

Mesterséges intelligencia alkalmazási lehetőségei a katasztrófavédelemben

I. rész

Application possibilities of artificial intelligence in disaster management

Part I.

Podholiczki Erik tú. alezredes
Nógrád Vármegyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság
Balassagyarmati Katasztrófavédelmi Kirendeltség
iparbiztonsági felügyelő
poterik91@gmail.com
ORCID: 0009-0007-0850-4341 

Absztrakt:

Jelen tanulmány célja, hogy bemutassa a mesterséges intelligencia alkalmazási lehetőségeit a katasztrófavédelem szervezeti rendszerében, szakterületenként. Célja továbbá, hogy az állomány megismerje a mesterséges intelligencia adta lehetőségeket és azok felhasználási módjait, az ne legyen egy ismeretlen, sötét folt számukra. A tanulmány elemzi a külföldön és belföldön alkalmazott mesterséges intelligencia megoldásokat, technológiákat, jogszabályokat, valamint az ezzel kapcsolatos tapasztalatokat. A témával kapcsolatos szakirodalom, kutatási beszámolók alapján a tanulmány sorra veszi és értékeli az egyes szakterületek esetében alkalmazható technológiai megoldásokat, azoknak hátrányaival és előnyeivel együtt.

A közigazgatásban és így a katasztrófavédelemben a jobb és gyorsabb ügyintézés, valamint a tűzoltóságon belül a hatékonyabb beavatkozások érdekében a jövőben egyre szélesebb körben kell majd alkalmazni ezt a technológiát. Ehhez meg kell kezdeni a megfelelő adatbázisok felépítését, amelyhez ez a tanulmány egy támpontot ad.

Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, katasztrófavédelem, okos technológiák, adatbázis építés

Abstract:

This study aims to present the potential applications of artificial intelligence (AI) within the organizational system of disaster management, broken down by specialized areas. It further aims to ensure that personnel become familiar with the opportunities AI offers and the ways in which it can be utilized so that it is not an unfamiliar or obscure concept to them. The study analyzes AI solutions, technologies, regulations, and related experiences implemented domestically and abroad. To this end, it reviews and evaluates technological solutions applicable to various specialized fields based on relevant literature and research reports, discussing their advantages and disadvantages.

In public administration, and consequently in disaster management, AI will need to be applied more widely in the future to ensure more efficient and faster administration and more effective interventions within fire departments. To achieve this, it will be essential to begin building appropriate databases, for which this study provides a framework.

Keywords: artificial intelligence, disaster management, innovative technologies, database construction

1. BEVEZETÉS

Ennek a tanulmánynak a célja, hogy egy alapot szolgáltatson, arra, milyen módon lehet megteremteni a hátterét, adaptálni, majd használni a mesterséges intelligenciát a katasztrófavédelem hatósági és tűzoltási, műszaki mentési feladatai során. A tanulmányban többek között bemutatom, hogy az iparbiztonság, a polgári védelem, a tűzmelegelőzés és a tűzoltói beavatkozások területén milyen lehetőségek rejlenek a mesterséges intelligenciában (MI), az hogyan teheti hatékonyabbá, korszerűbbé a 21. században előforduló kihívások vonatkozásában a katasztrófavédelmet. Megvizsgálom, hogy a rendelkezésre álló tanulmányok alapján, mi a civil lakosság, valamint hivatásos állomány véleménye és milyen a hozzáállása a mesterséges intelligenciához. Minden előnye mellett a mesterséges intelligencia hátrányaira is fel akarom hívni a figyelmet. A közigazgatásban a mesterséges intelligencia segítségével a kormányzat jobb szabályzókat tervezhet. Jobb döntéseket hozhat, amelyek javíthatják a kommunikációt, valamint az állampolgárokkal és a lakosokkal való kapcsolattartás is egyszerűbbé válhat. Javulhat továbbá a közszolgáltatások sebessége és a minősége is. Noha az MI potenciális előnyei jelentősek, ezeknek az előnyöknek az elérése, valamint a hátrányok kiküszöbölése nem könnyű feladat. Ezt a lehetőséget csak akkor tudjuk igazán kihasználni, ha az ezekhez a technológiákhoz szükséges szakembereknek, programozóknak magas színvonalú képzést biztosítunk. A katasztrófavédelem feladata pedig, hogy vonzó állás- és karrierlehetőséget biztosítsanak ezeknek a szakembereknek, így alapozva meg a folyamatos fejlesztési és alkalmazási lehetőségeit a technológiai újításoknak.

2. A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ALAPJAI

Először is fontos a megértés miatt a mesterséges intelligencia (angol nyelven: artificial intelligence vagyis AI) fogalmának, tárgykörének tisztázása, mivel ennek jelenleg nincsen egységes, tudományos definíciója. Az ezzel foglalkozó tudósok és intézmények sokféle definíciót használnak a leírására, amely az idő előre haladásával is folyamatos változáson megy keresztül, mint maga a technológia. Pontosan mit értünk a mesterséges intelligencia fogalma alatt, ha még maga az intelligencia kifejezés is nehezen definiálható?

Íme, az egyik összefoglaló leírása az MI-nek:

A MI a gépek emberhez hasonló képességeit jelenti, mint például az érvelés, a tanulás, a tervezés és a kreativitás. Lehetővé teszi a technika számára, hogy érzékelje környezetét, foglalkozzon azzal, amit észlel, problémákat oldjon meg, és konkrét cél elérése érdekében tervezze meg lépéseit. A számítógép nemcsak adatokat fogad (már előkészített vagy összegyűjtött adatokat érzékelőin, például kameráján keresztül), hanem fel is dolgozza azokat és reagál rájuk. Ezek a rendszerek képesek viselkedésük bizonyos fokú módosítására is, a korábbi lépéseik hatásainak elemzésével és önálló munkával. Összefoglalva az MI rendszerek nagy adathalmazok intelligens feldolgozó algoritmusokkal való kombinálásával működnek, hogy tanuljanak az általuk elemzett adatok mintáiból és jellemzőiből. Minden alkalommal, amikor egy mesterséges intelligencia egy adatfeldolgozási kört futtat, teszteli és méri saját teljesítményét, és további tudást fejleszt ki.

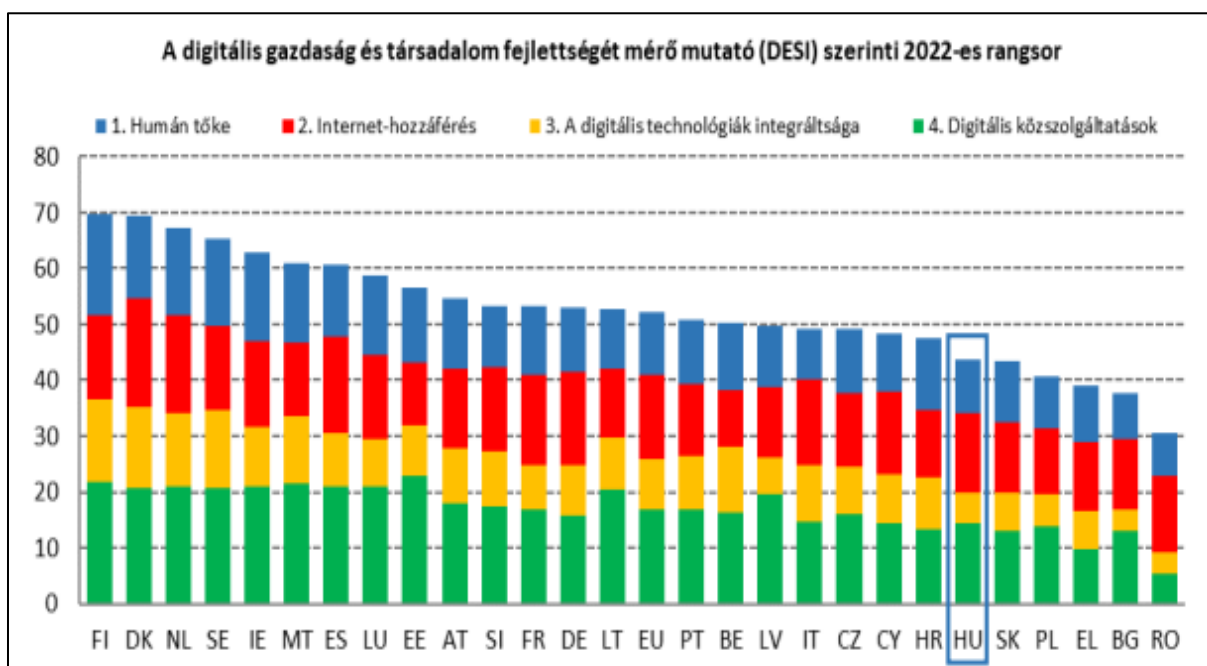
Az MI két főbb típusra osztható:

- Szoftveralapú: virtuális asszisztensek, képelemző szoftverek, keresők, beszéd- és arcfelismerő rendszerek.
- Fizikai: robotok, önvezető autók, drónok, a dolgok internete.

A katasztrófavédelem esetében az MI fizikai (pl.: drónok beavatkozások segítésére, életfunkciókat követő berendezések) és szoftveres (pl.: nyilvántartások, más hatóságok nyilvántartásai, szimulációk, elemző szoftverek) alapú technológiáit is széles körben tudjuk adaptálni, ha megvan hozzá a megfelelő informatikai és adatbeviteli háttér. A legtöbb MI projektben az adatok kritikus pontként szerepelnek.

Ez különösen igaz a gépi tanulási projektekre, ahol a cél az, hogy az MI tanuljon az adatokból. Azonban nem minden adat ugyanolyan fontosságú, ezért meg kell tenni mindent annak érdekében, hogy az MI által felhasznált adatok pontosak, megbízhatók és megfelelőek legyenek az adott feladathoz. Még akkor is, ha a mesterséges intelligencia megoldást jelenthet a kormányzati problémákra, az alapvető adatkezelési irányelvek hiánya korlátozhatja a benne rejlő lehetőségeket. A mesterséges intelligencia iránt érdeklődő közalkalmazottaknak tudniuk kell, milyen típusú adatok használhatók fel, milyen adatokra van szüksége a mesterséges intelligenciának, és hogyan ellenőrizhetik, hogy adataik készen állnak-e az MI-be való bevitelre.

Magyarország élen jár a legalább 1 Gbps sebességű széles sávú előfizetések elterjedtsége tekintetében. Az ország eredményei a vezetékes széles sávú előfizetések, az 5G spektrum és a nagyon nagy kapacitású vezetékes hálózati (VHCN) lefedettség tekintetében is meghaladják az uniós átlagot. A magyar vállalkozások többsége nem használja ki a digitális technológiák kínálta lehetőségeket. A polgároknak és vállalkozásoknak nyújtott szolgáltatások minősége és teljessége azonban továbbra is viszonylag alacsony fokú. A digitális szakpolitikák tekintetében a nemzeti digitalizációs stratégia biztosítja a 2021–2030-as időszakra szóló stratégiai szakpolitikai keretet. Magyarország ambiciózus és kihívást jelentő célja, hogy az évtized közepére a digitális fejlődés tekintetében meghaladja az uniós átlagot, és 2030-ra a digitalizáció terén a 10 vezető uniós gazdaság egyike legyen.



1. ábra: A digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő 2022. évi mutató (DESI) (Forrás: ld. [1])

Az Európai Parlament COM/2021/206 [2] számú javaslata már konkrétan a mesterséges intelligencia szabályozásával foglalkozik. Célja a belső piac működésének javítása azáltal, hogy egységes jogi keretet állapít meg különösen a mesterséges intelligencia uniós értékekkel összhangban történő fejlesztésére, forgalmazására és használatára vonatkozóan. Ez a rendelet számos közérdeken alapuló kényszerítő indok miatt született meg, amilyen például az egészség, a biztonság és az alapvető jogok magas szintű védelme, és biztosítja a mesterséges intelligencián alapuló áruk és szolgáltatások határokon átnyúló szabad mozgását, így megakadályozza a tagállamokat abban, hogy korlátozásokat vezessenek be az MI-rendszerek fejlesztésére, forgalmazására és használatára vonatkozóan, kivéve, ha e rendelet kifejezetten engedélyezi azt.

A rendelet meghatározza és kiemelt hangsúlyt fektet a nagy kockázatú MI-rendszerekre melyek között szerepelnek a katasztrófavédelem feladatközébe tartozó rendszerek is:

- A kritikus infrastruktúra irányítása és működtetése: a közúti forgalom irányításában és működtetésében, valamint a víz-, gáz-, fűtési és villamosenergia-szolgáltatás során biztonsági alkatrészként használt MI-rendszerek.
- Az alapvető magánszolgáltatásokhoz, valamint a közszolgáltatásokhoz és előnyökhöz való hozzáférés és ezek igénybevétele: olyan MI-rendszerek, amelyeket a vészhelyzeti első reagálási szolgáltatások – többek között tűzoltók és orvosi segítségnyújtás – biztosítására vagy a kiküldésük elsőbbségének megállapítására használnak.

A tervezet részletesen szabályozza ezen MI rendszerekkel kapcsolatos követelményeket: kockázatkezelési rendszer, adatok és adatkezelés, műszaki dokumentáció, nyilvántartás, átláthatóság és a felhasználók tájékoztatása, emberi felügyelet, pontosság, stabilitás és kiberbiztonság. A rendelet többek között a szolgáltatókra és felhasználókra vonatkozó kötelezettségeket is részletesen szabályozza.

2.1. A mesterséges intelligencia típusai, tanulási formái

A mesterséges intelligencia több szintjéről és formájáról is beszélhetünk. Nem kell azonnal bonyolult dolgokra gondolni. Ma már egy sima, minden háztartásban jelen lévő okostelefon vagy egy okos hangszóró is rendelkezik mesterséges intelligenciával. A mindennapi életben önvezető autók, egészségügyi elemző szoftverek vagy okos otthon eszközök formájában bárhol összefuthatunk vele, és azok összetettségétől függően fejlettségi szintjük is különbözik. Szűk mesterséges intelligencia (Szűk MI): A szűk mesterséges intelligencia, melyet „gyenge MI-nek” is neveznek, a számítógépes rendszer azon képességét jelenti, hogy az embernél hatékonyabban el tud végezni egy szűken meghatározott feladatot. A szűk MI a legmagasabb MI szint, amelyet az emberiség máig elért, és minden olyan MI, mellyel a való világban találkozunk, ebbe a kategóriába tartozik, ideértve az önvezető járműveket és a személyi digitális asszisztenseket is. Még ha úgy is tűnik, hogy az MI önállóan és valós időben gondolkodik, ilyenkor az valójában több, szűkre szabott folyamatot hangol össze, és előre meghatározott keretek között hoz döntéseket. A mesterséges intelligencia „gondolkodásából” hiányzik a tudatosság és az érzelem.



2. ábra: A mesterséges intelligencia használata a mindennapokban (Forrás: ld. [3])

Általános mesterséges intelligencia (Általános MI): Az általános mesterséges intelligencia, melyet olykor „erős MI-nek” is neveznek, a számítógép azon képességét jelenti, amellyel képes meghaladni az emberi eredményeket bármilyen intellektuális feladatban. Ha egy számítógép eléri az általános MI szintjét, akkor az elméletileg képes lenne megoldani rendkívül bonyolult problémákat, döntéseket tudna hozni bizonytalan helyzetekben is, és alkalmazni tudná a korábbi tudását az éppen aktuális döntéshozatalnál. Rendelkezne emberi szintű kreativitással és képzelettel, és a szűk mesterséges intelligenciánál sokkal szélesebb körű feladatok megoldására is képes lenne.

Mesterséges szuperintelligencia (ASI): Egy szuperintelligenciával rendelkező számítógép képes lenne az embert csaknem minden területen túlszárnyalni, többek között a tudományos kreativitásban, az általános bölcsességben és a társadalmi készségekben is.

Az MI fő motorja az adat és az ebből kinyert információ. Az MI-ket folyamatosan adatokkal kell ellátni, hogy azzal szinten tudja tartani a „tudását”. A tanulási módszereket az alábbiak szerint lehet osztályozni:

Gépi tanulás: A gépi tanulás az a folyamat, amelyet a számítógépes rendszerek használnak a mesterséges intelligencia eléréséhez. Algoritmuskal azonosít mintákat az adatokban, amelyekkel ezután adatmodellt készítenek, és előrejelzéseket végez. A gépi tanulási modelleket adatok részhalmazain tanítják be. Ha a modell betanításához használt adatok pontosan képviselik az elemzésre váró teljes adatkészletet, akkor az algoritmus pontosabb eredményeket produkál. Ha az MI elég jól van betanítva ahhoz, hogy gyorsan és pontosan elvégezze a feladatát, akkor elérte a szűk MI szintjét.

Mély tanulás: A mély tanulás a gépi tanulás egy fejlett típusa, amely az emberi agy szerkezete által ihletett algoritmus hálózatokat, úgynevezett neurális hálózatokat használ. Egy mély neurális hálózat beágyazott neurális csomópontokból áll, és minden megválaszolt kérdés újabb kapcsolódó kérdésekhez vezet. A mély tanulás betanításához általában nagyméretű adathalmazok szükségesek. A mély tanuláshoz használt betanítási készletek általában több millió adatpontból állnak. Ha a mély neurális hálózatot betanították ezekkel a nagyméretű adathalmazokkal, akkor az a kisebb hálózatoknál jelentősen komplexebb feladatokat is képes kezelni. Ez kiváltképp hasznos például képfelismeréshez, ahol a mesterséges intelligenciának meg kell találnia az alakzatok széleit ahhoz, hogy azonosítani tudja a kép tartalmát. Mély tanulással tanítják be azt a típusú mesterséges intelligenciát is, amely képes meghaladni az emberi készségeket olyan összetett játékoknál, mint a sakk.

Egy tanuló algoritmus akkor jó, ha a tanulási folyamat során olyan feltételezéseket hoz létre, amelyek jól jósolják meg az általuk korábban nem látott példák esetén követendő cselekvéseket. A gép predikcióját ellenőrizni is kell, amelyet a már ismert eredmények alapján tehetünk meg. Ezt egy teszhalmaznak nevezett mintahalmaz segítségével végezhetjük el.

Ha az összes rendelkezésünkre álló példát tanításra használjuk, akkor továbbiakat kell gyűjtenünk a teszteléshez. Ezért a tanuló algoritmusok fejlesztői a leggyakrabban a következők szerint járnak el:

1. Gyűjtenek egy nagy példahalmazt.
2. Ezt két különálló részre osztják: a tanító halmazzra és a teszhalmazzra.
3. A tanító algoritmust a tanító halmazon alkalmazzák, vagyis az algoritmus elé tárják a tanító halmaz elemeit és a helyesnek minősített döntést, így hozzák létre a hipotézist.
4. Ezután megméri a teszhalmazon (ahol szintén ismerjük a helyes választ, de azt már nem mutatjuk meg a gépnek), hogy a hipotézis a halmaz hány százalékára ad helyes döntést. [4, pp. 10]

Fentiekből is látszik, hogy nem egyszerű megtanítani az MI-t és azt sem egyszerű eldönteni, hogy milyen adatokat adjunk meg a részére, főleg egy olyan komplex dolog esetében, mint például a tűzesetek.

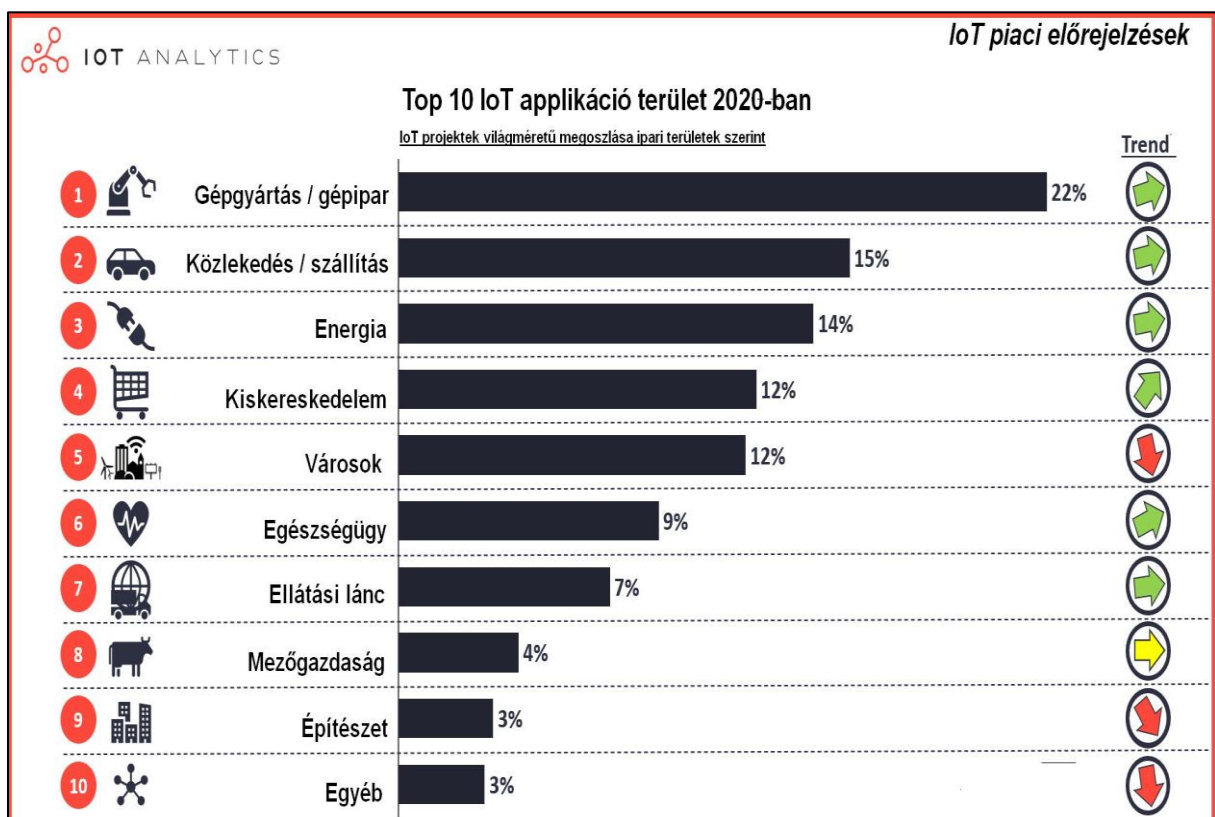
2.2. Internet of Things (IOT), a dolgok Internete

A dolgok internete (angolul: Internet of Things, rövidítve: IoT) lényegében olyan különböző, egyértelműen azonosítható elektronikai eszközöket jelent, amelyek képesek felismerni valamilyen lényegi információt, és azt egy internet alapú hálózaton egy másik eszközzel megosztani. A fogalom más szavakkal hálózatra kötött „intelligens” eszközöket takar, amelyek a beépített érzékelőknek és szenzoroknak köszönhetően képesek adatokat gyűjteni. Az IoT fogalma alatt érhető például „... egy társadalmi-technológiai keretkonceptió, ami azt írja le, hogy termékek, tárgyak, eszközök online összekapcsolódnak, egymással kommunikálnak, feladatokat hajtanak végre, anélkül, hogy ehhez feltétlenül felhasználói kezelőfelület csatlakozna. Technikailag olyan természetes, vagy ember által megalkotott objektumok sokaságát írjuk így le, amik IP-címmel rendelkeznek és képesek az internetes hálózaton keresztül adatot forgalmazni...” [5, pp. 11.]

A dolgok internete egyik gyakorlati alkalmazása az egymással és a működtető személlyel hálózati kapcsolatban álló, egyes fizikai tárgyakba és eszközökbe beágyazott elektronika gyűjtőfogalma, amelyet szoftverek és érzékelők (szenzorok) tesznek lehetővé.

Az ilyen eszközök állandó internetkapcsolattal rendelkeznek, és valós időben kaphatnak információt más eszközöktől például a forgalmi helyzetről vagy az időjárásról.

Vegyünk egy példát az egyik elsőként háztartásokban használt okos eszközzel. A Nest termosztát megfigyeli, hogyan használják, mikor hogyan módosítják a hőmérsékletet, és egy idő után a felhasználó viselkedését utánozva magától képes beállítani a megfelelő értékeket a megfelelő időpontban, a megfelelő helységben.



3. ábra: IOT piaci eloszlása 2022-ben (Forrás: ld. [6])

Ha mesterséges intelligencia-megoldásokkal ruházzunk fel “Dolgok Internete”, vagyis “okos” eszközöket, akkor azok megosztják egymással az információkat és a közös információhalmaz valós idejű elemzésével tudnak döntéseket hozni. Például amikor hazaindulok a munkából (amit a telefon érzékel, és közli az otthoni rendszerekkel), akkor, a fűtés úgy időzít, hogy a hazaérés pillanatára már optimális legyen a hőmérséklet, a lámpák pedig mindig ott világítanak, ahol éppen tartózkodok.

Nagyon ígéretes az ipari felhasználás is (angolul Industrial Internet of Things, IIoT). Az iparban sokkal nagyobb adattömeget kell feldolgozni és jellemző a Big data, a gépi tanulás (machine learning) és a felhőalapú számítástechnika (cloud computing). Magyarországon is foglalkoznak már a vállalatok IIoT-vel. Ilyen például a MOL Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt., amely víz-, áram-, gáz- és hőmennyiség-mérésre alkalmas mérőóráit kapcsolja hálózatba a fogyasztás monitorozása, szabályozása érdekében.

Összefoglalva elmondható, hogy ennek a területnek a szabályozása még nem kiforrott, de ennek ellenére minél előbb el kell kezdeni a felkészülést, hogy adott esetben könnyebben tudjuk majd adaptálni a szervezetbe ezeket a technológiákat.

Az MI-t az IOT-vel társítva határtalan lehetőség nyílik meg az emberiség számára, mivel adatokat folyamatosan tudunk betáplálni és már most is hatalmas mennyiségű adat áll rendelkezésre ahhoz, hogy az MI saját maga tanulva egyszerűbbé tegye munkánkat és ezzel az állampolgárok életét.

2.3. Részösszegzés

Elmondhatjuk, hogy több adatforrással és gépi tanulási technikák használatával tud hatékonyan tanulni az MI. Azonosíthatják a mintákat, amelyeket az emberek esetleg figyelmen kívül hagynak. Ez pontosabb és időszzerűbb előre jelzésekhez vezethet, lehetővé téve a természeti katasztrófákra való jobb felkészülést és reagálást. Bármilyen MI rendszert is alakítunk ki vagy alkalmazunk a jövőben, a rendszernek csatlakoznia kell majd a személyi védőfelszereléseken található érzékelőkre és a dolgok internete által biztosított információkkal is rendelkeznie kell ahhoz, hogy a megfelelő tanulási folyamatokat végre tudja hajtani. A katasztrófavédelem és az MI kapcsolódása az utóbbi években egyre növekvő figyelmet kap. Az MI technológiák számos módon járulhatnak hozzá a katasztrófavédelem hatékonyságának növeléséhez és a válságkezelési folyamatok javításához. Az egyik legfontosabb terület, ahol az MI jelentős előrelépést eredményezhet a katasztrófavédelemben, az adat- és a prediktív elemzés. Az MI algoritmusok segítségével lehetséges előre jelezni például az időjárási viszonyokat és természeti katasztrófák bekövetkezésének valószínűségét. Ez lehetővé teszi a hatóságoknak, hogy előre felkészüljenek, és megelőző intézkedéseket hozzanak a katasztrófák hatékonyabb kezelése érdekében.

Az MI továbbá segíthet a katasztrófák során bekövetkező helyzetek gyorsabb és hatékonyabb értékelésében. Például képes lehet azonnal elemzéseket végezni, mérések, valamint műholdas és légifelvétel alapján, és segíteni a döntéshozóknak a kezelési stratégiák kidolgozásában. Az MI technológiák alkalmazása azonban nem csupán a katasztrófák megelőzésére és kezelésére korlátozódik. Az okosvárosok és az okoskatasztrófavédelem (smart disaster management) koncepciói is előtérbe kerülnek, amelyekben az MI segíthet az infrastruktúra és a kommunikációs hálózatok intelligens kezelésében és a válságokkal szembeni ellenállóbbá tételében. Az MI alkalmazása azonban számos kihívással is járhat a katasztrófavédelemben. Ezek közé tartozik az adatbiztonság és adatvédelem kérdése, az etikai megfontolások, valamint az MI-alapú döntéshozatal átláthatósága és felelősségre vonhatósága. Az MI potenciálisan forradalmi változásokat hozhat a katasztrófavédelemben, lehetővé téve a hatóságoknak, hogy hatékonyabban reagáljanak a katasztrófákra és minimalizálják azok hatásait. Azonban az MI technológiák felelős és fenntartható módon történő alkalmazása elengedhetetlen az optimális eredmények eléréséhez.

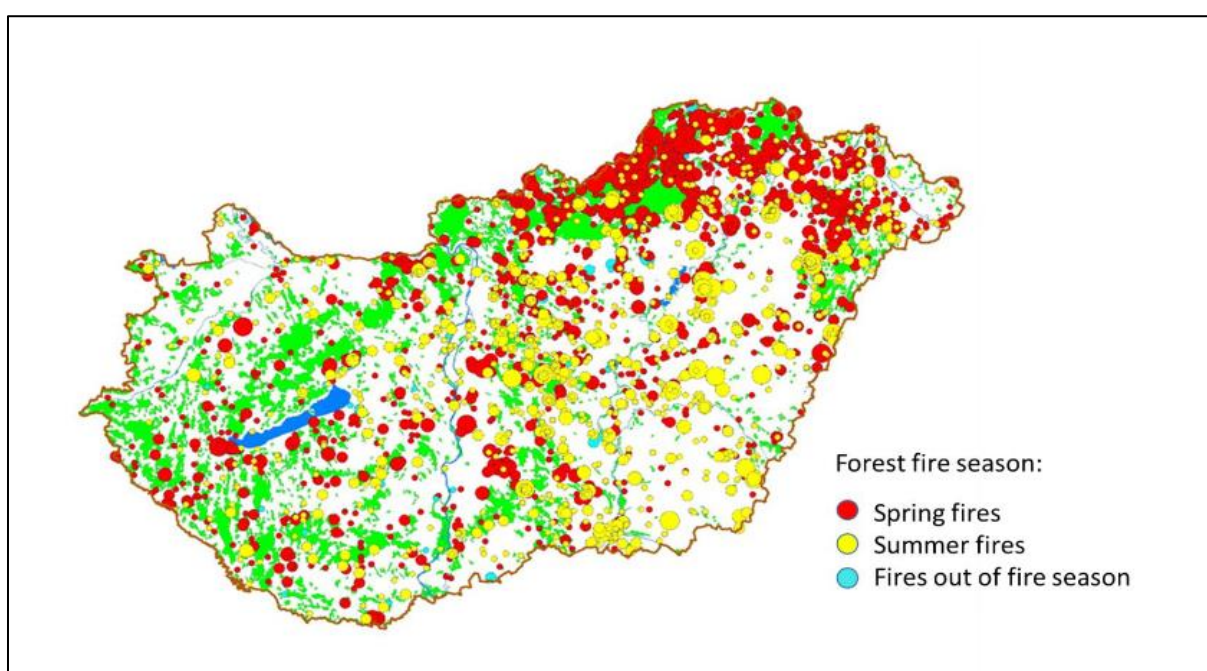
Az MI kapcsolódási pontjai a katasztrófavédelemmel igen széleskörűek, a lehetséges kapcsolódási pontok közül a tűzmelegelőzésre, a mentő tűzvédelemre, az iparbiztonságra valamint az állomány MI-t fogadó hozzáállására fogok nagy hangsúlyt fektetni a következőkben.

3. MESTERSÉGES INTELLIGENCIA A TŰZMEGELŐZÉSBEN

A mai világban egyre több beruházás történik, aminél egyre több új technológiát (okos eszközök, kamerák, szenzorok stb.) használnak. Ezek megfelelő alapot szolgáltathatnak egy mesterséges intelligencia adatszükségletéhez. De nem csak az épületek tűzbiztonságával kell foglalkozni. Az extrém időjárási körülmények miatt egyre több a nagy kiterjedésű tüzeset és műszaki mentés. A megfelelően betáplált adatokkal az MI meg tudja határozni, hogy egy ilyen extrém időjárási esemény során mi lehet nagyobb kockázati helyszín, hol kell nagyobb figyelmet fordítani a megelőzésre. Ezekre a lehetőségekre mutatok néhány példát a következő fejezetekben.

3.1. Szabadtéri tüzek kockázatának csökkentése

Az extrém szárazság és az folyamatosan jelenlévő emberi gondatlanság miatt egyre nagyobb kihívást okoznak mindennapjainkban a szabadtéri tüzek. Az erdőtüzek általában kicsiben kezdődnek, de gyorsan terjednek, és mindent elpusztítanak, ami útjukba kerül, beleértve az otthonokat és a környezetet is, és az életet is veszélyeztetik.



4. ábra: A szabadtéri tüzek kialakulása évszakok szerint (Forrás: ld. [7, pp. 37.]

Év	<u>Szabadtéri tüzek száma</u>	<u>Erdőtüzek</u>		<u>Egyéb területeket érintő szabadtéri tüzek</u>
	<u>összesen</u>	<u>Darabszám</u>	<u>Leégett terület (hektár)</u>	<u>Darabszám</u>
2013	4602	761	1955	3841
2014	5783	1042	4454	4741
2015	5318	1069	4730	4249
2016	2677	452	974	2225
2017	7122	1454	4933	5668
2018	2981	530	906	2451
2019	7296	2088	6541	5208
2020	4339	1239	2895	3100
2021	4350	1154	2413	3196
2022	8687	2731	20947	5956

1. táblázat: A szabadtéri tüzek alakulása Magyarországon: (Forrás: ld. [7, pp. 35.]

Fentiekből látható, hogy nem lehet egyértelmű tendenciákra következtetni a szabadtéri tüzek esetén. Azok sokban függenek az időjárási körülményektől (száraz vagy csapadékos) és az évszakoktól, különösen a tüzek száma és kiterjedése kapcsán. Az viszont biztosra vehető, hogy egyre szélsőségesebb körülményekkel fogunk találkozni a jövőben. Amiben tudunk javítani az a gyorsabb észlelés vagy a jobb megelőzés. Ez az, ahol a dolgok internete (IoT) és az MI segíthet. A továbbiakban bemutatott rendszereknek egy sarkalatos pontja a vezeték nélküli adattovábbítás, amihez az 5G (vagy már bizonyos helyeken 6G) hálózatok nyújthatnak segítséget a jövőben. A szabadtéri tüzekkel kapcsolatban véleményem szerint két megközelítési módot is tudunk alkalmazni a gyors észleléshez.

Képalapú megközelítésben a folyamat magában foglalja az adatkészlet előkészítését, az adatkészlet megjegyzésekkel való ellátását, a modell betanítását és a modell tesztelését. A mélytanulási modellt általában drónokon alkalmazhatnánk, amelyeket megfigyelési célokra használnak az erdőtüzek jelenlétének észlelésére. A feladat nagyon hasonlít egy objektumészlelési modell feladatához. Miután a modell megtanulta a tüzek jellemzőit az adatokból és a megjegyzésekből, felhasználható az észlelési célra. A drónok észlelik ezeket a tüzeket, és figyelmeztetik az illetékes hatóságokat a szükséges intézkedések megtételére. Ily módon a mély tanulást a katasztrófa szélsőségeségének mérséklésére használják. Érzékelő-alapú megközelítésben, az erdőben jelen lévő különféle érzékelők kumulatív előrejelzést adnak az erdőtüzek előfordulására vonatkozóan. Érzékelőket használnak a légkörben lévő szén-dioxid, hidrogén-szulfid, szén-monoxid és oxigén mennyiségének mérésére. Ezeket az adatokat a környező hőmérséklet változásaival és a páratartalom változásával párosulva használják fel az erdőtüzek észlelésére, hasonlóan, mint egy időjárás állomás. Amikor az érzékelők anomáliát észlelnek, riasztást adnak az illetékes hatóságok felé. Ugyanennek a koncepciónak a fejlett alkalmazása az esetlegesen bekövetkező erdőtüzek előrejelzése lenne. Ezt a lehetőséget csak több rendszer összevonásával lehetne megvalósítani, például meteorológiai, hidrometeorológiai adatok, valamint korábban bekövetkezett tüzesetek adatainak egybeolvasztásával. A szenzorok azonban egyszerűen adatokat szolgáltatnak. A kérdés az hogyan dolgozzuk fel ezt a hatalmas mennyiségű információt, amiben segíthet nekünk a mesterséges intelligencia. Vegyünk például egy drónt, amely egy autópályán és kempingekben járőr feladatot végez, és keresi a nem megfelelően eldobott cigaretták vagy a nem megfelelően eloltott tábortüzek hőjelzéseit. Az MI felhasználható arra, hogy a hatóságok számára térképet készítsen az aktív tábortüzekről, és mérje a veszélyességet előzetes betáplált statisztikai adatok alapján. De nem csak drónok hanem a földön szétszórta, vagy esetleg a fákon elhelyezett érzékelők is segíthetik a megelőzést, a veszélyeztetett területek felmérését, az észlelést - ezért fontos hol helyezik el őket.

Ezen túl fontos az is, hogy olcsó, környezetbarát érzékelők hozzunk létre, amelyek akár légi úton ledobhatók hatalmas területekre és távolról konfigurálhatók a körülmények megfigyelésére. Az ilyen érzékelők létrehozásával kapcsolatos kihívások, hogy ellenálljanak az ütéseknek, a nedvességnek, olcsók és minimális energiaigényűek legyenek, illetve ne okozzanak kárt a vadvilágban (pl.: lenyelés útján). A már meglévő technológiát alapul véve a legnagyobb tűzvédelmi cég, a Rosenbauer együttműködési megállapodást kötött a műholdalapú erdőtüzes megfigyelésekre és adatelemzésre szakosodott német céggel, az OroraTech-el. A Rosenbauer egyik szolgáltatása, az EMEREC, alapvető információkat szolgáltat a kárhelyen tartózkodók számára. Térképek, tűzoltási és riasztási tervek, vízellátási információk, időjárási előrejelzés. A műholdban lévő hőkamera képeit gyűjti össze és dolgozza fel a GPU-val felszerelt modul, amely a mesterséges intelligencia segítségével képes felfedezni az erdőtüzeket azok korai szakaszában. [8]

A megelőzést már az is segítené, ha egy tüzeset során a beavatkozó állomány GPS modullal lenne ellátva így pontosabban körbe lehetne határolni területileg a tüzesetet. A GPS adatokat kinyerve, ezeket földhivatali nyilvántartásokkal összevetve meg lehetne tudni a terület művelési ágát, és hogy azt az előirtaknak megfelelően karbantartották –e azt. Az adatokból dolgozva egy modell rajzolódhatna ki, hol és milyen körülmények között fordul elő több tüzeset szabadtéren.

Az MI ezeket az adatokat feldolgozva rá tudna mutatni a nagyobb kockázattal rendelkező területekre (figyelembe véve az időjárási modelleket, szárazabb vagy vízhiányos időszakokat, valamint figyelembe venné, hogy adott területen vagy adott művelési ágban milyen gyakorisággal fordul elő tüzeset) így az illetékes hatóságok felhívhatnák az adott tulajdonos figyelmét, hogy fokozott figyelmet fordítson a terület karbantartására, mert ott magasabb a tűz keletkezésének kockázata. Megoldás lehet a tüzek megelőzésére, hogy a fent leírt elemzések alapján meghatározott kockázati helyszíneken, a száraz vegetáció érzékelésére alkalmas MI által vezérelt szenzorrendszereket helyezünk el, az alábbiak szerint:



1. nedves



2. száraz



3. éghető

5. ábra: Az aljnövényzet típusok nedvességtartalom alapján (készítette a szerző)

1. lépés: Először is saját magunk által végzett mérések útján (nedvességtartalom, éghetőség) megvizsgáljuk a vegetációt. Az adatokat címkézzük (tanító halmazt és teszhalmazt különválasztva) majd gépi tanulás útján (pl.: Tensorflow Google nyílt forráskódú gépi tanulási eszköze) elemezhetjük a száraz aljnövényzetről készült képeket, és megbecsülhetjük azok nedvességtartalmát és méretét, hogy meghatározzuk, mi minősül fokozottan tűzveszélyes vegetációnak. Az osztályozást kockázati helyszíneken készített fényképekkel lehetne megkezdeni és 3 vagy akár több kategóriára osztani ezeket nedvességtartalmuk alapján. A jobb gépi tanulás érdekében minél több képre van szükség a különböző kategóriákról. A tanításhoz például használhatjuk a Python-alapú Keras alkalmazásprogramozási felület mély tanulási könyvtárát, amit ezután a Tensorflow-ba is tudunk importálni.

2. lépés A betanítás után lehetne tesztelni egy nagyfelbontású, minél nagyobb területet belátó kamerával az elkészített modellt (fontos szempont nagy hatótávolságú, alacsony fogyasztású adatátvitel) és ez osztályozhatja az új bejövő képeket. A kamerának nem szükséges a folyamatos működés, elég, ha például naponta párszor készít képet, ezzel is növelve az üzemidőt. A készülék számos egyéb adatot is gyűjthet, (szélsebesség, szélirány, páratartalom, hőmérsékletet) és az adatok alapján meghatározza, hogy az adott terület mennyire tűzveszélyes. A tüzek gyorsabb érzékelése érdekében füstreszcsekék és gázok észlelésére is alkalmassá lehet tenni, valamint hőkameraként is funkcionálhat.

Fent leírt módszer nagyon nagy vonalakban vázolja a lehetőségeket, de amennyiben van rá megfelelő informatikai háttér és a programozásra kiképzett humán erőforrás, akkor véleményem szerint a módszer akár használható is lehet a tüzek megelőzésére vagy esetlegesen gyors észlelésére.

3.2. Épülettüzek kockázatának csökkentése

A tűzvédelmi hatóságok világszerte igyekeznek szigorítani a szabályokat és javítani a biztonságot mivel egyre több és újabb kihívással kell szembenézni a technológiai fejlődés léptéke miatt. Az épületek, amelyeket meg kell védeni, szintén rohamléptékben fejlődnek, ezen belül az intelligens épületek piaca is. A növekedés fő hajtóereje a karbonlábnyom csökkentésére és az energiahatékonyabb épületek kialakítására irányuló erőfeszítések lehetnek. Ahogy az intelligens épületek száma nő, úgy kell megvédeni ezeket a tüzek jelentette kockázatoktól, felhasználva a modern érzékelőket, például a füst- és hőérzékelőket, valamint a kamerák által már közvetített adatokat.

Fontos, hogy az adatok, az épületekkel kapcsolatban a tervezésétől kezdődően a folyamatos használatig nyomon követhető módon, digitálisan folyamatosan rendelkezésre álljanak a megfelelő egységes formátumban.

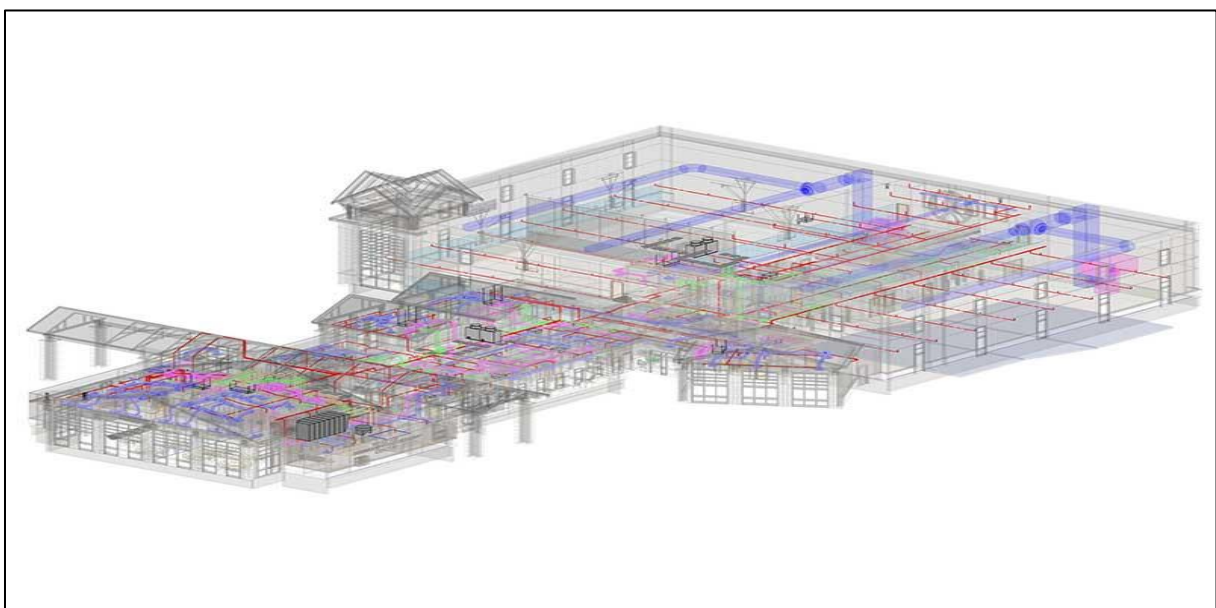
Erre szolgálhat megoldással a Building Information Modeling (BIM, magyarul: épületinformációs modellezés) amely az épületek tervezési és építési folyamatainak átfogó digitális modellek segítségével történő szimulálását és optimalizálását jelenti egy intelligens tervezési folyamaton keresztül. Az épületek üzemeltetése szempontjából, azok teljes életciklusát tekintve, a BIM jelentős előnyöket kínál a hagyományos tervezési módszerekkel szemben, mivel általa bármikor részletes információkhoz juthatunk az épület bármely alkotóelemét illetően. [9]

Az IoT és az MI, az előnyeik ellenére még mindig a kezdeti szakaszban van a tűzmelőzési ágazatban. Az alábbi ábra bemutatja, hogy milyen berendezéseket, szervezeteket lehet egybekapcsolni a hatékonyabb működés érdekében.



6. ábra: Tűzvédelmi rendszer elemek összekapcsolhatósága egy adott épületben (készítette a szerző)

Ennek a segítségével olyan adatbázist építhetünk, amely a tervezésével kapcsolatos valamennyi információt tartalmazza, kezeli. A megalkotott 3D-s modellek segítségével a tervezés lerövidül, a valóságot teljes mértékben lefedő terveknek köszönhetően jobban optimalizálható az építőanyagok mennyisége és minősége. A pontos építőanyag lista jelentős megtakarítást és könnyebb ellenőrizhetőséget jelent. A BIM megkönnyítheti a kommunikációt a tervezési és kivitelezési fázisban a hatóságok, szakhatóságok, az ügyfél és a kivitelezők között.



7. ábra: Sprinkler hálózat BIM alapú modellezése (Forrás: ld. [10])

Az épületek szakhatósági elbírálásánál a tűzvédelmi hatóság az épület 2D vetületével találkozik csak, de a BIM segítségével 3D-ben az épületet akár virtuálisan bejárva és az egyes alkotóelemeket vizsgálva (épületszerkezetek, tartóelemek, tűszakaszok, tűzgátló tömítések, tűzgátló nyílászárók, tűzjelző és tűzoltó berendezések) hatékonyabban lehetne vizsgálni a kivitelezéseket és tervdokumentációkat és használatbavételt követően nyomon követni a tűzvédelmi helyzetre kiható változásokat. A karbantartásokat is egyszerűbben lehetne tervezni, mivel a program tudna figyelmeztetni a karbantartás szükségességére a betáplált adatok alapján. A továbbiakban bemutatott intelligens megoldásokat is erre a 3D-ben megalkotott modellre lehetne alapozni.

3.2.1. Okos épületek

Fontos tisztázni, hogy mely épületek esetében valósulhat meg a mesterséges intelligencia használata, mivel egyfajta alapot le kell fektetni ahhoz, hogy az hatékonyan alkalmazható legyen. Az intelligens épületek olyan integrált technológiai rendszerekkel felszerelt épületek, amelyek segítik az IoT eszközeinek, folyamatainak vezérlését és automatizálását, valamint az adatgyűjtést a jobb belső működés érdekében. Az okos épületek intelligens hálózataikkal magasabb szintű működést biztosítanak, amelyeket fejlett szoftverek és interfészek hajtanak végre, vezérlik például a fűtést, világítást, energiafogyasztást, szellőztetést. Tudni lehet, hogy kik és hol tartózkodnak az épületben, a teljes energiafogyasztás, valamint a biztonsági rendszer adatai is egy helyen állnak rendelkezésre. Egy intelligens épület össze tudja gyűjteni ezeket az adatokat és egyetlen egységes térben megjeleníteni. Az okos épület biztosítja az optimális működéshez szükséges adatokat, és egyben vezérelheti is az ezekhez kapcsolódó eszközöket. Például a mozgásérzékelők azonosíthatják, ha valaki tartózkodik a szobában, ha nem, a világítás és a fűtés/légkondicionálás automatikusan kikapcsolható. Ezenkívül a használaton kívüli készülékek beprogramozhatók úgy, hogy azok automatikusan ki vagy bekapcsoljanak. Ezek az intelligens épületek forradalmasíthatják a vállalkozások tűzbiztonságát is azáltal, hogy integráljuk a tűzvédelmi rendszereket az okos épületeik hálózatába.

Az intelligens épületek előnye a folyamatos adatszolgáltatás, ami azt jelenti, hogy az élő monitoring minden rendszerben lehetséges. A rendszerhiba megfigyelésének és azonosításának képessége rendkívül előnyös, mivel a hiba automatikusan elküldhető a karbantartó szervezetnek. Ez nemcsak biztonságosabbá teszi az épületet az alkalmazottak számára, hanem kiküszöböli azt is, hogy valakinek észre kelljen vennie és jelentenie a hibát. Az intelligens épületek egyik legfontosabb előnye, amelyet gyakran figyelmen kívül hagynak, az a képesség, hogy megtanulják, hogyan használják a teret. A mozgásérzékelők, a beléptető rendszer és a kamerák használata nagyszerű módja annak, hogy megállapítsa, mely területeken tartózkodnak többen. Az ellenőrzött környezeti hatások, így a légszennyeztetés mértéke, valamint egyes feladatok automatizálása révén a dolgozók eredményesebben tudnak dolgozni. Az intelligens épületeknek az is az előnyük, hogy pénzügyi haszonnal is járnak, mivel az adatelemzés és automatizálás révén elért általános hatékonyság növekedésnek köszönhetően segítenek a hatékony energiafelhasználásban, a dolgozók termelékenységének javításában, valamint az épületterület kihasználásában.

3.2.2. Okos épületekbe integrált tűzvédelmi rendszerek

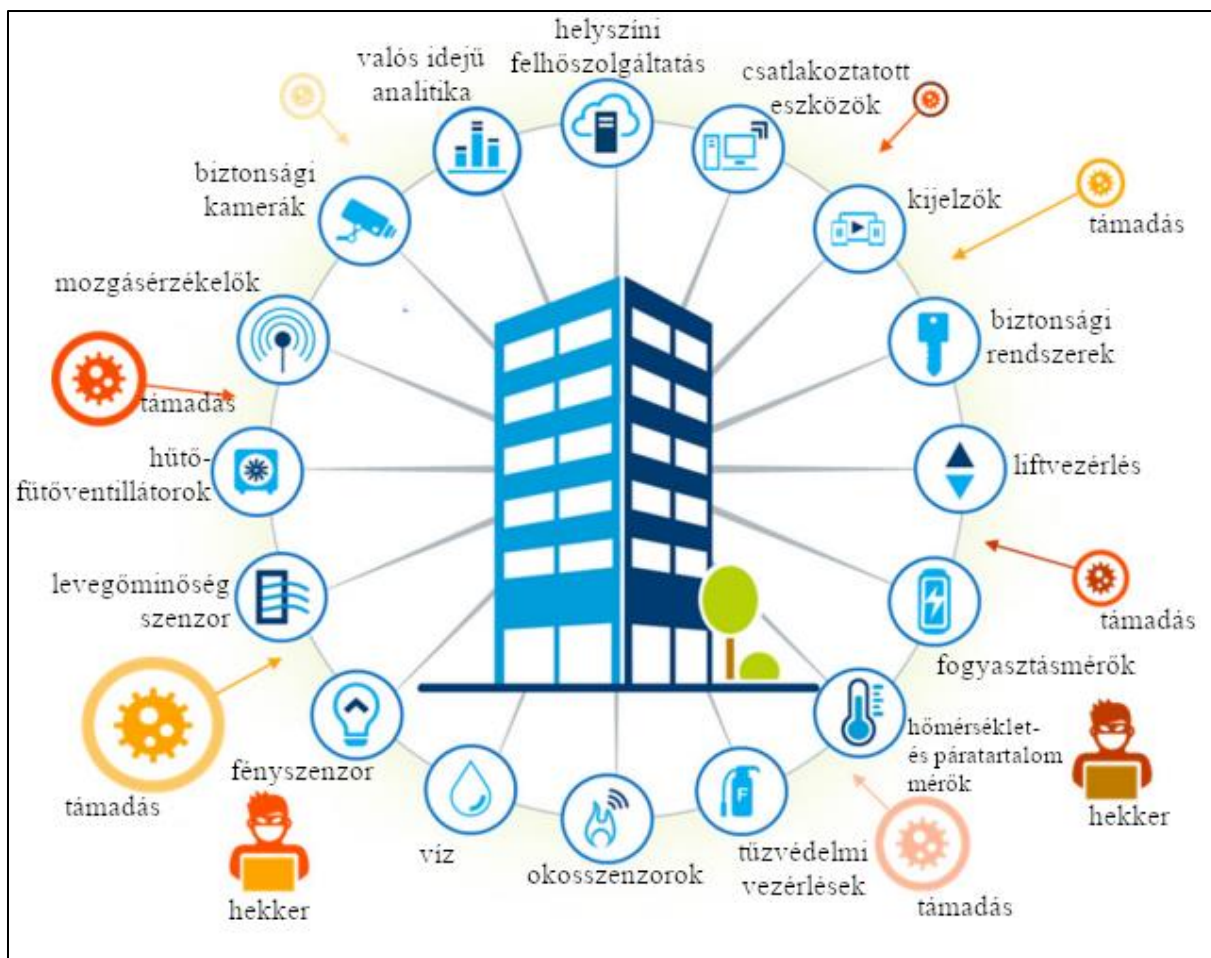
A digitális tűzjelző rendszerek címezhető jellemzői és moduláris felépítése a tűzvédelem új szintjét nyitotta meg, például azáltal, hogy pontosan meghatározza egy adott füstérzékelő helyét a riasztási zónában. Hamarosan egyre nagyobb számú hálózatba kapcsolt tűzjelző rendszer csatlakozik a dolgok internetéhez. Ez egy nagyobb trend része az iparágakban, beleértve az intelligens otthonokat és az intelligens épületeket, amelyeket az érzékelőadatok és a mesterséges intelligencia keverékével automatizálnak. Lényegében, ha egy eszköz képes funkcionálisan tesztelni önmagát, leutánozni egy funkcionális tesztet, és jelenteni tudja, hogy az eszköz megfelelt-e vagy hibás, és ezt a jogszabályokban meghatározott időközönként hajtja végre, akkor ez egyenértékűnek tekintendő azzal, mintha egy felülvizsgálót küldenének, hogy tesztelje őket. Ez a képesség lehetővé teszi az üzemeltetőnek, hogy sokkal gyorsabban tesztelje rendszerét, mint valaha, sokkal kevesebb leállást generálva.

A felhő alapú megoldások ma már minden szegmensbe betörnek, és ez alól a tűzvédelem sem kivétel. Legfontosabb ismérve a rendszereknek, hogy minden adat folyamatosan elérhető távolról, így a rendszer teljesítménye nyomon követhető és kezelhető, illetve ellenőrizhető bármilyen számítógép, laptop vagy mobil eszköz segítségével bárhol és bármikor. Meg kell teremteni annak a lehetőségét, hogy ezekhez az adatokhoz a hatóság, tűzoltóság a szükséges mértékig hozzáférhessen, ellenőrizhesse azokat. A technológia jobb karbantartási szolgáltatásokat, sőt új üzleti modell lehetőségeket is jelent. Az üzemeltető akár a világ bármely pontjáról csatlakozhat életvédelmi rendszereihez telefonnal, táblagéppel vagy bármilyen csatlakoztatott eszközzel. A rendszereket össze lehet kötni, de a biztonsági aggodalmakat is figyelembe kell venni. Sérülhet-e a rendszer a hackerek ellenséges tevékenysége miatt? Olyan biztosítékokat kell bevezetni, amelyek megakadályozzák az ilyen támadásokat vagy a rendszerekre irányuló rosszindulatú tevékenységeket. Lépéseket kell tenni a megbízható termékek külön listájának elkészítésére.

Ahhoz hogy megfelelően működjön, a rendszerből három fontos elemet kell kiemelni: érzékelők, szoftverek és a hozzájuk kapcsolódó szolgáltatások. Előfeltételként a rendszereknek, például a tűzjelző központoknak és az érzékelőknek biztonságos módon kell csatlakozniuk az internethez. Ezzel a kapcsolattal a rendszer kommunikálhat egy felhőalkalmazás-szerverrel, és valós idejű adatokat küldhet, például az eszköz vagy akkumulátor állapotáról, eseményelőzményekről. Egyre fontosabb lesz, hogy a rendszerek kommunikálni tudjanak alkalmazásokkal vagy épületfelügyeleti szoftverekkel, ezért nekünk is meg kell teremteni a feltételeket, hogy ezekhez a rendszerekhez tudjunk csatlakozni.

A tűzjelző rendszerek címezhető jellemzőinek köszönhetően már csak egy lépés, hogy az adott helyen a videó megfigyelő kamerás ellenőrzés is megvalósulhasson. A videó ellenőrzés során a központi ügyeleti állomás „láthatja” a tüzet. Amikor értesítik a beavatkozókat, közvetítik a releváns információkat, például azt, hogy valódi tűzről van szó, mekkora a tűz, és a tűz pontos helyét is meghatározzák. A megfigyelés során a személyzet képes információkat továbbítani folyamatosan, hogy a beavatkozók megfelelően reagálhassanak. A térfigyelő kamerák használatának legnyilvánvalóbb előnye a tűz megfigyelése és a téves riasztások csökkentése, kiszűrése. Ennek a megoldásnak a használata azonban többet kínál. Például a hagyományos tűzérezelő rendszerek csak akkor működnek, ha füst vagy hő éri az érzékelőket, amelyek gyakran a mennyezeten vannak. A kamerák ezzel szemben szinte azonnal észlelik a tüzet, amint az kitör, és legalább néhány másodperccel több időt biztosítanak a beavatkozóknak az elhárításra. A videó alapú tűzérezelés óriási időelőnyt biztosít a szabványos tűzérezelési megoldásokhoz képest, mivel a tüzet közvetlenül a forrásnál lehet észlelni, ami lehetővé teszi, hogy a riasztások előbb megvalósuljanak. Emellett a videó alapú tűzérezelés olyan helyekre is telepíthető, ahol a hagyományos rendszerek nem használhatók hatékonyan, például poros és párás környezetben, magas belmagasságú épületekben vagy nyílt területeken. Lehetővé teszi a tűzjelzés és a videó megfigyelés egy rendszerben való kombinálását is.

Például az AVIOTEC algoritmussal vezérelt videokamerának köszönhetően a tűz első jelei akár a kihívást jelentő kültéri körülmények között is a nap 24 órájában észlelhetők egy gyártási komplexumban. A nagy gyárkomplexumok átfogó tűzbiztonsága érdekében az ellenőrző rendszernek gyorsnak kell lennie az észlelésben és az azonnali riasztások kiváltásában, ellenállónak kell lennie a hamis riasztásokkal és a rossz időjárási viszonyokkal szemben és megbízhatónak kell lennie gyenge fényviszonyok mellett is. Az AVIOTEC IP Starlight 8000 gyors tűz- és füstérezelést biztosít a videó-megfigyelésnek köszönhetően, amely hatékonyan működik belső térben és védett külterületen egyaránt. A videó alapú füstérezelőt ott lehet telepíteni, ahol a videokamerák már el vannak helyezve - így az egész helyiség biztonsága és védelme ugyanazon rögzítési pontokon fedhető le, megkönnyítve a telepítést és a karbantartást. A láng- és füstérezelési algoritmusok mellett az AVIOTEC kamerába integrálták a Bosch intelligens videó elemzését. Ez azt jelenti, hogy intelligens videó-megfigyelést nyújthat a helyiségek biztonsága érdekében, valamint figyelemmel kísérheti a tűz jeleit. [11]



8. ábra: Okosépületbe integrálható rendszerek (Forrás: ld. [12])

A tűzjelző rendszerek egyre inkább életbiztonsági rendszerre váltak, mivel egyre több mindent vezérelnek a riasztás után (pl.: hő és füst elvezetés, riasztás, kiürítés, oltórendszer, tűzgátló ajtók stb.) Egy okos épület manapság elkezdheti felkapcsolni a lámpákat, be tudja állítani az ablakok árnyékolóit, hogy bemenjen a nap, le tudja hívni a liftet. Az egész arról szól, hogy a rendszerek hogyan integrálódnak egymásba, nem egyszerűen információt szolgáltatnak egymásnak, hanem interakcióba is lépnek egymással, aminek következtében az egyik rendszerről a másikra kerülnek az információk. Ebből látható, hogy a fent említett tűzvédelmi megoldások bevezetése és egy központi helyről történő vezérlése (pl. tűzjelző központ) nem áll messze a megvalósíthatóságtól.

Problémát jelenthet, hogy a tűzvédelmi előírások országoként eltérőek, és bármilyen új technológia alkalmazásakor némi zűrzavar merül fel a jogszabályi megfelelés és rendszer kompatibilitás tekintetében, hiszen egy üzemeltetőnek érdeke, hogy ugyanazt a bevált rendszert tudja használni különböző telephelyeken.

3.2.3. Mesterséges intelligencia a kiürítésnél

A gyalogosok mozgásának modellezése nagy elméleti és gyakorlati érdeklődésre tart számot. A közelmúltban végzett kísérleti erőfeszítések a gyalogosok interakcióinak kvantitatív részleteit tárták fel, amelyeket sikeresen matematikai egyenletekbe öntöttek és több kutatást végeztek a mesterséges intelligenciát segítségül hívva, a pánikhelyzetekben történő kiürítésekkel kapcsolatban. Ezen a kutatásokon keresztül szeretném bemutatni, hogy az MI nem csak a konkrét káreseményeknél, hanem a szabályozók kidolgozásában és a modellezésekben is segítséget tud nyújtani.

Az ilyen tanulmányok mélyebben megértették, hogyan alakul ki a kollektív viselkedés az egyéni emberi interakciókból. Érdekes módon a gyalogosok kölcsönhatásai különféle összetett, tér-időbeli mintázatképző jelenségekhez vezetnek.

Ez magában foglalja az egységes járási irányú sávok kialakulását, a gyalogos áramlás oszcillációit a szűk keresztmetszeteknél, valamint gyalogos sávok kialakulását két egymást keresztező áramlásban. Ezek a megfigyelések fontos hatással vannak a gyalogos helyszínek optimalizálására, különösen a kiürítések esetében.

Vegyünk egy példát, amelyben egy kiürítési szituációt modelleztek a kutatók [13, pp. 6.]

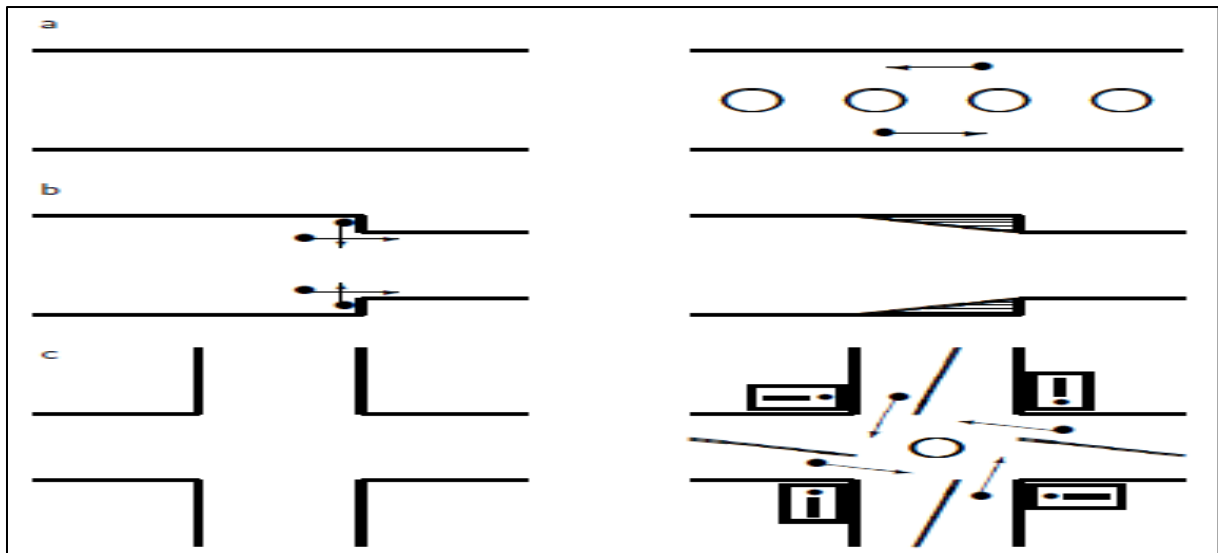
A pánikhelyzet az egyik letragikusabb kollektív viselkedés és gyakran olyan emberek halálához vezet, akiket mások összezúznak vagy letaposnak. Míg ez a viselkedés érthető életveszélyes helyzetekben, például tüzesetben zsúfolt épületekben, nehéz megérteni, ha egy koncerten például jó helyért rohanunk. Sajnos az ilyen katasztrófák gyakorisága növekszik, mivel a növekvő népsűrűség és a könnyebb közlekedés együttesen nagyobb tömegrendezvényekhez vezet, mint például koncertek, sportesemények és demonstrációk. Mindazonáltal ritkák a pánik szisztematikus tanulmányozására vonatkozó kutatások, és kevés a kvantitatív elmélet, amely képes előre jelezni az emberi tömegek dinamikáját.

A pánikhelyzetek általánosan az alábbiak szerint jellemezhetők:

1. Menekülési pánikhelyzetekben az egyének idegessé válnak, és hajlamosak „vakon” előre rohanni.
2. Az emberek a normálisnál lényegesen gyorsabban próbálnak mozogni.
3. Az egyének nyomulni kezdenek, és az emberek közötti interakciók fizikai jellegűvé válnak.
4. A szűk keresztmetszetek (ajtók) esetében a mozgás, és különösen az áthaladás gyakran koordináció nélkülivé válik.
4. A kijáratoknál torlódás alakul ki.
5. Az elakadt tömegben a fizikai kölcsönhatások összeadódnak, és akár 4500 Newton/méter nyomást is okozhatnak, ami meghajlíthatja az acélkorlátokat vagy lebonthatja a téglafalakat.
6. A menekülést lelassítják az akadályokká váló elesett vagy sérült emberek.
7. Az emberek hajlamosak csordaszellem magatartást tanúsítani, azaz azt tenni, amit mások.
8. Az alternatív kijáratokat gyakran figyelmen kívül hagyják, vagy nem használják hatékonyan menekülési helyzetekben.

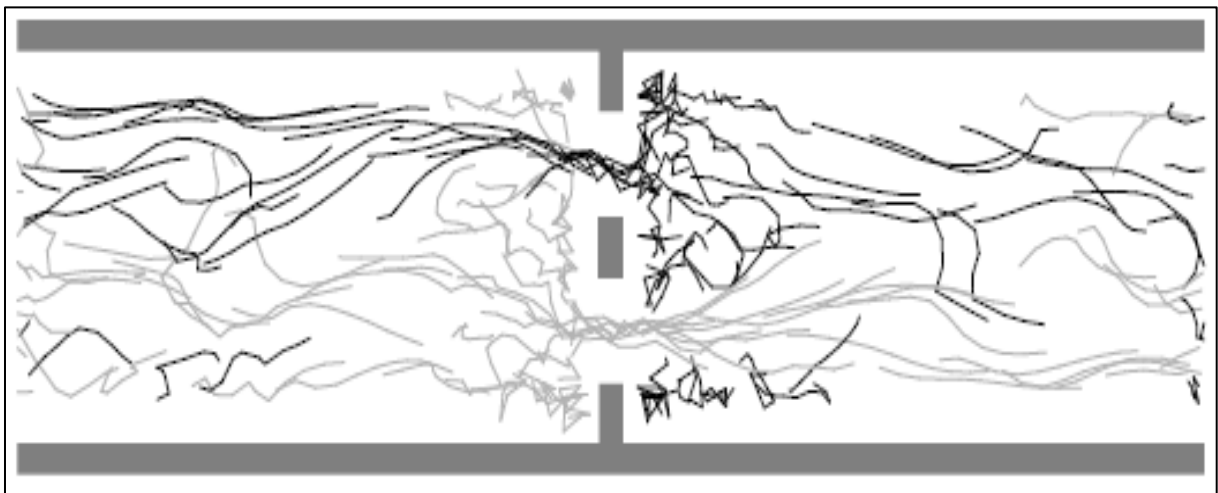
A kutatás során algoritmusok segítségével gyalogos infrastruktúrák esetében az alábbi általános megfigyeléseket tették:

1. Nagy gyalogossűrűségnél például egy sima folyosón az egységes járási irányú sávok inkább zavarják egymást, a türelmetlen gyalogosok minden rést igyekeznek kihasználni az előzésre, ami gyakran az ellenkező járási irány utólagos akadályozásához vezet. A sávokat az út közepén álló fák vagy oszlopok sorozata stabilizálja. Emellett némi kerülőt igényel az oszlop másik oldalának elérése, ami kevésbé teszi vonzóvá a szemközti gyalogos sávokban előforduló rések használatát.
2. A szűk keresztmetszetek áramlása javítható egy tölcser alakú konstrukcióval, amely egyúttal helymegtakarítást tesz lehetővé.
3. A szélesebb ajtó nem feltétlenül vezet a gyalogosok átáramlásának arányos növekedéséhez. Ez inkább a gyalogos irány gyakoribb változásához vezethet, ami átmeneti holtponthoz vezethet, ahol senki sem tud haladni. Ezért a falhoz közeli két ajtó hatékonyabb lehet, mint egy dupla szélességű ajtó.



9. ábra: Gyalogos létesítmények kialakítása (Forrás: ld. [14, pp. 22.]

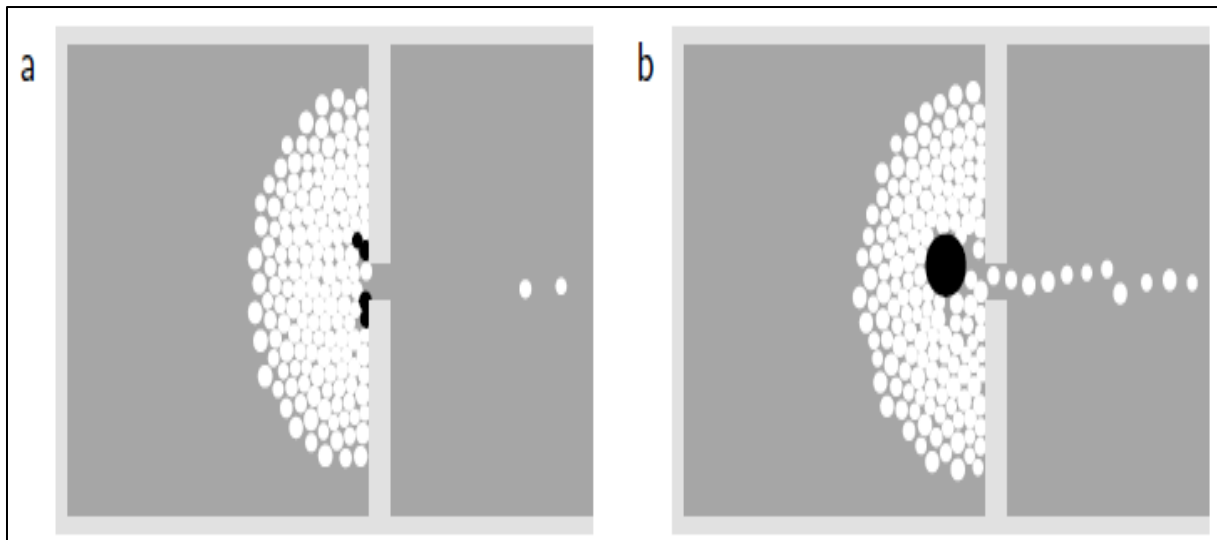
Ahogy a fenti képen is látható, a gyalogos létesítmények hagyományos (bal) és továbbfejlesztett (jobb) elemei: a) utak, b) szűk kereszteződések és c) sima kereszteződések. A felkiáltójelek vonzási hatásokat jelölnek (pl. érdekes plakátok az utca felett). Az üres körök oszlopokat vagy fákat, míg a nyilakkal ellátott teli körök a gyalogosokat és a gyalogosok irányát szimbolizálják. Fenti kialakítások is jól szemléltetik, hogy ha két alternatív átjáró áll rendelkezésre, akkor az ellenkező irányú gyalogosok az önszerveződés eredményeként más ajtókat használnak, ami nemcsak a hatékonyságot növeli, hanem helyet takarít meg, amelyet, padok elhelyezésére vagy egyéb célokra használhatnak.



10. ábra: Gyalogosok csoportok önszerveződése (Forrás: ld. [14, pp. 23.]

Fenti a megállapításokat a pánikhelyzetek vonatkozásában az alábbiak szerint használták fel:

Hasonló tervezési stratégiák dolgozhatók ki pánikhelyzetekre, ahol a kijáratok elé aszimmetrikusan elhelyezett oszlopokkal lényegesen javított kiáramlás érhető el. Ezzel megelőzhető a feltorlódás a kilépési területeken, és ezáltal a sérülések is csökkenthetők. Ezenkívül optikai és akusztikus ingerek segítségével, azaz a fény- és hangforrások megfelelő elrendezésével lehet az embereket a használható kijáratok irányába irányítani.



11. ábra: Pánikba esett tömeg áramlásának növelése (Forrás: ld. [14, pp. 24.]

A 11. számú ábra az alábbiakat mutatja be: a) Pánikba esett tömegben a fizikai interakciók miatt nagyobb erőhatások keletkeznek. Ennek következtében megsérülhetnek az emberek (kis fekete korongok), akik akadályokká válhatnak a többi gyalogos számára, akik menekülni próbálnak. b) A kijárat előtti oszloppal (nagy fekete korong) elkerülhetők a sérülések, mivel az oszlop veszi fel a hátulról érkező erőhatásokat, továbbá 50%-kal növelheti a kiáramlást is. A több száz ember által használt nagy kijáratoknál több véletlenszerűen elhelyezett oszlopra van szükség a tömeg és a nyomás felosztásához. Az oszlopok aszimmetrikus konfigurációja a leghatékonyabb, mivel így megelőzhetők a feltorlódások, amelyek átmenetileg leállíthatják a tömeg kiáramlását.

Mint látható a kutatások lehetővé tették Helbing számára, hogy egy olyan elvet dolgozzon ki, amelyben a menekülési útvonalakon, különböző szerkezetek elhelyezésével mesterségesen korlátozzák a sebességet, de összességében több ember számára teszik lehetővé az átáramlást a biztonságos térbe. Helbing nem csak számítógépen, hanem tényleges kísérletekkel is megerősítette, a gyalogosok kollektív jegyei az útvonalak spontán kialakulásához vezetnek. Ebből következik, hogy a tömeg viselkedése természetesen alakul ki és így jobban kihasználhatóvá válnak a terek és pontosabban meghatározhatók a menekülési stratégiák.

Ezek a kutatások segíthetnek új kiürítési irányelvek és pontosabb kiürítési szimulációk kialakításában akár a korábban említett BIM tervezési rendszerrel összehangolva. Egy ilyen komplett rendszerrel egyszerre lehetne szimulálni a tűz- és füstterjedést, a menekülést, amely teljesen kielégítheti a hatályos Tűzvédelmi műszaki irányelvekben előírtakat is.

3.3. Részösszegzés

A tűzmelegelőzési szakterület vonatkozásában kutatásom célja az volt, hogy a ma is létező, illetve fejlesztés alatt álló technológiákat bemutassam és ez alapján átfogóbb képet kapjunk a lehetséges fejlesztési lehetőségekről a hatékonyabb tűzmelegelőzés érdekében. A bemutatott technológia megoldásokkal úgy gondolom a célkitűzésemet teljesítettem. A szabadtéri tüzek melegelőzésében már most is használnak műholdakat és drónokat, de a lokális/statikus érzékelők hasznosságát is érdemes megvizsgálni.

Az okosépületek egyre elterjedtebbek, a vagyon és személyi védelem miatt a tűzjelzők is egyre gyakrabban jelennek meg az épületekben, érdemes az ezekből nyerhető információkat egy térbe integrálni a könnyebb kezelhetőség érdekében. A BIM-el már egyre több vállalat foglalkozik, egyre több szakértő használja a munkában. A BIM-et kombinálva az MI-vel egy olyan rendszer kapunk, amelyben hatékonyabban nyomon követhető az épület életciklusa, az alkalmazott változások, a karbantartások.

Érdeemes folyamatosan nyomon követni az MI-vel kapcsolatos kutatásokat, mert hasznos alapot szolgáltathatnak a szakterületeknek, mint például az ebben a fejezetben bemutatott gyalogosok mozgásának modellezésére szolgáló kutatás, amely egy esetleges kiürítési szimulációnál nagyobb pontossághoz vezethet, sokkal közelebb állhat a szimuláció a valósághoz, mint a mostani modellek esetében.

Ahhoz, hogy a tűzmelegelőzés területén szélesebb körben tudjuk alkalmazni a mesterséges intelligenciát nem csak a katasztrófavédelem általi, hanem az épületeket üzemeltető vállalkozásoknak is fejlesztéseket beruházásokat kell végrehajtaniuk. A rendszerekhez, való hozzáférhetőséget és ellenőrizhetőséget pedig jogszabályi alapokon kell megteremteni. Amint látjuk, már egyre több épületet szerelnek fel okos rendszerekkel ezért magunkat is fel kell készítenünk arra, hogy ne csak az üzemeltető, hanem a hatóság is fel tudja használni az ezekből származó adatokat a hatékonyabb ellenőrzés, megelőzés, kárfelszámolás érdekében.

4. MESTERSÉGES INTELLIGENCIA A MENTŐ TŰZVÉDELEMBEN

A tűzoltók munkájához elengedhetetlen a megfelelő eszközök megléte. Ez magában foglalja a minden nap használt felszerelést, a csapatként kifejlesztett kommunikációs készségeket, az alapkiképzést és a folyamatos továbbképzést. A mesterséges intelligencia és számos más fejlett technológia megváltoztathatja és javíthatja a tűzoltók vészhelyzetekre való reagálását. Például az orvosi mesterséges intelligencia segít a szívmelegállások gyorsabb észlelésében, az autonóm járművek pedig gyorsabban és hatékonyabban szállíthatják az beavatkozókat és a berendezéseket a helyszínre. Ebben a fejezetben megvizsgálom néhány olyan új technológiát, amelyek javíthatják a beavatkozások minőségét és a vészhelyzetekre való felkészülést.

Alább látható egy elméleti összevetés a tűzoltásban bekövetkező esetleges változásokról a mesterséges intelligencia használatával.

Jelenlegi állapot	Jövőbeni állapot
Hagyományokon alapuló technika	Adat vezérelt tudományos alapú technika
Helyi adatok, információk	Globális adathalmaz, információ
Adatszegény döntéshozatal	Információban gazdag döntéshozatal
Ki nem aknázott vagy elérhetetlen adatok	Átfogó adatgyűjtés és analízis
Elszigetelt berendezések és épületelemek	Hálózatban összekapcsolt berendezések és épületek felügyelete, adatokhoz és vezérlési rendszerekhez való hozzáférés
Emberi műveletek	Ember által irányított, együttműködő és automatizált műveletek gépekkel

2. táblázat: A tűzoltás jelene és jövője (készítette a szerző)

4.1. Drónok

A drónt vagy pilóta nélküli repülőgépet, amelyet elsősorban katonai célokra fejlesztettek ki, már az 1960-as évek óta alkalmazzák a harcászatban. „A drónoknak több rokon értelmű megnevezésével is találkozhatunk, így leggyakrabban a pilóta nélküli légi jármű, vagy pilóta nélküli légi jármű rendszerek angol fordításainak – unmanned aerial vehicle, ill. unmanned aerial systems – kezdőbetűiből alkotott UAV, UAS rövidítéseivel. Leginkább Európában használatos az RPAS kifejezés, amely a remotely piloted aircraft system kezdőbetűiből alkotott mozaikszó és fordításában kifejezésre juttatja azt, hogy ezek a légi járművek igazából mégsem pilóta nélküliek, hanem azok által, de távirányítással működtetett légi jármű rendszerek.” [14]

Alkalmasak olyan feladatok ellátására, ahol az extrém körülmények (például: meteorológiai körülmények, domborzati viszonyok) miatt a beavatkozó állomány élete vagy testi épsége veszélyben lehet. Nagy előnye, hogy az eszköz távolról is irányítható és a rászerezelt kamera képet továbbít, illetve rögzít, így a káreset területének és nagyságának pontos meghatározásához is segítséget képes nyújtani. Fontos megjegyezni, hogy egy drón önmagában nem minősül MI-nek hanem a hozzájuk kapcsolódó programok, algoritmusok, háttérprogramok teszik okos eszközzé a drónt. Ezen megoldások katasztrófavédelemben történő használata hasznossá válhat a tűz megelőzés, a folyamatos káreseti helyszíni adatgyűjtés és a tűzvizsgálatok szempontjából is.

Használatuk előnyt jelenthet a tűzoltás előtti tervezésben, a gócpontok megtalálásában, a tűz utáni feltérképezésben, a keresési és mentési műveletekben és még sok másban.

4.1.1. Drónok használata káresetek helyszínén és döntéstámogatásnál

A drónokra olyan tűzoltásra alkalmas berendezések is szerelhetők, amelyek megfelelő közelségből tudják a tüzet megfékezni vagy akár méretüktől függően tárgyakat (pl.: gázpalackokat) is el tudnak mozgatni az emberi élet veszélyeztetése nélkül. A drónok városi környezetben is segíthetnek a tüzek leküzdésében. A Los Angeles-i Tűzoltóság az elsők között például már 2015 óta használ drónokat. [15] Mindezek az előnyök a mesterséges intelligenciával kombinálva érezhető különbségeket eredményezhetnek a káresetek felszámolásában, keletkezési okainak feltárásában és az életmentésben. A kutatóknak sikerült már olyan mesterséges intelligencia modelleket létrehozni, amelyek nem csak statisztikai adatokra, hanem a helyi tűzoltók korábbi tapasztalataira, megszerzett tudására is építenek. [16]

A kutatási és mentési feladatokhoz általában helikopterekre, mentőkre, nagyszámú emberre és egyéb erőforrásokra van szükség. Ha azonban kéznél van egy drón, nem kell megvárni, míg minden erő-eszköz a helyszínre ér, azonnal megkezdődhet a keresés. A kamerák felvételeinek és hőképeinek segítségével hatékonyabban oszthatjuk el az erőforrásokat. Ha a mesterséges intelligenciát és az adatelemző technológiát drónokkal kombinálják, javítjuk a tűzoltók helyzetfelismerését. Már a katasztrófavédelem is felismerte a drónokban rejlő lehetőségeket ezért országosan több drón és azokat szállító gépjármű került beszerzésre. Véleményem szerint a jól megalapozott, gyors döntések meghozatala, valamint ennek a képességnek a javítása ma a közbiztonság egyik legfontosabb prioritása. A nagyobb területű káreseteknél jelenleg a drónok jelenthetik a leghatékonyabb eszközt a döntést támogató adatok továbbításában, így biztosítva jobb és gyorsabb helyzetfelismerést a kárhelyparancsnokoknak az eredendően kaotikus helyzetekben. A drónok teljes képet adhatnak a helyszínről, miközben távol tartják az embereket a veszélytől.

4.1.2. Drónok használata beavatkozás közben

A drónok nem csak döntés előkészítésében, hanem a beavatkozások során is segítségünkre lehetnek. Vegyük példának az extrém időjárási körülmények miatt egyre gyakrabban előforduló, nagy kiterjedésű szabadtéri tüzeseteket, amelyeknél tűzoltásvezetőnek nagyon sok szempontot figyelembe kell vennie (pl.: uralkodó szélirány, terjedési irány, terület jellege, veszélyeztetett objektumok stb.) amelyek a légi felderítés nélkül csak korlátozottan vagy nagy idővesztéssel mérhetők fel.

A tűz valamint légkör állandó kölcsönhatása olyan dinamikus és lokális változásokat okozhat a szél sebességében és irányában, amelyeket nem tudnak előre megjósolni a szabványos időjárási modellek és a szakértők sem. A drónok által gyűjtött valós idejű adatok segíthetik a tűzoltókat azáltal, hogy pontosan tájékoztatnak a tűz helyéről és a tűz terjedési sebességéről, irányáról és korai figyelmeztetést küldenek a tűzoltóknak, ha megnő a kockázat. A drónok nagy hatótávolságra képesek repülni, és nagy felbontású kamerákkal, hőérzékelőkkel és egyéb berendezésekkel felszerelve valós idejű képet adnak a tüzekről és azok terjedéséről. Ez segíthet a parancsnokoknak jobb döntéseket hozni a beavatkozás módjáról.



12. ábra: Erdőtűz oltása drónnal (Forrás: ld. [17])

Ezek az információk segíthetnek meghatározni, hol kell a tűzoltóknak esetlegesen ásott, szántott védvonalakat kialakítani a tűz terjedésének megakadályozására. A drónok lehetőséget adnak arra is, hogy különböző technikákkal célzott tüzeket hozzunk létre, amellyel megakadályozhatjuk a nagyobb tüzek kialakulását, vagy a már kialakult tüzek további terjedését egy adott irányban megfékezhetjük. A drónok segíthetnek a tűzoltók megfigyelésében, amint az égő épületekbe behatolnak, illetve amíg azok belsőjében tartózkodnak, segíthetik a nyomon követésüket. A hőterkép segíthet a beavatkozóknak, hogy mely területek túl forrók, könnyebben azonosíthatók az életveszélyes tartószerkezeti elemek, így azokat elkerülve csökken az omlásveszélyből adódó veszélyeztetettség. További előnyt jelenthet, ha több drónt is összekapcsolunk, így több szemszögből vizsgálható egy adott káreset, és programozás révén megoldható, hogy önműködően elemezzék a káreset területét megtartva a megfelelő távolságot a veszélyeztető elemektől például hőmérséklet érzékeléssel, vagy objektum felismerési képességgel. A mesterséges intelligencia segíthet látni a drónnak ott, ahol a füst miatt a tűzoltónak ez nem lehetséges. Ma már számos kamera- és szenzorcsomag létezik, amelyek lehetővé teszik a tűzoltók számára, hogy a lehető legközelebb kerüljenek, de biztonságos távolságból is figyelhessék meg a tüzet. Akár egy tableten vagy egy mobilszközön tanulmányozhatják az adott szituációt, és eldönthetik, milyen közel menjenek a tűzhez. Az infravörös képek jobb betekintést nyújthatnak, hogy mi történik az égő épületen belül. Fontos, hogy az információk megfelelő formátumban és könnyen áttekinthetően jussanak el a tűzoltás-vezetőhöz. Ennek a technológiának egy lehetséges problémája, ami az előnye is, az úgynevezett információ túlterheltség. A kárhelyparancsnok azt tapasztalhatja, hogy a sok bejövő adat – szenzorok, képek, kamerák adatai – miatt döntésképtelenné válik, nem tudja megfelelően és időben feldolgozni az információkat. Szükséges, hogy adott esetben ezeket az információkat figyelmen kívül hagyassák, vagy szűkíthessék az információk körét a kezelőfelületen gyorsan és egyszerűen.

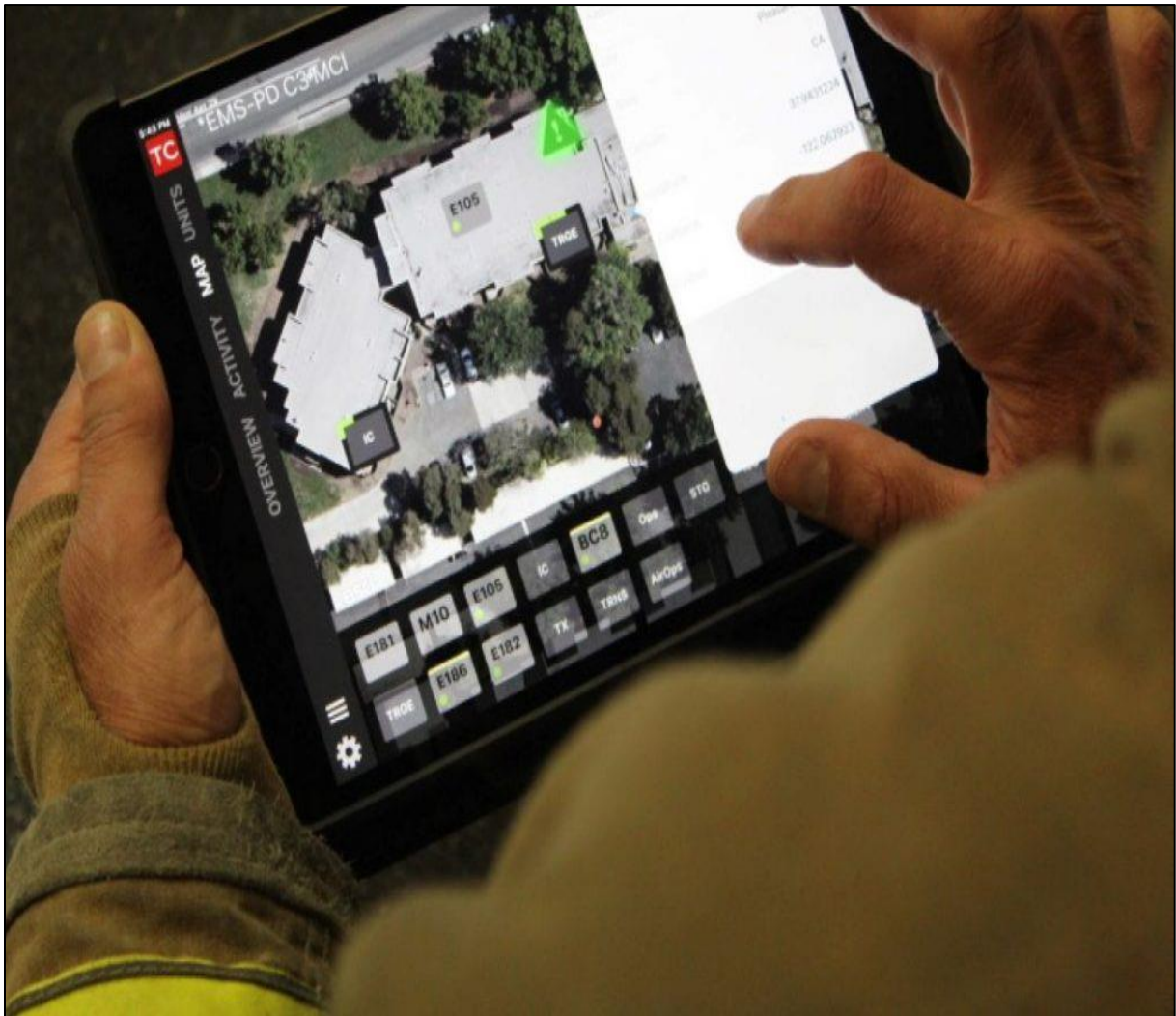
4.2. A vonulás előtti és közbeni információgyűjtés és döntéstámogatás

A beavatkozások során nem csak a helyszínen történő információgyűjtésnek, hanem a bejelentés során szerzett információknak is döntő jelentősége van. A technológia ma már lehetővé teszi a videók, fényképek közvetlen küldését is a beavatkozóknak, így akár a helyszínre érkezés előtt helyzetképet kaphatnak az esetről. Vegyünk példának egy Norvégiában már működő rendszert. A segélyhívó központokban a kezelő dönthet úgy, hogy élő közvetítést küld a bejelentő telefonjáról, a baleset helyszínére tartó járműveknek. Telefonálás közben könnyen el tud vészni az információ a zavartság, a félreértések miatt, vagy akár azért, mert az emberek más-más dolgokat vének fontosnak. Amikor hívás érkezik a központokba, a híváskezelő szöveges üzenetet küldhet a hívónak, ha kétségei vannak a kapott információkkal kapcsolatban. Ily módon a híváskezelő a megfelelő háttértámogatással és tudással jobban fel tudja mérni a helyzet veszélyét és annak lehetséges alakulását, valamint fel tudja mérni, hogy mi a kevésbé veszélyes, vagy milyen körülményeknek nem volt tudatában a hívó. Ez jobb alapot biztosít a szükséges erő eszköz és a problémakezelés módjának meghatározáshoz. Ezeket a felvételeket megtámogatva a mesterséges intelligenciával segíthetnek a veszélyes anyagok azonosításában (naranccsárga tábla) vagy akár a sérült személyek számának azonosításában. A rendszer azonban nem csupán segélyhívásokban bizonyíthatja hasznosságát, lehetővé teheti a téves riasztások távolról történő kezelését, ezáltal időt és erőforrásokat takarítva meg. Norvégiában több segélyhívó központ is tesztelte ezt a lehetőséget és úgy találták, hogy a fenti megoldásba való beruházás hatékony. A híváskezelők nagyon rövid betanítás után ismerkedtek meg a rendszerrel, és sokkal több feladatra tudták használni a megoldást, mint azt eredetileg várták.

A rendszerrel rendelkező összes tűzoltóságának most már lehetősége van arra is, hogy a platform segítségével élő közvetítést kapjon saját állományától, pl. sisakkamerákon, járműveken, drónokon, testkamerákon stb. keresztül, és már sok tűzoltóság él is ezzel a lehetőséggel. [18] Hazánkban a segélyhívó központok csak hangalapú hívásokra támaszkodnak. A következő generációs központok akár gépi tanulással fejleszthetik vészhelyzeti diszpécserrendszereinket. Ennek eredményeként nemcsak beszélgetésekből, hanem szövegekből, videókból, hangokból és fényképekből és több millió közösségi médiában közzétett bejegyzésből is felhasználhatják az adatokat, hogy kiértékeljék azokat, és gyors döntéseket hozzanak. Az MI képes feldolgozni és felgyorsítani a diszpécser munkáját, miközben kiszűri a kevésbé sürgős hívásokat. Képes kommunikálni a hívókkal, azonnal átírja és lefordítja a nyelveket, elemzést végez a bejelentő hangszíne kapcsán. A közösségi csatornákon tapasztalható tömeges közzétételek jelezhetik a vészhelyzetet, még mielőtt egy incidenst – például vonat kisiklását vagy tornádót – jelentenék, ami kritikus előnyt jelent az elsősegélynyújtók számára. Ha valaki tweetel egy képet, amelyen egy elárasztott terület látható, a mesterséges intelligencia azonnal megerősíti a földrajzi helyzetet, és a térfigyelő kamerák által közvetített képek alapján ellenőrizni tudja, hogy a kép valódi-e vagy hamis.

Ennek egy kitűnő példája a Qatar Research Institute által fejlesztett AIDR (Artificial Intelligence for Disaster Response magyarul: Mesterséges intelligencia a katasztrófaelhárításhoz) ami egy ingyenes és nyílt forráskódú szoftver, amely automatikusan összegyűjti és osztályozza a katasztrófák idején közzétett tweeteket. Segít a katasztrófa elhárításban azáltal, hogy kulcsszavakkal és/vagy hashtagekkel, például „hurrikán” és „#Sandy” szűri a tweeteket. A program a tweeteket témák szerint osztályozza, mint például az "Infrastruktúra károsodása" és az "Adományok". Az osztályozás automatikusan megtörténik és a kinyert adatokat a program <https://micromappers.qcri.org/> webhelyen található térképes felületen valós időben feltünteti, a felhasználók által előre megjelölt elemek alapján. Ahhoz, hogy a keresést személyre szabjuk meg kell adnunk kulcsszavak vagy hashtagek listáját és/vagy egy földrajzi régiót. Amint a gyűjtés elkezdődik, különböző kategóriákat kell meghatározni a tweetekben közölt információk címkézéséhez, például "Orvosi szükségletek" vagy "Menedékhely". Létrehozhatunk saját kategóriákat, vagy használhatjuk a program által kínált példákat. Ha a címkézés megtörtént, a program automatikusan alkalmazza az osztályozást a bejövő tweetekre, amelyeket valós időben gyűjt össze.

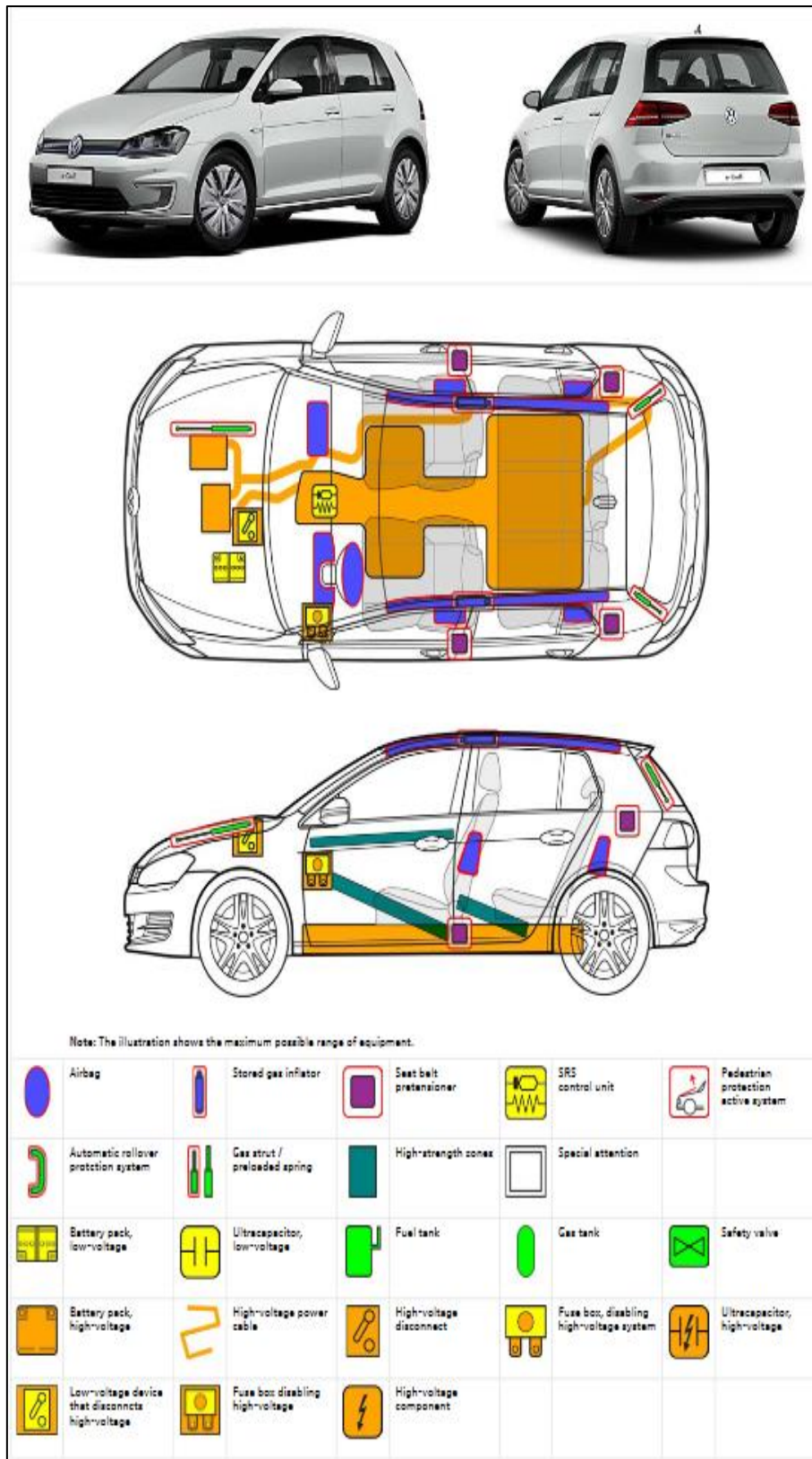
Minden új tweet, amely infrastrukturális károkkal (vagy más előre megadott kategóriákkal) kapcsolatos, automatikusan megcímkézi, és megjeleníti a kezelőben, amelyet élő válságtérkép működtetésére használhatunk. [19]



13. ábra: Kárhelyparancsnoki táblagép (Forrás: ld. [20])

A vonulás közbeni információgyűjtés és a gyors helyszínre jutás is plusz előnyhöz juttatja a beavatkozókat. Nagy kiterjedésű, összetett káreseményeknél átláthatatlanná válhat a beavatkozók munkája, azonban egy központi felület elérésével másodperc pontosságú képet kaphatunk az adott eseményről. A gépjárműfecskenőkre telepített tabletek több téren is hasznossá válhatnak egy beavatkozás során.

Vegyünk példának egy egyszerűbb esetet például egy gépjármű műszaki mentését. Már a bejelentés során fel kell venni az adatokat a járművel kapcsolatban (típus, meghajtás stb.). A fejlesztés alatt álló minipajzs rendszert már lehet arra használni, hogy egy megfelelő központi adatbázis alapján felkínáljon segédleteket. Ez azt jelenti, hogy az adott gépjárművek vonatkozásában (pl. általános tűzoltás taktikai szabályok különböző meghajtásokhoz – benzin, elektromos, gázüzemű – vagy a gépjárműgyártók által közzétett veszélyhelyzeti útmutatót automatikusan felajánlja a riasztási adatlapban megadott adatok alapján, amelyek tartalmazzák a vágási pontokat).



14. ábra: Volkswagen E-golf veszélyhelyzeti útmutató (Forrás: ld. [21])

Vonulás közben az MI-vel megtámogatott navigációs rendszer alternatív útvonalakat tud ajánlani, hogy adott esetben gyorsabban a kárhelyre tudjon érní a gépjármű. Szerintem fontos, hogy a program csak javaslatot tegyen az útvonalra, de a döntés mindig a gépjárművezető és a parancsnok kezében legyen.



15. ábra: 2D KAP online adatbázis (Forrás: ld. [22])

A Google szolgáltatásainak segítségével arra is van lehetőség, hogy akár 3D térképen, a domborzati viszonyokat, épületeket és más tereptárgyakat is megnézzük, vagy a már meglévő adatbázisunkat integrálva a közelben lévő tűzcsapokat is feltüntetheti a térkép. Ezzel megmutatná a tűzoltásvezetőnek hol található és milyen típusú a legközelebbi oltóvízforrás. Továbbá GPS alapú helymeghatározással nyomon követhető a gépjárműfecskenők felállítási helye is. A tabletek kép, video és hangrögzítésre is alkalmasak és az általuk készített felvételek későbbi elemzésekhez további adatbázis bővítésekhez is felhasználhatók, főleg akkor, ha egy programba és egy központi egységbe (pl.: tabletbe) integrálunk minden rendszert (navigáció, döntéstámogatás, személyi szenzorok, drónok által gyűjtött adatok stb.)



16. ábra: 3D döntéstámogatás (készítette a szerző)

Az előző megoldások alkalmazásának a jogi és technológiai háttere jelenleg még nincs megteremtve, de érdemes megfontolni az ebben rejlő lehetőségeket akár olyan módon is, hogy a műveléttirányítás a közterületi és veszélyes üzemekben lévő kamerákhoz is kaphasson hozzáférést, indokolt esetekben ezeket a felvételeket az MI által elemezve és adatokkal kiegészítve továbbíthassa vonuló gépjárműre.

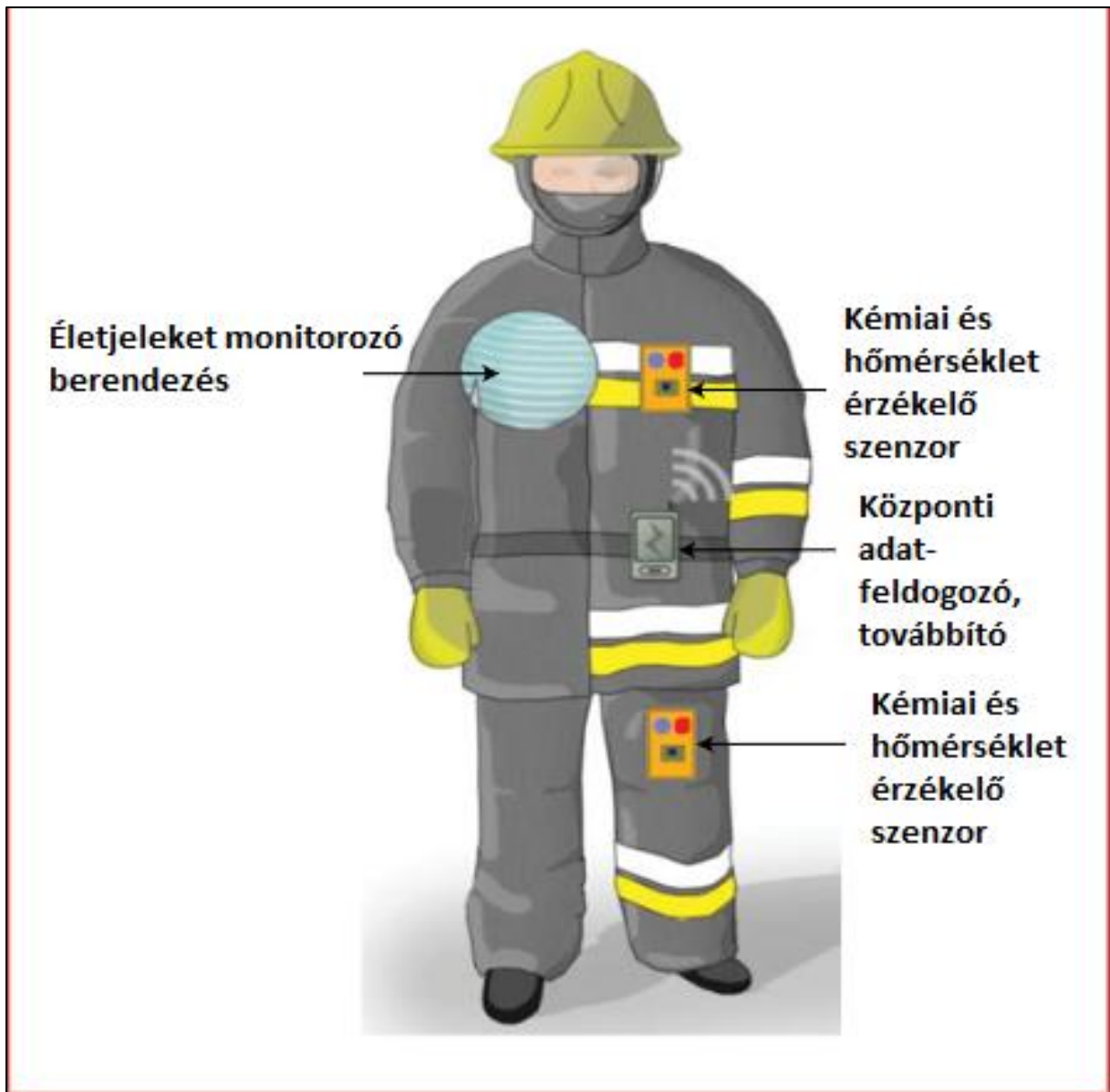
4.3. A beavatkozók egészségi állapotának, helyzetének figyelemmel kísérése

Ma már a hétköznapi élet minden területén elterjedtek a nap 24 órájában viselhető okos órák, pulzusmérők, vérnyomásmérők, amelyek egyáltalán nem zavarják az embert mindennapi életben és tevékenységük során. Ezeknek a különböző szenzorokkal rendelkező eszközöknek viselése és használata sok egészségügyi és fizikai veszélytől óvhatja meg az állományt nem csak a beavatkozások során. A tűzoltóságnál erre példa lehet a tűzoltó élettani állapotának biometrikus megfigyelése. Az adatgyűjtés magában foglalhatja a pulzusszám, a légzésszám, a testhőmérséklet és az elektrokardiogram (EKG) rögzítését valamint nagyobb kiterjedésű káreseménynél a GPS jelet is továbbíthatja a testen viselt érzékelőkről. A feldolgozás során az eszközök algoritmusokat használnak annak meghatározására és figyelmeztetésre, ha valamely élettani jel veszélyes szinten van akár külön-külön, akár együtt. Egy az USA-ban végzett 2020-ban végzett tanulmány alapján a tűzoltók esetében az esetek 54 százalékában a halált túlterhelés, stressz vagy egyéb egészségügyi panasz okozta.

<u>Egészségügyi károsodás oka</u>	<u>Halálesetek száma</u>	<u>Megoszlás</u>
Túlterhelés, stressz, egyéb egészségügyi ok	26	54%
A tűz gyors terjedése/robbanás	6	13%
Gépjármű ütközése	4	8%
Gázolás	4	8%
Esés	3	6%
Épületszerkezet összeomlása	1	2%
Elektromos áramnak való kitettség	1	2%
Tűzben való eltévedés	1	2%
Hőnek való kitettség	1	2%
Támadás	1	2%
Összesen	48	100%
<u>Egészségügyi károsodás jellege</u>	<u>Halálesetek száma</u>	<u>Megoszlás</u>
Hirtelen szívhalál	22	46%
Belső trauma és zúzódás	14	29%
Égés	4	8%
Fulladás, beleértve a füst belélegzését	2	4%
Sztrók	2	4%
Lövöldözés	1	2%
Öngyilkosság	1	2%
Áramütés	1	2%
Hóguta	1	2%
Összesen	48	100%

3. táblázat: A tűzoltók halálozása a sérülés oka és jellege szerint (USA 2020 évben 2020. júliusig)
(Forrás: ld. [23, pp. 15.]

Fenti kockázatok nagy része a megfelelő személyi monitoring használatával csökkenthető a helyszínen vagy esetlegesen már a bekövetkezés előtt megelőzhető. Azért is fontos újfajta technológiára hagyatkozni, mert, például a szívroham első jeleit korábban fel lehetne fedezni, nem csak akkor, amikor a baj megtörtént és szemmel láthatóan rosszul lesz valaki.



17. ábra: Példa a személyi monitoring berendezés kialakítására (Forrás: ld. [24])

A 21. században a kihívások már nem a technológiával vannak. Fontos foglalkozni jogi kérdésekkel, munkahelyi hatásokkal, magánélettel, adattárolással, kultúrákkal és szubkultúrákkal. Az egyik felmerülő fő kérdés a következő is lehet: „Hogyan befolyásolja ez a megfigyelés a karrieremet?” Hátránya, hogy a tűzoltók fiziológiai megfigyelése a tűzzel érintett területen bonyolultabb, mint a normál életben. Ilyen környezetben, ahol a hő, a füst, a víz és a mérgező anyagok, gázok, gőzök is jelen lehetnek az adott eszköznek sok kritériumot kell teljesíteni, mint például a könnyű kezelhetőség, a tartósság, a robbanásbiztos kialakítás és a zökkenőmentes felvétel kialakítása annak érdekében, hogy a használata esetén ne növelje meg jelentősen a tűzoltó felkészülésének, beavatkozásának idejét. Ezeknek a monitoring feladatoknak a jogszabályi háttere nincs megteremtve és nincs velük tapasztalat sem, ezért kulcsfontosságú, hogy a tűzoltók megértsék - ezek az eszközök nem a teljesítményük mérésére, hanem az életük védelmére szolgálnak és fontos, hogy ezt el is tudja fogadni az állomány, merje ezeket az eszközöket használni.

Ezeknél a berendezéseknél lényeges szempont, hogy kompaktak, nem nehezek, méretükből adódóan nem jelentenek plusz terhet a tűzoltónak. Léteznek egyszerűen mellkasra erősíthető pulzuszámolók, de költségvetés függvényében már fejlettebb technológia is elérhető. Például a Bodytrak nevű eszköz (egy fülhallgató, központi egységgel összekötve) több fiziológiai tényezőt is pontosan, valós időben mér egy eszközön keresztül. A Bodytrak ötvözi a testmaghőmérséklet, a pulzusszám és a pulzusszám változékonyságának pontos mérését, alkalmas a hőstressz, a fáradtság, a fiziológiai megerőltetés szintjének kimutatására, valamint az esés, az inaktivitás és a fizikai behatás észlelésére. Ezenkívül megkönnyíti a kétirányú audiokommunikációt, hallásvédelmet biztosíthat és azért, hogy a felhasználó könnyen fenntarthassa a kommunikációt, akár zajszűrőként is funkcionálhat. A Bodytrak mögött egy hatékony felhőalapú platform áll, amely védett adatelemzést használ.

4.4. Környezeti monitoring a beavatkozások során

Egy esetleges tűzesetnél nem csak a beavatkozók, hanem a környező lakosság védelmére is gondolni kell. A mesterséges intelligencia megoldással szolgálhat az egészségre káros anyagok kiszűrésében és a betáplált, valamint megtanult adatok alapján nagyobb biztonságot nyújthat a lakosság részére is. Ezeket a lehetőségeket egy az UCLA-n (University of California, Los Angeles) végzett tanulmánnyal szeretném bemutatni. Egy tűz helyszínén sokezer részecske szabadulhat fel melyek, főleg, de nem kizárólagosan különböző, a tökéletlen égésből származó égéstermékek. Ezen gázok közül sok most is monitoring alá vehető, de a mikron alatti részecskékre nincs elég nagy figyelem fordítva. Az UCLA-n végzett kutatásnak fontos és váratlan felfedezése, hogy tűz során megváltozik ezeknek a részecskéknél a fizikai szerkezete. [25] Ezen részecskék némelyike átalakul, néhányuk megnyúlik. A részecskék mérete és a megnyúlásuk fontos, mivel a 2,5 mikron (a vörösvértestnél háromszor kisebb) vagy annál kisebb részecskék rákkeltőnek (karcinogénnek) bizonyultak, amikor belélegzéssel vagy felszívódás útján bejutottak a szervezetbe és ott keringenek. Ezek a részecskék a tűz különböző szakaszaiban is átalakulnak, és akár a tűztől távoli területekre is eljuthatnak. Például az UCLA közelében egy 2016-os erdőtűz során a tűzből származó részecskéket a tűztől 40 kilométerre is mérni tudták a levegőben. A mai napig nagyon keveset tudunk arról, hogy a részecskék milyen messzire jutnak el és meddig maradnak károsak. Míg jelenleg a tűznek csak a közvetlen közelében folyik a monitoring, az UCLA kutatási eredményei azt sugallják, hogy a részecskevizsgálatot és -elemzést további, távolabbi területeken a tűzoltási művelet során és azután is el kellene végezni. Az ilyen típusú megfigyelésnek folyamatosnak kell lennie, mivel ezeknek a részecskéknél az éveken át tartó kumulatív expozíciója jelentős előidézője lehet a ráknak és más, a tűzoltókat érintő egészségügyi problémáknak. A kutatók által bemutatott részecske-figyelő eszköz (c-AIR) prototípusa valamivel nagyobb, mint egy iPhone, és jelenleg nem robbanásbiztosra tervezték. További tervezési módosításokkal ez a technológia miniatürizálható, és akár a meglévő gázdetektorokhoz is hozzáadható. A kutatók úgy vélik, hogy a részecske ellenőrzés képes lehet azonosítani a különböző tűztípusokat egyedi hőjellemzők alapján. Ez a vizsgálati módszer azt is magában foglalná, hogy ezek a részecskék hogyan változnak a tűz különböző szakaszaiban. A technológia lényege, hogy egy szivattyú nagy sebességgel hajtja át a levegőáramot egy fúvókán és a légáram belsejében lévő részecskék egy, a részecskéket megkötő lemezzel ütköznek, amely összegyűjti őket. Az összegyűjtött részecskéket a számítógépes mikroszkóp leképezi, az adatokat pedig az egyedi fejlesztésű képfeldolgozó algoritmusok rekonstruálják és elemzik az egyes részecskék jellemzése érdekében a mesterséges intelligencia segítségével. Ezen kívül gyakori problémaként merül fel a káresetek során a rossz látási viszony a lánggal és füsttel borított helyiségekben. Nehéz észrevenni az olyan tárgyakat, mint az ajtó, lépcsőház vagy bármilyen akadály, ami késlelteti a mentési művelet végrehajtását. A probléma megoldására egy egyszerű számítógépes látást támogató algoritmust lehet alkalmazni, melyet kifejezetten ezekre a műveletekre tanítottak be. Egy kamerát a sisak tetejére vagy magára az álarcra szerelnek és a kamera adatait a „látás javítására” használják fel. A teljes folyamat menete a következő: a kamerából származó képkockákat egy processzorba küldik ahol az MI érzékelést és kontúrérzékelést végez különféle szűrők segítségével, amelyet akár hőmérsékleti értékekkel is ki lehet egészíteni.

A processzor kimenetét a tűzoltó sisak plexijén vagy akár egy szemüvegen a kiterjesztett valóság technikáira támaszkodva lehet közvetíteni. A nézet hasonló a lenti ábrához. Ezzel az algoritmussal a tűzoltók hatékonyan felismerhetik a környezetet, megkönnyítve a körülöttük lévő tárgyak azonosítását, ezáltal felgyorsítva a mentés, kárfelszámolás teljes folyamatát.



18. ábra: MI képalkotás (Forrás: ld. [26])

Mint látható, nagyon sok előzetes, az MI-hez nem szorosan kapcsolódó fejlesztésnek kell megvalósulnia ahhoz, hogy az MI-t be tudjuk vonni a tűzoltósági beavatkozásokba.

KÖVETKEZTETÉS

Kitűzött céloom volt, hogy megvizsgáljam az MI alkalmazhatóságát a mentő tűzvédelem szakterületén, hogy miképp tudjuk meglévő rendszerekbe integrálva alkalmazni és ezáltal hogyan lehetnek biztonságosabbak és hatékonyabbak a beavatkozások. A bemutatott technológia megoldásokkal úgy gondolom, hogy a célkitűzésem teljesítettem. A bemutatott technológiák esetében további működési kihívások is nyilvánvalók, mint például a szabályzók és eljárások megalkotása, a monitoring személyzet és a technológia költségei, a háttértámogatás, karbantartás háttérének megteremtése. Az MI adatéhsége és a tüzesetek hatékony kezelése megköveteli az esemény előtt és után gyűjtött információkhoz való hozzáférést és azok feldolgozását, valamint azt is, hogy minél több információval rendelkezünk egy adott tüzesettel kapcsolatban. Érdeemes megfontolni, hogy a tüzeseti/műszaki mentési adatlapokat milyen további információkkal egészítsük ki. Fontos a saját és a társszervek eszközei és rendszerei közötti informatikai átjárhatóság, az automatikus lekérdezés megteremtése.

Ilyen információ lehet a népsűrűség, az Országos Meteorológiai Szolgálat által szolgáltatott időjárás adatok, amely a helyszínhez legközelebbi időjárás állomásból származnak, a szabadtéri tüzek esetén GPS koordinátákkal pontosan körülhatárolt terület feltüntetése, vagy esetlegesen a tűzoltók által viselt szenzorok által mért adatok (hő, füstkoncentráció stb.). Volt e tűzjelző, tűzoltó berendezés vagy hő és füstelvezető rendszer esetlegesen egyéb berendezés, ami akadályozta a tűz terjedését. Minden a fejezetben feltüntetett technológiát folyamatos fejlesztéssel a már meglévő rendszerekbe (pl.: Minipajzs) lehetne integrálni. A több helyről, több szervezet által gyűjtött adat segíthet a tüzek megelőzésében (például hol kell elrendelni tűzgyújtási tilalmat vagy egyéb korlátozást bevezetni akár kisebb régiókban is, mivel az MI a korábban betáplált és a folyamatosan bejövő adatok alapján jelzi, hogy nagyobb a tűz keletkezésének vagy aszály valószínűsége egy adott területen)

Felmerülnek kérdések is a biztonságos alkalmazás érdekében. Mi van, ha a felügyeleti berendezés nem működik, amikor egy tűzoltó veszélyes környezetbe kerül? Mi a teendő, ha ugyanaz a berendezés nem működik a tűzoltók egy csoportján, vagy csatlakozási problémák vagy interferencia akadályozza a megfigyelő-berendezés működését? Ezen kívül még sok kérdés, probléma merülhet fel a technológiák alkalmazása során, amire előre nem tudunk gondolni és egyelőre még válaszokkal sem rendelkezünk. A cikk következő részében tovább keresem a válaszokat az iparbiztonság szakterületén.

9. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Európai Bizottság „A digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő mutató (DESI) 2022 Magyarország [Online]. Elérhetőség: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/hu/policies/desi> (2024.03.16.)
- [2] Document 52021PC0206 „Javaslat az Európai Parlament és a Tanács rendelete a mesterséges intelligenciára vonatkozó harmonizált szabályok (A mesterséges intelligenciáról szóló jogszabály) megállapításáról és egyes Unió jogalkotási aktusok módosításáról COM/2021/206 final” [Online]. Elérhetőség: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/ALL/?uri=CELEX:52021PC0206> (2024.03.16.)
- [3] Európai parlament „Mi az a mesterséges intelligencia és mire használják?” [Online] Elérhetőség: <https://www.europarl.europa.eu/topics/hu/article/20200827STO85804/mi-az-a-mesterseges-intelligencia-es-mire-hasznaljak> (2024.03.16.)
- [4] Karácsony G. „Okoseszközök – okos jog? A mesterséges intelligencia szabályozási kérdései” Dialóg Campus, Budapest, pp. 10. 2020. [Online]. Elérhetőség: https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/15989/Okos_eszkozok_okos_jog_web.pdf (2024.03.16.)
- [5] Informatikai, Távközlési és Elektronikai V. Sz. „Előzetes megvalósíthatósági Tanulmány „Az Internet of Things koordinált fejlesztése és alkalmazásának elterjesztése Magyarországon”, pp. 11. 2014-2015., [Online]. Elérhetőség: <https://ivsz.hu/wp-content/uploads/2016/04/az-internet-of-things-koordinalt-fejlesztese-es-alkalmazasanak-elterjesztese-magyarorszagon-.pdf> (2024.03.16.)
- [6] Tamás F. „IoT = Internet of Things A dolgok (eszközök) internete” [Online]. Elérhetőség: <https://tferi.hu/a-dolgok-internete> (2024.03.16.)
- [7] Európai Bizottság „Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa” pp. 37. 2022 [Online]. Elérhetőség: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC135226> (2024.03.16.)
- [8] Védelem Online „Műholdalapú erdőtűz-megfigyelésre vált a Rosenbauer” [Online]. Elérhetőség: <http://www.vedelem.hu/hirek/0/3640-muholdalapu-erdotuz-megfigyelesre-valt-a-rosenbauer> (2024.03.16.)
- [9] Kulcsár Z. „Mi az a BIM?” VGF szaklap 2017/3. [Online]. Elérhetőség: <https://www.vgfszaklap.hu/lapszamok/2017/marcius/4310-mi-az-a-bim> (2024.04.16.)
- [10] UNITED BIM „Fire Protection BIM | Fire Sprinklers Modeling Services” [Online]. Elérhetőség: <https://www.united-bim.com/mep-bim-services/fire-protection-sprinkler-modeling/> (2024.04.16.)
- [11] Védelem Online „Megbízható videoalapú tűzvédelem – kültéren és beltéren egyaránt” [Online]. Elérhetőség: <https://www.vedelem.hu/hirek/12/3428-megbizhato-videoalapu-tuzvedelem-%E2%80%93-kulteren-es-belteren-egyaran> (2024.04.16.)
- [12] Verify Security „Building Automation Cybersecurity Solutions for Systems Integrators” [Online]. Elérhetőség: <https://www.veridify.com/cybersecurity-for-systems-integrators/> (2024.04.16.)

- [13] D. Helbing, I. J. Farkas, P. Molnar, and T. Vicsek „Simulation of Pedestrian Crowds in Normal and Evacuation Situations” pp. 6. 2022. [Online]. Elérhetőség: https://www.researchgate.net/publication/224010870_Simulation_of_pedestrian_crowds_in_normal_and_evacuation_situations (2024.04.16.)
- [14] Restás Á. „A drónok közszolgálati alkalmazásának lehetőségei” [Online]. Elérhetőség: https://kozszov.org.hu/dokumentumok/UMK_2017/3/05_Dronok_a_kozszolgalatban.pdf (2024.04.16.)
- [15] L. Perel „LA Fire Department uses drones to combat wildfires” Nov. 18, 2019 [Online]. Elérhetőség: <https://www.kcrw.com/news/shows/kcrw-features/las-fire-department-is-using-drones-to-stop-californias-wildfires> (2024.04.16.)
- [16] PreventionWeb „Catching fire: AI is helping scarce firefighters better predict blazes” [Online]. Elérhetőség: <https://www.preventionweb.net/news/catching-fire-ai-helping-scarce-firefighters-better-predict-blazes#:~:text=With%20climate%20change%20driving%20worsening%20U.S.%20wildfires%2C%20machine,allow%20fire%20crews%20to%20work%20with%20limited%20resources.> (2024.04.16.)
- [17] British Broadcasting Corporation: „The Portuguese drone that douses wildfires from above” [Online]. Elérhetőség: <https://www.bbc.com/future/article/20230609-can-we-use-firefighting-drones-put-out-wildfires> (2024.04.16.)
- [18] Bliksund „Videolink a standard in 12 Norwegian fire emergency call centers” [Online]. Elérhetőség: <https://bliksund.com/blog-and-news/vidolink-is-now-standard-equipment-in-12-norwegian-fire-emergency-call-centres> (2024.04.16.)
- [19] Qatar Computing Research Institute - AIDR: Artificial Intelligence for Disaster Response [Online]. Elérhetőség: <http://aidr.qcri.org/> (2024.04.16.)
- [20] B. Dixson „SMFD welcomes command system upgrades” [Online]. Elérhetőség: <https://smdp.com/2021/01/25/smfd-welcomes-command-system-upgrades/> (2024.04.16.)
- [21] NFPA „Volkswagen Emergency Response Guides” [Online]. Elérhetőség: <https://www.nfpa.org/education-and-research/emergency-response/emergency-response-guides/volkswagen> (2024.04.16.)
- [22] KAP Online, a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság elektronikus információs rendszere
- [23] R. F. Fahy, J. T. Petrillo, and J. L. Molis „Firefighter Fatalities in the United States” pp. 15. [Online]. Elérhetőség: http://tkolb.net/FireReports/2020/FF_FatalitiesUS2019.pdf (2024.03.16.)
- [24] C. Werner „Fire Technology: The Future of Wearable Technology” [Online]. Elérhetőség: <https://www.firehouse.com/technology/mobile-technology-accessories/article/21000640/wearable-technology-for-firefighters> (2024.03.16.)
- [25] Particulate Monitoring
<https://www.firehouse.com/technology/article/21030247/particulate-monitoring>
(2024.03.16.)
- [26] J. Vince „Prototype Fire Helmet Mount Provides 'Iron Man' View” [Online]. Elérhetőség: <https://www.firehouse.com/technology/news/21227185/prototype-fire-helmet-mount-provides-iron-man-view> (2024.03.16.)