



Érces Gergő , Vass Gyula

VESZÉLYES IPARI ÜZEMEK FENNTARTHATÓ TŰZBIZTONSÁGÁ- NAK BIM ALAPÚ FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEI

Absztrakt

A fenntartható fejlődés alapvető pillérei, többek között, a biztonság és az egészség. Természeti- és épített környezetünkre is kockázatot jelent a civilizáció egyik hajtómotorjaként tekinthető ipar. Kiemelt kockázati tényezőként kell kezelnünk az ipari létesítményeken belül a veszélyes anyagokkal foglalkozó ipari üzemeket. Az építmények ezen belül az ipari, és veszélyes anyagokkal foglalkozó ipari építmények biztonságának egyik fő területe a tűzvédelem, amely komplex módon szerves részét képezi az üzemépületek teljes életciklusának.

A világ szinte minden országában az építészeti tűzvédelem jogszabályokon nyugszik. Tűzbiztonság-bebecslési 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 ipari épület tekintetében.

A közleményben az ipari épületek teljes életciklusán átívelő komplex tűzvédelem megvalósítását elemzem. Értékelem az innovatív mérnöki szemléleten alapuló BIM alkalmazásokkal megvalósítható komplex tűzvédelemben, és az ipari épületek teljes életciklusát lefedő tűzvédelmi hálóban rejlő fejlesztési lehetőségeket, amelyek által az OKOS VÁROS keretében megvalósítható egy új, magas szintű, hosszútávon fenntartható biztonság.

Kulcsszavak: komplex tűzvédelem, innovatív mérnöki módszerek, veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem, okos város



BIM BASED SUSTAINABLE FIRE SAFETY DEVELOPMENT OPPORTUNITIES OF THE HAZARDOUS INDUSTRIAL FACTORIES

Abstract

Basic pillars of sustainable development, among others, are safety and health. One of the engines of civilization considered industry means risk on our natural and constructed environment. We have to be treated the hazardous industrial factories as a major risk factor. One major area of the security of industrial buildings is fire protection, which, in a complex way, is an integral part of the life cycle of factory 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 factory building.

In the publication I analyze the implementation of complex fire protection across the full life cycle of hazardous industrial buildings. I introduce the potential development opportunities lying in complex fire protection based on with BIM applications created innovative engineering methods, and also in fire protection net which covers the entire life cycle of buildings, which enable us to realize a new, high-level long-term sustainable safety within SMART CITY.

Keywords: complex fire protection, innovative engineering methods, hazardous industrial factories, smart city



1. BEVEZETÉS

Napjainkban az info-kommunikáció forradalmát éljük át, amely mellett körvonalazódni látszik már robotok fejlődéséből várható újabb technikai forradalom. Előzményeként a XVIII. századi civilizáció fejlődési ugrását az első ipari forradalom alapozta meg, amely által egy másfél évszázados folyamat során kialakult a világ mai társadalma. Az iparosítás megkerülhetetlen folyamat volt, amely következtében napjainkig fokozatosan, egzakt módon feltárulkozott a környezetre gyakorolt hatása is. Az ismert kockázatok fényében, a veszélyek csökkentése érdekében biztonsági intézkedéseket teszünk a védelem számos területén annak érdekében, hogy az életszínvonalunk fenntartásához szükséges ipari létesítmények a lehető legkisebb mértékben veszélyeztessék emberi életünket. Az ipari üzemek tekintetében kiemelt kockázatot jelentenek a veszélyes anyagokkal foglalkozó ipari létesítmények, amelyek vonatkozásában a legszigorúbb és leghatékonyabb védelem kiépítése, és hosszú távon történő fenntartása a cél.

A XXI. század embere számára a civilizáció jelenlegi fejlődési szakaszában a biztonság, egészség, fenntarthatóság kulcsfontosságú igényné lépett elő. Az európai életformánk és életszínvonalunk fenntartása és folyamatos fejlődése érdekében elengedhetetlen a biztonság tudatos, 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. IPARI ÜZEMEK A TELEPÜLÉSSZÖVETBEN



1. ábra Chinoin gyár és vonzaskörzete [2]

Az üzemek telepítésének elvét, elsődleges szempontjait az Athéni Charta (Modern Építészet Nemzetközi Kongresszusa 1928-1959, IV. kongresszus: 1933 Athén, Görögország) határozta meg, amely szerint az ipari szektornak függetlennek kell lennie lakó övezetektől, amelyektől zöldövezetekkel szükséges elválasztani. [1] Ez az egyértelmű és helyes elv azonban a bonyolult településszövetekben, meglévő, évszázadok alatt egymásra rakódó településszerkezetekben nem érvényesíthető teljes körűen. Elsősorban az új iparterületeken, ipari parkok létesítése során érvényesíthető a fenti elv, amelyet a nemzetközi és a hazai szabályozás is deklarálnak. Az első alapvető probléma forrása az ipari létesítmények, a kockázat mértékének függvényében, kiemelten a veszélyes anyagokkal foglalkozó ipari üzemek elhelyezésének a kérdése. Különösen hangsúlyos, és kiemelten kezelendő problémát jelent sűrű, intenzíven beépített, és vegyes övezetekkel rendelkező városszövetben történő elhelyezkedés, amely hazánkban elsősorban Budapesten tapasztalható. A korabeli foglalkoztatás politika hatására Magyarországon, de igaz ez a jelenség világviszonylatban is, üzemek közvetlen szomszédságába telepítették a lakótelepeket, és az azokat kiszolgáló intézményeket, középületeket (óvodákat, iskolákat, üzleteket, stb.), hogy a lakosság, a munkavállalók kényelmét szolgálja. Ez a fajta telepítés kiválóan megfigyelhető az újpesti Chinoin Zrt. telephelyének elhelyezkedésével kapcsolatban, ahol



közvetlenül a városi szövet részét képi a veszélyes üzem, amely mellett közvetlenül a Tél utca túloldalán iparosított technológiával készített többszintes többlakásos lakóépületek helyezkednek el, a vasút túloldalán, közvetlenül a szomszédban kertvárosi beépítés figyelhető meg, jellemzően családi házakkal.

A településfejlesztés egy összetett, bonyolult, sok szereplős és hosszadalmas folyamat, amely építésjogi, tulajdonjogi vonatkozásai miatt személyi-, köz- és gazdasági érdekek szövevényes rendszerét érinti. Problémát jelenthet pl. egy barna övezetben kiszabályozott beépítetlen építési övezet esetében, a mellette elhelyezkedő veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem veszélyes anyag mennyiségének megváltozása esetén, az aktuálisan meginduló építési tevékenység megvalósítása. Az építési övezet kijelölése szerzett jogként jelentkezik az építetót számára, ugyanakkor az esetlegesen megnövekvő veszélyes anyag mennyiség hatására megnövekedhet a veszélyességi övezet, amely korlátozásokat róhat az építési övezetre.

A biztonság, az emberi élet védelme prioritást kell, hogy évezzen a fejlesztések során, amely szerves részét képi a telepítés tekintetében az adott üzem veszélyességi övezetének kijelölése. A veszélyes üzemek engedélyezési kritériumai a halálozás egyéni kockázata és a társadalmi kockázat meghatározáshoz kötöttek, amely alapján meg kell határozni a számítható veszélyességi övezetek, zónák határait. A számítás alapján egy a potenciálisan veszélyes zóna origójából egy centrikusan bővülő zónahalmazok jelölik meg a veszélyességi övezetek területet. [3]

A településrendezési eszközök meghatározása, tervezése, módosítása, stb. egzakt módon mérhető, pontosa helyrajzi számokhoz szerkesztett területeket jelöl ki. A matematikai algoritmusokat alkalmazó veszélyességi övezet határokat azonosító korszerű szoftverek viszont amorf alakú centrikus alakzatokat jelenítenek meg grafikus úton. A végfelhasználás során a terjedési modell által grafikusán kijelölt zónákat a településrendezési eljárások során alkalmazott digitális alaptérképekre lenne célszerű felhasználni, amelyek így mérhető módon centiméteres tőrés határral összevethetően lennének a hivatalos szabályozási-, rendezési-, településszerkezeti tervekkel. Így egybevetve a különböző szakterületek műszaki megoldásait, valódi mérnöki módszerekkel egzakt módon szerkeszthető és ellenőrizhető térképekkel növelhetnénk a biztonság hatékonyságát.



A lefutott szimulációk veszélyességi övezet eredményei a pl. dwg formátumú alaptérképeken tovább szerkeszthetővé válnának. A különböző zónák többszörösen görbült határvonalai fraktál módszerrel egyenesek általi érintőkkel szabályozási vonalként jelenhetne meg, amely igazíthatóvá válna a szabályozási-, rendezési-, településszerkezeti tervek szabályozási vonalához. Az így lehatárolt veszélyességi övezetek építésjogi szempontból rendezett, a szabályozással összehangolt határvonalakat alkotnak, amelyek alkalmazhatók az okos város projekt biztonságot érintő területein.



2. ábra Veszélyességi övezet határa [4]

A különböző technológiák figyelembevételével a veszélyes anyagok jelenlétének függvényében terjedési modellek készítésével prognosztizálhatóak a várható kockázatok. A szabályozási rendszereink általában, és településrendezés esetében is 2 dimenziós síkban történő ábrázolással valósul meg. Valójában a környezettünk és a környezetet és benne az embereket érő hatások 3 dimenziósak és az idő függvényében észlelhetők. Ebből adódóan egy veszélyes anyaggal foglalkozó ipari létesítmény súlyos ipari balesetéből következő veszélyes anyag kiáramlás, tüzeset során áramló mérgező füstfelhő terjedése is 3D-ban történik, és egy 3D kiterjedésű városszövetre fejt ki hatását az idő függvényében. A terjedési, kiáramlási, stb. modellek alkotására rendelkezésre álló különböző szoftverek önmagukban a szoftver és használó képességeinek függvényének alkotnak modelleket, amelyek kizárólag a szoftverekbe integrálható adatok alapján képeznek matematikai úton eredményt.



Innovatív mérnöki módszerek alkalmazásával jelentősen valóságosabb eredményeket szolgáltatnak a modellek, amelyek összetett mérnöki eljárásokkal jelentős mértékben növelik a biztonságot. Fejlett térinformatikai és BIM alapú 3D képképzés mérnöki szoftverek alkalmazásával a digitális állam adta lehetőségek felhasználásával az okos városok létrehozásával és a külső védelmi tervekkel történő harmonizálásával egy teljesen új, nagyon magas szintű biztonság építhető fel és tartható fenn hosszútávon. [5]

3. IPARI TECHNOLÓGIA ÉPÍTÉSZETE

Az ipari üzemek, különös tekintettel a korszerű ipari létesítmények épített környezetét, építményeit, épületeit a technológiai kialakítás határozza meg. Az építészeti vonatkozás másodlagos szerepet tölt be, gyakorlatilag a technológia védőburkaként tekinthetünk rá. Jellemzően kevésbé valósul meg a gazdaságosság, a tömeg- homlokzatképzés formálása, az alkalmazkodás a környezethez. [6] Ezek önmagukban tűnhetnek pusztán építészeti problémának, de kockázatok, amely mélyen gyökereznek a pusztán a technológiai ráción alapuló létesítésben, erőteljesen kihatnak a tűzvédelem területére is. A magas szintű tűzvédelem kialakítása elsősorban az adott építmény térbeli struktúrájától függ, hiszen a zárttéri tűz 3 dimenziós áramló fizikai jelenség, a tűz fejlődését, terjedését, a hőmérsékletek alakulását alapvetően befolyásolja az építmény térbeli elrendezése. Tűzvédelmi szempontból az építmény által hordozott hozzáadott érték, a passzív tűzvédelem megvalósulása jelenti a biztonság legmagasabb fokát. Egy üzemben létrehozott tűzvédelmi helyzet egyensúlyát az aktív-passzív tűzvédelmi rendszerek létesítésével érhetjük el, az optimális térbeli egységekre történő bontással. A legégetőbb problémát a technológiai rendszerek szövevényes térbeli struktúrája adja, amely az építményekben létesített védelmi egységek (pl. tűzszakaszok), a szabadtér és az épületek közötti teret (pl.: tűztávolság), de a funkcionálisan elválasztott területek közötti teret (pl.: szabadtéri tároló terület és közlekedési útvonalak) is átszövik, összekötik, ezért a védelmi síkok meghatározás, és főként fenntartása rendkívül bonyolult feladat. [7]

A fő irányként jellemzően horizontális és/vagy vertikális technológiák térbeli megjelenése mára indokolja a robotizálás megvalósítását (pl.: egy magas raktár, vagy egy gépjármű szere-



lőcsarnok esetében). A robotok egyre elterjedő, egyre szélesebb spektrumban alkalmazott jelenléte megváltoztatja az eddig ismert térbeli struktúrákat, mert képes optimalizálni az emberi munkavégzés térigényét, amely az emberi egészség és biztonság érdekében szigorúan szabályozott. A robot technológia használatának elterjedéséből adódóan megváltozik az ipari épületek térbeli elrendezése, tulajdonképpen maga a robot rendszer határoló felületeit képi majd az épület. Az ipari robotok elterjedése az egyik leggyorsabban fejlődő intelligens robotizációs folyamat. Az állandó emberi tartózkodás hiánya tűzvédelmi szempontból kedvező, de ugyanakkor az intelligens robotok nagyarányú alkalmazása kiemelt vagyonsvédelmi szempontokat tűz ki célként, ezért azok magas szintű védelme szükséges. [6]

A nagy kiterjedésű, vagy több szinten elhelyezkedő robot rendszerek, robot technológiák esetében a biztonságos kisméretű térbeli egységek, tűzvédelmi szempontból kockázati egységek kialakítása, így a hatékony passzív tűzvédelem megvalósítása nem célravezető, mert gátját képezné az összetett automatizált folyamatok végrehajtásának. A bonyolult, automatikusan mozgó, programozott ipari robot eszközök, rendszerek tűzbiztonságának kialakítása rendszerazonos módon kiépített automatikus robotizált aktív rendszerekkel valósítható meg a leghatékonyabban. Veszélyes üzemekben alkalmazott ipari robot rendszerek esetében az okos aktív robot rendszerek a közvetlen élőerős tűzoltói beavatkozás helyettesítik, ezzel nagymértékben növelve a tűzoltói beavatkozás biztonságát a helyszínen. A veszélyes anyagok jelenléte miatti extrém körülmények közötti tűzoltói beavatkozás gyakorlatilag az előre tervezhető aktív rendszerekkel a helyszínen beépítve kiváltható. Ezekben az esetekben tűzoltói beavatkozás a helyszínen, vagy akár távoli felületről az automatizált oltórendszerek, robotok felügyeletéből, igény és/vagy szükség esetén kézi vezérléséből áll. [8]



4. IPARI ÉPÜLETEK LEGFŐBB TŰZVÉDELMI JELLEMZŐI

Az ipari létesítmények tűzvédelmének alapjait hazánkban a hatályos 54/2014. (XII. 5.) BM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSZ) szabályozza. A jogszabály a SEVESO irányelvekkel paralel módon kockázat függvényeként határozza meg a követelményeket, a műszaki megoldások minőségét. Az általános esetben vett pl. lakó-, vagy közösségi épületek térbeli kialakításából, befogadóképességéből, a használók menekülési képességéből származtatott kockázati osztályokon túl az ipari létesítményekre önálló kockázati kategóriát (OTSZ 1. melléklet 4. táblázat) is meghatároz bizonyos esetekben az OTSZ. A veszélyes anyagokkal foglalkozó ipari építmények követelményeinek meghatározása azonban egyedi mérnöki szemléletet igényel, szótár jelleggel nem kereshető ki a OTSZ 1. melléklet 4. táblázatából. A mérnöki megoldás keresése során több szakember, több szakterület integrált műszaki megoldásait kell alkalmazni a SEVESO irányelvek alapján figyelembe veendő kockázatok azonosításával a tűzvédelmi szempontból vett kockázati egység kockázati osztályának meghatározásához. Kiemelt szerepet tölt be ebben a folyamatban a technológus, az iparbiztonsági szakember, az építészmérnök, a gépészmérnök, a villamosmérnök, a környezetvédelmi mérnök, az informatikus, és nem utolsósorban a tűzvédelmi mérnök kooperációja. A valós mérnöki módszerek, validált szimulációk, valós tűztesztek alkalmazásával ún. Building Information Modelling (BIM) eljárással megalkotott épületek esetében valós kockázatok határozhatóak meg, amelyek alapján kijelölhetőek a térben megalkotott kockázati egységek és azok kockázati osztályai. [9]

A fentiek alapján egzakt módon értelmezhetővé válnak az OTSZ 2. mellékletében előírt passzív szerkezeti elemekre vonatkozó követelmények. A bonyolult veszélyes anyagokat tartalmazó technológiai, a veszélyes anyagokat kezelő, egyre intenzívebben elterjedő robot technológiai rendszerek miatt az OTSZ 5. melléklet 3. táblázatában előírt tűzszakasz méretek nem feltétlenül alkalmazhatók, vagy súlyos ipari balesetek tekintetében nem feltétlenül alkalmazhatók hatékonyan a SEVESO irányelvekben meghatározott védelem kialakítására. Ezekben az esetekben egyedi mérnöki megoldások alkalmazása jelenti a megfelelő biztonsági szint megvalósításának kulcsát.



A passzív módon történő védelem helyett egy az aktív és passzív tűzvédelmi rendszerek egyensúlyán alapuló védelem kialakítása az opcionális figyelembe véve a SEVESO irányelveket, integrálva a rendszert a veszélyes üzem Biztonsági Irányítási Rendszerébe (BIR). Az aktívan alkalmazott passzív tűzvédelmi rendszerek automatizált robot oltórendszerekkel kiegészítve hatékonyan képesek a kezdeti tüzek oltására, így megelőzve a súlyos ipari katasztrófa kialakulását. Ugyanakkor a korai érzékelésen alapuló aktívan alkalmazott passzív tűzvédelmi rendszerek alkalmazása elengedhetetlen az esetlegesen kialakuló súlyos ipari baleset bekövetkezésének minimalizálása lokalizálása érdekében. Egy esetleges robbanás következtében feltételezhető az aktív rendszerek károsodása, amelyek így nem képesek betölteni a védelmi szerepüket. A robbanásból keletkező tüzeset során extrém körülmények közötti élőerős tűzoltói beavatkozásra van szükség, amely hatékonyságát nagymértékben a tűzoltói beavatkozó képesség határozza meg. A beavatkozó képesség összetett, elsősorban függ a beavatkozás gyorsaságától, a beavatkozó állomány adott speciális és extrém körülményekre való felkészültségétől, az egyéni védőeszközök minőségétől, és a beavatkozásra igénybe vehető tűzoltói szakfelszerelés, oltóanyag minőségétől.

Az önkormányzati és létesítményi tűzoltóságokra, valamint a hivatásos tűzoltóság, önkormányzati tűzoltóság és önkéntes tűzoltó egyesület fenntartásához való hozzájárulásra vonatkozó szabályokról szóló 239/2011. (XI. 18.) Korm. rendelet alapján létesítményi tűzoltóságot kell működtetni ott, ahol:

- az ipari építmény tűzszakasz alapterülete alapján meghatározott számított tűzterhelése megkívánja
- az üzemi technológiai folyamat vagy egyéb helyi sajátosság alapján szükséges (lehet főfoglalkozású)
- az atomerőműben (főfoglalkozású)
- felső vagy alsó küszöbértékűnek minősülő veszélyes üzemben, ha a biztonsági jelentésben vagy a biztonsági elemzésben feltárt kockázat vagy dominóhatás miatt szükséges (főfoglalkozású)



A vonatkozó jogszabály tehát a fent fennálló feltételek esetében kötelezően előírja helyi, a speciális körülményeket ismerő, hatékonyan beavatkozni képes létesítményi tűzoltóság létesítését, amely jelentős mértékben növeli a tűzoltói beavatkozás hatékonyságát.

A beépített tűzvédelmi rendszerek esetében biztosítani a mélységében tagolt védelmi funkciót. Törekedni kell a korai észlelés biztosítására, a gyors és hatékony védelmi funkciók működőképességének kiépítésére és fenntartására. Az esetlegesen keletkező tüzeset során a technológia szakaszos védelmi lezárása kell, hogy megvalósuljon, annak érdekében, hogy a technológia leállása ne okozza a veszélyes üzem rendszerének további gócpontjait, potenciális veszélyforrását, ne alakulhasson ki reakció lánc, amely súlyos ipari balesetbe vezethet. A tűzvédelmi tervezést és a tűzvédelmi rendszerek fenntartását olyan módon kell végrehajtani, hogy a tüzeset kezelése a súlyos ipari baleset részeseményeként történhessen, ne hasson ki a teljes üzem állapotára. [9]

A hatékony tűzvédelem kialakítása érdekében veszélyes anyagokkal foglalkozó ipari üzemek tervezése során kiemelten fontos a létesítmény teljes életciklusára történő tervezés. A használat orientált tervezés során a létesítendő technológia, a felhasznált veszélyes anyagok, és tevékenység prioritása mértékadó. Az alaposan megtervezett használat függvényében optimálisan kialakíthatók a kockázati egységek: nyersanyag tárolási egységek, feldolgozó egységek, készanyag tárolási egységek, szociális, iroda blokkok. A technológia függvényében ésszerűen alakíthatók a tűzszakaszok, a technológiai rendszer szakaszolásai, így a mértékadó tűzszakasz alapján egzakt módon meghatározható a szükséges oltóanyag mennyiség és intenzitás. A hő- és füstelvezetés tervezése során kiemelt tekintettel kell lenni a veszélyes anyagok jelenléte miatti esetlegesen nagymértékben mérgező, környezetkárosító égéstermékek elvezetésére, amelyek esetleges keletkezése esetén a hő- és füstelvezető rendszerekbe épített megfelelő szűrők alkalmazása célszerű. Szélsőséges esetben pedig hő- és füstelvezetés nélküli tűzvédelmi rendszer kiépítése az optimális és biztonságos pl.: elfojtás elvén működő oltórendszerekkel. A korai észlelést biztosító beépített automatikus tűzjelző rendszeren kívül evakuációs hangjelző rendszer, és folyamatos üzemű tűzvédelmi monitoring rendszer kiépítése is indokolt lehet a kockázat-elemzés függvényében, amely a hatékony távolsági felderítés, tűzoltói beavatkozás során is hasznos célt szolgál. Az egymást kiegészítő, egymásra épülő tűzvédelmi eszközök, rendszerek integrálása szükséges BIR-be.



A teljes életciklusra történő tervezés a tűzvédelem komplex kezelésével valósul meg a leghatékonyabban. Alapvetően veszélyes anyagok jelenléte esetén az azok használati paramétereiből kell levezetni a tűzvédelmi tervezést, nem pedig a tervezett építményhez illeszteni a használatot. [10]



3. ábra Az épület teljes ciklusán átívelő komplex tűzvédelem [11]

Az eleve összetett építészeti, ipari, technológiai tűzvédelmi tervezésben megjelennek az automatikus beépített aktív tűzvédelmi berendezések, a bonyolult mélységében tagolt biztonsági rendszerek, amelyek pl. jelentős szerepet játszhatnak a tűzterjedés elleni védelemben. A bonyolult védelmi rendszerek tervezésében, kiépítésében párhuzamosan, sokszor metszéspontok nélkül vesznek részt több szakterület szereplője. A 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 alakulhatnak ki már akár a tervezés során is. 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, beépítve az eredményeket a belső- és a külső védelmi tervekbe is. Így a speciális szakterületek eredményei valóban hatni kezdenek egymásra. Ennek a



rendszernek a megvalósulása eredményezi a komplex tűzvédelem kialakulását az ipari létesítmények esetében. Amikor valamennyi szereplő, valamennyi speciális szakág tevékenysége – egy-egy ipari épület esetében, annak teljes életciklusát átívelve, térben és időben – kölcsönösen hat egymásra, folyamatos és intenzív kölcsönhatásba kerül, létrejön az ipari létesítmény esetében a komplex tűzvédelem. [9]

5. ÜZEMEK TŰZVÉDELMI HELYZETÉNEK EGYENSÚLYI JELLEMZŐI

A veszélyes anyagokkal foglalkozó ipari üzemek esetében a szükséges biztonsági szintek meghatározásához, a várható következmények elemzéséhez kockázat becslési módszereket alkalmazunk. A veszélyes üzemek tűzvédelmi szegmensében ismert és elfogadott módszer a tűzkockázat-elemzés, tűzkockázat-becslések algoritmusainak alkalmazása. [12]

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:

$$S \text{ (biztonság)} = 1/R \text{ [13]}$$

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

Egy veszélyes anyagokkal foglalkozó ipari építmény tűzvédelmi koncepcióját az aktív-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. A játékelmélet olyan helyzetekkel foglalkozik, amelyekben legalább két döntési szituáció közül próbáljuk a döntések hasznosságfüggvényét maximalizálni. [14] Esetünkben az aktív és a passzív védelmi rendszer hasznosság függvényének a maximalizálása a cél, olyan módon, hogy az ne hasson ki negatívan az épület és a veszélyes anyagokat tartalmazó technológia tűzvédelmi koncepciójára. 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, reakcióba léphet a tárolt veszélyes anyagokkal 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 egyensúlyi helyzetének hiánya miatt a rendszer nem nyújt megfelelő biztonságot.

A matematikai értelemben vett Nash egyensúlyban lévő rendszerek tűzvédelmi helyzete egyensúlyt képez, amely azonban két értéket vehet fel: instabil és stabil egyensúlyi állapotot. 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, ipari építmények, technológiál esetében ezáltal jelentős mértékben megnő a kockázat, amely az épület teljes életciklusának kritikus pontjainál csúcsosodik ki. [15]

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.



A fentiek alapján az a következtetés szűrhető le, hogy modern ipari 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 képező automatikus beépített tűzjelző rendszer működésének hatására passzív, de mobil tűzterjedés elleni gátlást valósítanak meg (tűzgátló nyílászárókat, mobil füstkötény rendszereket aktiválnak). Az intelligens érzékelés és vezérlések 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. A passzív rendszerek tűzjelző berendezés nélkül is képesek automatikus módon aktiválódni: hőre habosodó rendszerek, hőre tűzgátlást biztosító felkeményedő habok, stb.) Ezen rendszerek alkalmazásával az építészeti terek átjárhatósága biztosított, variálható az adott funkció igényeknek megfelelően, ugyanakkor stabil egyensúlyi helyzetben biztosítja a védelmet. Az adott zárt terek kiürítése, ezáltal az életvédelem magas szinten biztosítható. [16]

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 (Building Information Modelling) alapú tervezéssel és a felhő alapú korszerű infokommunikációs rendszerek alkalmazásával aktívvá tehetjük a passzív tűzvédelmi eszközeinket. [17] [18] Így gyakorlatilag az aktív módon alkalmazott passzív tűzvédelmi rendszerek működtetésével egy új típusú dinamikus használati szabályrendszer alakul ki, amely folyamatosan stabil egyensúlyi állapotban biztosítja egy épület teljes életciklusán át a biztonságot.

A hazai tűzvédelemben, a stabil tűzvédelmi egyensúlyi helyzet kialakítása céljából, a mérnöki módszerek innovatív és kombinált alkalmazása folyamatosan beépíthető a vonatkozó tűzvédelmi műszaki irányelvekbe, így gyakorlatilag jelentős mértékben bővíthető a tervezői szabadság, olyan módon, hogy a tűzbiztonság folyamatosan erősödik. A tűzvédelmi műszaki



irányelvekbe történő integrációt megelőző alkalmazás során pedig jóváhagyási eljárás keretében igazolható a megfelelő tűzbiztonság, jelentős mértékben csökkentve ezzel a jogszabályi előírások alól történő eltérési engedélyezési eljárások lefolytatásának szükségességét, amely által az erőforrás többlet miatt nő a tűzvédelmi hatóság hatékonysága.

6. A DIGITÁLIS ÁLLAM SZEREPE

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. [19]

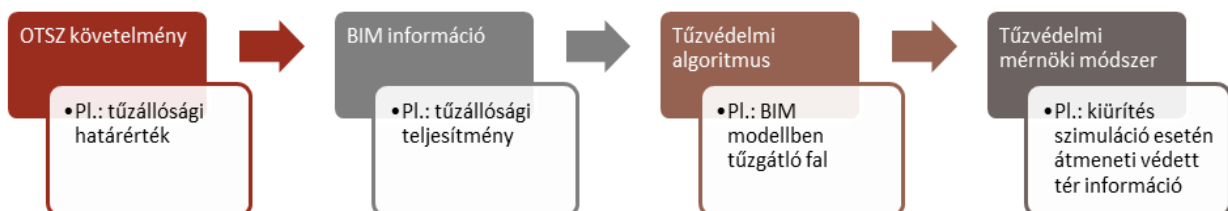
A NIS-ban megfogalmazott törekvések végső célja a Digitális állam létrehozása a kormányzat, az intézményi és a piaci szereplők közös szerepvállalásával valósul meg. Ebben a hazában foglal el a biztonság részhalmazában egy jelentős területet a tűzvédelem, amely részben már a szolgáltató állam keretein 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. [19]

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

A fenti rendszer valóságos jelenléte kézzel fogható, egy-egy ipari épület teljes életciklusát tekintve az épületek életciklusának kezdeténél. Gyakorlatilag az ipari 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 tervezé-



sétől 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.” [20] Az egyes épületelemek, szerkezetek információkat hordoznak, amelyek segítik a tervezés folyamatát, és képesek arra, hogy a hordozott információkat tovább örökössék. Az épített terek háromdimenziósak, csakúgy, mint a tűz jelensége, vagy a kiáramló veszélyes anyag terjedése, ezért a 3D tervezés, modellezés kompatibilis elvek alapján működhet, és kellene is, hogy működjön. El kell feleltetni 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 elleni védelem 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 füst-elvezetést, vagy a kiürítést szimuláló szoftverek képesek lesznek és részben képesek ma is a hordozott információk felhasználásával egy a valósághoz hasonló szimulált jelenség leképésére, 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. [21]



4. ábra Az innovatív tűzvédelmi mérnöki módszer BIM alapja



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. [23] Felhasználva a valós tűzteszt eredményeit - megfelelő modell tűz választása esetén - [24] 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. 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. Mivel az OTSZ eszközrendszerén túlmutat egy-egy veszélyes ipari üzem létesítése, ezért a leghatékonyabban innovatív mérnöki módszerekkel tervezhető a legoptimálisabb és legbiztonságosabb megoldás.

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 a veszélyes anyagok jelenléte miatti extrém körülményekre való tekintettel. [25] A kritikus helyek meghatározásával egy új típusú, mérnöki módszerekkel igazolt haszná-



lat tervezhető a potenciálisan kockázatos időintervallumokra, amely fel tudunk használni mind a BVT, mind a KVT készítésénél. A jogszabályokon nyugvó statikus (csak a jogszabályváltozástól függő szabályozás) használati szabályok helyett új szemléletű dinamikus használati szabályozás alakítható ki a veszélyes anyagok minőségének és mennyiségének függvényében.

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 ipari épület engedélyezési fázisaiban a heterogén komplex tűzvédelem egyes szereplői a virtuális térben egy-egy rövid időintervallumban találkoznak.

A mai korszerű technológia 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.

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.
[26]

7. INNOVATÍV MÉRNÖKI BIM ALGORITMUSÚ MÓDSZEREK

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 tüzmegelezés 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. [22]

A súlyos ipari balesetek 50% emberi mulasztás következtében keletkeznek. Tűzvédelmi szempontból az épület-ember-tűz tényezők valós egymásra hatásai mérnöki módszerekkel tervezhetők [27], amelyek által pontos képet alkothatunk az épületünk tűzvédelmi életciklusáról. Ilyen módszerek többek között a valós tűztesztek, a szimulációs vizsgálatok, számítások, az elemzés-értékelés, és az épület diagnosztika, amelyek által előre megállapíthatjuk az épületünk életciklusának alakulását. A módszerek önmagukban azonban téves, félrevezető eredményekhez is vezethetnek. A különböző módszerek vegyes alkalmazása, a különböző eredmények egymáshoz viszonyított értékelése adja a mérnöki módszer lényegét. Önmagukban a különböző módszerek csak részeredményeket szolgáltatnak, csak olyan részrendszerben, amelyben konkrétan vizsgálat alá kerültek. 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. Felhasználva a valós tűzteszt eredményeit, megfelelő modell tűz választása esetén, 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, 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. [28]

Az innovatív mérnöki szemlélettel megvalósuló tűzvédelem a tűzvédelmi hálóval hozható létre, a kezdeti tervezési fázistól egy tüzeseti beavatkozásra át az épület teljes elbontásáig, majd onnan ismételtelen 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.

A megvalósult érzékelőkkel ellátott, mért tereknek köszönhetően egy esetleges tüzesetre a digitális tűzoltó, robot 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. Ez az információ halmaz kiemelt jelentőséggel bír egy-egy veszélyes anyagokkal foglalkozó ipari üzem esetében. A fentiek miatt, továbbá a döntést támogató rendszereknek köszönhetően kész tervek állnának rendelkezésre, 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. [5]

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, supervisor 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 tűzgátló alapszerkezet információt meghatározzák a tervezésnél, majd értékelik, végül a kialakult adatok alapján egy rendszer részeként engedélyezik. Az információt tovább használják a kivitelezés, a veszélyes anyagok kezelése 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, így jelentős mértékben szolgálja a BVT-k minőségét. [29]



8. IPARI ÜZEMEK AZ OKOS VÁROSOKBAN

A mai tendenciákból kiindulva előre láthatóan 2050-re a világ teljes népességének 70%-a él majd városokban. Ezért kiemelten fontos a városok magas fokú biztonságának megvalósítása. Megállapítást nyert, hogy a biztonság egy-egy épület esetében info-kommunikációs eszközök alkalmazásával növelhető. Az elv kiterjesztésével, a lépték növelésével ez a rendszer egy-egy városra is kiterjeszhető, ami katasztrófavédelmi szempontból kulcs fontosságú a védelem kialakításában. Ezeket a városokat a szakirodalom okos városoknak nevezi. „Az okos, vagy élhetőbb város olyan települést takar, mely a rendelkezésre álló technológiai lehetőségeket (elsősorban az információs és kommunikációs technológiát) olyan innovatív módon használja fel, amely elősegíti egy jobb, diverzifikáltabb és fenntarthatóbb városi környezet kialakítását.”

A 2017. március 20-án a 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.” [30]

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, amelyek felhasználásával a lakosság biztonsága is jelentős mértékben növelhető.

Digitális projektek megvalósításával, intelligens folyamatok útján, okos ökoszisztéma alakítható ki, amely hosszútávon fenntartható. Az okos város hat alrendszerből épül fel:



5. ábra Smart Cities Council 6 alrendszere [30]

„Okos életkörülmények alrendszer alatt az élhető várost, a személyes biztonságot és az egészségügyi kondíciókat javító intézkedéseket, a turisztikát, az aktív kulturális, szabadidős és közösségi élményeket fejlesztő programokat, a lakhatás körülményeit javító folyamatokat, valamint az ezeket támogató info-kommunikációs technológiai (IKT) megoldásokat értjük.” [30]



6. ábra Tűzvédelem az okos életkörülmények tényezője [30]

Ebbe az alrendszerbe tartozik a katasztrófavédelem is. A településszövetben, kiemelten a belterületeken elhelyezkedő veszélyes anyagokkal foglalkozó ipari üzemek tekintetében a fenntartható biztonság az okos városokba történő védelmi funkciók létesítésével megvalósítható. A KVT-k okos városok rendszerébe történő integrálása elősegíti a komplex védelem kiterjesz-



tését és folyamatos monitoringozás hatékonyságának növelését. A 3D térinformatikai rendszerek, a BIM alapon tervezett épületek, a mért adatok információ halmaza megfelelő elemzés és szakmai értékelés útján a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek biztonságos működését szolgálják, amely által a lakosságra vonatkozó veszélyek kockázata csökkenthető, és hosszútávon fenntartható lenne.

9. ÖSSZEGZÉS

A veszélyes anyagokkal foglalkozó ipari létesítmények tűzvédelme tekintetében megállapítást nyert, hogy a vonatkozó, hatályos tűzvédelmi jogszabályok, szabályozók általános értelemben határoznak meg követelményeket az ipari létesítmények tekintetében. A veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek egyedi, és speciális létesítmények, amelyekre egyedi tűzvédelmi műszaki és használati megoldásokat kell találni. Az alapvető tűzvédelmi követelményeken, irányelveken túl a speciális, és veszély szempontjából kiemelt kockázatot jelentő veszélyes ipari üzemek létesítéséhez, üzemeltetéséhez a SEVESO irányelvek határoznak meg követelményeket, célokat.

A technológiai rendszerek, az automatizálás, az egyre gyorsabb ütemben elterjedő robot technika fejlődése új térbeli struktúrákat és interaktív módon kezelhető, dinamikus használatot eredményez, amely kihat a létesítmények telepítésére, az építmények fejlesztésére, építésére, a technológiák kialakítására, és az üzemeltetésre.

Az infokommunikációs rendszerek digitális állam adta kereteken belül történő alkalmazása új lehetőségeket nyújt a védelem, a biztonság tervezésében, és fenntartható végrehajtásában. A 3D szoftverek BIM alapú rendszerei dinamikus használatra történő tervezést tesznek lehetővé, és mérhető, validált módon szimulált modellek segítségével innovatív mérnöki módszerek alkalmazásával az okos infrastruktúra keretein belül a veszélyes üzemek komplex védelmében kaphatnak szerepet. Integrálhatók a BIR-be, és alapját képezhetik a BVT-nek. A különböző szereplők (tervezők, hatóságok, szakértők, üzemeltetők, stb) a digitális állam nyújtotta IKT alkalmazásával egy virtuális térben és valós időben vesznek részt egy-egy veszélyes üzem



teljes életciklusában, amely által homogén biztonsági minőség alakítható ki, és tartható fenn. Ezzel a metodikával valódi, nem csak a mai értelemben vett, pusztán az alkalmazott szoftverek és kezelőjük képességein alapuló, mérnöki módszereknek nevezett, hosszútávon sok esetben hamis biztonságot nyújtó megoldásokat lehet létrehozni, hanem valós módon egymásra ható, mérnöki szemlélettel értékelt, 3D szoftveres segítségével megtámogatott, a becsült kockázatokon, kockázat-elemzéseken nyugvó szintetizáló, és egy teljes életcikluson át monitoringozott eredményt kapunk.

A lépték növelésével az okos város elvén alapuló infrastruktúrában, térinformatikai eszközökkel és felhő alapú adatbázisokkal olyan új biztonság hozható létre, amely hosszútávon fenntartható védelmet nyújt, és amelybe integrálva a KVT-k digitális és a településrendezési eszközökkel összehangolt rendszerét komplex védelmet alakíthatunk ki, amely interaktív módon követi a dinamikus használatot.

FELDOLGOZOTT SZAKIRODALOM

- [1] Meggyesi T.: Településfejlesztés, BME Egyetemi jegyzet, www.urbanisztika.bme.hu/segedlet/telepulesfejlesztes-jegyzet.pdf (letöltés dátuma: 2017. 05. 08.)
- [2] 1. ábra: Chinoin gyár és vonzaskörzete, készítették a szerzők
- [3] Cimer Zs. – Vass Gy. – Kátai-Urbán L.: A veszélyes üzemeket érintő településrendezési szabályozás értékelése Magyarországon, *Bolyai Szemle*, 24 3, (2015) pp. 81-90.
- [4] 2. ábra: Veszélyességi övezet határa, http://vas.katasztrofavedelem.hu/letoltes/document/vas/document_122.pdf (letöltés dátuma: 2017. 05. 08.)
- [5] Érces G.: Tűzvédelmi háló, *Védelem Tudomány* 1 2 (2016), pp. 472-496.
- [6] Lázár A.: *Munkahelyek építészete*, Budapest, ISBN: 963 7746 52 8, 2000., pp 20-39.



- [7] D'Amico M.: A safety culture, *Industrial Fire Journal*, 2013 issue no. 91., ISSN 0964-9719 pp. 10-13.
- [8] Pires N. J.: *Industrial Robots Programming Building Applications for the Factories of the Future*, ISBN 0-387-23325-3, Springer, New York, 2007.
- [9] Antal Z. – Vass Gy. – Kátai-Urbán L.: Atomerőmű létesítés tűzvédelmi követelményeinek vizsgálata, *Védelem Tudomány* 2 1 (2017), pp. 17-30.
- [10] Érces G. – Restás Á.: *Disaster Management in Fire Protection View: Building Life Cycle Assessment in Hungary* In.: 11 th International Conference on "Environmental Legislation, Safety Engineering and Disaster Management" Elsedima: Building Disaster Resilience in a Changing World (Book of abstracts). 199 p., ISBN:[978-606-93873-1-3](https://doi.org/10.1007/978-606-93873-1-3)
- [11] 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](https://doi.org/10.1007/978-86-6211-106-7)
- [12] Kátai-Urbán Lajos; Vass Gyula: Kátai-Urbán Lajos (szerk.). Kézikönyv: Veszélyes üzemek, tevékenységek és technológiák az iparban. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014. 119 p. (ISBN 978-615-5491-74-0)
- [13] Beda L.: *Tűzmodelllezés, tűzkockázat elemzés*, Szent István Egyetem YMMFK, 1999.
- [14] Simonovits A.: *Bevezetés a játékelméletbe*, BME, Matematikai Intézet egyetemi segédlet (2007) MTA Közgazdaságtudományi Kutatóközpont
- [15] Nash J. F.: Non-cooperative games, *Kuhn* (1997) 14-26. pp.
- [16] Érces G.: Aktívan alkalmazott passzív tűzvédelmi rendszerek hatása az épületek tűzvédelmi életciklusában, *Védelem Tudomány* 1 4 (2016), pp. 13-29.
- [17] Bérczi L.: A tűzvédelem a katasztrófavédelem rendszerében, *Új Magyar Közigazgatás* 5: (6) pp. 2-8.



- [18] Zellei J.: Mérnöki módszerek – a tűzszimuláció alkalmazásának módszerei, *Katasztrófavédelmi Szemle*, 20 1 (2013) 23-24.
- [19] www.kozigazgatas.netenahivatal.gov.hu (A letöltés dátuma: 2016. 04. 12.)
- [20] Fritts M.: A BIM jövője, <http://www.autodeskforum.hu/?p=2780> (A letöltés dátuma: 2016. 04. 30.)
- [21] Smith Ch.: Fire goes BIM, *Industrial Fire Journal*, 2017 issue no. 107, ISSN 0964-9719 pp. 54-55.
- [22] 4. ábra: BIM, <http://muum.global/bim> alapján készítette a szerző
- [23] Kerekes Zs.: Az építőanyagok új „Euroclass” szerinti tűzveszélyességi minősítése és hazai bevezetése, *Tudományos Közlemények*, Szent István Egyetem YMMFK 5:(1) pp. 47-57. (2008)
- [24] Szabó A., Beda L.: Modelltűz-választás valós méretű tűzoltási modellhez, *Védelem Katasztrófavédelmi Szemle* 21: (6) pp. 19-21.
- [25] Bérczi L.: A tűzoltói beavatkozás biztonsága – helyszínen beépítve. *Védelem Online*, 2012. www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan428.pdf (A letöltés dátuma: 2015. 09.03.)
- [26] Maliosz M.: Felhő alapú hálózatok, <http://www.tmit.bme.hu/vitmma02-2015> (A letöltés dátuma: 2016. 03.18.)
- [27] Bognár Balázs, Kátai-Urbán Lajos, Kossa György, Kozma Sándor, Szakál Béla, Vass Gyula: Kátai-Urbán Lajos (szerk.) IPARBIZTONSÁGTAN I.: Kézikönyv az iparbiztonsági üzemeltetői és hatósági feladatok ellátásához. Budapest: Nemzeti Közszolgálati és Tankönyvkiadó, 2013. 564 p. (ISBN:978-615-5344-12-1)
- [28] McGrattan K. – Peacock R. – Overholt K.: *Fire Model Validation*, Fire Safety Science-proceedings of eleventh international symposium, 2014 INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR FIRE SAFETY SCIENCE/ DOI: 10.3801, 2014., pp. 958-968.
- [29] Szakál Béla, Cimer Zsolt, Kátai-Urbán Lajos, Sárosi György, Vass Gyula: Veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetek elleni védekezés I.: módszertani szakkönyv veszélyes



anyagok és súlyos baleseteik az iparban és a közlekedésben. Budapest: Korytrade, 2015. 120 p. (ISBN:978-963-12-3502-9)

[30] Okos Város, <http://okosvaros.lechnerkozpont.hu/hu> (A letöltés dátuma: 2017. 05. 01.)

FELHASZNÁLT JOGSZABÁLYOK

54/2014. (XII. 5.) BM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi szabályzat

Az önkormányzati és létesítményi tűzoltóságokra, valamint a hivatásos tűzoltóság, önkormányzati tűzoltóság és önkéntes tűzoltó egyesület fenntartásához való hozzájárulásra vonatkozó szabályokról szóló 239/2011. (XI. 18.) Korm. rendelet

A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet

56/2017. (III. 20.) Korm. rendelet az egyes kormányrendeleteknek az „okos város”, „okos város módszertan” fogalom meghatározásával összefüggő módosításáról

Érces Gergő tűzoltó őrnagy, egyetemi tanársegéd Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katasztrófavédelmi Intézet

erces.gergo@uni-nke.hu

Maj. Gergő Érces, assistant lecturer Institute of Disaster Management, National University of Public Service

orcid.org/0000-0002-4464-4604

Dr. habil. Vass Gyula tűzoltó ezredes PhD, igazgató Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katasztrófavédelmi Intézet

gyula.vass@uni-nke.hu



Col. Gyula Vass PhD, director, Institute of Disaster Management, National University for Public Service

orcid.org/0000-0002-1845-2027