraméterekkel bír. Az építéshez jogszabályi struktúrákat képezünk, amely a jogtudomány szakterületét érinti, de nem elszigetelt módon, hanem kölcsönhatásban a műszaki területtel. A terek emberi tartózkodást tesznek lehetővé, amelynek társadalomtudományi, szociológiai, pszichológiai hatásai lesznek. Látható tehát, hogy egyetlen tényező elemzése során is igazolható az interdiszciplinaritás a tűzvédelem tekintetében, pedig a tűzzel még egyelőre nem is számoltunk. [48]

A tűz tényezőt is a tér ismeretében állandónak tekinthetjük, hiszen a fizikai, kémiai tulajdonságait ismerjük, vagy megfelelő mértékben mérnöki módszerekkel prognosztizálhatjuk. Ebben az összefüggésben is látható, hogy természettudományi-, műszaki tudományágak együttműködéséről kell beszélnünk. [51]

Végül a legösszetettebb szegmens az emberi tényező. Ennek a tényezőnek az állandósítása a legkomplexebb feladat, és gyakorlatilag egy-egy épület teljes életciklusára vonatkoztatva folyamatosan, hosszútávon lehetetlennek tűnő cél. Összességében pszichológiai, szociológiai, jogi, politikai, egészségügyi, stb. tudományágak fedik le az összképet, amelyek tökéletes összehangolása embert próbáló feladat.

Az emberi tényező esetében olyan állandó paramétereket tudunk bevezetni, mint a tűzvédelmi oktatás, a gyermekek biztonságtudatos nevelése, a tűzvédelmi jogszabályok megalkotása, amelyek keretek között tartják a tevékenységeket. Egészségügyi szempontból pl. a menekülőképesség vizsgálata, és paraméterekkel történő ellátása, jogi szempontból a hatósági jelenlét, a jogkövető magatartás presszionálása, vagy társadalmi értelemben a közöny legyőzése, a biztonságtudatos módon történő viselkedés elérése, a megelőző szellemiség kialakítása, és ha mégis bekövetkezne a baj a közös, együttes beavatkozás elősegítése. Ebbe a gondolkörbe tartozik az önkéntesség vállalása, amely az önrendelkezés egyik legmagasabb foka. [97]

Ugyanakkor itt kell megemlíteni a hivatásos tűzoltóság szerepét is, amely integrálja az emberi tényező feladatait, és amely egyedüli szereplőként képes hatósági és tűzoltói beavatkozó és vizsgálati eszközökkel egy új tényező bevezetését biztosítani, amely a tűzbiztonság mértékét növelni képes. Ez a tényező a tűzoltói képesség megvalósulása, amely figyelembe vehető állandóként stabil egyensúlyi állapot felé billenti a tűzvédelmi helyzetet, amennyiben

számolunk vele. Napjainkban ez a tényező egyelőre nem számottevő, viszont rejtett tartalékként áll rendelkezésre a tűzvédelem fejlesztésének eszköztárában, a tűzvédelem mérnöki alapokra helyezett oktatásában. [98]

A biztonság szempontjából az épület – ember – tűz hármass viszonya játssza a legfontosabb szerepet. Külön-külön ismerjük azokat a paramétereket, amelyek definiálják a tűzvédelemben mérhető biztonságot az adott tényezők esetében. A probléma ott rejtezik, hogy ezek valós egymásra hatása sok esetben bizonytalan módosító tényezőket, jellemzően rontó tényezőket eredményez, amelyekben jelentős szerepet tölt be az emberi tényező. [99]

Ha a hármass kölcsönhatásból kiemeljük az épület-tényezőt, és a térbeli struktúra alapján vizsgálódunk, nagyon fontos megállapításokra juthatunk. A térbeli struktúra tűzvédelmi vonatkozása a tűzterjedés elleni védelemben manifesztálódik. A hatályos tűzvédelmi szabályozás értelmében az épületeink tűzterjedés elleni védelmét többféleképpen is igazolhatjuk műszaki szempontból:

- megfelelő tűztávolsággal
- megfelelő passzív tűzgátló elválasztással (pl.: tűzgátlófal, tűzgátló ajtó)
- megfelelő aktív tűzgátló elválasztással (pl.: beépített automatikus tűzterjedés gátlást biztosító minősített oltóberendezés)
- megfelelő homlokzati tűzterjedés elleni védelem [10]

A tűzterjedés gátlás követelményeinek alapját már önmagában egy térbeli kialakítás határozza meg, amely tervezői döntés kérdése, ilyen téren bizonyos mértékben szabadon formálható a tűzbiztonság szükségszerű kialakításához. Ez a térbeli kialakítási elv a kockázati egységekre történő bontás, a kockázati egységek meghatározása.

Már az alapoknál látható, hogy egyfajta kockázat elvű szemlélet alapján közvetlenül az épületek tervezésének alapjainál az építészeti térbeli kialakítás egy tűzvédelmi térbeli struktúrával párosul. A tervezés során a térbeli kialakítás problémája, amely meghatározó részét fogja képezni az épület teljes tűzvédelmi életciklusának, egy időbeli anomáliával kell, hogy felvegye a harcot. Az idő előre haladtával ugyanis az épület funkcionális használata folyamatosan változhat, olyan módon, ami a tűzvédelmi helyzetre is kihat. A fentiek miatt kiemelten fontos, hogy hosszú távon fenntartható, a tűzvédelmi helyzet szempontjából egyensúlyban lévő kialakítást valósítsunk meg, amelyhez alkalmazkodik a dinamikus használat. [45]

## 1.9. Az aktív és passzív tűzvédelmi rendszerek

Az aktív és a passzív tűzvédelmi rendszerek különböző módon és mértékben jelennek meg az épületeink védelme céljából. A különböző rendszerek kialakítása elsősorban térbeli, másodsorban rendeltetésbeli kialakítás függvénye, amely az adott építmény kockázati egységeinek kockázati osztályától függ (NAK, AK, KK, MK).

	A épület mértékadó kockázati osztálya	A és B épületek közötti tűztávolság (m), ha B épület mértékadó kockázati osztálya			
		NAK	AK	KK	MK
1	NAK	3	5	6	7
2	AK	5	6	7	8
3	KK	6	7	8	9
4	MK	7	8	9	10

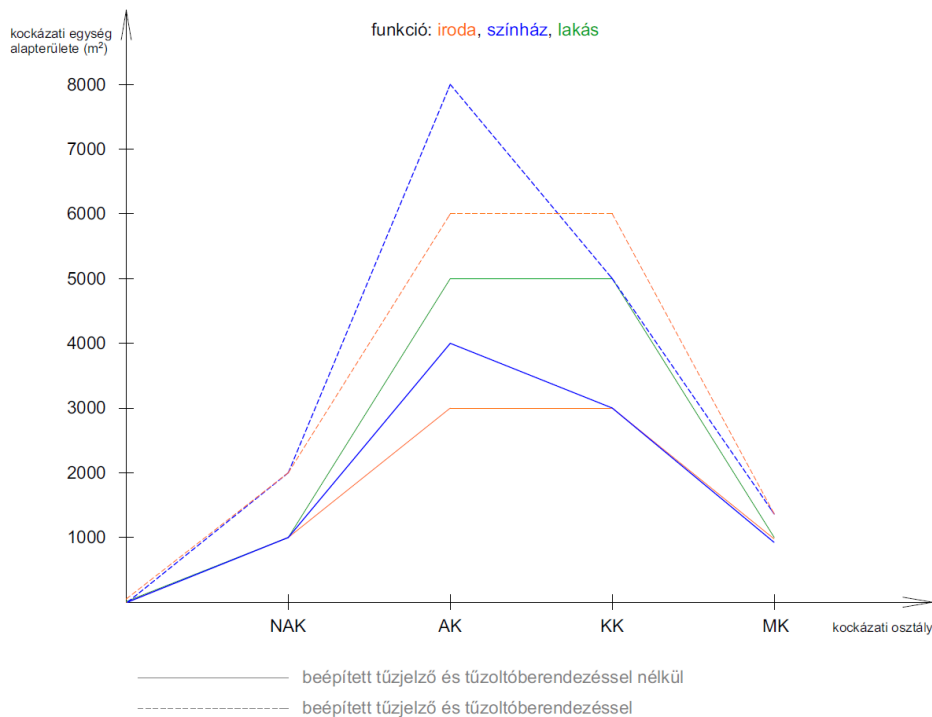
4. táblázat *Tűztávolság* [10]

A térbeli kialakítás szempontjából a tűztávolságon túl a tűz továbbterjedésének egyik meghatározó tűzvédelmi vonatkozása a tűzszakaszolás, amely szintén kockázat függő, ahogy az aktív tűzvédelmi rendszerek, kiemelten a beépített automatikus tűzjelző és tűzoltó berendezések létesítési követelménye is. [10]

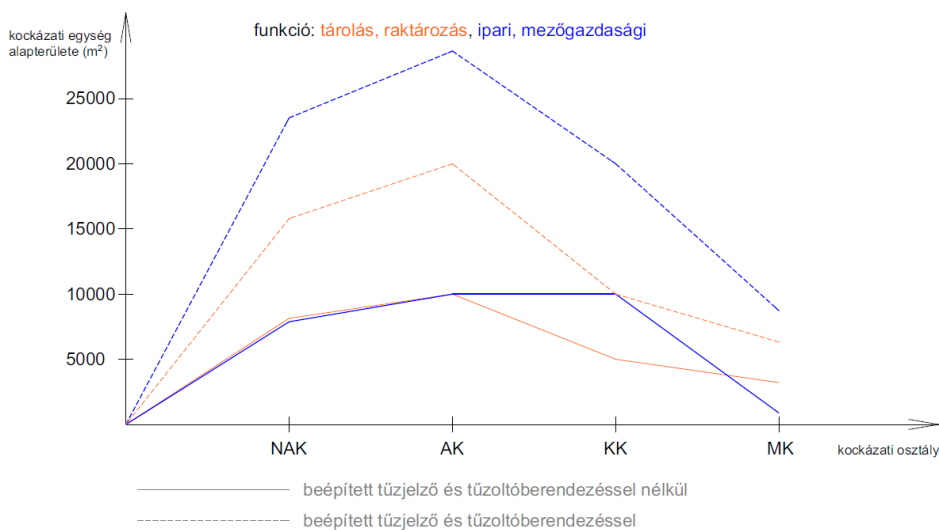
A nemzetközi és a hazai szabályozás is az aktív és passzív tűzvédelmi rendszerek változatos, jellemzően főként az egyikre, vagy másokra, valamint a kettő vegyes kombinációjának védelmi hatására épít. A két rendszer alapvetően a tűzvédelmi rendszerelemek helyettesítésének szerepét kívánja betölteni, azaz valamelyik használatának előtérbe helyezésével egy másik rendszerelem háttérbe helyezését, vagy szélsőértékben negligálását kívánja elérni. Például: oltóberendezés használata miatt a hő- és füstelvezetés elhagyása, vagy kis tűzszakaszok kialakítása miatt az oltóvíz igény csökkentése, vagy hő- és füstelvezetés szimuláció eredményeként a füstszakaszok elhagyása, stb. Mivel a jogszabályi keret és a tűzvédelmi eszközrendszer lehetőséget nyújt erre a tervezési játékra, az épületek kialakításánál ezt kiemelten figyelembe is vesszük.

A problémát a bonyolult kialakítású, összetett épületek tűzvédelmi rendszere okozza, amely mind méretéből (alapterület, magasság), mind térbeli kialakításából (összetett közlekedési kapcsolatrendszer, összefüggő térsorok, átrium jellegű több szintet összekötő kialakítások, térben csavarodó, dőlő homlokzati kialakítások, térben csatlakozó tűzszakaszok stb.) adódóan összetett kockázati egységekből épül fel. A kockázati egységek kockázati osztálya mértékadóan függ a térbeli kialakítástól, ezért gyakorlatilag meghatározza az egész épület tűzvédelmi koncepcióját. A nagy méretek és a jellemzően kiemelt építési minőség miatt ezek az épületek jelentős beruházói költségeket emésztnek fel, ezért a gazdaságos szemlélet a biztonság területén is fokozottan igényyé válik. A költségek optimalizálása azonban sok esetben a jogszabályi előírások minimumára történő törekvéssel és a helyettesítés szélsőséges alkalmazásával történik, amely lerontja az épület összességére kiható, hosszútávon fenntartható egységes tűzvédelmi koncepciót.

Az alábbi diagramokon ábrázolásra kerültek különböző rendeltetésű épületek kockázati egységeinek térbeli méretei – beépített tűzjelző- és tűzoltó berendezés nélkül, valamint beépített tűzjelző- és tűzoltó berendezéssel – azok kockázati osztályainak függvényében. A kockázati osztályokhoz tartozó tűzszakasz méret alapterületeket összekötő görbe alatti terület integrálszámítással megadható. A számítás eredményének geometriai (mértani) középértéke meghatározza a térbeli kialakítási egységek egyensúlyi állapotát. Beépített tűzjelző- és tűzoltó berendezéssel ellátott terek esetében az egyensúlyi állapot nagyságrendileg a beépített tűzjelző- és tűzoltó berendezés nélküli terek tűzszakasz méretének maximum értékét veszi fel, amelyet az OTSZ meghatároz. [100]



13. ábra *Tűzszakaszok elemzése (lakó és közösségi funkció)* (készítette: szerző)



14. ábra *Tűzszakaszok elemzése (ipari és tárolási funkció)* (készítette: szerző)

Látható, hogy normál, átlagos térbeli kialakítások esetén a stabil egyensúlyi állapotok (folytonos vonalak) a passzív tűzvédelmi rendszerek tartományában mozognak, aktív eszközök alkalmazása esetén is a passzív kialakítás maximumának közelében találhatók.



A helyettesítések szélsőséges alkalmazása az egyre szélesebb körben elterjedő összetett térrendszerű épületekben instabil egyensúlyi helyzetet okoz, vagy nem teremt egyensúlyi helyzetet az épület tűzvédelmi helyzetében, ezért hosszú távon, az épület teljes életciklusára vetítve nem lesz fenntartható.

### 1.9.1. Az aktív és passzív tényezők mátrixa

A kockázatelemzések alapját az épület életciklusa során az idő függvényében az alábbi összefüggés határozza meg:

$$R \text{ (kockázat)} = C \text{ (következmények súlyossága)} \times F \text{ (előfordulás gyakorisága)}$$

A biztonságot a fenti egyenlet reciprok értéke határozza meg:

$$S \text{ (biztonság)} = 1/R \text{ [96]}$$

A következmények súlyosságát a térbeli kialakításból adódó körülmények jelentős mértékben befolyásolják, így gyakorlatilag a kockázat és a biztonság mértéke ezen tényező megfelelő kezelésével meghatározható.

A fentieket összegezve a tűzvédelmi koncepciót az aktív (reaktív) - passzív tűzvédelmi rendszerek alapvetően határozzák meg, ezért ezek védelmi jellegének egyensúlya döntően befolyásolja az épület tűzvédelmi helyzetét a kockázatok függvényében. A kockázatokban rejlő egyensúlyi állapotok döntéseméleti szerepét matematikai úton a játékelmélettel foglalkozó tudomány vizsgálja és közelíti meg tűzvédelmi szempontból is a legjobban. A játékelmélet olyan helyzetekkel foglalkozik, amelyekben legalább két döntési szituáció közül próbáljuk a döntések hasznosságfüggvényét maximalizálni. [101] Esetünkben az aktív és a passzív védelmi rendszer hasznosság függvényének a maximalizálása a cél, olyan módon, hogy az ne hasson ki negatívan az épület tűzvédelmi koncepciójára, hanem azt erősítse. Ezt olyan módon érhetjük el, ha a hasznosság maximalizálása során egyensúlyi állapotokat keresünk, és azokra építjük fel a tűzvédelmi koncepciót, ezzel hosszútávon fenntartható biztonságos környezetet teremtve. A nehézséget az okozza, hogy a szereplők (aktív, passzív rendszerek) hasznosságfüggvénye függ a másik okozta hatásoktól (pl.: az oltórendszer lehet hasznos, de alapvetően lehűti a tűz égéstermékeit, amely nem fog távozni a gravitációs hő- és füstelvezető rendszeren keresztül, így okozhat gondokat mind a menekülők, mind a beavatkozó tűzoltó egységek számára) úgy, hogy a szereplők önálló és különböző hatásokat fejtenek ki. A fenti példában látható, hogy alapvetően biztonságosnak tűnő rendszert alkottunk, hiszen oltóberendezéssel és hő- és füstelvezetéssel rendelkező teret hoztunk létre, azonban a tűzvédelmi rendszer stabil egyensúlyi helyzetének hiánya miatt a rendszer nem nyújt megfelelő biztonságot. [76]

A megfelelő védelem kialakítása érdekében az aktív-passzív tűzvédelmi rendszerek alkalmazása során a játékelmélet tudományos eredményeire [101] építő megoldást kell keresnünk. A játékelmélet tűzvédelmi helyzetre történő alkalmazása során a statikus játékelmélettel kell foglalkoznunk, ahol ismerjük a szereplők hatásait már a játék (tűzeset) előtt, ezért tervezni, számolni tudunk azzal. Az aktív-passzív rendszerek tekintetében felvázolhatunk egy egyszerű mátrixot:

		aktív rendszer	
		igen	nem
passzív rendszer	igen	1,1	3,2
	nem	2,3	1,1

5. táblázat *Aktív-passzív rendszerek mátrixa* [102]

aktív rendszer: nem, nem: 1; igen, igen: 1; igen, nem: 2; nem, igen: 3

passzív rendszer: nem, nem: 1; igen, igen: 1; igen, nem: 3; nem, igen: 2

Az egyszerű mátrixból megállapíthatjuk, hogy ismerve a rendszerek hatásait, két halmazban háromféle megoldásra juthatunk:

A nem-nem, vagy igen-igen mátrix értékek esetében valamelyik szélsőérték irányába el fogunk tolni, így alapvetően nincs egyensúlyi állapot, ezért ebben az esetben szélsőséges megoldásokat kaphatunk, amely következtében pl. a rendszerek egymást gyengítő hatásai miatt rosszabb biztonsági szintet érünk el, mintha csak egyféle rendszert alkalmaznánk. Másik szélsőséges megoldás pedig, valamelyik jogszabályi előírás minimalizálása, vagy negligálása, amely következtében szintén egyensúlyi állapot nélküli, és hosszútávon nem fenntartható tűzvédelmi helyzetet alakítunk ki. [76]

Vegyesen alkalmazott rendszerek esetében ún. Nash egyensúly [102] (2,3;3,2) alakulhat ki. Az egyensúlynak két értékét kell megkülönböztetnünk:

- **instabil egyensúly** (nem-igen): korai észlelés adott, aktív rendszerek működésbe lépnek, nincs tényleges térbeli leválasztás, a hő- és füst problematikája fennállhat, az emberi tényező szerepe kiemelkedő
- **stabil egyensúly** (igen-nem): korai észlelés, térbeli leválasztás, nincs beépített automatikus oltás, hő- és füst problematikája egyszerűen kezelhető, emberi tényező szerepe a térbeli szeparáció miatt elenyésző

1. A fentiek alapján megállapítható, és evidenciaként igazolt, hogy a nem-nem értékpár esetén a védelem nélküli kialakítás potenciális kockázatokat hordoz magában. Természetesen ez sem egy elhanyagolható megoldás, hiszen lehetnek tűzvédelmi helyzetek, pl. egy egyszintes, 1000 m<sup>2</sup> alapterület alatti NAK mértékadó kockázati osztályba tartozó mezőgazdasági terménytároló esetében, ahol egyéb, az emberi élet védelmében hozott, és a menekülési feltételeket meghatározó követelmények figyelembevételével az építmény kialakítása védelem nélkül is biztosított. Összetett térbeli kialakítású és használatú épületek esetében azonban ez nem járható út.

2. Az igen-igen értékpár esetében könnyedén a hamis biztonságérzet kialakításának csapdájába eshetünk, hiszen rendkívül gazdaságtalan módon minden védelmi rendszert kiépítünk, amelyek azonban gyengítik egymás védelmi képességét, és ezáltal lerontják egymás hatását. Az egymásra negatív mértékben ható védelmi képességek miatt elsősorban az emberi élet védelme, de a szerkezeti védelem és a tűz terjedésének, oltásának képessége is jelentősen csökken. Így gyakorlatilag ebben az esetben sem beszélhetünk a tűzvédelmi helyzet egyensúlyáról.

3. A matematikai értelemben vett Nash egyensúlyban lévő rendszerek tűzvédelmi helyzete egyensúlyt képez, amely azonban két értéket vehet fel: instabil és stabil egyensúlyi állapotot. Az instabil egyensúlyi állapotban a védelem alapvetően az aktív védelmi rendszereken, elsősorban a beépített automatikus tűzoltó berendezésekre épül. Az instabilitást az épület – ember – tűz kölcsönhatáson alapuló érzékeny kölcsönhatás-rendszer okozza. Az aktív rendszerekre épülő védelem esetében jellemző a tűzterjedés elleni védelem passzív eszközeinek hiánya, a nagyméretű tűzszakaszok kialakítása, és a tűzterjedés elleni védelem szintén oltóberendezéssel történő kialakítása. Az épület – ember – tűz kölcsönhatásban a leggyengébb láncszem az emberi tényező. [76]

Az aktív rendszerek működőképessége pedig jelentősen függ az emberi tényező szerepétől, amely hosszútávon instabillá teheti a tűzvédelmi helyzetet. A berendezések felülvizsgálata, karbantartása emberi tényezőn alapul, a működőképesség pedig nagyon összetett műszaki megoldások összessége, amelyben a hibafaktor valószínűsége nagyobb, mint egy passzív rendszer esetében. Természetesen megfelelő működés esetén a védelem 100 %-os biztonságot nyújt, egyensúlyban van a tűzvédelmi helyzet, azonban a fentiek miatt csak instabil egyensúlyi állapotban. [79]

Hasonló eredményt mutat a tűzoltási felvonulási terület kontra megfelelően kialakított tűzoltási felvonulási terület nélkül létesített épület esete. Amennyiben a biztonság egyik komponensét a magasból mentés biztosítja, úgy az emberi tényező miatt instabil a tűzvédelmi helyzet egyensúlya: a mentés sikeressége a beavatkozó állomány és a mentendő személy(ek) képességein [103] (felkészültség, lelki állapot, stb.), továbbá a tűzoltási felvonulási terület helyzetén (pl.: parkolnak-e rajta, szabadon van-e hagyva) múlik. Ezzel szemben a vonatkozó követelmények betartásával, a megfelelő módon, tűzoltási felvonulási terület nélkül létesített épület esetében az emberi tényezőtől fakadó kockázat lényegesen csökken, a beavatkozás biztonsága [104] jelentős mértékben nő, így hosszútávon fenntartható stabil egyensúlyi állapot valósítható meg.

4. Passzív tűzvédelmi rendszerek nagyobb mértékű alkalmazása esetében stabil egyensúlyi állapotról beszélhetünk, mert biztosak lehetünk abban, hogy adott térbeli kialakítás esetén, a meghatározott épített szerkezetekkel védett tűzszakasz, mint tűzeseti egység merül csak fel problémaként. Természetesen egyéb aktív rendszer, pl. oltóberendezés megléte nélkül feltételeznünk kell, hogy az adott tűzszakasz teljes mértékben leég, azonban a használat tervezhetősége miatt a menekítés, tűzoltói beavatkozás, megfelelő szerkezetvédelem kialakítható, tehát egy stabil egyensúlyi állapot hozható létre a tűzvédelmi helyzetben, amely hosszútávon fenntartható.

## 1.10. Az aktívan alkalmazott passzív tűzvédelem

Összegezve a fentiek alapján tett részkövetkeztetéseket megállapítható, hogy:

- Az általános épület élelciklus elemzés analógiájára elvégezhető a speciális tűzvédelmi szempontú élelciklus elemzés.
- A tűzvédelmi élelciklus elemzés időgrafikonjára vetítve a tűzvédelem szereplőit megfigyelhető azok heterogén elhelyezkedése.
- A tűzvédelmi élelciklus elemzés komplex tűzvédelmi rendszerekre történő alkalmazása során a heterogenitás figyelembe vételével megállapíthatóak kritikus időintervallumok, amikor felborul a tűzvédelmi helyzet egyensúlya.
- A tűzvédelmi helyzet egyensúlya analizálható, kockázatelemzéssel prognosztizálható.
- A tűzvédelmi helyzet egyensúlya stabil és instabil egyensúlyi állapotot vehet fel az aktív, reaktív és a passzív tűzvédelmi rendszerek kialakításának függvényében.
- A teljes élelciklust figyelembe vevő, tűzvédelmi helyzet egyensúlyára törekvő tűzbiztonságot átfogó tűzvédelmi koncepció felállításával lehet megvalósítani és hosszú távon, fenntartható módon kezelni.

Megállapítást nyert, hogy egy építmény teljes élete során a fő ciklusok idején a komplex tűzvédelem sok esetben a szakterületek és szereplők terén párhuzamosan, metszéspont(ok) nélkül valósul meg, amely a teljes tűzvédelem folytonosságán szakadásokat, fehér foltokat eredményez. A fenti probléma megoldása szempontjából kiemelten fontos, hogy egyensúlyban lévő tűzvédelmi rendszerekkel alkossuk meg egy épület tűzvédelmi helyzetét, amelyhez rugalmasan alkalmazkodni képes a kortárs dinamikus használat.

A főként aktív tűzvédelmi rendszerekre épülő tűzvédelmi koncepció legfőbb gyengesége az időbeli avulás, amely instabillá teszi a rendszert. Az instabilitás következtében kialakulhat az a helyzet, hogy a védelem nem képes ellátni a szerepét. Zárt terek esetében ezáltal jelentős mértékben megnő a kockázat, amely az épület teljes élelciklusának kritikus pontjainál csúcsosodik ki. [37]

A főként passzív tűzvédelmi rendszerekre épülő tűzvédelmi koncepció legfőbb gyengesége a variábilis kialakításban mutatkozik meg. A fixen, épített szerkezeti elemekkel megvalósított térbeli kialakítás (átmeneti védett terek, tűzgátló módon – tűzgátló fallal, tűzgátló válaszfallal – leválasztott helyiségek, önálló tűzszakaszok, vagy tűztávolsággal kialakított tűzterjedés elleni védelem, stb.) kismértékben ad lehetőséget a multifunkcionalitásnak, viszont stabil egyensúlyi helyzetben tartható az épület. [32]

A fentiek alapján azt a következtetést vonhatjuk le, hogy tisztán aktív, vagy tisztán passzív tűzvédelmi rendszerekről bonyolult, komplex épületek esetében nem beszélhetünk, mert nem önmagukban teljesítik az épülettel szemben támasztott igényeket, vagy nem képesek kialakítani a tűzvédelmi helyzet egyensúlyát. Így az a következtetés szűrhető le, hogy modern épületek esetében a leghatékonyabb és a teljes életciklusra vetítve legoptimálisabb tűzvédelmi helyzet az egyensúlyi állapotok figyelembevételével az aktívan alkalmazott passzív védelmi rendszerek kialakításával érhető el. Mit jelent ez? Alapvetően a térbeli struktúrát tűzvédelmi szempontból lekövető, vagy sok esetben alakító kialakítások az épület információs rendszerét képző automatikus beépített tűzjelző rendszer működésének hatására passzív, de mobil tűzterjedés elleni gátlást valósítanak meg (tűzgátló nyílászárókat, mobil füstkötény rendszereket aktiválnak), vagy teljes térbeli oltást biztosítanak (egy térbeli egységben elővezérelt módon lép működésbe a sprinkler, vagy teljes térfeltöltés elvén működő oltás valósul meg pl. vízköddel oltó rendszerrel vagy gázzal oltás útján). Az intelligens érzékelés és vezérlések [105] hatására aktivált tűzvédelmi rendszer elemek a folyamat végén passzív módon fejtik ki hatásukat, ezért stabil egyensúlyi helyzetet hoznak létre úgy, hogy a passzív módon lehatárolt térről a tűzjelző rendszer képességeinek hatására már a tűzoltás felderítés szakaszában információkkal rendelkezik a beavatkozó állomány. [106]

Az aktívan alkalmazott passzív tűzvédelem lényege, hogy aktív úton jutunk el az alapvetően passzív védelmi jelleg kialakításához, amely a térbeli rendszer függvényében variálható. Ezt úgy kell érteni, hogy például egy kiürítési útvonal napjainkban nem kell, hogy feltétlenül egyetlen előre elrendelt útvonalból álljon. Vizsgáljuk meg ezt egy valós példán keresztül:

A Nemzeti Közszolgálati Egyetem Ludovika Campusának fő épülete műemlék épület, amely jelentős keretek közé szorította az építészeti szabadságot. A kiürítés egy alapvetően építészeti kérdés, hiszen az épület paraméterei determinálják, jóllehet az emberi tényező, a menekülőképesség és a létszám függvényében. Hagyományos értelemben az építész tervező kialakítja a térbeli útvonalat, helyiségeken, közlekedőkön, lépcsőházon, stb. keresztül, amelyre

a tűzvédelmi tervező ellenőrzi a kiürítés megfelelőségét pl. számítással vagy szimulációval. Azonban ez nem minden esetben vezet eredményre. Egy az NKE Ludovika épületével hasonló bonyolultságú, összetett épületnél szükség lesz a tűzvédelmi egyensúly kritikus értékeinek feltárására, amely eredményeként a példaként vett kiürítés esetében térbeli anomáliákhoz juthatunk, amelyekre nem lehet egyetlen hagyományosan vett kiürítési útvonalat tervezni, mert nem lesz elégséges. Ezekben az esetekben, akár csak az NKE Ludovika épületében, progresszív megoldásokat kell alkalmazni, amelyek aktívan alkalmazott passzív rendszerekkel valósíthatók meg elsősorban. A kiürítés megfelelősége érdekében a példaként szolgáló épületben a térbeli kialakítás figyelembe vételével alternatív, egyedi kiürítési útvonalakat alakítottak ki, amelyeket intelligens menekülési útirányjelző rendszerrel láttak el. Az intelligens menekülési útirányjelző rendszer a tűz különböző komponenseit észlelni képes beépített automatikus tűzjelző rendszer hatására az észlelés térbeli elhelyezkedésének függvényében a passzív módon elválasztott biztonságos térrészre irányítja a kiürítést, ezzel stabil egyensúlyi helyzetet teremt.

A tűzvédelmi helyzet egyensúlyi állapota egy épület teljes életciklusát tekintve több esetben is csorbát szenved, ahogy ezt korábban elemeztem, amikor is „fehér foltok” alakulnak ki, és a tűzvédelmi egyensúly felborul. [88]

Az egyik ilyen alapvetően megkerülhetetlen „fehér folt” a kivitelezés időbeli periódusa, azon belül is a már zárt tereket képező, magas vagyoni értéket képviselő, de még a tűzbiztonságot nélkülöző állapot. Ezekben a terekben gyakorlatilag minden feltétel adott egy tűzeset lefolyásához, sőt a tűzkeletkezés valószínűsége nagyobb a kivitelezés során történő kiemelten tűzveszélyes tevékenységek miatt. Azonban ezekben a kivitelezési fázisokban a tűzvédelem teljes vagy jelentős mértékben hiányos. A tűzterjedés elleni védelem jellemzően nem valósul meg, a tűzgátló nyílászárókat kiékelte állapotban tartják a kivitelezők a gördülékeny mozgás miatt, a tűzjelző rendszert nem aktiválják vagy az érzékelőket megbénítják, hogy elkerüljék a munkálatok során keletkező téves jelzéseket, stb. Tehát a térbeli struktúra és az épület készültési foka ugyan igényelné a tűzbiztonság megvalósítását, ez jellemzően mégsem történik meg, ezért a tűzvédelmi egyensúly az esetek többségében még instabil állapotban sem valósul meg. A szükséges egyensúly, ezáltal a minimális tűzbiztonság elérése céljából a fehér foltok kiküszöbölése érdekében egy épület teljes életciklusára vetítve kell előre meghatározott fázisokra bontva kialakítani a különböző mértékű, szükséges egyensúlyi állapotokat. [122]

A megfelelően strukturált fázisokban a tűzvédelem releváns szereplőinek kell szerepelniük a megfelelő tevékenységi körökkel, együttműködésben dolgozva. Egyik fázisról a másikra történő fejlődés során a tűzvédelmi helyzet változásait lekövető, alapvetően továbbra

is passzív és/vagy aktív rendszerek biztosítják a tűzvédelmi helyzet egyensúlyát. Például egy kivitelezés során még nem épült ki a beépített automatikus tűzjelző rendszer, de a térbeli struktúra már igényelné, ezért mobil eszközöket alkalmazunk aktív rendszerként, vagy tűzterjedés elleni védelem szempontjából még nem tagolt a tér, de ideiglenesen pl. tűzgátló legördülő függönyökkel alakítják ki a tűzterjedés elleni védelmet. [100] Az alapelv egy stabil, vagy legalább egy instabil egyensúlyi helyzet kialakítása, amely folyamatosan, minden fázisban a szükséges mértékű védelmet biztosítja. Ennek a rendszernek a fázisait leginkább a német HOAI (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure) rendszerhez lehet hasonlítani, amely rendszerben kilenc fázisra bontották a tervezői tevékenységet, és amely fázisok szigorú rendje és a szereplők meghatározott együttműködése biztosítja az elvárt minőséget. [107] A kilenc fázis a teljes beruházási folyamat komplex megközelítését tartalmazza, amelybe szervesen épülnek be a folyamat egyébként heterogén szereplői mind térben, mind időben. A rendszer megfelelő szintű adaptálása nem pusztán a tűzvédelem, de általában az építéstudomány ágazatában képes biztosítani a magas minőséget, ezáltal a tűzbiztonságot.

Az alapvető probléma tehát a heterogenitás és a teljes élelcikluson átívelő egyensúlyi helyzet kialakításának és fenntartásának biztosítása aktív, reaktív és passzív védelmi rendszerek útján úgy, hogy azok megbízható védelmet nyújtsanak, azaz stabil egyensúlyi állapotot hozzanak létre. A fentiek alapján látható, hogy eszközök állnak rendelkezésre, adaptálható módszereket ismerünk, azonban ezek érdemi megvalósítása okoz nehézségeket. A hatékony és érdemi, teljes élelciklust lefedő stabil egyensúlyi helyzetet kialakító tűzbiztonság megvalósításához a legkorszerűbb számítástechnikai rendszerek alkalmazására és az építési és használati folyamatokba történő integrálására lesz szükség, amelyet a 2. fejezetben fejtek ki.



### **1.11. Az első fejezet eredményeinek összefoglalása, az elvégzett vizsgálat tömör leírása, részkövetkeztetések**

Az értekezés első fejezetében elemeztem a tűzvédelem szereplőinek tűzvédelemben betöltött helyét és a jogszabályi eljárásrendben betöltött szerepét. Életciklus elemzés keretében analizáltam a heterogén tűzvédelem teljes életciklusában azonosítható kritikus helyeket és időpontokat. Dedukció útján megvizsgáltam, hogy milyen módszerekkel lehet kialakítani egy-egy épület teljes életciklusára kiterjedő tűzvédelmi koncepció felállítását az épületek tűzvédelmi életciklusának elemzésével. Elemző és értékelő kutatómunka alapján levezettem az épületek tűzvédelmi helyzetének egyensúlyi állapot jellemzőit, összefüggést azonosítva a szélsőértékek kritikus állapotai között. Javaslatot dolgoztam ki a tűzvédelmi életciklus elemzésen alapuló és hosszútávon fenntartható tűzvédelmi koncepció megvalósítására.

Az épületek általános életciklus-elemzésének vizsgálatával adaptáltam az életciklus elemzés algoritmusát, amely által egy biztonság szemléletű tűzvédelmi életciklus kialakítását definiáltam. A tűzvédelmi életciklusban analizált tűzvédelem heterogén szereplőinek térbeli és időbeli elhelyezésével elemeztem és meghatároztam a teljes életciklus során tűzvédelmi szempontból azonosítható kritikus időszakokat.

Az épület-ember-tűz tényezőhármassal definiálásával és bevezetésével elemeztem a tűzvédelmi helyzet egyensúlyának szélsőértékeit, megállapítottam a stabil és instabil tűzvédelmi helyzet kialakulásához vezető épület-ember-tűz tényező hármassal szélsőérték felé tolódásából adódó egyensúlyvesztéseket.

A kutatómunkám során azonosítottam és definiáltam a tűzvédelmi célú épület életciklus elemzés módszertanát, amellyel kiegészítettem az általános, jellemzően energetikai célú épület életciklus elemzések módszerét.

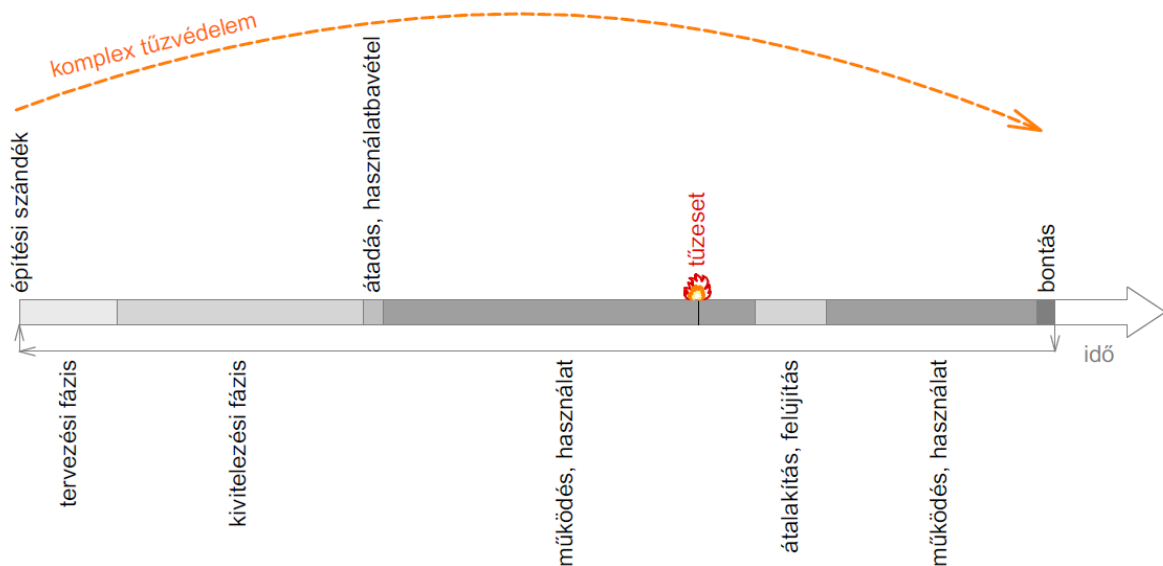
Adaptáltam a tűzvédelmi helyzet egyensúlyi állapotinak tényezőit, az épület-ember-tűz paraméter hármassal definiálásával azonosíthatóvá tettem a tűzvédelmi helyzet egyensúlyi állapotainak szélsőértékek felé tolódásait, azaz a stabil és instabil egyensúlyi állapotok értékeit.

#### **A fentiek alapján az alábbi részkövetkeztetésre jutottam:**

A fentiek alapján levezettem, hogy kialakítható egy, az épületek teljes életciklusát lefedő, stabil tűzvédelmi egyensúlyi állapotban lévő átfogó, használatorientált tűzvédelmi koncepció, amely kialakításának alapvető módszertanát igazoltnak vélem. *(1. számú tudományos eredmény).*

## 2. AZ ÉPÜLETINFORMÁCIÓS MODELLEZÉSEN ALAPULÓ, INNOVATÍV MÉRNÖKI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI, MÓDSZEREI, ESZKÖZRENDSZERE

A kortárs, hosszútávon fenntartható komplex tűzvédelem tűzvédelmi koncepción alapul, amely előre meghatározza a teljes élelciklus alapvető tűzvédelmi paramétereit. Ennek alapját a tűzvédelmi helyzet egyensúlya határozza meg, amely stabil és instabil egyensúlyi állapotokra vezethető vissza, amelyeket aktív és passzív tűzvédelmi rendszerek kombinációjával érhetünk el. A hosszútávon fenntartható tűzbiztonság érdekében, a korszerű tűzvédelemben az elérni kívánt célt aktívan alkalmazott passzív tűzvédelem kialakításával lehet a legoptimálisabban elérni, amely eszközrendszerét az aktív és passzív tűzvédelmi rendszerek biztosítják, amelyeket nagyon szigorú eljárásrendben megfelelő fázisokra bontott ellenőrző, megelőző módszerekkel lehet elérni. Ez a cél az ún. HOAI rendszer megkülönböztetett és rendszerezett fázisokra bontott módszerének tűzvédelem területére történő adaptálásával elérhető, amely által az időben differenciált, megfelelő és szükséges biztonsági szint fehér foltok nélkül abszolválható. [107]



15. ábra *Teljes élelciklust lefedő komplex tűzvédelem* (készítette: szerző)

A teljes élelciklusokat lefedő komplex tűzvédelem merőben új módszertana a napjainkban zajló negyedik ipari forradalom hatására mérnöki módszerekre helyezi át az aktívan alkalmazott passzív tűzvédelem hangsúlyát, amelyet a hatályos tűzvédelmi szabályozás elősegít. Ebben az új eljárásrendben az algoritmikus tervezésen nyugvó, épületinformációs

modellezésen alapuló, innovatív mérnöki módszereket alkalmazó megoldások veszik át a fő szerepet, amelyek alapvetően formálják át mind a hivatásos-, mind a civil tűzvédelmi szféra eljárásait. Ezen megoldások fenntartható módon biztosítják az aktív, reaktív és passzív rendszerek megbízhatóságát, vagyis rendszerbe foglalják azokat, így nem önállóan érvényesülnek a különböző hatások, hanem koncepcionálisan és érdemben is együttesen. [73]

## **2.1. Tűzvédelmi mérnöki módszerek helyzete**

A biztonság kialakítása a katasztrófavédelmi kérdésekben, azonos módon bármely más szakterület tekintetében, a tervezéssel kezdődik. A tervezés napjainkra számítógéppel segített tevékenység formájában történik. [58]

A számítógéppel segített tervezés ma a digitális állam kereteiben az e-közigazgatásban válik hatósági, szakhatósági aktussá. A különböző építési eljárások engedélyezése ma teljes egészében elektronikus úton történik az ún. építésügyi hatósági engedélyezési eljárásokat támogató elektronikus dokumentációs rendszerben (ÉTDR). Ezáltal egy-egy épület engedélyezési fázisaiban a heterogén komplex tűzvédelem egyes szereplői a virtuális térben egy-egy rövid időintervallumban találkoznak.

A jövő kutatás szerint 2020-2030-ra az okostelefonokat szupertelefonok váltják fel, amik a szenzorok által szinte minden emberi érzékszervet képesek lesznek helyettesíteni. A körülöttünk lévő teret valóságos 3D-ben tapogatóják le, érzik majd az ízeket, azonosítják a hangok forrását és azok távolságát, sőt mérik a vérnyomásunkat, a közvetlen környezetünk fizikai paramétereit, a levegő minőségét, a hőmérsékletet, stb. [60]

A szenzorok mögött intelligens, fejlődni képes számítógépes rendszerek - hatalmas adatelemző szerverek - állnak majd. A mesterséges intelligenciával rendelkező eszközök hatékonysága soha nem látott távlatokat nyithat meg a tűzbiztonság területén. Digitális okos eszközeinkkel a mai kijelzőknél sokkal természetesebb módon, a virtuális valóságban (AR és VR) tartjuk majd a kapcsolatot, valamint kép- és hangutasításainkat is tökéletesen megértik majd. [60]

A fenti nem oly távoli jövő biztonságos felhő alapú rendszerként valósulhat meg. Ebbe a rendszerbe a fenti elveken kell integrálni az új komplex tűzvédelmet, amely a digitális állam keretein belül, a korszerű info-kommunikáció alkalmazásával, az innovatív mérnöki szemlélet mellett, képes lenne a tűzvédelmi biztonság eddig volt legmagasabb minőségét elérni. Ezzel valósulna meg az új komplex tűzvédelmi minőség, a teljes életciklust lefedő tűzvédelmi háló. Az aktívan alkalmazott reaktív és passzív rendszerek intelligens, a környezet eseményeire

érzékenyen reagálni képes védelmi funkcióvá válnak, amelyek egyensúlyban tartva a detektált esemény mértékének megfelelően képesek reagálni a veszélyekre, megfelelő védelmi szintet hozva létre. Ennek koncepcionális alapját a tervezési fázisban kell kódolni különböző információként tárolva. [43]

A fenti rendszer valóságos jelenléte kézzel fogható, egy-egy épület teljes életciklusát tekintve az épületek életciklusának kezdeténél. Gyakorlatilag az épületek tervezése, a tervek feldolgozása ma már digitális rendszerekkel, számítógépes szoftverekkel történik. Ezek az építészeti és egyéb kiegészítő szoftverek képesek a három dimenziós (3D) virtuális tér megalkotására olyan módon, hogy a 3D elemek intelligensen hordoznak információkat az épületről. „A BIM, épületinformációs modellezés folyamata tulajdonképpen egy szemléletmódot jelent, mely az építési folyamat komplett egészét egységként kezeli, az épület tervezésétől a kivitelezés végéig (vagy még annál is tovább, az üzemeltetésig). A BIM egymást kiegészítő megoldások hatékony készletével jeleníti meg és szimulálja a projekteket, teszi hatékonyabbá a dokumentálást és a rajzolást, kezeli az adatokat, és segíti elő a projekteken részt vevő személyek együttműködését. Számos előnyt biztosít a projekt teljes élettartama során a tervezők, kivitelezési szakemberek és tulajdonosok számára.” [61] Az egyes épületelemek, szerkezetek információkat hordoznak, amelyek segítik a tervezés folyamatát, és képesek arra, hogy a hordozott információkat tovább örökössék. Az épített terek három dimenziósak, csakúgy, mint a tűz jelensége, ezért a 3D tervezés, modellezés kompatibilis elvek alapján működhet, és kellene is, hogy működjön. El kell felejtetni a 2D-ben történő gondolkodást mind a tervezői, mind a hatósági, szakhatósági oldalon, mert a valóság 3D. Ezt a tényleges térben történő tervezést és ellenőrzést nagymértékben elősegítik a már most rendelkezésre álló szoftverek. Képesek 3D metszetek felvételére, amelyeken látható a teljes épület mélységében átmenő tűzszakaszolás, amely sosem egy-egy vízszintes és/vagy függőleges vonal csak, hanem 3D-ban tört folytonos síkok kapcsolatrendszerre, amely tereket határol.

A tűzterjedés mérnöki szemléletű elemzése már ebben a tervezési fázisban meg kellene, hogy történjen, és a fenti eszközök és módszerek alkalmazásával könnyedén meg is történhet. Az építészeti modell megfelelő adaptálásával a hő-és füstelvezetést, vagy a kiürítést szimuláló szoftverek képesek lesznek és részben képesek ma is a hordozott információk felhasználásával egy a valósághoz hasonlító szimulált jelenség leképezésére, ezáltal a tervezés és a mérnöki gondolkodás kiszélesítésére. Minden szereplő számára megkönnyíti, és nagymértékben pontosítja a megfelelő tűzvédelem megvalósulását a rendelkezésre álló szoftveres lehetőségek alkalmazása. A különböző számítógéppel szimulált eredmények összerakhatók, és együttes

hatásuk vizsgálata egy komplexebb, ez idáig feltáratlan biztonság kapujának kulcsát képezi. A különböző tűzvédelmi rendszerek együttes hatását a legoptimálisabban a fenti informatikai háttér biztosíthatja. [47]

Mára egyértelművé vált, hogy a mérnöki módszereknek nevezett eljárások csak részeredményeket szolgáltatnak, egy olyan részrendszerben, amelyben konkrétan vizsgálat alá kerültek, de önmagukban nem nyújtanak teljes megoldást egy-egy adott egyedi problémára, és ezért nagymértékben hozzájárulhatnak a hamis biztonságérzet megvalósításához, mivel összességében nem elemzik a tűzvédelmi helyzetet. [52]

Egy meghatározott módon elvégzett valós tűzteszt (pl.: homlokzati hőszigetelés tűzterjedési vizsgálata) az adott térbeli kialakítási problémát kezeli, de minden egyedi épületre ugyanaz a rendszer más-más beépítési helyzetben, térbeli kialakításban csak közelítően értékelhető ugyanolyan módon. [108] Felhasználva a valós tűzteszt eredményeit - megfelelő modell tűz választása esetén - [109] és a BIM alapú tervezés térbeli információit, a ma már rendelkezésre álló és rohamosan fejlődő szimulációs szoftverekkel rendelkezésre áll az a képesség, amellyel tervezhetővé válik a fenti probléma megoldása. Ez természetesen minden egyedi kialakítás esetében egyedi megoldásokat takar, több mérnöki módszer megfelelő alkalmazását követeli meg és egy értékelő-elemző összegzésben ölt végleges formát, amellyel igazolhatóvá válik a tűzvédelmi követelménynek való megfelelés. A megoldás a részproblémák felismerésével és felállításával kezdődik, majd azok egyedi elemzésével folytatódik. A részeredmények azonban nem szolgálhatnak végeredményként, ahogy sok esetben manapság ez felmerül, hanem komplex vizsgálatukat követően, egymásra hatásukat elemezve érhetünk el reális eredményt.

A mérnöki módszerek tudatos és innovatív alkalmazása egységes szemléleten és közel azonos mértékű tudáson alapuló szakember gárdát igényel mind a hivatásos, mind a civil szféra szereplőitől. Ezt nagyon alapos és célirányos mérnöki képzéssel lehet elérni. A Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katasztrófavédelmi Intézete napjainkban ezen az elven tervezi a tűzvédelmi mérnök képzését megindítani. A képzésben résztvevő személyek szakmai kompetenciáját az innovatív mérnöki gondolkodás és korszerű műszaki, számítógéppel segített megoldások alkalmazása kívánja megadni a közeljövőben.

### **2.1.1. Innovatív mérnöki módszerekben rejlő lehetőségek**

Az innovatív mérnöki módszer tehát egy összefüggés rendszer, újfajta szemléletmód, amely az adott egyedi tűzvédelmi problémára úgy ad egyedi megoldást, hogy a szükséges mértékben a szükséges mérnöki módszereket vegyíti, egymásra hatásukat elemzi és a tapasztalati, mért eredményekkel összehasonlítva összegzi, értékeli az épület kritikus helyén, egy-egy kritikus időpontban vagy intervallumban. A módszer jelentősége a tűzvédelmi koncepción alapul, amely előre determinálja a tűzbiztonság hosszú távú fenntarthatóságának alapjait. A módszer alkalmazásával pedig lehetőség nyílik komplex elemzések végrehajtására, amelyek egyedi, de megismételhető módon képezhetnek eljárásrendet.

Az innovatív mérnöki módszerek alkalmazásával lehetőség nyílik egy épület életciklusa során a kritikus helyek és potenciálisan tűzveszélyes időszakok meghatározására, ezáltal a megfelelő biztonság kialakítására. Ez a biztonság szolgálja a tűzoltói beavatkozás speciális helyszíni biztonságát is. [83] A kritikus helyek meghatározásával egy új típusú, mérnöki módszerekkel igazolt használat tervezhető a potenciálisan kockázatos időintervallumokra. A jogszabályokon nyugvó statikus (csak a jogszabályváltozástól függő szabályozás) használati szabályok helyett új szemléletű dinamikus használati szabályozás alakítható ki. A dinamikus rendszerek a teljes tűzvédelmet dinamikus alapokra helyezik át, amely eljárási alapját, közegét az e-közigazgatás már napjainkban megteremti. Ugyan egyelőre statikus, azaz alapvetően PDF, PDF/A formátumú információk képzik az elektronikus eljárások adatait, ez a formátum átmeneti, ideiglenes. A dinamikus eljárásokhoz, valós dinamikus használatához dinamikus használati adatokra, információkra van szükség, amelyet a BIM alapú információhalmaz és az abból készített adatbázisok képesek leképezni. Ez a formátum a napjainkban is képezhető ifc fájl. [51]

A fenti innovatív mérnöki szemlélettel megvalósuló tűzvédelem a tűzvédelmi hálóval hozható létre, a kezdeti tervezési fázistól egy tüzeseti beavatkozáson át az épület teljes elbontásáig, majd onnan ismételten kezdve.

### **2.2. A tűzvédelmi háló elve**

A tűzvédelmi háló, mint egy mátrix tartalmaz minden információt az aktuális tűzvédelmi helyzetről, amelyet a hálózatra csatlakozó személyek felhő alapú megosztott rendszerekből elérnek. Az információ mindig egy közös tárhelyen van, amely változása minden időpillanatban minden szereplő számára egyértelmű és folyamatosan nyomon követhető. Gyakorlatilag folyamatos kontroll alatt áll, és a virtuális térben könnyedén elérhető. Tehát az információ

elhelyezésre kerül egyértelműen beazonosítható módon a hálóra (pl.: egy tűzszakasz hőmérséklete, ami egyértelmű azonosítót kap, pl.: I. tűzszakasz, egy adott épületben, amely egy adott egyedi helyrajzi számon található). A tervezők létrehozzák ezt az információt, BIM alapú eljárással virtuális valósággá alakítják, majd igény esetén elhelyezik a különböző szimulációs szoftverekben elemzés céljából. Itt további információkkal bővítik az adott tűzszakasz adatait, amelyek összevethetők valós tűztesztok adataival, tűzvizsgálati eljárások eredményeivel, számításokkal. Természetesen az adott szakkérdésbe több tervező, több szereplő is bevonásra kerül, akik azonos módon hozzáférnek az információhoz és képesek bővíteni is azt. Végül az információ halmazt elemzik, értékelik, és kiválasztanak egy optimális megoldást, amelyet már a digitális állam kereteiben lévő elektronikus rendszerben helyeznek el, ahol a tűzvédelem további szereplője, az engedélyező team is teljes körűen hozzáfér az eredményekhez. Ahhoz, hogy a tűzvédelmi háló teljes mértékben kiszélesedhessen, a jelenleg használt ÉTDR rendszer pdf alapú statikus file rendszere nem alkalmas a cél eléréséhez. [4]

A fent említett dinamikus modellek, ifc kiterjesztésű, BIM információkkal kódolt tervek mindenki által elérhető felhő alapú fájlok lehetővé teszik, hogy a már okos készülékekről is elérhető e-naplóba a kivitelezés változásait is dinamikusan lehessen átvezetni, amely minden szereplő számára ismertté válik. A megvalósulást követően a tárhelyen egy megvalósult állapot jelenik meg, amely a használathoz az aktívan használt passzív és reaktív tűzvédelmi rendszerekből dinamikus használatot eredményez, amelyet nyomon követhetünk később egy-egy ellenőrzés vagy tűzoltói beavatkozás során is. A kritikus helyek és időpontok ismeretében pedig lokális, aktív tűzmegelezést hajthatunk végre a passzív rendszereinken is.

A megvalósult érzékelőkkel ellátott, mért tereknek köszönhetően egy esetleges tüzesetre a digitális tűzoltó a tűzvédelmi háló segítségével már az okos készülékén keresztül a vonulás során valós távolsági felderítés keretében fel tud készülni, és a legbiztonságosabb és leghatékonyabb beavatkozást tudja egy döntés segítő rendszer alkalmazásával megvalósítani. Ezáltal a legkorszerűbb beavatkozás válhatna valóra. A tűzoltás-vezető olyan információkkal rendelkezne egy tüzeset helyszínére érkezve, amelyet már gyakorlatilag távolsági felderítéssel megszerez, amelyeket ma, ilyen mélységben sok esetben egy helyszíni felderítés során sem tud teljes mértékben megszerezni. A fentiek miatt, továbbá a döntést támogató rendszereknek köszönhetően kész tervek állnának rendelkezésére, amelyeket kombinálva, vagy a legmegfelelőbbet kiválasztva a beavatkozás gyorsasága jelentősen megnőne, azaz a tűz fejlődésének egy olyan korábbi szakaszában meg tud kezdődni a tűzoltás, amikor még nem fejlődik ki a teljes tér égése. Így jelentősen csökkenne a benntartózkodók veszélyeztetettsége

és a tűzkár. A beavatkozó tűzoltó állomány biztonsága jelentős mértékben nőne, és az oltóanyag felhasználás is optimalizálódna. [85] Összességében tehát jelentős mértékben nőne a tűzoltói beavatkozás hatékonysága, emellett egyenes arányban nőne a biztonság is. Az okos eszközök alkalmazásán túl a beavatkozó tűzoltó egyéni védőeszközeit is el lehetne látni érzékelőkkel, amelyek folyamatosan vizsgálnák a tűzoltó életfunkcióit és a közvetlen környezetének állapotát. Így a személyes biztonság az épületekbe beépített rendszereken túl jelentős mértékben fokozódna. Az épület és az egyéni védőeszköz a kompatibilitás elvén automatikusan szinkronizálódhat, ezáltal egy kölcsönös szimbiózis alakulhat ki a tűzhelyszín és a beavatkozó állomány között, amely komplex biztonságot nyújtana a tűzoltó állomány részére. Továbbá jelentős mennyiségű információt rögzítene a rendszer, amelyet a tűzvizsgálat során fel lehetne használni. A tűzvizsgálati eljárás során a beavatkozó állománytól megszerezhető információ, amelyet ma meghallgatás, elmondás útján hajthatunk végre, egy egészen új minőségben jelenne meg, egzakt adatokkal. [26]

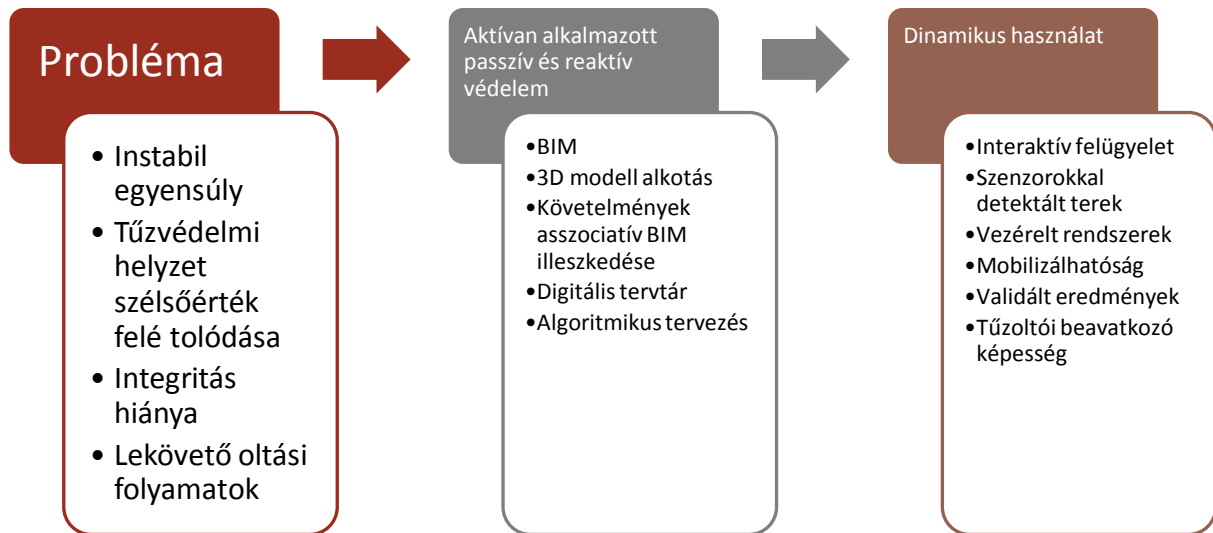
Összegezve a tűzoltói beavatkozó képesség mérhető módon a megelőző tűzvédelem szerves részét képezheti, amely figyelembevételével kalkulálni lehetne a beépített aktív és passzív rendszerekkel szemben támasztott követelmények szempontjából. A tűzoltói képesség, mint az aktív tűzvédelem egyik leghatékonyabb formája, a szakfelszerelések és a beavatkozó állomány képzettsége alapján, a tüzeset helyszínére történő érkezésének időfüggvényében egzakt módon számítható védelmet jelentene, amely képes lehet adott mérethatárokon belül a beépített automatikus rendszerek részleges kiváltására, továbbá a passzív rendszerek által védett térbeli kiterjedések méretének növelésére. [110]

### **2.2.1. Komplex tűzvédelem elve**

A komplex tűzvédelem tekintetében a fenti folyamatok körbezárnak, és kialakul a teljes kölcsönhatás, gyakorlatilag megvalósul a komplex értelemben vett tűzvédelem. A példaként hozott aktívan alkalmazott passzív tűzgátló alapszerkezet információt meghatározzák a tervezésnél, majd értékelik, végül a kialakult adatok alapján egy rendszer részeként engedélyezik. Az információt tovább használják a kivitelezés, a termékgyártás során, ahol már nyújthatnak visszajelzéseket a tervezők felé. Mindenről informálódik a hivatásos szakterület is, ellenőrizhet, vizsgálódhat, amely során szintén visszajelzéseket adhat a gyártónak, tervezőnek. A használat során az üzemeltető szakemberei is alkalmazzák az információt, és megteszik a szükséges intézkedéseket, karbantartást, felülvizsgálatot, illetve visszajelzéseket adnak a hatóság, szakhatóság, a gyártó és a tervező részére is. Végül ugyanezt az információt képes alkalmazni a beavatkozó tűzoltó és a tűzvizsgáló szakember is egy-egy tüzeset során és azt



követően. A tapasztalataikat pedig a tűzvédelmi háló segítségével ugyanarra a műszaki megoldásra vissza tudják jelezni valamennyi korábbi szakterület, szakember részére. Gyakorlatilag egy teljes egymásra hatás alakul ki, amely dinamikusan képes a tűzvédelem fejlesztésére, a tűzbiztonság jelentős és hatékony növelésére egy-egy épület teljes életciklusán átívelve. [111]



16. ábra *Innovatív mérnöki tűzvédelem* (készítette: szerző)

### 2.3. Innovatív mérnöki módszer kísérlete

A komplexitás, mint vizsgálati szempont jelentőségét egy egyszerű, de szemléletes példán keresztül szeretném bemutatni:

Vizsgáljunk meg egy 4 foglalkoztató, főzőkonyhával ellátott új bölcsőde épületet, amelyet napjainkban kívánunk megépíteni a fentiek figyelembevételével. Az épület fenti funkcionális kialakítása egy egyszintes, 1100-1300 m<sup>2</sup> alapterületű, egy-két kockázati egységű építményként meg tud valósulni, a gazdasági-kiszolgáló és a fő funkció határozott térbeli szétválasztásának függvényében. A követelmények meghatározása egyértelmű, az OTSZ konkrét előírásokat támaszt a tervezési fázisban. Az épületünk mértékadó kockázati osztályát a rendeltetése fogja alapvetően befolyásolni, amely szerint közepes mértékadó kockázati osztályba fog tartozni az építmény.

A mértékadó kockázati osztály alapján a szerkezeti követelmények kiválasztása egyértelmű. A kockázati egységet tekintve megállapíthatjuk a tűzszakasz méretekre vonatkozó követelményeket, amelyet egy normál védelmi szinttel, tehát beépített automatikus tűzoltó-

berendezés nélküli kialakítás esetén, 500 m<sup>2</sup>-es tűzszakaszokra kell osztanunk, amely nagyon jelentős biztonsági tényezőt jelent az épület védelmében.

Ha elemezzük a fentieket, akkor azt tapasztaljuk, hogy a tervezett épületünket 3 tűzszakaszra kell bontanunk. Ha megvizsgáljuk, hogy a tűzszakaszok kialakítását milyen tényező határozza meg alapvetően, arra a következtetésre juthatunk, hogy a zárt térben tartózkodó személyek menekülőképessége jelenti a potenciális kockázatot. A menekülőképességben rejlő kockázatot azonban a kockázati osztályba kódolt követelményeken túl a kiürítésre vonatkozó előírások is kezelik, amelyek szerint bölcsőde funkció kizárólag a földszinten, azaz a biztonságos szabadter szintjén helyezkedhet el, és a foglalkoztatóból közvetlenül a biztonságos szabadterbe kell a kiürítés első ütemében evakuálni a zárt térben tartózkodó személyeket.

A fenti előírás összessége egy valós kockázatokon alapuló szigorú követelményrendszert támaszt. Ha innovatív mérnöki módszerek alkalmazásával az aktívan alkalmazott passzív és reaktív rendszerek felhasználásának tükrében vizsgáljuk meg az épületet, akkor azt tapasztaljuk, hogy normál üzemmódban, egy bölcsőde térbeli kialakítása és a foglalkoztatók közvetlen biztonságos szabadterbe történő kiürítése, még a menekülési képesség alacsony intenzitásának figyelembevétele mellett is, nagyon biztonságos, alapvetően nem rejt magában kockázatot.

A fentiek alapján azt a következtetést vonhatjuk le, hogy az épület max. tűzszakaszainak 500 m<sup>2</sup>-es maximalizálása nagyon szigorú, és valójában érdemben nem növeli a biztonságot.

A kisméretű mértékadó tűzszakasz létesítése a tűzoltói beavatkozásnál tölthet be kiemelt szerepet az oltóvíz intenzitás kialakításában. Az intenzitás azonban csak egy paraméter, a tűzoltói beavatkozó képesség alapfeltétele, de alapvetően nem ez határozza meg a beavatkozás minőségét. A beavatkozás minőségének legmeghatározóbb feltétele a tűzoltás megkezdésének időpontja. Minél inkább a kezdeti tűzfejlődés időpontjához konvergál a beavatkozás megkezdése, annál hatékonyabb oltás hajtható végre. A hatékony oltást az adott tűzszakaszban a tűz növekedő időintervallumáig lesz képes végrehajtani a beavatkozó tűzoltó állomány, a flashover fejlődési szakasztól az oltás hatékonysága exponenciálisan csökken, mértéke az éghető anyagok fogyásával korrelál. A beavatkozó képesség növelése érdekében egyrészt korai észlelésre és tűzjelzésre van szükség, amely a példa épületünkben az OTSZ alapján kötelezően létesítendő. Másrészt pedig a tűzoltók vonulási idejét kell racionalizálni, és számításba venni a tervezés során.

### 2.3.1. Használat orientált tervezés

Vizsgáljuk meg a használatra történő tervezés kérdéseit. Egy bölcsődéről van szó, amelyet a hatályos előírások alapján három tűzszakaszra kell bontanunk. A tűzszakaszok síkjában történő napi mozgást kisgyermek és bölcsődei dolgozók, jellemzően hölgyek végzik. A tűzgátló nyílászárók jellegzetes tulajdonsága, hogy nehezebben mozgathatóak, mint a normál nyílászárók és feltétlenül önműködően kell csukódniuk. Ez egy felületes, nem használatorientált tervezésnél hosszútávon gondot jelenthet, ahol tipikus megoldásként a használók kiékelik a tűzgátló nyílászárókat a napi használat megkönnyítése céljából. Természetesen így ezek a szerkezeti elemek egy esetleges tüzeset során nem lesznek képesek betölteni a rendeltetésüket, és hiába alakítottunk ki kisméretű, max. 500 m<sup>2</sup>-es tűzszakaszokat. Tehát arra a következtetésre juthatunk, hogy szükséges a gondos és használatorientált tervezés, amely során megállapítható, hogy beépített automatikus tűzjelző rendszer beépítésének követelménye esetén vezérelt nyílászárókat kell kiépítenünk, amelyek normál üzemben nyitott állapotban rögzíthetők és a tűzjelző jelére automatikusan vezérelhetővé válnak. [100]

Ha megvizsgáljuk az épületet nem normál napi használatra méretezve, hanem egy-egy esemény kockázatait felvázolva, akkor megállapítható, hogy pl. egy szülőknél tartott előadás során a napi létszám három-négyszeresére növekedhet az egész épületben. Ez alapvetően megváltoztatja az épület kiürítési metodikáját, amelyet szükséges vizsgálnunk. Egy másik aspektusból, egy esetleges tüzeset figyelembevételével elemeznünk szükséges a kiürítés teljesülését tűz különböző komponenseinek jelenléte mellett. Elsősorban a legveszélyesebb tényezőt kell számításba vennünk, amely a mérgező, gyorsan terjedő, és tűz korai fázisában is fejlődő füst komponensek formájában jelentkezik. Az épületünk kialakításából adódóan kis alapterületű tűzszakaszokból áll, és egyetlen helyiség sem képes tömegtartózkodás befogadására, továbbá a földszintes kialakításból adódóan az épület első ütemben kiüríthető alapvetően, ezért menekülési útvonal létesítése nem követelmény. Tehát nem lesz szükség jogszabály szerinti hő- és füstelvezetés létesítésére. Az ismert tűzvizsgálati eredményeken, valós tűzteszteken alapuló számítógéppel segített tervezés segítségével megvizsgálhatjuk az épületben lezajló eseménysorokat, amely során megállapítható, hogy a térbeli körülmények, a létszám, az éghető anyagok, a menekülőképesség, a napi használattól eltérő rutin, a szülők veszélyhelyzetben történő viselkedése és döntései olyan helyzetet okozhatnak, amely során az épület evakuálása nehézkessé válhat, és nem valósul meg a kiürítés első szakaszában, a példánkban szereplő KK kockázati egység esetén 1,5 perc alatt. [26] Egy ilyen szituációban feltétlenül szükséges a biztonságos kiürítési idő növelésére aktív tűzvédelmi rendszert

alkalmazni hő- és füstelvezetés kiépítésének formájában, holott alapvetően nem OTSZ követelmény. [112]

Összegezve a fenti egyszerű példán keresztül látható, hogy a használatorientált tervezés a megfelelő tűzbiztonsági szint kialakításának kulcsa. Szemléltethető, hogy a szigorú passzív tűzvédelmi rendszer valós, dinamikus használatához, aktívan alkalmazott passzív megvalósítás nyújt hosszútávon biztonságos megoldást, továbbá a nagyon szigorú passzív védelem a hatékony tűzoltói beavatkozó képesség esetén enyhíthető lenne.

**A fentiek alapján szükségesnek vélem a BIM alapú tervezés tűzvédelmi szakterületre történő adaptálását, az OTSZ szerinti követelményekhez illeszkedő algoritmikus tervezési metodika kidolgozását, továbbá a számítógépes szoftverek által szimulált modellek újszerű, innovatív mérnöki módszerekkel történő megvalósítását, és azok eredményeinek validált, verifikált módon történő integrálását a komplex tűzvédelmi koncepcióba.**

### **2.3.2. Innovatív mérnöki tervezési metodika**

A hipotézisem alapján a 4. ipari forradalom informatikai, infokommunikációs lehetőségei révén, a napjainkban alkalmazott ún. mérnöki módszerek helyett tudományos alapokon nyugvó, komplex módon kezelt, használatorientált épületinformációs modellezéssel, algoritmikus tervezési metodikával felruházott **új innovatív mérnöki módszerekkel** fejlettebb, biztonságosabb tűzvédelem hozható létre, amely hosszútávon fenntartható módon alkalmazható, dinamikusan változtatható az igényekhez.

A fenti hipotézisem igazolása céljából egy kísérletsorozatot folytattam le, amelyben a fent bevezetett példát virtuális módon létrehoztam és elemeztem. Összehasonlítottam a normál, alapvetően 2D-s és a 3D-s, BIM alapú paramétereket, és azok komplex tűzvédelemben betöltött és lehetséges szerepét. Számítógéppel segített szimulációs szoftverrel vizsgáltam a virtuális térbeli modell kiürítését, mint az egyik legösszetettebb építészeti tűzvédelmi paramétert, amelyet összehasonlítottam valós kiürítés gyakorlat mért eredményével, továbbá a hatályos OTSZ által előírt és a vonatkozó TvMI-ben rögzített számításokkal. A mennyiségi, azaz kvantitatív módszereket követően, a kiürítés elemzés valóságot leghűbben tükröző szimulációjának demonstrálása érdekében, kvalitatív módszert alkalmaztam, és egy minőségi eredményekre orientált kérdőív segítségével megvizsgáltam a viselkedés aspektusait egy, a virtuális modellben lehetséges használati paraméter, egy elképzelt ünnepség esetében. A fenti módszerekkel, azaz innovatív mérnöki módszerekkel elért összesített eredményeket

összehasonlítottam a napjainkban alkalmazott hagyományos módszer eredményeivel, amelyből egzakt következtetéseket tudtam levonni.

## **2.4. Épületinformációs modellezés**

A kutatás alapját a 3D megjelenési formájú, épületinformációs, BIM modellezés képezi. Magyarországon az 1567/2015 (IX.4.) Kormányhatározat (továbbiakban: Korm. határozat) a Lechner Tudásközpont feladati közé sorolja többek között a nemzeti BIM-szabvány létrehozását. A nemzeti szabványosításról rendelkező 1995. évi XXVIII. törvény azonban kimondja, hogy Magyarország nemzeti szabványügyi szervezete a Magyar Szabványügyi Testület (továbbiakban: MSZT), amely köztestületként a nemzeti szabványosítással összefüggő közfeladatokat kizárólagos jogkörrel látja el. Az MSZT a Korm. határozat megjelenésével párhuzamosan, de attól függetlenül, az európai BIM szabványosítási folyamat részeként 2015 őszén szintén megindította a munkáját.

A BIM nemzetközi szinten egyelőre rendkívül eltérő szabályozásának összehangolása és hivatalos szabvánnyá alakítása optimális esetben előreláthatólag napjainkhoz viszonyítva még 3-5 évet vesz majd igénybe, amelyet a gyakorlati alkalmazásból származó eredmények értékelése és a szabvány pontosítása követ. Összességében tehát megállapítható, hogy egy nagyon új, egyelőre Európa szerte nagyon heterogén módon szabályozott eljárásról van szó, amely viszont rohamléptekben tör utat magának. [113]

### **2.4.1. BIM**

A BIM alapfogalma: A BIM olyan CAD alapú tervezés módszertani folyamatok és irányelvek alkalmazásának összessége, amely lehetővé teszi az építmények létrehozásában és üzemeltetésében érdekelt szereplők (építtetők, tervezők, kivitelezők, üzemeltetők) számára a valóságnak megfelelő virtuális térben történő együttműködést és információátadást, illetve a releváns adatok gyors és hatékony megjelenítését. A „BIM” betűszó eredetileg a „Building Information Modelling” kifejezés kezdőbetűiből keletkezett, vagyis többletinformációval rendelkező virtuális háromdimenziós modellek készítését jelentette. A betűszó "M" betűje manapság sokszor inkább a „Management” szót jelöli. A Building Information Management fogalom egy olyan folyamatra utal, ahol a modellezésen és a modellelemek attribútumokkal való feltöltésén túl a rendszer használata az életciklus összes fázisán keresztülível. Ennek alapja az Épületinformációs Modell (Building Information Modell), más néven BIM modell. A továbbiakban a „BIM” betűszót a „Building Information Management” (épületinformáció menedzsment) rövidítéseként használom. [61]

A BIM modell előállításának folyamata sok tekintetben megegyezik a 3D-modell előállításának folyamatával, de kiegészül az elemek megbízható, kódolható információtartalommal való feltöltésével, klasszifikálásával, meghatározott modellezési módszerek és szabályok együttes alkalmazásával. A modellezési és az osztályozási módszerek befolyásolják az elkészült modellből kinyerhető információk minőségét és mennyiségét, valamint azok alkalmazhatóságát. A megoszthatóság miatt az egyes szakági szereplők hozzáférhetnek a létrejövő modellhez, különböző jogosultságok beállítása mellett megtekinthetik, módosíthatják azt, valamint kiegészíthetik az általuk létrehozott állományokkal és az egyes elemekhez meta adatokat rendelhetnek.

A BIM modellezés folyamatát optimális esetben minden projektszereplőnek ismernie kell a saját feladataira vonatkoztatva. Ezen fenti képességek összessége rendezti egy térbe, virtuális térbe, és egy időbe a világ akár bármely pontján elhelyezkedő, esetünkben tűzvédelmi szereplőket. [113]

#### 2.4.2. BIM dimenziók

Összesen 7 db BIM dimenziót különböztethetünk meg egymástól:

sorszám	dimenzió	tulajdonság
1.	2D (CAD)	2D síkokra vetített vektorgrafikus módszer
2.	3D (CAD)	Kizárólag geometriai célú térbeli módszer
3.	3D BIM	Információ központú fejlett 3D geometriai módszer
4.	4D BIM	A 3D BIM-en túl időbeli ütemezhetőség kódolása
5.	5D BIM	A 4D BIM-en túl mennyiségi paraméterek kódolása
6.	6D BIM	Az 5D BIM-en túl épületfizikai, energetikai információk kódolása
7.	7D BIM	A 6D BIM-en túl a fenntartható használathoz szükséges információk kódolása

6. táblázat **BIM dimenziók** (készítette: szerző)

Ha megvizsgáljuk a tűzvédelmi tervezés szempontjából a fentieket, az alábbi összefüggéseket kapjuk:

sszm.	dimenzió	tulajdonság	tűzvédelmi vonatkozás	alkalmazási terület
1.	2D (CAD)	2D síkokra vetített vektorgrafikus módszer	hagyományos tűzvédelmi tervezési módszer (elterjedt)	egyszerű építmények esetében
2.	3D (CAD)	Kizárólag geometriai célú térbeli módszer	korszerű tűzvédelmi tervezési módszer (elterjedőben)	összetett építmények esetében
3.	3D BIM	információ központú fejlett 3D geometriai módszer	kortárs újszerű tűzvédelmi tervezési módszer (egyelőre ritkán használt)	bármely összetett építmények esetében
4.	4D BIM	A 3D BIM-en túl időbeli ütemezhetőség kódolása	kortárs újszerű tűzvédelmi tervezési módszer (egyelőre nagyon ritkán használt)	bármely összetett építmények esetében
5.	5D BIM	A 4D BIM-en túl mennyiségi paraméterek kódolása	kortárs újszerű tűzvédelmi tervezési módszer (egyelőre nagyon ritkán használt)	bármely összetett építmények esetében
6.	6D BIM	Az 5D BIM-en túl épületfizikai, energetikai információk kódolása	kortárs újszerű tűzvédelmi tervezési módszer (egyelőre nagyon ritkán használt)	bármely összetett építmények esetében
7.	<b>7D BIM</b>	A 6D BIM-en túl a fenntartható használathoz szükséges információk kódolása	kortárs újszerű tűzvédelmi tervezési módszer (egyelőre nem használt)	<b>bármely összetett építmények esetében komplex tűzvédelem kialakítására: Terv+TMMK</b>

7. táblázat *BIM dimenziók tűzvédelmi aspektusai* (készítette: szerző)

A fentiekből megállapítható, hogy a 7D BIM alkalmas a komplex tűzvédelem hosszútávon fenntartható, teljes épület életciklust lefedő, használatorientált tervezésére és kezelésére. A hatályos OTSZ szerinti Tűzvédelmi Műszaki Megfelelősségi Kézikönyv virtuális megjelenési formáját képezheti a 7D BIM tartalommal rendelkező épület-elemekből előállított modell.

### **2.4.3. BIM rendszer**

A klasszifikációs rendszer: A klasszifikációs rendszer egy olyan szabványosított vagy egyedileg kialakított struktúra, amely segítségével az épületelemek, szerkezetek és így a modellelemek csoportosíthatók, osztályokba sorolhatók, ezzel könnyítve a későbbi lekérdezéseket, lehatárolásokat. A megfelelő klasszifikációs rendszer kiválasztása jelentős mértékben befolyásolja az információmenedzsmentet a projekt folyamán. Használatával a tervezési, előkészítési, kivitelezési és üzemeltetési folyamatok egységes rendszerben kezelhetők. Ennek egyik tűzvédelmi szempontból legalkalmasabb verziója, megoldási lehetősége az IFC – Industrial Foundation Classes. Az IFC egy független és nyílt 3D-objektum-alapú szabvány és fájlformátum, amely a különböző fejlesztőktől származó építőipari CAD szoftverek közötti információátadást teszi lehetővé azáltal, hogy képes leírni az építőiparban használt, grafikus és nem grafikus adatokkal ellátott térbeli épületelemeket. A BIM modell projektrésztvevők közötti megosztására, a különböző szakági modellek összehasonlítására és integrálására használják. A tervezés közbeni koordináción túl felhasználható mérnöki adattárolásra, archiválásra is. Az OpenBIM kezdeményezés alapvető formátuma. Az IFC fejlesztéseit a building SMART International végzi, összhangban a nagyobb szoftvergyártók segítségével, viszont azok irányítása nélkül. Az IFC formátum ISO szabvány (ISO16739:2013), honosításával magyar szabványként (MSZ EN ISO 16739:2017) is bevezetésre került. Az ún. IFC-objektumok közé soroljuk a virtuális modellben elhelyezett fizikai elemeket (falak, gerendák, ablakok stb.), az épületszerkezetekkel határolt, CAD szoftverben definiált helyiségeket, valamint a tervezéshez szükséges kiegészítő elemeket (raszter háló, épület körvonal stb.). A PDF típusú kiterjesztések helyett a fenti rendszer alkalmazását kíséreltem meg kutatásomban felhasználni. [114]



A tervezést, és ezalatt elsősorban az építészeti tervezés folyamatát értem, napjainkban is a közel 3000 évvel ezelőtt kifejlesztett, absztrahált módszer jellemzi, azaz a térbeli rendszerek vetületeinek léptékes ábrázolásával a térbeli alakzat leképzése, majd a tervekből történő megvalósítása, reprodukálhatósága. A 3D megjelenés első eszközei a valóság kicsinyített formában, jellemzően méretarányos makettekben történő bemutatásai voltak. Az egyre bonyolultabb, térben összetettebb formák leképzése időigényes és összetett folyamattá vált. Ebben ugrásszerű fejlődést a számítógéppel segített tervezés megjelenése, majd elterjedése jelentett. Eleinte az 1960-as években elsősorban a hadi iparban alkalmaztak CAD szoftvereket a tervezéshez. Nagyon érdekes, hogy a napjainkban elterjedő BIM módszer alap gondolata már a kezdetekkor, a 60-as, 70-es években megszületett Douglas C. Englebart, a számítógépes egér feltalálója és Charles M. Eastman, a BIM atyjának nevezett fejlesztő mérnök fejében.

A gépipar automatizálható, és így tömegtermelésre alkalmas folyamatainak köszönhetően a tervezés időszakában előállított 3D-modell a gyártásban már a CAD megjelenésének kezdete óta felhasználásra került bizonyos területeken. A BIM az építési kivitelezésben, valamint a gyártási folyamatokban viszont csupán a XXI. század hajnalán, a 2000-es évek közepén kezdett elterjedni, elsősorban az építőipar sajátos adottságai miatt. Napjainkban azonban, főként a 4. ipari forradalom hozadékainak köszönhetően, meglepően gyorsan zajlik a BIM térnyerése. A céloknak megfelelően a megépített virtuális modell egyre több felhasználási lehetőséget fedez fel a szakma, és már nem csak vizualizációs célokat szolgál az épületek 3D-modellje, hanem komplex folyamatokat is képes kezelni. A tűzvédelem ezen folyamatokba történő integrálása, a BIM eljárások tűzvédelmi területre történő adaptálása a kutatásom célja, hogy az így létrehozott virtuális valóság szolgálja a heterogén tűzvédelem szereplőinek helyét. [113]

A fentiek alapján látható, hogy mennyire sokoldalú és milyen rohamosan fejlődő módszert rejt magában a BIM, de miért pont ez a módszer jelentheti az alapját a tűzvédelem fejlesztésének? Erre a kérdésre az első fejezetben foglaltakhoz tökéletesen illeszkedve az Amerikai Egyesült Államok nemzeti BIM szabványában (NBIMS- National BIM Standard-United States) találhatjuk meg a talán legideillőbb választ:

*“Building Information Modeling (BIM) is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. A BIM is a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life-cycle; defined as existing from earliest conception to demolition.”*

*“Az épületinformációs modellezés (BIM) egy létesítmény fizikai és funkcionális tulajdonságainak digitális leképezése. A BIM segítségével egy olyan közös, megosztott információforrás jön létre a létesítményről, amely megbízható alapot jelent a döntéshozatalhoz a teljes életciklusban; a legelső koncepció kidolgozásától a bontásig.”*

A BIM tehát olyan információk összességét, olyan adatbázis létrehozását jelenti, amelyben a felhasználási céloknak megfelelően, esetünkben a tűzbiztonság érdekében, létrehozott virtuális modell épületelemei a geometriai reprezentáción túl információhordozóként, információ bázisként is funkcionálnak. Az információ hozzárendelhető az adott elemhez egyedi konszignációs azonosító (pl. klasszifikációs szám) segítségével, vagy közvetlenül beágyazható az elem paraméterkészletébe, akár bemenő, akár kimenő adat formájában. Az információ jellegét, mennyiségét, minőségét és tényleges tartalmát a felhasználás célja határozza meg, vagyis tűzvédelmi célokra is alkalmazható.

#### **2.4.4. A tűzvédelmi BIM**

A tűzvédelmi célú felhasználás lehetőségét, a 2015-ben megkezdett kutató munkám relevanciáját alátámasztja a Lechner Tudásközpont által 2018-ban kiadott BIM Kézikönyv is, amely 4. fejezetében górcső alá veszi a BIM alkalmazási területeit, mint pl.:

- tervezési tevékenység támogatása,
- tervdokumentáció készítés,
- tervellenőrzés,
- energetikai analízis,
- költségvetés, költségbecslés készítés,
- digitális kivitelezés koordináció,
- ütközésvizsgálatok,
- stb,

mellett többek között a katasztrófavédelmi tervezés felhasználási területét is a 4.22 fejezet részben, amely első mondata szerint ez a módszer a gyakorlatban kevésbé ismert BIM felhasználási mód. A 4.22 fejezetben foglaltak alapján:

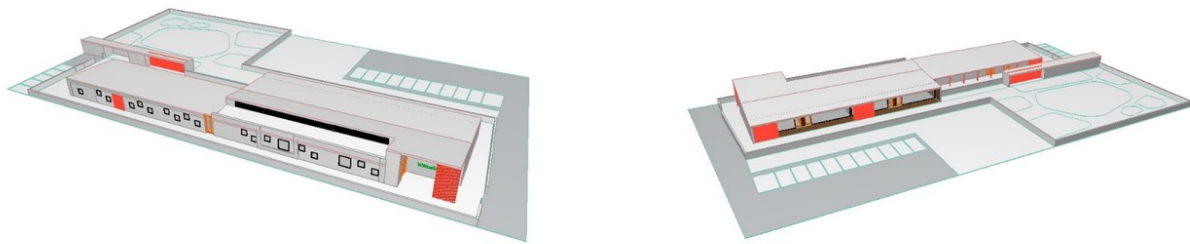
*„Ezzel az eljárással vészhelyzet esetén a mentésben résztvevők számára aktuális információ biztosítható az építményről. Az információ alapjául itt is BIM-modell szolgál, a módszer segítségével csökkenthető a reakcióidő, a beavatkozások pontosabban tervezhetők, életmentés szükségessége esetén pedig egyszerűen és gyorsan kiválasztható a legkisebb kockázattal járó megközelítési útvonal. A rendszer működéséhez a statikus adatok (alaprajzok, szerkezetek és gépészeti rendszerek elhelyezkedése és mérete stb.) a megvalósulási BIM modellből, a dinamikus adatok pedig a BAS (Building Automation System) rendszerből nyerhetők ki. Az integrált rendszerekhez való hozzáféréssel a mentőmunkálatok hatékonysága jelentős mértékben javítható, a mentés befejeztével pedig a károsult építményrészek kategorizálhatók a beavatkozás fontossági sorrendje szerint.” [113, p. 115]*

A fenti alapján tehát a BIM alapú tervezési metodika megfelelő alapot képezhet a komplex tűzvédelmi mérnöki tervezés végrehajtásához, ezért kísérleti modellként BIM alapú épületet hoztam létre a további vizsgálatok elvégzése céljából.

## **2.5. Kísérleti épület modell**

A kísérleti épületmodell megalkotásához BIM modellező szoftvert alkalmaztam, a Graphisoft cég Archicad elnevezésű CAD programját. A tűzvédelem tervezés újszerű módszerének elemzéséhez egy egyszerű kialakítású, de tűzvédelmi szempontból összetett tartalmú épület virtuális létrehozását választottam. A kísérleti épület egy bölcsőde rendeltetésű épület. A választott funkció miatt szigorú, közepes mértékadó kockázati osztályba kell sorolni az épületet, amelyet kis alapterületű tűzszakaszokból szükséges felépíteni, elsősorban a menekülésükben korlátozott kisgyermek tartózkodása miatt. A korlátozott menekülőképesség (előkészítés nélkül menthető) miatt az építészeti tűzvédelem egy speciális, elsősorban térbeli elrendezéstől függő paraméterét is átfogó módon elemezni lehet az épületben. [48]

Az épület tűzvédelmi koncepciója: Az épület korszerű tűzvédelmi kialakítását az építészeti térbeli elrendezéssel alapvetően passzív módon, építészeti eszközökkel biztosítjuk. Az épületet egy kockázati egységként alakítjuk ki, amely összesen három tűzszakaszból fog felépülni, amelyekből a menekülési útvonal létesítése nélkül közvetlenül a szabadtérbe biztonságosan elhagyható az adott épületrész. Az önálló tűzszakaszok tűzgátló módon kerülnek elválasztásra egymástól, a tűzterjedés elleni hatékony védelem kialakítása érdekében. Az épület védelmére automatikus beépített tűzjelző rendszer kiépítése követelmény, és tervezett.



17. ábra *Kísérleti 3D BIM modell* (készítette: szerző)

Az építészeti kialakításból adódóan a tűzoltói beavatkozást a teljes épület tekintetében alternatív beavatkozási pontokon keresztül biztosítjuk, több behatolási pozícióval a magas szintű tűzoltói beavatkozás megvalósítása érdekében. Tűzoltási felvonulási utat, területet nem szükséges biztosítani az épület térbeli kialakításából (elsősorban magasságából) adódóan, de a felvonulási út a csatlakozó utcákon keresztül az adott utcai homlokzati felület tekintetében szilárd útburkolaton biztosításra kerül. A legközelebbi, a Pest Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, Érd Katasztrófavédelmi Kirendeltség, Szigetszentmiklósi Hivatásos Tűzoltó-parancsnokság 9,00 km-re található a tárgyi ingatlantól, a riasztást követő kb. 12-15. percben kezdődhet meg a tűzoltói beavatkozás az épületben. A szükséges oltóvizet közterületi, földfeletti tűzcsapokról biztosítjuk, az épületben fali tűzcsapok elhelyezése követelmény. Hő- és füstelvezetés kiépítése a vonatkozó jogszabályi előírások alapján nem követelmény. Beépített automatikus tűzoltó berendezés (pl.: sprinkler rendszer) létesítése a vonatkozó jogszabályi előírások alapján nem követelmény. Az épület rendeltetése és mérete miatt TMMK készítése kötelező. A kísérleti épület tűzvédelmi műszaki leírását az 5. számú melléklet tartalmazza.

### 2.5.1. Módszerek összehasonlítása

Végrehajtottam a kísérleti terv 2D PDF/A alapú és a 3D BIM alapú módszerrel létrehozott módszerének összehasonlítását, amely alapján az alábbi következtetéseket vontam le:

Szempont	2D PDF/A	3D BIM	Előny PDF/BIM	Hátrány PDF/BIM
1. összes ráfordított idő	64 óra	120 óra	gyors módszer	időigényes módosítás
			gyors egységes módosítási opciók	időigényes módszer
2. bonyolultság mértéke	2D vektoros ábrázolás	3D épületinformációs modellezés	egyszerű 2D	kevés információ
			sok kódolt információ	összetett 3D
3. szoftveres eszközigény	széles skálán megjelenő CAD szoftverek	kevés megfelelő minőségű CAD szoftver	könnyen beszerezhető	jellemzően nem kompatibilis szoftverek
			kompatibilis szoftver csomagok	drágán beszerezhetők, termékcsaládon belüli kompatibilitás
4. szakmai munkához nyújtott támogatás	hagyományos 2D tervezési módszer	szemléletes 3D tervezési módszer	ismert, elterjedt, széleskörben alkalmazott módszer	a tűz és kísérőjelenségeinek 3D nyomon követése nagy szakértelmet igényel
			a tűz és kísérőjelenségeinek 3D nyomon követését nagyon jól szemlélteti	kevésbé elterjedt, kevésbé ismert módszer
5. variálhatóság, módosíthatóság mértéke	rajzonként egyesével	modellt egységesen	önállóan stabil rajzi elemek	időigényes, tételes módosítási lehetőség
			egyszerű, a teljes modellre kiterjedő módosítási opció	modell egységes mivolta széteshet
6. további mérnöki eljárásokhoz való felhasználhatóság	hagyományos terolvasás és az információk manuális további alkalmazása	egyszerű és egységes alkalmazhatóság	hagyományos mérnöki munkában jól alkalmazható	összetett tervek esetében nagy szakmai tapasztalatot és hozzáértést igényel
			összetett tervek esetében is egységesen és könnyen adaptálható	kompatibilis szoftver igény

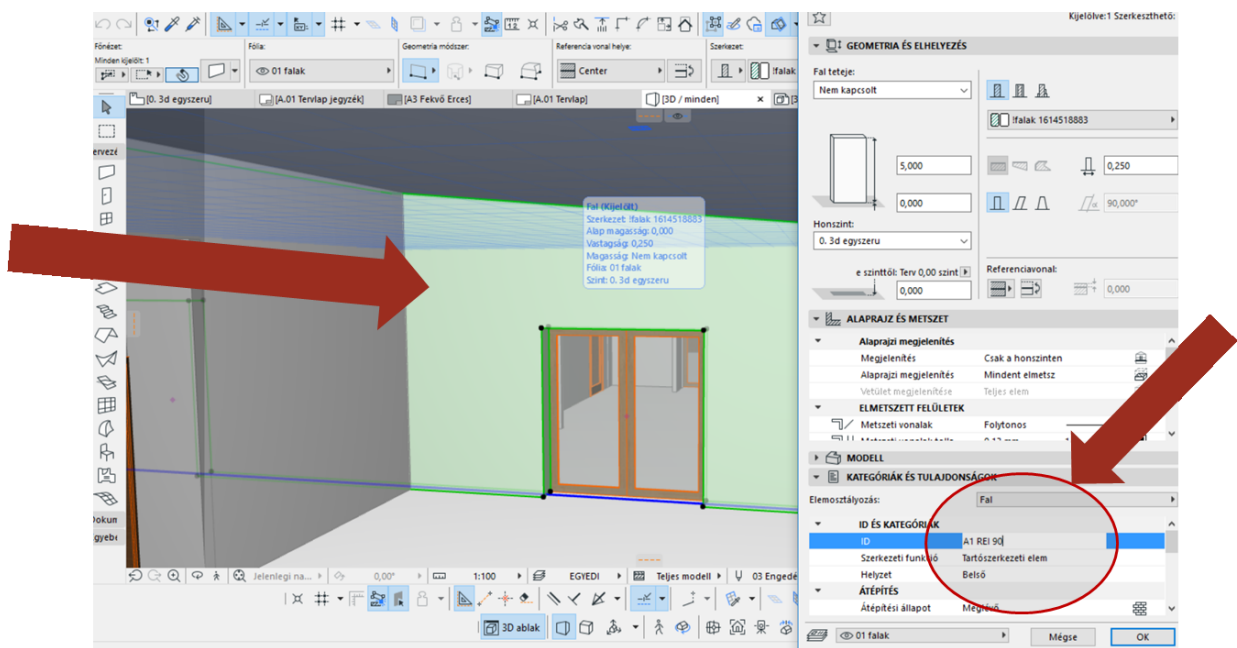
Szempont	2D PDF/A	3D BIM	Előny PDF/BIM	Hátrány PDF/BIM
7. tűzvédelem heterogén szereplői között betöltött szerep	egységes felhasználás	egységes felhasználás	közérthető, ismert forma	információk torzulása térben és időben
			egységes, nyomon követhető információk	nagy szakértelem, kompatibilis szoftver alkalmazás
8. tűzvédelmi életciklusban betöltött szerep	hagyományos papír alapú tűzvédelmi dokumentáció	korszerű, elektronikus dokumentáció	adott időállapotot hűen rögzít	nehézkésen módosítható adatok
			könnyen, dinamikusán módosítható adatok	megfelelő szakértelem, szoftver igényes
9. dinamikus használat során betöltött szerep	statikus adatállomány	dinamikus adatállomány	adott időállapot jól visszakövethető	csak statikus időállapotok kezelése
			dinamikus időállapot kezelése	nagy szakértelem, szoftver igényes
10. komplex tűzvédelemben betöltött szerep	statikus információk: TMMT	dinamikus, virtuális adatállomány	egyszerűen kezelhető	elavult állapot konzerválása
			virtuálisan az aktuális állapot valós idejű nyomon követése	szoftver igényes

8. táblázat *Hagyományos és BIM alapú CAD tűzvédelmi tervezés összehasonlítása* (készítette: szerző)

A fenti táblázatban összefoglaltak alapján megállapítható, hogy:

1. A 3D BIM alapú tervezési metodika közel kétszeres időráfordítást igényel a bemeneti paraméterek tekintetében, mint a hagyományos 2D alapú módszer, viszont a kimeneti adatok figyelembevételével, és azok kezelésével kapcsolatban gyors és egzakt lehetőségeket nyújt.
2. Az épületinformációs modellezés a hagyományos vektorgrafikus módszerhez képest összetettebb, komplikáltabb eljárást igényel a terv készítése során, azonban nagymértékű információs adatbázisként szolgál hosszútávon.
3. Egyelőre kevés és gyakorlatilag csak a legnagyobb CAD szoftvergyártó cégek készítenek BIM-et kezelő szoftvercsomagokat, amely terület ellenben dinamikusán fejlődik. Nemzetközi BIM szabvány hiányában a szoftverek átjárhatósága, kompatibilitása jellemzően csak a saját szoftvercsaládon belül megoldott, tehát elméletben jól működő, de a gyakorlatban a piacon elérhető különböző szoftverek miatt egyelőre nehézkes feladat.

4. A 3D BIM számítógéppel segített tervezési módszer tűzvédelmi mérnöki tevékenység során a tűz 3D jellemzői miatt a hagyományos 2D alapú tervezési metodikához képest átláthatóbb, szemléletesebb megoldásokat nyújt.
5. A variálhatóság, módosíthatóság terén a BIM alapú modellek egyszerűen és komplex módon kezelhetők, bármely elem módosításával a teljes virtuális modell valamennyi szegmense kezelhető, nem igényli a különböző nézetek, metszetek, stb. egyenkénti módosítását, tehát hatékonyabb módszer.
6. A CAD alapú kezdeti tervezés további mérnöki módszerekhez, pl.: számítógépes szimulációkhoz történő integrálása BIM modellek esetében átfogó megoldást jelent az egységes virtuális mérnöki munka során, de a piacon elérhető különböző szoftverek kompatibilitásának hiánya miatt egyelőre nehézkes feladat. A módszer, azaz a BIM modell adaptálására van lehetőség, amely gyorsabban és komplex módon kezeli a modell információit a napjainkban használt hagyományos módszerekhez képest.
7. Mind a hagyományos, mind a BIM alapú módszer eredményeit egységesen képesek felhasználni a tűzvédelem heterogén szereplői. A különbség a felhasználás terében és időbeli síkjaiban azonosítható. A virtuális térben a BIM modell dinamikus kezelése előnyt jelent a statikus vektorgrafikus tervállományhoz képest, mivel a virtuális térben, valós időben egyszerre képesek megjeleníteni a tűzvédelem különböző szereplői, akik mérnöki eredményeiket egységes modell formában képezhetik le, nem pedig külön-külön létrehozott PDF/A alapú formában.
8. A tűzvédelmi életciklusban a BIM modell dinamikusan és folyamatosan kezelhető, így minden időpillanatban, azaz valós időben hordozza az adott adatállomány információit, amelyek folyamatosan monitorizálhatók.
9. A 8. pontból adódóan a dinamikus használat folyamatosan lekövethető, folyamatosan ellenőrizhető, akár a tűzvédelem civil-, akár hivatásos szereplőinek szempontjából. A statikus adatállománnyal szemben gyorsan naprakész adatbázis áll rendelkezésre.
10. A komplexitás figyelembe vételével a tüzmegelőzés, tűzvizsgálat adott eljárásaiban, vagy a tűzoltói beavatkozás esetén valós, naprakész információk kérhetők le az adott információ állományból, amelyek hatékonyabbá teszik az adott eljárást, vagy beavatkozás végrehajtását.



18. ábra *Épületinformáció kódolása* (készítette: szerző)

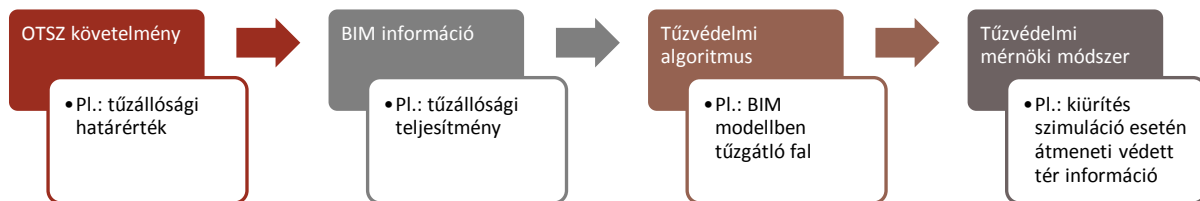
Összegezve tehát az OTSZ által támasztott követelmények BIM információként kódolhatók a 3D modellben, amelyből tűzvédelmi algoritmusok képezhetők, amelyek tovább örökíthetők, ellenőrizhetők a további tűzvédelmi mérnöki folyamatokban és a dinamikus használat során. [49]



19. ábra *3D BIM metszet* (készítette: szerző)

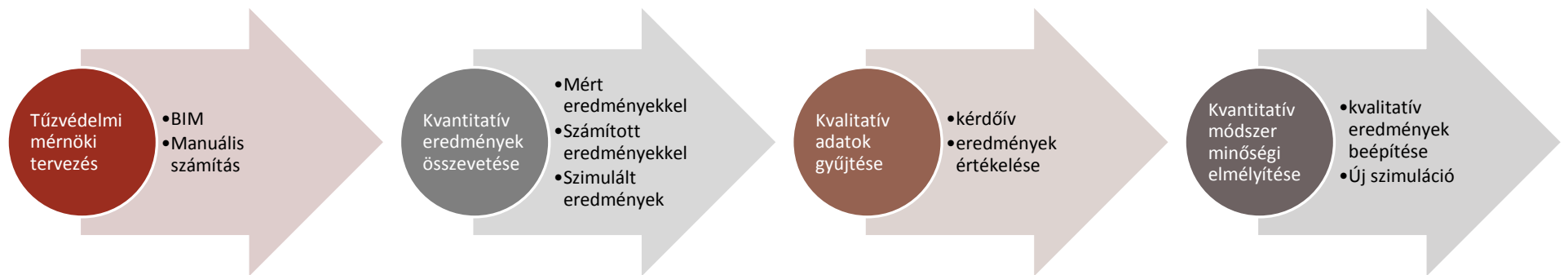


## 2.5.2. Az innovatív tűzvédelmi mérnöki módszer BIM alapja



20. ábra *Innovatív mérnöki módszer kezdeti folyamata* (készítette: szerző)

Az innovatív mérnöki módszer kialakításának vizsgálata során a virtuális alapú kísérlet további szegmenseit elemeztem a komplexitás és a hosszútávon fenntartható megvalósítás céljából. A létrehozott virtuális BIM modell felhasználásával vizsgáltam a kiürítés meghatározó paramétereit a kísérletben szereplő menekülésükben korlátozott (előkészítés nélkül menthető kisgyermek) személyekkel összefüggésben. A kísérlet során a napjainkban hagyományosnak tekinthető mérnöki módszer, számítógéppel segített kiürítés szimuláció helyett az előzőekben elkészített és elemzett BIM modellben történő sztochasztikus módszeren alapuló, klasszikus Monte Carlo szimuláció elvén működő számítógépes szimulációt hajtottam végre a Thunderhead Engineering cég Pathfinder nevű szoftverével. [57] A számítógéppel segített módszert összevettem a kísérlet részeként végrehajtott valós, azonos rendeltetésű, hasonló térbeli kialakítású bölcsőde épület kiürítés gyakorlatán mért eredményekkel, továbbá az 5. számú mellékletben szereplő tűzvédelmi tervfejezet kiürítés ellenőrzése során számított eredményekkel. Ezt követően, a kísérlet zárásaként, nem reprezentatív kérdőíven keresztül gyűjtött, a használat egy kritikus szegmensét meghatározó tényező, a szülők viselkedési mechanizmusával kapcsolatos adatok alapján elemeztem egy feltételezett tüzeset során a szülők viselkedési paramétereivel kódolt valós folyamat lezajlását egy újabb szimuláció elvégzésével. [54] A viselkedési formákra vonatkozó adatokat bölcsődés, óvodás gyermekek szüleinek kérdőívben történő megkérdezésével és az adatok elemzésével hajtottam végre. Az elemzés során kiértékelt információk alapján kódoltam az evakuálási szimulációban a szülők viselkedését, amely befolyásolta a kiürítés folyamatát, és meghatározta annak valósághoz legközelebb álló eredményét. [57]



21. ábra *Kísérlet sorozat* (készítette: szerző)

## 2.6. Összetett kísérlet sorozat az innovatív mérnöki módszerrel kapcsolatban

A kísérlet célja megvizsgálni, hogy összetett innovatív mérnöki módszer alkalmazásával a napjainkban alkalmazott mérnöki módszerekhez képest hogyan érhetünk el valóságot jobban leképző, használatorientált megoldásokat.

Az összetett kísérletsorozat alapján az alábbi összefüggésekre és következtetésekre jutottam:

### 2.6.1. Első fázis

A kísérlet első fázisában egy valós kiürítés gyakorlatot mértem le a taksonyi bölcsődében. A bölcsőde két gyermekszobás, amelyből az egyik szoba elemzését végeztem el. A két csoportszoba kb. azonos eredményt mutatott a gyakorlaton tapasztaltak alapján. A csoportszobában összesen  $N = 13$  fő tartózkodott, 11 gyermek és 2 felnőtt nevelő. A régi építésű bölcsőde épület beépített automatikus tűzjelző rendszerrel nincs felszerelve, ezért a riasztást bemondás alapján hajtotta végre a tűzvédelmi megbízott. A gyakorlat tényéről a gyakorlat alá vont személyek nem értesültek. Térbeli elrendezés szempontjából a gyermekszobákból egy előtérrel át lehet a biztonságos szabadterbe, udvarra menekülni. A tűzriadó elhangzását követően tapasztalható volt, hogy a bölcsődei dolgozók értelmezik az elhangzottakat, rövid tanakodást követően, nyugodtan, de sietve végrehajtják a kiürítési protokollt. A saját lábom menekülni nem képes kisgyermekeket megfogták, a nagyobb, saját lábom menekülni képes gyermekeket kiterelték a helyiségből a biztonságos szabadterbe. Az első bölcsődei dolgozó előre ment, majd az ajtóból irányítva segítette a kiürítést, a második bölcsődei dolgozó pedig leghátulról terelgette ki a helyiségből a gyermekeket, végül utolsóként hagyta el a helyiséget. A kiürítést a riasztás elhangzásától számított 47. másodpercben fejezték be, azaz összesen 47 másodperc alatt hajtották végre.

### 2.6.2. Második fázis

A kísérlet második elemeként a fenti kiürítést a hatályos OTSZ követelményei szerint, a vonatkozó TvMI alapján geometriai módszerrel és kiürítés számítással is ellenőriztem.

A geometriai módszer alapján a távolság függvényében  $s = 18,60$  m-t kellett megtenni egyenes útvonalon, amely távolság kisebb, mint az OTSZ által min. előírt 45,00 m, tehát megfelelő. A legszűkebb keresztmetszet figyelembevételével a rendelkezésre álló szabad átbocsátást biztosító keresztmetszet egy-egy  $l = 1,00$  m széles ajtó volt, amely szélesség nagyobb, mint az OTSZ által min. előírt 0,90 m, tehát megfelelő. A fentiek alapján geometriai

módszerrel igazolható a kiürítés megfelelősége a bölcsőde rendeltetéshez a hatályos OTSZ KK (közepes kockázati osztályú) kockázati egységére vonatkoztatva.

A kiürítés számítással történő ellenőrzése során igazolható volt, hogy az épület első ütemben, menekülési útvonal nélkül kiüríthető.

A legnagyobb távolság alapján:

$$t_{1a} = \sum_{i=1}^n \frac{S_{1i}}{v_i}$$

1. képlet *Kiürítés a rendelkezésre álló leghosszabb útvonal alapján (TvMI szerint)*

$$t_{1a} = 18,60/40 = 0,465 \text{ perc} = 27,60 \text{ másodperc}$$

A legszűkebb keresztmetszet figyelembevételével:

$$t_{1b} = \frac{N_1}{k * \sum_{i=1}^n l_{1sz_i}}$$

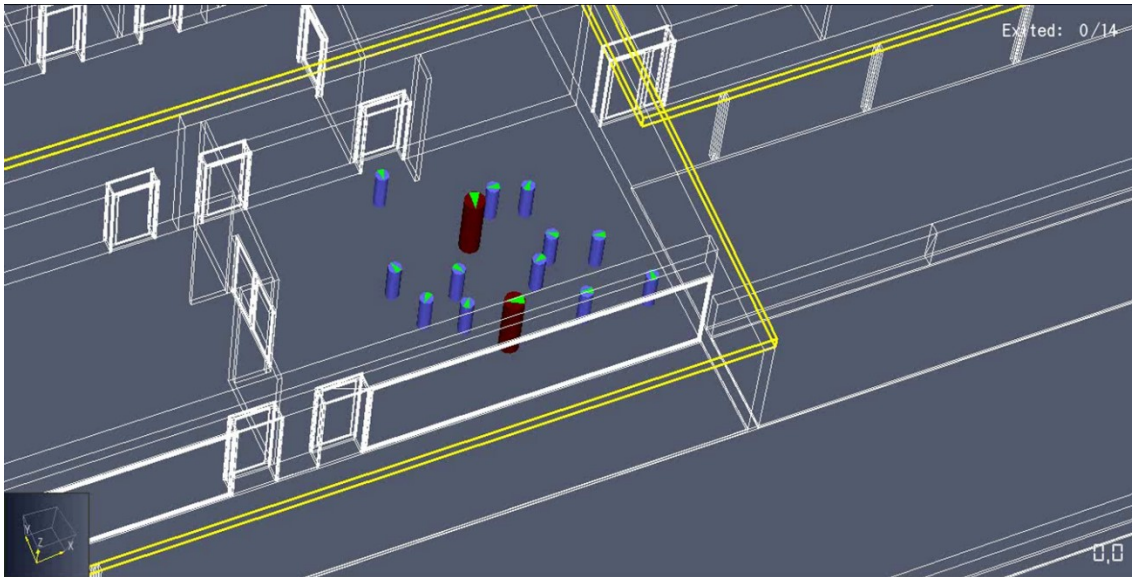
2. képlet *Kiürítés a rendelkezésre álló legszűkebb keresztmetszet alapján (TvMI szerint)*

$$t_{1b} = 13/41,7 * 1,00 = 0,465 \text{ perc} = 18,66 \text{ másodperc}$$

A két számítás alapján a mértékadó kiürítési idő:  **$t_{1a} = 27,60$  másodperc**

### 2.6.3. Harmadik fázis

A kísérlet harmadik fázisában ugyanezre a kiürítésre, a fenti valós adatok (létszámok, felnőttek, gyermekek aránya, geometria, stb.) alapján számítógépes szoftverrel szimuláltam a BIM modell felhasználásával a gyermekszobát.



22. ábra *Kiürítés szimuláció normál bölcsődei használatra* (készítette: szerző)

A szimuláció eredményeként megállapítható volt, hogy a szoba 20,00 másodperc alatt kiüríthető volt.

Hatályos, vonatkozó OTSZ követelmény	Mért eredmény	TvMI szerint számított eredmény	Szimuláció által kapott eredmény
90,00 másodperc első szakaszban (KK kockázati egység)	<b>47,18 másodperc</b> mértékadó	27,60 másodperc	20,00 másodperc
	<b>átlag: 31,59 másodperc</b>		

9. táblázat A kiürítés különböző módon mért eredményeinek összevetése (készítette: szerző)

A fenti táblázatban összefoglalt eredmények alapján megállapítható, hogy egy nagyon egyszerű térbeli kialakítású, első ütemben a biztonságos szabadterbe történő, kis létszámú kiürítés során a különböző módon mért eredmények számtani átlagát a TvMI szerinti módszer közelíti meg a legjobban. Ez alapján arra a következtetésre juthatunk, hogy a TvMI módszere a legáltalánosabb, ezért megfelelő a kiürítés ellenőrzésére általános esetekben. A valós kiürítés gyakorlat során mért és a szimulációval előállított eredmény közti különbség a riasztás elhangzását követő időintervallum: 27 másodperc. A valós kiürítés gyakorlat során megfigyelhető volt a helyszínen, hogy a riasztást követően a bölcsődei dolgozók figyelme ráirányult a jelzésre, amely információt a felnőtt nevelők 24,30 másodperc alatt dolgoztak fel, beszélték meg a végrehajtandó protokollt, majd ezt követően 22,88 másodperc alatt kiürítették a helyiséget. A szimuláció eredménye a feldolgozott riasztástól méri a kiürítés végrehajtását, azaz összevetve a valós 22,88 másodpercet a szimuláció 20,00 másodperces eredményével, megállapítható a közel azonos eredmény. A számítógépes szimuláció felépítésénél van mód a BIM modellbe elhelyezett, mesterséges intelligenciával rendelkező személyek kiürítésének készletelésére, ahol figyelembe szükséges venni a valós tapasztalatok alapján leszűrt eredményeket.

Összegezve a fentiek alapján megállapítható, hogy a három különböző módon lemerített eredmény validálható, amely eredmények felhasználásával adatbázisok hozhatók létre adott kiürítési metodikára.

#### **2.6.4. Kiürítés gyakorlat**

A kísérlet következő elemeként validált, verifikált valós kiürítéseken alapuló eredmények felhasználásával tettem kísérletet a további elemzések végrehajtására. Ehhez a menekülésükben korlátozott személyek (idősek otthona, óvoda, általános iskola) kiürítés gyakorlatait vizsgáltam. A kiürítés gyakorlatok megtekintése során azt tapasztaltam, hogy a gyakorlatban részt vevők tudatában voltak a gyakorlat tényének, előre fel voltak készülve a végrehajtásra, ezért nagyon jó szintidőn belül teljesítették az adott épület evakuálását. A mért eredmények mindegyike függetlenül attól, hogy 5-6 éves gyermekek, vagy kerekesszékekben helyet foglaló 70-80 éves idős személyek voltak a gyakorlat alanyai, 1,00 percen belül végrehajtották a kiürítést. Mivel a gyakorlatok végrehajtását felkészülve várták, a kapott eredmények nem tükrözik a valóságot.

Egy valós eset során a pánik okozta szituáció befolyással bírna a kiürítés lefolytatására, amely időben kedvezőtlen tényezőként jelenik meg egy-egy evakuálás során. [115] A fentiek szerint, a valós gyakorlatok során végzett kísérletek mért eredményei nem vezettek eredményre, nem adtak valós értékeket, tehát megállapítható volt, hogy a kiürítés gyakorlatok méréséből általában nem szűrhető le valós adat.

#### **2.6.5. Felvetés**

A használatorientált tervezési módszer vizsgálata során a létrehozott kísérleti BIM modellben egy kiürítés szempontjából kritikus szélsőértéket szükséges elemezni a megfelelő, hosszútávon fenntartható tűzbiztonság egyik paramétereként. Ez a szélsőérték egy gyermekszobában megtartott szülőknek előadott előadás közben keletkező tüzeset során az evakuáció vizsgálata. [54]

A feltételezésem szerint egy bölcsődei, vagy kiürítés szempontjából ekvivalens óvodai rendezvényen, karácsonyi műsort tartanak a csoportban a szülők részvételével a gyermekek és nevelőik. A rendezvény során tűz keletkezik az épületben, amelyet érzékel a beépített automatikus tűzjelző rendszer, amely riasztást ad hangjelzés formájában.

A fenti vizsgálati módszer alapján szükséges lenne a valós gyakorlati kiürítés mérése, hogy egzakt módon validált eredményt kapjunk. Azonban egy, a fentiek szerint történő valós kiürítés gyakorlat lebonyolítása veszélyes, és emiatt kivitelezhetetlen. Amennyiben beavatott személyekkel hajtjuk végre a tesztet, úgy kiürítés gyakorlatokon tapasztalt, valóságtól jelentősen eltérő, kedvező eredményeket kapunk. [53]

A fentiek alapján megállapítható, hogy a valósághoz képest jelentősen kedvezőbb, nem a valóságot tükröző, valamint a valóságban végrehajthatatlan kiürítés gyakorlatok miatt kialakulnak olyan tűzvédelmi helyzetek, amelyeket valós tesztekkel nem lehet egzakt módon, érdemben mérni. Tehát az adott szituáció tervezhetősége és a megfelelő tűzbiztonság prognosztizálása miatt szükséges sztochasztikus matematikai modelleken alapuló szimulációk elvégzése és értékelése. A cél a valóság minél életszerűbb leképzése, az eredmények alapján a következtetések levonása és beépítése a tűzvédelmi tervbe.

### 2.6.6. Negyedik fázis

A valóság térbeli leképzése 3D BIM modellel valósítható meg, tehát a modellben történő szimuláció elvégzése szolgálhat a legvalósabb eredményekkel. Ennek érdekében elvégeztem a kísérletem 4. fázisát, amely során a fent leírt szituációnak megfelelően, a tüzeset során a TvMI szerint kiszámítottam, és a BIM modellben szimuláltam a kiürítést, majd összevettem az eredményeket.

A hatályos OTSZ követelményei és a vonatkozó TvMI szerinti kiürítés számítás alapján:

A legnagyobb kiürítésre figyelembe vett távolság alapján:

$$t_{1a} = \sum_{i=1}^n \frac{S_{1i}}{v_i}$$

3. képlet *Kiürítés a rendelkezésre álló leghosszabb útvonal alapján (TvMI szerint)*

$$t_{1a} = 18,60/40 = 0,465 \text{ perc} = 27,60 \text{ másodperc}$$

A legszűkebb keresztmetszet figyelembevételével:

$$t_{1b} = \frac{N_1}{k * \sum_{i=1}^n l_{1szi}}$$

4. képlet *Kiürítés a rendelkezésre álló legszűkebb keresztmetszet alapján (TvMI szerint)*

$$t_{1b} = 36/41,7 * 1,00 = 0,465 \text{ perc} = 51,60 \text{ másodperc}$$

A két számítás alapján a mértékadó kiürítési idő:  **$t_{1b} = 51,60$  másodperc**

A fenti módszer során a helyiségben tartózkodó személyek (szimulációval megegyező módon): gyermekek (12 fő), nevelők (2 fő) és szülők (22 fő – 1 fő/m<sup>2</sup> – ~ 20,00 m<sup>2</sup> rendelkezésre álló alapterület a gyermekszobában történő elhelyezkedésük alapján) adott szituációban történő viselkedése nincs figyelembe véve. Ismert, hogy veszélyhelyzetben pánik kialakulása várható, amely hátráltatja az evakuálás végrehajtását. [115] Az a felvetés merül fel, hogy pusztán kvantitatív módszerrel nem azonosítható valósághűen a kiürítés lefolyása. A felvetés szerint a kiürítés, mint tűzvédelmi paraméter a legvalósághűbben az evakuálásban résztvevő csoport menekülőképességétől és viselkedésétől, valamint az adott építészeti tér



térbeli kialakításától függ elsősorban, és csak másodsorban határozza meg az építmény kockázati egységének kockázati osztálya. [116]

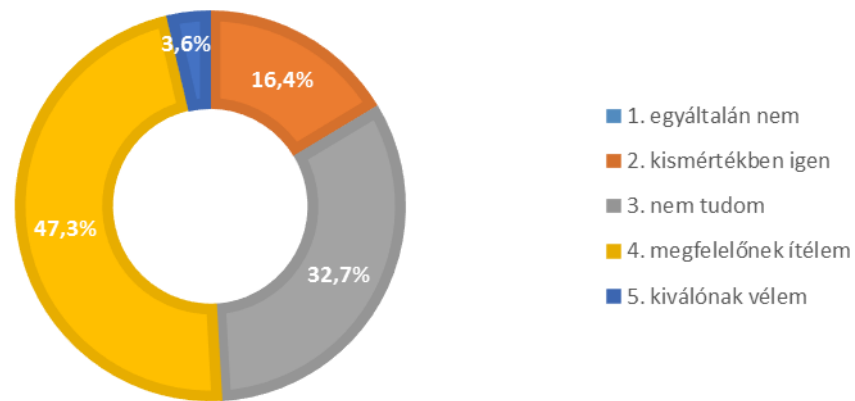
A fenti felvetés igazolása céljából számításba kell venni a várható viselkedési formákból adódó nehezítő tényezőket, amelyek a számított, kvantitatív módszeren felül, kvalitatív módon befolyásolják a kiürítés lezajlását. Ennek érdekében a kisgyermekes (bölcsődés, óvodás gyermekek) szülők célcsoportját alapul véve kérdőíven keresztül adatot gyűjtöttem a szülők feltételezett szituációban történő várható viselkedésével kapcsolatban. Az elemzéshez a 7. melléklet szerinti anonim kérdőívet készítettem, és elektronikus formában juttattam el a célcsoport tagjainak. A kérdőív célja, hogy információt gyűjtssek a kiürítés során várható viselkedési formákról, az alapján, amit a szülők gondolnak önmagukról, miszerint adott szituációban hogyan viselkednének. Mivel egy hasonló szituáció érdemben nem hajtható végre a gyakorlatban, ezért nem is elemezhető gyakorlati kísérlet alapján a valós viselkedés, ezért kérdőív formájában gyűjthető adat a célcsoport gondolat-kísérletbe történő bevonásával. A viselkedés vizsgálata során alapvetően pszichológiai kérdésekre keressük a választ, amelyek nem additív mennyiségek (mint pl.: a tömeg vagy az idő, stb.), ezért speciálisan attitűd mérésre szolgáló módszert kell alkalmaznunk. Ennek egyik legelterjedtebb és legmegfelelőbb módszere a kérdőíves kutatásban az öt fokozatú Likert-skála alapú kérdőív, amely során két szélsőséges érték között (1: abszolút tagadás, 5: abszolút bizonyosság) értékelhetjük a válaszok minőségét. [117]

### **2.6.7. Kérdőíves kvalitatív módszer**

A kutatásomban a kiszámított és szimulációval elért mennyiségi mutatóval rendelkező eredményeket kívánom cizellálni minőségi eredményekkel, annak érdekében, hogy a kvantitatív módszerek eredményeit kvalitatív módszerrel mélyítsem, és ezáltal az eredmények minőségét és az azokból levont következtetések pontosságát növeljem.

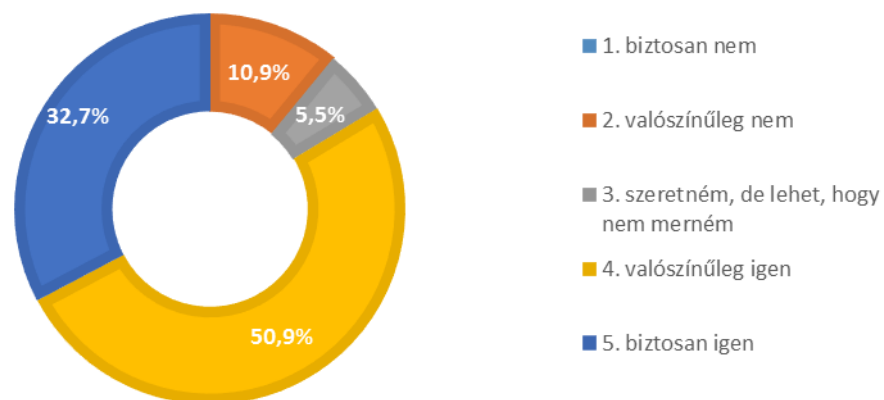
A kérdőívet 55 személy, szülő töltötte ki fele-fele arányban nők és férfiak. A kérdőív kitér arra, hogy mit gondolnak a szülők a bölcsőde, vagy óvoda épület tűzbiztonságáról, ahol a gyerekük a napja jelentős részét tölti, valamint mit gondolnak a bölcsődei, óvodai dolgozók tűzvédelmi szempontú képzettségéről, azaz arról, hogy mennyire ismerik a dolgozók egy tűz esetén végrehajtandó protokollokat. A kérdőívben vizsgált másik terület egy gondolat kísérlet, amely során egy elképzelt tüzeset alkalmával, ahol a szülők a gyermekeik előadását tekintik meg egy bölcsőde, vagy óvoda épületben, elemzem a szülők várható viselkedési formáit.

A kérdőívre adott válaszok alapján megállapítható volt, hogy a válaszadók 47,3% megfelelőnek ítéli meg az adott intézmény épületének tűzbiztonságát, míg összesen 49,1% nem tudta megítélni, vagy csak kismértékben tartotta megfelelőnek az építményt tűzvédelmi szempontból. Ennek az eredménynek a jelentősége abban nyilvánul meg, hogy ez alapján összefüggés kereshető a szülők vélt, vagy valós épület tűzbiztonsági szintjéről kialakított elképzelése és az abban az épületben tűz esetén tanúsított viselkedési formája között. Erre az összefüggés keresésére a későbbiekben visszatérek.



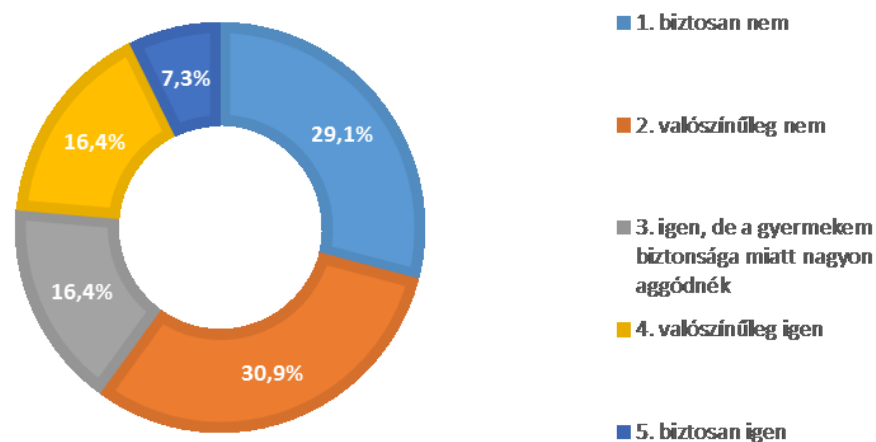
1. diagram *A szülők épület biztonságos kiürítésével kapcsolatos véleménye* (készítette: szerző)

A kérdőív alapján levonható másik fontos adat, hogy a válaszadó szülők összesen 83,6%-a biztosan, vagy valószínűleg megpróbálná önkezűleg menteni gyermekét egy bölcsődei, óvodai épületben adott rendezvény alatt keletkezett tüzeset során.



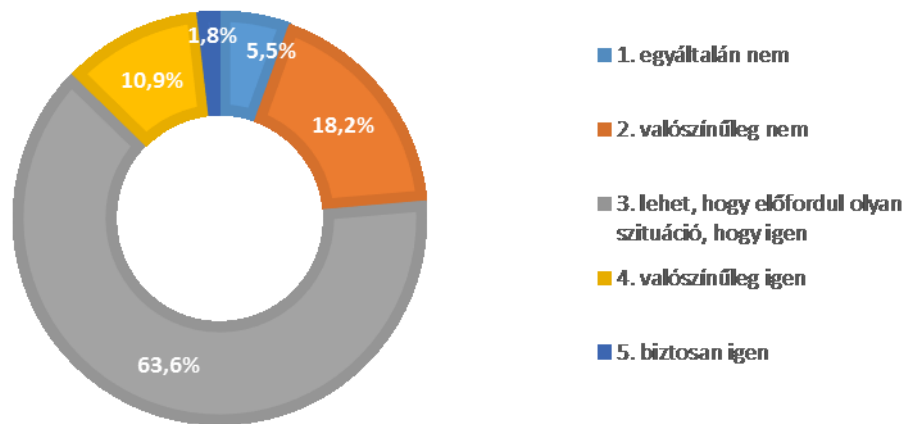
2. diagram *A szülők önkezű mentéssel kapcsolatos elképzelése* (készítette: szerző)

A szülők 60%-a biztosan, vagy valószínűleg nem menekülne a kiürítést elősegítően másik útvonalon az adott épületből, mint amerre a gyermekét mentik a nevelők, illetve hagyná el a helyiséget addig, amíg a gyermekét nem látja biztonságban. A fenti eredmények alapján levonhatjuk azt a következtetést, hogy a szülők gyakorlatilag nem menekülnek el az adott helyiségből, ameddig a gyermekeiket nem tudják biztonságban, a biztonságosnak vélt helyzet kialakítása érdekében 10-ből 8 szülő önkéntesen próbálna beavatkozni gyermeke mentésébe. Ez alapján megállapítható, hogy a kiürítés időtartama megnövekszik a szülők önmaguk mentésének passzív megvalósítása miatt, továbbá a gyermekek mentésében aktív részvétel következtében, amely tülekedéshez vezethet.



3. diagram *A szülők gyermekeikkel ellentétes irányú meneküléssel kapcsolatos elképzelése* (készítette: szerző)

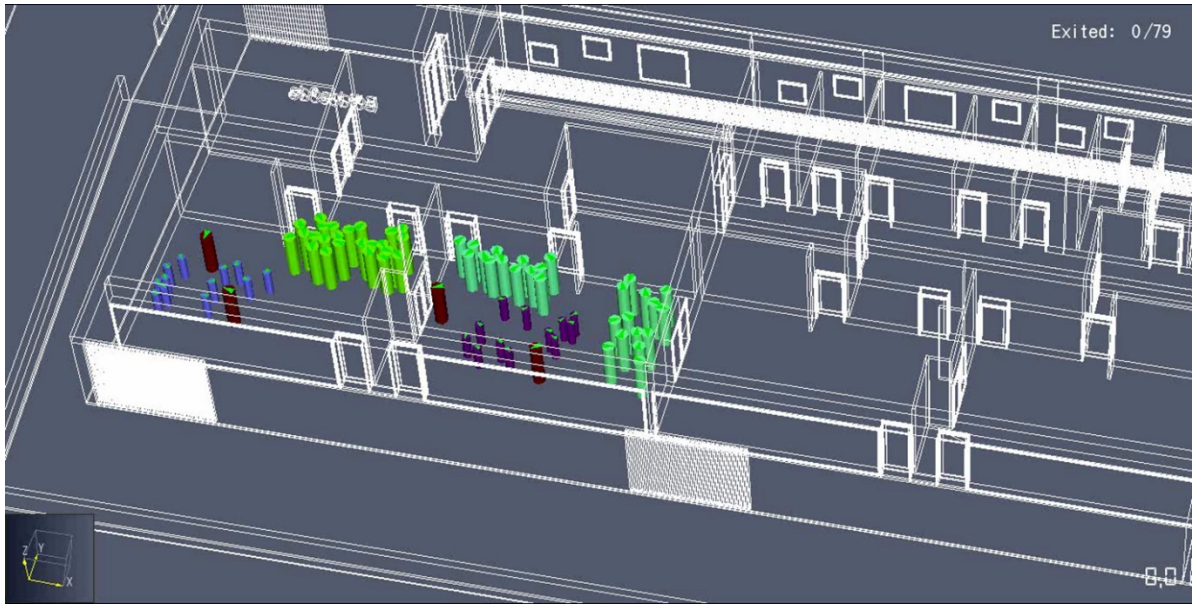
Leszűrhető volt továbbá, hogy a válaszadók összesen 76,3%-a, kicsivel több, mint  $\frac{3}{4}$ -e elképzelhetőnek tartja, hogy akár agresszív módon lépjen fel szülőtársával szemben saját gyermeke menekítése céljából. Ebből az eredményből arra következtethetünk, hogy a kiürítés során várható intenzív ütközések miatt lassulni fog a kiürítés üteme.



4. diagram *A szülők szülő társukkal szemben elképzelt agresszív viselkedésének jellemzése* (készítette: szerző)

### 2.6.8. Ötödik fázis

Összegezve, a fentiek alapján megállapítható, hogy a használatorientált tervezésnél a szülővel megnövelt, kiürítésre figyelembe vett létszám viselkedése befolyásolja az evakuálás lezajlását, amelyet kiürítés szimuláció során kódolhatunk a szereplők tulajdonságaiban, viselkedésében, ezáltal valóság-hű kiürítés szimulálható számítógépes algoritmusok segítségével. Ez alapján elvégeztem a kísérletem 5. fázisát, amely során a fent megállapítottak figyelembevételével állítottam be a kiürítésben szereplő személyek viselkedését, majd folytattam le a szimulációs kísérletet. A szimulációt a BIM alapú 3D modellben futtattam le, amelyben szemléletesen hajtható végre a térelemzés egy evakuáció során. Az épületinformációk és a 3D megjelenítés pontosabb és valóságosabb eredményekkel szolgál, mint a hagyományos sík alapokat létrehozó evakuáció szimulálás. [118]



23. ábra *Kiürítés szimuláció speciális használatra* (készítette: szerző)

A fentiek szerint elvégzett szimuláció eredményeként a bölcsőde épület gyermekszobája 62,50 másodperc alatt volt kiüríthető. Összevetve a manuális számítás eredményeivel:

Hatályos, vonatkozó OTSZ követelmény	TvMI szerint számított eredmény	Szimuláció által kapott eredmény
90,00 másodperc első szakaszban (KK kockázati egység)	51,60 másodperc	62,50 másodperc

10. táblázat *Számított és szimulált eredmények összevetése* (készítette: szerző)

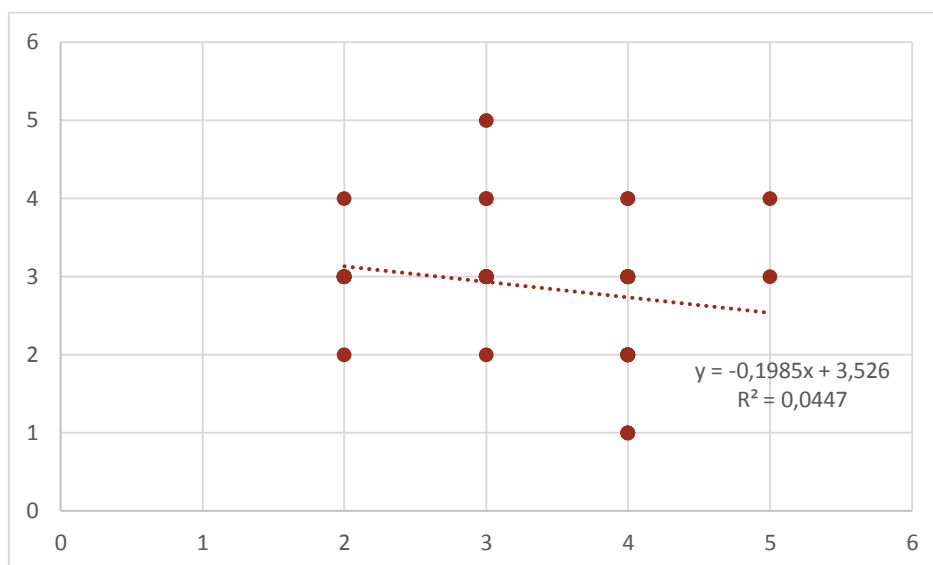
Megállapítható, hogy míg a mindennapi rendeltetés szerinti kiürítés vizsgálatánál a szimulációs eredmény a legkedvezőbb végeredményt szolgáltatta, addig a használat szempontjából szélsőértéket felvevő, szülői létszámmal kiegészített rendezvény alkalmával, az evakuálandó helyiségben elhelyezkedő személyek feltételezett, vagy ismert viselkedésének ismeretében a szimuláció pontosabb eredményt képes nyújtani, megfelelő mérnöki elemzéssel.

Megállapítható, hogy számítással és szimulációval egyaránt igazolható az épület OTSZ által támasztott kiürítésre vonatkozó követelménye. Azonban a fent alkalmazott módszerrel a kiürítés ellenőrzésén túl valós használatorientált tervezés valósítható meg, amellyel összetett módon elemezhető a térhasználat egy tüzeset során végrehajtandó evakuálás szempontjából.

### 2.6.9. Összefüggés vizsgálat

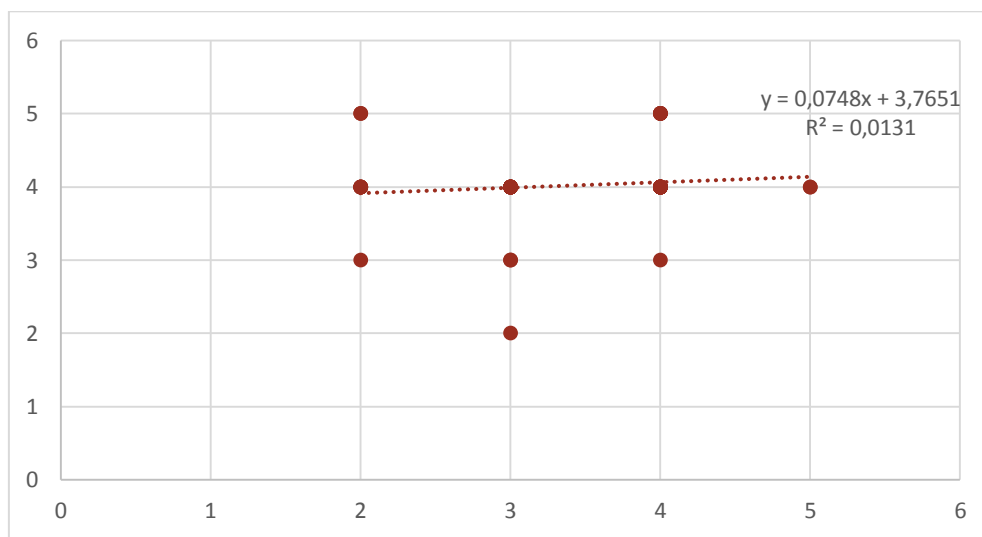
A térelemzés kapcsán, amelyet a 3D BIM eljárás tesz egzakt módon lehetővé, összefüggés kereshető az épület kiürítéssel kapcsolatos teljesítmény tulajdonsága, azaz tűzvédelmi megfelelősége, és az adott zárt térben elhelyezkedő szereplők viselkedése között. Azaz megvizsgálható, hogy az épületben tartózkodó szereplők viselkedése összefügg-e az épületről gondolt, vagy az épület ismert alapvető tűzvédelmi helyzetével. A fenti összefüggés vizsgálathoz a Likert-skálán mért eredményeket vettem össze egymással.

Első esetben a megkérdezett személyek, szülők véleménye alapján az épület tűzvédelmi helyzetéről, valamint az általuk várhatóan tanúsított agresszív viselkedéssel kapcsolatosan gyűjtött adatokat vettem össze és elemeztem korrelációs vizsgálattal. Ennek eredményeként megállapítható volt a korrelációs együttható értéke,  $r = -0,21$ . A negatív előjel mutatja, hogy a két érték fordítottan arányos, azaz minél biztonságosabbnak vélnék a szülők egy bölcsőde, óvoda épületet, annál kevésbé tanúsítanak agresszív viselkedést, de a korrelációs együttható kis értéke alapján nem állapítható meg összefüggés. Tehát egy épületről vélt, vagy valósan ismert tűzvédelmi helyzet, tűzbiztonság nem befolyásolja az adott térben egy esetleges kiürítés során a bent tartózkodók viselkedését az agresszió szempontjából.



5. diagram *Összefüggés vizsgálata az épület tűzbiztonsága és a szereplők agresszív viselkedése között*  
(készítette: szerző)

A második esetben a megkérdezett személyek, szülők véleménye alapján az épület tűzvédelmi helyzetéről, valamint a pánikhelyzetben várható biztonságos kiürítést elősegítő magatartással kapcsolatban gyűjtött adatokat vettem össze, és elemeztem korrelációs vizsgálattal. Ennek eredményeként megállapítható volt a korrelációs együttható értéke,  $r = 0,11$  alapján, a pozitív előjel miatt, hogy a két érték egyenesen arányos mértékű, azaz minél biztonságosabbnak vélnek a szülők egy bölcsőde, óvoda épületet, annál inkább tanúsítanak kiürítést elősegítő viselkedést, de a korrelációs együttható nagyon kis értéke alapján nem állapítható meg összefüggés. Tehát egy épületről vélt, vagy valósan ismert tűzvédelmi helyzet, tűzbiztonság nem befolyásolja az adott térben egy esetleges kiürítés során a bent tartózkodók viselkedését a kiürítés elősegítése szempontjából sem.



6. diagram *Összefüggés vizsgálata az épület tűzbiztonsága és a szereplők kiürítést elősegítő viselkedése között*  
(készítette: szerző)

A fentieket összegezve megállapítható, hogy egy tüzeset során a kiürítés minőségét a szereplők viselkedése szempontjából az épületről alkotott vélt, vagy valós tűzvédelmi helyzet nem befolyásolja. A manuálisan számított és a szimulált értékek alapján viszont levonható az a következtetés, hogy a 3D BIM alapú szimuláció során kapott időben kedvezőtlenebb eredmény az adott tér térbeli kialakításának függvénye. A szimulációba kódolt viselkedési formák alapján elemezhető, hogy a szereplők az adott térben a térbeli kialakításnak megfelelően tömörülnek, oldódnak fel. Ugyan az épület tűzvédelmi helyzete lehetővé tenné a kétirányú kiürítés végrehajtását, a szülők nem választják ezt az opciót, hanem a gyermekeik biztonságos szabadterbe helyezését figyelemmel kísérik, és utánuk mennek a biztonságos szabadterbe.

Azaz ugyanazt az egy szabad térbe vezető kijáratot használja a helyiség teljes létszáma. Ez alapján megállapítható, hogy a kiürítés lefolyását a helyiség térbeli kialakítása, a kísérletünk esetében az adott kijáratú ajtó, mint legszűkebb keresztmetszet befolyásolja elsősorban, azaz a biztonságos kiürítés minősége, értem ezalatt a kiürítés időbeli lefolyását, a bent tartózkodó személyek várakozási idejének figyelembe vételével, a biztonságos szabad térbe vezető ajtó átbecsátóképességétől függ.

Az elvégzett 5 fázisú kísérlet sorozat alapján igazolható, hogy a manuálisan számított, továbbá a napjainkban alkalmazott mérnöki módszerekhez képest az összetett, elsősorban térbeli elemzésen alapuló 3D BIM eljárással végrehajtott vizsgálati, tervezési módszerrel, azaz innovatív mérnöki módszerrel érhetjük el a valóságot leghűbben tükröző eredményeket.

*Az innovatív mérnöki módszer tehát egy összefüggés rendszer, újfajta szemléletmód alapján történő BIM alapú, 3D-s, számítógéppel segített tervező, elemző eljárás, amely az adott egyedi tűzvédelmi problémára úgy ad egyedi megoldást, hogy a szükséges mértékben, a szükséges mérnöki módszereket vegyíti, egymásra hatásukat elemzi, és a tapasztalati, mért eredményekkel összehasonlítva összegzi, értékeli az épület kritikus helyén, egy-egy kritikus időpontban, vagy intervallumban.*

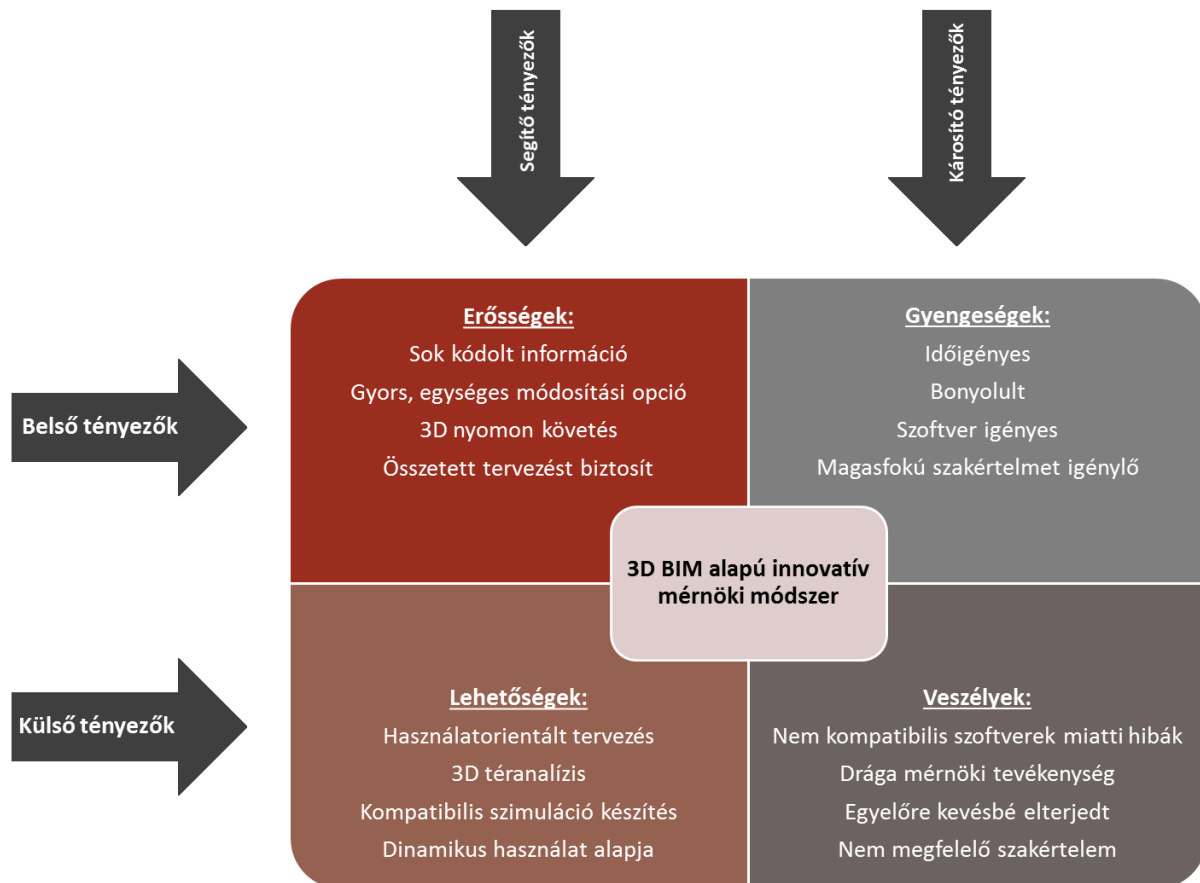
Ezen metodika egyik alapvető feltétele a 3D BIM alapú térelemzést lehetővé tevő módszer alkalmazása, továbbá a használat ismeretéhez szükséges validált és verifikált információs adatbázisok létrehozása, alkalmazása. Ilyen adatbázisok állnak rendelkezésre, azonban beszerzésük költséges és jellemzően nem a hazai viszonyokhoz mértek, így nem képzik automatikusan egy-egy tűzvédelmi algoritmus részadatát. A magyarországi sajátosságokat tartalmazó, nemzeti tűzvédelmi adatbázisok létrehozásához valós tűzteszt, szoftveres szimulált, validált és verifikált tűzteszt szimulációk eredményeire, és tűzvizsgálati eljárások során mérnöki szemlélettel és pontossággal gyűjtött információkra van szükség.

Az így gyűjthető adathalmazt egészíti ki a BIM eljárásokkal létrehozott információ mennyiség, amely ezáltal ellenőrizhetővé, oda-vissza elemezhetővé válik, és folyamatosan pontosítja az adatbázisok információit. A BIM alapon kódolt információk körforgása pedig felhasználható egy-egy tűzeset során a tűzoltói beavatkozás végrehajtásánál, elsősorban a távolsági felderítés időszakában nyerhető különböző beavatkozás biztonságát és hatékonyságát növelő adat.



## 2.7. SWOT analízis

A hagyományos, napjainkban alkalmazott módszereket a kutatásom során az előzőekben kifejtett módon összevettem az innovatív mérnöki módszerekkel, azok alkalmazhatósága szempontjából. SWOT elemzés keretében megvizsgáltam a 3D BIM alapú tűzvédelmi tervezési, elemzési, azaz innovatív mérnöki módszer alkalmazhatóságát.



24. ábra **SWOT analízis** (készítette: szerző)

A fenti ábrában összefoglalt SWOT analízis kulcs paramétereinek elemzése alapján megállapítható, hogy az erősségeink révén megvalósíthatók a lehetőségeink. Az épületinformációk gyors variálása, a 3D összetett tervezés és nyomon követés lehetőséget nyújt a használatorientált tervezés megvalósítására, amely a tűzvédelmi életciklus alapvető paramétere. A 3D BIM eljárásból következik, hogy 3D térelemzés valósítható meg, amely nagyon átlátható és szemléletes módon segíti a tűzbiztonság kialakítását. Ugyancsak a BIM ad lehetőséget átfogó mérnöki szimulációk lefolytatására, ezáltal virtuális, de valós paramétereket mutató térben történő vizsgálódásra.

A gyengeségek kiküszöbölésével a veszélyek elhárítására van lehetőségünk, ezáltal egy komplex folyamatot hozhatunk létre, amely alapján a tűzvédelmi tervezés és dinamikus tűzvédelmi használat megvalósíthatóvá válik. A napjainkban zajló, folyamatos és rohamos ütemben történő szoftverfejlesztéseknek köszönhetően, a rendelkezésre álló szoftverek egyre felhasználóbarátabbá válnak, így egyszerűbben, ezáltal gyorsabban lesznek használhatóak az adott BIM alapú tervezésre. A módszer fokozatos elterjedésével a képzés is át fogja venni ezt a szemléletet, ezáltal magasan kvalifikált mérnököket fognak képezni az egyetemeken. A Nemzeti Közszoigálalati Egyetem Katasztrófavédelmi Intézetének tervei alapján BSc és MSc szintű tűzvédelmi mérnök képzést kíván létesíteni, amely előkészítő munkálatai folynak, és amely keretében, a kutatásom során nyert eredmények alapján, a BIM alapú, 3D-s mérnöki módszerek oktatását is meg kívánjuk alapozni. [98] Tehát a fent összegzett gyengeségek középtávon, a tűzvédelmi mérnök képzésre alapozva, továbbá a szoftverfejlesztések révén megszüntethetők.

Összegezve, a fenti komplex analízis alapján megállapítható, hogy a 3D BIM alapú, innovatív mérnöki módszerek alkalmazása a napjainkban használt mérnöki eljárásokhoz képest magasabb tűzbiztonság, azaz átfogóbb, komplexebb tűzvédelem kialakításának a lehetőségét biztosítja. A hatékony és érdemi, teljes életciklust lefedő stabil egyensúlyi helyzetet kialakító tűzbiztonság megvalósításához a fenti legkorszerűbb számítástechnikai rendszerek alkalmazása és az építési és használati folyamatokba történő integrálása innovatív mérnöki módszerekkel végrehajtható.

A teljes életciklusra vonatkozó, használatorientált, átfogó tűzvédelmi mérnöki módszer tehát megvalósítható BIM alapú eljárásokkal, amelyek a tűzvédelem heterogén szereplőire történő, térbeli és időbeli kiterjesztésének a lehetőségét a következő, 3. fejezetben vizsgálom, fejtem ki.

## **2.8. A fejezet eredményeinek összefoglalása, az elvégzett vizsgálat tömör leírása, részkövetkeztetések**

A második fejezetben az első fejezetben azonosított probléma, és rendszerezett megoldási vízióra kerestem azt a választ, hogy az első fejezetben megállapított rendszert hogyan lehet mérnöki módszerekkel megvalósítani és hosszútávon fenntarthatóvá tenni.

Ennek érdekében elemeztem a BIM tervezési metodika nyújtotta lehetőségeket, amelyek adaptálást igazoltam egy kísérleti terv elkészítésével. Ezen kísérleti terv alapján egy 5 fázisú kísérlet sorozattal bebizonyítottam a 3D BIM alapú komplex tűzvédelmi tervezési módszer hatékonyságát, és definiáltam az innovatív mérnöki módszert, valamint annak

eszközrendszerét. A kvantitatív módszerekkel elért, mért, számított, szimulált eredményeimet kvalitatív módszerrel elmélyítettem, amely eredményének függvényében újabb szimulációs kísérleteket végeztem. A napjainkban alkalmazott hagyományos és a korszerű innovatív mérnöki módszerek összehasonlító elemzését elvégeztem, majd SWOT analízis alkalmazásával értékeltem a 3D BIM alapú innovatív mérnöki módszereket.

A 3D képességekkel ellátott, számítógéppel segített szoftveres tervező és modellező, CAD alapú BIM gyakorlati alkalmazása során tervezhetők, megvalósíthatók virtuális modellben a vonatkozó tűzvédelmi jogszabályok által előírt tűzvédelmi paraméterek.

A validált és verifikált tűzvédelmi mérnöki módszerek teljes mértékben BIM modellként történő felhasználása, a tűz megelőzés-tűzoltás-tűzvizsgálat valós egymásra hatásainak eredményeként értékelt és létrehozott adatbázisainak, továbbá használatorientált tervezési metodikáinak végrehajtásával, a napjaink gyakorlatában elterjedt és alkalmazott mérnöki módszerekhez képest pontosabb eredményeket alkotnak a tervezés során.

A BIM alapú tűzvédelmi jogszabályi követelményekkel ellátott dinamikusan használható modellek lehetővé teszik a tűzvédelmi algoritmusok alkalmazását, amelyek komplex algoritmikus tervezést tesznek lehetővé a tűzvédelmi tervezés folyamatában.

**A fentiek alapján az alábbi részkövetkeztetésre jutottam:**

Bebizonyítottam, hogy az algoritmikus tűzvédelmi paraméterekkel kódolt, valamint az egyedi módon, számítógéppel segített, validált, verifikált tűzvédelmi célú szimulációs szoftverekkel készített dinamikusan kezelhető BIM modellek alkalmazásával egy új, a jelenlegi mérnöki eljárásokhoz képest pontosabb, követhetőbb, átláthatóbb, ezáltal jobb minőségű, tehát tűzvédelmi szempontból biztonságosabb *innovatív mérnöki módszer* fejleszthető. **(2. számú tudományos eredmény)**

### **3. A TŰZVÉDELMI HÁLÓ FELÉPÍTÉSE AZ OKOS ÉPÜLETEKBEN, ÉS KITERJESZTÉSI LEHETŐSÉGEI AZ OKOS VÁROSOKRA**

Napjainkban az épületeink a külső, belső hőmérséklet mérésével automatikusan klimatizálják (fűtik, hűtik, árnyékolják) magukat, a hűtőnk értesítést küld, hogy melyik élelmiszerünkben mennyi fogyott vagy mikor jár le, a lakásriasztó rendszer élőképet küld az okos telefonunkra az otthoni helyzetről, és bárki a világ szinte bármely pontján kapcsolatba léphet bárkivel teret és időt áthidalva. Az okos épületek okos eszközökön keresztül behálózják az életünk egy jelentős hányadát. Az okos épületek és közterületi okos eszközök a saját okos készülékeinkkel egy okos ökoszisztémát hoznak létre, amely okos városok formájában manifesztálódik. Ebben a rendszerben kap létjogosultságot a biztonság újraértelmezett fogalma, amely a digitálisan átszótt világunkban új minőségként kell, hogy megjelenjen. Ez az új minőség ki kell, hogy hasson a biztonság valamennyi rétegére, a kritikus infrastruktúrák védelmétől az egyének személyes biztonságáig. [59]

Ma a biztonságtechnikai rendszereink a legkülönbözőbb vezérléseket képesek végrehajtani: a lakásriasztó központ színes füsttel árasztja el a belsőteret, hogy a betörő cselekvését akadályozza, a gépjármű GPS rendszere átjelez az okos telefonokra, hogy merre található az ellopott gépjármű, a tűzjelző rendszer vezérli a tűzgátló ajtókat, hogy a tűz terjedését megakadályozza. Egy okos óra képes előre jelezni a kritikus vérnyomásunkat és pulzusunkat, amelynek köszönhetően egy szívroham még időben kezelhetővé válhat. Messze a teljesség igénye nélkül, már ebből a rövid felsorolásból is látható, hogy ma is sok különböző eszköz, rendszer áll elérhető módon rendelkezésre kényelmünk, biztonságunk és egészségünk érdekében, amely már jelen formájában is a biztonság új minőségét vetíti előre.

A XXI. század embere számára a civilizáció jelenlegi fejlődési szakaszában a biztonság, egészség, fenntarthatóság kulcsfontosságú igénnyé lépett elő. Az európai életformánk és életszínvonalunk fenntartása és folyamatos fejlődése érdekében elengedhetetlen a biztonság sokrétű megvalósítása. A katasztrófavédelem a különböző típusú védelmi eszközök (életvédelem, vagyonvédelem, stb.) jelentős részében kiemelt helyet foglal el.

Megkerülhetetlen fontossága megjelenik akár külső támadás esetében (terrorcselekmény során egy esetleges robbanás utáni tüzeset, bűncselekmény elkövetését, csalást leplezni kívánó szándékos tűzokozás), vagy emberi mulasztás okozta káresemények (szakszerűtlen tűzveszélyes tevékenység okozta tűzkeletkezés, tűzvédelmi szempontból fontos rendszer karbantartásának hiánya, stb.), vagy egy-egy természeti katasztrófa okozta káresemény során is. Gyakorlatilag az általános biztonság terén az egyik legszélesebb spektrumban játszik szerepet, így széles körű alkalmazása nem elhanyagolható a mai társadalomban. [79]

### 3.1. Tűzvédelmi háló alapja

A hipotézisem alapján az innovatív mérnöki módszerekkel létrehozott épületek okos épületekké alakíthatók. Egy-egy tűzvédelmi szempontból okos épület teljes életciklusára komplexen kiterjesztett stabil tűzvédelmi egyensúlyi helyzet kialakításával egy olyan virtuális valóságot képezhetünk, amely elektronikus alkalmazásával egy virtuális **tűzvédelmi hálót** alakíthatunk ki. A tűzvédelmi hálóban a megfelelő tűzvédelmi mérnöki kompetenciával rendelkező szereplők egy térben (virtuális valóság) és valós időben foglalnak helyet, amely eredményeként mind a tervezés, a kivitelezés, a használat, a hatósági-, szakhatósági eljárások terén új, magasabb minőségű tűzbiztonság hozható létre, amely integrálható napjaink katasztrófavédelmi rendszerébe. A tűzvédelmi háló kiterjesztésével, okos városokba történő integrálásával a tűzvédelem új, eddig ismert legmagasabb minősége, leghatékonyabb kialakítása, és leghosszabb távon való fenntartása valósítható meg. [5]

A hipotézis igazolása céljából megvizsgálom a hazai tűzvédelmi hatósági- és szakhatósági eljárások rendjét, az e-közigazgatás vonatkozó rendszereit a digitális állam keretei között. Elemzem az innovatív mérnöki módszerekkel létrehozott okos épületek tűzbiztonságának innovatív rendszerekben rejlő lehetőségeit, a tűzvédelmi háló kifejlesztésének módját és az okos városok programba illeszthetőségét. A tűzvédelmi háló felépítésének definiálásával analizálom annak okos épületekbe, kiterjesztett módon pedig okos városokba történő integrálását, gyakorlati felhasználhatóságát. A tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági eljárások áttekintésével és az okos rendszerekbe történő helyezésével elemzem a digitális állam keretei között, az e-közigazgatás tűzvédelmi aspektusainak fejlesztési lehetőségeit.

### **3.2. Európai Digitális Menetrend**

A digitális ökoszisztéma megvalósításának alapját az Európai Bizottság 2010-ben bemutatott „Európa 2020” stratégia határozta meg. Az EU hét kiemelt kezdeményezést alakított ki, ezek közül az egyik legfontosabb az Európai Digitális Menetrend, amely az információs és kommunikációs technológiák alkalmazásának minél szélesebb körű előmozdítását célozza. A katasztrófavédelem nyújtotta biztonság minőségi fejlesztése is ezen infokommunikációs technológiák alkalmazásán nyugszik.

Európai Digitális Menetrend alappillérei:

- egységes digitális piac
- átjárhatóság megteremtése
- bizalom és biztonság erősítése
- nagy sebességű és szupergyors internet-hozzáférés
- kutatás fejlesztés erősítése [63]

#### **3.2.1. Digitális Magyarország**

A hazai informatikai és távközlési szektor fejlesztésének stratégiai irányait, fejlesztési súlypontjait a 2014-2020-as időtávra vonatkozóan az uniós elvárásokkal is összehangolt Nemzeti Infokommunikációs Stratégia (illetve az erről szóló 1069/2014. (II.19.) Korm. határozat) és Zöld Könyv jelöli ki. A stratégia megvalósításának akciótervi kereteit a Digitális Nemzet Fejlesztési Program (1631/2014. (XI. 6.) Korm. határozat) rögzíti. [63]

A Nemzeti Infokommunikációs Stratégiában (továbbiakban: NIS) megfogalmazott törekvések végső célja a Digitális Magyarország létrehozása, amely a kormányzat, az intézményi és a piaci szereplők közös szerepvállalásával valósul meg.

A program 4 fő alappillére:

- szupergyors internet
- digitális közösség és gazdaság
- e-közzolgáltatások
- digitális készségek

A vízióm alapján a katasztrófavédelmi háló a fenti alappillérekre illeszkedve terjeszti ki az e-közigazgatás keretében a biztonság dimenzióit.

Ehhez fel kell állítani egy alap feltételrendszert, amelyet a NIS az alábbi rendszer felépítésével céloz megvalósítani:

1. Digitális infrastruktúra: a digitális szolgáltatások nyújtásához és igénybevételéhez szükséges sávszélességet biztosító elektronikus hírközlési infrastruktúra rendelkezésre állása a hálózat valamennyi szegmensében (gerinc-, felhordó- és helyi hálózat);
2. Digitális kompetenciák: a lakosság, a mikro-, kis- és közepes vállalkozások, illetve a közigazgatásban dolgozók digitális kompetenciáinak fejlesztése, az elsődleges (digitális írástudatlanság) és másodlagos (alacsony szintű használat) digitális megosztottság mérséklése, a mikro- és kisvállalkozások és a közigazgatásban dolgozók képessé tétele az IKT rendszerek bevezetése által előálló üzleti lehetőségek felismerésére és kihasználására, illetve a tartósan leszakadók részesítése a digitális ökoszisztéma előnyeiből (e-befogadás)
3. Digitális gazdaság: egyrészt a szűkebben értelmezett IKT szektor, másrészt az általa biztosított elektronikus (kereskedelmi, banki stb.) szolgáltatásokat igénybe vevő vállalkozások külső és belső informatikai rendszereinek fejlesztése, illetve az IKT-fejlesztésekre és az IKT-n alapuló fejlesztésekre irányuló kutatás-fejlesztési és innovációs tevékenység ösztönzése
4. Digitális állam: a kormányzat működését támogató belső IT, a lakossági és vállalkozói célcsoportnak szóló elektronikus közigazgatási szolgáltatások, illetve az állami érdekkörbe tartozó egyéb elektronikus (pl. egészségügyi, oktatási, könyvtári, kulturális örökséghez kapcsolódó, vagy az állami adat- és információs vagyon megosztását célzó) szolgáltatások, valamint e szolgáltatások biztonsági hátterének biztosítása. [63]

### **3.2.2. Digitális állam**

Az alapvető biztonság „digitalizálása” kizárólag ellenőrzötten és a közigazgatás keretrendszerén belül képzelhető el, amelyhez egyedüli platformot a digitális állam képes biztosítani.

A NIS-ban megfogalmazott törekvések végső célja, a Digitális állam létrehozása, a kormányzat, az intézményi és a piaci szereplők közös szerepvállalásával valósul meg. Ebben a halmazban foglal el a biztonság részhalmazában egy jelentős területet a katasztrófavédelem, amely részben már a szolgáltató állam keretein belül integrálódott az e-közigazgatásba, de még messze nem teljesült ki olyan módon, hogy a tűzbiztonság, katasztrófavédelem szintjét a komplex tűzvédelem, a digitálisan átfogó katasztrófavédelem megvalósulása irányába jelentős mértékben elmozdította volna. Alapvető feltételként természetesen meg kell jelennie a rendszeren belüli interoperabilitásnak, valamint az egységes szabványokon nyugvó megoldásoknak.

A NIS alapján, a digitális állam infrastruktúrájának, az internet nyújtotta virtuális rendszernek köszönhetően kialakítható egy a komplex katasztrófavédelmet lefedő katasztrófavédelmi háló, amely az e-közigazgatás keretében működik szabályozott módon.

### **3.2.3. E-közigazgatás és a Katasztrófavédelem**

A katasztrófavédelem, mint a hatályos közigazgatásban szereplő, hatósági és szakhatósági hatáskörökkel ellátott szervezet a belügyminisztérium alá tartozó hivatásos szervként már napjainkban is részese az e-közigazgatásnak.

A katasztrófavédelem három szinten szerepel a közigazgatásban, így az elektronikus közigazgatásban is:

- I. országos szint – központi szerv – BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság
- II. megyei szint – területi szerv – fővárosi- és megyei katasztrófavédelmi igazgatóságok
- III. térségi szint – helyi szerv – katasztrófavédelmi kirendeltségek (65 db.) [2] [3]



Valamennyi szinten megjelenő elektronikus eljárás például az építésügyi hatósági engedélyezési eljárásokat támogató elektronikus dokumentációs rendszerben (továbbiakban: ÉTDR) történő engedélyezési eljárás. Az államigazgatásban a katasztrófavédelem is integráltan alkalmaz egyes szabályozott elektronikus ügyintézési szolgáltatásokat (továbbiakban: SZEÜSZ).

Az elektronikus közigazgatás az elektronikus közigazgatás kiterjesztésével kapcsolatos feladatokról szóló 1743/2014. (XII. 15.) Korm. határozattal Kormánydöntést hozott az e-közigazgatás fejlesztésének fő sarokpontjairól.

A NIS négy pillére (digitális infrastruktúra, kompetenciák, gazdaság és állam) mentén történő digitalizációnak központi eleme egy olyan kormányzati szolgáltatási platform, mely minden szereplő számára egységes logikai rendszerben kiépült hálózati és kormányzati adatközponti infrastruktúrán, szabványosított kapcsolórendszereken elérhető szakrendszerek csatlakozásával, szabályozott elektronikus szolgáltatások igénybevételét, összefoglalóan korszerű elektronikus közigazgatás elérését biztosítja. [64]

Az e-közigazgatás kiterjesztéséhez és a biztonsági rendszerek széleskörű működtetéséhez kormányzati adatközpontok működtetésére van szükség, amelyek képesek az átfogó felhő alapú szolgáltatások kezelésére. Ezzel a Belügyminisztérium a NISZ Zrt.-t bízta meg elsődleges szolgáltatóként. A rendszer felépítéséhez napjainkra tehát minden alapfeltétel adott.

### **3.3. Katasztrófavédelem hatósági-, szakhatósági tevékenysége**

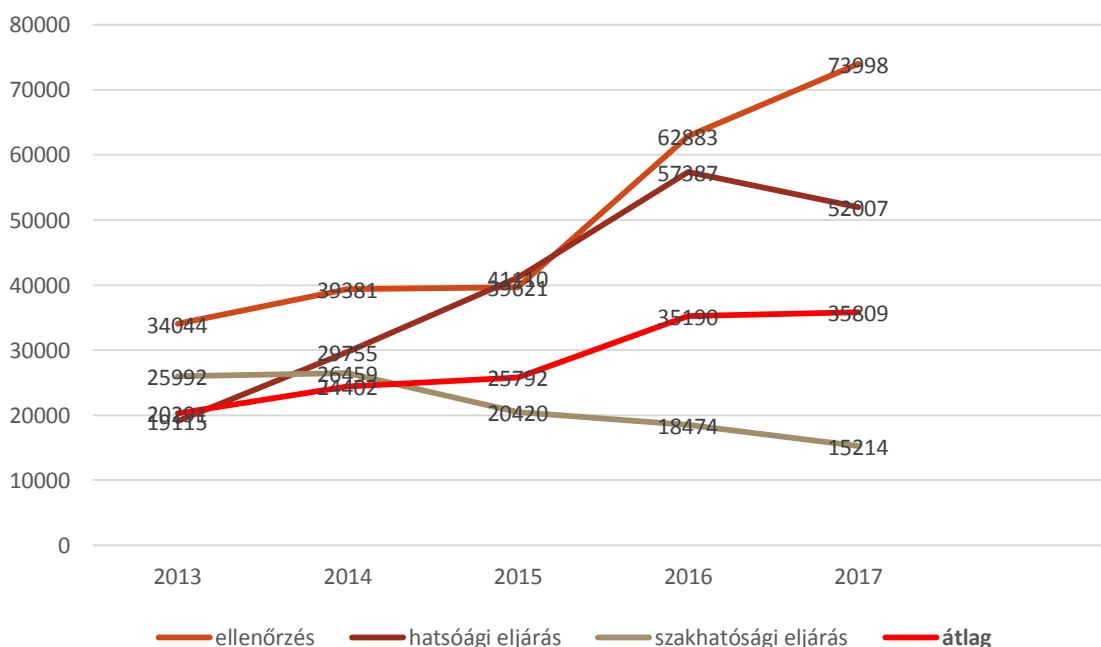
Az egységes katasztrófavédelem feladatrendszerének első momentuma a megelőzés. Ezt a tevékenységet analízáló, értékelő módon, kockázat alapú szemlélettel hajtja végre a szervezet. A szükséges, megfelelő szintű, átfogó biztonság kialakítása céljából a katasztrófavédelmi szervezet valamennyi szereplőjére, mind a hivatásos, mind a civil szféra tagjaira, szervezeteire a szinergia alapelve kell, hogy érvényesüljön. Ennek egyik kulcseleme a szereplők integritásának biztosítása, amely a szerteágazó szakterületek között, továbbá a szakterületeken belüli specializációk miatt összetett feladat. Ennek közös platformjaként, a tűzvédelem szakterületén nyújt megoldási lehetőséget a tűzvédelmi háló víziója.

A katasztrófavédelem tűzmegeelőzési szakterülete a 2017-es statisztikai adatok alapján 73998 db hatósági ellenőrzést hajtott végre Magyarországon. Összesen 52007 db tűzvédelmi hatósági, továbbá 15214 db tűzvédelmi szakhatósági ügyben jártak el a katasztrófavédelem különböző illetékességgel és hatáskörrel rendelkező szervezeti egységei. A tűzvédelmi hatósági eljárások területén összesen 719 esetben folytatott le tűzvizsgálati eljárást a katasztrófavédelem. Összehasonlítva az elmúlt 5 év statisztikai adatait, az alábbiakat állapíthatjuk meg: [119]

	tűzvédelmi ellenőrzés (tűzmegeelőzés)	tűzvédelmi hatósági eljárás (tűzmegeelőzés)	tűzvédelmi szakhatósági eljárás (tűzmegeelőzés)	tűzvizsgálati eljárás
<b>2013</b>	34044	19115	25992	941
<b>2014</b>	39381	29755	26459	942
<b>2015</b>	39621	41110	20420	941
<b>2016</b>	62883	57387	18474	663
<b>2017</b>	73998	52007	15214	719

11. táblázat *Az elmúlt 5 év tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági ügyeinek statisztikája* (készítette: szerző)

A fenti adatokat egy diagramban ábrázolva szemléltethető az adott tűzvédelmi folyamat 5 éves tendenciája:



7. diagram *A tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági eljárások alakulása* (készítette: szerző)

A fentiek alapján megállapítható, hogy a tűz megelőzés szakterületén az eljárások számai átlagosan monoton növekednek. Kiemelt figyelmet igényel az ellenőrzések növekedésének száma, amely megduplázódott az elmúlt 5 évben, és amely a hatósági eljárások mellett a legmeredekebb függvény formájában növekszik. A megállapított tendencia alapján a nagy mennyiségben megjelenő darabszámok miatt a hatósági-, szakhatósági eljárások minőségi fejlesztése, és/vagy a mennyiségi mutatók további növelése céljából elektronikus rendszerek alkalmazása szükséges, amely egyszerűsíti, valamint virtuális térben, valós időben biztosítja az adott eljárás lefolytatását. Így lényegesen több, vagy magasabb minőségű hatósági-, szakhatósági eljárás folytatható le. [111]

A fentiekre két aspektusból nyílik lehetőség:

1. Az elektronikus ügyintézés és a bizalmi szolgáltatások általános szabályairól szóló 2015. évi CCXXII. törvény (továbbiakban: EÜSZ tv.), amely az elektronikus ügyintézés integrálta a hatósági-, szakhatósági tevékenységek körébe, azaz elektronikus felületen, e-ügyintézés keretében szabályozza a közigazgatás vonatkozó területeit. Ebbe a körbe tartoznak a katasztrófavédelem tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági eljárásai is. A törvény értelmében az elmúlt 3 évben gyakorlatilag fokozatosan a korábban hagyományos papír alapú ügyintézés felváltotta, és napjainkban is meghatározott ütemben 2020-ig felváltja (2019. december 31-ig kaphat felmentést az ügyfél az e-ügyintézés alól) teljes mértékben az e-ügyintézés, amely alapján kötelezően elektronikus úton zajlik egy-egy hatósági-, szakhatósági eljárás. Ennek már ismert módjai ügyfélkapu és cégkapu keretein belül speciális úton valósíthatók meg a gyakorlatban, pl.:

- ÉTDR rendszerben
- e-napló felületen
- e-papír formájában, stb.

A fenti eljárási módszer a katasztrófavédelem minden hatósági-, szakhatósági területére kötelező érvényűen kiterjed, tehát a jogszabályi rendszer adott az elektronikus platform alkalmazására. [79]

2. A második fejezetben kifejtett 3D BIM alapú módszer koherens módon illeszkedik az e-ügyintézés eljárási metodikájához, amely virtuális modellezési módszerrel kiteljesíthető az elkövetkező években. Napjainkban az építési, így az építészeti tűzvédelmi szakfeladatokban már rendelkezésre áll az elektronikus ügyintézés és élő eljárási mód. Ennek az ÉTDR és az e-napló biztosít felületet. Ezen adatbázisok létrehozására és kezelésére létrehozott, interaktív internetes felületek biztosítják és támogatják elektronikusan a jogszabályi előírások szerinti eljárások lebonyolítását a hatósági-, szakhatósági-, továbbá a civil szférában egyaránt, tehát komplex eljárási rendszerként alkalmazhatók. Az eljárás lebonyolítása napjainkban ugyan elektronikus úton történik, de gyakorlatilag a klasszikus papír alapú metodikát követi. Azaz az eljáráshoz feltöltött dokumentumok PDF/A formátumban készülnek el, kerülnek rögzítésre, majd elbírálásra. Így hosszú távon egy statikus irat formáját öltik. Eljárásjogi szempontból ez a módszer kiválóan alkalmas az eljárások lefolytatására és azok eredményeinek archiválására. A vizsgálatom az adott építési tűzvédelmi eljárás tervtartalmát elemzi, a hosszútávon fenntartható, teljes életciklust lefedő tűzvédelmi folyamat, azaz a tűzvédelmi háló fejlesztése szempontjából. A PDF/A alapú dokumentum a hagyományos papír alapú dokumentumokkal azonos módon ugyanis csak nagyon lassan képes követni a napjainkban tapasztalható dinamikus ütemű változásokat, és az egyes szakterületek által előállított PDF/A dokumentumok összevetése nehézkes. Egy összetett épület esetében benyújtott több száz oldalas, több különböző eljárásban benyújtott pl.: építészeti tűzvédelmi-, beépített automatikus tűzjelző létesítési-, beépített automatikus tűzoltó berendezés létesítési dokumentáció összevetése, a villamos szakági, a gépészeti, statikai, stb. szakági tervek tűzvédelmi vonatkozásainak összegzése és komplex ellenőrzése nagyon összetett, nagyon nagy szakértelmet igénylő feladat.

Ebből az aspektusból fejlesztési lehetőséget a 3D BIM módszerben találtam a kutatásom során. A több mint 5 éves nemzetgazdasági szempontból kiemelt jelentőségű beruházások (többek között: Várkert Bazár, NKE Sportközpont, NKE RTK oktatási épület és kollégium, NKE Nagyvárad téri kollégium, NKE lőtér épület, MTA Humántudomány Kutató Központ, Károli Gáspár Református Egyetem, Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér épületei, stb.) tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági ügyeinek elbírálása során szerzett tapasztalataim összegzése alapján megállapítható volt, hogy a nagyméretű, összetett épületek esetében:

- egyrészt a speciális szakterületek különböző tervei, tervrészletei eltéréseket mutattak egymástól, amelyek nem kerültek szinkronizálásra
- másrészt a fenti tervellenőr által észre nem vett hibákat nagyon összetett és ezáltal időigényes módon lehetett azonosítani az adott hatósági-, szakhatósági eljárásban.

Több hatósági ügyintéző esetében pedig jellemzően rejtve maradtak ezek a hibák, amelyek kedvezőbb esetben a kivitelezés tervezési, kedvezőtlenebb esetben a kivitelezés fázisában, vagy legrosszabb szituációban a használatbavétel fázisában kerültek napvilágra.

### **3.3.1. A katasztrófavédelem és a BIM**

A fentiekkel kapcsolatban a 3D BIM alapú komplex tűzvédelmi eljárás nyújt megoldást, amely módszer új irányt ad, új lehetőségeket kínál az elektronikus módon zajló tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági eljárásokban. Az IFC kiterjesztésű BIM modellek 2. fejezetben kifejtett létrehozásával és tűzvédelmi alkalmazásával olyan dinamikus modellek alkothatók, amelyek nemcsak a tervezők, de a komplex tűzvédelmi háló valamennyi szereplőire is kifejtik kedvező hatásukat. Az épületinformációs algoritmusokkal kialakított összetett modellek ütközésvizsgáló szoftverek alkalmazásával ellenőrizhetők, összevethetők adott referencia értékekkel. Például leellenőrizhető, hogy egy adott tűzgátló falba beépített nyílászáró tűzgátló-e, vagy a tűzszakasz határként kialakított falszerkezetet áttörő légtechnikai vezeték tűzgátló csappantyúval ellátott-e, stb. Ezeket az ellenőrzéseket a különböző szakági tervezők, az adott projekt vezető tervezői, tervellenőrei, de a különböző hatóságok, szakhatóságok, így a katasztrófavédelem is elvégezheti. Erre a célra fejlesztett szoftverek már rendelkezésre állnak, többek között pl.: a Nemetschek Company által fejlesztett Bluebeam Revu szoftver, amely BIM modellek ellenőrzésére alkalmas. Az építőipar napjainkban kezdi felismerni a példaként szolgáló, illetve hasonló elveken működő szoftverekben rejlő lehetőségeket. A civil szféra szempontjából megbízhatóbb, pontosabb, gyorsabb, gazdaságosabb projektek érhetők el ezzel a módszerrel, míg hatósági szempontból, elsősorban tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági szempontból pontosabb, gyorsabb, komplexebb tűzvédelmi tervbírálatok valósíthatók meg, amelyek mai összetett, bonyolult épületek esetében már hagyományos manuális módszerekkel, a magas szintű tűzbiztonság elérése szempontjából, nem valósíthatók meg. Nem várható el egyetlen tűzmegelezéssel foglalkozó ügyintézőtől sem, hogy egy komplex tervezőcsapat által hosszú hónapok alatt, korszerű technológiával megtervezett épületet manuális módon, PDF/A alapon elbírálja, olyan módon, hogy az a komplex tűzbiztonságot felelősségteljesen lefedje. A fentiek miatt tehát megoldásként a BIM módszer szolgál, amely ezáltal kulcsszerepet tölt be nemcsak az innovatív mérnöki módszerek, hanem a komplex tűzvédelem kiszolgálását biztosító tűzvédelmi hálóban is. [114]

Az innovatív mérnöki módszerekkel létrehozott dinamikus modellek, amelyeket ugyanezen alapon, e-közigazgatás keretében, e-ügyintézés formájában számítógéppel segített ellenőrzéssel vizsgált meg, és bírált el a tűzvédelmi hatóság, szakhatóság, alkalmasak a használat során, az épület teljes életciklusában információkkal ellátni a használókat, a karbantartókat, az ellenőrző hatóságot pl.: egy-egy tűzvédelmi hatósági ellenőrzés során. Tehát a tervezés során 3D módon kódolt épületinformáció a „tervezőasztaltól” az épület teljes életciklusában képes végig kísérni és dinamikusan kezelni egy-egy épület komplex tűzbiztonságát.

A fentiek alapján tehát a kitűzött célok megvalósítása érdekében a BIM alapú tűzvédelmi módszer alkalmas egy új biztonsági szintet nyújtani, amely megfelelő komponensek esetében a katasztrófavédelem szakterületére vetítve egy új minőséget hozhat létre. A komponensek és minőségi paraméterek megalkotásával a biztonság a digitális állam nyújtotta keretek között, a digitális infrastruktúra nyújtotta lehetőségekkel élve, és digitális kompetenciák alkalmazásával az e-közigazgatás útján egy új, a jelenleg megvalósulónál magasabb minőséget lesz képes elérni, olyan módon kiterjesztett módon, amelyre jelenleg még nincs lehetőség.

### **3.4. A tűzvédelmi háló felépítése**

Az innovatív mérnöki szemlélettel megvalósuló tűzvédelem a fentiek alapján a tűzvédelmi hálóval hozható létre, a kezdeti tervezési fázistól egy tűzeseti beavatkozáson át az épület teljes elbontásáig, majd onnan ismételten kezdve az új életciklust.

A tűzvédelmi háló, mint egy mátrix, tartalmaz minden információt az aktuális tűzvédelmi helyzetről, amelyet a hálózatra csatlakozó személyek felhő alapú megosztott rendszerekből elérhetnek. Az információ mindig egy közös tárhelyen van, amely változása minden időpillanatban minden szereplő számára egyértelmű és folyamatosan nyomon követhető. Gyakorlatilag folyamatos kontroll alatt áll, és a virtuális térben könnyedén elérhető valós időben a szereplők térbeli elhelyezkedésétől függetlenül. [60]

Tehát az információ elhelyezésre kerül egyértelműen beazonosítható módon a hálóra (pl.: egy tűzszakasz hőmérséklete, ami egyértelmű azonosító kódot kap, pl.: I. tűzszakasz, egy adott épületben, amely egy adott egyedi helyrajzi számon található). A tervezők létrehozzák ezt az információt, BIM alapú eljárással virtuális valósággá alakítják, majd igény esetén elhelyezik a különböző szimulációs szoftverekben elemzés céljából. Itt további információkkal bővítik az adott tűzszakasz adatait, amelyek összevethetők valós tűztesztek adataival, mérnöki szemléletű tűzvizsgálati eljárások eredményeivel, számításokkal.

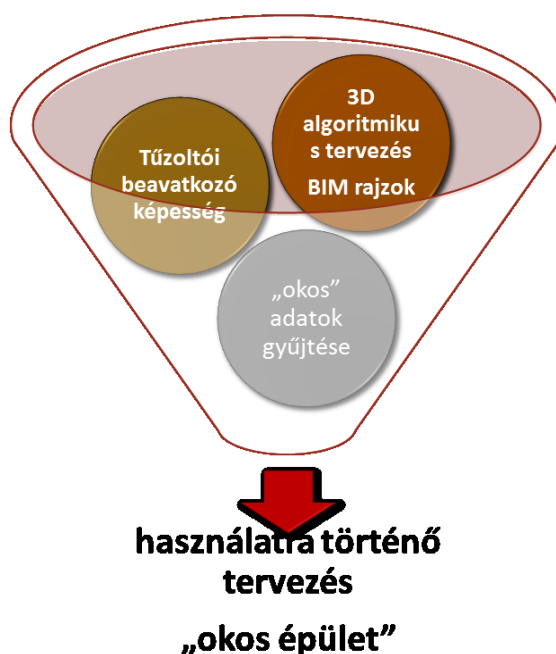
Természetesen az adott szakkérdésbe több tervező, több szereplő is bevonásra kerül, akik azonos módon hozzáférnek az információhoz és képesek bővíteni is azt. Végül az információ halmaza elemzik, értékelik, és kiválasztanak egy optimális megoldást, amelyet már a digitális állam kereteiben lévő elektronikus rendszerben helyeznek el, ahol a tűzvédelem további szereplője, az engedélyező team is teljes körűen hozzáfér az eredményekhez, amelyeket az információt előállító szoftverekkel kompatibilis számítógéppel segített ütközésvizsgálattal elbírál, ellenőriz. Ahhoz, hogy a tűzvédelmi háló teljes mértékben kiszélesedhessen, a jelenleg használt ÉTDR rendszer PDF/A alapú statikus file rendszere nem alkalmas. Ezeket a statikus file-okat dinamikus modell file-ok váltják fel, pl.: IFC kiterjesztés. Természetesen a hatósági-, szakhatósági eljárásokra vonatkozó jogszabályi követelmények továbbra is előírhatják egy-egy időpillanat archivált, PDF/A alapú rögzítését. Az ilyen rögzített időpillanat, pl.: engedélyezési fázis végterméke, az engedélyezési tervdokumentáció, kinyerhető az adott BIM alapú eljárás során, de összességében többé nem végtermék, hanem egy igazolási, dokumentálási forma, amely a komplex modell részét képezi. [79] [114]



25. ábra *Tűzvédelmi háló* (készítette: szerző)

### 3.4.1. Okos tűzvédelem az okos épületekben

A valós hozzáadott értéként létrehozott, mindenki által elérhető felhő alapú dinamikus file-ok lehetővé teszik, hogy a már okos készülékekről is elérhető e-naplóba a kivitelezés változásait is dinamikusan lehessen átvezetni, amely minden szereplő számára ismertté válik. A megvalósulást követően a tárhelyen egy megvalósult állapot jelenik meg, amely a használathoz az aktívan használt passzív tűzvédelmi rendszerekből dinamikus használatot eredményez, amelyet nyomon követhetünk később egy-egy ellenőrzés, vagy tűzoltói beavatkozás során is. A kritikus helyek és időpontok ismeretében pedig lokális aktív tűz megelőzést hajthatunk végre a passzív rendszereinken is. A fentiek alapján tehát létrehozható egy tűzvédelmi szempontból létesített **okos épület**. [86]



26. ábra *Okos tűzvédelem az épületekben* (készítette: szerző)

### 3.4.2. Digitális tűzoltó

A megvalósult érzékelőkkel ellátott, mért tereknek köszönhetően egy esetleges tüzesetre a digitális tűzoltó a tűzvédelmi háló segítségével már az okos készülékén keresztül a vonulás során valós távolsági felderítés keretében fel tud készülni, és a legbiztonságosabb és leghatékonyabb beavatkozást tudja egy döntés segítő rendszer alkalmazásával megvalósítani. Ezáltal a legkorszerűbb beavatkozás válhatna valóra. A tűzoltásvezető olyan információkkal rendelkezne egy tüzeset helyszínére érkezve, amelyet már gyakorlatilag távolsági felderítéssel



megszerez, amelyeket ma, ilyen mélységben sok esetben egy helyszíni felderítés során sem tud teljes mértékben megszerezni. [106]

A fentiek miatt, továbbá a döntést támogató rendszereknek köszönhetően kész tervek, protokoll eljárások állnának rendelkezésre, amelyeket kombinálva, vagy a legmegfelelőbbet kiválasztva a beavatkozás gyorsasága jelentősen megnő, azaz a tűz fejlődésének egy olyan korai szakaszában meg tud kezdődni a tűzoltás, amikor még nem fejlődik ki a teljes tér égése. Így jelentősen csökken a benntartózkodók veszélyeztetettsége és a tűzkár. A beavatkozó tűzoltó állomány biztonsága jelentős mértékben nő, és az oltóanyag felhasználás is optimalizálható. [31]

Összességében tehát, a fenti komplex tűzvédelmi módszer hatására, azaz a tűzvédelmi háló segítségével jelentős mértékben nő a tűzoltói beavatkozás hatékonysága, emellett egyenes arányban nő a tűzoltói beavatkozás biztonsága is. Az okos eszközök alkalmazásán túl a beavatkozó tűzoltó egyéni védőeszközeit is el lehetne látni érzékelőkkel, amely folyamatosan vizsgálná a tűzoltó életfunkcióit és a közvetlen környezetének állapotát. Így a személyes biztonság az épületekbe beépített rendszereken túl jelentős mértékben fokozódna. Az épület és az egyéni védőeszköz a kompatibilitás elvén automatikusan szinkronizálódhat, ezáltal egy kölcsönös szimbiózis alakulhat ki az „okos” tűzhelyszín és a beavatkozó állomány között, amely komplex biztonságot nyújtana a tűzoltó állomány részére. [110]

Továbbá jelentős mennyiségű információt rögzítene a rendszer, amelyet a tűzvizsgálat során fel lehetne használni. A tűzvizsgálati eljárás során a beavatkozó állománytól megszerezhető információ, amelyet ma meghallgatás, elmondás útján hajthatunk végre, egy egészen új minőségben jelenne meg, egzakt adatokkal. Ugyanez igaz az épület információs rendszeréből kinyerhető mért, rögzített adatokra is, amelyeket a tűzvizsgálat során érdemben fel lehet használni, értékelni, majd a levont tapasztalatok alapján vissza lehet hatni a tűz megelőzés szakterületére. Olyan komplex rendszer képezhető tehát, amelyben a tűzvédelem valamennyi szereplője egy közös nevező által egységesen foglal helyet, egységesen léphet fel a szükséges formában és mértékben, akár a tűzvédelmi tervezés, tűz megelőzés, akár a kivitelezés, a használat, vagy a tűzoltás, tűzvizsgálat során. [120]

A virtuális valóságot képző 3D BIM modellekben képesek vagyunk megfelelő kapacitású számítógépes háttérrel, valós idejű komplex tűzszimulációk lefuttatására is, amelyekbe egy VR eszközön: pl.: szemüvegen, sisakon keresztül csatlakozhat, beléphet a tűzoltó is. Ezzel a módszerrel egy-egy tűzoltás taktikai, beavatkozási kérdése már a tervezési

fázisban tesztelhető, kipróbálható, amely hatására a tűzoltói gyakorlat, a tűzoltói beavatkozó képesség tesztelhető módon megjelenhet a tűzmelegelőzés fázisában.

A mérnöki szemlélettel és eszközökkel elvégzett tűzvizsgálatok empirikus eredményei alapján virtuális tesztűzöket képezhetünk, amelyeket tűzszimulációk formájában lefuttathatunk a BIM modellünkben. [112] A valós idejű szimulációk pedig lehetőséget nyújtanak a beavatkozó tűzoltó állomány beavatkozó képességének növelésére és ezen képesség felhasználására a tűzmelegelőzés szakterületén. A fentiekből az látható, hogy a komplex tűzvédelem, azaz a tűzmelegelőzés, tűzoltás, tűzvizsgálat az innovatív mérnöki módszerekkel létrehozott virtuális módszerek során teljesen összemosódik, teljes mértékben egységessé és elválaszthatatlanná válik, amely hatására a tűzvédelmi komplexitás egy új, magas minősége hozható létre. Ebben az új minőségben a tűzvédelem összetett módon jelenik meg az adott épület teljes életciklusában.

### **3.4.3. Ellenőrzési lehetőség**

A tűzvédelmi hálóval nő a különböző tűzvédelmi ellenőrzések (cél-, átfogó-, utóellenőrzés, stb.) minősége és hatékonysága is. Egyrészt a rendszerek ellenőrzése digitális módon is elvégezhető lesz, akár az e-építésnapló, akár egy-egy aktív tűzvédelmi berendezés működőképességének ellenőrzéséről legyen szó. Ez természetesen nem helyettesíti a helyszíni élő ellenőrzéseket, de az azokra történő felkészülést lehetővé teszi, a folytonosság meglétét nyomon követhetővé teszi, és az ellenőrzések lehetőségét kiterjeszti, azaz összességében jelentős mértékben növeli a kontroll hatékonyságát. Igaz ez mind az üzemeltetői, mind a hatósági terület szakemberei részére. Ezáltal az ellenőrzés átláthatóbbá és folyamatosan kontrollálhatóvá válik. Az épületek tűzvédelmi létesítési eljárásainak e-ügyintézés mellett a tűzvédelmi hatósági ellenőrzések is átalakulnak e-ellenőrzésekké.

### **3.5. Komplex tűzvédelem a komplex tűzvédelmi hálóban**

Összességében tehát a komplex tűzvédelem tekintetében körbezár a folyamat, kialakul a teljes kölcsönhatás, és valamennyi tűzvédelmi szakterület egymásra hatásával gyakorlatilag megvalósul a **komplex tűzvédelem**. A fent már korábban példaként hozott aktívan alkalmazott passzív tűzgtató alapszerkezet információt meghatározzák a tervezésnél, majd értékelik, végül a kialakult adatok alapján egy rendszer részeként engedélyezik. Az információt tovább használják a kivitelezés, a termékgyártás során, ahol már nyújthatnak visszajelzéseket a tervezők felé. Mindenről informálódik a hivatásos szakterület is, ellenőrizhet, vizsgálódhat, amely során szintén visszajelzéseket adhat a gyártónak, tervezőnek. A használat során az

üzemeltető szakemberei is alkalmazzák az információt, és megteszik a szükséges intézkedéseket, karbantartást, felülvizsgálatot, illetve visszajelzéseket adnak a hatóság, szakhatóság, a gyártó és a tervező részére is. Végül ugyanezt az információt képes alkalmazni a beavatkozó tűzoltó és a tűzvizsgáló szakember is egy-egy tűzeset során és azt követően. A tapasztalataikat pedig a tűzvédelmi háló segítségével ugyanarra a műszaki megoldásra vissza tudják jelezni valamennyi korábbi szakterület, szakember részére. Gyakorlatilag egy teljes egymásra hatás alakul ki, amely dinamikusan képes a tűzvédelem fejlesztésére, a tűzbiztonság jelentős és hatékony növelésére, egy-egy épület teljes életciklusán átívelve. [79]

A tűzvédelmi háló a tudományos eredményeken alapuló fejlesztésekkel folyamatosan bővíthető, aktualizálható, az algoritmikus metodika miatt a tűzvédelmi szabályozás jogi követelményeit képes lekövetni, a tűzvédelmi eljárásrendekhez rugalmasan képes alkalmazkodni. Végül pedig kiterjeszhető az épületek léptékéből a települések, városok szintjére is.

### **3.5.1. Okos város és a katasztrófavédelem**

A 2017. március 20-i Magyar Közlönyben megjelent az 56/2017. (III. 20.) Korm. rendelet az egyes kormányrendeleteknek az „okos város”, „okos város módszertan” fogalom meghatározásával összefüggő módosításáról. A kormányrendelet hivatalosan is meghatározza, mit értünk okos város alatt:

*„Az okos város olyan település vagy település csoport, amely természeti és épített környezetét, digitális infrastruktúráját, valamint a területén elérhető szolgáltatások minőségét és gazdasági hatékonyságát korszerű és innovatív információtechnológiák alkalmazásával, fenntartható módon, lakosainak fokozott bevonásával fejleszti.” [62]*

A módszertan szerint véghezvitt, fenntartható városfejlesztés horizontális szempontokat – magas minőség és hatékonyság, környezeti és gazdasági fenntarthatóság, lakosság fokozott bevonása – érvényesít a szolgáltatások és az infrastruktúra fejlesztésében egyaránt. A fejlesztés és működtetés eszköztárába integrált információtechnológiák ezek eléréséhez és a fejlődés nyomon követéséhez nyújtanak segítséget. [62]

Az okos város alapvetően az EU Smart City Ranking és a Smart Cities Council index rendszerén alapszik, melyek 6 alrendszerrel jelölnek meg:

1. Okos kormányzás
2. Okos közlekedés

3. Okos környezet
4. Okos gazdaság
5. Okos életkörülmények
6. Okos emberek

Az Okos életkörülmények alrendszer alatt értjük az élhető várost, a **személyes biztonságot és az egészségügyi kondíciókat** javító intézkedéseket. [62]

Ezen alrendszer részhalmozát képezi a katasztrófavédelem is, amely a biztonság tekintetében szervesen kapcsolódik az ide vonatkozó javító intézkedésekhez.

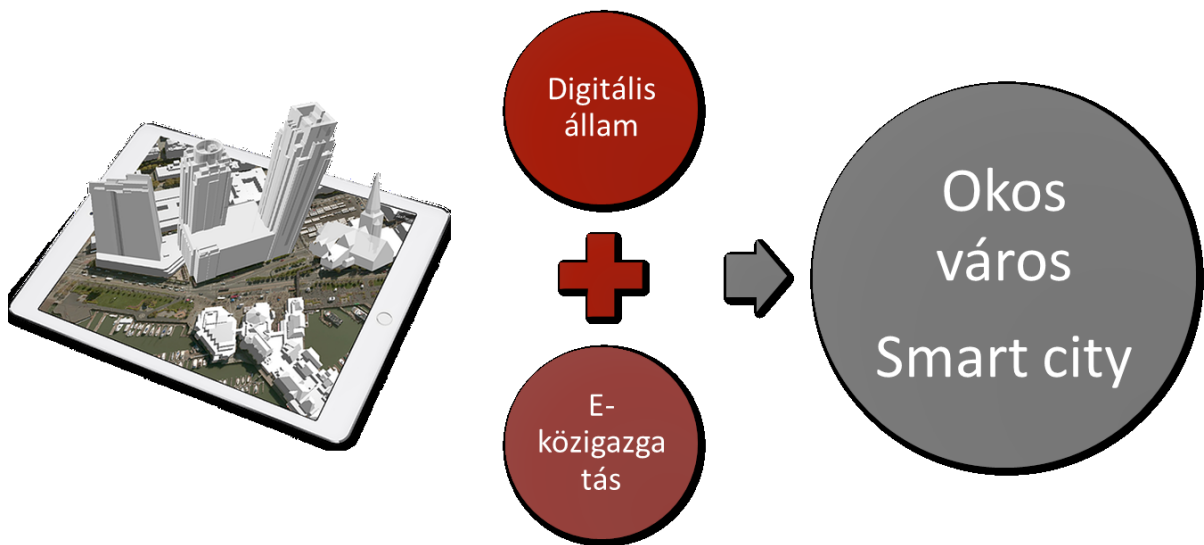
A kortárs városfejlesztésben világszerte fokozatosan egyre nagyobb szerep jut az új technológiák alkalmazásának, amelyek körülszövik, behálózzák mindennapjainkat. Akár igazgatási, akár közmű adatokról, vagy az üzleti szféra szegmenseiről, vagy akár közösségi hálózatokról legyen szó, települések fejlettségi szintjétől függetlenül egyre nagyobb területen születnek újítások, amelyek takarékosabb fenntartást, személyesebb kommunikációt, vagy nagyobb biztonságot, egyszóval javuló életminőséget ígérnek. Az új technológiai eszközök, alkalmazások, a napról napra rohamos mennyiségben növekvő adatmennyiség önmagában nem jelent megoldást a települések fejlesztési és hosszútávon fenntartható kialakítására. A hosszútávon fenntartható ökológiai egyensúly, a stabil magas életminőség, a megnyugtató biztonság olyan összetett feladatrendszer, amely stratégiai szemléletet és a sokféle szereplő tartós partnerségét igényli.

A napjainkban zajló 4. ipari forradalom hatására elterjedt digitális technológiák összessége, hálózata jelentős tényező lehet a megfelelő válaszok megadásában. Az okos ökoszisztémával kapcsolatos vizsgálatom célja a Smart city, azaz az okos város fogalomrendszere köré csoportosítható fejlesztési víziók, módszerek és megoldások áttekintése, értékelése a biztonság, szűkebb értelemben a tűzbiztonság tűzvédelmi hálón keresztül történő kiterjesztésének elemzése, a lehetőségek összegzése. [120]

Az okos város, mint fogalom a 1990-es évek derekán jelent meg első ízben, részben a fenntartható növekedés, részben pedig a városirányítási rendszereket megreformálni kívánó elképzelések kapcsán. Ma az okos város programok alapvetően két meghatározó csoportra és kisebb speciális projektekre oszthatók:

1. Az öko-smart projektek, amelyek a 2000-es évektől kezdve jöttek létre, különböző zöldmezős beruházások formájában megindított minta-projektek keretében. Ezen alapvetően öko-beruházások keretében a smart megoldások teljes eszköztárát integrálni kívánták a településekbe. Ezek a projektek eltérő készültségi állapotban vannak, egységes és átfogó elemzést, messze menő következtetéseket egyelőre még nem lehet levonni a kísérleti projektek kapcsán.
2. A fenti demonstrációs projekteknél sokkal hatásosabbak a meglévő városokban átfogó stratégiaként vagy programelemként létrehozott és megvalósítani kívánt projektek. Ebben a csoportban már létező városokba, városrészekbe integrálják az okos ökoszisztémát, az intelligens közlekedéstől, az e-közműrendszeren át az e-közigazgatásig, stb. Ezekben a projektekben az adat és információ alapú innovatív technológiák kapják a főszerepet. [120]

Vizsgálatom a 2. meghatározó csoportra terjed ki, azaz a meglévő településszövetbe integrálható okos katasztrófavédelmi ökoszisztéma kialakításának fejlesztési lehetőségeire.



27. ábra *Okos város* (készítette: szerző)

### 3.5.2. Okos életkörülmények biztonsága a katasztrófavédelem által

Az okos város képes a katasztrófavédelem biztonsági komponenseinek kiterjesztésére, amely biztosítja, hogy az egyes BIM alapon tervezett és üzemeltetett épületek csoportja az adott településszövetben biztonsági zónákként jelenjen meg. A különböző digitálisan rendelkezésre álló településszerkezeti tervek különböző övezetei a BIM rendszer által biztonsági minőségekkel ruházhatók fel, amelyek csoportosítva övezeti biztonsági szinteket képeznek.

A különböző biztonsági szintekhez rendelhető kockázatok határozzák meg a veszélyességi övezetek mérhető határait, amelyeket a településrendezési eszközöknél figyelembe kellene venni. A BIM rendszernek köszönhetően, a térinformatika alkalmazásával a teljes ország lefedettségét el lehet érni, és elérhetővé lehet tenni a digitális állam keretében valamennyi szereplő számára. Ez a rendszer szolgálná az okos életkörülmények biztonságát a legalapvetőbb szinten, a településrendezés szintjén a katasztrófavédelem szempontjából. Itt már nem csak digitalizált 2D-s platformról beszélhetünk, hanem egy kiterjesztett valóságot megjelenítő és használó alkalmazások segítségével egy virtuális valóságról, amely az eddig ismert legmagasabb biztonsági szintet képes létrehozni.

### **3.5.3. Okos város fejlesztési modell és monitoring rendszer**

Az okos város fejlesztési modell az adott település integrált településfejlesztési stratégiájának részét képezi a stratégia megalkotás szempontjából, továbbá lefekteti a monitoring rendszer kereteit. Ezáltal az intelligens megoldások bevezetésével egy hosszútávú fenntarthatóság építhető fel. [121]

A biztonság kérdésének fenntarthatóságát is ezek az intelligens megoldások alapozzák meg. A hosszútávú fenntarthatóság elvén tervezett épületek rendszerelemei, intelligens épületinformációkkal modellezve, a tervezett kockázatok elemzésével racionalizálható és optimalizálható a védekezés kiépítésének mértéke. A stratégiai szinten kezelt biztonságra tervezett intelligens épített környezet monitorozható, így az esetleges kockázatnövekedések már a kezdeti fázisokban észlelhetővé válnak, és a szükséges biztonsági intézkedések korai szakaszban kezelhetők lesznek. Ezzel a metodikával megvalósul a biztonságos hosszú távú fenntarthatóság, egy okos településszövetre, okos településre kiterjesztett biztonsági irányítási rendszer alkalmazásával.

Másik fontos aspektusa a monitoring rendszer által nyert információk adatbázisban történő gyűjtésének, hogy az eredmények értékelésével az elkövetkező tervezések során a tapasztalt, mért, egzakt eredmények figyelembevételével hatékonyabb megelőzés érhető el, amely folyamatosan az információs bázis növekedésével egyre hatékonyabbá válik, azaz egy olyan folyamatosan növekedő spirált képez, amely nagy adatbázisok kiépítését teszi lehetővé. A rengeteg információ, a folyamatosan monitorozott ökoszisztéma mesterséges intelligenciával felruházva pedig öntanuló, önfejlesztő folyamatok leképzésére lesz képes. Tehát a rendszer a külső tényezők által, külső hatásokra, valamint önmagától, automatikusan is fejlődni fog.

#### **3.5.4. Okos katasztrófavédelem az okos város struktúrában**

A katasztrófavédelem megelőző és beavatkozó képességei az okos város rendszerben a hosszú távú fenntarthatóság szempontjából soha nem látott minőségre növelhetők. A térinformatikai modellek segítségével, dinamikus és digitális alaptérképek felhasználásával a településrendezés eszközeinek kialakításánál aktívan integrálható a katasztrófavédelem biztonsági szempontrendszere, amely a megelőzés első- és alappilléreként működhet.

A digitális településrendezési eszközök térinformatikai támogatottsággal 3D kiterjedésű, egzakt veszélyességi zónákra bonthatók, amely településszövetekbe az egyes épületek egyedi módon azonosítva elhelyezhetők. Az épületek információkkal kódolható, valamint információkat adó elemek összességüként helyezkednek el a digitális térképeken, digitális településszövetben.

Az egyes épületek BIM alapon történő tervezésével a legkisebb védelmi egység is, pl.: egy tűzszakasz azonosítható, követhető, ellenőrizhető hosszú távon, felhő alapú informatikai rendszereken alapuló monitoringozás útján. Ebben az infokommunikációs rendszerben különböző szereplők (hatóságok, tervezők, üzemeltetők, stb). egy térben és valós időben okos eszközök alkalmazásával bárholnapra kész információkkal rendelkeznek, amelyek birtokában a veszély legkorábban azonosított jelére a szükséges intézkedéseket képesek megtenni.

A beavatkozó tűzoltó állomány beavatkozó képességét növelni fogja a digitálisan 3D alapon azonosítható tűzoltási felvonulási területek, felvonulási utak, mint az okos közlekedés rendszerelemeinek valós idejű adatai. Az e-közműhálózat digitalizált tűzcsapjai, vagy a riasztás tényét felismerő, és a vonulás folyamatát segítő módon kísérő smart közlekedési hálózatok, amelyek irányítják a forgalmat, működtetik a jelzőlámpákat, információt szolgáltatnak mobil eszközökön megjeleníthető alkalmazásokban, stb. Az e-közműhálózat adataihoz integrálhatóvá tehetők a mértékadó tűzszakaszok adatai, amelyek meghatározzák az oltóvíz igény mértékét, és az oltóvízforrás 3D elhelyezkedését. Gyakorlatilag a ma ismert és alkalmazott TMMT-eket aktív, dinamikus módon módosítható, valós idejű okos város rendszer váltja fel, amelyre kiterjesztett tűzvédelmi háló biztosítja a szükséges információkat egy esetleges tűzoltói beavatkozáshoz.

Az okos városba integrált biztonsági háló kiterjesztésével folyamatosan egyre nagyobb területek fedhetők le, míg végül Magyarország teljes területére kiterjedhet a lefedettség. A monitoringozás által készített adatbázisok, amelyek a megelőzési paramétereket eleve tartalmazzák, a beavatkozások és beavatkozásokat követő vizsgálatok adataival olyan visszacsatolási rendszert képeznek, amely a következő tervezések fejlesztését empirikus úton nyert eredményekkel támasztja alá. A mért adatok kiterjesztése a szimulációs eszközök nyújtotta tervezési lehetőségek során validált és verifikált eredményként felhasználható a veszélyek prognosztizálásához.

A katasztrófavédelem hivatásos szervei az e-közigazgatás keretében eljárva komplex hivatalos eljárások lefolytatására is képesek lesznek, amely már az okos városok platformján történhet, a digitális állam nyújtotta informatikai infrastruktúrában.

A fentiek alapján a legkisebb épített környezeti elem (pl.: egy épület) intelligens épületinformációs tervezésével a katasztrófavédelem már a virtuális modell születésénél csatlakozik a megfelelő védelem kialakítása érdekében. Az egyes épületek településszövegei, övezetei az okos városban egységes, jól követhető és monitoringozható szisztémát alkotnak, amely az informatikai infrastruktúrának köszönhetően kiterjeszhető az egész ország területére. Adatbázisok szintjén pedig kiterjeszhető az EU azonos adatbázisaira is, amely már több száz milliós lakosság mélyen tagolt, országhatárokon átívelő biztonságát szolgálja. A katasztrófák határokon átívelő hatásai miatt ez a megoldás szolgálná a leghatékonyabb és legátfogóbb védelmi rendszer kiépítését hosszútávon.

A robotika, mint a következő információs forradalom előképe a fenti rendszerbe összefüggésszerűen integrálható, így veszélyhelyzetben a kockázatos emberi beavatkozások mértéke csökkenthető lesz. Az okos épületeken keresztül az okos városok okos ökoszisztémájába integrálható robotizált biztonsági rendszerek nagymértékben újabb lépcsőfokkal növelik majd a biztonság szintjét a katasztrófavédelem területén. A fentiek alapján igazolható, hogy ma már talán ez sem csak egy futurisztikus vízió.



### 3.5.5. Okos katasztrófavédelem és a közösségi háló

Az okos ökoszisztéma a lakosság életét és mindennapjait átszövő közösségi hálóban általános módon kiterjeszhető. A kiterjesztés eredményeként a biztonság új minősége közvetlenül eléri a lakosságot. Egy katasztrófa helyzetről, tűzvészről, veszélyhelyzetről, stb. a lakosság az okos ökoszisztéma rendszerén keresztül ellenőrzött és hiteles információkkal kerülhet ellátásra. A tájékoztatáson túl időben azonnal közölhetők a létfontosságú, majd egyéni kiegészítő információk a szükséges teendőkről, a lehetséges veszélyekről. A közvetlen kommunikáció a veszélyhelyzettel érintett közösség biztonságát szolgálja, az adott észlelést követően, a monitoring rendszereknek köszönhetően, a lehető legrövidebb időn belül. A hivatásos és az önkéntes beavatkozó állomány riasztásával egy időben a lakosságvédelmi intézkedések is már távolsági helyzetből megkezdhetők. [22] Megfelelő applikációkon keresztül a beavatkozó állomány visszajelzéseket kap a lakosság megkezdett tevékenységéről, így már a távolsági felderítés során információkat szerez a lakossági intézkedésekkel kapcsolatban, még a kárhelyszínre érkezés előtt. Ez az új távolsági, előzetes lakossági intézkedés a ma ismert és alkalmazott lakossági intézkedések új minőségét szolgáltatja. Időben jelentősen korábban megkezdhető, megfelelő applikációk alkalmazásával már egy okos készüléken keresztül minden lakosságvédelmi tájékoztatás közölhető az észlelést követő 1-2 percen belül, a riasztással párhuzamosan. A lakosság megfelelő információt kaphat a felmerült veszélyhelyzetről, annak mértékéről, a szükséges teendőkről, a lakosságvédelmi helyek, átmeneti elszállásolást biztosító helyek elhelyezkedéséről, az odajutás térképes elősegítéséről. Az esetleges kitelepítés menetét, a teendőket a térinformatikai rendszer támogatásával okos eszközökről követheti a lakosság, és egyszerűen visszajelezhet, hogy biztonságban megtörtént-e egyénenként az intézkedés végrehajtása. Az okos készülékekben található GPS hely/helyzet meghatározó- és navigációs rendszer információkkal szolgál mind a lakosság, mind a beavatkozó állomány részére. A védelmi igazgatásba integrálva az okos katasztrófavédelem rendszerét a veszélyhelyzeti központokból professzionális módon koordinálható és irányítható a veszélyelhárítás: a beavatkozás, a lakosságvédelem, később pedig a biztonságos rend visszaállítása. A teljes, átfogó védelmi igazgatás új minőségként jelenhet meg közvetlenül a lakosság köreiben. Ez a védelmi háló a kezdeti néhány perc előnyt az idő múlásával órákra, szélsőséges esetekben napokra megnövelheti, amely által több emberi élet megmentése valósulhat meg.

A fenti algoritmus alapján a tűzvédelmi használat rendszerei is átalakulnak. Egy kiürítés terv A/4-es nyomtatott, közlekedő rendszerben kihelyezett verziója helyett valós idejű információkkal képesek leszünk ellátni alkalmazásokon keresztül az adott veszélyeztetett helyen tartózkodó személyeket, akik a szükséges teendőkről élő instrukciókat kapnak mobil okos eszközökre. Tehát a tűzvédelmi-, katasztrófavédelmi háló kialakítása hosszútávon, messzemenő módon megváltoztatja a fejlett technológiai rendszereknek, és azok innovatív módon történő felhasználásának hatására nemcsak a komplex tűzbiztonságot, hanem a teljes katasztrófavédelmet is.

### **3.6. Tűzvédelmi mérnök képzés**

A fentiek alapján megállapítható, hogy az egyre bonyolultabb, összetettebb műszaki, mérnöki megoldások kialakítása, ellenőrzése, elbírálása, stb. magas szinten kvalifikált szakember gárdát, kompetens tűzvédelmi mérnököket igényel mind a civil-, mind a hivatásos szféra szegmensében. Ennek az igénye, a már napjainkban tapasztalható szakemberhiány miatt, a Belügyminisztérium részéről is felmerült, amely kapcsán Magyarország belügyminisztere kérte egy önálló tűzvédelmi mérnök képzés felállítási lehetőségének megvizsgálását. Napjainkban a magyar felsőoktatási rendszerben önálló tűzvédelmi mérnök képzés nincs. Ma a tűzvédelem, mint szakirány abszolválható, továbbá tűzvédelmi szakmérnök képzés keretében sajátítható el, már meglévő mérnöki képesítést követően. Mivel jelenleg nincs a hazai felsőoktatási intézményekben önálló tűzvédelmi mérnök képzés, ezért nem biztosított az érintett gazdasági szereplők és a katasztrófavédelem számára megfelelő minőségi és mennyiségi szakemberállomány (a Magyar Mérnöki Kamara Tűzvédelmi Tagozata szerinti évi 40-50 fő), így indokoltá vált az önálló tűzvédelmi mérnök (BSc) alapképzés létrehozása. [70]

Az alapképzési szakalapítást követően indokolt lehet egy tűzvédelmi mérnök mesterképzési szak létesítése, valamint a nem tűzvédelmi mérnök végzettségű mérnöki szakképzettséggel rendelkezők részére tűzvédelmi szakmérnök képzés bevezetése. [98]

A fenti hiány pótlása érdekében, a folyamatosan növekedő mérnöki igény kielégítésére, kompetens személyek képzése céljából 2017 óta az NKE KVI folyamatosan készíti elő az önálló tűzvédelmi mérnök alap- és mesterképzést. Ennek a folyamatnak szerves részeként a mérnöki szemléletű, alapvetően mérnöki tantárgyi program, kurzusok előkészítésében érdemben részt vettem, és veszek részt jelenleg is. A szakindítási munka folyamán a kutatásom eredményeit felhasználjuk, amely alapján a tűzvédelmi mérnöki kurzusok tematikája és tantárgyi összeállítása megtörténik.

A tűzvédelmi mérnök alapképzés létesítésével az alábbi kompetenciák érhetőek el:

- az építésügyi tűzvédelmi tervezői tevékenység folytatásához szükséges tűzvédelmi mérnöki felsőoktatási végzettség (tervezési jogosultság) megszerzését megalapozó ismeretek megszerzése;
- a tűzvédelmi szakértői tevékenység végzéséhez szükséges ismeretek megszerzése a tűzvédelmi szakterületeken (építmények tűzvédelme, tűzoltó technikai eszközök, ipari tűzvédelem, tűzvizsgálat);
- beépített tűzvédelmi berendezés tervezőre és kivitelezőre vonatkozó tűzvédelmi szakvizsga bizonyítvány megszerzéséhez kapcsolódó képesítési követelménynek való megfelelés biztosítása;
- a gazdálkodó szervezetek tűzvédelmi szakágazataiban foglalkoztatott felsőfokú szakképesítéshez kötött katasztrófavédelmi, polgári védelmi, iparbiztonsági és tűzvédelmi beosztásokhoz tartozó műszaki tervezési, szervezési, elemzési és értékelési feladatok végrehajtása.
- a hivatásos katasztrófavédelem tűzoltósági és ügyeleti szakterületén, az önkormányzati, a létesítményi tűzoltóságok, illetve az önkéntes tűzoltó egyesületek tűzvédelmi szakbeosztásaiban végrehajtandó műszaki mérnöki feladatok ellátása.

A tűzvédelmi mérnök képzésben érintett építmények tűzvédelmével kapcsolatos országos szakmai kamarák, amelyekkel történő együttműködés indokolt:

- a Magyar Mérnöki Kamara Tűzvédelmi Szakmai Tagozata,
- a Magyar Mérnöki Kamara Beépített Tűzvédelmi Berendezések Tagozata,
- a Magyar Építész Kamara Tűzvédelmi Tagozata,
- az Építőipari Vállalkozók Országos Szövetsége.

Az országos kamarák képviselik az építésügyi tűzvédelmi tervezői tevékenység és a tűzvédelmi szakértői tevékenységekkel kapcsolatos képzési követelményeket.

A tűzvédelmi mérnök képzés alapvetően három ismeretanyag csoportra bontható:

1. alapozó ismeretek:
  - 1.1.1. természettudományi-,
  - 1.1.2. gazdasági-,

- 1.1.3. humán ismeretek
2. szakmai törzsanyag ismeretei:
  - 2.1.1. általános műszaki alapozó ismeretek
  - 2.1.2. tűzvédelmi műszaki alapozó ismeretek
3. differenciált szakmai ismeretek:
  - 3.1.1. általános tűzvédelmi mérnöki ismeretek
  - 3.1.2. ipari tűzvédelmi mérnöki ismeretek

A 3. fő csoportba, azaz a tűzvédelmi mérnöki szakmai tantárgyak csoportjában tervezett tantárgyak többek között:

- létesítés és használat tűzvédelme, azaz a *tűzmegeelőzés*
- tűzvédelmi tervezés:
  - építészeti tűzvédelem
  - beépített automatikus tűzjelző rendszerek
  - beépített automatikus tűzoltó rendszerek
  - hő- és füst elleni védelem rendszerei
- tűzeseti diagnosztika és rekonstrukció
- tűzvédelmi mérnöki módszerek:
  - számítógéppel segített BIM tervezés
  - számítógépes szimulációk

Tehát a napjainkban a civil szférában tapasztalt mérnöki igények, a katasztrófavédelmi szervek hivatásos munkatársainak mérnöki kompetenciával történő fejlesztése, továbbá a kutatásomban összegzettek alapján megállapítható, hogy a fent összefoglalt tűzvédelmi mérnök képzés kialakítása szükséges és elengedhetetlen a fejlődés fenntartása érdekében. [98]

### **3.7. Komplex tűzvédelem a tűzvédelmi hálóban**

A katasztrófavédelemben a komplex tűzvédelem a szereplők nagymértékű heterogenitása és az épület-ember-tűz paraméter hármas egymásra hatásának időbeli dinamikus változása olyan kritikus kockázatú fehér foltokat okoz egy épület teljes életciklusát tekintve, amelyek jelentős mértékben csökkentik az épület tűzbiztonságát. Megállapítható, hogy mérnöki

módszerek innovatív és kombinált alkalmazásával – az egyedi tűzvédelmi kérdések megoldásán túl – a tűzvizsgálat mérnöki eredményei és tapasztalatai alapján kockázatos időszakok és helyek határozhatók meg, amelyekre egzakt módon tervezhető a használat. Ez a módszer az **innovatív mérnöki módszer**, amely egy szerteágazó, korszerű számítógéppel segített elemző, értékelő módszer. A 3D BIM alapú tervezéssel és a felhő alapú korszerű infokommunikációs rendszerek alkalmazásával aktívvá tehetjük a passzív tűzvédelmi eszközeinket. [4]

A fentiek alapján gyakorlatilag az aktív, vagy reaktív módon alkalmazott passzív tűzvédelmi rendszerek működtetésével egy új típusú dinamikus használati szabályrendszer alakul ki, amely folytonosan biztosítja egy épület teljes életciklusán át a biztonságot. A komplex tűzvédelem szereplői a digitális állam rendszerében virtuális módon egy térben és időben tevékenykedhetnek, homogén módon így egy új típusú, mérnöki szemléletű **tűzvédelmi háló** szolgálhatja a biztonságot a tervezés első lépésétől a tűzoltói beavatkozás szervezésén, az ellenőrzéseken át az épület végleges elbontásáig. A mai felgyorsult világ tempóját követő tűzvédelem innovatív megvalósításához a már megkezdődött szemléletváltás kiszélesítésére és felgyorsítására, a **tűzvédelmi képzés** tudatos **mérnöki szemléletű** átalakítására van szükség.

Albert Einstein gondolata nyomán: a katasztrófavédelem és az általa nyújtott tűzbiztonság, amit létrehoztunk, gondolkodásunk eredménye. Nem lehet megváltoztatni, megújítani kizárólag jogszabályokkal, csak akkor, ha gondolkodásunkat, szemléletünket is megváltoztatjuk. Ennek egzakt módon járható útja a tudományos alapokon nyugvó megoldások keresése.

A katasztrófavédelem fejlesztésének lehetőségét az innovatív mérnöki módszereken alapuló **komplex tűzvédelem** fejlesztésében látom, amely létrehozható a digitális állam keretein belül a rendelkezésre álló infokommunikációs eszközök alkalmazásával. A komplex tűzvédelem megvalósulásával a katasztrófavédelem egy új minősége jönne létre, amely a biztonságot egy magasabb szintre emelné.

A rendszer okos városok programban történő megvalósítása és kiterjesztése egy átfogó, egységes katasztrófavédelmi háló kialakítását képezné, amely Magyarország teljes területén szolgálná a biztonságot. A digitális állam struktúrájában monitoringozás útján empirikus módon nyert, mesterséges intelligenciával bővített egzakt adatbázisok megosztásával az Európai Unió teljes területére kiterjeszhető **katasztrófavédelmi háló** hozható létre. [79]

### **3.8. A fejezet eredményeinek összefoglalása, az elvégzett vizsgálat tömör leírása, részkövetkeztetések**

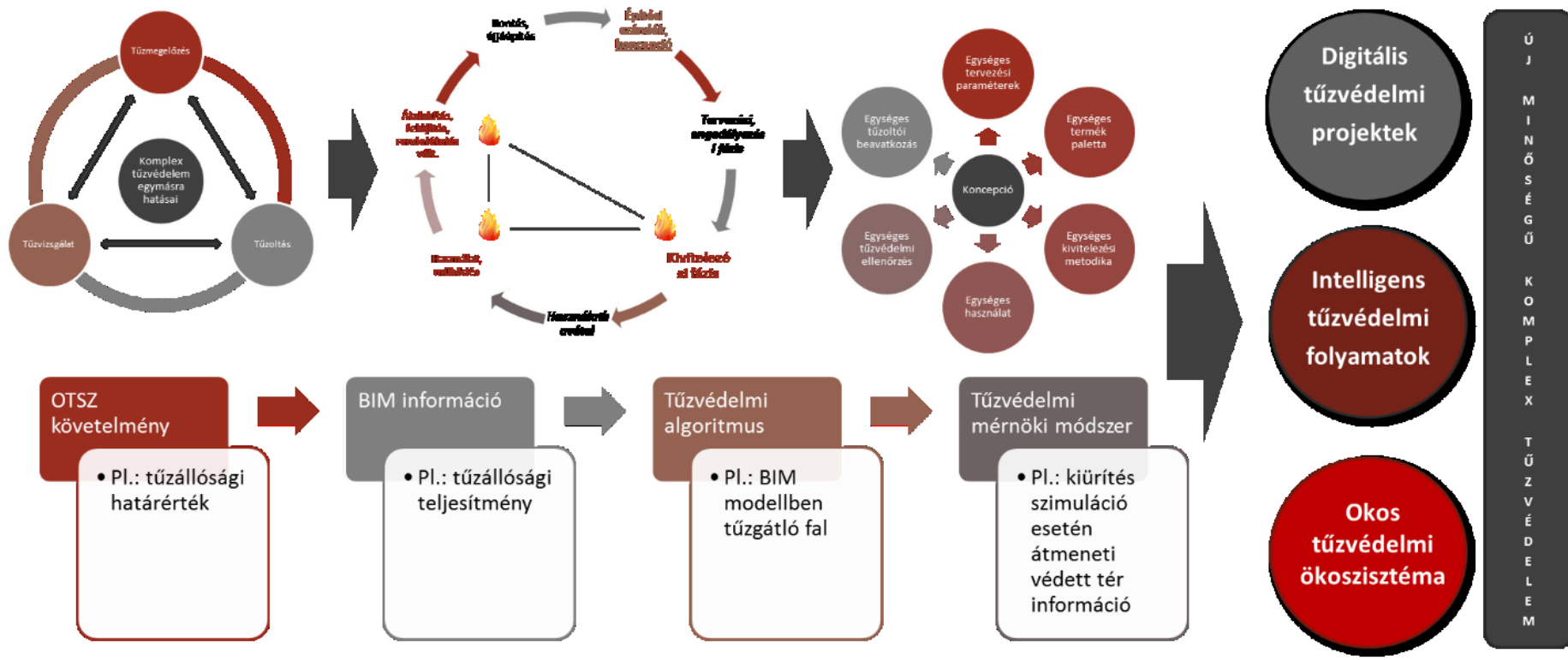
Az utolsó fejezetben arra a kérdésre kerestem a választ, hogy hol alkalmazható az a metodika, amit az első fejezetben definiáltam, a másodikban meghatároztam a megvalósításának módszertanát és eszközrendszerét. A választ a 4. ipari forradalom vívmányaként létrehozott virtuális informatikai rendszerek fogalomköre és az épített környezet határfelületén, az új lehetőségek tárházát tartogató okos ökoszisztémában: okos épületekben, okos városokban, digitális állam keretei között fedeztem fel vizsgálataim eredményeként.

Levezettem, hogy innovatív mérnöki módszer alkalmazásával az épületek teljes életciklusára kiható, hosszútávon fenntartható tűzbiztonság alakítható ki, amely módszerrel megalkotott terv információi hordozhatók, dinamikusan alakíthatók a használat teljes időintervallumában. Az innovatív mérnöki módszerekkel megalkotott BIM alapú dinamikus modellekbe kódolt tűzvédelmi információk, tűzvédelmi szempontból okos épületek létrehozására alkalmasak, amelyek egy új, a napjainkban alkalmazott tűzbiztonságnál magasabb védelmi szintű, átfogóbb tűzbiztonsági minőséget alkotnak.

Igazoltam, hogy egy-egy tűzvédelmi szempontból okos épület teljes életciklusára komplexen kiterjesztett stabil tűzvédelmi egyensúlyi helyzet kialakításával egy olyan virtuális valóságot képezhetünk, amely elektronikus alkalmazásával egy **tűzvédelmi hálót** alakíthatunk ki. A kor igényeinek megfelelő, mérnöki szemléleten alapuló, komplex tűzvédelem hatékony, eredményes, és hosszútávon fenntartható megvalósításához mind a civil, mind a hivatásos tűzvédelmi szféra területén magas szinten kvalifikált tűzvédelmi mérnökök egyetemi szintű képzésére van szükség.

#### **A fentiek alapján az alábbi részkövetkeztetésre jutottam:**

Bebizonyítottam a fenti összefüggések alapján, hogy a tűzvédelmi hálóban a megfelelő tűzvédelmi mérnöki kompetenciával rendelkező szereplők egy térben (virtuális valóság) és valós időben foglalnak helyet. Ennek eredményeként mind a tervezés, a kivitelezés, a használat, a hatósági-, szakhatósági eljárások terén új, magasabb minőségű tűzbiztonság hozható létre, amely integrálható napjaink katasztrófavédelmi átfogó rendszerébe. **(3. számú tudományos eredmény)**



28. ábra *Komplex tűzvédelmi módszer* (készítette: szerző)

# ÖSSZEGZÉS

## ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK

1. A heterogén tűzvédelem épületek teljes életciklusát átfogó, tűzvédelmi szempontból kritikus időbeli egységeket feltáró, az épületek tűzvédelmi egyensúlyi állapotait kezelő, használatorientált tűzvédelmi koncepció fejlesztésének területén:

Az első fejezetben kutatási célkitűzésem volt a komplex tűzvédelem szereplőinek időben és térben betöltött szerepének elemzése, és ebből adódóan az épületek tűzvédelmi helyzetük szerinti egyensúlyi állapotának a teljes életciklusra vonatkozó vizsgálata alapján egy-egy épület tekintetében a használatorientált, stabil egyensúlyi állapotot eredményező tűzvédelmi koncepció kialakításának analizálása. A célkitűzésemnek megfelelően a következő főbb megállapításokra és következtetésekre jutottam:

1.1. A tűzvédelem civil és hivatásos szférában elhelyezkedő szereplőinek rendszerezésével azonosítottam az adott szereplők tűzvédelemben betöltött térbeli és időbeli szerepét, amely integrálható az épületek tűzvédelmi célú életciklus elemzésébe.

1.2. Az épületek ismert, általános életciklus elemzésébe integrált tűzvédelmi célú életciklus elemzéssel feltártam, azonosítottam a tűzvédelem térben és időben heterogén szereplőinek vizsgálatával a tűzvédelmi helyzet kritikus időintervallumait, kritikus helyeit.

1.3. Azonosítottam és definiáltam a tűzvédelmi célú épület életciklus elemzés módszertanát, amellyel kiegészítettem az általános, jellemzően energetikai célú épület életciklus elemzések módszerét.

1.4. A kritikus helyek és időintervallumok ismeretében az épület-ember-tűz paraméter hármas bevezetésével felállítottam, prognosztizálhatóvá tettem az adott épület tűzvédelmi helyzetének egyensúlyi állapotát.

1.5. Adaptáltam a tűzvédelmi helyzet egyensúlyi állapotainak tényezőit, az épület-ember-tűz paraméter hármas definiálásával azonosíthatóvá tettem a tűzvédelmi helyzet egyensúlyi állapotainak szélsőértékek felé tolódásait, azaz a stabil és instabil egyensúlyi állapotok értékeit.

1.6. Az 1.1-1.5. alapján bebizonyítottam, hogy kialakítható egy, az épületek teljes életciklusát lefedő, stabil tűzvédelmi egyensúlyi állapotban lévő átfogó, használatorientált



tűzvédelmi koncepció, amely kialakításának alapvető módszertanát levezettem. *(1. számú tudományos eredmény).*

**A fentiekben összegzettek alapján igazoltnak látom az 1. hipotézisemben foglaltak teljesülését, amely szerint megalapozottnak vélem az 1. számú tudományos eredményt.**

2. A vonatkozó tűzvédelmi jogszabályi előírások szerinti számítógépes szoftverekkel segített innovatív építészeti tűzvédelmi mérnöki tervezés módszerének kutatása területén:

A második fejezetben kutatási célkitűzésemként határoztam meg egy virtuálisan felépített épületinformációs modellezéssel megalkotott épület számítógépes szoftveres szimulációval történő vizsgálatát, annak innovatív mérnöki szemlélettel történő alkalmazási lehetőségeinek, ezáltal a jelenlegi tervezési és engedélyezési gyakorlat fejlesztésének elemzését. A célkitűzésemnek megfelelően az alábbi főbb megállapításokat és következtetéseket vontam le:

2.1. Igazoltam, hogy a napjainkban alkalmazott ún. mérnöki módszerek tűzvédelmi területen történő felhasználása nem kezeli komplex módon, az épületek teljes életciklusára kiterjedően egy átfogó tűzvédelmi koncepció szerinti kialakítás megvalósítását. Sok esetben részfeladatok speciális, jellemzően a vonatkozó tűzvédelmi előírásokhoz képest kedvezőbb kialakításának céljából alkalmazzák a mérnöki megoldásokat, amely hatására felborul egyes épületek egységes tűzvédelmi koncepciója.

2.2. A 3D képességekkel ellátott, számítógéppel segített szoftveres tervező és modellező, CAD alapú épületinformációs modellezés (BIM) gyakorlati alkalmazása során tervezhetők, megvalósíthatók virtuális modellben a vonatkozó tűzvédelmi jogszabályok által előírt tűzvédelmi paraméterek.

2.3. A validált és verifikált tűzvédelmi mérnöki módszerek teljes mértékben BIM modellként történő felhasználásával, a tűzmelegelőzés-tűzoltás-tűzvizsgálat valós egymásra hatásainak eredményeként értékelt és létrehozott adatbázisainak, továbbá használatorientált tervezési metodikáinak végrehajtásával a napjaink gyakorlatában elterjedt és alkalmazott mérnöki módszerekhez képest pontosabb eredményeket alkothatnak a tervezés során.

2.4. Az általános tűzvédelmi mérnöki tervezést segítő szoftverek speciálisan használatorientált alkalmazása, azaz a kvantitatív módon elért eredmények kvalitatív módszerekkel elmélyített minőségi elemzéséből fakadó adatbázisok létrehozásával egyedi

építészeti terek tűzvédelmi szempontú, valóságához közelálló modellezése is megvalósítható szimulációs eljárásokkal.

2.5. A BIM alapú tűzvédelmi jogszabályi követelményekkel ellátott dinamikusan használható modellek lehetővé teszik a tűzvédelmi algoritmusok alkalmazását, amelyek komplex algoritmikus tervezést tesznek lehetővé a tűzvédelmi tervezés folyamatában.

2.6. A 2.1-2.5. alapján levezetem, hogy az algoritmikus tűzvédelmi paraméterekkel kódolt, valamint az egyedi módon, számítógéppel segített, validált, verifikált tűzvédelmi célú szimulációs szoftverekkel készített dinamikusan kezelhető BIM modellek alkalmazásával egy új, a jelenlegi mérnöki eljárásokhoz képest pontosabb, követhetőbb, átláthatóbb, ezáltal jobb minőségű, tehát tűzvédelmi szempontból biztonságosabb innovatív mérnöki módszer fejleszhető. *(2. számú tudományos eredmény)*

**A fentiekben összegzettek alapján igazoltnak vélem a 2. hipotézisemben foglaltak teljesülését, amely szerint megalapozottnak látom a 2. számú tudományos eredményt.**

3. A digitális állam keretei között, az e-közigazgatás vonatkozó rendszereiben zajló, hazai tűzvédelmi hatósági- és szakhatósági eljárások újszerű rendjének, valamint az innovatív mérnöki módszerekkel létrehozott okos épületek tűzbiztonságának innovatív rendszerekben rejlő tűzvédelmi háló kifejlesztésének, és az okos városok programba illeszthetőségét kutatása területén:

A harmadik fejezetben kutatási célként tűztem ki a hazai tűzvédelmi hatósági- és szakhatósági eljárások, modern informatikai alapokon nyugvó, az innovatív mérnöki módszerekkel létrehozott okos épületek tűzbiztonságának innovatív rendszerekben rejlő lehetőségeit alkalmazó, tűzvédelmi háló kifejlesztése által, és az okos városok programba illeszthetősége révén létrehozható új típus rendjének vizsgálatát, a gyakorlati felhasználás céljából. A célkitűzésemnek megfelelően az alább felsorolt főbb megállapításokra és következtetésekre jutottam:

3.1. Az innovatív mérnöki módszer alkalmazásával az épületek teljes életciklusára kiható, hosszútávon fenntartható tűzbiztonság alakítható ki, amely eljárás alapján megalkotott terv információi hordozhatók, dinamikusan alakíthatók a használat teljes időintervallumában.

3.2. Az innovatív mérnöki módszerekkel megalkotott BIM alapú dinamikus modellekbe kódolt tűzvédelmi információk tűzvédelmi szempontból okos épületek létrehozására

alkalmasak, amelyek egy új, a napjainkban alkalmazott tűzbiztonságnál magasabb védelmi szintű, átfogóbb tűzbiztonsági minőséget alkotnak.

3.3. Egy-egy tűzvédelmi szempontból okos épület teljes életciklusára komplexen kiterjesztett stabil tűzvédelmi egyensúlyi helyzet kialakításával egy olyan virtuális valóság képezhető, amely elektronikus alkalmazásával egy tűzvédelmi háló alakítható ki.

3.4. A kor igényeinek megfelelő, mérnöki szemléleten alapuló komplex tűzvédelem hatékony, eredményes és hosszútávon fenntartható megvalósításához mind a civil, mind a hivatásos tűzvédelmi szféra területén magas szinten kvalifikált tűzvédelmi mérnökök egyetemi szintű képzésére van szükség.

3.5. A digitális állam keretében létrehozott, virtuális alapú információkkal felruházott, 3D formában megjeleníthető, szenzorokkal ellátott tereket képző okos épületek összessége, a szabadterek 3D leképzésével együtt okos városokat alkot, amelyre kiterjeszhető a tűzvédelmi háló, amely által a komplex tűzvédelem, tűz megelőzés – tűzoltás – tűzvizsgálat új, eddig ismert legmagasabb minősége, leghatékonyabb kialakítása és leghosszabb távon való fenntartása valósítható meg.

3.6. A 3.1-3.5. alapján azt a következtetést vontam le, hogy a tűzvédelmi hálóban a megfelelő tűzvédelmi mérnöki kompetenciával rendelkező szereplők egy térben (virtuális valóság) és valós időben foglalnak helyet, amely eredményeként mind a tervezés, mind a kivitelezés, a használat és a hatósági-, szakhatósági eljárások terén új, magasabb minőségű tűzbiztonság hozható létre, amely integrálható napjaink katasztrófavédelmi átfogó rendszerébe.

***(3. számú tudományos eredmény)***

**A fentiek szerint összegzettek alapján igazoltnak vélem a 3. hipotézisemben foglaltak teljesülését, amely szerint megalapozottnak vélem a 3. számú tudományos eredményt.**

Célkitűzés	Módszer	Következtetés
1. Teljes élekciklust lefedő tűzvédelmi koncepció felállítása	Élelciklus elemzés Összehasonlító elemzés Dedukció	Épület-Ember-Tűz paraméterhármassal bevezetésével, stabil tűzvédelmi egyensúlyi helyzet koncepcionálisan képezhető
2. Tűzvédelmi mérnöki módszer fejlesztése	Mennyiségi elemzés: 3D BIM modell alkotás, számítások, mérések, szimuláció készítés Minőségi vizsgálat: kérdőív Összefüggés vizsgálat SWOT analízis	3D BIM modellel térbeli virtuális valóság képezhető, amelyben validált és verifikált szimulációk útján innovatív mérnöki módszer alkalmazható
3. Tűzvédelem okos épületekbe való integrálása és okos városokra történő kiterjesztése	Eljárási módszerek értékelése Statisztikai elemzés Szintézis	Tűzvédelmi háló alkalmazható okos épületek tűzvédelmére, és kiterjeszhető az okos városokra

12. táblázat *Összegzett következtetések* (készítette: szerző)

## ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Az értekezés hipotézisei és célkitűzései alapján a következő **új tudományos eredményeket javaslom elfogadásra:**

1. **Feltártam**, hogy az épületek általános életciklus elemzése során a **tűzvédelmi életciklus elemzési eljárás** - amely az épület – ember – tűz paraméter hármas szélsőértékeinek elemzésén alapul - hasznos eszközül szolgál egy **átfogó, használatorientált tűzvédelmi koncepció** megalkotásához. **Bebizonyítottam**, hogy az eljárás hozzájárul egy adott épület tűzvédelmi biztonsági állapotának és **hosszútávú fenntarthatóságának** biztosításához.

2. **Konkrét javaslatot tettem** a 3D-s, BIM alapú, **innovatív mérnöki módszereknek a tűzvédelmi műszaki irányelvek** fejlesztése és bővítése területén történő, és a hatályos **tűzvédelmi szabályozás** követelményeinek megfelelő hasznosítására. **Igazoltam** továbbá, hogy az általam javasolt **innovatív mérnöki módszerek** eredményesen alkalmazhatóak az **algoritmikus, használatorientált tűzvédelmi tervezés** esetében a **tűzvédelmi mérnöki tevékenység** korszerű igényekhez igazított műszaki támogatásában.

3. **Kimutattam és levezettem**, hogy a dinamikus épületinformációkkal tervezetten rendelkező, információkat gyűjtő, adatbázisokat alkotó, információkat szolgáltatni képes, valós időben, virtuális környezetben megvalósított **tűzvédelmi háló** okos épületekben történő alkalmazása, és az okos városokra történő kiterjesztése, valamint az okos városok programba való integrálása a **tűzbiztonság magas minőségű, hosszútávon fenntartható** kialakítását szolgálja. **Igazoltam és bemutattam**, hogy az eljárás adaptálható, felhasználható a gazdasági szervezetek által az **épületek optimális üzemeltetéséhez**, valamint a hivatásos katasztrófavédelmi szervek **tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági tevékenységeinek** támogatásához egyaránt.

**Az értekezés kutatási célkitűzéseinek, hipotéziseinek és tudományos eredményeinek egymásra épülését a 10. mellékletben lévő táblázatban foglaltam össze.**

## IX. AZ ÉRTEKEZÉS AJÁNLÁSAI

Az értekezésem következtetéseinek és tudományos eredményeinek felhasználására a jogalkotóknak és a jogszabály-alkalmazóknak, a komplex tűzvédelem szereplőinek az alábbi ajánlásokat teszem:

1. Az épületek általános életciklus elemzései során a tűzvédelmi célú életciklus elemzési módszer, amely az épület – ember – tűz paraméter hármas szélsőértékeinek elemzésén alapul, hasznos módszert nyújt egy átfogó, használatorientált tűzvédelmi koncepció megalkotásához, amely az adott épület tűzvédelmi helyzetének és hosszútávú fenntarthatóságának origójaként, alapjaként szolgálhatja a tűzbiztonságot.

2. A 3D-s, BIM alapú, innovatív mérnöki módszerek alkalmazása a hatályos tűzvédelmi szabályozás keretei között hasznosítható a tűzvédelmi műszaki irányelvek fejlesztése, bővítése területén, továbbá hasznos módszert nyújt az algoritmikus, használatorientált tűzvédelmi tervezés során elsősorban a tűzvédelmi mérnöki tevékenység korszerű igényekhez mért megvalósításában.

3. A dinamikus épület információkkal tervezetten rendelkező, információkat gyűjtő, adatbázisokat alkotó, információkat szolgáltatni képes, valós időben virtuális környezetben megvalósított tűzvédelmi háló okos épületekben történő alkalmazása, valamint az okos városokra történő kiterjesztése, az okos városok programba való integrálása a tűzbiztonság magas minőségű és hosszútávon fenntartható kialakítását szolgálhatja mind a civil használat, az épületek üzemeltetése, mind a hivatásos katasztrófavédelmi szervek tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági tevékenységei tekintetében.

## **X. A KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA**

A kutatómunka kutatási eredményeit az alábbiak szerint javasolom felhasználni:

1. Az értekezés különböző részei felhasználhatók a tűzvédelmi mérnöki folyamatokban, tervezésben, alapot képeznek a mérnöki szemléleten alapuló műszaki eljárások fejlesztésében.

2. Az értekezés következtetései és eredményei felhasználhatók a katasztrófavédelem tűzvédelmi hatósági- szakhatósági eljárásaiban, az e-közigazgatás rendszerébe integrált módon.

3. A tűzvédelmi műszaki irányelvek készítésénél, felülvizsgálatánál felhasználhatók a disszertáció egyes részei, amelyek alapelvként és a tervezés szempontjából lehetséges módszertanként szolgálnak.

4. Az értekezés egyes következtetései és eredményei alkalmazhatóak, elsősorban tűzvédelmi szempontból, a BIM alapú tervezési módszertan kidolgozásánál, szabványosítási eljárásának aktuális kidolgozásánál.

5. Az épületek használata során, az épületfelügyeleti rendszerek alkalmazásaival, a felülvizsgálatokkal, karbantartásokkal, periodikus ellenőrzésekkel kapcsolatban felhasználhatók az értekezés különböző részei.

6. Az okos városok program megvalósítása során, az okos tűzvédelem, mint az általános biztonság egyik alappilléreként megjelenő tényező, felhasználhatók az értekezés következtetései, eredményei.

7. Az értekezés – átszerkesztést követően – alkalmas oktatási anyagként történő felhasználásra a felsőfokú, BSc, MSc szintű tűzvédelmi mérnök képzés területén.

**Taksony, 2019. január 30.**

**Érces Gergő tű. őrnagy**

## HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] Simai M.: Civilizációk és civil társadalmak a 21. század elején, *Magyar Tudomány, A Magyar Tudományos Akadémia Folyóirata*, XLVII., 2002/6. pp. 738-747.
- [2] Muhoray Á.: *Katasztrófavédelem I.*, Budapest, 2016., pp. 24-126.
- [3] Mógor J.: *Katasztrófavédelem*, Budapest, 2009., pp. 398., ISBN: 9789632950198
- [4] Magyarország alaptörvénye (2011. április 25.).  
[https://www.net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=A1100425.ATV](https://www.net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A1100425.ATV). (letöltés dátuma: 2016. 10.11.)
- [5] Érces G.: Tűzvédelmi háló, *Védelem Tudomány* 1:(2) pp. 472-496. (2016),  
<http://www.vedelemtudomany.hu/articles/03-erces.pdf>
- [6] 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról
- [7] Schweickhardt G.: Katasztrófavédelmi Igazgatás rendszer változásai 1976-tól napjainkig különös tekintettel a védelemben résztvevő szervezetekre, *Katonai Jogi és Hadijog Szemle* 2: (1) pp. 123-170.
- [8] 1997. évi LXXVIII. törvény Az épített környezet alakításáról és védelméről
- [9] 2016. évi CL. törvény az általános közigazgatási rendtartásról
- [10] 54/2014. (XII. 5.) BM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzat
- [11] Érces F.: *Új időszámítás a tűz megelőzésben*, In: Restás Ágoston, Urbán Anett (szerk.): Tűzoltó Szakmai Napok 2016. 186 p. Konferencia helye, ideje: Szentendre, Magyarország, 2016.03.02 Budapest: BM OKF, 2016. (ISBN:978-615-80429-0-1)
- [12] Badonszki Cs. – Szikra Cs. – Szilágyi Cs.: Tűzvédelmi mérnöki módszerek a világban – a szomszéd rétje, *Katasztrófavédelmi Szemle*, 20 4 (2013) 31-34.
- [13] Bleszity J., Földi L., Haig Zs., Nemeslaki A., Restás Á.: Műszaki kutatások és hatékony kormányzás, *Hadmérnök*, 2016., 11:(3) pp. 221-242.
- [14] Occhialini, M., Bernardini, G., Ferracuti, F., Iarlori, S., D’Orazio, M., Longhi, S.: The use of neurological activity analysis for quantitative evaluations on their perceptiveness in a virtual environment, *Fire Safety Journal* 82 (2016) pp.63-75.
- [15] A Kormány 2014-2020 közötti Közigazgatási- és Köszolgáltatás-fejlesztési Stratégiája,  
[http://www.kormany.hu/download/8/42/40000/K%C3%B6zigazgat%C3%A1s\\_feljleszt%C3%A9si\\_strat%C3%A9gia\\_.pdf](http://www.kormany.hu/download/8/42/40000/K%C3%B6zigazgat%C3%A1s_feljleszt%C3%A9si_strat%C3%A9gia_.pdf), (letöltés dátuma: 2017. 02. 10.)



- [16] 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről a műszaki mentésről és a tűzoltóságról
- [17] Szent István törvényei, <https://www.arcanum.hu/hu/online-kiadvanyok/MagyarNemzetTortenete-a-magyar-nemzet-tortenete-9A23/szilagi-sandor-a-magyar-nemzet-tortenete-21F2/> (letöltés dátuma: 2017. 02. 10.)
- [18] Majtényi M.: A műszaki irányelv mint az építésügyi műszaki szabályozás nagy lehetősége, Magyar Építéstechnika, <http://www.magyarepitestechnika.hu/index.php/2017-8-9/4054-a-muszaki-iranyelv-mint-az-epitesuegyi-muszaki-szabalyozas-nagy-lehetosege> (letöltés dátuma: 2017. 11. 15.)
- [19] 9/2018. BM OKF Főigazgatói Intézkedés, Hatósági kódex
- [20] Hadnagy I.: A tűzmegeelőzés fejlődése napjainkig (2007. évi Balogh Imre pályázatra készült tanulmány), <https://docplayer.hu/20787588/-A-tuzmegelozes-fejlodesenapjainkig-irta-dr-hadnagy-imre-jozsef.html> (A letöltés dátuma: 2016. október 11.)
- [21] Erdős A.: Európai nagyvárosok tűzvédelmi rendszere I., *Védelem* 7 2 (2000), pp. 45-46.
- [22] Endrődi I.: *A katasztrófavédelem feladat-, és szervezet rendszere*, Budapest, Nemzeti Közszoigalati Egyetem Vezető- és Továbbképzési Intézet, pp. 91.
- [23] Bleszity J., Zelenák M.: *A tűzoltás taktikája*, Budapest, BM Kiadó, 1989, pp. 170.
- [24] Bérczi L.: A tűzvédelem a katasztrófavédelem rendszerében, *Új Magyar Közigazgatás* 5: (6) pp. 2-8.
- [25] Cziva O.: Task of IC with hazardous materials, *Védelem, Katasztrófa- és Tűzvédelmi Szemle*, 16: (2), 2010. pp. 1-5.
- [26] Restás Á.: A tűzoltásvezetők döntései – elméleti szempontból, *Védelem - Katasztrófa- Tűz- és Polgári Védelmi Szemle* 20: (3) pp. 5-10.
- [27] Pántya P.: Füsttel telített, zárt terekben történő tűzoltói beavatkozások vizsgálata a biztonság szempontjából, *Bolyai Szemle* XXII. évf. 3. 2013. pp. 47-58.
- [28] Komjáthy L.: Műemlékek tűzvédelme – Tűzoltásra hangolva?, *Védelem Katasztrófavédelmi Szemle*, XX: (5) pp. 45-47.
- [29] Kuti R., Zólyomi G.: A tüzesetek során képződő füst veszélyei, *Védelem Tudomány*, III. (2) 2018. pp. 67-76.
- [30] Hesz J.: A műveletirányítás, mint a mentő tűzvédelem és a katasztrófavédelem alapeleme, *Flórián Pess*, 26: (5) 2017., pp. 6-14.

- [31] Kanyó F., Bauer M.: A tűzoltók fizikai állapotfelmérésének új alapjai, <http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/206-a-tuzoltok-fizikai-allapotfelmeresek-uj-alapjai.pdf> (letöltés dátuma: 2016. 10. 15.)
- [32] Takács L. G.: A tűzszakaszok kialakítása – tűzgátlási célok, tűzterjedési módok és tűzterjedést gátló szerkezetek osztályozása, <https://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/259-a-tuzszakaszok-kialakitasa-tuzgatlasi-celok-tuzterjedesi-modok-es-tuzterjedest-gatlo-szerkezetek-osztalyozasa.pdf> (A letöltés dátuma: 2016. március 16.)
- [33] Beda L.: *Épületek tűzbiztonságának műszaki értékelése*, Doktori értekezés, ZMNE, KMDI, 2004.
- [34] Beda L.: Gondolatok az épületek tűzbiztonságáról, *Magyar Építőipar*, 2011 (3) pp. 94-98.
- [35] Kerekes Zs., Lublós É.: Effect of thermal transformation and stability on the flammability of PAN precursors-based carbon fibres, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 132: (3), 2018, pp. 1449-1457.
- [36] Bánky T.: Új fejlesztési irányok a nyílásos homlokzatok tűzterjedési jellemzőinek vizsgálati meghatározásában, [http://www.vedelem.hu/files/UserFiles/File/konf2012/tszvsz/banky\\_t.pdf](http://www.vedelem.hu/files/UserFiles/File/konf2012/tszvsz/banky_t.pdf) (A letöltés dátuma: 2017. február 10.)
- [37] Zoltán F.: Hő- és füstelvezető: tervezés, kivitelezés, felülvizsgálat, karbantartás csak tűzvédelmi szakvizsgálattal, *Védelem*, XVIII. (2), 2011. pp. 15-16.
- [38] Göndör T., Nagy B.: *Tűzvédelem*, BME Mérnöktoábbképző Intézet, Budapest, 2004., pp. 106, ISBN: 963-431-797-9
- [39] Kövesdy L.: *Tűzvédelem I-IV.*, Szabványkiadó, Budapest, kötettség: 46-49, 1981., ISBN: 963-402-201-4
- [40] Bartha I., Fentor L.: *A tűzvizsgálat alapjai*, Fővárosi Tűzoltó-parancsnokság, Budapest, 2006.
- [41] Nagy L.: *A tűzvizsgálat taktikája*, Fővárosi Tűzoltó-parancsnokság, Budapest, 2010.
- [42] Érces G.: *Otthon jellegű létesítmények tűzvizsgálata*, in: Érces G., Kiss R., Nagy L. Z., Restás Á. (Szerk.) *Alkalmazott Tűzvizsgálat I.*, Budapest: Dialóg Campus Kiadó, 2017. pp. 200., ISBN: 978-615-5680-26-7.
- [43] Hurley, M.: *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 5th edition, Springer, ISBN-13: 978-1493925643

- [44] Klinoff, R. W.: *Introduction to Fire Protection*, 4th edition, ISBN-13: 978-1439058428
- [45] Sen, B. M.: *Fire Protection and Prevention: The Essential Handbook Volume*, 2013
- [46] Dehaan, J. D., Icové, D. J., Haynes, G. A.: *Forensic Fire Scene Reconstruction*, Prentice Hall, 2012.
- [47] Grant, C. E., Pagni, P. J.: *Fire Safety Science*, Hemisphere Publishing Co., 1986.
- [48] Kircher, F.: *Vorbeugender Brandschutz*, Die Roten Hefte, Band 75, Kohlhammer, 2008, ISBN-13: 978-3170169968
- [49] Bock, H. M., Klement, E.: *Brandschutz-Praxis für Architekten und Ingenieure: Brandschutzvorschriften und aktuelle Planungsbeispiele*, Bauwerk, 2016, ISBN-13: 978-3410247463
- [50] Klingsohr, K., Messerer, J., Bachmeier P.: *Vorbeugender baulicher Brandschutz*, Kohlhammer, 2012., ISBN-13: 978-3170219106
- [51] Schneider, U., Kolb, T.: *Ingenieurmethoden im Baulichen Brandschutz*, Expert-Verlag, 2017., ISBN: 3816933458
- [52] Law, A.: The role of modelling in structural fire engineering design, *Fire Safety Journal* 80 (2016) pp.89-94.
- [53] Tancogne-Dejean, M., Laclémence, P.: Fire risk perception and building evacuation by vulnerable persons: Points of view of lay persons, fire victims and experts, *Fire Safety Journal* 80 (2016) pp. 9-19.
- [54] Haghani, M., Sarvi, M.: Human exit choice in crowded built environments: Investigating underlying behavioural differences between normal egress and emergency evacuations, *Fire Safety Journal* 85 (2016) pp. 1-9.
- [55] Balogh T., Vigh G., L.: Complex and comprehensive method for reliability calculation of structures under fire exposure, *Fire Safety Journal* 86 (2016) pp.41-52.
- [56] Maluk, C., Woodrow, M., Torero, J. L.: The potential of integrating fire safety in modern building design, *Fire Safety Journal* 88 (2017) pp.104-112.
- [57] Zhang, X., Lia, X., Mehaffey, J., Hadjisophocleous, G.: A probability-based Monte Carlo life-risk analysis model for fire, *Fire Safety Journal* 89 (2017) pp.51-62.
- [58] Östman, B., Brandon, D., Frantzich, H.: Fire safety engineering in timber buildings, *Fire Safety Journal* 91 (2017) pp. 11-20.

- [59] Haig Zs.-Kovács L.-Munk S.-Ványa L., Szerk.: Kovács L., Szerk.: Tózsza I.: *Az infokommunikációs technológia hatása a hadtudományokra*, Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 173 p.
- [60] Maliosz M.: Felhő alapú hálózatok, <http://www.tmit.bme.hu/vitmma02-2015> (A letöltés dátuma: 2016. 03.18.)
- [61] Fritts M.: A BIM jövője, <http://mabim.hu/a-bim-jovoje/> (A letöltés dátuma: 2016. 04. 30.)
- [62] <http://okosvaros.lechnerkozpont.hu/hu> (A letöltés dátuma: 2017. 09.30.)
- [63] <http://digitalismagyarorszag.kormany.hu/europai-digitalis-menetrend> (A letöltés dátuma: 2017. 09.18.)
- [64] [http://www.kormany.hu/download/0/05/50000/E-k%C3%B6zigazgat%C3%A1si\\_keretrendszer\\_koncepci%C3%B3.pdf](http://www.kormany.hu/download/0/05/50000/E-k%C3%B6zigazgat%C3%A1si_keretrendszer_koncepci%C3%B3.pdf) (A letöltés dátuma: 2017. 09. 20.)
- [65] Kátai-Urbán I., Bleszity J.: Veszélyes tevékenységek nemzeti kockázatai, *Bolyai Szemle* XXIII. évf. 2. 2014. pp. 112-118.
- [66] Hoffmann I., Lévai Z., Kátai-Urbán L., Vass Gy.: Iparbiztonság Magyarországon, *Védelem Online: Tűz és Katasztrófavédelmi Szakkönyvtár* 22: (1) pp. 12.
- [67] Szakál B., Címer Zs., Kátai-Urbán L., Sárosi Gy., Vass Gy.: *Iparbiztonság I.*, Budapest, Koryrtade, pp. 113.
- [68] Vass Gy., Kátai-Urbán L., Cséplő Z.: Iparbiztonsági mérnöki kompetenciák fejlesztése a hazai felsőoktatási képzésben *Védelem Tudomány*, III. (1) 2018. pp. 71-84.
- [69] Bleszity J., Grósz Z., Pántya P., Krizsán Z.: A katasztrófavédelem szak oktatásának aktuális kérdései, *Bolyai Szemle* 2014., 23:(3) pp. 7-13.
- [70] Restás Á., Pántya P., Horváth L., Rácz S., Hesz J.: *A tűzvédelem komplex oktatása a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katasztrófavédelmi Intézetében*, In: Szerk.: Restás Á., Urbán A.: Tűzoltó Szakmai Napok 2016., Budapest, BM OKF, 2016., pp. 177-181.
- [71] Teknős L., Csepregi P., Endrődi I.: Felsőoktatási intézmények önkéntes mentőszervezeteinek jelentősége, helye, szerepe a katasztrófavédelem rendszerében, *Hadtudomány: A Magyar Hadtudományi Társaság Folyóirata* 24: (1) pp. 155-168.
- [72] Wittstock B. – Albrecht S. – Colodet C. M. – Lindner J. P.: Gebäude aus Lebenszyklusperspektive – Ökobilanzen im Bauwesen, *Bauphysik*, 2009. pp. 12-18.

- [73] Aktas C. B. – Bilec M. M.: Impact of lifetime on US residential building LCA results, *Buildings and building materials*, 2012. pp. 24-28.
- [74] Balázs L. Gy. – Lublósy É.: Tűzhatásra való méretezési lehetőségekétekintése vasbetonszerkezetek esetén, *Vasbetonépítés: A FIB Magyar Tagozat Lapja: Műszaki Folyóirat* 12:(1) (2010), pp. 14-22.
- [75] Kellenberger D. – Althaus H.: Relevance of simplifications in LCA of building components, *Building and Environment*, 2009. pp. 8-12.
- [76] Érces G.: Aktívan alkalmazott passzív tűzvédelmi rendszerek hatása az épületek tűzvédelmi életciklusában, *Védelem Tudomány* 1:(4) pp. 13-29. (2016) <http://www.vedelemtudomany.hu/articles/02-erces.pdf>
- [77] Sántha Zs.: Életciklus elemzés, [http://www.sze.hu/~mgergo/EnergiatudatosEpulettervezes/02\\_KORABBI\\_HALLG\\_ATOI\\_MUNKAK/2012/0327%20szs.pdf](http://www.sze.hu/~mgergo/EnergiatudatosEpulettervezes/02_KORABBI_HALLG_ATOI_MUNKAK/2012/0327%20szs.pdf) (A letöltés dátuma: 2016. október 23.)
- [78] Kiss B., Szalay Zs.: The Impact of Decisions Made in Various Architectural Design Stages on Life Cycle Assessment Results, *Applied Mechanics and Materials*, 2017, 861: pp. 593-600.
- [79] Érces G.: Katasztrófavédelmi háló, *Rendvédelem Tudományos Folyóirat* (on-line), VII. 1. (2018), pp. 68-102. [http://www.bm-tt.hu/assets/letolt/folyoi/2018\\_1.pdf](http://www.bm-tt.hu/assets/letolt/folyoi/2018_1.pdf)
- [80] 275/2013. (VII. 16.) Korm. rendelet az építési termékek építménybe történő betervezésének és beépítésének, ennek során a teljesítmény igazolásának részletes szabályairól
- [81] Restás Á.: *Decision Making on the Spot*, In: Grzeškowiak Ł Wojciech, Kowalewski Paweł, Ratajczak Izabela, Ciorga Bartosz, Fanfarová Adelaida, Gašpercová Stanislava, Makovická Osvaldová Linda, Restás Ágoston Makovická Osvaldová Linda, Panáková Jaroslava (szerk.), *Proceedings of the 8th International Scientific Conference Wood and Fire Safety. Konferencia helye, ideje: Strbske Pleso, Szlovákia, 2016.05.08-2016.05.12.* Zilina: EDIS Zilina University Publishers, 2016. pp. 277-286., ISBN:978-80-554-1201-6
- [82] Haig Zs. – Várhegyi I.: A cybertér és a cyberhadviselés értelmezése [http://mhht.eu/hadtudomany/2008/2008\\_elektronikus/index.html](http://mhht.eu/hadtudomany/2008/2008_elektronikus/index.html) (A letöltés dátuma: 2015. 11. 17.)
- [83] Bérczi L.: A tűzvédelmi szervek felépítése, szervezete és feladatai Magyarországon, *Védelem Tudomány*, I. (2) 2016. pp. 3-18.

- [84] Varga F., Fülep Z.: Magyarország mentő tűzvédelme – javult a területi lefedettség., *Védelem Online: Tűz- és Katasztrófavédelmi Szakkönyvtár* 21: (2)
- [85] Bérczi L.: Structure, organization and duties of fire services in Hungary, *Védelem Tudomány: Katasztrófavédelmi Online Tudományos Folyóirat* I. (2) pp. 3-18. (2016)
- [86] H. Ziebs: Erfolgreiches Schutzkonzept am Beispiel Allianz Arena, *Bundesverband Technischer Brandschutz e. V. (bvfa), Feuerlöschanlagen* (2014) 6-11.
- [87] Zellei J.: Mérnöki módszerek – a tűzszimuláció alkalmazásának módszerei, *Katasztrófavédelmi Szemle*, 20 1 (2013) 23-24.
- [88] Bérczi L.: A mentő tűzvédelem diszlokációja, *Bolyai Szemle*, XXII: 3 (2003), pp. 17-28.
- [89] Bérczi L.: A tűzoltói beavatkozás biztonsága – helyszínen beépítve. *Védelem Online*, 2012. <http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/428-a-tuzoltoi-beavatkozas-biztonsaga-helyszinen-beepitve.pdf> (A letöltés dátuma: 2015. 09.03.)
- [90] Beda L. – Kerekes Zs.: *Égés- és oltáselmélet II*, Budapest, Szent István Egyetem YMMFK, 2006. 118 p.
- [91] Buchanan A. H.: *Structural Design for Fire Safety*, ISBN: 13:978 0 471 88993 9 (H/B), John Wiley & Sons, New Zealand, 421 pp.
- [92] Krause, W.: Von Abschottungen und Bandagen, *Bundesverband Technischer Brandschutz e. V. (bvfa), Baulicher Brandschutz* (2013) pp. 36-44.
- [93] [https://www.ctif.org/sites/default/files/ctif\\_report22\\_world\\_fire\\_statistics\\_2017.pdf](https://www.ctif.org/sites/default/files/ctif_report22_world_fire_statistics_2017.pdf) (A letöltés dátuma: 2018. 05.22.)
- [94] Domokos G. – Várkonyi P.: Mono-monostatic bodies: the story of the Gömböc, *In: M Kando (szerk.): Proceedings of the 6th International Conference on Global Research and Education Inter-Academia 2007*. Konferencia helye, ideje: Shizuoka, Japán, 2007.09.27-2007.09.30. Shizuoka: Shizuoka University, pp. 585-592.
- [95] <http://www.origo.hu/nagyvilag/20180327-oroszorszag-szerte-megemlekeztek-az-aldozatokrol.html> (letöltés dátuma: 2018. március 28.)
- [96] Beda L.: *Tűzmodellezés, tűzkockázat elemzés*, Szent István Egyetem YMMFK, 1999.
- [97] Teknős L.: The complexity methods of citizen emergency preparedness, *Hadmérnök*, XIII. (3) 2018. pp. 306-325.
- [98] Cséplő Z., Kátai-Urbán L., Vass Gy.: A tűzvédelmi mérnöki képzéshez szükséges szakmai feltételek vizsgálata, *Hadmérnök*, XIII. (1) 2018. pp. 153-167.
- [99] Érces G. – Restás Á.: Importance and procedure of building life cycle assessment, *Ecoterra: Journal of environmental research and protection* 14:(2) pp. 2-9. (2017)

- [100] Mohai Á., Beda L.: Gondolatok a tűzjelző berendezések hatékonyságáról, *Védelem Tudomány*, I. (4) 2016. pp. 1-12.
- [101] Simonovits A.: *Bevezetés a játékelméletbe*, BME, Matematikai Intézet egyetemi segédlet (2007) MTA Közgazdaságtudományi Kutatóközpont
- [102] Nash J. F.: Non-cooperative games, *Kuhn* (1997) 14-26. pp.
- [103] Restás Á.: The Examination of the Economical Effectiveness of Forest Fire Suppression by Using Theoretical Fire Spread Models, *Academic and Applied Research in Military and Public Management science* 2016, 15 (1) pp. 85-92.
- [104] Restás Á.: *Time Pressure and its Effect Managing Emergency Situations* In: Adam Chrzanowski, Katarzyna Dąbrowska, Katarzyna Tetlak, Agoston Restas Katarzyna Tetlak (szerk.), International Conference “SAFETY OF THE FUTURE” Human – Environment – Infrastructure. Konferencia helye, ideje: Varsó, Lengyelország, 2016.04.21 Paper W SGSP H14.
- [105] Ramachandran G.: Informative Fire Warning Systems, *Fire Technology*, 27, 1, 1991 pp. 66-81.
- [106] Noskó Zs., Komjáthy L.: Android alapú döntéstámogatás a veszélyes áruk szállításával kapcsolatos balesetknél, *Bolyai Szemle*, 2014: (3) pp. 230-235.
- [107] [http://www.hoi.de/online/HOAI\\_2013/HOAI\\_2013.php](http://www.hoi.de/online/HOAI_2013/HOAI_2013.php) (letöltés dátuma: 2018. április 28.)
- [108] Kerekes Zs.: Az építőanyagok új „Euroclass” szerinti tűzveszélyességi minősítése és hazai bevezetése, *Tudományos Közlemények*, Szent István Egyetem YMMFK 5:(1) pp. 47-57. (2008)
- [109] Szabó A., Beda L.: Modelltűz-választás valós méretű tűzoltási modellhez, *Védelem Katasztrófavédelmi Szemle* 21: (6) pp. 19-21.
- [110] Pántya P.: Eredmények a tűzoltók beavatkozási készségének növelésében, *Bolyai Szemle* XXIV. évf. 4. 2015. pp. 172-180.
- [111] Érces G. – Restás Á.: Infocommunication Based Development Opportunities in the System of Complex Fire Protection, In: Branko Savić, Verica Milanko, Mirjana Laban, Eva Mračkova, Restás Ágoston, Branka Petrović (szerk.) Book of Preceedings: МЕЂУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА БЕЗБЕДНОСНИ ИНЖЕЊЕРИНГ. 530 p., ISBN:978-86-6211-106-7
- [112] Szikra Cs., Takács L. G.: Tüzesetek vizsgálata FDS szimuláció alkalmazásával, <https://www.vedelem.hu/files/UserFiles/File/aktualis/20170228/szikra-takacs.pdf> (A letöltés dátuma: 2017. május 4.)

- [113] Zagorác M., Szabó B.: *BIM-Kézikönyv Bevezetés az épületinformációs modellezésbe*, Lechner Tudásközpont, 2018, pp. 128., <http://lechnerkozpont.hu/cikk/elerheto-az-első-magyar-bim-kezikonyv> (A letöltés dátuma: 2018. augusztus 23.)
- [114] Kreider, R. G., Messner, J. I.: *The Uses of BIM: Classifying and selecting BIM Uses*, The Pennsylvania State University, University Park, PA., USA., 2013, <http://www.bim.psu.edu> (A letöltés dátuma: 2018. augusztus 23.)
- [115] Helbing D., Farkas I. J., Vicsek T.: Simulating dynamical features of escape panic, *Nature*, 2000, 407: pp. 487-490.
- [116] Knuth, D., Schulz, S., Kietzmann, D., Stumpf, K., Schmidt, S.: Better safe than sorry - Emergency knowledge and preparedness in the German population, *Fire Safety Journal* 93 (2017) pp. 98-101.
- [117] Zerényi K.: A Likert-skála adta lehetőségek és korlátok, *Opus et Educatio*, 2016, 3: (4) pp. 470-478.
- [118] Boyce, K.: Safe evacuation for all - Fact or Fantasy? Past experiences, current understanding and future challenges, *Fire Safety Journal* 91 (2017) pp. 28-40.
- [119] [http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=tuzmegelozes\\_tmstatisztika\\_2017](http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=tuzmegelozes_tmstatisztika_2017) (A letöltés dátuma: 2018. 07.22.)
- [120] Kulcsár S., Rab J., Sárdi A., Szemerey S.: *Smart City Tudásplatform*, Lechner Tudásközpont, 2015, pp. 84.
- [121] Bakonyi P., Cinkler T., Csoknyai T., Hanák P., Kovács K., Prikler R., Rohács D., Sallai Gy.: *Smart City megoldások hat kulcsterületről*, Budapest, BME EIT, 2016., pp. 32., ISBN: 978-963-313-229-6
- [122] Érces G.: Az aktív és a passzív rendszerek megbízhatósága I., *Védelem Tudomány*, III. (2) 2018. pp. 1-22. <http://www.vedelemtudomany.hu/articles/01-erces.pdf>
- [123] Érces G., Bérczi L.: A 2017. évi tűzvizsgálati eljárások tapasztalatainak összegzése a mérnöki és kriminalisztikai alapokon nyugvó módszerek értékelésével., *Védelem Tudomány*, III. (1) 2018. pp. 1-19. <http://www.vedelemtudomany.hu/articles/01-erces-berczi.pdf>



## A TÉMAKÖRBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM

LEKTORÁLT KÖNYV, PÁLYÁZAT, JEGYZET

Könyvfejezet

- [1] Érces G.: *Oththon jellegű létesítmények tűzvizsgálata*, In: Érces G., Kiss R., Nagy L. Z., Restás Á., in: Restás Á. (Szerk.) *Alkalmazott Tűzvizsgálat I.*, Budapest: Dialóg Campus Kiadó, 2017. pp. 200., ISBN: 978-615-5680-26-7.

Nemzetközi, vagy országos tudományos pályázaton elfogadott anyag (tanulmány)

- [2] Érces G.: *A komplex tűzvédelem vizsgálata mérnöki módszerekkel történő tűzvizsgálat alkalmazásával* pp. 40-59., In: Kátai-Urbán L., Horváth H., Ronyecz L. (szerk.) Konferencia kiadvány „Katasztrófavédelmi díj” Tudományos konferencia 2015. c. tudományos rendezvényen elhangzott előadásokhoz, Budapest, BM OKF, 2015, pp. 112. (1. díj.)
- [3] Érces G.: Tűzvédelmi háló, *Védelem Tudomány*, I. (4) 2016., pp. 472-496. (1. díj.)
- [4] Érces G.: Katasztrófavédelmi háló, *Rendvédelem Tudományos Folyóirat* (on-line), VII. 1. (2018), pp. 68-102. (különdíj)

LEKTORÁLT SZAKMAI FOLYÓIRATCIKKEK

Külföldi idegen nyelvű folyóiratban

- [5] Érces G. – Restás Á.: Importance and procedure of building life cycle assessment, *Ecoterra: Journal of environmental research and protection* 14:(2) pp. 2-9. (2017)
- [6] Érces G., Restás Á.: The Assessment of the Buildings Life Cycle in the view of Fire Protection, *Zeszyty Naukowe SGSP*, 2017, 61: (1) pp. 57-69.

Magyarországon megjelenő idegen nyelvű folyóiratban

- [7] Érces G. - Bérczi L. - Rácz S.: The effects of the actively used reactive and passive fire protection systems in the view of buildings LCA with innovative fire protection methods, *Műszaki Katonai Közlöny*, XXVIII. 4 pp. 47-58. (2018)

Magyar nyelvű mértékadó folyóiratban

- [8] Érces G.: Épületek élelciklus elemzése a tűzvédelemben, *Műszaki Katonai Közlöny*, XXVI. (2) 2016., pp. 221-232.
- [9] Érces G., Bérczi L.: A 2017. évi tűzvizsgálati eljárások tapasztalatainak összegzése a mérnöki és kriminalisztikai alapokon nyugvó módszerek értékelésével, *Védelem Tudomány*, III. (1) 2018. pp. 1-19.
- [10]Érces G.: Aktívan alkalmazott passzív tűzvédelmi rendszerek hatása az épületek tűzvédelmi élelciklusában, *Védelem Tudomány*, I. (4) 2016. pp. 13-29.
- [11]Érces G.: Az aktív és a passzív rendszerek megbízhatósága I., *Védelem Tudomány*, III. (2) 2018. pp. 1-22.
- [12]Érces G.: Az aktív és a passzív rendszerek megbízhatósága II., *Védelem Tudomány*, III. (3) 2018. pp. 1-22.
- [13]Érces G., - Vass Gy.: Veszélyes Ipari Üzemek Tűzvédelme Ipari Üzemek Fenntartható Tűzbiztonságának Fejlesztési Lehetőségei a Komplex Tűzvédelem Tekintetében *Műszaki Katonai Közlöny* XXVIII. 4 (2018) pp. 2-22.
- [14]Érces G. - Komjáthy L.: Mérnöki módszerek szerepe a felszín alatti vasútvonalak tűzvédelmi helyzetének alakulásában, *Hadmérnök* XIII. 4 (2018), pp. 190-198.

NEM LEKTORÁLT SZAKMAI FOLYÓIRATCIKKEK

Magyar nyelvű cikk

- [15]Érces G., Restás Á.: A komplex tűzvédelem fejlesztése – mérnöki módszerek a tűzvizsgálatban, *Védelem – Katasztrófa – Tűz – és Polgári Védelmi Szemle*, 2016, 23: (1) pp. 19-23.

NEMZETKÖZI SZAKMAI KONFERENCIA KIADVÁNYÁBAN MEGJELENT

Lektorált idegen nyelvű előadás

- [16]Kátai-Urbán L., Érces G., Sibalin I., Vass Gy.: *Risk assessment in the field of disaster management in Hungary*, In: Branko Savic (szerk.) 13. МЕЂУНАРОДНО САВЕТОВАЊЕ РИЗИК И БЕЗБЕДНОСНИ ИНЖЕЊЕРИНГ ЗБОРНИК РАДОВА. Konferencia helye, ideje: Kopaonik, Szerbia, 2018.01.09-2018.01.11. Novi Sad: Visoka Technicka Skola (VTS), 2018. pp. 340-345. (ISBN:978-86-6211-112-8)

[17]Érces G. – Restás Á.: *Infocommunication Based Development Opportunities in the System of Complex Fire Protection*, In: Branko Savić, Verica Milanko, Mirjana Laban, Eva Mračkova, Restás Ágoston, Branka Petrović (szerk.) Book of Preceedings: МЕЂУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА БЕЗБЕДНОСНИ ИНЖЕЊЕРИНГ. 530 p., ISBN:978-86-6211-106-7

HAZAI SZAKMAI KONFERENCIA KIADVÁNYÁBAN MEGJELENT

Idegen nyelvű előadás

[18]Érces G.: Engineering methods in fire investigation, *Védelem Tudomány*, I. (2) 2016., pp. 74-92.

Magyar nyelvű előadás

[19]Érces G., Restás Á.: *Komplex tűzvédelem mérnöki módszerekkel* pp. 152-156., In: Restás Á., Urbán A. (szerk.) *Katasztrófavédelem 2015*, Budapest, BM OKF, 2015, pp. 192.

[20]Érces G., Restás Á.: *Épületek tűzvédelmi életciklus elemzése* pp. 122-127., In: Restás Á., Urbán A. (szerk.) *Tűzoltó Szakmai Napok 2016*, Budapest, BM OKF, 2016, pp. 186.

# **MELLÉKLETEK**

**1. A témához kapcsolódó jogszabályok, műszaki irányelvek és belső szabályozó eszközök jegyzéke**

1. Magyarország Alaptörvénye (2011. április 25.)
2. 2011. évi CXXVIII. törvény 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról
3. 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról
4. 1997. évi LXXVIII. törvény az épített környezet alakításáról és védelméről
5. 2016. évi CL. törvény az általános közigazgatási rendtartásról
6. A katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról szóló 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet
7. 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról
8. 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről
9. 259/2011. (XII. 7.) Korm. rendelet a tűzvédelmi hatósági feladatokat ellátó szervezetekről, a tűzvédelmi bírságról és a tűzvédelemmel foglalkozók kötelező élet- és balesetbiztosításáról
10. 531/2017. (XII. 29.) Korm. rendelet az egyes közérdeken alapuló kényszerítő indok alapján eljáró szakhatóságok kijelöléséről
11. 9/2015. (III. 25.) BM rendelet a hivatásos katasztrófavédelmi szerveknél, az önkormányzati és létesítményi tűzoltóságoknál, az önkéntes tűzoltó egyesületeknél, valamint az ez irányú szakágazatokban foglalkoztatottak szakmai képzési követelményeiről és szakmai képzéséről
12. 275/2013. (VII. 16.) Korm. rendelet az építési termék építménybe történő betervezésének és beépítésének, ennek során a teljesítmény igazolásának részletes szabályairól
13. 489/2017. (XII. 29.) Korm. rendelet a tűzvédelmi hatósági eljárások általános szabályairól

14. 490/2017. (XII. 29.) Korm. rendelet a tűzesetek vizsgálatára vonatkozó eljárási szabályokról
15. 30/1996. (XII. 6.) BM rendelet a tűzvédelmi szabályzat készítéséről
16. 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól
17. 44/2011. (XII. 5.) BM rendelet a tűzesetek vizsgálatára vonatkozó szabályokról
18. Tűzvédelmi Műszaki Irányelv: Tűzterjedés elleni védelem
19. Tűzvédelmi Műszaki Irányelv: Kiürítés
20. Tűzvédelmi Műszaki Irányelv: Hő- és füst elleni védelem
21. Tűzvédelmi Műszaki Irányelv: Tűzoltó Egységek Beavatkozását Biztosító követelmények
22. Tűzvédelmi Műszaki Irányelv: Villamos berendezések, villámvédelem és elektrosztatikus feltöltődés elleni védelem
23. Tűzvédelmi Műszaki Irányelv: Számítógépes tűz- és füstterjedés, valamint menekülési szimuláció
24. Tűzvédelmi Műszaki Irányelv: Tűzvédelmi Műszaki Megfelelőségi Kézikönyv
25. Tűzvédelmi Műszaki Irányelv: Építményszerkezetek tűzvédelmi jellemzői
26. 9/2018. BM OKF Főig. Intézkedés: Hatósági kódex
27. 6/2016. BM OKF utasítás a Tűzoltás-taktikai Szabályzat és a Műszaki Mentési Szabályzat kiadásáról

## 2. Alkalmazott rövidítések jegyzéke

<b>Kat. tv.</b>	2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról
<b>Ttv.</b>	1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról
<b>Étv.</b>	1997. évi LXXVIII. törvény az épített környezet alakításáról és védelméről
<b>ÁKR</b>	2016. évi CL. törvény az általános közigazgatási rendtartásról
<b>EÜSZ tv.</b>	2015. évi CCXXII. törvény az elektronikus ügyintézés és a bizalmi szolgáltatások általános szabályairól
<b>OTSZ</b>	54/2014. (XII. 5.) BM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzat
<b>TvMI</b>	Tűzvédelmi Műszaki Irányelv
<b>LCA</b>	Life Cycle Assessment (Életciklus elemzés)
<b>BIM</b>	Building Information Modelling (Épületinformációs modellezés)
<b>CAD</b>	Computer-aided design (számítógéppel segített tervező program)
<b>PDF/A</b>	Portable Document Format (szabványos archív hordozható dokumentum formátum)
<b>IFC</b>	Industry Foundation Classes (ipari adatot leíró modell formátum)
<b>NKE</b>	Nemzeti Közszolgálati Egyetem
<b>NKE KVI</b>	Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katasztrófavédelmi Intézet
<b>BM OKF</b>	BM Országos Katasztrófavédelmi Intézet

<b>MTA</b>	Magyar Tudományos Akadémia
<b>ÉTDR</b>	Építésügyi hatósági engedélyezési eljárásokat Támogató elektronikus Dokumentációs Rendszer
<b>BSc</b>	Bachelor of Science – egyetemi alapképzés
<b>MSc</b>	Master of Science – egyetemi mesterképzés
<b>SWOT analízis</b>	Erősségek (S), Gyengeségek (W), Lehetőségek (O), Veszélyek (T) elemzése
<b>NIS</b>	Nemzeti Infokommunikációs Stratégiában
<b>IKT</b>	Információs és Kommunikációs Technológiák
<b>SZEÜSZ</b>	Szabályozott elektronikus ügyintézési szolgáltatások
<b>Smart City</b>	Okos város
<b>GPS</b>	Global Positioning System (globális helymeghatározó rendszer)
<b>HOAI</b>	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure



## 3. Fogalomjegyzék

<b>tűz (tűzeset)</b>	az az égési folyamat, amely veszélyt jelent az életre, a testi épségre vagy az anyagi javakra, illetve azokban károsodást okoz
<b>tűz elleni védekezés: tűzvédelem</b>	a tűzesetek megelőzése, a tűzoltási feladatok ellátása, a tűzvizsgálat, valamint ezek feltételeinek biztosítása
<b>tűzmegelőzés</b>	a tüzek keletkezésének megelőzésére, továbbterjedésének megakadályozására, illetőleg a tűzoltás alapvető feltételeinek biztosítására vonatkozó, a létesítés és a használat során megtartandó tűzvédelmi jogszabályok, szabványok, hatósági előírások rendszere és az azok érvényesítésére irányuló tevékenység
<b>tűzoltási feladat</b>	a veszélyeztetett személyek mentése, a tűz terjedésének megakadályozása, az anyagi javak védelme, a tűz eloltása és a szükséges biztonsági intézkedések megtétele, továbbá a tűz közvetlen veszélyének elhárítása
<b>tűzvizsgálat</b>	a tűz keletkezési idejének, helyének és okának felderítésére irányuló hatósági tevékenység, amelynek célja olyan tűzmegelőzési, tűzoltási beavatkozási tapasztalatok megszerzése, következtetések levonása, amelyek alkalmasak a tűzmegelőzési ismeretek bővítésére és a mentési beavatkozási feltételek javítására
<b>építési termék</b>	minden olyan termék vagy készlet, amelyet azért állítottak elő és hoztak forgalomba, hogy építményekbe vagy építmények részeibe állandó jelleggel beépítsék, és amelynek teljesítménye befolyásolja az építménynek az építményekkel kapcsolatos alapvető követelmények tekintetében nyújtott teljesítményét

<b>szabvány</b>	egy elismert szabványügyi testület által ismételt vagy folyamatos alkalmazás céljára elfogadott műszaki előírás, amelynek betartása nem kötelező, és amely a következő kategóriák valamelyikébe tartozik: nemzetközi szabvány, európai szabvány, harmonizált szabvány, nemzeti szabvány
<b>teljesítménynyilatkozat</b>	az építési termék gyártója által kiállított olyan dokumentum, amely az építési termék teljesítményét a termékre vonatkozó műszaki előírásnak megfelelően, hitelesen igazolja
<b>építményszerkezet (épület- vagy műtárgyszerkezet)</b>	az építmény építési termékekből meghatározott céllal összeépített olyan eleme, amellyel szemben tűzvédelmi követelmény létezik
<b>átmeneti védett tér</b>	a tartózkodás helye szerinti építményszinten kialakított helyiség, helyiségcsoport vagy tér, amely kialakításával tűz esetén az oda menekülő vagy menekített személyek biztonságát átmenetileg, a mentés végrehajtásáig biztosítja
<b>beépített tűzjelző berendezés</b>	az építményben vagy szabadterén elhelyezett, helyhez kötött, a tűz kifejlődésének korai szakaszában észlelést, jelzést és megfelelő tűzvédelmi intézkedést önműködően végző berendezés
<b>előkészítés nélkül menthető személy</b>	olyan mozgásképtelen személy, akinek mentése előkészítés nélkül végrehajtható
<b>hő- és füstelvezetés</b>	a védett helyiségbe jutó vagy ott keletkező hő és füst szabadba vezetését biztosító megoldások összessége
<b>karbantartás</b>	mindazon intézkedések, tevékenységek összessége, amelyek célja az érintett műszaki megoldás működőképességének, hatékonyságának biztosítása, meghibásodásának megelőzése, valamint ezek dokumentálása

<b>kiürítés első szakasza</b>	a menekülés azon része, amely a tartózkodási helytől a menekülési útvonal eléréséig vagy – ha az menekülési útvonal igénybevétele nélkül biztosítható az átmeneti védett térbe vagy a biztonságos térbe jutásig tart
<b>kiürítés</b>	az épületben, speciális építményben tartózkodó személyek eltávozása, eltávolítása tűz esetén, ami magába foglalja a menekülést és a mentést
<b>kockázati egység</b>	az építmény vagy annak tűzterjedésgátlás szempontjából körülhatárolt része, amelyen belül a kockázati osztályt meghatározó körülményeket a tervezés során azonos mértékben és módon veszik figyelembe
<b>kockázati osztály</b>	a tűz esetén a veszélyeztetettséget, a bekövetkező kár, veszteség súlyosságát, a tűz következtében fellépő további veszélyek mértékét kifejező besorolás
<b>menekülésben korlátozott személy</b>	olyan személy, aki életkora – 0–10 éves vagy 65 év feletti –, értelmi vagy fizikai-egészségi állapota alapján, esetleg külső korlátozás miatt önálló menekülésre nem képes
<b>menekülésben korlátozott személyek speciális intézménye</b>	olyan, menekülésben korlátozott személyek elhelyezésére, ellátására, kezelésére, nevelésére, oktatására, gondozására szolgáló intézmény, amelyben az elhelyezett, ellátott, kezelt, nevelt, oktatott, gondozott személyek menekülési képességét az életkoron kívül egyéb tényező is kedvezőtlenül befolyásolja
<b>menekülésiútirány-jelző rendszer</b>	olyan rendszer, amely szembetűnő és félreérthetetlen információt és megfelelő vizuális utasítást biztosít a bent tartózkodók számára a terület elhagyásához vészhelyzet esetén a kijelölt menekülési útvonalon azáltal, hogy egyértelműen elrendezett vizuális eszközöket, jeleket és megjelöléseket alkalmaz

<b>menekülési útvonal</b>	a menekülő személyek által igénybe vett közlekedési útvonal, amely kialakításával tűz esetén a kiürítés második szakaszában – tömegtartózkodásra szolgáló helyiség esetén a helyiség kiürítésére szolgáló nyílászárót követő útvonalon – biztosítja a menekülő személyek biztonságát a meneküléshez szükséges időtartamig
<b>mértékadó kockázati osztály</b>	az építmény, az önálló épületrész egészére vonatkozó besorolás, amely megegyezik a kockázati egységek kockázati osztályai közül a legszigorúbbal
<b>mértékadó tűszakasz</b>	a létesítmény legnagyobb oltóvíz igényű tűszakasza
<b>önállóan menekülésre képes személy</b>	olyan menekülő személy, aki életkora, értelmi és fizikai-egészségi állapota alapján önállóan, esetleg kiegészítő irányítás mellett képes a menekülésre és menekülését nem gátolja kényszertartózkodás miatt külső korlátozás
<b>tűzállósági határérték</b>	a vonatkozó műszaki követelménynek megfelelő tűzállósági vizsgálat kezdésétől számított, a vizsgált építményszerkezet valamely tűzállósági határállapotba kerülésének eléréséig eltelt idő órában vagy percben
<b>tűzgátló alapszerkezet</b>	a tűzfal, a tűzgátló fal, a tűzgátló válaszfal és a tűzgátló födém gyűjtőfogalma
<b>tűzgátló építményszerkezet</b>	tűzterjedés elleni védelem céljából alkalmazott építményszerkezet, amely a tűz áttérjedését az általa elválasztott térrészek között meghatározott ideig meggátolja; a tűzgátló építményszerkezetek körébe tartoznak a tűzgátló alapszerkezetek, a tűzgátló lezárások és a tűzterjedés elleni gátak
<b>tűzgátló fal</b>	falszerkezet, amely az általa elválasztott tűszakaszok, önálló rendeltetési egységek vagy helyiségek között a tűz áttérjedését meghatározott ideig meggátolja

<b>tűzgátló nyílászáró</b>	a tűzgátló ajtó, ablak, kapu, függönykapu, redőnykapu, zsalu és a technológiai szállítópálya átvezető nyílását lezáró tűzgátló lezárás, amely csukott állapotban a tűz áttérjedését meghatározott ideig meggátolja
<b>tűzoltási felvonulási terület</b>	OTSZ-ben meghatározott, az építmények tűzoltására, mentésre szolgáló, a homlokzat előtt létesített, megfelelő teherbírású, szilárd burkolatú terület, amely a beavatkozáshoz szükséges tűzoltás technikai eszközök és a tűzoltóegységek rendeltetésszerű működésének feltételeit biztosítja
<b>tűzoltási felvonulási út</b>	a tűzoltási felvonulási terület megközelítésére szolgáló, megfelelő teherbírású, szilárd burkolatú, a tűzoltógépjárművek közlekedésére alkalmas út
<b>tűzszakasz</b>	az épület, a speciális építmény, a szabadtéri tárolóterület meghatározott része, amelyet a szomszédos építmény- és térrésztől tűzterjedés ellen védetten alakítanak ki
<b>tűztávolság</b>	a külön tűzszakaszba tartozó szomszédos építmények, szomszédos szabadtéri tárolási egységek, szomszédos építmény és szabadtéri tárolási egység között megengedett legkisebb, vízszintesen mért távolság
<b>tűzterjedés elleni védelem</b>	olyan megoldások összessége, amelyek folytonos alkalmazásával a tűz áttérjedése a védett építményre, építményrészre, szabadtéri tárolási egységre meggátolható; módszerei: tűztávolság, tűzgátló építményszerkezet, beépített tűzterjedésgátló berendezés, egyéb, a tűzterjedési vagy tűzállósági határértéket biztosító kialakítás
<b>tűzvédelmi műszaki megfeleléségi kézikönyv</b>	olyan tűzvédelmi dokumentáció, amely az építmény építését, átalakítását, bővítését követően a megvalósult tűzvédelmi adatokat, továbbá a használati feltételeket tartalmazza, amelyekkel az építmény tűzvédelmi szempontból biztonságosan üzemeltethető

<p><b>tűzveszélyes tevékenység</b></p>	<p>az a tevékenység, amely a környezetében lévő éghető anyag gyulladási hőmérsékletét, lobbanáspontját meghaladó hőmérséklettel, vagy nyílt lánggal, továbbá gyújtóforrásként számításba vehető izzással, parázslással, szikrázással jár</p>
<p><b>épületinformációs modellezés (BIM)</b></p>	<p>egy létesítmény fizikai és funkcionális tulajdonságainak digitális leképezése</p>
<p><b>okos város</b></p>	<p>olyan település vagy település csoport, amely természeti és épített környezetét, digitális infrastruktúráját, valamint a területén elérhető szolgáltatások minőségét és gazdasági hatékonyságát korszerű és innovatív információtechnológiák alkalmazásával, fenntartható módon, lakosainak fokozott bevonásával fejleszti</p>

#### 4. Ábrák, táblázatok és diagramok jegyzéke

##### Ábrák

1. ábra Az értekezés logikai felépítésének szerkezeti vázlata (készítette: szerző).....	29
2. ábra: LCA [77] .....	33
3. ábra Életciklus elemzés keretrendszere (készítette: szerző) .....	34
4. ábra Leltárelemzés (készítette: szerző).....	35
5. ábra Fejlesztési variációk összege az életciklus éveinek függvényében [78].....	36
6. ábra Tűzvédelmi életciklusban megjelenő potenciális tűzkeletkezési időintervallumok (készítette: szerző).....	39
7. ábra A komplex tűzvédelem szereplői (készítette: szerző).....	42
8. ábra A komplex tűzvédelem egymásra hatásai (készítette: szerző) .....	43
9. ábra Épület - Ember – Tűz (készítette: szerző) .....	48
10. ábra Kritikus helyek és időpontok (készítette: szerző).....	50
11. ábra Tűzvédelmi koncepció (készítette: szerző) .....	54
12. ábra Gömböc [94].....	56
13. ábra Tűzszakaszok elemzése (lakó és közösségi funkció) (készítette: szerző).....	64
14. ábra Tűzszakaszok elemzése (ipari és tárolási funkció) (készítette: szerző) .....	64
15. ábra Teljes életciklust lefedő komplex tűzvédelem (készítette: szerző).....	74
16. ábra Innovatív mérnöki tűzvédelem (készítette: szerző) .....	81
17. ábra Kísérleti 3D BIM modell (készítette: szerző).....	92
18. ábra Épületinformáció kódolása (készítette: szerző) .....	96
19. ábra 3D BIM metszet (készítette: szerző).....	96
20. ábra Innovatív mérnöki módszer kezdeti folyamata (készítette: szerző).....	97
21. ábra Kísérlet sorozat (készítette: szerző) .....	98
22. ábra Kiürítés szimuláció normál bölcsődei használatra (készítette: szerző).....	101
23. ábra Kiürítés szimuláció speciális használatra (készítette: szerző) .....	109
24. ábra SWOT analízis (készítette: szerző).....	113
25. ábra Tűzvédelmi háló (készítette: szerző).....	127
26. ábra Okos tűzvédelem az épületekben (készítette: szerző).....	128
27. ábra Okos város (készítette: szerző) .....	133
28. ábra Komplex tűzvédelmi módszer (készítette: szerző) .....	143

## Táblázatok

1. táblázat Az épület teljes életciklusának fő tűzvédelmi határpontjai (készítette: szerző).....	38
2. táblázat Veszélyforrások előfordulása és hatása az életciklusban (készítette: szerző).....	53
3. táblázat Veszélyforrások előfordulása az életciklusban a szereplők függvényében (készítette: szerző).....	53
4. táblázat Tűztávolság [10] (szerk.: szerző) .....	62
5. táblázat Aktív-passzív rendszerek mátrixa [102] (szerk.: szerző).....	66
6. táblázat BIM dimenziók (készítette: szerző).....	86
7. táblázat BIM dimenziók tűzvédelmi aspektusai (készítette: szerző).....	87
8. táblázat Hagyományos és BIM alapú CAD tűzvédelmi tervezés összehasonlítása (készítette: szerző).....	94
9. táblázat A kiürítés különböző módon mért eredményeinek összevetése (készítette: szerző) .....	101
10. táblázat Számított és szimulált eredmények összevetése (készítette: szerző).....	109
11. táblázat Az elmúlt 5 év tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági ügyeinek statisztikája (készítette: szerző).....	122
12. táblázat Összegzett következtetések (készítette: szerző) .....	148

## Diagramok

1. diagram A szülők épület biztonságos kiürítésével kapcsolatos véleménye (szerk.: szerző) .....	106
2. diagram A szülők önkezü mentéssel kapcsolatos elképzelése (szerk.: szerző) .....	106
3. diagram A szülők gyermekeikkel ellentétes irányú meneküléssel kapcsolatos elképzelése (szerk.: szerző) .....	107
4. diagram A szülők szülőtársukkal szemben elképzelt agresszív viselkedésének jellemzése (szerk.: szerző) .....	108
5. diagram Összefüggés vizsgálata az épület tűzbiztonsága és a szereplők agresszív viselkedése között (szerk.: szerző).....	110
6. diagram Összefüggés vizsgálata az épület tűzbiztonsága és a szereplők kiürítést elősegítő viselkedése között (szerk.: szerző) .....	111
7. diagram A tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági eljárások alakulása (szerk.: szerző) .....	122



## Képletek

1. képlet Kiürítés a rendelkezésre álló leghosszabb útvonal alapján (Kiürítés TvMI)... 100. 104
2. képlet Kiürítés a rendelkezésre álló legszűkebb keresztmetszet alapján (Kiürítés TvMI) 100, 104

## 5. Kísérleti terv tűzvédelmi műszaki leírása

### 4 gyermekszobás bölcsőde épület tudományos kísérleti tervéhez



#### Bevezetés

Az egyes közérdeken alapuló kényszerítő indok alapján eljáró szakhatóságok kijelöléséről szóló 531/2017. (XII. 29.) Korm. rendelet 4. Építésügyek 16. pontja alapján: „1. KK, MK mértékadó kockázati osztályba tartozó építmény esetén” az építtető, beruházó tűzvédelmi szakhatósági állásfoglalás beszerzésére kötelezett. A tervezett épület mértékadó kockázati osztálya KK.

*A tárgyi építési engedélyezési eljárásban a tűzvédelmi hatósági feladatokat ellátó szervezetekről, a tűzvédelmi bírságról és a tűzvédelemmel foglalkozók kötelező élet- és balesetbiztosításáról szóló 259/2011. (XII. 7.) Korm. rendelet alapján a Pest Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, Érd Katasztrófavédelmi Kirendeltség rendelkezik hatáskörrel és illetékességgel.*

A tűzvédelmi dokumentáció a hatályos 54/2014. (XII. 5.) BM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzatban (továbbiakban: OTSZ), a vonatkozó harmonizált szabványokban és a vonatkozó tűzvédelmi műszaki irányelvekben (továbbiakban: TvMI) foglalt követelmények alapján készült, a vonatkozó előírásoknak maradéktalanul megfelel.

## **Előzmény**

A kutatásom során egy tűzvédelmi szempontból összetett, de egyszerűen szemléltethető, jól átlátható épület analízisét kerestem. Ennek a célnak mind a kockázati egységek, a mértékadó kockázati osztály, a szerkezeti követelmények, az evakuálás során felmerülő menekülőképesség, stb. szempontjából egy bölcsőde épület felelt meg a legalkalmasabb tűnő módon.

A Taksonyban, az óvoda mellett jelenleg üresen álló ingatlan alkalmasnak bizonyult a tervezett kísérleti funkció elhelyezésére és a szükséges rendeltetés kiszolgálására. Az ingatlan két utca (Rákóczi u., Csokonai u.) felől is megközelíthető.

A kísérleti bölcsőde épület tervezésénél figyelembe vettem, hogy funkcionálisan ki kell elégítenie a bölcsődés gyermekek ellátására vonatkozó igényeket a hatályos jogszabályoknak és vonatkozó szabványoknak megfelelően.

## **Koncepció**

Az épület korszerű tűzvédelmi kialakítását az építészeti térbeli elrendezéssel alapvetően passzív módon, építészeti eszközökkel biztosítjuk. Az épületet egy kockázati egységként alakítjuk ki, amely összesen három tűzszakaszból fog felépülni, amelyekből a menekülési útvonal létesítése nélkül közvetlenül a szabadterbe biztonságosan elhagyható az adott épületrész. Az önálló tűzszakaszok tűzgátló módon kerülnek elválasztásra egymástól, a tűzterjedés elleni hatékony védelem kialakítása érdekében. Az épület védelmére automatikus beépített tűzjelző rendszer kiépítése követelmény, és tervezett. Az építészeti kialakításból adódóan a tűzoltói beavatkozást a teljes épület tekintetében alternatív beavatkozási pontokon keresztül biztosítjuk, több behatolási pozícióval a magasszintű tűzoltói beavatkozás megvalósítása érdekében. Tűzoltási felvonulási utat, területet nem szükséges biztosítani az épület térbeli kialakításából (elsősorban magasságából) adódóan, de a felvonulási út a csatlakozó utcákon keresztül az adott utcai homlokzati felület tekintetében szilárd útburkolaton biztosításra kerül. A legközelebbi, a Pest Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, Érd Katasztrófavédelmi Kirendeltség, Szigetszentmiklósi Hivatásos Tűzoltó-parancsnokság 9,00 km-re található a tárgyi ingatlantól, a riasztást követő kb. 12-15. percben kezdődhet meg a tűzoltói beavatkozás az épületben. A szükséges oltóvizet közterületi, földfeletti tűzcsapokról biztosítjuk, az épületben fali tűzcsapok elhelyezése követelmény. Hő- és füstelvezetés kiépítése a vonatkozó jogszabályi előírások alapján nem követelmény és nem is tervezett. Beépített automatikus tűzoltó berendezés (pl.: sprinkler rendszer) létesítése a vonatkozó jogszabályi előírások alapján nem követelmény és nem is tervezett. Az épület rendeltetése és mérete miatt TMMK készítése kötelező.

## **A tervezett létesítmény rendeltetése**

Rendeltetés: bölcsőde

Alaprendeltetés: bölcsőde

## Adatok

szintszám	földszint (egyszintes)
földszinti pv: (tervezett) :	+0,45 m
belmagasság:	változó, de min. 3,00 m
utcai terepszint (Rákóczi u.):	±0,00 m (B.f.m.: 104,30)
utcai terepszint (Csokonai u.):	±0,00 m (B.f.m.: 104,22)
udvari terepszint:	+0,43 m
alapterület összesen:	1096,58 m <sup>2</sup>

## Építmény kockázati osztályba sorolása

Az épület egy rendeltetési egység: bölcsőde. Két, egymástól jól elkülönülő épületrészből áll: A főépületrészből és a gazdasági épületrészből. A gazdasági és a bölcsőde játszóudvart egy melléképület választja el, amely az alaprendeltetéshez tartozik.

Az OTSZ 10. § (2) alapján kockázati egység lehet az önálló rendeltetési egység. Az épület a kockázati egységen belül logikus épületrészekre tagolódik, amelyek a kockázati egységen belül önálló tűzszakaszokként kerülnek kialakításra.

A kockázati egység meghatározásánál figyelembe vételre került a rendeltetés, a helyiségek befogadóképessége és az egyes helyiségek közötti helyiségkapcsolatok, a helyiségek elhelyezkedése a kijáratok szintjéhez képest, a benttartózkodó személyek menekülési képessége, helyismerete, ébrenléte, a személyek mentésének eszközigénye, a mentést segítő szükséges és rendelkezésre álló létszáma, az előállított, felhasznált, keletkező, tárolt anyagok mennyisége, tűzveszélyességi jellemzői és osztályai, olthatóságuk, az előállítás, használat, tárolás tűzveszélyességet befolyásoló körülmények, a tárolt, kiállított, bemutatott, a rendeltetéshez tartozó tevékenységgel érintett anyagok, tárgyak közösségi értékvédelmi szempontjai, továbbá azok pótolhatósága, a tevékenység körülményei, jellemző adottságai, valamint a beépített tűzjelző és tűzoltó berendezéssel való ellátottság.

### Kockázat meghatározása:

- I. kockázati egység kockázati osztálya a kockázati egység:  
legfelső építményszintjének szintmagassága alapján: +0,45 m → **NAK**  
legalsó építményszintjének szintmagassága alapján: +0,45 m → **NAK**  
legnagyobb befogadóképességű helyiségének **aula** befogadóképessége alapján:  
előcsarnok általában  $2 \text{ fő/m}^2 \times 47,16 \text{ m}^2 = 95 \text{ fő}$  → **AK**  
**(foglalkoztató befogadóképessége alapján: 14 gyermek + 2 fő = 16 fő → NAK)**
  
- II. a kockázati egységben tartózkodók menekülési képessége alapján  
bölcsőde: előkészítés nélkül menthetők → **KK**

- III. tárolási alaprendeltetés: —  
 IV. ipari, mezőgazdasági alaprendeltetés: —

A létesítmény **mértékadó kockázati osztálya: KK.**

*Az építmény befogadóképessége nem haladja meg a 3000 főt, ezért a KK mértékadó kockázati osztálynál eggyel nagyobb kockázati osztályba sorolás nem követelmény.*

### **Építményszerkezetek tűzvédelmi osztályára és tűzállósági teljesítményére vonatkozó követelmények meghatározása**

Az épület az alábbi szerkezetekből készül, az építészeti és statikai tervek alapján, a hivatalos minősítő szervezet által minősített termék alkalmazástechnikai útmutatója figyelembevételével.

Az átalakítás köre és mértéke alapján a meglévő épület tartószerkezeti elemei nem módosulnak, nem változnak.

<b>építményszerkezet</b>	<b>tűzállósági teljesítmény követelmény</b>	<b>tűzállósági teljesítmény</b>	<b>Megfelelőség</b>
teherhordó fal (38 cm és 30 cm vtg. Porotherm falazóelem)	A2 REI 30	A1 REI 60	Megfelel
teherhordó pillér: monolit vasbeton pillér <i>statikai terv szerint méretezve</i>	A2 R 30	A2 R 30	Megfelel
fedélszerkezet: monolit vasbeton zárófödémre (koporsó födém) helyezett fedélszerkezet	D	D	Megfelel
tetőfödém tartószerkezete, merevítése, valamint tetőfödém 60 kg/m <sup>2</sup> felülettömeg felett	C REI 30	A1 REI 60	Megfelel
menekülési útvonal	nem létesül, első ütemben kiüríthető	nem létesül, első ütemben kiüríthető	—

tűzgátó alapszerkezet: <i>tűzgátó fal:</i> Porotherm 30 és 25 falazóelem	A2 (R)EI 45	A1 REI 60	Megfelel
falburkolat (bölcsi)	B-s <sub>1</sub> , d <sub>0</sub>	B-s <sub>1</sub> , d <sub>0</sub>	Megfelel
mennyezetburkolat (bölcsi)	B-s <sub>1</sub> , d <sub>0</sub>	B-s <sub>1</sub> , d <sub>0</sub>	Megfelel
padlóburkolat (bölcsi)	B <sub>fl</sub> -s <sub>1</sub>	B <sub>fl</sub> -s <sub>1</sub>	Megfelel
tűzterjedés elleni gát	A2 a csatl. födémre, falra előírt köv. megegyező tűzállósági teljesítményű, max. 90	A2 a csatl. födémre, falra előírt köv. megegyező tűzállósági teljesítményű, max. 90	Megfelel
tűzgátó nyílászáró tűzgátó falban: tűzgátó ajtó, tűzgátó fix ablak	D EI <sub>2</sub> 30-C	D EI <sub>2</sub> 30-C	Megfelel
tűzgátó réskitöltő- réslezáró rendszerek	az átvezetéssel érintett szerkezettel megegyező tűzállósági teljesítményű, de max. EI 90	az átvezetéssel érintett szerkezettel megegyező tűzállósági teljesítményű, de max. EI 90	Megfelel
tűzgátó lineáris hézagtömítés	a csatl. szerkezetekre előírt köv. megegyező tűzállósági teljesítményű, de max. EI 90	a csatl. szerkezetekre előírt köv. megegyező tűzállósági teljesítményű, de max. EI 90	Megfelel
tűzgátó záróelem	EI 30	EI 30	Megfelel

Az építmény homlokzataira, a falakra 10 cm EPS hab homlokzati hőszigetelés tervezett.

A tört lemez kialakítású, monolit vasbeton födémre helyezett fa szaruzat közé tűzhatlan kőzetgyapot (A1 tűzvédelmi osztályú) hőszigetelés tervezett.

A tartószerkezetek méretezését, részletezését a tartószerkezeti, statikai munkarész tartalmazza.

A tervben szereplő konkrét termékmegnevezések műszaki jellemzők jelölésére szolgálnak, műszaki egyenértékűség mellett.



### **Az építmény elhelyezése, tűzterjedés elleni védelem**

Az épület szabadon álló módon helyezkedik el a telken.

A tervezett építmény mellett attól **6,21 m** távolságra egy vízszivattyú-ház (hrsz.: 1133/1) helyezkedik el.

Tervezett épület mértékadó kockázati osztálya: KK

A szomszédos építmény mértékadó kockázati osztálya: NAK

A két épület közötti min. tűztávolság követelmény: 6,00 m.

A tervezett távolság: 6,30 m.

**követelmény:  $6,00\text{ m} \leq$  tervezett érték:  $6,21\text{ m}$**

Tehát a **tervezett elhelyezés megfelel** a vonatkozó jogszabályi követelményeknek, a tűzterjedés a tervezett tűztávolsággal biztonságosan meggátolható.

*A másik szomszédos telken (hrsz.: 1134/2) óvoda található, amely a tervezett bölcsőde épülettől 50,10 méterre helyezkedik el.*

A tervezett építmény gépjárművek számára használható, szilárd útburkolaton tűzoltó gépjárműfecskendővel megközelíthető. Az építményhez tűzoltási felvonulási terület létesítése nem követelmény és nem is tervezett. Az épület két utca irányából is megközelíthető (Rákóczi u. – főbejárat, Csokonai u. – gazdasági bejárat).

A legközelebbi, a Pest Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, Érd Katasztrófavédelmi Kirendeltség, Szigetszentmiklósi Hivatásos Tűzoltó-parancsnokság 9,00 km-re található a tárgyi ingatlantól, a riasztást követő kb. 12-15. percben kezdődhet meg a tűzoltói beavatkozás az épületben.

### **Tűzoltáshoz szükséges oltóanyag biztosítása**

Az épület három tűzszakaszból áll.

A mértékadó tűzszakasz területe  $357,90\text{ m}^2$

A tűzszakasz mérete nagyobb, mint  $300,00\text{ m}^2$  és kisebb, mint  $500,00\text{ m}^2$ , tehát a szükséges oltóvíz intenzitás **1200 l/perc.**

Az építmény mértékadó kockázati osztálya (KK) alapján a szükséges oltóvíz intenzitást legalább **90 percen** keresztül kell biztosítani.

Min. szükséges oltóvíz mennyiség:  $1200\text{ l/perc} \times 90\text{ perc} = 108.000\text{ l} \rightarrow \mathbf{108,00\text{ m}^3}$



A tervezett építmény 100 méteres megközelítési útvonalán belül 2 db. földfeletti tűzcsap biztosítja a szükséges oltóvíz mennyiséget, egyik a Rákóczi, míg másik a Csokonai utcában (lásd. helyszínrajz). A rendelkezésre álló oltóvíz intenzitás biztosításáról szükséges beszerezni az illetékes vízművek nyilatkozatát, amelyet az elsőfokú tűzvédelmi szakhatóság felé igazolni kell.

A használatbavételi engedélyezési eljárás megkezdése előtt el kell végezni az oltóvíz intenzitás (vízmennyiség és kifolyási nyomás) biztosítását igazoló méréseket, amelyeket mérési jegyzőkönyv formájában be kell mutatni az illetékes és hatáskörrel rendelkező elsőfokú tűzvédelmi szakhatóság részére.

A tervezett épületbe az OTSZ 79. § (1) bekezdés c) pontja alapján tűzszakaszonként 1-1, összesen **3 db 30 méteres, merevtömlős, egyenként 80 liter/perc vízhozamú fali tűzcsapot** kell elhelyezni. A fali tűzcsapokat úgy kell elhelyezni, hogy az a legtávolabbi hely oltását is tudja biztosítani (a megközelítési utat figyelembe kell venni), valamint a fali tűzcsapok fedjék le a tűzszakasz teljes területét. Fali tűzcsapok az MSZ –EN 671-1 szerint létesülnek, egy fali tűzcsap egyidejűséggel számolva, 80 liter/perc vízhozam lesz biztosítva tűzcsaponként. A tűzcsapnál a hálózati nyomás biztosítja a szükséges 2.0 bar kifolyási nyomást, ami a legkedvezőtlenebb helyen beépített nyomásmérővel ellenőrizhető. A fali tűzcsapokhoz utánvilágító biztonsági jeleket kell elhelyezni 2-2,5 m magasságban. A fali tűzcsapok kivitelezését követően a kivitelező köteles nyomáspróbát és teljesítménymérést – az egyidejűség figyelembevételével – végezni vagy végeztetni, és annak eredményét a megrendelő részére igazolni.

A fali tűzcsap kialakítását a kiviteli tervezés során az elsőfokú tűzvédelmi szakhatósággal egyeztetni kell.

A tervezett építmény beépített tűzoltó berendezéssel történő védelme nem követelmény, nem szükséges és nem is tervezett.

## **Tűzjelzés**

A tervezett épületbe az OTSZ 154. § (1) bekezdése és a 14. melléklet 12. pontja alapján beépített, analóg, címezhető automatikus tűzjelző berendezést kell létesíteni. A tűzjelző berendezés létesítésének és használatbavételének engedélyezése nem része az építési engedélyezési eljárásnak, azt külön hatósági eljárások keretében, az illetékességgel és hatáskörrel rendelkező elsőfokú tűzvédelmi hatóságnál kell lefolytatni, a használatbavételi engedélyezési eljárás megkezdését megelőzően. A tűzjelző berendezés létesítési dokumentációját külön szakirányú, jogosultsággal rendelkező tervezővel kell elkészíttetni. A tűzjelző berendezésnek vezérelnie kell az aktív módon alkalmazott passzív tűzvédelmi eszközöket (pl.: nyitott állapotban rögzített tűzterjedés gátló szerkezet: tűzgátló ajtó).

A tűzjelző berendezés-, a vezérlések kialakítását, a kiviteli tervezés fázisában egyeztetni kell az elsőfokú tűzvédelmi hatósággal.

Az építményben esetlegesen keletkezett tűz jelzése a hivatásos tűzoltóság felé mobil telefonnal történik.

## **Villámvédelem**

Az építmény kialakítása miatt szükséges a villámvédelem a vonatkozó szakági terv alapján. A villámcsapások hatásaival szembeni védelmet norma szerinti villámvédelemmel kell biztosítani.

Az OTSZ 142. § (1) alapján: Villámvédelmet kell létesíteni a 12. mellékletben foglalt táblázatban megjelölt építmények esetében (oktatási rendeltetésű épület: villámvédelmi fokozat: III, koordinált túlfeszültségvédelem fokozat: III-IV), az ott meghatározott védelmi szint biztosításával, továbbá abban az építményben, ahol a villámcsapások hatásaival szembeni védelem csak így biztosítható.

A villámcsapások hatásával szembeni védelem megfelelő - ha a villámvédelmi kockázatelemzéssel meghatározott, egy évre vetített kockázat az emberi élet elvesztésére vonatkozóan kisebb, mint  $10^{-5}$  és a közszolgáltatás kiesésére vonatkozóan kisebb, mint  $10^{-4}$ , - villámvédelmi berendezés kialakítása nélkül, ha a villámvédelmi kockázatelemzéssel meghatározott, egy évre vetített kockázat az emberi élet elvesztésére vonatkozóan kisebb, mint  $10^{-5}$  és a közszolgáltatás kiesésére vonatkozóan kisebb, mint  $10^{-4}$ . A kivitelezés megkezdése előtt a kockázatelemzést el kell végezni. Az MSZ EN 62305:2006 szabvány szerint készülhet, melyet arra jogosult villamos tervező jogosult megtervezni.

## Villamos berendezések

A tervezett épületet elektromos helyiségében elhelyezett tűzvédelmi főkapcsolókon keresztül lehet teljes egészében feszültség mentesíteni és áramtalanítani az épületet és külön az udvari elektromos energiával működő rendszereket, valamint a szünetmentes hálózatokat (UPS-t). Az épület áramtalanítása, feszültségmentesítése egy helyről az épület egészére biztosítható. A külön tűzszakaszonkénti lekapcsolás az épület rendeltetése és mérete miatt nem indokolt, nem szükséges és nem tervezett.

A tűzvédelmi szempontból fontos áramtalanítási lehetőséget magyar nyelvű felirattal kell ellátni, egyértelműen jelölni.

A villamos világítást vonatkozó előírások szerint kell létesíteni és használni. Az elektromos rendszer az MSZ HD 60364-6 szabvány műszaki követelményei szerint lesz kialakítva. A villamos hálózat (MSZ HD 60364-6 szabvány szerinti) megfeleléséigazolására az első üzembe helyezés előtti felülvizsgálatot el kell végeztetni.

Az építmény villamos berendezését – beleértve a központi szünetmentes energiaforrásokat – központilag és szakaszosan is leválaszthatóan kell kialakítani.

Az épületbe az OTSZ 137.§ (3) bekezdés d) pontja alapján biztonsági tápforrást kell létesíteni. A normál és a biztonsági tápforrás közötti átállás megengedett időtartama a biztonsági világítás és a menekülési jelzések esetén 1 másodperc, egyéb tüzeseti fogyasztó esetén 90 másodperc. Közös villamos hálózat biztonsági tápforrásként akkor alkalmazható, ha az egyes tápforrásokat képző betáplálásoknak 120 kV-os vagy nagyobb feszültségű állomások középfeszültségű hálózatrészén van közös pontjuk. A tüzeseti fogyasztó biztonsági tápellátására gázmotor nem alkalmazható. Nem szükséges a tápforrás és a tüzeseti fogyasztó közötti energiaátvitel és a működtetést, vezérlést biztosító vezetékrendszer tűzhatás elleni védelmét biztosítani, ha a biztonsági tápforrást a tüzeseti fogyasztóban helyezték el, vagy a tüzeseti fogyasztók tűzszakaszon belüli kiesését az OTSZ 11. mellékletében foglalt 2. táblázat szerint korlátozzák, azaz egy tűzszakasz egy szintjén belül legfeljebb 1600 m<sup>2</sup> ellátott alapterület valósul meg, és az energiaátvitelt, működtetést, vezérlést biztosító vezetékrendszer a kiesés által érintett fogyasztókkal azonos tűzszakaszban található.

Az OTSZ 11. melléklet 1. táblázat alapján létesítésre kerülő tüzeseti fogyasztók:

Biztonsági világítás – időtartam: 60 perc

Beépített tűzjelző berendezés – időtartam: 30 perc

Az épületbe az OTSZ 146. § (1) alapján biztonsági világítást kell létesíteni tüzeseti főkapcsolót tartalmazó helyiségben, valamint a tűzjelző központ helyiségében és a tűzoltó egységek részére a helyiség megközelítésére használt útvonalon, folyosón.

A napelem modulok közvetlen közelében, a DC oldalon villamos távműködtetésű és kézi lekapcsolási lehetőség biztosítása az elektromos helyiségben kerül kiépítésre a tüzeseti főkapcsoló közvetlen közelében, „napelem lekapcsolás” felirattal ellátva.

Az épületben menekülési útirányjelző rendszer, a kiviteli tervezés során, az elsőfokú tűzvédelmi szakhatósággal egyeztetett módon kiépítésre kerül.

Tűzvédelmi jelekkel kell megjelölni az elhelyezett

- tűzoltó készülékeket,
- fali tűzcsapokat
- bármely tartózkodási helyről nem látható tűzjelző kézi jelzésadókat

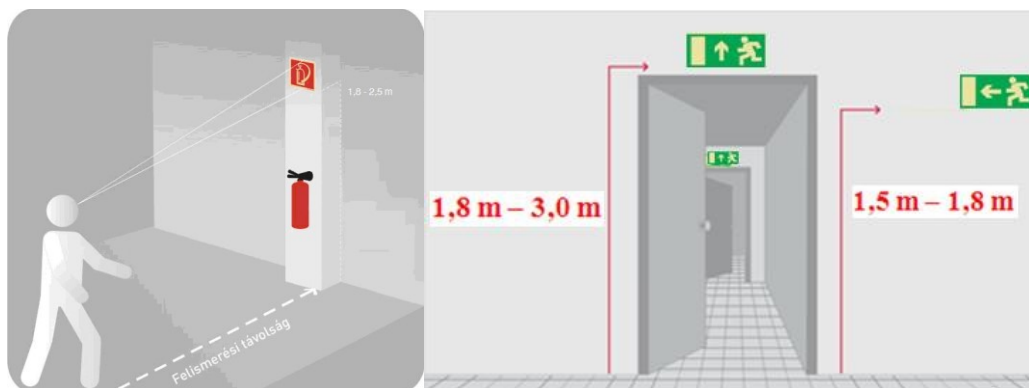
A helyiség bejáratánál, a helyiségben vagy az érintett szabadtéren tiltó jellel kell jelölni

- a gyújtóforrás alkalmazásnak és az adott területre vitelének tilalmát,
- a dohányzás tilalmát és
- a vízzel oltás tilalmát.

Biztonsági jellel kell figyelmeztetni az épület főbejárata mellett kívülről a napelem jelenlétére.

A közművek főelzáró szerelvényeinek helyét az építmény főbejáratánál jelezni kell.

A tűzvédelmi eszközök helyét jelző biztonsági jeleket az eszköz, felszerelés felett legalább 1,8 méteres magasságban, legfeljebb 2,5 méter magasságban kell elhelyezni úgy, hogy azok könnyen felismerhetőek legyenek.



2. ábra Biztonsági jelek elhelyezésének elvi ábrája

Ábra	Leírás
<p>1. Típus</p>	<p><i>Sík jel fallal párhuzamos felszerelése.</i></p>
<p>2. Típus</p>	<p><i>Falra merőlegesen szerelt kétoldalas jel.</i></p>

<p>3. Típus</p>		<p><i>Mennyezetre függesztett, kétoldalas jel.</i></p>
<p>5. Típus</p>		<p><i>Panoráma jel, ez biztosítja a legjobb láthatóságot.</i></p>

A tűzszakaszhatáron lévő tűzgátló ajtókat „Tűzszakaszhatár! Az ajtó önműködő csukódását biztosítani kell.” felirattal vagy jelzéssel kell ellátni, tartós, jól észlelhető és olvasható méretű kivitelben.

A kijárat és vészkijárat ajtót az ajtó fölé, vagy ha arra más lehetőség nincs, akkor az ajtó mellett menekülési jellel kell megjelölni. A menekülési jelet tilos az ajtóra szerelni.

A magasan telepített menekülési jelek felismerhetőségi távolságát a vonatkozó műszaki előírás szerint kell meghatározni. Az ilyen magasságban rögzített, menekülési útirányt jelző biztonsági jeleket a kijárat ajtók fölé, valamint a menekülési út minden irányváltó pontjában el kell helyezni. A menekülési út bármely pontján, minden esetben legalább egy jelnek láthatónak kell lennie. A menekülési jelek telepítésénél minden esetben figyelembe kell venni a helyiség belmagasságát, valamint az ott található anyagok füstfejlesztő képességét.

### **Tűzoltósági kulcsszéf**

Az OTSZ 83.§ alapján nem követelmény, nem szükséges és nem tervezett.

### **Tűzoltósági beavatkozási központ**

Az OTSZ 84. § alapján nem követelmény, nem szükséges és nem tervezett.

### **Tűzoltósági rádióerősítő**

Az OTSZ 85. § alapján nem követelmény, nem szükséges és nem tervezett.

### **Hő és füst elleni védelem**

A tervezett épületbe a vonatkozó jogszabály alapján hő- és füstelvezetés létesítése nem kötelező.

A kialakításból és rendeltetésből adódóan, az épület magas tűzvédelmi minőségének megvalósítása érdekében az épületben gravitációs füstmentesítés és légpótlás kerül kialakításra. A füstmentesítés, légpótlás mértéke az érintett helyiségek (aula, közlekedők, gyermekszobák, irodák) alapterületeinek 1%-ának megfelelő módon valósítható meg. A füstmentesítés kézi működtetéssel (nyitás/visszazárás) valósul meg.

A hő- és füstelvezetés a nyílászárókon keresztül gravitációs úton megvalósítható.

### **Hasadó és hasadó- nyíló felületek**

Az épületbe hasadó és hasadó-nyíló felületek létesítése nem követelmény, nem szükséges és nem tervezett.

### **Kiürítés**

A tervezett építmény egy rendeltetési egységet, egy kockázati egységet alkot, amely három tűzszakaszból, átmeneti védett térből áll. Az épület két egymással szorosan összefüggő, de tűzvédelmi szempontból tűzgátló módon szeparált funkció egységből épül fel: főfunkció (2 tűzszakasz), és gazdasági funkció (1 tűzszakasz).

#### A kiürítés stratégiája:

Az épület valamennyi tűzszakaszából az épületben tartózkodók biztonságos szabad térbe jutása vízszintes útvonalon, első ütemben (a kiürítés első szakaszában) biztosított. Menekülési útvonal kiépítésére nem követelmény, nem szükséges és nem is tervezett. A biztonságos szabad téren, az udvaron (játsszó udvar, gazdasági udvar) és az épület előtt közterületen gyülekezési pontok kerülnek kijelölésre.

A gyermekszobákból a kiürítés közvetlenül a szabad térbe történik. A legnagyobb befogadó képességű helyiségből: aulából a kiürítés a főbejáraton keresztül közvetlenül szabad térbe történik. A gazdasági épületrészből a kiürítés a helyiségcsoportokon keresztül történik a szabad tér felé.

A tűzvédelmi biztonság magas szintű megvalósulása érdekében a fentiekén túl alternatív menekülést biztosítanak a szomszédos tűzszakaszok, mint átmeneti védett terek, azonban ezek nincsenek figyelembe véve a kiürítés tervezésénél, csak plusz biztonságot jelentenek.

#### A kiürítés taktikája:

A kiürítés megfelelőségét az OTSZ 52. § (1) bekezdés a), b) pontjai alapján igazoljuk:

A menekülési útvonal, a biztonságos tér és az átmeneti védett tér elérési távolságának és a menekülési útvonalnak megengedett legnagyobb hosszúságát a 7. mellékletben foglalt 1. táblázat tartalmazza. Lépcsőn való haladás esetén a megtett út hosszúságaként a szintkülönbség háromszorosát kell számításba venni. A helyiség befogadóképességét az alábbi létszámadatok közül a nagyobb létszám jelenti:

a) tervezői, üzemeltetői adatszolgáltatás szerinti, kiüríthető létszám,

b) a 7. mellékletben foglalt 2. táblázat szerinti fajlagos értékkel számított, kiüríthető létszám. Továbbá számítással.

Valamennyi tűzszakaszból a két irányú kiürítés biztosított.

#### Követelmény:

Biztonságos tér max. elérési távolsága menekülési útvonal nélkül: 45,00 m

A kiürítés megengedett időtartama (első szakasz): 1,50 perc

Egy időben bent tartózkodók maximális létszáma (gyermekszoba): 16 fő

Egy időben bent tartózkodók maximális létszáma (aula): 95 fő

Egy időben bent tartózkodók maximális létszáma (női öltöző): 7 fő

Alapterületre vetített létszám sűrűsége (gyermekszoba): 0,29 fő/m<sup>2</sup>

Vízszintes haladási sebesség (gyermekszoba): 40,00 m/perc

Alapterületre vetített létszám sűrűsége (aula): 2,01 fő/m<sup>2</sup>

Vízszintes haladási sebesség (kondi): 17,00 m/perc

Alapterületre vetített létszám sűrűsége (női öltöző): 0,70 fő/m<sup>2</sup>

Vízszintes haladási sebesség (gyermekszoba): 37,00 m/perc

Alapterületre vetített létszám sűrűsége (közlekedő): 0,30 fő/m<sup>2</sup>

Vízszintes haladási sebesség (gyermekszoba): 40,00 m/perc

Kiürítésre figyelembe vett legszűkebb keresztmetszet (gyermekszoba): terasz ajtó: 1,00 m

Kiürítésre figyelembe vett legszűkebb keresztmetszet (aula): főbejárati ajtó: 1,80 m

Kiürítésre figyelembe vett legszűkebb keresztmetszet (női öltöző): főbejárati ajtó: 0,90 m

Kiürítésre figyelembe vett legszűkebb keresztmetszet (közlekedő): főbejárati ajtó: 1,50 m

Kiürítésre figyelembe vett legnagyobb távolság (gyermekszoba): 11,00 m

Kiürítésre figyelembe vett legnagyobb távolság (aula): 13,05 m

Kiürítésre figyelembe vett legnagyobb távolság (női öltözőből a közlekedőn át): 22,40 m

1. tervezett építmény kiürítés időtartama a legnagyobb útvonalhossz (aulából) alapján:

A biztonságos tér (szabadtér) elérési távolsága 13,05 m, amely < mint 45,00 m, tehát az OTSZ 52. §-a és 7. melléklet 1. táblázat alapján megfelel.

**13,05 m < 45,00 m Megfelel!**

2. A tervezett építmény kiürítés időtartama a menekülésre igénybe vett legszűkebb keresztmetszet (aulából) szabad átbocsátó képessége alapján:

A legszűkebb keresztmetszet figyelembevételével (51-100 fő): 1,80 m az OTSZ 52. §-a, és 7. melléklet 3. táblázat szerint megfelelő.

**1,80 m  $\geq$  1,20 m Megfelel!**

3. tervezett építmény kiürítés időtartama a legnagyobb útvonalhossz (gyermekszobából) alapján:

A biztonságos tér (szabadtér) elérési távolsága 11,00 m, amely < mint 45,00 m, tehát az OTSZ 52. §-a és 7. melléklet 1. táblázat alapján megfelel.

**11,00 m < 45,00 m Megfelel!**

4. A tervezett építmény kiürítés időtartama a menekülésre igénybe vett legszűkebb keresztmetszet (gyermekszobából) szabad átbocsátó képessége alapján:

A legszűkebb keresztmetszet figyelembevételével (0-50 fő): 1,00 m az OTSZ 52. §-a, és 7. melléklet 3. táblázat szerint megfelelő.

**1,00 m > 0,90 m Megfelel!**

5. tervezett építmény kiürítés időtartama a legnagyobb útvonalhossz (női öltözőből) alapján:

A biztonságos tér (szabadtér) elérési távolsága 22,40 m, amely < mint 45,00 m, tehát az OTSZ 52. §-a és 7. melléklet 1. táblázat alapján megfelel.

**22,40 m < 45,00 m Megfelel!**

6. A tervezett építmény kiürítés időtartama a menekülésre igénybe vett legszűkebb keresztmetszet (női öltözőből) szabad átbocsátó képessége alapján:

A legszűkebb keresztmetszet figyelembevételével (0-50 fő): 0,90 m az OTSZ 52. §-a, és 7. melléklet 3. táblázat szerint megfelelő.

**0,90 m = 0,90 m Megfelel!**



Az építmény a hatályos jogszabályi követelményeknek megfelelően a vonatkozó TvMI alapján biztonságosan kiüríthető.

### **Tűzoltó készülékek számának meghatározása**

A tervezett építmény egy rendeltetési egységet, egy kockázati egységet alkot, amely három tűzszakaszból áll. A tűzoltó készülékek elhelyezésénél a fenti, tűzvédelmi-térbeli kialakítás szempontjából megfelelő, önálló rendeltetési egység elv érvényesül.

1. tűzszakasz: 337,90 m<sup>2</sup>
2. tűzszakasz: 324,30 m<sup>2</sup>
3. tűzszakasz: 357,91 m<sup>2</sup>

Az alapterületek függvényében a szükséges oltóanyag egység 400 m<sup>2</sup>-ig: **6-6-6 OE**, összesen 18 OE.

Az 1-es és 2-es tűzszakaszban a 6-6 oltóanyag egység követelmény, a tűzszakaszok térbeli kialakítása, és funkciója miatt 1-1 db 21A 113B (6-6 OE) MSZ EN 3-7 szabvány szerinti tűzosztály oltására alkalmas tűzoltó készülékkel teljesíthető.

A 3-as tűzszakasz összetett térbeli kialakítása miatt a 6 OE követelmény 3 db 8A 34 B (3x2 OE=6 OE) MSZ EN 3-7 szabvány szerinti tűzosztály oltására alkalmas tűzoltó készülékkel teljesíthető.

Min. szükséges tűzoltó készülék (1-es, 2-es tűzszakasz): **1-1 db. 21A 113B (6-6 OE)** tűzosztály oltására alkalmas tűzoltó készülék, amelyet a közlekedőkön a fali tűzcsapszekrény közvetlen közelében szükséges elhelyezni, olyan módon, hogy az esetleges kezdeti tűz oltására könnyen hozzáférhető legyen.

$$6 \text{ OE} + 6 \text{ OE} = 12 \text{ OE} = \text{követelmény: } 2 \times 6 \text{ OE} = 12 \text{ OE} \text{ Megfelel!}$$

Min. szükséges tűzoltó készülék (3-as tűzszakasz): **3 db. 8A 34B** tűzosztály oltására alkalmas tűzoltó készülék, amelyeket 1. a 28-as számú közlekedőben közvetlenül a fali tűzcsapszekrény közelében, 2. a 41-es számú főzőkonyhában, 3. az 52-es számú konyhai dolgozói előtérben szükséges elhelyezni, olyan módon, hogy az esetleges kezdeti tűz oltására könnyen hozzáférhető legyen.

$$3 \times 2 \text{ OE} = 6 \text{ OE} = \text{követelmény: } 6 \text{ OE} \text{ Megfelel!}$$

Továbbá 1 db. 5A 21B (1 OE) tűzosztály oltására alkalmas, **CO<sub>2</sub>** oltóanyag tartalmú tűzoltó készüléket szükséges elhelyezni az elektromos helyiségben, olyan módon, hogy az esetleges kezdeti tűz oltására könnyen hozzáférhető legyen.

## **Tűzvédelmi Műszaki Megfelelőségi Kézikönyv**

A tervezett építmény 1000 m<sup>2</sup>-nél nagyobb összesített alapterületű közösségi épület, ezért a tulajdonos, üzemeltető a vonatkozó jogszabályi előírás alapján Tűzvédelmi Műszaki Megfelelőségi Kézikönyv (TMMK) készítésére kötelezett, amellyel az építmény használatbavételét követő 60 napon belül az építmény tulajdonosának rendelkeznie kell.

Az OTSZ alapján:

A TMMK-ban az építmény tűzvédelmi helyzetét érintő változásokat át kell vezetni, fel kell tüntetni a változást követő 30 napon belül.

A tulajdonos köteles az üzemeltető részére a TMMK hozzáférhetőségét biztosítani.

A TMMK-t elektronikus vagy nyomtatott formátumban kell elkészíteni, vezetni és az építmény területén kell tartani.

Az építmény használatbavételét követő 5. évben, majd azt követően 5 éves ciklusidővel a tulajdonos köteles felülvizsgáltatni az építmény TMMK-ban foglaltaknak megfelelő kialakítását, állapotát, az alábbiak szerint:

- a) az építésügyi engedélyezési tervdokumentáció tartalmának megfelel-e az építmény,
- b) a változtatások, átalakítások a vonatkozó jogszabályoknak, előírásoknak megfelelnek-e és
- c) a változtatásokat, átalakításokat rögzítették-e a TMMK-ban.

A TMMK tartalmazza

a) az építmény tűzvédelmi, létesítési követelményeit:

aa) az építészeti kialakítást a tűzvédelmi követelményekkel,

ab) a villamos rendszer és villámvédelem kialakítását és

ac) a felvonók és mozgólépcsők, speciális épületgépészeti rendszerek kialakítását,

b) a tűzjelző berendezés, tűzoltó berendezés, vészhangosítási rendszer és hő- és füstelleni védelem kialakítását,

c) a rajzi mellékletet,


d) a TMMK készítőjének nevét, címét és jogosultságát és

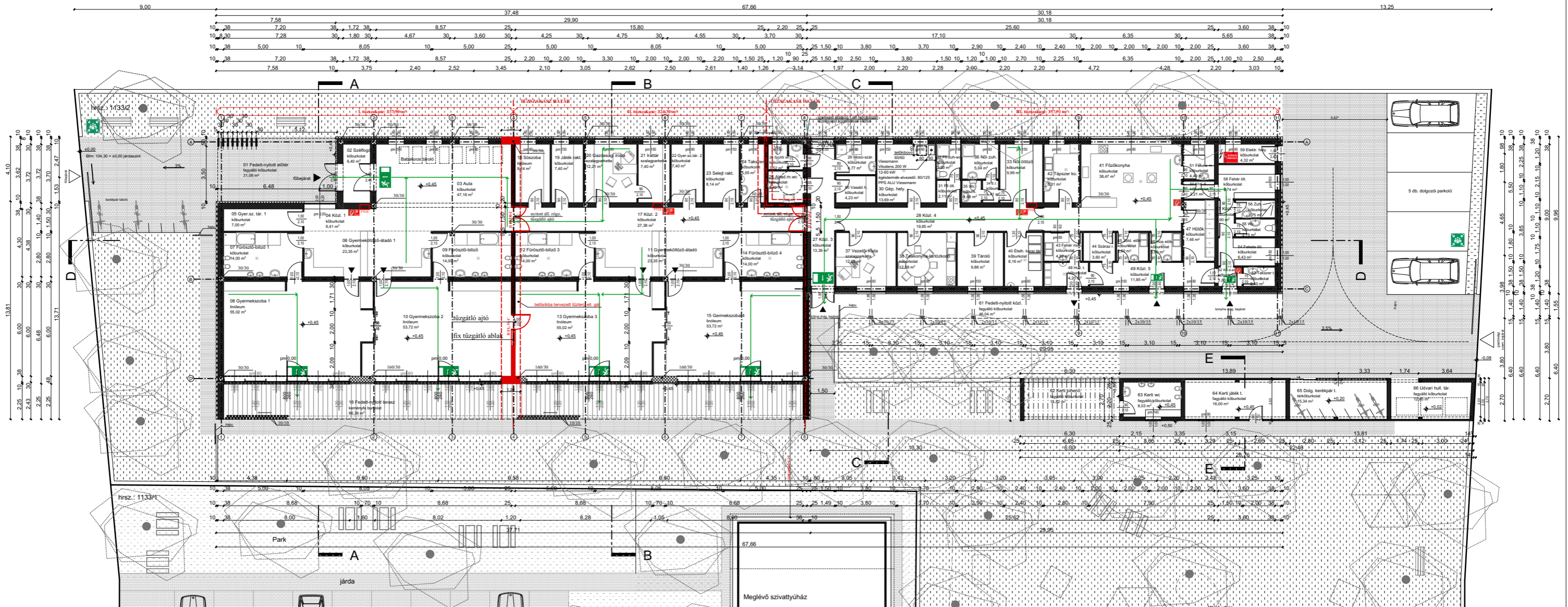
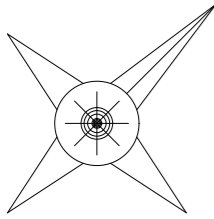
e) az 5 évenkénti felülvizsgálat elvégzését igazoló dokumentumot.

Taksony, 2018. november 11.








**Érces Gergő tú. őrnagy**  
egyetemi tanársegéd




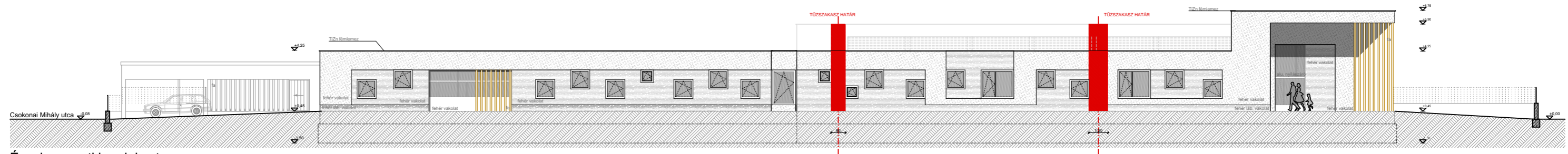
<p><b>Érces Gergő tő. őrnagy egyetemi tanársegéd</b></p>	<p><b>4 GYERMEKSZOBÁS BÖLCSŐDE KÍSÉRLETI TERVE</b></p>	<p><b>É-1</b></p>
 <p>A tervezésem fejlesztéseinek támogatásáért a Budapesti Szívveltem -Tervegystársaság Alapítvány 3-5 éves gyermekeire tartozó munkatársaink munkáját köszönettel tartom fenn.</p>	<p><b>HELYSZÍNRAJZ</b></p> <p><b>5. számú melléklet rajzi munkarész</b></p>	<p>Taksony, 2018. 11.</p> <p><b>M=1:1000</b></p>



JELMAGYARÁZAT

-  gyülekezési pont
-  kiűrésre figyelembe vett kijárat
-  tűzoltó készülék
-  fali tűzcsap
-  tűzvédelmi főkapcsoló
-  menekülési irány
-  tűzgátló alapszerkezet

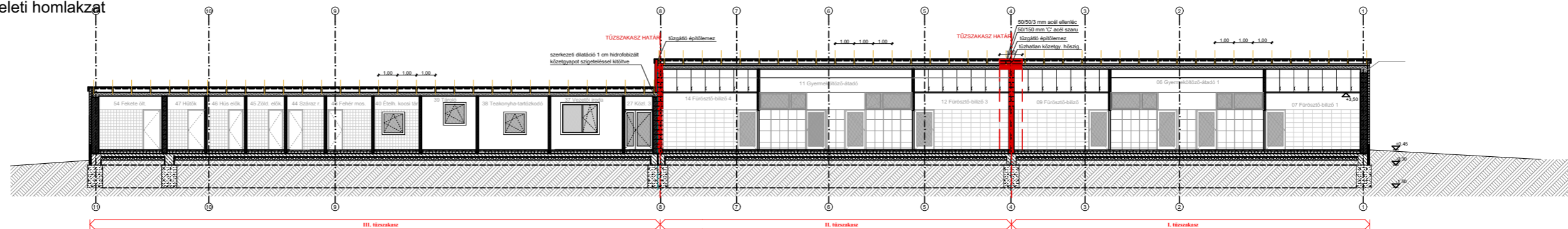
<p>Érces Gergő tő. őrnagy egyetemi tanárségéd</p>	<p><b>4 GYERMEKSZOBÁS BÖLCSŐDE KÍSÉRLETI TERVE</b></p>	<p><b>É-2</b></p>
	<p><b>TŰZVÉDELMI ALAPRAJZ</b></p>	<p>Taksony, 2018. 11.</p>
	<p><b>5. számú melléklet rajzi munkarész</b></p>	<p><b>M=1:200</b></p>




Észak-nyugati homlokzat

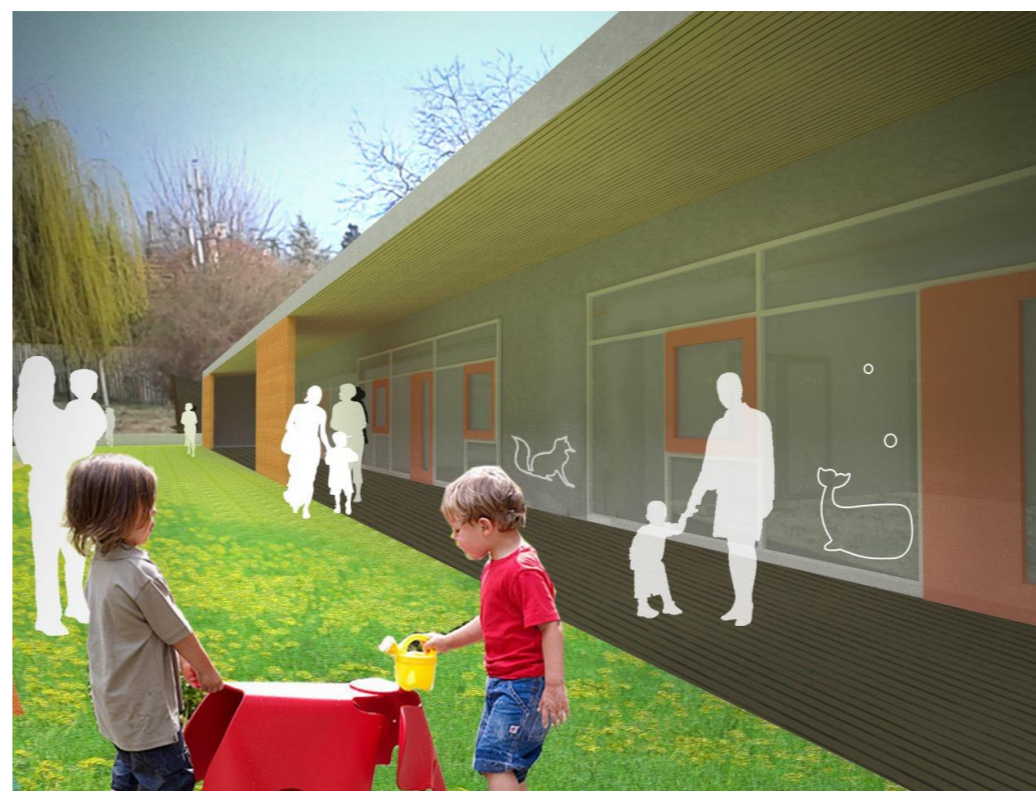



Dél-keleti homlokzat



D-D metszet

<p>Érces Gergő tű. őrnagy egyetemi tanársegéd</p>	<p><b>4 GYERMEKSZOBÁS BÖLCSŐDE KÍSÉRLETI TERVE</b></p>	<p><b>É-3</b></p>
 <p>A tűvédelem fejlesztésének lehetőségeit a Budapesti Tűvédelem-társaságban, a tűvédelem-3500-as egyetemes hatáskörű mérnöki irodáinkkal tartott előadásaink során megismerhetik.</p>	<p><b>TŰZVÉDELMI METSZET, HOMLOKZAT</b></p> <p><b>5. számú melléklet rajzi munkarész</b></p>	<p>Taksony, 2018. 11.</p> <p>M=1:200</p>



<p><b>Érces Gergő tő. őrnagy egyetemi tanárségéd</b></p>	<p><b>4 GYERMEKSZOBÁS BÖLCSŐDE KÍSÉRLETI TERVE</b></p>	<p><b>É-4</b></p>
 <p><small>A tervezésem fejlesztéseinek támogatásáért a Kodály Intézetem -Szervezési, Tervezési, Újra-építési- és Újra-építési Osztályának munkatársainak segítségét szeretném köszönettel megköszönni.</small></p>	<p><b>3D RAJZOK</b></p>	<p>Taksony, 2018. 11.</p>
	<p><b>5. számú melléklet rajzi munkarész</b></p>	<p><b>3D</b></p>

6. Kiürítési gyakorlat mérési jegyzőkönyv minta

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

Kiürítés gyakorlat szintidő méréséhez

Tárgy:.....  
.....

Készült:.....  
.....  
.....

Résztevők száma:.....

Résztevők menekülőképessége:.....

Résztevők életkora:.....

Résztevők nemének aránya:.....

Épület alaprendeltetése:.....

Kockázati egység funkciója:.....

Tűzszakasz mérete:.....

Helyiség/Helyiségcsoport alapterülete:.....

Kiürítésre figyelembe legnagyobb távolság:.....

Kiürítésre figyelembe vett legszűkebb keresztmetszet:.....

Riasztás módja:.....

Riasztás megkezdésének ideje:.....

Figyelem, koncentráció ideje:.....

Kiürítés megkezdésének ideje:.....

Kiürítés során az első személy kiürítési ideje:.....

Kiürítés befejezése:.....

Kelt: Budapest, 2018.....

## **7. Kérdőív a tűzvédelmi szempontú kiürítés tudományos kutatásával kapcsolatban**

**Kedves Szülők!**

**Érces Gergő vagyok, a tűzmegeelőzés egyetemi oktatásával és tudományos kutatásával foglalkozom a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen. Jelenlegi kutatásomban a bölcsődés és az óvodás gyermekek elhelyezésére szolgáló helyiségek biztonságos kiürítésének vizsgálatával és fejlesztésével foglalkozom, hogy a gyermekek egy helyiségből történő esetleges menekülése során a kiürítés a lehető legbiztonságosabban, és leghatékonyabban megvalósulhasson.**

**Ebben a kutató munkában szeretném kérni a segítségüket, hogy ezen anonim, elektronikus kérdőív kitöltésével, a kiürítés során várhatóan megnyilvánuló viselkedési formákkal kapcsolatos válaszaikat elemezhesük, értékelhesük. A kutatás célja a kiürítés során várhatóan megnyilvánuló magatartási jelenségek összegyűjtése, értékelése, és beépítése a korszerű tűzvédelem fejlesztésébe.**

**A kérdőív kitöltése mindössze néhány percet vesz igénybe.**

**Nagyon szépen köszönöm, hogy őszinte válaszaival segíti a gyermekeink biztonságának jobbítása érdekében tett kutatásom eredményességét.**

Neme?

- Nő
- Férfi

Életkora?

- 18 év alatti
- 18-29
- 30-39
- 40-49
- 50-59
- 60 éves, vagy idősebb



Legmagasabb iskolai végzettsége?

- általános iskola
- szakközépiskola
- gimnázium
- főiskola (BSC, BA)
- egyetem (MSC, MA)
- tudományos fokozat (PhD, DLA)

Hány gyermeke van?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5, vagy több

Gyermekeinek, gyermekeinek neme?

- lány(ok)
- fiú(k)
- lány(ok) és fiú(k)

Gyermekeinek életkora

- bölcsődés
- óvodás
- általános iskolás
- középiskolás
- főiskolás, egyetemista

1. Mennyire tart biztonságosan kiüríthetőnek egy bölcsőde, vagy óvoda épületet?

- 1 - egyáltalán nem
- 2 - kismértékben igen
- 3 - nem tudom
- 4 - megfelelőnek ítélem
- 5 - kiválónak vélem

2. Az Ön megítélése szerint mennyire képzettek tűzvédelmi szempontból, elsősorban a menekítés terén, a bölcsődei, óvodai dolgozók?

- 1 - egyáltalán nem
- 2 - kismértékben igen
- 3 - nem tudom
- 4 - megfelelőnek ítélem
- 5 - kiválónak vélem

**A következő kérdések megválaszolásakor képzelje el, hogy egy bölcsődei, óvodai rendezvényen vesz részt, mint a gyermeke előadását szemlélő szülő:**

3. Mennyire bízna a bölcsődei, óvodai protokollra gyermeke menekítését az adott helyiségből egy tüzeset során?

- 1 - biztosan nem
- 2 - valószínűleg nem
- 3 - talán igen
- 4 - igen, de szemmel végigkísérném
- 5 - biztosan igen

4. Mennyire próbálná meg a gyermekét önkezűleg menteni a bölcsődei, óvodai protokoll ellenére egy tüzeset során?

- 1 - biztosan nem
- 2 - valószínűleg nem
- 3 - szeretném, de lehet, hogy nem merném
- 4 - igen, valószínűleg megpróbálnám
- 5 - biztosan igen

5. Egy tüzeset során menekülne-e a gyermekei (akiket a bölcsődei, óvodai dolgozók a protokollnak megfelelően menekítenek) menekülési útvonalával ellentétesen, a gyermeke nélkül, a leggyorsabb kiürítés elérése érdekében?

- 1 - biztosan nem
- 2 - valószínűleg nem
- 3 - nem, amíg a gyermekemet nem látnám biztonságban
- 4 - igen, valószínűleg megpróbálnám
- 5 - biztosan igen

6. Egy tüzeset során higgadtan reagálna a kialakult vészhelyzetre?

- 1 - biztosan nem
- 2 - valószínűleg nem
- 3 - igen, de a gyermekem biztonsága miatt nagyon aggódnék, zavart lennék
- 4 - valószínűleg igen
- 5 - biztosan igen

7. Egy tüzeset során a leggyorsabb és legbiztonságosabb kiürítés érdekében választana más menekülési útvonalat, mint amerre a gyermekét menekítik a bölcsődei, óvodai dolgozók?

- 1 - biztosan nem
- 2 - valószínűleg nem
- 3 - igen, de a gyermekem biztonsága miatt nagyon aggódnék, zavart lennék
- 4 - valószínűleg igen
- 5 - biztosan igen

8. Egy tüzeset során képes lenne a kialakult veszélyhelyzetnek megfelelően reagálni?

- 1 - egyáltalán nem
- 2 - valószínűleg nem
- 3 - igen, de a gyermekem biztonsága miatt nagyon aggódnék, zavart lennék
- 4 - valószínűleg igen
- 5 - biztosan igen

9. Egy tüzeset során milyen gyorsan ismerné fel a tűzjelző riasztását?

- 1 - egyáltalán nem ismerném fel
- 2 - valószínűleg nem ismerném fel
- 3 - felismerném, de nem tudom mit tennék
- 4 - valószínűleg gyorsan felismerném
- 5 - biztosan nagyon gyorsan felismerném

10. Egy tüzeset során felismerné a menekülési útirányjelző rendszert, és azt követve menekülne az épületből?

- 1 - biztosan nem
- 2 - valószínűleg nem
- 3 - felismerném, de nem tudom mit tennék
- 4 - valószínűleg igen
- 5 - biztosan igen

11. Egy tüzeset során mennyire viselkedne agresszívan a többi szülővel szemben gyermeke menekítése érdekében?

- 1 - egyáltalán nem
- 2 - valószínűleg nem
- 3 - lehet, hogy előfordulhat olyan szituáció, hogy igen
- 4 - valószínűleg igen
- 5 - biztosan igen

12. Egy tüzeset során mennyire viselkedne agresszívan a többi gyermekkel szemben saját gyermeke menekítése érdekében?

- 1 - egyáltalán nem
- 2 - valószínűleg nem
- 3 - lehet, hogy előfordulhat olyan szituáció, hogy igen
- 4 - valószínűleg igen
- 5 - biztosan igen

13. Egy tüzeset során kialakult pánikhelyzetben lenne lélekjelenléte a biztonságos kiürítés elősegítésére?

- 1 - egyáltalán nem
- 2 - valószínűleg nem
- 3 - lehet, hasonló szituációban már volt rá példa
- 4 - valószínűleg igen
- 5 - biztosan igen

14. Egy tüzeset során pánikba esne a kiürítés során?

- 1 - biztosan nem
- 2 - valószínűleg nem
- 3 - lehet, hasonló szituációban már volt rá példa
- 4 - valószínűleg igen
- 5 - biztosan igen

15. Egy tüzeset során haladéktalanul megkezdene az Ön számára legrövidebb útvonalon a kiürítést a protokollnak megfelelően?

- 1 - biztosan nem
- 2 - valószínűleg nem
- 3 - amíg a gyermekem nem látom biztonságban, addig nem
- 4 - valószínűleg igen
- 5 - biztosan igen

**Nagyon szépen köszönöm, hogy válaszaival segítette a gyermekek biztonságának jobbítása érdekében tett kutatásom eredményességét.  
Üdvözlettel: Érces Gergő**

**SUBMIT**

## 8. számú melléklet

Kérdőív a tűzvédelmi szempontú kiűrités tudományos kutatásával

SEND

QUESTIONS RESPONSES 55

55 responses

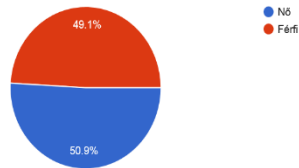
SUMMARY

INDIVIDUAL

Accepting responses

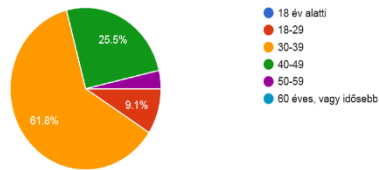
Neme?

55 responses



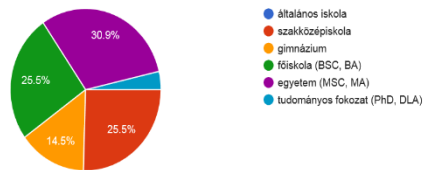
Életkora?

55 responses



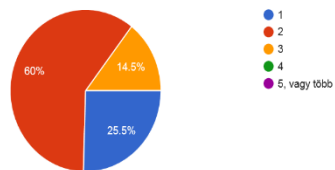
Legmagasabb iskolai végzettsége?

55 responses



Hány gyermeke van?

55 responses



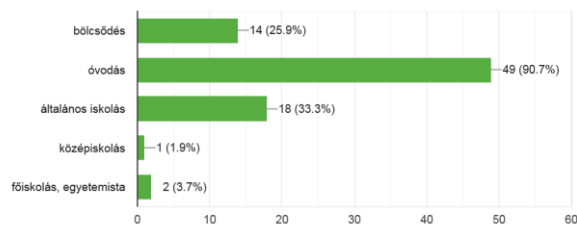
Gyermekeinek, gyermekeinek neve?

55 responses



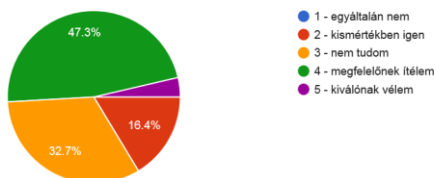
### Gyermekeinek életkora

54 responses



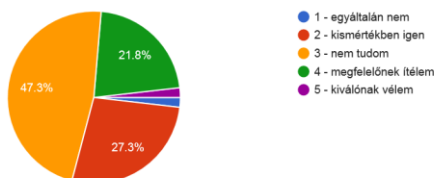
### 1. Mennyire tart biztonságosan kiüríthetőnek egy bölcsőde, vagy óvoda épületet?

55 responses



### 2. Az Ön megítélése szerint mennyire képzettek tűzvédelmi szempontból, elsősorban a menekítés terén, a bölcsődei, óvodai dolgozók?

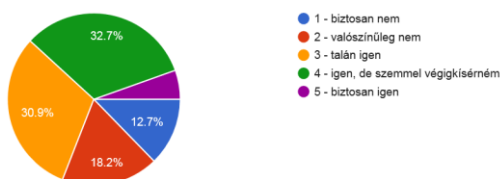
55 responses



A következő kérdések megválaszolásakor képzelje el, hogy egy bölcsődei, óvodai rendezvényen vesz részt, mint a gyermeke előadását szemlélő szülő:

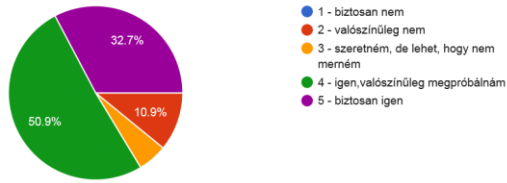
### 3. Mennyire bízna a bölcsődei, óvodai protokollra gyermeke menekítését az adott helyiségből egy tűzeset során?

55 responses



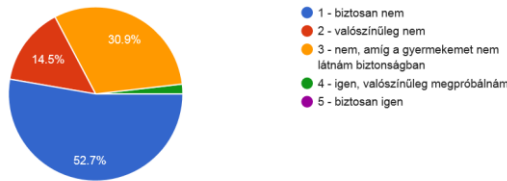
### 4. Mennyire próbálná meg a gyermekét önkéntesül menteni a bölcsődei, óvodai protokoll ellenére egy tűzeset során?

55 responses



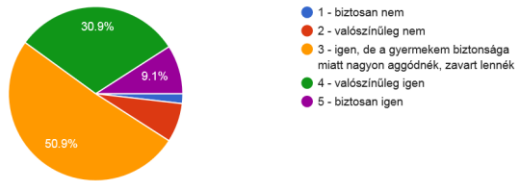
5. Egy tüzeset során menekülne-e a gyermekei (akiket a bölcsődei, óvodai dolgozók a protokollnak megfelelően menekítenek) menekülési útvonalával ellentétesen, a gyermeke nélkül, a leggyorsabb kiürítés elérése érdekében?

55 responses



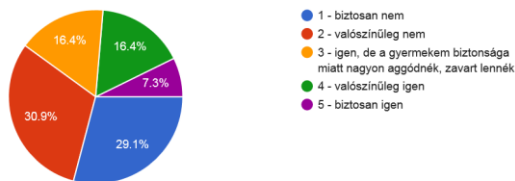
6. Egy tüzeset során higgadtan reagálna a kialakult vészhelyzetre?

55 responses



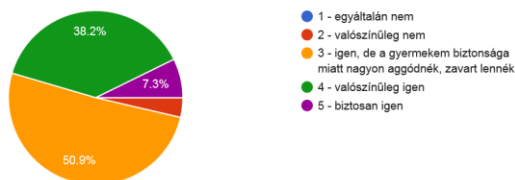
7. Egy tüzeset során a leggyorsabb és legbiztonságosabb kiürítés érdekében választana más menekülési útvonalat, mint amerre a gyermekét menekítik a bölcsődei, óvodai dolgozók?

55 responses



8. Egy tüzeset során képes lenne a kialakult veszélyhelyzetnek megfelelően reagálni?

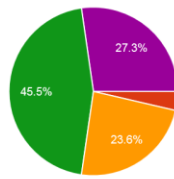
55 responses



9. Egy tüzeset során milyen gyorsan ismerné fel a tűzjelző riasztását?



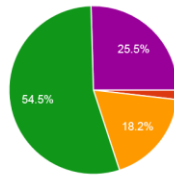
55 responses



- 1 - egyáltalán nem ismerném fel
- 2 - valószínűleg nem ismerném fel
- 3 - felismerem, de nem tudom mit tennék
- 4 - valószínűleg gyorsan felismerem
- 5 - biztosan nagyon gyorsan felismerem

10. Egy tüzeset során felismerné a menekülési útírányjelző rendszert, és azt követve menekülne az épületből?

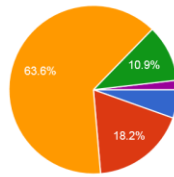
55 responses



- 1 - biztosan nem
- 2 - valószínűleg nem
| 3 - felismerem, de nem tudom mit tennék | 18.2% |
- 4 - valószínűleg igen 54.5% |- 5 - biztosan igen 25.5% |

11. Egy tüzeset során mennyire viselkedne agresszívan a többi szülővel szemben gyermeke menekítése érdekében?

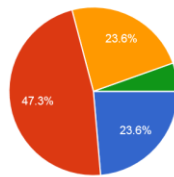
55 responses



- 1 - egyáltalán nem
- 2 - valószínűleg nem
- 3 - lehet, hogy előfordulhat olyan szituáció, hogy igen
- 4 - valószínűleg igen
- 5 - biztosan igen

12. Egy tüzeset során mennyire viselkedne agresszívan a többi gyermekkel szemben saját gyermeke menekítése érdekében?

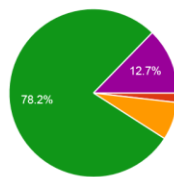
55 responses



- 1 - egyáltalán nem
- 2 - valószínűleg nem
- 3 - lehet, hogy előfordulhat olyan szituáció, hogy igen
- 4 - valószínűleg igen
- 5 - biztosan igen

13. Egy tüzeset során kialakult pánikhelyzetben lenne lélekjelenléte a biztonságos kiürítés elősegítésére?

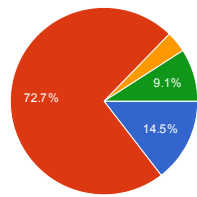
55 responses



- 1 - egyáltalán nem
- 2 - valószínűleg nem
- 3 - lehet, hasonló szituációban már volt rá példa
- 4 - valószínűleg igen
- 5 - biztosan igen

14. Egy tüzeset során pánikba esne a kiürítés során?

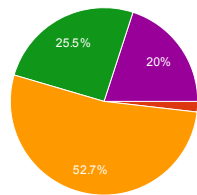
55 responses



- 1 - biztosan nem
- 2 - valószínűleg nem
- 3 - lehet, hasonló szituációban már volt rá példa
- 4 - valószínűleg igen
- 5 - biztosan igen

15. Egy tűzeset során haladéktalanul megkezdéné az Ön számára legrövidebb útvonalon a kiűritést a protokollnak megfelelően?

55 responses



- 1 - biztosan nem
- 2 - valószínűleg nem
- 3 - amíg a gyermekem nem látom biztonságban, addig nem
- 4 - valószínűleg igen
- 5 - biztosan igen

Nagyon szépen köszönöm, hogy válaszaival segítette a gyermekek biztonságának jobbítása érdekében tett kutatásom eredményességét. Üdvözlettel: Érces Gergő

## 9. Számítógépes szimuláció eredményei

### Gyermekszoba kiürítése normál használat során

Simulation: modell\_01  
 Version: 2018.4.1210  
 Mode: Steering (Flow-limited)  
 Total Occupants: 14

#### Completion Times for All Occupants (s):

Min: 3,5 "00034"  
 Max: 19,9 "00038"  
 Average: 11,7  
 StdDev: 5,1

#### Completion Times by Behavior (s):

Behavior	Count	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
Goto Any Exit	14	3,5	"00034"	19,9	"00038"	11,7	5,1
*all behaviors*		14	3,5	"00034"	19,9	"00038"	11,7 5,1

#### Completion Times by Profile (s):

Profile	Count	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
Default	14	3,5	"00034"	19,9	"00038"	11,7	5,1
*all profiles*	14	3,5	"00034"	19,9	"00038"	11,7	5,1

#### Travel Distances for All Occupants (m):

Min: 3,4 "00034"  
 Max: 10,5 "00040"  
 Average: 6,9  
 StdDev: 2,2

Movement Distance by Behavior (m):

Behavior	Count	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
Goto Any Exit	14	3,4	"00034"	10,5	"00040"	6,9	2,2
*all behaviors*	14	3,4	"00034"	10,5	"00040"	6,9	2,2

Movement Distance by Profile (m):

Profile	Count	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
Default	14	3,4	"00034"	10,5	"00040"	6,9	2,2
*all profiles*	14	3,4	"00034"	10,5	"00040"	6,9	2,2

[Components] All: 30

[Components] Doors: 14

Triangles: 191

Startup Time: 0,5s

CPU Time: 0,9s

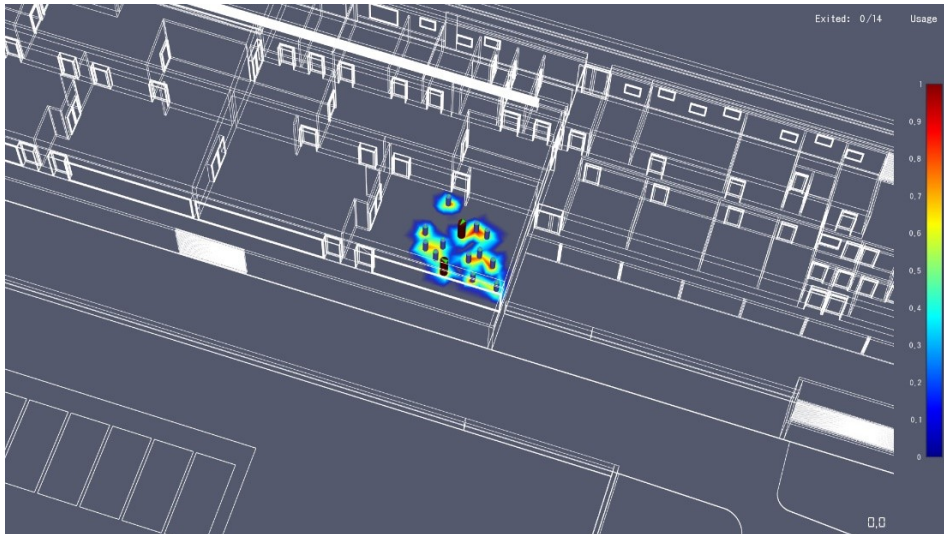
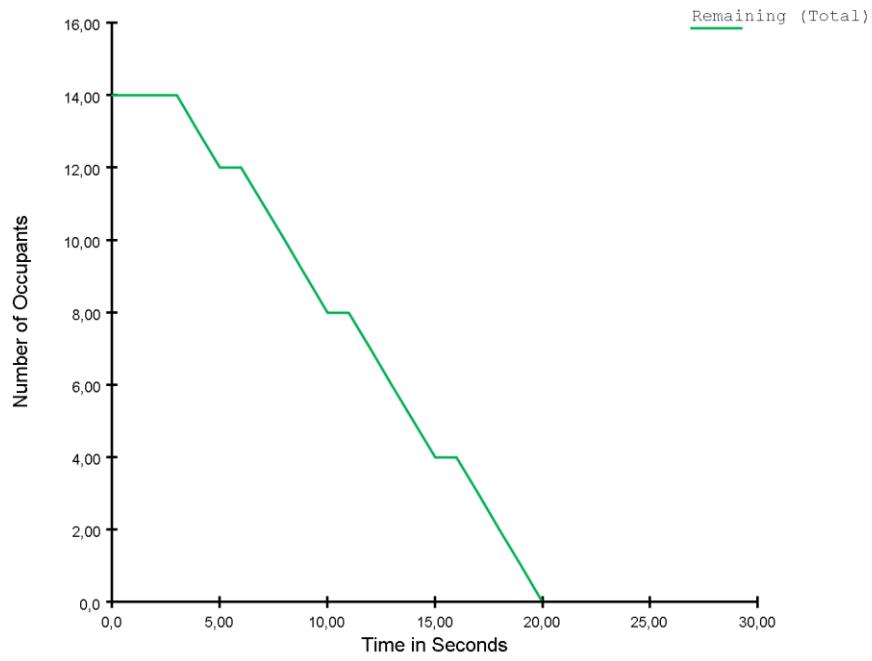
Door Flow Rates:

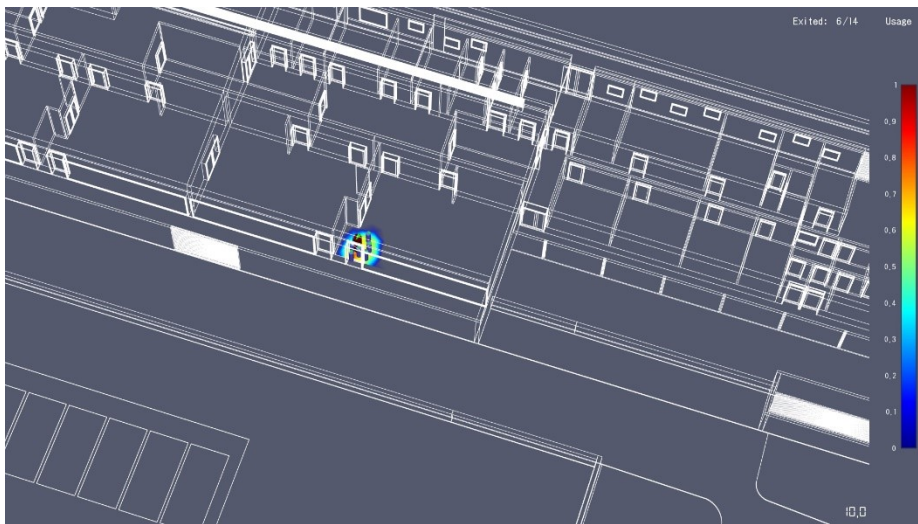
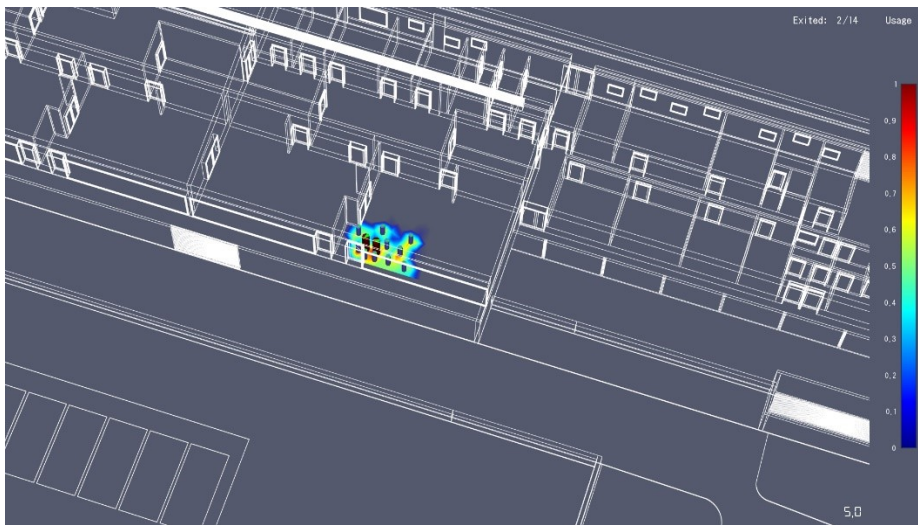
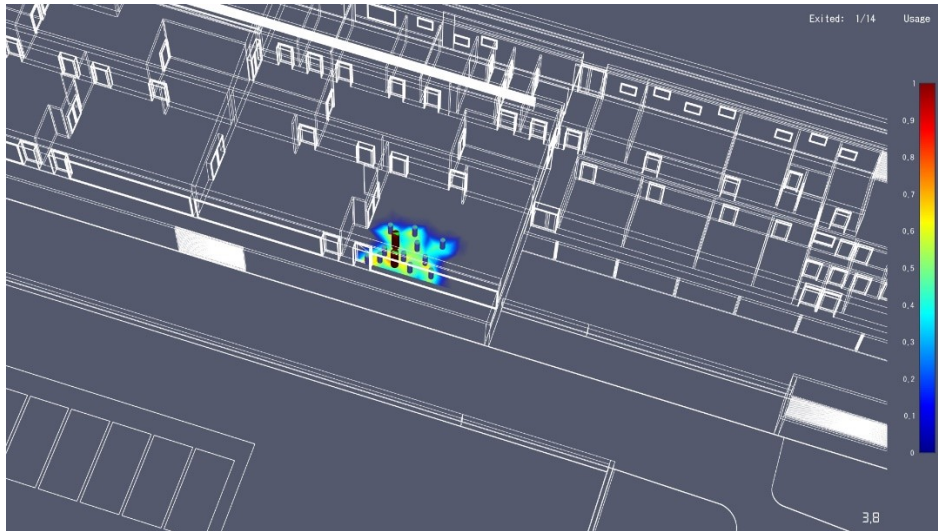
Door	First_In	Last_Out	Last_Out_Name	Total_Use	Flow_Avg
	(s)	(s)	(pers)	(pers/s)	
Door08	3,5	19,9	00038	14	0,85

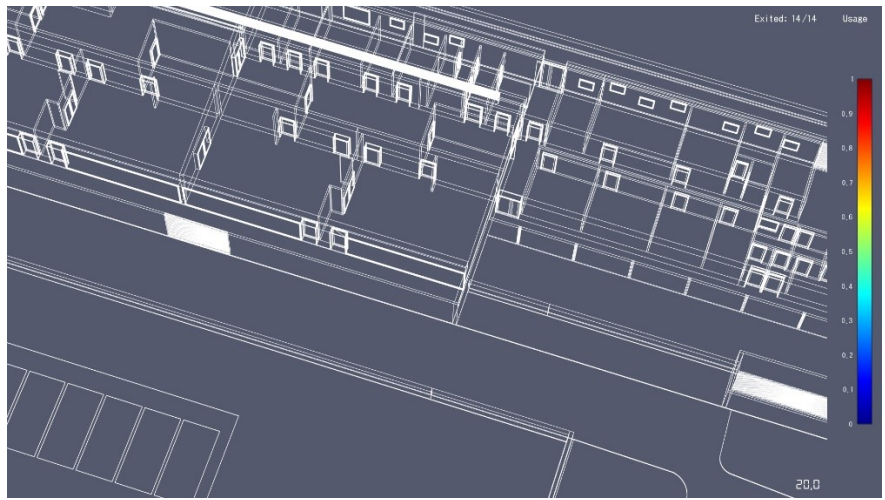
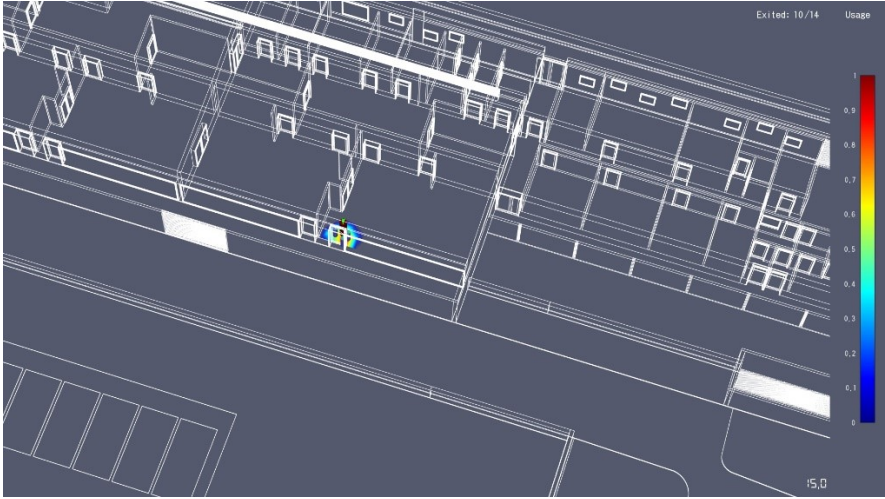
Room Usage:

Room	First_In	Last_Out	Last_Out_Name	Total_Use
	(s)	(s)	(pers)	
Room07	0,0	19,9	00038	14

### Number of Occupants in Selected Rooms







Gyermekszoba kiürítése előadás során (szülőkkel a helyiségben)

Simulation: modell\_02  
Version: 2018.3.0730  
Mode: Steering (Flow-limited)  
Total Occupants: 79

Completion Times for All Occupants (s):

Min: 4,2 "00020"  
Max: 62,3 "00033"  
Average: 31,9  
StdDev: 17,0

Completion Times by Behavior (s):

Behavior	Count	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
Goto Any Exit	79	4,2	"00020"	62,3	"00033"	31,9	17,0
*all behaviors*		79	4,2	"00020"	62,3	"00033"	31,9 17,0

Completion Times by Profile (s):

Profile	Count	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
Default	79	4,2	"00020"	62,3	"00033"	31,9	17,0
*all profiles*		79	4,2	"00020"	62,3	"00033"	31,9 17,0

Travel Distances for All Occupants (m):

Min: 2,5 "00020"  
Max: 14,4 "00076"  
Average: 7,3  
StdDev: 2,3

Movement Distance by Behavior (m):

Behavior	Count	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
Goto Any Exit	79	2,5	"00020"	14,4	"00076"	7,3	2,3
*all behaviors*		79	2,5	"00020"	14,4	"00076"	7,3 2,3



Movement Distance by Profile (m):

Profile	Count	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
Default	79	2,5	"00020"	14,4	"00076"	7,3	2,3
*all profiles*	79	2,5	"00020"	14,4	"00076"	7,3	2,3

[Components] All: 30

[Components] Doors: 14

Triangles: 191

Startup Time: 4,7s

CPU Time: 1,8s

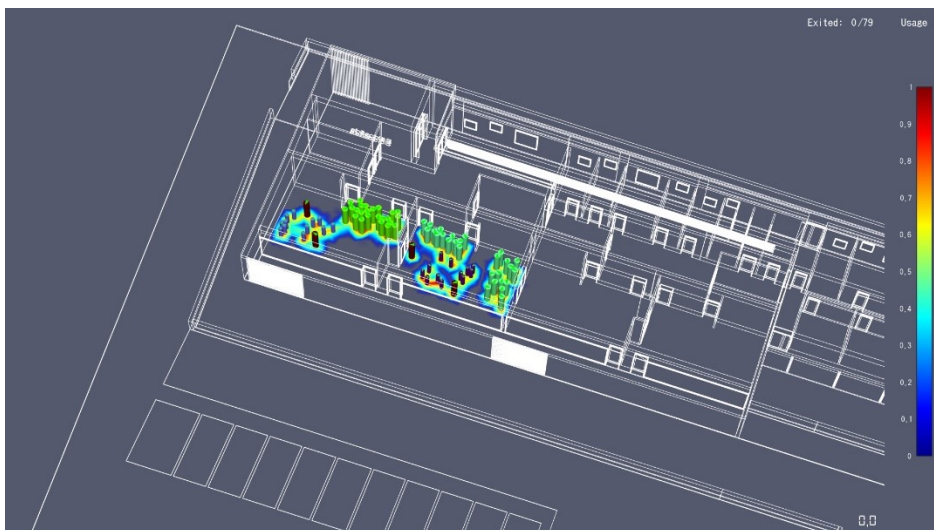
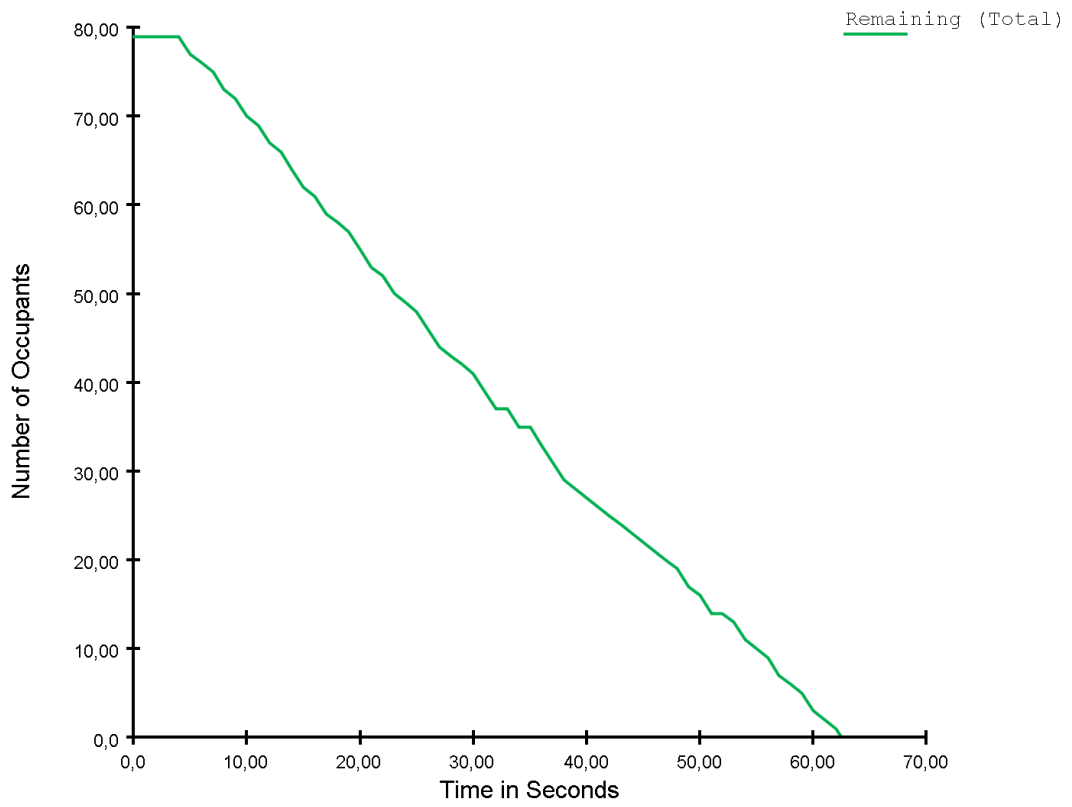
Door Flow Rates:

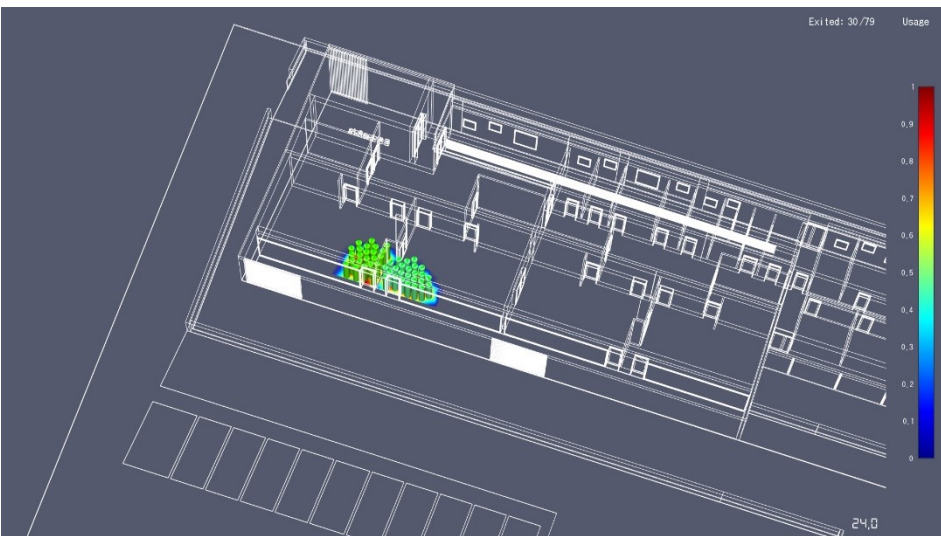
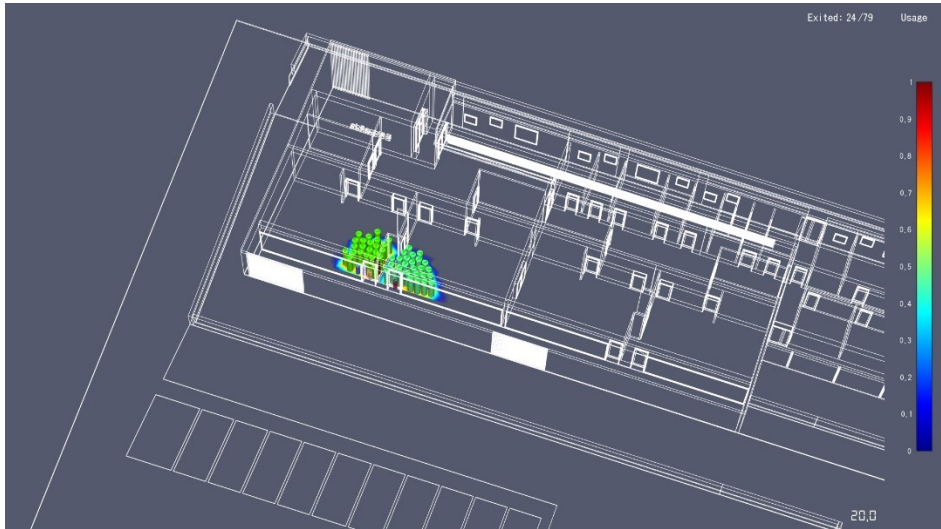
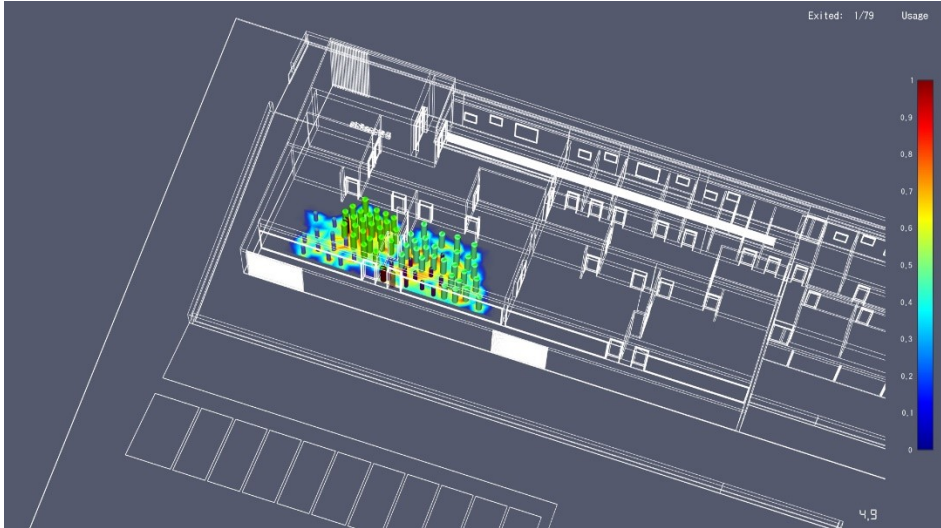
Door	First_In	Last_Out	Last_Out_Name	Total_Use	Flow_Avg
	(s)	(s)	(pers)	(pers/s)	
Door04	4,9	62,3	00033	38	0,66
Door05	4,2	60,5	00079	41	0,73

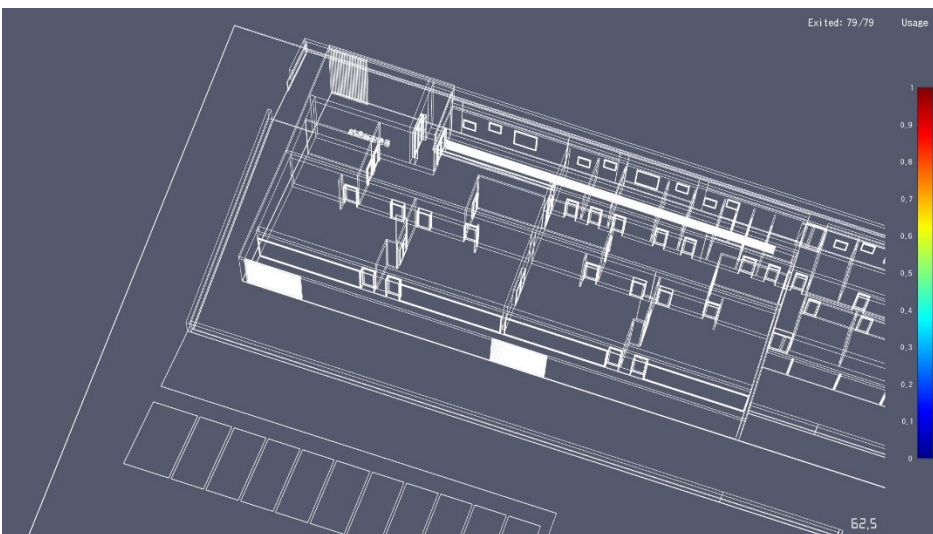
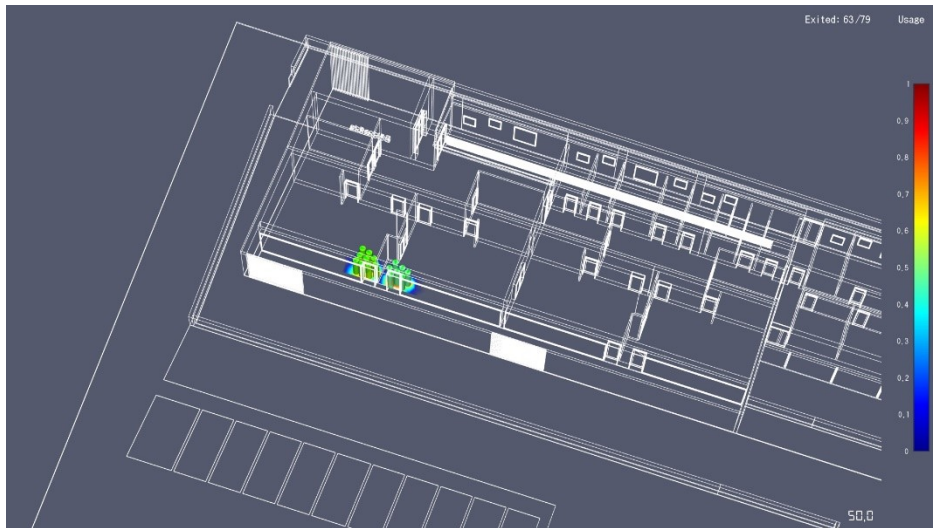
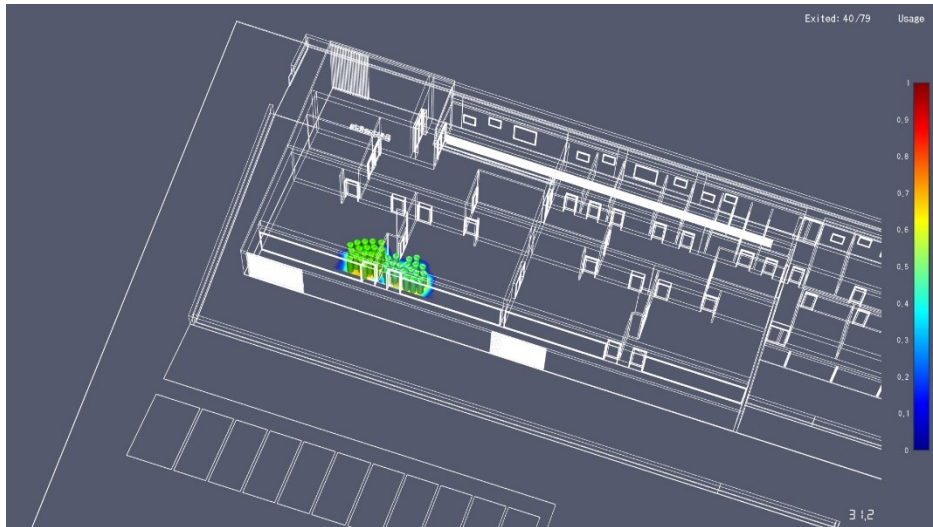
Room Usage:

Room	First_In	Last_Out	Last_Out_Name	Total_Use
		(s)	(s)	(pers)
Room04	0,0	62,3	00033	38
Room05	0,0	60,5	00079	41

### Number of Occupants in Selected Rooms







## 10. Doktori értekezés fő fejezeteinek felépítése: Az értekezés kutatási célkitűzéseinek, hipotéziseinek és tudományos eredményeinek egymásra épülése

	Fejezet címe	Hívó mondat	Tudományos probléma	Kutatási célkitűzések	Kutatási hipotézisek	Kutatási módszerek	Összegzett következtetések	Tudományos eredmények
1.	<b>Az épületek teljes életciklusát lefedő, komplex tűzvédelemi koncepció kialakításának lehetőségei</b>	Napjainkban elsődleges emberi igénnyé vált az egészség, a fenntarthatóság és a biztonság. A biztonság egyik alapvető pillére évszázadok óta a tűzvédelem.	A napjainkban alkalmazott, korszerű tűzvédelem nem fedi le teljes mértékben egy-egy épület teljes életciklusát. Nem foglalkozunk módszeresen tűzvédelemi életciklus elemzéssel (LCA), amely következtében a heterogén tűzvédelem térben és időben széttagolódik, fehér foltokat képezve a tűzbiztonság területén.	Megvizsgálom, hogy milyen módszerekkel lehet kialakítani egy-egy épület teljes életciklusára kiterjedő tűzvédelemi koncepció felállítását az épületek tűzvédelemi életciklusának elemzésével. Megvizsgálom az épületek tűzvédelemi helyzetének egyensúlyi állapotait, összefüggést keresek a szélsőértékek alapján, hogy egy stabil egyensúlyi állapot felállítását elérhessem.	Feltételezem, hogy átfogó tűzvédelemi koncepció kialakításával, amely egy-egy épület teljes életciklusára kiterjed, megállapítható az épületek tűzvédelemi helyzetének egyensúlya az épület-ember-tűz alap-paraméterek figyelembevételével. Felvetésem szerint, a teljes életciklusra kiható, a heterogén tűzvédelemi szereplők egymásra hatásainak térbeli és időbeli elemzésével, a korszerű elektronikus rendszerek alkalmazásával kialakítható egy komplex tűzvédelem.	Tanulmányozom, összegzem a témában eddig elért tudományos eredményeket. Elemzem és összesítem a vonatkozó jogszabályokat, szabványokat, műszaki irányelveket. Megtörtént tüzeseteken keresztül vizsgálom a tűzvédelemi helyzet egyensúlyát. A komplex tűzvédelem szakterületi paramétereinek valós egymásra hatásával tanulmányozom az átfogó, teljes életciklust lefedő tűzbiztonság létrehozását.	Az épületek tűzvédelemi életciklus elemzésével megállapítottam, hogy az épületek a teljes életciklus alatt térben és időben egyenetlen mértékű tűzbiztonsági helyzetet, instabil egyensúlyi állapotokba kerülnek. Az egyensúlyi helyzet szélsőérték felé tololódása tüzeset kialakulásához vezet. Egy-egy épület teljes életciklusára vetített tűzvédelemi koncepció kialakításával, a komplex tűzvédelem szereplőinek virtuális térben, valós időben történő szerepeltetésével hosszútávon fenntartható, stabil tűzvédelemi egyensúlyi helyzet alakítható ki.	<b>Feltártam, hogy az épületek általános életciklus elemzése során a tűzvédelemi életciklus elemzési eljárás - amely az épület – ember – tűz paraméter hármas szélsőértékeinek elemzésén alapul - hasznos eszközül szolgál egy átfogó, használatorientált tűzvédelemi koncepció megalkotásához. Bebizonyítottam, hogy az eljárás hozzájárul egy adott épület tűzvédelemi biztonsági állapotának és hosszútávú fenntarthatóságának biztosításához.</b>

	Fejezet címe	Hívó mondat	Tudományos probléma	Kutatási célkitűzések	Kutatási hipotézisek	Kutatási módszerek	Összegzett következtetések	Tudományos eredmények
2.	<b>Az épületinformációs modellezés alapuló innovatív mérnöki módszerek alkalmazásának lehetőségei, módszerei, eszköztársai</b>	A napjainkban zajló 4. ipari forradalom, info-kommunikáció terén végbe menő fejlődése, a virtuális világ, valós világunkkal történő átszövődése, az ebből a helyzetből adódó cyber-veszélyek mellett új lehetőségeket nyújt egy hosszútávon fenntartható, dinamikus kezelhető tűzbiztonság kialakítására.	A kortárs tűzvédelem szerinte a világon alapvetően jogszabályi előírásokon alapul, annak ellenére, hogy legfőbb paraméterei műszaki jellegűek. Napjainkban alkalmazunk ún. mérnöki módszereket, de ezek nagyrészt számítógéppel segített, szoftveresen támogatott tervezést jelentenek, melyek jellemzően nem kezelik, sőt sok esetben rombolják a komplex tűzvédelem kialakítását, hosszútávon történő fenntartását.	Vizsgálom, hogy a hatályos jogi szabályozás alapján milyen mérnöki és tervezési módszereket lehet alkalmazni számítógéppel segített tervezés felhasználásával. Elemzem az összegzett számítógéppel segített tervezési lehetőségeket, alkalmazható szoftverek tűzvédelmi területre történő adaptálását. Egy virtuálisan felépített, épületinformációs modellezéssel kialakított épület létrehozásával megvizsgálom az épület tűzvédelmi helyzetének egyensúlyát, innovatív mérnöki módszereken alapuló szimulációk tesztelésével. Összehasonlítom a CAD szoftverrel, PDF/A fájlként megvalósított tervek verzió és a BIM alapú, IFC kiterjesztésű fájlként létrehozott tervek verziót.	Feltételezésem szerint az építészeti tűzvédelem területén napjainkban alkalmazott ún. mérnöki módszerek helyett tudományos alapokon nyugvó, komplex módon kezelt, használatorientált, épületinformációs modellezéssel és algoritmikus tervezési metodikával felruházott új, innovatív mérnöki módszerekkel fejlettebb, biztonságosabb, hosszútávon fenntartható, és a társadalmi igényekhez alkalmazkodva dinamikus változtatható komplex tűzvédelem hozható létre.	Tanulmányozom, összegzem a témában eddig elért tudományos eredményeket. Elemzem és összesítem a vonatkozó jogszabályokat, szabványokat, műszaki irányelveket. Épületinformációs modellezéssel felépítek és elemzek egy virtuális épületet. Számítógéppel segített tervezés útján szimulációkkal teszteltem az épület használatorientált kialakításának a lehetőségeit. Összehasonlítom a valós kísérlet, a számított és a számítógéppel szimulált eredményeket, a kvantitatív módszerek mellett, a szimuláció minőségi finomítása céljából kvalitatív módszerként kérdőívet készítek és elemzek.	Az épületinformációs modellezéssel megvalósított tűzvédelmi tervezés alkalmas dinamikus modellek létrehozására, amelyek dinamikus alakíthatók az épület teljes életciklusa alatt, a használat függvényében. Az innovatív mérnöki módszerek összetettebb módon kezelik a komplex tűzvédelem problémáit, amelyekre használatorientált megoldásokat képesek nyújtani, jogszabályi előírások algoritmikus felhasználásával. Az innovatív mérnöki módszerek alapján, egyedi módon képezhető valamennyi specifikus tűzbiztonsága.	<b>Konkrét javaslatot tett a 3D-s, BIM alapú, innovatív mérnöki módszereknek a tűzvédelmi műszaki irányelvek fejlesztése és bővítése területén történő, és a hatályos tűzvédelmi szabályozás követelményeinek megfelelő hasznosítására. Igazolta továbbá, hogy az általa javasolt innovatív mérnöki módszerek eredményesen alkalmazhatóak az algoritmikus, használatorientált tűzvédelmi tervezés esetében a tűzvédelmi mérnöki tevékenység korszerű igényekhez igazított műszaki támogatásában.</b>

	Fejezet címe	Hívó mondat	Tudományos probléma	Kutatási célkitűzések	Kutatási hipotézisek	Kutatási módszerek	Összegzett következtetések	Tudományos eredmények
3.	<b>A tűzvédelmi háló felépítése az okos épületekben, és kiterjesztési lehetőségei az okos városokra</b>	Napjainkra körülvesszük minket az okos eszközök. Életünket napról napra egyre nagyobb mértékben befolyásolja a mesterséges intelligencia fejlődése. Az épületeink okos épületekké, a városaink okos városokká fejlődnek. A civilizáció ezen foka azonban egyelőre elsősorban a kényelmünket elégíti ki, holott hatalmas lehetőséget tartalmaznak az okos épületek a tűzbiztonság fejlesztésére, a közösségi háló analógiájának megfelelően egy tűzvédelmi háló kialakítására.	A tűzvédelem hatósági-, szakhatósági eljárásai virtuális térben zajlanak. Az ügyintézés jellemzően elektronikus, amely a digitális állam keretében, e-közigazgatás formájában megy végbe. Az eljárások azonban statikus elemekből állnak, és bár alkalmazzák a technika vívmányait, nem élnek az azokban rejlő lehetőségekkel. A hatósági-, szakhatósági eljárásokon túl pedig nem adnak hozzáadott értéket a tűzoltás, és nem csatolnak vissza megállapításokat, információkat a tűzvizsgálat szakterületéről. Összességében, az elektronikus rendszerekbe kódolt lehetőségeket nem aknázzák ki, nem jönnek létre tűzvédelmi szempontból komplexen okos épületek, amelyek a tűzbiztonság magasabb szintjét képeznék.	Megvizsgálom a hazai tűzvédelmi hatósági- és szakhatósági eljárások rendjét, az e-közigazgatás vonatkozó rendszereit. Elemzem az innovatív mérnöki módszerekkel létrehozott okos épületek tűzbiztonságának innovatív rendszerekben rejlő lehetőségeit, a tűzvédelmi háló kifejlesztésének módját. A tűzvédelmi háló felépítésének definiálásával vizsgálom annak okos épületekbe, kiterjesztett módon pedig okos városokba történő integrálását. A tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági eljárások elemzésével és az okos rendszerekbe történő helyezésével megvizsgálom a digitális állam keretei között, az e-közigazgatás tűzvédelmi aspektusainak fejlődési lehetőségét.	Feltételezésem alapján az innovatív mérnöki módszerekkel létrehozott okos épület teljes életciklusára kiterjesztett stabil tűzvédelmi egyensúlyi helyzet kialakításával virtuális valóságot képezhetünk. Feltételezem, hogy a virtuális valóság alkalmazásával egy tűzvédelmi hálót alakíthatunk ki, amely által a szereplők egy térben és valós időben foglalnak helyet. Feltételezem továbbá, hogy a tűzvédelmi háló kiterjesztésével, a katasztrófavédelmi rendszerbe valamint az okos városokba történő integrálásával a tűzvédelem új, eddig ismert legmagasabb minősége, leghatékonyabb kialakítása, és leghosszabb távon való fenntartása valósítható meg.	Tanulmányozom, összegzem a témában eddig elért tudományos eredményeket. Elemzem és összesítem a vonatkozó jogszabályokat, szabványokat, műszaki irányelveket. Megvizsgálom a digitális állam felépítését. Összehasonlítom a jelenlegi e-közigazgatásban a tűzvédelmi hatósági- szakhatósági eljárások folyamatait, az okos épületekbe integrált, innovatív mérnöki módszerek nyújtotta lehetőségekkel. Levonom a következtetéseket a tűzvédelmi háló által nyújtott biztonság minőségéből adódó fejlesztési irányok meghatározására, ezáltal a tűzvédelmi háló okos városokra történő kiterjesztésére.	A tűzvédelem szereplői egy térben és egy időben a tűzvédelmi háló virtuális valóságában hozhatók egységbe. A digitális állam keretében az e-közigazgatás formájában az okos épületekre kialakított tűzvédelmi háló, és a tűzvédelmi hálóba integrált tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági eljárások átfogó módon kezelik a tűzvédelmet, ezáltal a jelenleg ismertnél hatékonyabb, magasabb minőségű tűzbiztonság hozható létre. A tűzvédelmi háló okos városokra történő kiterjesztésével egy új komplex tűzbiztonság valósítható meg, amely alapjaiban megújítja a tűzvédelem ma ismert módszereit.	<b>Kimutattam és levezettem, hogy a dinamikus épületinformációkkal tervezetten rendelkező, információkat gyűjtő, adatbázisokat alkotó, információkat szolgáltatni képes, valós időben, virtuális környezetben megvalósított tűzvédelmi háló okos épületekben történő alkalmazása, és az okos városokra történő kiterjesztése, valamint az okos városok programba való integrálása a tűzbiztonság magas minőségű, hosszútávon fenntartható kialakítását szolgálja. Igazoltam és bemutattam, hogy az eljárás adaptálható, felhasználható a gazdasági szervezetek által az épületek optimális üzemeltetéséhez, valamint a hivatásos katasztrófavédelmi szervek tűzvédelmi hatósági-, szakhatósági tevékenységeinek támogatásához egyaránt.</b>