



VÉDELEM TUDOMÁNY

I. évfolyam, 2. szám – 2016. június

Érces Gergő

TŰZVÉDELMI HÁLÓ

Absztrakt

A fenntartható fejlődés alapvető pillérei, többek között, a biztonság és az egészség. Életünk jelentős részét épített környezetben, épületekben éljük, ezért azok fenntartható és biztonságos kialakítása mára alapvető igénnyé vált. Az épületek biztonságának egyik fő területe a tűzvédelem, amely komplex módon szerves részét képezi az épületek teljes életciklusának.

A világ szinte minden országában az építészeti tűzvédelem jogszabályokon 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. A nem komplex tűzvédelem következtében „fehér foltok”, kritikus helyek és időtartamok alakulnak ki egy-egy épület tekintetében.

A közleményben az épületek teljes életciklusán átívelő komplex tűzvédelem megvalósulását elemzem. A kritikus időpontokban, kritikus helyeken, és helyzetekben keletkező tüzesetek vizsgálatával integráltan bemutatom az innovatív mérnöki szemléleten alapuló komplex tűzvédelemben, és az épületek teljes életciklusán lefedő tűzvédelmi hálóban rejlő fejlesztési lehetőségeket.

Kulcsszavak: komplex tűzvédelem, innovatív mérnöki módszerek, tűzvédelmi háló, dinamikus használat

FIRE PROTECTION NET

Abstract

Basic pillars of sustainable development, among others, are safety and health. We spend a significant part of our lives in built environment, in buildings; therefore the sustainable and safedesign of them has become a basic need nowadays. One major area of the security of buildings is fire protection, which, in a complex way, is an integral part of the life cycle of buildings.

In almost every country of the world architectural fire protection is based on laws. We are aware of fire safety estimation methods, technical procedures, risk assessments in the science of fire protection, but they do not comprise the entire life cycle of a building in terms of building – human – fire triple interaction, nor take account of fire prevention, fire intervention, or fire investigation. On account of the non-complex fire protection become critical places and intervals in the life cycle of a building.

In the publication I analyze the implementation of complex fire protection across the full life cycle of buildings. Integrated in investigation of fires, which were generated in critical times, in critical places, and situations, I introduce the potential development opportunities lying in complex fire protection based on innovative engineering methods, and also in fire protection net which covers the entire life cycle of buildings.

Keywords: complex fire protection, innovative engineering methods, fire protection net, dynamic useage

1. BEVEZETÉS

Napjainkban az épületeink a külső, belső hőmérséklet mérésével automatikusan klimatizálják (fűtik, hűtik, árnyékolják) magukat, a hűtőnk értesítést küld, hogy melyik élelmiszerünkből mennyi fogyott vagy mikor jár le, a lakásriasztó rendszer élőképet küld az okostelefonunkra az otthoni helyzetről, és bárki a világ szinte bármely pontján kapcsolatba léphet bárkivel teret és időt áthidalva. 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 okostelefonokra, hogy merre található az ellopott gépjármű, a tűzjelző rendszer vezérli a tűzgátló ajtókat, hogy a tűz terjedését megakadályozza. Egy okosóra 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.

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 tűzvédelem a különböző típusú védelmi eszközök (életvédelem, vagyonvédelem, stb.) jelentős részében kiemelt helyet foglal el. Gyakorlatilag az általános biztonság terén az egyik legszélesebb spektrumban játszik szerepet, így széles körű alkalmazása nem elhanyagolható.

2. ÉPÜLET – EMBER – TŰZ

A világ szinte minden országában az építészeti tűzvédelem jogszabályokon, irányelveken, szabványokon nyugszik. Tűzbiztonság-becslési módszereket, műszaki eljárásokat, kockázatelemzéseket ismerünk a tűzvédelem tudományában, de azok nem ölelik át egy-egy épület teljes életciklusát az épület – ember – tűz hármas kölcsönhatás szempontjából, a komplex tűzvédelem: tűz megelőzés, tűzoltás, tűzvizsgálat tekintetében. [1] A nem komplex tűzvédelem következtében „fehér foltok”, kritikus helyek és időtartamok alakulnak ki egy-egy épület esetében. [2] 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 hármas viszonya játssza a legfontosabb szerepet. Külön-külön ismerjük azokat a paramétereket, amelyek definiálják a tűzvédelemben mérhető biztonságot az adott tényezők esetében. A probléma ott rejti, hogy ezek valós egymásra hatása sok esetben bizonytalan módosító tényezőket, jellemzően rontó tényezőket eredményez. Egy takarítás során, a takarító felszerelést hordozó kocsival kitémasztott, alapvetően szabályos, önműködő csukó szerkezettel ellátott tűzgátló ajtó nem képes betölteni

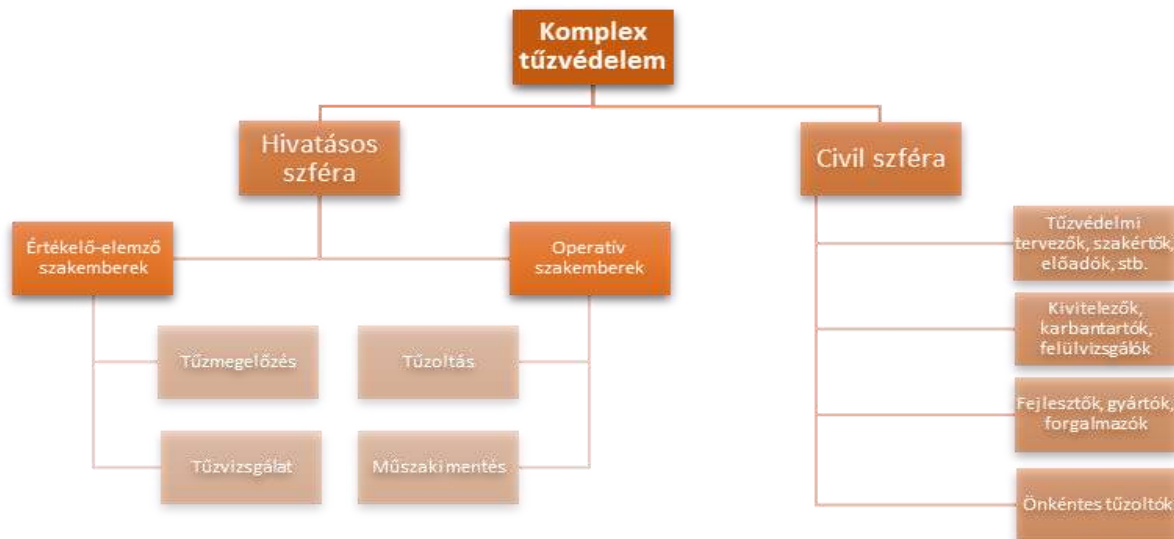
szerepét, ezáltal a tűz több tűzszakaszba történő terjedése lehetővé válik (emberi tényező). Egy elhúzódó építészeti átalakítás során az elbontott, de időközben vissza nem épített tűzgátló szerkezetek (falak, födém, stb.) hiánya ugyancsak a tűz gyors terjedését eredményezi (épület tényező). Az épület használata során felhalmozott éghető berendezések, installációk, tárgyak, anyagok égése során felszabaduló toxikus gázok, égéstermékek szintén negatív értelemben befolyásolják az épület tűzvédelmi helyzetét [3], 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, amely által egy automatizmus alakul ki. Mérnöki megoldások szempontjából az épület- és a tűz tényező kezelése már egyszerűbb probléma, mert léteznek egzakt megoldások. [4] A problémát ezen tényezők esetében az egymásra hatások megfelelő elemzésének és értékelésének hiánya okozza, amely a jellemzően heterogén és hosszú élekciklusból és a tűzvédelem szereplőinek különböző tér- és időbeni elhelyezkedéséből fakad.

3. 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: tűzmegeelőzési, tűzoltási és tűzvizsgálati 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.



1. ábra Komplex tűzvédelem szereplői [5]

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

1. tűzmegeelőzés
2. tűzoltás
3. tűzvizsgálat. [6]

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.



2. ábra A tűzvédelem hármas egymásra hatása [7]

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. 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.

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. [8] 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.

Egy építmény életének ciklusai:

1. építési szándék, koncepció – tűzvédelmi koncepció (tűzvédelmi tervező, szakértő)

2. tervezési fázis – tűzvédelmi tervezés (tűzmegelőzést végző hivatásos tűzoltó állomány tagja, tűzvédelmi tervező)

3. kivitelezési fázis – tűzvédelem érintőlegesen jelenik meg, vagy hiányzik (a kivitelezésben részt vevő tűzvédelmi képesítéssel rendelkező személy)

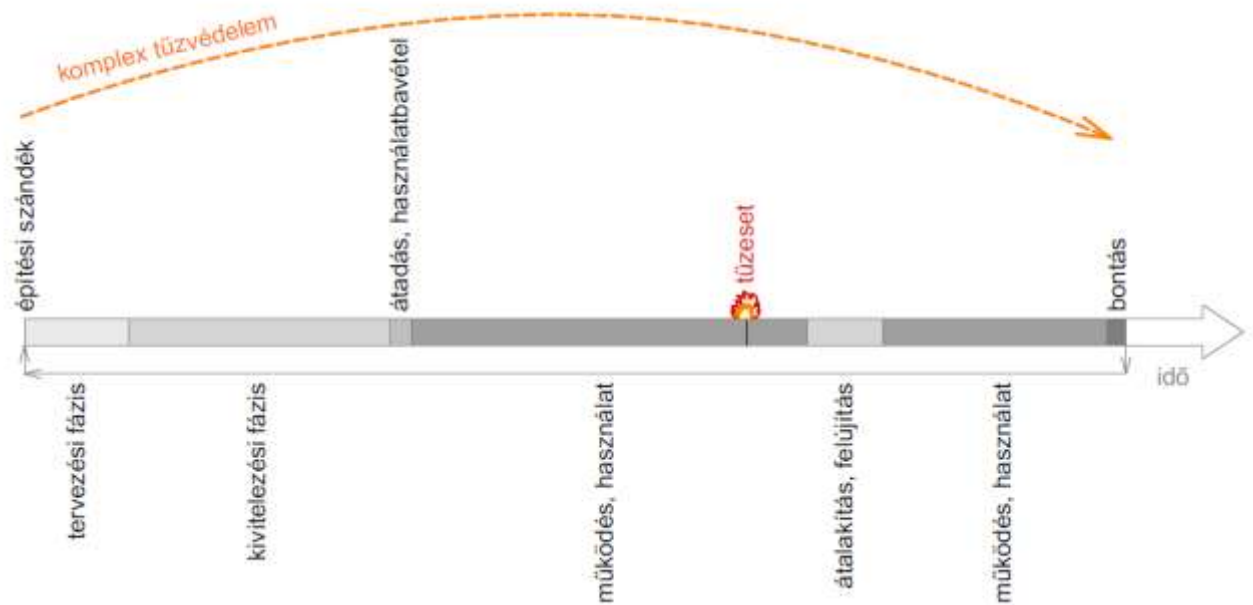
4. használatbavétel, építmény átadása – jellemzően a legjobb (pillanatnyi) tűzvédelmi állapot (tűzvédelmi képesítéssel rendelkező felelős személy, tűzmegeelőzést végző hivatásos tűzoltó állomány tagja)

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).



3. ábra Az épület teljes ciklusán átívelő komplex tűzvédelem [9]

Egy 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.

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 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 adatrészeket 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. [10] 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. 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. [11] Az infokommunikáció lehetővé teszi a szereplők egy „térben”, virtuális térben és valós időben történő jelenlétét, továbbá szolgálja az elektronikus adatbázisok kapacitásának kényelmes elérését. [12] Így a szakember fluktuáció miatt sem történik információ veszteség, bárki be tud kapcsolódni az adott rendszerbe.

4. A DIGITÁLIS ÁLLAM

Az információs forradalom mára lehetővé teszi az infokommunikáció széles felhasználását. Ez kiterjed a teljes közigazgatásra, azon belül az állam nyújtotta szolgáltatásokra, amelyek közül a biztonság egyik alappilléreként lefedi a tűzvédelem területét is. A Nemzeti Infokommunikációs Stratégia (NIS) keretein belül lehetőség nyílik az infokommunikációs szolgáltatások széles körű fejlesztésére, amely az infrastruktúra-fejlesztésen túl kiterjed többek között a használatösztönzésre, eszközellátásra, oktatásra, stb. [13]

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 tűzvédelem, amely részben már a szolgáltató állam keretein belül integrálódott az e-közigazgatásba, de még messze nem teljesült ki olyan módon, hogy a tűzbiztonság szintjét a komplex tűzvédelem megvalósulása irányába jelentős mértékben elmozdította volna. [13]

A digitális állam infrastruktúrájának, az internet nyújtotta virtuális rendszernek köszönhetően kialakítható egy a komplex tűzvédelmet lefedő tűzvédelmi háló.



4. ábra Tűzvédelmi háló [14]

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 projektekben részt vevő személyek együttműködését. Számos előnyt biztosít a projekt teljes élettartama során a tervezők, kivitelezési szakemberek és tulajdonosok számára.” [15] 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 kapcsolatrendszere, 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 leképzésére, 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.

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.

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. [16] Felhasználva a valós tűzteszt eredményeit - megfelelő modell tűz választása esetén - [17] és a BIM (épület információs modellezés) 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 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 szakmai képzéssel lehet elérni. 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.

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. [18] 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 számítógéppel segített tervezés ma a digitális állam kereteiben az e-közigazgatásban válik hatósági 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 jövőkutatás szerint a nem oly távoli jövőben 2020-2030-ra az okostelefonokat szupertelefonok váltják, 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. [19]

A szenzorok mögött intelligens, fejlődni képes számítógépes rendszerek - hatalmas adatelemző szerverek állnak majd. Digitális okoseszközeinkkel a mai kijelzőknél sokkal természetesebb módon, kiterjesztett és a virtuális valóságban (AR és VR) tartjuk majd a kapcsolatot, valamint kép- és hangutasításainkat is tökéletesen megértik majd. [19]

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 infokommunikáció 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.

5. KÖVETELMÉNYEKNEK VALÓ MEGFELELÉS

A tűzvédelem fenti átalakításához mérnöki módszerek alkalmazására lesz szükség, olyan innovatív mérnöki módszerekre, amelyekkel képesek leszünk az információ fogadására, feldolgozására, a döntések előkészítésére, és a leggyorsabb és legmegfelelőbb reakciók megadására. Ez a folyamat ma már számítógépek támogatása nélkül elképzelhetetlen. Az épített környezetünket gyakorlatilag olyan módon kell ellátnunk, szabályozott módon, már a tűz megelőzés korai fázisában, hogy az érzékelések lehetővé tegyék a fenti folyamatok lezajlását. Ez azt jelenti, hogy a tervezésnél figyelembe kell venni azokat az érzékelési, vezérlési lehetőségeket, amelyek a passzív tűzvédelem aktív módon történő alkalmazását teszik lehetővé. Ez azt jelenti, hogy BIM rendszerben információkkal és képességekkel felruházott szerkezeti elem, pl. fal, amely tűzgátló alapszerkezetként, pl. tűzgátló falként kerül kialakításra az épület teljes életciklusa alatt aktív módon, mért rendszerben helyezkedik el, és szükség esetén a benne lévő nyílások, átvezetések, stb. alkalmazkodnak a tűz kialakuló jelenségéhez. Ez több annál, mint amit ma egy egyszerű intelligens beépített tűzjelző berendezéssel kihasználunk. Olyan információkat lesz képes eljuttatni egy ilyen aktív módon alkalmazott passzív tűzvédelmi eszköz, amely információt nyújt a beavatkozó állomány részére is, hogy mekkora hőmérséklettel, milyen mértékben kiterjedt tűzzel, a tűzfejlődés

mely szakaszával, az épületszerkezet állékonyságának melyik fázisával kell, hogy szembesüljön a tűzoltás során. A tűzoltás-vezető már a vonulás során távolsági felderítéssel okoseszközén keresztül megszerezheti a fenti információkat, így a beavatkozás biztonsága és a beavatkozás hatékonysága a lehető legmagasabb szintet érheti el. Hosszútávon és fenntartható módon ez a kombináció teszi leghatékonyabbá és leggazdaságosabbá a tűzvédelmet.

Világszerte elfogadott és működő módszer a tűzvédelemi problémákra adott megoldások jogszabályi követelménnyel való összehasonlítása. [20] 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. Messze nem fedí 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 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). [21] 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.

6. KRITIKUS HELYEK ÉS IDŐPONTOK

A kritikus idő intervallumok megállapításában a tűzvizsgálat tapasztalatai jelentik az origót. Egy a tervezéstől az újratervezésig, vagy bontásig tartó épület élelciklus során különböző kritikus fázisok alakulnak ki, amelyek fehér foltként jelennek meg a tűzvédelemben. Három kritikus fázist mutatok be különböző nemzetközi tüzesetek példáján.



Az első esetben egy folyamatban lévő felújítás során keletkezett tűz a párizsi Ritz Hotelben, 2016. január 19-én. A már újrainyitást előző álló 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 rendeltetésszerűen funkcionáló épületre.



A második esetben egy átalakítás alatt álló épület, 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 tűzesetet, a tűz kiemelten nagy területre történő terjedését a tűzterjedést gátló épületszerkezetek hiánya okozta. A szétbontott, egy légteret eredményező zárt tér hosszú időn át fennálló állapota, azaz az épület paraméter játszott szerepet a kritikus hely és hosszú potenciálisan tűzveszélyes időszak kialakulásához.



A harmadik esetben pedig a tűz paraméter határozta meg a tüzesetet. 2016. január 1-én 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.

A példákából látható, hogy mindhárom tüzeset egy-egy tűzvédelmi szempontból kritikus időben keletkezett, valamelyik tűz kölcsönhatás paraméter (épület-ember-tűz) szélsőérték felé történő tolódásával. A tűzvizsgálat mérnöki szemléletű lefolytatásával a tűzhatás szerkezetekre vonatkozó következményei egzakt módon megállapíthatóak. 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 helyenként megszakadt.

meg és egy értékelő-elemző összegzésben ölt végleges formát, amellyel igazolhatóvá válik a tűzvédelmi követelménynek való megfelelés. 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 szakmai képzéssel lehet elérni. Az innovatív mérnöki módszer tehát egy összefüggés rendszer, amely az adott 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 különböző módon mért eredmények (számítások, szimuláció, tűzteszt) validálásával a valóság leképzése történhet meg, amely hosszú távú megoldásokat biztosít majd a tűzvédelem tudományában.

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. [24] 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.

8. TŰZVÉDELMI HÁLÓ

Az 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.

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 tűztesztek 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.

A mindenki által elérhető felhő alapú dinamikus file-ok lehetővé teszik, hogy a már okoskészülékekről 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 megvalósult érzékelőkkel ellátott, mért tereknek köszönhetően egy esetleges tüzesetre a digitális tűzoltó a tűzvédelmi háló segítségével már az okoskészülékén 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. 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. Összességében tehát jelentős mértékben nőne a tűzoltói beavatkozás hatékonysága, emellett egyenes arányban nőne a biztonság is. Az

okoseszközök 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 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.

A tűzvédelmi hálóval nőne az ellenőrzések minősége és hatékonysága is. Egyrészt a rendszerek ellenőrzése digitális módon is elvégezhető lenne, akár az e-építésnapló, akár 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.

A komplex tűzvédelem tekintetében körbezár a folyamat, és kialakul a teljes kölcsönhatás, gyakorlatilag megvalósul a komplex tűzvédelem. A példaként hozott aktívan alkalmazott passzív tűzgtátló 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.

9. ÖSSZEGZÉS

A komplex tűzvédelem a szereplők nagymértékű heterogenitása és az épület-ember-tűz paraméterek 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 BIM alapú tervezéssel és a felhő alapú korszerű infokommunikációs rendszerek alkalmazásával aktívvá tehetjük a passzív tűzvédelmi eszközeinket.

Így gyakorlatilag az aktív 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 tűzvédelem, amit létrehoztunk, gondolkodásunk eredménye. Nem lehet megváltoztatni, megújítani kizárólag jogszabályokkal, csak akkor, ha gondolkodásunkat, szemléletünket is megváltoztatjuk.

A tűzvédelem 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 tűzvédelem egy új minősége jönne létre, amely a biztonságot egy magasabb szintre emelné.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Beda L.: *Épületek tűzbiztonságának műszaki értékelése*, Doktori értekezés, ZMNE, KMDI, 2004.
- [2] Beda L.: *Tűzmodellezés, tűzkockázat elemzés*, Szent István Egyetem YMMFK, 1999. pp. 5-12.
- [3] Beda L. – Kerekes Zs.: *Égés- és oltáselmélet II*, Budapest, Szent István Egyetem YMMFK, 2006. 118 p.
- [4] Buchanan A. H.: *Structural Design for Fire Safety*, ISBN: 13:978 0 471 88993 9 (H/B), John Wiley & Sons, New Zealand, 421 pp.
- [5] A komplex tűzvédelem szereplői – készítette a szerző
- [6] 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról
- [7] A tűzvédelem hármasszempontjára hatása – készítette a szerző
- [8] H. Ziebs: Erfolgreiches Schutzkonzept am Beispiel Allianz Arena, *Bundesverband Technischer Brandschutz e. V. (bvfa)*, Feuerlöschanlagen (2014) 6-11.
- [9] Az épület teljes ciklusán átívelő komplex tűzvédelem – készítette a szerző
- [10] Restás Á.: A tűzoltásvezetők döntései – elméleti szempontból, *Védelem - Katasztrófa-Tűz- és Polgári Védelmi Szemle* 20: (3) pp. 5-10.
- [11] Haig Zs. – Várhegyi I.: A cybertér és a cyberhadviselés értelmezése http://mhtt.eu/hadtudomany/2008/2008_elektronikus/2008_e_2.pdf (A letöltés dátuma: 2015. 11. 17.)
- [12] Haig Zs.-Kovács L.-Munk S.-Ványa L., Szerk.: Kovács L., Szerk.: Tózsá I.: *Az infokommunikációs technológia hatása a hadtudományokra*, Budapest: Nemzeti Közszerzői Egyetem, 173 p.
- [13] www.kozigazgatas.netenahivatal.gov.hu (A letöltés dátuma: 2016. 04. 12.)

- [14] Tűzvédelmi háló – készítette a szerző
- [15] Fritts M.: A BIM jövője, <http://www.autodeskforum.hu/?p=2780> (A letöltés dátuma: 2016. 04. 30.)
- [16] Kerekes Zs.: Az építőanyagok új „Euroclass” szerinti tűzveszélyességi minősítése és hazai bevezetése, *Tudományos Közlemények*, Szent István Egyetem YMMFK 5:(1) pp. 47-57. (2008)
- [17] Szabó A., Beda L.: Modelltűz-választás valós méretű tűzoltási modellhez, *Védelem Katasztrófavédelmi Szemle* 21: (6) pp. 19-21.
- [18] Bérczi L.: A tűzoltói beavatkozás biztonsága – helyszínen beépítve. Védelem Online, 2012. www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan428.pdf (A letöltés dátuma: 2015. 09.03.)
- [19] Maliosz M.: Felhő alapú hálózatok, <http://www.tmit.bme.hu/vitmma02-2015> (A letöltés dátuma: 2016. 03.18.)
- [20] Bérczi L.: A tűzvédelem a katasztrófavédelem rendszerében, *Új Magyar Közigazgatás* 5: (6) pp. 2-8.
- [21] Zellei J.: Mérnöki módszerek – a tűzszimuláció alkalmazásának módszerei, *Katasztrófavédelmi Szemle*, 20 1 (2013) 23-24.
- [22] Kritikus helyek az idő függvényében – készítette a szerző
- [23] Badonszki Cs. – Szikra Cs. – Szilágyi Cs.: Tűzvédelmi mérnöki módszerek a világban – a szomszéd rétje, *Katasztrófavédelmi Szemle*, 20 4 (2013) 31-34.
- [24] Pántya P.: Füsttel telített, zárt terekben történő tűzoltói beavatkozások vizsgálata a biztonság szempontjából, *Bolyai Szemle* XXII. évf. 3. 2013. pp. 47-58.

Érces Gergő

Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság
ercesgergo@gmail.com

Gergő Érces

Directorate of Municipal Disaster Management
ercesgergo@gmail.com

ORCID ID orcid.org/0000-0002-4464-4604

A kézirat benyújtása: 2016.05.10.

A kézirat elfogadása: 2016.06.18.

Lektorálta: Restás Ágoston
Bérczi László