VÉDELEM Tudomány

A KATASZTRÓFAVÉDELEM ONLINE SZAKMAI, TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA

11. ÉVFOLYAM 3. SZÁM (2026)

MAGYARORSZÁG SZOLGÁLATÁBAN A BIZTONSÁGÉRT

KATASZTRÓFAVÉDELEM

Szerkesztőbizottság:

Dr. Berki Imre
Katasztrófavédelem Központi Múzeum
igazgató

Dr. Bognár Balázs tű. dandártábornok
Katasztrófavédelmi Tudományos Tanács
elnök

Dr. Hábermayer Tamás tű. ezredes
Katasztrófavédelmi Tudományos Tanács
alelnök

Dr. Jackovics Péter tű. ezredes
Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság
Veszélyhelyzet-kezelési Főosztály főosztályvezető

Dr. Kanyó Ferenc tű. ezredes
Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság
tűzoltósági főfelügyelő

Dr. Mógor Judit tű. vezérőrnagy
Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság
hatósági főigazgató-helyettes

Prof. Dr. Pátzay György
Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Katasztrófavédelmi Intézet Iparbiztonsági Tanszék
professor emeritus

Dr. Tóth András tű. alezredes
Zala Vármegyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság
polgári védelmi főfelügyelő

Szerkesztőség:

Főszerkesztő: Dr. Hábermayer Tamás tű. ezredes
Olvasószerkesztő: Dr. Ackermann Zsuzsanna tű. alezredes
Takács Gergely tű. főhadnagy

Technikai szerkesztő: Dr. Tóth András tű. alezredes
Dr. Győző-Molnár Árpád tű. alezredes

ISSN: ISSN 2498-6194 (Online) 11. évfolyam
Felelős kiadó: Dr. Varga Ferenc tű. dandártábornok főigazgató
Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi
Főigazgatóság, 1043 Budapest, Mogyoródi u. 43.

Tartalomjegyzék

Dr. Tóth Katalin Ilona

A hazai tűzrendészet fejlődésének szakaszai, különös tekintettel a megelőző tűzvédelem önálló szakterületté válásának folyamatára 1-15

Hózer Benjámin, Dr. Gyimesi Anna, Dr. Bérczi László

Az 1972-es Csertő utcai tűzvész tanulságai, a jelen tűzvédelmi kihívásaira: 16-31

2. rész: megelőző tűzvédelem

Hunyadi Richárd

Stratégiai keretrendszer a fenntartható, reziliens és innovatív erdőkezelés megvalósításához 32-46

Ondrejcsik László

Négylábú robotok CBRN-képességgel a nukleáris biztonságért: a CERN CERNquadbotjának tapasztalataitól az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. egy lehetséges biztonsági fejlesztéséig 47-63

Dr. László Viktória

Az összehangolt védelmi tevékenységre vonatkozó szabályrendszer vizsgálata, valamint a szabályozás gyakorlati megvalósulásának bemutatása 64-73

Dr. Jackovics Péter

A vezetés-irányítás elvének érvényesülése az MSc hallgatók Polgári Védelmi Műveletek I-II. tantárgyának oktatásában 74-93

Szalóki Tamás

Investigation of framework conditions for AI-Driven population warning and preparedness systems in digital generation crisi communication
Mesterséges intelligencia alapú polgári védelmi lakossági tájékoztató és felkészítő rendszer keretfeltételeinek vizsgálata a digitális generációk válságkommunikációjában 94-106

Angyal István

A kritikus szervezetek alapvető szolgáltatásai kiesési toleranciájának értékelési szempontjai 107-115

Balogné Pruha Mária Anett

A rendkívüli események jelentési küszöbértékeinek kockázatalapú meghatározása a kritikus szervezeteknél és kritikus infrastruktúráknál
Ágazatközi módszertani megközelítés és szakmai ajánlás 116-124

Védelem Tudomány 11. évfolyam 3. szám, 2026 DOI: 10.61790/vt.2026.24461

A hazai tűzrendészet fejlődésének szakaszai, különös tekintettel a megelőző tűzvédelem önálló szakterületté válásának folyamatára

The Stages of Development of the Hungarian Fire Regulation, with Particular Emphasis on the Process by Which Preventive Fire Protection Became a Distinct Field of Expertise

dr. Tóth Katalin Ilona
Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Rendészettudományi Kar,
Katasztrófavédelmi Intézet
E-mail: toth.katalin.ilona@uni-nke.hu
ORCID: 0009-0001-3646-4216

Absztrakt:

A tűzvédelem evolúciója szorosan leképezi a társadalmi-gazdasági formációk, az építéstechnológia és az ipari termelés fejlődéstörténetét. A tanulmány a magyarországi tűzrendészet történeti fejlődését tekinti át a Szent István-i korszak korai, lokális kezdeményezéseitől a centralizált katasztrófavédelmi struktúráig.

A tanulmány a hazai szakirodalom és jogszabályi környezet szisztematikus feldolgozásán alapul. A cikk kiemelten fókuszál a megelőző tűzvédelem (tűzmegelőzés) önálló mérnöki-hatósági szakterületté válására, bemutatva a reaktív oltási tevékenység proaktív, kockázatarányos tudománnyá alakulását. A szerző kronologikusan elemzi a legfontosabb jogszabályi mérföldköveket, a jogfejlődést hat fő, egymástól elkülönített korszakra bontva elemzi. A jogtörténeti áttekintés során alkalmazott periodizáció dogmatikai és intézménytörténeti kritériumokon alapul, a korszakhatárok kijelölését a hazai tűzrendészet szerkezeti és jogforrási struktúrájának alapvető változásai indokolták. A tűzrendészet több évszázados szakmai és intézménytörténeti fejlődési ívét végig követve a tanulmány rávilágít a megelőző tűzvédelem jelenkori kihívásaira és javaslatot tesz a jövőbeni proaktív, kockázatalapú mérnöki válaszok szükségességére is.

Kulcsszavak: tűzrendészet, megelőző tűzvédelem, tűzvédelmi igazgatás, jogtörténet, Országos Tűzvédelmi Szabályzat

Abstract:

The evolution of fire regulation closely mirrors the history of socio-economic formations, construction technology and industrial production. This study reviews the historical development of fire regulation in Hungary, from the early, local initiatives of the St Stephen era to the modern, centralised disaster management structure.

The study is based on a systematic analysis of the relevant Hungarian literature and the legal framework. The article focuses in particular on the emergence of preventive fire protection as a distinct field of engineering and regulatory expertise, illustrating the shift from reactive fire suppression to a proactive, risk-proportionate science. The author analyses the most important legislative milestones chronologically, breaking down the development of the law into six distinct periods. This historical overview periodises the law using dogmatic and institutional-historical criteria. Fundamental changes in the organisational structure and legal framework of the Hungarian fire service demarcated these periods. By tracing the development of fire regulation over several centuries, in both professional practice and institutional history, this study highlights the contemporary challenges facing preventive fire safety and recommends proactive, risk-based engineering solutions for the future.

Keywords: fire regulation/fire administration, preventive fire protection, fire safety governance, legal history, National Fire Safety Regulations

1. BEVEZETÉS

A tűz az emberiség történelmének legambivalensebb eleme: egyszerre az életet adó melegség, a civilizáció bölcsője és a pusztítás eszköze. Ez a tapasztalat tükröződik a Biblia lapjain is, ahol a tűz a transzcendenssel való találkozás legfőbb metaforája, végigkísérve az Isten és ember közötti kapcsolat minden területét.

A történelem során a tűz elleni védekezés évszázadokon át szinte kizárólag a már keletkezett tüzek lokalizálására és elfojtására – vagyis a reaktív, mentő tűzvédelemre – korlátozódott. A technológiai fejlődés, a rohamos urbanizáció és az energetikai rendszerek növekvő komplexitása azonban idővel kikényszerítette a hangsúlyok radikális áthelyeződését.

Mára a megelőző tűzvédelem messze túlmutat a klasszikus közigazgatási ellenőrzések sorozatán. Olyan komplex műszaki, jogi, építészeti és szervezési intézkedések rendszere ez, amely minimálisra csökkenti a tűz keletkezésének valószínűségét, szerkezetileg korlátozza a tűz és a füst terjedését, valamint garantálja a bent tartózkodók biztonságos menekülését és a tűzoltói beavatkozás alapvető feltételeit. A hazai tűzrendészet története éppen e komplexitás felismerésének, fokozatos jogi intézményesülésének és önálló mérnöki szakterületté válásának a folyamata. A reaktív, oltásközpontú múltból kiindulva a modern kor kihívásai egy proaktív, kockázatarányos mérnöki tervezési és szabályozási korszakot követelnek meg a szakmától.

2. MÓDSZEREK

A kutatás idősíkját a hazai tűzrendészeti szabályozás sarokpontjai jelölik ki, így a vizsgálat horizontja az államalapítástól a jelenkorig terjed. Ezen belül a jogfejlődést hat fő, egymástól elkülönített korszakra bontva elemzi. A kutatás során a következő kereső kifejezések lettek használva: „tűzrendészet", „tűzvédelem", „megelőző tűzvédelem", „önálló szakterület". A kutatás módszere leíró-kronologikus jog- és intézménytörténeti szintézis, amely történeti jogszabályokra, online elérhető jogtárakra és válogatott magyar szakirodalomra épül. A keresés kiterjedt többek között a Magyar Tudományos Művek Tárára (MTMT), valamint szabad hozzáférésű jogszabálytárakra (pl. netjogtár, jogkódex). A keresés és forrásgyűjtés során külön hangsúlyt kapott, hogy minél relevánsabb tanulmányokat lehessen találni a tűzrendészet történetéről és annak jogtörténeti fejlődéséről. Szerepet kapott ezen munkák irodalomjegyzékeinek és hivatkozáslistáinak követése. A kutatási anyag és a bevont szakirodalom kiválasztása során szigorú minőségi és relevancia szempontok kerültek érvényesítésre: előnyt élveztek a tudományosan elismert vagy szakmailag kontrollált közlési fórumokon megjelent publikációk, valamint azok a munkák, amelyek a vizsgált témához közvetlenül kapcsolódnak. A kutatás során vizsgált jogszabályszövegek időállapota – a történeti jellegre való tekintettel – alapvetően a hivatalos közlönyállapotnak felelnek meg. A kutatás a felhasznált szakirodalmi és dokumentumalapú forrásokat szigorú módszertani hierarchia szerint kezeli, különválasztva az elsődleges és másodlagos forrásokat. A vizsgálat gerincét az elsődleges források alkotják, amelyek jelen kutatásban maguk a jogszabályszövegek, korabeli törvénytárak (például a Library Hungaricana), hivatalos közlönyök, valamint a tűzrendészeti szabályzatok eredeti dokumentumai. A módszertani prioritást ezek a források élvezik, hiszen a jogtörténeti fejlődés objektív tényeit ezek hordozzák. A másodlagos források – úgymint a témában megjelent hazai szakirodalom, tanulmányok és folyóiratcikkek – a hierarchiában alárendelt, de kiegészítő szerepet töltenek be. Ezeket a forrásokat elsősorban az elsődleges jogforrások kontextualizálására, a történeti háttér megértésére használta fel a tanulmány. A jogtörténeti ív áttekintése során alkalmazott periodizáció nem csupán kronologikus tagolás, hanem szigorú dogmatikai és intézménytörténeti kritériumokon alapul. A korszakhatárok kijelölését a hazai tűzrendészet szerkezeti és jogforrási struktúrájának alapvető változásai indokolták. A kutatás elsősorban a normatív jogszabályi szövegekre (törvények, rendeletek, szabályzatok) fókuszál. Nem terjed ki a jogalkalmazási gyakorlat teljes körű elemzésére, annak társadalmi és intézményi érvényesülésére.

3. A HAZAI TŰZRENDÉSZET KIALAKULÁSÁNAK TÖRTÉNETI SZAKASZAI

3.1 A korai és feudális időszak (Szent Istvántól a XVIII. század végéig)

A szervezett magyar tűzvédelem gyökerei az államalapítás koráig nyúlnak vissza. Szent István király törvényei között találunk olyan rendelkezést, amely mentesítette a vasárnapi templomba járás alól a tűzőröket, elismerve a folyamatos készenlét közösségi fontosságát. „Ugyan a papok meg az ispánok hagyják meg, mindenfelé a falusbiráknak, hogy vasárnaponként az ő felszólításokra minden ember, nagyja és apraja, férfia s asszonya, mind templomba menjen, kivéve azokat, a kik a tűzhelyét őrzik." [1] Szent István király törvényei szigorú büntetést róttak a szándékosan gyújtogatókra, amely szintén a tüzek megelőzését szolgálta. „Végeztük: hogy ha valaki más ember épületeit ellenségeskedésből felgyujtja, állassa helyre az épületeket, és valami házi eszköz odaégett, fizesse meg, és annakfelette adjon tizenhat tinót, ki összevéve hatvan ezüst pénzt ér." [2] Ezek voltak az első olyan jogszabályi előírások, amelyek a tűz keletkezésének megelőzését központilag szabályozták és azt a közösség felelősségeként határozták meg. A tűz elleni védekezés fontossága tehát már a magyar államiság legelső pillanatától kezdve jelen van a hazai jogtörténetben. A XII. századtól kezdve városi, illetve vármegyei szabályrendeletek éjjeli őrök kijelölésére és tevékenységére adtak utasítást. Az őrök kötelessége volt a tűzfigyelés, a tűzriadó elrendelése. A középkorra jellemző városiasodás – és az ezzel járó egyre gyakoribb tűzesetek - következtében szükségessé vált nagyobb hangsúlyt helyezni a tűzmegelőzésre, így a városi rendeletekben szabályozásra kerültek a házakra vonatkozó építési előírások, tűzoltóeszközök készenlétben tartása és a tűzoltás céljára víz biztosításának kötelezettsége is. A tűzoltás megszervezése, a tűzoltószerek elkészítése, a tűz oltásában való aktív részvétel elsődlegesen – az 1872. évi megszüntetésükig – a települések iparosait tömörítő céhek felelőssége volt, akik ezt a feladatot helyi előírások szerint látták el. [3]

Szükséges megemlíteni a XVII. században megjelent diák-tűzoltóságok szerepét is a védekezésben, melyek közül a debreceni és a sárospataki kollégium emelkedett ki tevékenységével. A hallgatók kezdetben a kollégium tűzbiztonságára vigyáztak, később azonban a városban keletkezett tüzek oltásánál is komoly feladat hárult rájuk. A helyi tűzmegelőzési előírások közül példaként említendő, hogy Debrecenben 1556-ban elrendelték, hogy minden ház előtt egy-egy dézsa vizet kell tárolni. 1629-től tilos volt az éjjeli sütés-főzés, mosás, később a kis boltokban a tüzelés. Győrben pedig 1633-tól minden épület előtt 1-1 kád vizet kellett tárolni, két-két bőrvödörrel együtt. Sopron első ismert tűzvédelmi rendszabálya 1680-ból előírta, hogy elsőként a kőművesek, ácsok, kéményseprők, kovácsok közelíthették meg az égő házat, mások vödröket és vizet vittek az oltáshoz; később elrendelték a tűzhelyek negyedévenkénti vizsgálatát, előírták a világítás rendjét, valamint szabályozták a tűzgyújtás, a tűzifa tárolás rendjét. [4] Az államalapítás után tehát a tűzvédelemmel kapcsolatos szabályozás egyes, alapvető elemei már a Szent Istváni törvényekben, a többség viszont a középkori városi hatóságok helyi rendeleteiben jelentek meg. Ezek leglényegesebb elemei a tűzfigyelés, éjjeli őrök alkalmazása, tűz esetén a mozgósítás, építési szabályzatok, tűzoltásra kötelezettek feladatai, tűzoltás rendje, tűzoltószerek tartása és büntető rendelkezések alkalmazásai voltak. III. Károly a tüzvészek megelőzéséről szóló 1723. évi CIX. törvénycikkében a királyi helytartótanács feladatává tette, hogy a megyék és városok megtegyék a tűzvészek megelőzéséhez szükséges óvintézkedéseket. Ez a rövid rendelkezés rendkívüli jelentőségű, hiszen ezzel a király létrehozta a tűz elleni védekezés központ szervezetét. [5] 1769-ben Mária Terézia uralkodása alatt született meg az a szabályozás, amely már a tűzőrök szolgálatát, a tűzeseti feladatok pontos elosztását, a vízkészlet és eszközök kötelező készenlétét, a kémények vizsgálatát, a tűzzel dolgozók műhelyeinek biztonságos elhelyezését és a tűzoltó kasszák létrehozását is előírta. Ennek hatására a vármegyék és városok – például Békés vármegye (1772) és Debrecen (1774) – saját részletes tűzrendeket adtak ki, amelyek már fejlett, szervezett megelőzési és tűzoltási rendszert hoztak létre a lakosság bevonásával és rendszeres tűzvédelmi oktatással. [6]

II. József 1788-ban kiadott tűzrendészeti pátense egy szigorú, központosított állami szabályozás volt, amely 56 paragrafusban, 4 fő témakör köré szervezte az előírásokat. A „kalapos király" ugyanis felismerte, hogy a helyi rendeletek szabályozási módszerei nem elég hatékonyak az akkori korra jellemző pusztító várostüzek elleni védekezésben. [7]

Az első témakör „a gyulladások megakadályozását és illetőleg a tűz támadásának előre akadályt vető módokat" tárgyalta. Tiltotta az épületek szorosan egymás mellé építését a tűz átterjedésének megakadályozására. Korlátozta a veszélyes, gyúlékony építőanyagok használatát. Szabályozta a mezőgazdasági munkák (például cséplés, szalmavágás) tűzvédelmi szabályait. A második „a támadott tűznek hamarságos felfedezése", amelyben a rendelet előírta az éjjeli tűzfigyelő strázsák és őrjáratok állítását, valamint kötelezte a lakosságot a gyors riasztási feladatok ellátására. A harmadik rész „a gyúlásnak gyors eloltásáról kiszabott rend" előírásait tartalmazta, meghatározva a lakosság és a korabeli szervezetek feladatait a tűz megfékezésekor. A negyedik rész pedig „az eloltott tűz ártalmas következéseinek megelőzésével, a tűz okának kipuhatolásával" foglalkozott. Vagyis rendelkezett a tűz utáni vizsgálatról, hogy az okok feltárásával megakadályozzák a hasonló esetek megismétlődését.

II. József 1788-as tűzrendészeti pátensétől egy hosszú, közel másfél évszázados fejlődési út vezetett az első önálló magyar tűzrendészeti törvényig, amely végül 1936-ban született meg.

3.2 A polgárosodás és az intézményesülés korszaka (1863–1936)

A XIX. század második felétől az iparosodás és a fából készült épületek sűrűsödése hatalmas tűzvészeket idézett elő. Gróf Széchenyi Ödön felismerte, hogy a céhek és a diák-tűzoltócsapatok (például a korábban említett debreceni kollégisták) ad hoc rendszere már nem elégséges a hatékony védekezéshez. Nevéhez fűződik az első hivatásos tűzoltóság (Pest, 1870) megalapítása. [3] Ennek előzményeként, 1863-ban jött létre a Pesti Önkéntes Tűzoltóság, amelynek tagjai a gróf támogatásával váltak alkalmassá a tűzoltószolgálat ellátására (mászótornyot állítottak fel számukra és az általa beszerzett két angol fecskendőn gyakorolták a szerelést). Az önkéntes tűzoltók tényleges szolgálata éjszakai szolgálatból állt (este 9-től reggel 5-ig), mivel tagjai nappal polgári foglalkozásukat űzték. Az önkéntes tűzoltósággal tehát nem lehetett ellátni folyamatos tűzoltói szolgálatot, ezért a gróf fizetett, hivatásos tűzoltóság létrehozását indítványozta. Ennek eredményeként 1870. február 1-jén felállt a 12 főből álló, első hivatásos csapat. Mindkét szervezetnek, az Önkéntes és a Hivatásos Tűzoltóságnak is gróf Széchenyi Ödön lett a főparancsnoka. Széchenyi, mint főparancsnok szinte minden tűzesetnél jelen volt és jelenlétével fokozott munkára buzdította a tűzoltókat. [8]

A Magyar Országos Tűzoltó Szövetség (M.O.T.Sz.) megalakításának eszméje Sopronból indult el, amely Rösch Frigyes nevéhez kötődik. Gróf Széchenyi Ödön felkarolta a kezdeményezést és az alakuló közgyűlést ugyanazon év, 1870. december 5-én tartották meg Pesten. Elnökének szintén a grófot választották. [8] A Szövetség alapítói az új szervezet céljait az alábbiakban fogalmazták meg: a tűzoltók érdekeinek képviselete a törvényhozással, a kormánnyal és a hatóságokkal szemben. Ezek felé a tűzoltók panaszainak, óhajainak és kívánságainak tolmácsolása. A tűzvédelem helyzetéről szóló statisztikai adatok gyűjtése, kezelése, időszakos jelentések készítése, azok közzététele. A tűzvédelem, a tűzoltás elméletének és gyakorlásának fejlesztése, ezek útjában álló akadályok elhárítása. A tűzoltók képzése. A szövetség egyben szellemi műhelyként is funkcionált és az egyik legfontosabb feladatának tekintette a tűzvédelem törvénybe iktatását. [3] Száz évvel a tűzrendészeti pátens megjelenése után a kormány még mindig nem törvénnyel, hanem egy átfogó rendelettel – a Belügyminiszternek az 1888. évi 53.888 számon az összes vármegyei és városi törvényhatósághoz intézett körrendelete – szabályozta a területet. Megállapította, hogy "a tűzrendészet közigazgatási feladat, ami önkormányzati jogosultság, és e körben rendeletet alkotnak, a rendeletalkotásnál a M.O.T.Sz. központi választmányának véleményét is kikérik".

A rendelet két részre osztotta a tűzvédelmet, az első részt a megelőző tűzrendészetnek és az építési rendszabályoknak szentelte. A második rész a köz- és magán-tűzoltószerekről, valamint tűzoltói és mentői intézményről rendelkezett. [9] A tűzrendészetről alkotott 53.888/1888. számú B. M. rendelet kiegészítéséről, módosításáról és végrehajtásáról szóló 230.000/1925. számú B. M. körrendelet preambuluma megállapította, hogy a hazai tűzvédelem hiányosságai elsősorban nem a jogszabályi háttér elégtelenségéből, hanem a helyi közigazgatási szervek mulasztásaiból adódnak, különösen a tűzoltóságok szervezése és fejlesztése terén. A jogszabály elsődleges célja így az 1888-as B.M. körrendeletben rögzített kötelezettségek hatékonyabb végrehajtása volt. Ezen belül szabályozta a hivatásos, önkéntes és köteles tűzoltóságok szervezését, a vármegyei tűzrendészeti felügyelői rendszert, a tűzoltótiszti képzést és a telefonos tűzjelzést. [10]

3.3 Az állami tűzrendészet és az első egységes törvény (1936–1945)

A Magyar Országos Tűzoltó Szövetség több évtizedes, jogalkotást előkészítő és szakmai-érdekképviseleti tevékenysége képezte az 1936-ban megalkotásra kerülő, a tűzrendészet fejlesztéséről szóló törvénycikk dogmatikai alapjait. A közeledő második világháború elkerülhetetlenné tette az ország védelmének, ezen belül a tűzrendészeti feladatoknak az integrálását a közigazgatásba. A modern hadviselés jelentette tűzkockázatok egy olyan centralizált, gyors reagálású és fegyelmezett rendészeti szervet követeltek meg, amely képes volt a fegyveres erőkkel és a légoltalmi szervekkel együttműködésben dolgozni. [4]

Az 1936-os kodifikációt megelőzően a tűzvédelmi szabályozás elsősorban helyi szabályozókban, autonóm rendeleteken, valamint belügyminiszteri körleveleken fogalmazódott meg. Ez a struktúra gátolta a jogegységet és a rendszerszintű hatékonyságot. Az 1936. évi X. törvénycikk – mint anyagi és eljárási jogi normákat egyaránt tartalmazó kerettörvény – részben feloldotta ezt a jogi partikularizmust. Nem csupán deklaratív jelleggel határozta meg a feladatokat, hanem megteremtett egy új, állami felügyelet alatt álló közigazgatási és szervezeti struktúrát. Ezáltal a tűzrendészet a klasszikus rendészeti jog önálló, kodifikált ágává vált. [11]

„1936. január 28-at lángbetűkkel jegyzik fel a magyar tűzrendészet történetében, mert ezen a napon terjesztette a képviselőház elé a magyar királyi belügyminiszter törvényjavaslatát a tűzrendészet fejlesztéséről" – írja a Tűzrendészeti Közlöny az 1936. évi 2. számában. [12]

A 1936. évi X. törvénycikk szabályozta a tűzvédelem felügyeletét, kötelezővé tette a hivatásos tűzoltóságok felállítását a nagyobb városokban és nevesítette a tűzrendészeti hatóság jogkörét. A törvénycikk legfőbb rendelkezései alapján minden törvényhatósági jogú és megyei város köteles volt állandó, hivatásos (díjazott) tűzoltóságot felállítani és fenntartani. A nagyközségekben és kisközségekben a lakosság lélekszáma alapján önkéntes vagy kötelező községi (köteles) tűzoltóságot kellett szervezni. Kötelezővé tette továbbá a jelentősebb ipari- és mezőgazdasági üzemek számára a saját, belső tűzvédelmi szervezet létrehozását.

A belügyminiszter a tűzrendészet felett a főfelügyeletet az országos tűzrendészeti felügyelő közreműködésével gyakorolta. Az ország területét tűzrendészeti kerületekre kellett felosztani; egy-egy kerület élén a kerületi tűzrendészeti felügyelő állt. A vármegye tűzrendészeti felügyeleti szerve a vármegyei, a járásé a járási tűzrendészeti felügyelő volt. Törvényhatósági jogú, illetőleg megyei városban a tűzrendészet felügyeletét pedig a hivatásos tűzoltóság főparancsnoka, illetőleg parancsnoka látta el. A magán biztosítótársaságokat arra kötelezték, hogy a tűzkárbiztosítási bruttó díjbevételeik 1% és 2% közötti összegét fizessék be az államnak tűzrendészeti járulékként.

Az 1936-os törvénycikk az önkormányzati rendszerre alapozott. Kimondta, hogy a tűzrendészet közigazgatási feladat, a városok és vármegyék saját hatáskörben alkothattak helyi tűzrendészeti szabályrendeleteket is.

A tűzrendészeti ügyekben a következő hatóságok jártak el: elsőfokon nagy- és kisközségekben a főszolgabíró, megyei városokban a polgármester, törvényhatósági jogú városokban a polgármester által kijelölt tisztviselő, Budapesten a kerületi elöljáró; másodfokon a törvényhatóság első tisztviselője; harmadfokon a belügyminiszter. Kimondta, hogy a tűzrendészetnek ebben a törvényben és az annak alapján kiadott rendeletben nem szabályozott kérdéseit a törvényhatóságok és a községek szabályrendelettel szabályozzák.

A törvény végrehajtására hozott, a m. kir. belügyminiszter 1936. évi 180.000. számú rendelete a tűzrendészet újabb szabályozásáról, a következőképpen határozza meg a tűzrendészet klasszikus hármas tagolását. [13]

A tűzrendészet célja: a) a tűz kitörésének lehető megelőzése (megelőző tűzrendészet); b) szervezett erővel a kitört tűz terjedésének megakadályozása, és a tűz eloltása (mentő tűzrendészet); c) a tűz oltása után a tűz okának megállapítása, és ennek eredménye alapján hasonló tűzeset megismétlődésének lehető kiküszöbölése (felderítő tűzrendészet).

Szabályozta a tűzrendészeti szakértő meghallgatásának feltételeit is. Tűzrendészeti, vagy tűzrendészeti vonatkozású ügyben döntés előtt az illetékes tűzrendészeti szakértőt mindig meg kellett hallgatni, illetőleg a helyszíni szemlére mindig meg kellett hívni. A tűzrendészeti szakértők az országos, kerületi, vármegyei és járási tűzrendészeti felügyelő, a tűzoltófőparancsnok (tűzoltóparancsnok), illetőleg a részéről ebből a célból kijelölt tűzoltótiszt voltak.

A tűzrendészeti hatóság hatásköreit a következőképpen fogalmazta meg a rendelet:
a) működése területén figyelemmel kíséri az általános tűzrendészeti viszonyokat, és minden tekintetben gondoskodik a tűzveszély megelőzéséről,
b) a tűzrendészet és a tűzoltói intézmény fejlesztése érdekében szükséges intézkedéseket megteszi, illetőleg ilyen intézkedések céljából javaslatot tesz,
c) a tűzrendészetre vonatkozó jogszabályokban meghatározott engedélyezési ügyekben határoz,
d) tűzveszélyes anyagok gyártásával, kezelésével, forgalomba hozatalával és szállításával foglalkozó gyár- és ipartelepeket, valamint más üzemeket (műhelyeket), úgyszintén az ilyen anyagok raktározására szolgáló helyiségeket, közlekedési vállalatokat és üzemeket (közforgalmú vasutak kivételével) legalább évenként ellenőrzi, és az észlelt hiányok megszüntetése érdekében szükséges óvóintézkedéseket saját hatáskörében megteszi, illetőleg az ipartörvény hatálya alá eső üzemek (ipari és kereskedelmi telepek) tekintetében az iparhatóság intézkedését kéri,
e) a tűz eloltása után a tűzvizsgálatot 24 óra alatt megtartja és a vizsgálat eredménye alapján megfelelő intézkedéseket tesz,
f) a működése területén előfordult tűzetesektől származott tűzkárokról az érvényben levő rendelkezések szerint adatokat szolgáltat és évenként legalább egyszer ellenőrzi az arra kötelezett szervek adatszolgáltatási és statisztikai nyilvántartási tevékenységét,
g) a tűzrendészetre vonatkozó jogszabályokat egyébként is végrehajtja, illetőleg azok végrehajtásáról gondoskodik.

A törvénycikk és a rendelet hivatkozott szakaszai tételesen szabályozták a tűzrendészeti hatóság hatáskörét, lefektetve egy hierarchikus igazgatási struktúra működési alapjait, középpontba helyezve egy mechanikus és rendszeres hatósági jelenlétet (például kötelező éves ellenőrzések rendszere).

3.4 A centralizáció és a szocializmus időszaka (1945–1989)

A II. világháború pusztításának következtében az ország addigra felépített tűzoltósági rendszere szinte teljesen megsemmisült. A tűzoltók közül sokan életüket vesztették, súlyosan megsebesültek vagy hadifogságba estek.

A tűzoltó felszereléseket is jelentős veszteségek érték, nagy részüket elhurcolták az országból, ennek következtében a tűz elleni védekezési képesség országszerte minimálisra csökkent. [3]

Ebben a helyzetben, 1945. november 16-án jelent meg az Ideiglenes Nemzeti Kormánynak a tűzoltóság és a tűzrendészet újjászervezéséről szóló 10280/1945. (XI.13.) számú ME rendelete, amely előírta, hogy: „Az ország területén minden olyan tennivalót, amelyet valamely jogszabály a tűzoltóság feladatkörébe utal, az egységes magyar tűzoltóság tagjai látják el." [14]

A rendelet hatályon kívül helyezte a tűzrendészet fejlesztéséről szóló 1936. évi X. törvénycikket, megszüntette az önkéntes tűzoltó testületeket, a Magyar Országos Tűzoltó Szövetséget és a törvényhatósági tűzoltószövetségeket. A tűzoltóságnak addigi jellegük szerint történt elnevezése (hivatásos, önkéntes, köteles és magántűzoltóság) szintén megszűnt. A rendelet hatályba lépését követően minden község, továbbá minden megyei és törvényhatósági jogú város köteles volt tűzoltóságot fenntartani, a tűzoltóságok pedig a belügyminiszter főfelügyelete és ellenőrzése alá kerültek. A rendelet előírásai már előrevetítették a tűzoltóságok teljes körű államosításának lehetőségét.

A 271000/1946. (VII. 26.) számú BM rendelet, amely a tűzoltóság és a tűzrendészet ujjászervezéséről szóló 10280/1945. ME rendelet végrehajtási rendelete volt, előírta az Országos Tűzoltó Főparancsnokság felállítását, a tűzrendészeti munka alapvető célját pedig a korábbi szabályozáshoz hasonlóan a megelőző-, a mentő- és felderítő tevékenységben határozta meg. [15]

Az 5.090/1948. (V.13.) számú kormányrendeletnek jelentős hatása volt a tűzrendészet szocialista típusú átalakítására, amely az állami tűzoltóság megalapítását és szervezeti felépítését szabályozta. Megszüntette a korábbi városi (fővárosi) tűzoltóságok széttagoltságát, önállóságát és a tűzrendészeti érdekeket figyelembe véve egyes üzemi tűzoltóságokat is állami tűzoltóegységekké szervezett át. Ezzel létrejött az egységes állami tűzoltóság, megteremtve azt a közös szervezeti alapot, amely lehetőséget nyújtott arra, hogy az a továbbiakban igazgatás szempontjából egységes (központi) irányítás alatt álljon. Az ország valamennyi tűzoltósága a belügyminiszter felügyelete és ellenőrzése alatt állt, a főparancsnoki tisztet pedig az országos tűzoltóparancsnok látta el. A tűzoltóságok tagjai katonai rendfokozatot kaptak, kiadták az új egyenruházati szabályzatot is, amely a szovjet típusú egyenruházatot vezette be. [16]

Az 1948-as kormányrendelet által kialakított állami rendszer továbbfejlesztéseként és jogi konszolidációjaként tekinthetünk az 1956. évi 13. törvényerejű rendeletre és a végrehajtására kiadott, a tűzoltóságról és a tűzrendészetről szóló 30/1956. (IX. 8.) MT rendeletre.

A törvényerejű rendelet által felállított tűzvédelmi hatósági rendszer megőrizte a tűzrendészet három pillére történő funkcionális tagozódását, vagyis a hatóság feladatköreit jogilag egyenrangúként kezelve, három jól elkülöníthető területre osztotta. Megelőző tűzrendészetre (az építkezések, üzemek, raktárak előzetes ellenőrzése és. engedélyezése), mentő tűzrendészetre (a tényleges tűzoltás, életmentés és a készenléti szolgálat irányítása), valamint felderítő tűzrendészetre, tűzvizsgálatra (a tűzesetek utáni kötelező, hatósági jogkörben végzett okfeltáró vizsgálat a felelősség megállapítására). [17]

Egy szigorú, kétszintű hatósági hierarchiát írt elő és a tűzrendészeti hatósági jogkört közvetlenül és kizárólag az Állami Tűzoltóság szervei gyakorolhatták. Elsőfokú hatóságként területi szinten a járási székhelyeken működő alosztályparancsnokságok, a városi és budapesti kerületi alosztályparancsnokságok, valamint a kiemelt (önálló) üzemi alosztályparancsnokságok jártak el. Másodfokú hatóságként, fellebbezési fórumként és felügyeleti szervként a megyei (és a budapesti) osztályparancsnokságok jártak el.

A legfelsőbb felügyeletet, mint a teljes országos hálózat szakmai, irányítási és ellenőrzési jogkörrel rendelkező szerv a Belügyminisztérium (belügyminiszter) látta el. Az önkormányzati struktúra felszámolásán túl ez a rendelet zárta le a magyar tűzvédelem civil-egyesületi korszakát, és hozta létre azt a fegyelmezett, tisztán belügyi irányítású rendszert, amely kisebb módosításokkal egészen a rendszerváltozásig meghatározta a hazai tűzoltóság működését.

A 30/1956. (IX. 8.) MT rendelet a tűzvédelmi igazgatást modern alapokra helyezve, szigorú hatósági ellenőrzési rendszert vezetett be. A jogszabály egyik legfőbb újítása a közvetlen tűzveszély esetén alkalmazható azonnali üzemleállítási jog volt. Ezen túl a tűzrendészeti hatóság a tűzrendészeti jogszabályokban és határozatokban foglalt rendelkezések megszegése miatt szabálysértési eljárást folytathatott le. [18]

A szakmai és jogi hierarchia szempontjából az MT rendelet elválasztotta a hatósági kényszerítő jogkört a támogató, mérnöki-szakértői tevékenységtől. Azoknál a minisztériumoknál és országos hatáskörű szerveknél, amelyek felügyelete alatt üzemek működtek legalább egy, indokolt esetben két központi tűzrendészeti előadót kellett megbízni, a minisztériumok (országos hatáskörű szervek) alárendelt szerveinél a tűzrendészeti feladatok elvégzésével pedig szintén meg kellett bízni egy felelős személyt.

Az MT rendelet lefektette a modern értelemben vett, kötelező munkahelyi tűzvédelmi oktatás alapjait is. Először határozta meg rendszerszinten, hogy a dolgozókat fel kell készíteni a tűz megelőzésére és a tűzesetek kezelésére. Intézményesítette a társadalmi és vállalati összefogást a szocialista tervgazdaság időszakában, létrehozva a Tűzvédelmi Bizottságokat (vagy korabeli elnevezéssel tűzrendészeti bizottságokat). Ez a bekezdés jogilag azt a célt szolgálta, hogy a tűzmegelőzést kivegye a kizárólagos hatósági bürokráciából és helyi, üzemi, valamint tanácsi szinten társadalmasítsa a védelmet.

A tűzmegelőzés szabályozásának fejlődési folyamatában szükséges megemlíteni a 4/1957. (XI. 19.) BM rendelet, amely a Minisztertanács 30/1956. (IX. 8.) MT rendeletének végrehajtási szabályait tartalmazta. Ennek I. fejezete részletesen meghatározta a tűzrendészeti hatóságok szervezetét, hatásköreit és az illetékességi szabályokat. [19]

A rendelet jogilag is kimondta, hogy a megelőzés nem csupán elméleti kérdés, hanem a tűz keletkezésének elhárítására szolgáló kötelező, gyakorlati szabályrendszer és jogi kötelezettség. Lehetővé tette, hogy a hatóságok az általános irányelvek alapján egyes esetekre külön is előírhassanak egyedi megelőző szabályokat. Továbbá kötelezővé tette az előírások alkalmazását nemcsak az új, hanem a már meglévő létesítményekre is, ami szintén újdonság volt a szabályozásban. A hatásköri és illetékességi szabályok körében rögzítette a területi illetékesség előírásait, vagyis azt, hogy a hatóságok a saját közigazgatási területükön jogosultak ellenőrizni, kötelezni és szankcionálni. Tisztázta a hatásköröket a kiemelt állami vállalatok, gyárak (ahol üzemi tűzrendészeti megbízottak működtek) és a lakóterületek ellenőrzése között. Felülbírálati jogot biztosított a felettes szerveknek arra vonatkozóan, hogy az alsóbb szintű hatóságok jogszabálysértő vagy szakmailag hibás döntéseit megváltoztassák, vagy megsemmisítsék. Megteremtette tehát azt a hatósági hátteret, amellyel a rendelet későbbi fejezeteiben található konkrét műszaki és gyakorlati tűzvédelmi előírásokat számon lehetett kérni a vállalatokon és a lakosságon. A rendelet újdonságot hozott abból a szempontból is, hogy a tűzrendészeti szakértői tevékenységet beépítette az államigazgatási eljárásokba és a hatósági munkába.

A tűz elleni védekezésről és a tűzoltóságról szóló 1973. évi 13. törvényerejű rendelet a tűzvédelem egyik átfogó kódexe lett. Ez a jogszabály váltotta fel a 1956. évi 13. törvényerejű rendeletet és modernizálta a tűzoltósági szervezetet a hetvenes évek gazdasági és ipari követelményeihez mérten. [20]

A rendelet az addigi szemléletnek megfelelően három egyenrangú pillérre helyezte a tűzvédelmi tevékenységet. Ezek voltak a tűzkárok megelőzése, a tüzek eloltása és a keletkezési körülmények vizsgálata (tűzvizsgálat).

Újításnak számított, hogy a tűzvédelemmel kapcsolatos feladatokat és az azért való felelősséget kiterjesztette, amikor kimondta, hogy a „tűzvédelmi feladatokat a tűzoltóság, továbbá feladatkörükben a költségvetési szervek, az állami vállalatok, a szövetkezetek, az egyéb gazdálkodó szervek, a társadalmi szervezetek és más jogi személyek - az állampolgárok közreműködésével - látják el."

Az 1973. évi 13. törvényerejű rendelet végrehajtási rendelte, a tűz elleni védekezésről és a tűzoltóságról szóló 4/1974. (VIII. 1.) BM rendelet a tűzmegelőzés területén már konkrét létesítési és használati szabályokat is előírt, valamint országos szinten, egységes rendszerben kezelte az épületek tűzvédelmi kialakítását. [21]

Az anyagokat és épületeket szigorú kategóriákba sorolta (tűzveszélyességi osztályok), meghatározta az épületek kiürítési és menekülési szabályait, tartalmazta a tűztávolságok, a tűzgátló ajtók és falak beépítési kritériumait. A magyar tűzvédelmi jogalkotásban 1980-ban paradigmaváltás történt: a Belügyminisztérium megszüntette az addigi egységes szabályozási struktúrát. Ehelyett két, egymással szorosan összefüggő, ám funkcionálisan különálló jogszabályt vezetett be, amellyel intézményesen elválasztotta a hatósági-szervezeti kereteket a tisztán műszaki és létesítési normáktól.

Az egyik volt ezek közül a tűz elleni védekezésről és a tűzoltóságról szóló 3/1980. (VIII. 30.) BM rendelet, amely szabályozta a jogi és államigazgatási kérdéseket, úgy, mint a tűzoltóság felépítését, a tűzvédelmi hatósági feladatokat, illetékességi és hatásköri szabályokat, az ellenőrzési és az eljárási előírásokat. [22] A másik az Országos Tűzvédelmi Szabályzat kiadásáról szóló 4/1980. (XI. 25.) BM rendelet, amely „a létesítmények, építmények létesítésére (kialakítására), valamint a létesítmények, építmények és az anyagok használatára vonatkozó tűzvédelmi rendelkezéseket állapítja meg." Ez volt tehát az első, tisztán műszaki, létesítési és használati előírásokat tartalmazó jogszabálygyűjtemény. [23]

3.5 A rendszerváltástól a modern katasztrófavédelemig (1989–napjainkig)

A tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról szóló 1996. évi XXXI. törvény alapjaiban határozta meg a megelőzést, a tűzvizsgálatot és a hivatásos szervek feladatait. Itt már látható, hogy a szabályozást az új, demokratikus rendszerben a legmagasabb szintű, törvényi szintre emelték, és bár a jogszabály több módosításon esett át az elmúlt évtizedekben, a mai napig ez a törvény van hatályban. [24] Újításként kiemelendő, hogy a törvény a nevébe és feladatrendszerébe is beemelte a műszaki mentést, amellyel a tűzoltóság hivatalosan is a mai értelemben vett, komplex katasztrófaelhárító szervezetté vált. A törvény továbbá bevezette az objektív alapú, kötelezően kiszabandó tűzvédelmi bírságot, ami azt jelentette, hogy a hatóságnak nem kellett bizonyítania a szándékosságot; ha az általa megállapított hiányosság fennállt, a bírságot ki kellett szabni. A meg nem fizetett tűzvédelmi bírság pedig köztartozásnak, vagyis adók módjára behajtandó tartozásnak minősült. A törvény ezen kívül differenciált hatósági és szakhatósági jogköröket vezetett be, vagyis szétválasztotta, hogy a tűzoltóság mikor jár el önálló hatóságként, és mikor társhatóságként. Önálló tűzvédelmi hatóságként engedélyező, tiltó és korlátozó intézkedéseket tehetett, a tűzesettel kapcsolatban hatósági bizonyítványt adott ki, valamint a tűzvédelmi kötelezettségeiket megsértőkkel szemben tűzvédelmi bírságot szabott ki. Szakhatóságként más elsőfokú hatóságok (például az építésügyi hatóság) közigazgatási eljárásaiban vett részt. Meghatározott munkavállalói létszám vagy veszélyességi szint felett a gazdálkodó szervezetek számára kötelezővé tette a belső tűzvédelmi szabályzat elkészítését.

A jogalkotó a törvény felhatalmazása alapján szinte azonnal kiadta a következő generációs Országos Tűzvédelmi Szabályzatot, a 35/1996. (XII. 29.) BM rendeletet, amely felváltotta az 1980-as kódexet. [25] Ebből az időszakból kiemelendő még a tűzvédelmi szakértői és igazságügyi szakértői tevékenység szabályairól szóló 36/1997. (VI. 4.) BM rendelet, amely úgy szabályozta a névjegyzéken alapuló, ellenőrzött tűzvédelmi szakértői rendszert, hogy leválasztotta azt a hatósági állományról. [26]

A katasztrófák elleni védekezés irányításáról, szervezetéről és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 1999. évi LXXIV. törvény 2000. január elsején lépett hatályba. A törvény rögzítette, hogy a katasztrófák megelőzése és az ellenük való védekezés nemzeti ügy, a védekezés egységes irányítása pedig állami feladat. Létrehozta a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF) intézményét, amely integrálta a korábban önálló szervekként működő BM Tűzoltóság Országos Parancsnokságát és a Polgári Védelmi Országos Parancsnokságát. [27]

A törvény a katasztrófavédelem irányítási és felelősségi rendjének érdekében újraszabályozta a védelmi igazgatás rendszerét, illetve kialakította a katasztrófavédelem központi, területi és helyi szerveit. A BM OKF a tűzoltó és polgári védelmi szakterületek műveleti integrációját hozta létre 3 főigazgató-helyettesi szervezettel, mint a Hatósági-, a Veszélyhelyzet Kezelési- és Gazdasági Főigazgató-helyettesi Szervezet. A szakmai főigazgató-helyettesi szervezetek biztosították a megelőzési és beavatkozási feladatok szakszerű irányítását és felügyeletét. A klasszikus megelőzési feladatok a Hatósági Főigazgató-helyettesi Szervezethez, míg a mentő-tűzvédelem, az ügyeleti rendszerek és a polgári védelmi feladatok zöme a veszélyhelyzet kezelési ágazathoz tartozott. A területi katasztrófavédelmi szervek a megyei katasztrófavédelmi igazgatóságok és a Fővárosi Polgári Védelmi Igazgatóság voltak. Az új hivatásos katasztrófavédelmi szerv a katasztrófák elleni védekezés elsődleges beavatkozói, a hivatásos önkormányzati tűzoltóságok felett irányítási jogkört nem, csak felügyeleti jogkört gyakorolhatott. A területi katasztrófavédelmi igazgatóságok szervezeti felépítése (a megelőzési, mentésszervezési és a polgári veszélyhelyzet kezelési szakmai osztályaival) nem képezte le a BM OKF szervezeti felépítését, eltért attól, de funkcionálisan működőképesnek bizonyult. A helyi szervek a polgári védelmi kirendeltségek lettek, azok alárendeltségében pedig polgári védelmi irodák működtek. [28]

A tűzvédelmi igazgatás jelenkori történetének újabb reformját a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény hozta el, kijelölve a szervezet máig hatályos kereteit. Az integrált és egységes állami katasztrófavédelmi rendszer megalakításával párhuzamosan megszűnt a tűzoltóságok évtizedes önkormányzati modellje. [29]A reform legfőbb strukturális nóvuma a korábban részben autonóm módon működő védelmi ágak – a tűzvédelem, a polgári védelem és az iparbiztonság – BM OKF-be történő fúziója volt. Ezzel a jogalkotó megszüntette a feladat- és hatásköri tagoltságot, megteremtve egy komplex, veszélyhelyzetek kezelésére alkalmas, egységes irányítási centrumot. A 2012-es szervezeti integráció során a korábban települési önkormányzatok fenntartásában és irányítása alatt álló tűzoltóságok integrálódtak a hivatásos katasztrófavédelmi szerv állományába. Ezáltal a helyi befolyás megszűnt, a tűzoltóságok a központi hierarchia közvetlen végrehajtó szerveivé (helyi szervekké: katasztrófavédelmi kirendeltségek és hivatásos tűzoltó-parancsnokságok) váltak.

Strukturális és hatásköri szempontból a törvény egy teljesen új intézményi pillért, az iparbiztonsági hatósági hatáskört emelte be a katasztrófavédelem rendszerébe. Ezzel a hatóság közvetlen és kiterjedt ellenőrzési, engedélyezési és szankcionálási jogkört kapott a veszélyes üzemek, a veszélyes áruk szállítása (közúton, vasúton, vízen és légi úton), valamint a kritikus infrastruktúrák felett, teljessé téve a preventív rendészeti portfóliót.

A 2012-ben felállított egységes és integrált katasztrófavédelmi szervezet tűzvédelmi és iparbiztonsági hatásköreit is újraszabályozta az állam működését érintő egyes törvények módosításáról szóló 2024. évi XXIX. törvény. A 2024. október elsejével hatályba lépett változások következtében a tűzvédelmi, valamint a veszélyes üzemekkel kapcsolatos hatósági és szakhatósági hatáskörök a katasztrófavédelem illetékes szerveitől a fővárosi és vármegyei kormányhivatalokhoz kerültek.

A műszaki szabályozási környezet jelenkori fejlődése szempontjából szükségszerűen kiemelendő az 54/2014. (XII. 5.) BM rendelettel hatályba léptetett új Országos Tűzvédelmi Szabályzat. Ezen jogszabály szakított a korábbi, merev kodifikációs tradíciókkal, csökkentve a jogszabályi szövegtörzs terjedelmét és tudatosan felszámolva a szabályozás korábbi „szótár jellegét" – vagyis azt a struktúrát, amely egyazon normatív szabályozón belül, egymáshoz szorosan rendelve határozta meg a biztonsági követelményt és az annak kizárólagosan megfelelő műszaki megoldást. [30]

A reform alapját tehát a funkcionális követelmények és a technikai megoldások éles elválasztása képezte. Az OTSZ ugyanis kizárólag a kötelezően teljesítendő biztonsági szinteket, célokat és elveket rögzítette normatív jelleggel. Emellett a nem kötelező érvényű, rugalmas és rendszeresen frissülő módszertani gyűjteményként funkcionáló tűzvédelmi műszaki irányelvek (TvMI-k) nyújtottak a jogszabályi követelmények teljesítéséhez elismert műszaki megoldásokat.

Ez a megosztás új megközelítést hozott a mérnöki gyakorlatba. Feloldotta a korábbi dogmatikus korlátokat, lehetőséget biztosítva a tervezők számára a kreatív és szabad mérnöki gondolkodásra. Amennyiben a tervező el kíván térni a TvMI-ben rögzített megoldásoktól, a jogszabály keretein belül – megfelelő igazolás és egyenértékűség-bizonyítás mellett – saját, egyedi mérnöki megoldásokat is alkalmazhat.

A korábbi rendszer merevsége gátat szabott a technológiai fejlődésnek és az innovatív építészeti megoldásoknak, mivel a jogszabályi megfelelés elérése szinte kizárólag a leírt előírások mechanikus követését jelentette. Ezzel szemben a 2014-es szabályozási reform egy modern, kétszintű modellt vezetett be, amely elméleti és gyakorlati síkon is paradigmaváltást eredményezett.

3.6 Modern kihívások és jövőkép a 2020-as évek második felében

Az előzőekben ismertetett jogtörténeti áttekintés alapján megállapítható, hogy a tűzmegelőzés differenciálódása és önálló diszciplínává válása nem egy öncélú bürokratikus folyamat volt, hanem a technológiai fejlődés egyenes következménye. A 2014-es OTSZ strukturális átalakítása nem tekinthető hibátlannak, különösen, ha a modern, teljesítmény-alapú tűzvédelmi tervezés (Performance-Based Design – PBD) szempontjából vizsgáljuk. Bár a szabályozás elvben teret enged a mérnöki szabadságnak, a gyakorlatban mégis megmaradt egyfajta hibrid, előíró-funkcionális logikánál. A valódi teljesítmény-alapú tervezés nem előre rögzített kategóriákból és merev számszaki határértékekből indul ki, hanem komplex, numerikus szimulációk és valószínűségszámítási módszerek segítségével határozza meg egy adott épület egyedi kockázati profilját. A jelenlegi hazai szabályozási és engedélyezési környezet – a TvMI-k dominanciája miatt – sokszor még mindig a leíró jellegű megoldások felé tereli a piacot, és korlátozottan képes integrálni a tiszta teljesítmény-alapú, szimulációkon nyugvó mérnöki igazolásokat.

A megelőző tűzvédelem tehát napjainkban is újabb paradigmaváltás előtt áll. Az építőipar és a technológia gyors fejlődése olyan új kockázati tényezőket hozott magával, amelyekre a hagyományos, tapasztalati úton kialakított szabályzatok már nem képesek megnyugtató választ adni.

Az épületek tűzbiztonsága szempontjából a napjainkban széles körben elterjedt és alkalmazott mérnöki metodikánál átfogóbb biztonsági szintet nyújt a hálózattudományi alapokon nyugvó módszerek megfelelő alkalmazása. A módszer megalapozza az elvárt biztonsági szint progresszív elérésének, azaz a számítógéppel segített tervezés (Épületinformációs Modellezés - BIM), a számítógépes szimulációk rendszerben történő kezelésének és a performance-based műszaki megoldások alkalmazásainak lehetőségeit és kereteit. [31]

Szükségessé válik tehát egy új, innovatív mérnöki szemlélet, amely többek között a BIM alapú tervezés tűzvédelmi szakterületre történő adaptálását, az OTSZ szerinti követelményekhez illeszkedő algoritmikus tervezési metodika kidolgozását, továbbá a számítógépes szoftverek által szimulált modellek újszerű, innovatív mérnöki módszerekkel történő megvalósítását, és azok eredményeinek validált, verifikált módon történő integrálását teszi szükségessé a komplex tűzvédelmi koncepcióban. [32]

3. KÖVETKEZTETÉS

A hazai tűzrendészet fejlődése hűen bizonyítja, hogy a társadalom biztonsága nem tartható fenn kizárólag a katasztrófákra adott utólagos válaszokkal. A mai modern katasztrófavédelmi és tűzmegelőzési rendszer minden eleme – az építéshatósági engedélyezéstől a bonyolult mérnöki szimulációkig és a rendszeres hatósági ellenőrzésekig – közvetlenül azokból a történelmi tapasztalatokból táplálkozik, amelyek a fizikai struktúrák, az urbanisztika, a humán fegyelem és a hatósági kontroll egységében látták a társadalmi biztonság zálogát. A korábbi reaktív, „tűzoltó" szemléletet szükségszerűen váltotta fel egy proaktív, kockázatalapú mérnöki gondolkodás, amely a modern kor értékmegőrző és értékteremtő részévé emelte a tűzvédelmet.

Bár a hatályos OTSZ elméleti alapjaiban már megjelenik a kockázatalapú megközelítés (például a kockázati osztályba sorolás és a funkcionális elvárások szintjén), ez a rendszer jelenlegi formájában lineáris és merev. A valódi kihívást az jelenti, hogyan emelhető át ez a részleges kockázati szemlélet egy olyan általánosítható, rendszerszintű keretrendszerbe, amely egyaránt alkalmas az egyszerűbb struktúrák kezelésére, valamint a rendkívül összetett, bonyolult csomópontokkal rendelkező rendszerek specializált leírására.

Az összetett infrastruktúrák (például intelligens felhőkarcolók vagy gigantikus logisztikai központok) esetében a hagyományos, preskriptív normák és a TvMI-k analógiái nem alkalmazhatóak hatékonyan. Ezen a ponton válik elengedhetetlenné a tiszta teljesítményalapú tervezés, amely nem előre rögzített sablonokból dolgozik, hanem az adott létesítmény egyedi fizikai, áramlástani és emberi tényezőit modellezi le.

A hazai mérnöki gyakorlat legnagyobb gátja jelenleg az, hogy a gyors ütemben zajló technológiai fejlődésre valós időben reagálni tudó tűzvédelem jogszabályi és hatósági szabályozása egyelőre nem megoldott. Nem létezik olyan egységes, validált protokoll, amely alapján a katasztrófavédelmi hatóság objektíven és megnyugtatóan elbírálhatná a tiszta szimulációkon alapuló egyenértékűségi igazolásokat. Ebből adódóan a technológia fejlődésére és környezeti változásokra válaszul szükséges egy olyan módszertani és szabályozási javaslatcsomag kidolgozása, amely zsinórmértéket és irányt mutat a jövőbeli kodifikációs folyamatokhoz.

4. IRODALOMJEGYZÉK

[1] Szent István Király Dekrétomainak Második Könyve, 8. fejezet hogy vasárnap mindenki templomba járjon [Online]. Elérhetőség: https://net.jogtar.hu/ezer-ev-torveny?docid=03800008.TV&searchUrl=/ezer-ev-torvenyei (2026.08.31.)

[2] Szent István Király Dekrétomainak Második Könyve 30. fejezet a gyujtogatásokról [Online]. Elérhetőség: https://jogkodex.hu/jsz/1956_13_tvr_3135061 (2026.08.31.)

[3] Berki I. „A magyar tűzoltóság 150 éves története" Belügyi Szemle, pp. 11-29, 2020. 8. szám, DOI: https://doi.org/10.38146/BSZ.2020.8.1 [Online]. Elérhetőség: https://belugyiszemlejournal.org/index.php/belugyiszemle/article/view/692/694 (2026.08.31.)

[4] Hadnagy I. „A' tűz gyulladásának el távóztattása, avagy adalékok a tűz körüli szabályozott eljárási rend kialakulásának, valamint a helyhatósági tűzszabályrendeletek, és a tűzvédelmet szabályzó állami rendeletek megszületésének történetéhez" Tűzoltó Múzeum évkönyve, pp. 4-62, IX. Tűzoltó Múzeum, Budapest 2008. [Online]. Elérhetőség: https://library.hungaricana.hu/hu/view/SZAK_TUZO_Evk_09/?pg=5&layout=s (2026.08.31.)

[5] Berki I. „A tűzjelzés magyarországi fejlődéstörténete" Polgári Védelmi Szemle XVIII. pp. 61-71., 2026. [Online]. Elérhetőség: https://mpvsz.hu/pv_szemlek/pvszemle2026/index.html (2026.08.31.)

[6] Scholtz E. I., Bleszity J., Berki I., Restás Á. „A Szatmárnémeti tűzoltóság története az Osztrák–Magyar Monarchia és Románia tűzoltóságának fejlődéstörténetébe ágyazva" Védelem Tudomány a Katasztrófavédelem Online Szakmai, tudományos folyóirata, pp 1-14. 2026. 1. szám, DOI: https://doi.org/10.61790/vt.2026.22136 [Online]. Elérhetőség: https://ojs.mtak.hu/index.php/vedelemtudomany/article/view/22136/18440 (2026. 08.31.)

[7] II. József 1788. június 26-án kiadott tűzrendészeti pátense [Online]. Elérhetőség: https://firestopkft.hu/Doc/OTSZ/II._Jozsef_1788._junius_26-an_kiadott_Orszagos_tuzoltalmi_intezkedes_-_Tuzrendeszeti_Patens.pdf (2026.08.31.)

[8] Berki I. „A hivatásos magyar tűzoltóság 150 éves története" Védelem Tudomány a Katasztrófavédelem Online Szakmai, tudományos folyóirata, pp. 197-222., 2021. 4. szám, [Online]. Elérhetőség: https://ojs.mtak.hu/index.php/vedelemtudomany/article/view/13717 (2026.08.31.)

[9] Gál L. „Tűzrendészet Magyarországon 1870-től napjainkig I.– 1870-1945." Katasztrófavédelmi Szemle, pp. 5-8, 2013. 1. szám, [Online]. Elérhetőség: https://vedelem.hu/letoltes/ujsag/v201301.pdf (2026.08.31.)

[10] A m. kir. belügyminiszter 1925. évi 230.000. számú körrendelete, a tűzrendészetről alkotott 53.888/1888. B. M. számú rendelet kiegészítéséről, módosításáról és végrehajtásáról, Magyarországi Rendeletek Tára 1867-1956, Rendeletek Tára 1925, pp. 333-343. [Online]. Elérhetőség:https://library.hungaricana.hu/hu/view/OGYK_RT_1925/?pg=10&layout=s (2026.08.31.)

[11] A 1936. évi X. törvény a tűzrendészet fejlesztéséről [Online]. Elérhetőség: https://net.jogtar.hu/ezer-ev-torveny?docid=93600010.TV&searchUrl=/ezer-ev-torvenyei%3Fpagenum%3D41 (2026.08.31.)

[12] Dr. Hadnagy I. „Magyarország első tűzrendészeti törvénye megszületésének körülményei, legfőbb előírásai, jelentősége” Védelem Online 2006. [Online]. Elérhetőség: https://vedelem.hu/letoltes/anyagok/631-magyarorszag-elso-tuzrendeszeti-torvenye-megszuletesenek-korulmenyei-legfobb-eloirasai-jelentosege.pdf (2026.08.31.)

[13] A m. kir. belügyminiszter 1936. évi 180.000. számú rendelete [Online]. Elérhetőség: https://library.hungaricana.hu/hu/view/OGYK_RT_1936/?pg=868&layout=s (2026.08.31.)

[14] Az Ideiglenes Nemzeti Kormánynak a tűzoltóság és a tűzrendészet újjászervezéséről szóló 10280/1945. (XI.13.) számú ME rendelete [Online]. Elérhetőség: https://jogkodex.hu/jsz/1945_10280_me_rendelet_1085543 (2026.08.31.)

[15] A 271000/1946. (VII. 26.) számú BM rendelet a tüzoltóság és a tüzrendészet ujjászervezéséről szóló 10280/1945. ME rendelet végrehajtása tárgyában [Online]. Elérhetőség: https://jogkodex.hu/jsz/1946_271000_bm_rendelet_3714602 (2026.08.31.)

[16] Berki I. „A magyar tűzoltóság szocialista típusú átszervezése” Védelem Tudomány a Katasztrófavédelem Online Szakmai, tudományos folyóirata, pp. 182-197. 2023. 1. szám [Online]. Elérhetőség: https://real.mtak.hu/215517/1/Berki_Imre_A_magyar_tuzoltosag_szocialista_tipusu_atszervezese.pdf (2026.08.31.)

[17] Az 1956. évi 13. számú törvényerejű rendelet a tűzoltóságról és a tűzrendészetről [Online]. Elérhetőség: https://jogkodex.hu/jsz/1956_13_tvr_3135061 (2026.08.31.)

[18] A 30/1956. (IX. 8.) MT rendelet a tűzoltóságról és a tűzrendészetről [Online]. Elérhetőség: https://jogkodex.hu/jsz/1956_30_mt_rendelet_6411994 (2026.08.31.)

[19] A 4/1957. (XI. 19.) BM rendelet a tűzrendészetről, [Online]. Elérhetőség: https://jogkodex.hu/jsz/1957_4_bm_rendelet_2964276 (2026.08.31.)

[20] Az 1973. évi 13. törvényerejű rendelet a tűz elleni védekezésről és a tűzoltóságról [Online]. Elérhetőség: https://jogkodex.hu/jsz/1973_13_tvr_4199000 (2026.08.31.)

[21] A 4/1974. (VIII. 1.) BM rendelet a tűz elleni védekezésről és a tűzoltóságról [Online]. Elérhetőség: https://firestopkft.hu/Doc/OTSZ/4_1974._(VIII._1.)_BM_rendelet_a_tuz_elleni_vedekezesrol_es_a_tuzoltosagrol.pdf (2026.08.31.)

[22] A 3/1980. (VIII. 30.) BM rendelet a tűz elleni védekezésről és a tűzoltóságról [Online]. Elérhetőség: https://jogkodex.hu/jsz/1980_3_bm_rendelet_6241624 (2026.08.31.)

[23] A 4/1980. (XI. 25.) BM az Országos Tűzvédelmi Szabályzat kiadásáról [Online]. Elérhetőség: https://jogkodex.hu/jsz/1980_4_bm_rendelet_5071526 (2026.08.31.)

[24] Az 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról [Online]. Elérhetőség: https://mkogy.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99600031.TV (2026.08.31.)

[25] A 35/1996. (XII. 29.) BM rendeletet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról [Online]. Elérhetőség: https://jogkodex.hu/jsz/1996_35_bm_rendelet_4008977 (2026.08.31.)

[26] A 36/1997. (VI. 4.) BM rendelet a tűzvédelmi szakértői és igazságügyi szakértői tevékenység szabályairól [Online]. Elérhetőség: https://jogkodex.hu/jsz/1997_36_bm_rendelet_4766728 (2026.08.31.)

[27] A katasztrófák elleni védekezés irányításáról, szervezetéről és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 1999. évi LXXIV. törvény [Online]. Elérhetőség: https://mkogy.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99900074.TV (2026.08.31.)

[28] Muhoray Á. „A katasztrófavédelem hivatásos és civil ágának fejlődése, feladatai a védelmi igazgatásban" Védelem Tudomány a Katasztrófavédelem Online Szakmai, tudományos folyóirata, pp. 59-71. [Online]. Elérhetőség: https://vedelem.hu/letoltes/anyagok/892-a-katasztrofavedelem-hivatasos-es-civil-aganak-fejlodese-feladatai-a-vedelmi-igazgatasban.pdf (2026.08.31.)

[29] A 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról [Online]. Elérhetőség: https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100128.tv (2026.08.31.)

[30] Az 54/2014. (XII. 5.) BM rendelettel hatályba léptetett Országos Tűzvédelmi Szabályzat [Online]. Elérhetőség: https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1400054.bm (2026.08.31.)

[31] Érces G., Vass Gy., Ambrusz J. „Épületek károsító hatásokkal szemben rezilienciájának jellemzői" Polgári Védelmi Szemle DAREnet Projekt Különszám pp. 117-130, 2023 [Online]. Elérhetőség: https://kvi.uni-nke.hu/document/kvi-uni-nke-hu/Összerakott%20PV%20Szemle%20cikkek_02_24_Szerkesztett.pdf#page=117 (2026.08.31.)

[32] Érces G. „A BIM és a tűzvédelem II. rész" Védelem Tudomány a Katasztrófavédelem Online Szakmai, tudományos folyóirata, pp. 1-18., 2020. 2. szám [Online]. Elérhetőség: https://ojs.mtak.hu/index.php/vedelemtudomany/article/view/13396/10811 (2026.08.31.)

Védelem Tudomány 11. évfolyam 3. szám, 2026 DOI: 10.61790/vt.2026.23368

Az 1972-es Csertő utcai tűzvész tanulságai, a jelen tűzvédelmi kihívásai szempontjából – 2. rész: Megelőző tűzvédelem

The 1972 apartment-block fire on Csertő Street for today's fire safety challenges – part II.: Fire prevention

Hózer Benjámin
Szervezet, beosztás: KKMMSzSz[1] - titkár
Email: hozer.benjamin@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2834-7183

Dr. Gyimesi Anna
Szervezet, beosztás: Moholy-Nagy Művészeti Egyetem Doktori Iskola - doktoranda
Email: gyimesianna85@gmail.com
ORCID: 0009-0007-5190-9790

Dr. Bérczi László PhD. tű. ddtbk.
Szervezet, beosztás: Nemzeti Közszolgálati Egyetem c. egyetemi tanár, tűzoltósági főtanácsos
Email: tuzszakerto22@gmail.com
ORCID: 0000-0001-7719-7671

Absztrakt:

Az 54 évvel ezelőtti Csertő utcai tűzeset, a saját korában igen jelentős sajtóvisszhangot váltott ki. 2026-ra azonban olyan történelmi távlatba került, hogy a jelenkor olvasóinak újra be kell mutatni, eme tragikus kimenetelű káreseményt. Nem pusztán az áldozatok emléke okán, hanem az ebből leszűrhető, a mai napig érvényes tanulságok miatt is. Jelen tanulmányban, a fennmaradt írásos anyagok (tűzeset tanulmány, tanácsi jegyzőkönyv, konferencia-közlemény, sajtóhírek stb.) és szóbeli beszámolók alapján rekonstruáljuk a történteket. Egyúttal a cikksorozattal párhuzamosan, egy dokumentumfilm is készül. A feldolgozásra került jelentős méretű forrásanyag terjedelme okán, a tanulmányt három részre kellett bontanunk. Az első részben a mentőtűzvédelem, a második részben a megelőző tűzvédelem kap szerepet, valamint a harmadik részben a jelenkori tanulságok kerülnek kifejtésre.

Kulcsszavak: Csertő utca, középmagas épület, panelház, esettanulmány, szakmatörténet

Abstract:

The fire on Csertő Street 54 years ago generated major media attention. By 2026, it had become a historical event, and readers now need to be reintroduced to this tragedy—not only to honor the victims but also to learn lasting lessons. In this study, we reconstruct events using written sources (fire investigation report, council minutes, conference announcements, press reports, etc.) and oral accounts. A documentary film will accompany the article series. Due to the source material's size, we divided the study into three parts: firefighting, fire prevention, and current-day lessons.

Keywords: Csertő street, medium-height building, panel building, case study, professional history

[1] Katasztrófavédelem Központi Múzeuma: Magángyűjtői és Szakmatörténeti-kutatói Szakosztály

1. BEVEZETÉS

Az előző részben áttekintésre került a káreseménnyel kapcsolatos mentő tűzvédelmi tevékenység. A tűzeset kialakulásának körülményei, a jelzés leadásának nehézségei, a lakók tevékenysége, valamint a beavatkozás nehezítő körülményei. A beavatkozásból leszűrhető körülmények mellett szót kell azonban emelnünk az engedélyezési, és használati körülményekről is. A részletes taglalás során beláthatóvá válik, hogy a jogszabályi környezet, az előírások betartásának felszínes kezelése, valamint a lakók tevékenysége a tűzesetet megelőzően és közben, mind együttesen járultak hozzá ahhoz, hogy a káreset volumene ilyen méretet öltsön.

2. ELTÉRÉSI ENGEDÉLYEK

2.1 Középmagas minősítés

Hamar világossá vált, hogy az első 15 éves lakásépítési terv, 1 millió lakásos célszáma nem teljesíthető a hagyományos építőanyagok (tégla, helyben öntött beton) felhasználásával. Emiatt okszerűen tértek át, a nyugaton és keleten is egyaránt számos helyen alkalmazott könnyűszerkezetes (kohósalak blokk, valamint előre gyártott panelelemes) technológia alkalmazására. A vonatkozó ágazati szabvány[2] is annak égisze alatt készült, hogy jobbára szovjet mintájú panelházak kerülnek megépítésre. 1972-re azonban – ahogy több korabeli szakanyag is utal rá – az ágazati szabvány már korszerűtlenné vált. Ez egyebek mellett annak tudható be, hogy a szabvány kiadását követő második évben, a 2. számú házgyár, a dán *„Larsen-Nielsen technológiával"* kezdett dolgozni.

Laikus szemlélő számára a szovjet és dán panellakások közt nincs érdemi eltérés. Azonban a dán típusú lakások, egy kicsivel magasabb komfortszintet voltak képesek szavatolni, a szovjet típusoknál. Példának okáért, egy szovjet típusú lakás nagyszobájának legnagyobb fesztávja 3,20 méter lehetett, szemben egy dán akár 4,20 méter is. Ugyanígy a dán típusú lakások belmagassága is, jó 10 centiméterrel meghaladta, a szovjet lakásokat. [1] A problémát ez utóbbi jelentette, mivel a szintkülönbségek összeadódása ahhoz vezetett, hogy a 10 emeletes (11 szintes) panelházak mértékadó magassága – azaz a 10. emelet padlószintje – a jogszabályban megállapított legmagasabb 29,50 métertől, 50 centiméterrel eltért. Emiatt 1967-ben a tervező BUVÁTI[3], eltérési engedélyért folyamodott a BM TOP[4]-hoz, hogy a jövőben, a 11 szintes Larsen-Nielsen típusú épületek (és az ebből készült lakótelepek) tűzvédelmi megfelelősségére, a középmagas épületeknél alkalmazott sztandardok legyenek az irányadók. Ezt az igényt, a BM TOP, 1967. február 9-én kiadott, 268/1967. számú állásfoglalásában jóváhagyta. Az eltérést két okból is engedélyezték. Az első, hogy a 15 éves program tervszámai ne sérüljenek, mert nem csúszhatott el a projekt 50 centiméteren. Így egyszerűbb volt a jogszabálytól kissé eltérni, mint a gépsorokat átállítani és a terveket újra rajzolni. Előbbire nem is lett volna műszaki lehetőség. Emellett az enyhítés nem jelentett érdemi változást tűzvédelmi szempontból, mivel magasházak esetén a 10. emelet után kellett volna leválasztást alkalmazni. Ugyanakkor ezeknél a házaknál a 10. felett már nem voltak emeletek, így ez nem tett szükségessé műszaki átalakítást. A tűzeset tanulmányhoz készült feljegyzés ekképp fogalmaz:

> *„A tanulmány több helyen utal a BM TOP-tól kért és kapott felmentésekre, ezekről másolatot is csatol, azonban megállapítható, hogy ezeknek a felmentéseknek lényeges megelőző tűzrendészeti konzekvenciái, mely a tűzkatasztrófa végleges kimenetelét befolyásolta volna, nincsenek. […]*
> *Így a középmagas házakra vonatkozó enyhítés különösebb jelentőséggel nem bír."* [2]

[2] 5/1965. sz. BM. TOP. „Középmagas és magasépületek tűzrendészeti előírásai".
[3] Budapesti Városépítési Tervező Vállalat.
[4] Belügyminisztérium – Tűzoltóság Országos Parancsnoksága.

A középmagas besorolás mellett, a BUVÁTI további eltérési engedélyeket is kérvényezett, melyek az alábbiak:

2.2 Száraz és nedves tűzivíz felszálló vezeték

Az 1/1963. (VII. 5.) BM rendelet a tűzrendészetről, 91. § (2). értelmében: *„Falitűzcsapot kell létesíteni: magasépületben a 13. szint feletti szinteken."* [3] Az eltérési engedély értelmében az épület 10. szintjéig nem szükséges, a 11 – 16. szint közötti esetén száraz, míg a 17 szintnél magasabbak esetén nedves tűzivíz vezeték létesítése volt az előírás. Ugyanakkor minden középmagas épület esetén eltekint a hatóság a száraz vagy nedves tűzivíz vezetékek kiépítésétől, így ez a tűzzel érintett épületben sem valósult meg. Kizárólag a tűzesetet követően került száraz vezeték kiépítésre az érintett épületben.

2.3 Alumínium és PVC szerelvények

Az ágazati szabvány a 23.11-es pontja értelmében: *„A szellőzőberendezéseik, csatornáit nem éghető anyagból kell készíteni. Rabicféleségek[5] alkalmazása tilos."* Az eltérési engedély jóváhagyja a PVC és alumínium szellőzőkürtők alkalmazását, azzal a kitétellel, hogy a szerelvényeket aknába (szerelvényszekrénybe) kell helyezni, mely falszerkezete legalább egy órás tűzállóságú kialakításban készül. Valamint szintenként lehatárolásra kerül és szintén szintenként csak egy szerelőnyílással rendelkezik.

2.4 Műfa és lomtárolás

A szerelvényszekrények (aknák) nem a lakók számára létesített, a lakáson kívüli meghosszabbított *„garderob-szekrényei"* voltak, mint ahogy az *Kovács Tiborné* tanúvallomásban is elhangzik. Ezek zárva tartásáról, az üzemeltető IKV[6]-nak kellett volna gondoskodni, ahogy a vonatkozó jogszabályok értelmében a tűzrendészeti bejárásról is, hogy oda később se kerüljön be semmi. Az előző pontban említettek értelmében a szerelvényszekrényeket tűzgátló kivitelben kellett volna készíteni, ehelyett minden szinten lakkozott műfa került beépítésre, valamint a szintek közti leválasztásról sem gondoskodtak.

2.5 Linóleum

Az ágazati szabvány 15.8-as pontja értelmében: *„Éghető burkolat nem alkalmazható kijáratokként alkalmazott folyosók, kapualjak és előcsarnokokban és ezekre tűzveszélyes helyiség ajtajai közvetlenül nem nyílhat."* Vagyis ez a pont egyértelműen megtiltja a menekülési útvonalon a linóleum alkalmazását, mint padlóborítás. Tehát sem az előző pontban említett műfa, sem a linóleum alkalmazására nem kapott hivatalos eltérési engedélyt a tervező.

Hivatalos eltérési engedélyt tehát a középmagas épületi besorolásra, az éghető szellőzőkürtők alkalmazására és a tűzivíz vezetékek mellőzésére kapott a tervező. A műfa borítás és a linóleum beépítésére nem. Helytálló tehát a 2.1 alfejezet végén szereplő idézet, vagyis azok az elemek, amelyekre engedély kiadásra került, nem befolyásolták érdemben a tűzterjedést és a katasztrófa kimenetelét. Ellenben az éghető burkolatok, már igen jelentős hatással voltak. Érdemes azonban tételesen megvizsgálnunk, hogy milyen befolyással bírtak a tűzeset előtt beépített és az újjáépítés során felhasznált anyagok, illetve, hogy melyikre miért esett a választás.

[5] Üvegszálas anyagok.
[6] Ingatlankezelő Vállalat.

Mátyás Sándor, a XIV. kerületi IKV műszaki igazgatója vezetésével a károsultakat, a Kerepesi út és Szentmihályi út sarkán frissen felépített, de még át nem adott, Szentmihályi út 4-6. számú (lakótelepi jel: K2/2) megegyező kialakítású, K-2 típusjelű épületében helyezték el, mindnyájukat a földszinti folyosón. A Csertő utcai épületben keletkezett kár, az előzetes becslések alapján 9 millió forint. Az épület előtt, már kora reggeltől a kiköltözők tárgyait gépkocsivezetők, tűzoltók, rendőrök, munkásőrök és sorkatonák pakolták. Az IKV ígérete szerint a Szentmihályi úti ingatlanba átköltöztetett lakók, az épületben maradhattak és kaptak végleges kiutalást. A költözést azonban maguknak kellett intézni, a számlát pedig utólag az IKV rendezte. Az ügyintézés tempójával azonban sokan nem voltak megelégedve, melyről egy 1972. június 14-i cikk is tanúskodik:

„A tűzvész utáni három napon keresztül mindent megtettek értünk, ami emberileg lehetséges.
De az a három nap elmúlt, és azóta nem történt semmi. Bizottság, bizottságot követett, szótlanul mentek el mellettünk és nem tájékoztattak semmiről. Találgatások és rémhírek között élünk.
Három hete mindenki összepakolva vár a kiköltözésre, nem tudjuk, hova, mikor.
És naponta nézzük az eget, félünk az esőtől, mert ma is befolyik a lakásokba a víz."
– Németh György (lakó).

„A liftet csak ma kezdték javítani. Áramhiány miatt nem működnek a hűtőgépeink, megromlanak az ételek. Hiába szellőztetünk, minden csupa bűz és füstszag. Mondjanak már valami biztosat és közöljék velünk, mire számíthatunk. Akik elköltöztek, azok is tele vannak gonddal. Az egyéni tragédiákon túl az is foglalkoztatja őket, igaz-e, hogy javítás után visszaköltöztetik őket a tragédia színhelyére?"
– Leitz Rezsőné (lakó).

„Bálint Jánosné, aki elvesztette férjét, kijelenti:
Én oda nem megyek vissza. És a földszintről, ahol most lakom, nem költözöm ki." [4]

„Néhányan arra kérnek, tolmácsoljam kérésüket:
csak ide, a régi lakásaikba ne költöztessék vissza őket, nem bírnák ki idegekkel!" [5]

3.1 Telefon-körkép

Egyes híradások arról számoltak be, hogy az épületben egyetlen telefonkészülék sem volt a tűz idején. [6] Az ágazati szabvány 28. pontja előírta, hogy azon lakóépületeknél, ahol házfelügyelői lakás nincsen, ott a gondnoki lakásban kell, a nap minden szakán elérhető távbeszélőt biztosítani, úgy, hogy az a lakóépület bejáratától legfeljebb 200 méterre legyen. [7] A Magyar Hírlap 1972. június 6-i cikkében az alábbiakat közli:

„A tizedik emeleten remegve, sokkos állapotban mondta egy pincér: ha legalább telefonálni tudott volna.
De hónapok óta hiába kért készüléket. Másutt, szinte kiabálva: „Nincs az egész házban egy telefon sem..."
A jegyzetfüzet úgy örökítette meg a helyzetet, ahogy a kárvallottak, a tűztől ijedt emberek optikája mutatta.
Nem nyithattunk be mindenhová, csak a legsúlyosabban megégett lakásokba. Ezért nem tudtunk arról sem, hogy valójában 62 telefont is felszerelt a házban a Budapesti Távbeszélő Igazgatóság. A készülékek hatvan százaléka a tűzeset után is használható maradt, s ezekkel a készülékekkel számos segélykérő hívást bonyolítottak le azon az éjszakán. A rendkívüli helyzet diktálta téves információnkat ezúton helyesbítjük." [8]

Ráerősít erre az állításra az is, hogy a tanúvallomások jegyzőkönyveiben az első három jelző, a saját készülékéről hívta az ügyeletet; de még a harmadik bejelentő is a szomszédos házból. Emellett a bejelentések magnetofonszalagainak leirata, a bejelentők 2x3 számból álló telefonszámát is tartalmazza. A tűzesetet követően az épület sarkán egy nyilvános telefonfülke is létesült. [1. melléklet]

3.2 Helyreállítás

Szintén a Magyar Hírlap, több mint egy évvel az eset után, 1973. augusztusában az alábbi tudósítást adja:

„Egy év telt el tehát az esemény óta, éppen ezért meglepő, hogy nemcsak a kiégett lakások, - hanem az egész épületszárny üres mind a mai napig. Hol vannak a lakók? Amint bealkonyodik, sötét minden ablak. A XIV. kerületi Tanács lakásgazdálkodási osztályán megtudtuk, hogy a régi lakókat a tűzeset után azonos értékű lakásokba költöztették át. Az új lakók? Még nem történtek meg a kiutalások, mert a kerületi IKV még nem vette át az épületet a felújítást végző szakemberektől. […] Az épület átvétele egyébként nemcsak az IKV dolga – mondották. A FÖBER, a tűzrendészet, az egészségügy és még jó néhány szerv együttes döntése szükséges ahhoz, hogy a kerületi tanács kiutalhassa a lakásokat […] A tűzoltást követően számos lakás belső berendezése megsérült. Leázott a tapéta, víz került a parketta alá, megrongálódtak a berendezések. Éppen ezért döntés született, hogy valamennyi lakás felszerelési tárgyait, tehát ajtót, ablakot, parkettát, tapétát, fürdőszoba-, konyha, WC-berendezéseket le kell szerelni és újjal kicserélni, mert az átadás után a kerületi tanács újként kívánja értékesíteni ezeket a lakásokat. […] Az IKV leszállította az új sorszekrényeket is azok helyébe, amelyek az elmúlt évben eléglek – magyarázta a művezető. Most a gyúlékony műanyag helyett eternitlapokat szereltünk fel, mégpedig vasvázra, a tűzveszély itt tehát ki van zárva. Folynak a folyosók helyreállítási munkálatai is. Meg kell jegyeznem, hogy csak az elmúlt hetekben született döntés arról, hogyan, milyen anyaggal és milyen mértékben végezzük el a folyosópadló borításának javítását, cseréjét." [9]

Érdemes megfigyelni, hogy az ebben a cikkben szereplő nyilatkozatban már fontosnak érezték a tűzrendészet képviselőit is meghívni, ami a korábbi alkalommal elmaradt. Noha arról nincs információ, hogy az újra-átadás során meghívták volna-e a tűzoltóság képviselőit.

3.2.1 Szerelvényszekrény-ajtók

A cikkben az az állítás szerepel, hogy az IKV leszállította az új szekrényajtókat, mely már nem éghető anyagokból készültek, úgyis mint eternit (azbesztcement), acél keretre vasalva. Azonban egy későbbi híradásból azt is tudjuk, hogy ez sokáig nem valósult meg:

„Két éve ÉVM-PM-BM- rendelet jelent meg a középmagas és magas lakóépületek utólagos tűzvédelmi munkálatairól, de azóta úgyszólván semmi sem történt. Láthatta a Csertő utcai házban is, hogy bár a rendelet előírja: az éghető falburkolatot ki kell cserélni, semmi sem történt!" [10]

Egy másik 1976-os rádióriportban a TÜZÉP képviselője fejti ki, hogy a silány minőségű termékekre is óriási a kereslet, a hiánygazdaság okán. Így amíg a gyenge minőségű termékeket is elkapkodják, az iparnak sem lesz érdeke a jobb minőségű vagy jobb tűzálló tulajdonságokkal rendelkező termékek gyártása:

„Bene Péter budapesti hallgatónk kérdezte, miért nem sorolják minőségi osztályokba az egyes építőanyagokat, ablakokat, ajtókat, amelyek minősége nagyon is különböző az áruk viszont azonos. Miért nem kerül a kifogásolható áru kevesebbe. Hallgatónk kérdésére a TÜZÉP faanyag kereskedelmi osztályának vezetője, Sarudi Miklós válaszol: - Az osztályozás általában véve nem a mi feladatunk lenne, a gyár dolga.
- Nincs is erről szó, nem is volt? - Egyelőre nincs róla szó.
- De gyakorlatilag most is meg vannak ezek a minőségi különbségek. Csak nincsenek osztályozva.
- Ha osztályozzák, ha nem osztályozzák, el tudjuk adni. - Ez igaz. […]
- Az igazság az, hogy mindenki ismeri a minőségi követelményeket […] azonban az ipar arra hivatkozik, hogy nem tud olyan alapanyagot kapni, amiből megfelelő minőségű ajtó-ablakokat készítsen. Ezt a különböző tervek bizonyos mértékben el is fogadják. A szabvány tulajdonképpen meg van, az nem kötelező érvényű.

- De hogyha nem kötelező egy előírás, egy szabványra akkor nehéz betartani Önöknek, és nehéz számonkérni.
- Több esetben előfordult, hogy amikor a szállítmány bejött és olyan szállítmány jött, ami hiánycikk,

valamelyik méret, a vevők már ott várakoznak a telepen és amikor le akarja rakni a telepvezető az árut és félreteszi azzal, hogy ehhez nem szabad nyúlni, mert ez kifogás alá kerül, a vevők a legkülönfélébb módon kérik és követelik az árut. Telefonálnak különböző helyekre, népi ellenőrzésre. Tehát sok esetben sajnos, mondjuk a hiányból adódóan a kedves ügyfelek rákényszerítik bizonyos mértékig a telepi dolgozókat, hogy kénytelen kiadni. Mert volt olyan eset is, hogy ráborítják az íróasztalokat. Az osztályozásra lehet, hogy szükség lenne, de nem oldja meg a problémát. Hiszen jelen pillanatban, az 1976. évi tervek tárgyalása folyamán is kiderült, hogy olyan mennyiséget, amelyet a kereskedelem igényel, az épületasztalos ipar nem tud vállalni." [11]

A hiánygazdaság mellett, egy másik interjú kitér arra a tényre is, hogy tűzállósági vizsgálatot folytatnak az egyes gyártók és a tűzoltóság is, de országosan összehangolt tevékenység erre vonatkozóan nem volt. Mindemellett a tervezőknek nem volt kötelessége tűzrendészeti szempontból egyeztetni a tűzoltóság képviselőivel tervezési időszakban, kizárólag a használatbavétel idején; amit a korábban ismertettek alapján gyakran elmulasztottak. De a tervezők sem tanultak soha tűzvédelmet az egyetemen, tehát az ezen a téren felszedett tudásukat, autodidakta módon sajátíthatták el, valószínűleg a tervezőirodában a többi kollégától. [12] Egy későbbi interjúból kiderül, hogy az eternit változat nem vált be, és végül az acéllemez mellett döntöttek:

„A 43-as Állami Építőipari Vállalatnál Takács Ferenc irányító tervező elmondta, hogy csúszásban vannak, csak 1977 őszén fogtak neki Óbudán és Kelenföldön a munkának. Főleg a faszekrények cseréjével van problémájuk. Először eternittel és durypanellel próbálkoztunk. Végül az acéllemez mellett döntöttünk. A Fémmunkás Vállalat valószínűleg 1978 elején kezdi szállítani a lemezeket." [13]

3.2.2 Éghető padlóburkolat

Ugyanígy nem tesz említést a riportalany, hogy pontosan milyen anyag került jóváhagyásra, a folyosói padló burkolata gyanánt, a linóleum helyére. Erre a kérdésre, azonban egy egész más helyről származó interjú ad választ:

„Nem lehetett például kizárni az éghető, PVC (linóleum -szerk.) *padlóburkoló lemezek alkalmazását, mert helyette más, házgyári épületszerkezeti konstrukcióhoz felhasználható korszerű hazai anyag nincs."* [14]

Vagyis annak ellenére, hogy a korábbi 5/1965. BM-TOP ágazati szabvány nem adott eltérési engedélyt a linóleum használatát illetően a Csertő utcában sem, az országos szabványtervezet később úgy módosult, hogy ezt lehetővé tették. Az indoklás értelmében:

„A régieknél enyhébb követelményeket gazdasági, illetve műszaki megfontolások is indokolták, közülük egyeseket az ipari háttér fejlesztésével összefüggő hazai lehetőségek kifejezetten szükségszerűvé tettek." [14]

Az enyhébb követelmények ebben az esetben a *„nem éghető"* kivitelt jelentették:

„A tűz terjedése szempontjából károsan hatott, hogy az egyes szekciók valamennyi lakás-folyosója, valamint a lépcsőházak padozatburkolata éghető PVC borítással készült. Ez a körülmény ellentétes az 5/1965. szakmai szabvány 9. pontjában foglaltakkal, amely előírja, hogy a menekülési utak burkolata csak nem éghető anyagokból készülhet. Erre a kialakításra sem a tervező, sem a beruházó a szakmai szabvány alóli felmentéssel – a rendelkezésünkre álló adatok szerint – nem rendelkezett." [2]

A korábban említett *„gazdasági és műszaki megfontolás",* amely lehetővé tette a tűzeset után a linóleum használatát, a Minisztertanács 3034/1974. számú határozata részletezi:

„4. A folyamatban lévő 1975. január 31-ig átadásra kerülő középmagas és magas épületek zavartalan használatbavétele érdekében felmentést kell adni – az élet és testi épség fokozott védelmét szem előtt tartva – a tűzvédelmi előírásokat tartalmazó ágazati szabvány olyan előírásai alól, amelyek az épületek megfelelő időben történő használatbavételét akadályozzák. Felelős: Belügyminiszter" [15]

Mint ismert, az ún. *„3000-es határozatok"* minősítettek, azaz titkosítottak. A szövegből és a kiadás idejéből (1974. január 17.) arra következtethetünk, hogy a Minisztertanács célja a jogszabály kiadásával az volt, hogy útmutatást adjon minden felügyeleti szerv számára, hogy olyan mértékben adjon ki eltérési engedélyeket, hogy az által a *„15 éves lakásépítési terv"* egymillió lakásos célszámai ne sérüljenek. Ebbe pedig belefért a linóleum alkalmazása is, hiszen – a korábban ismertetettek alapján – a népgazdaság más alternatívát nem tudott felmutatni. Itt érdemes figyelembe venni, hogy hidegburkolatban (pl. csempe, mettlachi) egyáltalán nem gondolkodtak, mivel azok telepítése szintén jelentős idő és költségtöbbletet eredményezett volna. Ugyanakkor átmeneti megoldásként a nyers beton is maradhatott volna, amíg a lakók nem invesztálnak éghetetlen burkolatba.

3.2.3 Tűzveszélyességi osztályba sorolás

Az épületet 'D', azaz mérsékelten tűzveszélyes osztályba sorolták, az előzetes tervek alapján, ahogy a típusába tartozó többi középmagas épületet is. Fontos azonban megemlíteni, hogy ezt az enyhe besorolást csak annak fejében kaphatta meg az épület, hogy ha az összes vonatkozó előírás teljesül. Emellett érdekesség, hogy a tűzoltósági iratok sehol nem tesznek említést a földszinten üzemelő óvodáról, holott ilyen rendeltetés mellett értelemszerűen változna az épület tűzveszélyességi osztályba sorolása is. Feltehetően ennek az üzemeltető is tudatába volt, ami ráerősít a tűzoltóság azon állítására, hogy a bejárásra a tűzoltóság képviselőit nem hívták meg, a használatba vételt megelőzően, így ennek a ténynek nem is lehettek tudatában. Vagyis, ha a káresemény csak néhány órával később következett volna be – péntek reggel – akkor a gyerekek elhelyezéséről is külön gondoskodni kellett volna.

3.2.4 Tűzivíz felszálló vezeték

A száraz tűzivíz felszálló vezetékek hiánya egy máig tartó szakmai vitára világít rá. A száraz felszálló vezeték egyfelől meggyorsítja a beavatkozók számára a szerelést, mellőzi az alapvezeték építést, hiszen a felszállócső maga az alapvezeték és mellőzi a tömlőfelhúzást az orsótérben. Ellenben a kialakítása és karbantartása költségekkel és odafigyeléssel jár. Manapság a leágazó csonkokról, a Storz-kupak eltulajdonítása jelenti a fő problémát, ami megtáplálás esetén elöntheti azokat a szinteket, ahol még tűz sincsen, jelentős másodlagos kárt okozva. Szintén gyakori probléma a csövek vandál módon szeméttel való feltöltése. [2. melléklet] Tervezési problémaként megjelenik, hogy egyes házaknál, a felszálló vezetékek utólagos kiépítését a szemétledobó mellé tervezték. A lakók azonban az évek során a szemétledobó helyiségét több helyen lezárták, ezzel a felszállóvezetéket is csak roncsolással lehet megközelíteni. [16] Egy korabeli beszámoló azonban behoz egy másik szempontot is, vagyis, hogy a korabeli kiépítéseknél, az egyes leágazásoknál, a Storz-kapocs előtt golyócsapokat iktattak be, hogy az elöntést elkerüljék. [3. melléklet] Azonban ezekből a tömítő ún. *„O-gyűrű"* több esetben eltűnt, ami által használhatatlanná vált:

„Jakab István tűzoltó főhadnaggyal, a XIV—XVI. kerületi tűzoltó parancsnokság helyettes vezetőjével járunk a valamikori tragédia színhelyén. A kapubejárat falán rozsdás vasdoboz árválkodik. Tolózárat rozsda veri béklyóba, ember legyen a talpán, aki ezt kinyitja. Pedig a dobozban az úgynevezett száraz felszálló vezeték földszinti csapja rejtőzik. Szükség esetén erre csatlakoztatják tömlőiket a tűzoltók, s a magukkal vitt vízzel kezdenek az oltáshoz. De ezt a csapot bajos lenne használni! Már csak azért is bajos – magyarázza a főhadnagy néhány emelettel feljebb –, mert íme, az emeleti elágazások csapjai lötyögnek, hiányzik belőlük a tömítőgyűrű, tehát nem lehet nyomást adni a magasabb emeletekre!" [10]

További hátránya a száraz vezetékeknek, hogy ezt csak a tűzoltóság tudja hasznosítani, mivel nincs állandó nyomás alatt. Vele szemben a nedves vezetéket, fali tűzcsapok formájában már a lakók is tudnák tűzoltásra alkalmazni, azonban ez további igen jelentős költségvonzattal járna. Ugyanakkor tűzoltó készülékek készenlétben tartása továbbra sem került előírásra.

3.2.5 Alumínium szerelvények

A rendelet nem tér ki az alumínium szellőző kürtők cseréjére és ahogy a következő fejezetben láthatjuk, ezek későbbiekben is megmaradtak. Érdemes azonban megemlítenünk, hogy noha az alumínium nem éghető anyag, olvadáspontja azonban 660 °C fokon van, ami egy tűz esetén alacsonynak számít, így pusztán olvadt tócsa marad vissza az alumínium szerelvényekből. Ugyanez a probléma megjelent a bejárati ajtók kilincsei esetén is, melyek több esetben szintén nonfiguratív alakzatokat vettek fel a padlón elfolyva. [17] [4. melléklet]

3.2.6 Füstelvezetés és tetőtéri menekülés

Az új MSZ szabvány előírta, hogy lépcsőházi füstelvezetésről is gondoskodni kell. Valamint több lépcsőházas épületeknél biztosítani kell tudni a másik lépcsőházba átjutást a tetőn keresztül. A füstmentesítő lehetett elektromos vagy manuális. Elektromos esetén ventilátor szolgálta a füstelvezetést, amit a lakók gyakran kikapcsoltak, mondván, hogy zajos volt. Más esetekben a kapcsolót rongálták meg, vagy tulajdonították el. Manuális esetén, a földszinti lépcsőfordulónál húzókarban végződött, valamint a 10. emelet utáni tetőfeljáró mellett, egy ablaknyitó mechanikával kezdődött, amit csigás ellensúlyok függesztettek. Utóbbit azonban vandálok gyakran megrongáltak, így ezeket inkább kiakasztották a lakók/gondnokok. Emellett a tetőtérre kijutni szintén problémás volt, mivel az oda kivezető ajtót legtöbbször zárva tartották, aminek a kulcsa csak a földszinten élő gondnoknál volt meg. A szabvány emellett előírta, hogy a két tetőkijárat közti utat fedett – jellemzően kopolittal üvegezett – folyosóval kell összekötni, ami csak néhány esetben valósult meg. [18]

„A gondnoknő odaadja a kulcsokat, felliftezünk a legfelső emeletre. Ő nem jön velünk, mert a Colombo-sorozat epizódját ismétlik, de ugye megértjük ... Meg hát. Pedig jó lett volna, ha velünk jön, hiszen melegében megkérdezhetnénk: ugyan miért vannak zárva a tetőre vezető vasajtók? (Amelyeknek fontos hivatása, hogy utat engedjenek a füst és tűz elől menekülőknek az összefüggő tetőrendszeren át egy olyan épületbe, amelynek lépcsőháza járható.) Mielőtt felmennénk a tetőre, azt mondja Jakab főhadnagy: Érthetetlen, hogy miért rongálják meg a füstelvezetővel ellátott lépcsőházaknál azt a mechanizmust, amellyel a földszintről betörhető a legfelső szinten levő ablaküveg. Látja, itt meredeznek ezek a vastüskék. Ha ez a drótkötél a csigán átvetve az ablakhoz lenne erősítve, csak meg kellene rántani lent egy fogantyút, s előre billenne az ablak, bele a tüskékbe. Az üveg kitörne, s a szabaddá vált nyíláson, mint egy kéményen, távozna a mérgező füst. De ebben a házban is le van akasztva a drót az ablakról, hiába rángatják odalent a fogantyút!" [10]

3.2.7 Lomtárolás és tűzvédelmi házirend

A lomok felelőtlen felhalmozása, szintén jelentős kockázati tényezőt hordoz magában:

„Az épületek többségénél nincs pince, vagy lomkamra, így a lakás szinte minden igénybe vehető részét tárolásra használják. (Már említettük, de nem felesleges megismételni: különösen veszélyes a szellőzők melletti beépített szekrényben gyorsan meggyúló, esetleg robbanásveszélyes anyagot tartogatni.) Sok esetben a menekülési útvonalakat — önmaguk ellenségeként — elzárják a lakók." [16]

„A budapesti lakástűz bizonyára nem növekedett volna tűzvésszé és nem követelt volna ilyen áldozatokat, ha a bérlők lakásában, a lépcsőházi folyosók falára ráépített szekrényekben nem halmoznak fel annyi kacatot. A könnyen gyulladó lomok táplálták a tüzet. gyorsították terjedését." [19]

„Nézze meg például, hogy a középfolyosós házakban mit talál a két oldalt elhelyezett faszekrényekben. Megnéztem. Olajos rongytól újságokig, benzinesüvegtől gumilabdáig, kartondoboztól a műanyag lavórig, sok minden volt ott." [13]

A tűzvédelmi házirend kifüggesztésének hiányáról és az abban szereplők betartatásáról az alábbi idézet szolgál hű tanulságképp:

„Ezzel a néhány súlyos észrevétellel csengetünk be ismét a gondnoknőhöz. Azt is megkérdezzük, miért nincs kifüggesztve a tűzvédelmi előírásokat tartalmazó utasítás. A válasz meghökkentő: — Nem lehet ezeknek a lakóknak kifüggeszteni ilyesmit, darabokra tépik! Ezt a szót, hogy „ezeknek", mélységes megvetéssel, régi, rosszízű házmesteri gőggel mondja. És amikor a szolgálatát teljesítő főhadnagy rendre végig kérdezi a mulasztásokról, a kiáltó hanyagságról, a válaszban hol az IKV a hibás, hol a lakók, egyszóval mindenki, csak nem ő. — Különben nem vagyok hozzászokva ehhez a számonkérő hanghoz! — fortyan fel, amikor arra kérjük, hogy legalább mutasson egy példát a tűzvédelmi utasításból. Nincs hozzászokva? Talán éppen ez a baj… hogy senki sem kéri számon a végzett és el nem végzett munkáról." [10]

Összességében megállapítható, hogy az eltérési engedélyek érdemben nem járultak hozzá a tűz kialakulásának és terjedésének befolyásolásához. Ellenben az ágazati szabvány tudatos megszegése és a használatba vétel előtti bejárásokra, a tűzoltóság meg nem hívása már igen. A menekülési utakon a műfa és linóleum használata, valamint a szerelvényszekrényekben a tűzgátló szigetelések kihagyása és lomtárolás már nagyban hozzájárult a gyors tűzterjedéshez, a kürtőhatáshoz, valamint az intenzív füstképződéshez.

Az új rendelet, az 1965. augusztus 15. és 1975. január 31. közt épült könnyűszerkezetes házak átépítését írta el, az új tűzvédelmi követelményeknek megfelelően. [20] A korábban épülteket azért nem vette célba, mert a hagyományos módon épült társasházak esetén még nem használtak fel annyi műanyagot és egyéb éghető anyagot, ami ezt indokolta volna. A korábban levezettek alapján jól látható, hogy a *„16/1975/XII.6./ ÉVM-BM-PM együttes rendelet"* és a részletszabályokat tartalmazó *„MSZ 595/4 Középmagas és magas épületek tűzvédelmi előírásai"* szabvány kiadását, tudatosan halogatták, a második *„15 éves lakásépítési program"* kezdetére.

4. KITÜNTETTEK

A káreset során nyújtott hősies helytállásért civilek és tűzoltók is 'Életmentő Emlékérmet' [21] vehettek át. [5. melléklet] A lakók közül:

- *Almási Béla* (20 | Posta Járműtelep technikusa),
- *Körmendi Zoltán* (19 | Mezőgazdasági szakközépiskola tanulója),
- *ifj. Lichtenberger Ferenc* (19 | Tisza étterem szakácsa), [22]

A kitüntetéseket *Kelemen Lajos*, a Fővárosi Tanács általános elnök-helyettese nyújtotta át.

Beavatkozók közt Életmentő emlékérmet adományoztak:

- *Bukor Mihály* (tű. ftőrm, XIII.),
- *Horváth István* (tű. őrm., VIII.),
- *Nyisztor József* (tű. tőrm., IX., - maga is megsérült a mentés során),
- *Kustán Sándor* (tű. ftőrm., XIV-XVI. – gépezetes tolólétra, szerkezelő). [23]

Továbbá dicséretben részesültek:

- *Duray Ferenc* (tű. fhdgy., TCS),
- *Bencsik Sándor* (tű. őrm., VIII.),
- *Iker János* (tű. ftőrm., VIII.),

- *Fábry János* (tű. szkv., VIII. - maga is megsérült a mentés során),
- *Pesti József* (tű. ftőrm., XIV-XVI.).

A Haza Fegyveres Szolgálatáért érdemérem arany fokozatával *Farkas János* tű. ftőrm.-et, ezüst fokozatával *Süveges Lajos* tű. őrm.-et, a Tűzrendészeti érem arany fokozatával *Göndör Márton*, *Sebestyén Lajos* és *Stipka Pál* tű. tőrm.-ket, ezüst fokozatával *Gocs László* és *Turányi János* tű. szkv.-t tüntették ki. Emellett 38 tűzoltó parancsnoki dicséretben és pénzjutalomban részesült. [24]

Az elismeréseket *Szépvölgyi Zoltán*, a fővárosi tanács elnöke, *Ficsor Sándor* budapesti tűzoltóparancsnok jelenlétében adta át. [25] Az életmentő emlékérmet – 1965-ös alapítása óta – első ízben kapták meg hivatásos tűzoltók.

5. SEGÉLYEK

A károsultak megsegítésére széleskörű összefogás történt mind a vállalatok, mind a társadalmi és államigazgatási szervek részéről. 40 család lakása teljesen használhatatlanná vált; összesen 42 család kapott új otthont, a Szentmihályi úti épületben A XIV. kerületi Tanács, a helyi pártbizottság és az IKV a káreset reggelén riasztotta a munkásőr- és sorállományt, hogy segédkezzenek a pakolásban. Környező üzemek (Belkereskedelmi Gépkocsijavító, Mélyépítő Vállalat Füredi úti telepe, Posta Járműtelep, Magyar Filmgyártó Vállalat, Telefongyár) teherautósofőreit, már hajnalba berendelték, hogy a költözködést segítsék. A XIV. kerületi Tanács, 42 családnak egyenként 2000 – 5000 forint gyorssegélyt folyósított. [26] Az Állami Biztosító még aznap, kötvényesenként 2000 – 50.000 forintot, összesen félmillió forintot utalt ki azok számára, akik rendelkeztek biztosítással. [6] Egyes leírások arról számolnak be, hogy 32 családból, 27 volt biztosítva. [27] Valószínű azonban, hogy itt sajtóhiba történt és a 32 valójában 42, és a biztosítással nem rendelkező családok számára adott a Tanács pénzbeli segítséget. A Magyar Vöröskereszt Országos Központja (MVOK) 140 takarót és ugyanennyi lepedőt osztott szét, mivel a tűz során ezek vagy elégtek vagy szétáztak. Emellett személyenként a szociális helyzetre tekintettel 1500 forintig, összesen 110.000 forint gyorssegélyt is szétosztott, valamint értesítette a károsultak hozzátartozóit is. Továbbá az MVOK három napig üzemeltette a Magyar Filmgyártól kölcsönkapott mozgókonyhát, melyhez a péksüteményt a Sütőipari Vállalat biztosította. A Telefongyár dolgozói 15.000 forint adományt gyűjtöttek össze. A Danuvia I. és III. gyáregységei, valamint a Telefongyár 80 matracot juttatott el a rászorulóknak, a Royal-szálloda 100 ágynemű-garnitúrát bocsájtott rendelkezésre, valamint a Villamos Berendezés és Készülék Művek és a Világítástechnikai Vállalat csillárokkal látta el a kiköltözőket az új lakásokba. A Franklin nyomda, valamint a Füredi lakótelep és a III., IV., VIII. és IX. kerületek lakói több ezer forint adományt gyűjtöttek össze. A Zrínyi Nyomda szocialista brigádjai kommunista szombatokat és vasárnapokat szerveztek, mely során mintegy 50.000 forint értékű társadalmi munkával járultak a kárenyhítéshez. A Komáromi Kőolajipari Gépzsírgyár dolgozói mosógépeket, centrifugákat és mosószert adtak. A Távfűtő Művek kommunista szombatot szervezett, hogy május 20-ra bekapcsolhassák a melegvizet az új lakásokba. A CSŐSZER ÉS ORSZAK dolgozói is többletmunkát vállaltak, hogy a gázt minél hamarabb bekapcsolhassák az új házba. Az Alumíniumgyár brigádjai 6000 és 8000 forintértékben állítottak elő edényeket és játékgarnitúrákat. A BKV a 140 károsult család részére, december 31-ig érvényes, 110 forintos kombinált bérleteket osztott ki. [28]

6. ÖSSZEGZÉS

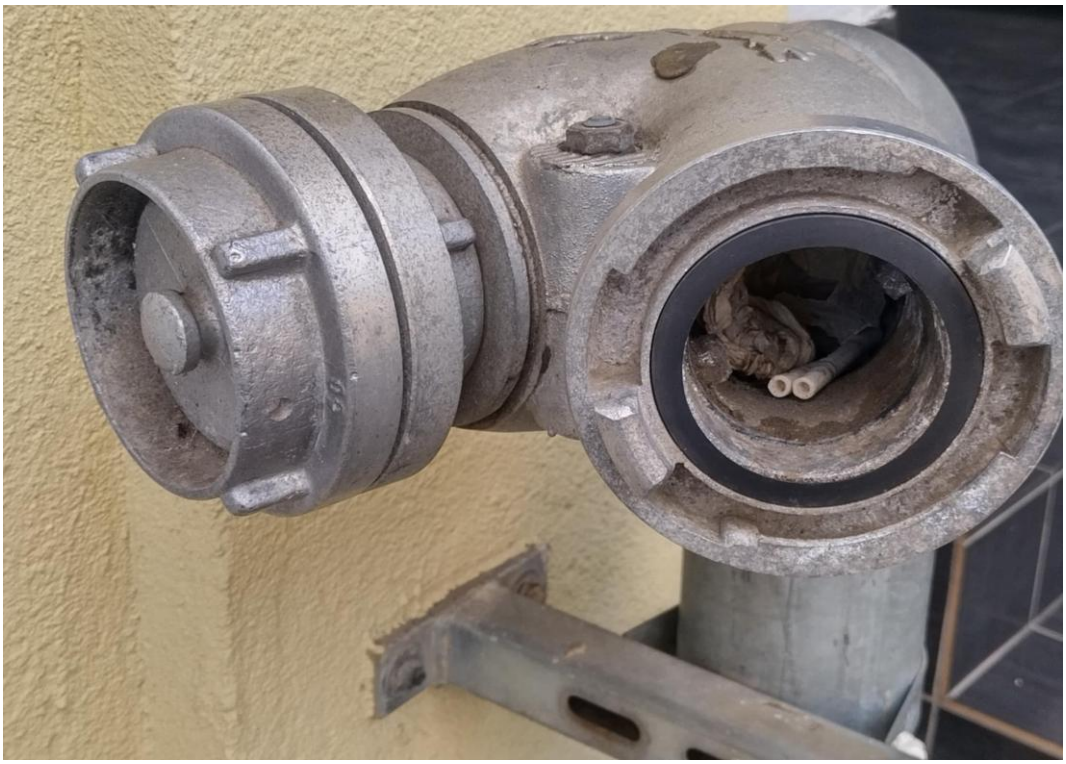
A gyors tűzterjedés okát a nem megfelelő anyaghasználtra vezethetjük vissza. A műfa és linóleum alkalmazása azért maradhatott meg, hogy a 15 éves lakásépítési-terv célszámai ne sérüljenek. Ehhez hozzátartozott a hiánygazdaság, az ellátási lánc nehézségei, az óriási kereslet és a rövid vállalási határidők, amiket a túlzó tervek jelentettek.

Nem segítette a folyamatot a tervezők tűzvédelmi képzetlenesége, sem a tűzrendészeti szakhatóság, valamint a vonatkozó jogszabályok és gyártási szabványok figyelmen kívül hagyása. Az éghető anyagok kivonása helyett inkább a tűzoltóságot kényszerítette a minisztertanács lépéskényszerbe, az eltérések kényszerű engedélyeztetésével, a fent részletezett okok miatt. A következő részben a jelenkori állapotokat hasonlítjuk össze, az akkorival és ennek fényében vonunk le tanulságokat.

7. MELLÉKLETEK



1. melléklet: A tűzesetet követően létesített nyilvános telefonfülke,
az épület 'A' szekciójának sarkán. Háttérben a földszinti óvoda ablakai.
Forrás: https://www.viszont.hu/2022/04/09/hemzo-karoly-es-a-fontos-reszletek/



2. melléklet: Egy másik zuglói társasház száraz felszálló vezetékének utcai tápláló ága.
A Storz-kupak már eltűnt, a közeli buszmegálló várakozói, pedig szemetesként használták.
Forrás: Hózer Benjámin felvétele.



3. melléklet: Golyós csappal ellátott felszálló vezeték ellenőrzés,
egy társasházi közös helyiségben.
Forrás: Hózer Benjámin gyűjteménye.



4. melléklet: Olvadt alumínium-tócsa, mely egykoron egy bejárati ajtó kilincse volt.
Forrás: [17]



5. melléklet: Életmentő Emlékérem. [22]
Forrás: Hózer Benjámin gyűjteménye.

8. IRODALOMJEGYZÉK

[1] Mészáros Á. „A dán panelek legendája” (2013) *Későmodern építészet Magyarországon blog* [Online] Elérhetőség: https://late-modern.blogspot.com/2013/07/a-dan-panelek-legendaja.html (2026.06.16.)

[2] Tűzeset tanulmány. Budapesti Tűzoltóparancsnokság, Szám: 1015/1972. Elérhetőség: Katasztrófavédelem Központi Múzeuma gyűjteménye.

[3] 1/1963. (VII. 5.) BM rendelet a tűzrendészetről. [Online] Elérhetőség: https://jogkodex.hu/jsz/1963_1_bm_rendelet_4008657 (2026.06.16.)

[4] Hankóczi S. „Az első három nap után” (1972) *Esti Hírlap* 17. (138) pp. 3. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/EstiHirlap_1972_06/?pg=114&layout=s (2026.06.16.)

[5] Esztergomi L. „Tragikus tűzeset Zuglóban” (1972) *Magyar Hírlap* 5. (137) pp. 9 [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/MagyarHirlap_1972_05/?pg=232&layout=s (2026.06.16.)

[6] Cs. M. „Új otthonba költöztették a hajléktalanná vált lakókat” (1972) Magyar Nemzet 28. (116) pp. 6. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/MagyarNemzet_1972_05/?pg=161&layout=s (2026.06.16.)

[7] 5/1965 BM. TOP. utasítás, a középmagas és magasépületek tűzrendészeti előírásai, 28.1 pont: Tűzjelzés (1965) Elérhetőség: KKM. könyvtár

[8] [n.n.] „Van telefon a Csertő utcában” (1972) *Magyar Hírlap* 5. (155) pp. 8. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/MagyarHirlap_1972_06/?pg=75&layout=s (2026.06.16.)

[9] E. I. „Alkonyat után sötét minden ablak” (1973) *Magyar Hírlap* 6. (215) 7. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/MagyarHirlap_1973_08/?pg=74&layout=s (2026.06.16.)

[10] Esztergomi L. „Máig sem láttak munkához” (1977) Magyar Hírlap 10. (110.) pp. 5. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/MagyarHirlap_1977_05/?pg=108&layout=s (2026.06.16.)

[11] Kossuth adó – Esti Magazin 18.30 órai adás leirata (1976) *Hungarian Monitoring, 12.1./76 -e* pp. 578. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/RFE_MonitoringHungarian_271/?pg=920&layout=s (2026.06.16.)

[12] Kossuth adó – 168 óra, a rádió politikai magazinja, 16.00 órai adás leirata (1973) Hungarian Monitoring 15.9.73 -e pp. 875. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/RFE_MonitoringHungarian_236/?pg=478&layout=s (2026.06.16.)

[13] Kárpáti Gy. „Tűz volt” (1978) *Lobogó* 20. (6) pp. 6-7. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/Lobogo_1978_01-06/?pg=186&layout=s (2026.06.16.)

[14] Halácsi D. „Az épületek tűzvédelmének korszerűsítésével kapcsolatos kormányhatározatról – Interjú dr. Farkas György tűzoltó vezérőrnaggyal, BM TOP opk.-val" (1974) *Tűzvédelem* 26. (5) pp. 12. [Online] Elérhetőség: https://mandadb.hu/tetel/565132/Tuzvedelem_1974 (2026.06.16.)

[15] Minisztertanács 3034/1974. sz. határozata az épületek tűzvédelmi kérdéseinek rendezéséről és az ezzel kapcsolatos költségekről. Bp., Magyar Népköztársaság Minisztertanácsa, 1974. pp. 3. Elérhetőség: Országgyűlési Könyvtár – *adatigénylés útján.*

[16] Udvardy J. „Tűz a panelházban" (1979) *Észak-Magyarország* 35. (59) pp. 5. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/EszakMagyarorszag_1979_03/?pg=76&layout=s (2026.06.16.)

[17] Szabó Zs. „Kormos falak tövében" (1972) *Munkásőr* 15. (7) pp. 12. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/Munkasor_1972/?pg=220&layout=s (2026.06.16.)

[18] Erdős Á. „Szigorúbb tűzrendészeti előírások" (1974) *Déli Hírlap* 6. (244) pp. 3. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/DeliHirlap_1974_10/?pg=90&layout=s (2026.06.16.)

[19] [n.n.] „A limlom veszélyes! (1972) Dolgozók Lapja 27. (132) pp. 6. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/KomaromEsztergom24ora_1972_06/?pg=53&layout=s (2026.06.16.)

[20] Az építésügyi és városfejlesztési miniszter, a belügyminiszter és a pénzügyminiszter 16/1975. (XII. 6.) ÉVM—BM—PM számú együttes rendelete a középmagas és magas lakóépületek utólagos tűzvédelmi munkáiról. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/EpitesugyiErtesito_1975/?pg=662&layout=s (2026.06.16.)

[21] A Magyar Forradalmi Munkás-Paraszt Kormány 1018/1965. (VI. 20.) számú határozata „Életmentő Emlékérem" kitüntető jelvény alapításáról. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/MagyarKozlony_1965_001-076/?pg=340&layout=s (2026.06.16.)

[22] Magyar Közlöny (1972) I. főrész, személyi rész (63) pp. 1. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/MagyarKozlony_1972_001-066/?pg=622&layout=s (2026.06.16.)

[23] Pintér I. „Megérdemelt kitüntetések" (1972) *Népszabadság* 30. (138) pp. 3. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/Nepszabadsag_1972_06/?pg=158&layout=s (2026.06.16.)

[24] [n.n.] „Példamutató helytállásért" (1972) *Magyar Rendőr* 26. (26) pp. 7. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/MagyarRendor_1972_1/?pg=398&layout=s (2026.06.16.)

[25] [n.n.] „Életmentő tűzoltók kitüntetése" (1972) *Népszava* 100. (138) pp. 8. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/Nepszava_1972_06/?pg=127&layout=s (2026.06.16.)

[26] [n.n.] „Nagyarányú társadalmi segítség a zuglói tűz károsultjainak" (1972) *Népszava* 100. (133) pp. 8. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/Nepszava_1972_06/?pg=75&layout=s (2026.06.16.)

[27] Medveczky L. „Öten meghaltak, 38-an megsebesültek” (1972) *Népszabadság* 30. (116) pp. 9. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/Nepszabadsag_1972_05/?pg=200&layout=s (2026.06.16.)

[28] Holl. J. „Segítőkész emberek és intézmények” (1972) *Népszabadság* 30. (145) pp. 10. [Online] Elérhetőség: https://adt.arcanum.com/hu/view/Nepszabadsag_1972_06/?pg=261&layout=s (2026.06.16.)

Védelem Tudomány 11. évfolyam 3. szám, 2026 DOI: 10.61790/vt.2026.23889

Stratégiai keretrendszer a fenntartható, reziliens és innovatív erdőkezelés megvalósításához

Strategic Framework for Sustainable, Resilient, and Innovative Forest Management

Hunyadi Richárd
NKE Katona Műszaki Doktori Iskola doktorandusz
Email: hunyadirichard24@gmail.com
ORCID: 0009-0003-5052-1760

Absztrakt:

Az elmúlt két évtizedben a precíziós erdőgazdálkodás technológiai eszköztára különösen az UAV, LiDAR, térinformatikai rendszerek (GIS), a mesterséges intelligencia és IoT rendszerek jelentős fejlődésen mentek keresztül. Alkalmazásuk azonban jellemzően továbbra is a faanyagtermelés-központú szemléletet szolgálja, amely egyre kevésbé képes hatékony választ adni a klímaváltozás, az ökoszisztéma-szintű kockázatok és a komplex természeti veszélyek kihívásaira. A tanulmány az Erdőgazdálkodás 5.0 paradigma hazai bevezetésének lehetőségeit vizsgálja, amely az Ipar 5.0 elveire épülő, emberközpontú, fenntartható és reziliens erdőkezelési keretrendszer.

A megközelítés a Human-Centered Artificial Intelligence (HCAI) elveire támaszkodva biztosítja az átlátható, ellenőrizhető és emberi felügyelet mellett működő döntéstámogatást. A kutatás egy ötkategóriás funkcionális modellt javasol (adatgyűjtés, tervezés, műveletvégzés, logisztika, ellenőrzés), amely a precíziós erdészeti rendszerek fenntarthatósági tényezőinek újra értelmezéséül szolgál. A paradigma kiemelt jelentőséggel bír a katasztrófavédelem és iparbiztonság területén is, mivel támogatja az erdőtüzek, viharkárok és aszály okozta degradáció korai észlelését, valamint a gyors és adatvezérelt beavatkozások tervezését.

A kutatás fő következtetése, hogy az Erdőgazdálkodás 5.0 hidat képez a precíziós technológiák és az ökoszisztéma-alapú, reziliens erdőkezelés között, elősegítve egy adatvezérelt, klímaadaptív és biztonsági szempontból integrált erdészeti és kockázatkezelési rendszer kialakítását.

Kulcsszavak: Erdőgazdálkodás 5.0; precíziós erdőgazdálkodás; fenntarthatóság; reziliencia; katasztrófavédelem; mesterséges intelligencia

Abstract:

Over the past two decades, the technological toolkit of precision forestry, particularly Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), Light Detection and Ranging (LiDAR), Geographic Information Systems (GIS), Artificial Intelligence (AI), and Internet of Things (IoT) technologies, has undergone significant development. However, their application has remained predominantly focused on timber production. This approach is increasingly unable to effectively address the challenges posed by climate change, ecosystem-level risks, and complex natural hazards. This study examines the potential for introducing the Forestry 5.0 paradigm in Hungary. Based on the principles of Industry 5.0, Forestry 5.0 represents a human-centered, sustainable, and resilient framework for forest management. The approach incorporates the principles of Human-Centered Artificial Intelligence (HCAI), ensuring transparent, accountable, and human-supervised decision support. The research proposes a five-category functional model consisting of data collection, planning, operations, logistics, and monitoring, providing a framework for reinterpreting the sustainability dimensions of precision Forestry systems. The paradigm is also particularly relevant to disaster management and industrial safety, as it supports early detection of forest fires, storm damage, and drought-induced forest degradation while enabling rapid, data-driven planning of response measures. The study concludes that Forestry 5.0 bridges the gap between precision technologies and ecosystem-based, resilient forest management, facilitating the development of a data-driven, climate-adaptive, and safety-oriented Forestry and risk management system.

Keywords: Forestry 5.0; precision forestry; sustainability; resilience; disaster management; industrial safety; artificial intelligence

1. BEVEZETÉS

Az elmúlt két évtizedben az erdőgazdálkodás technológiai háttere gyökeresen átalakult. A hagyományos, gyakran papíralapú terepi becslésekre épülő módszereket fokozatosan felváltják a digitális térinformatikai rendszerek, a műholdas helymeghatározás, a pilóta nélküli légijárművek (UAV), a lézeres légi szkennelés (LiDAR), valamint a mesterséges intelligencia (AI) által támogatott döntéstámogató rendszerek. A precíziós erdőgazdálkodás (precision forestry) fogalma a mezőgazdasági precíziós technológiák mintájára az 1990-es évek végén, a 2000-es évek elején kezdett formálódni. A szakirodalom három jól elkülöníthető technológiai hullámot azonosít: a távérzékelés forradalmát (2000–2010), a geoinformatika és döntéstámogatás integrációját (2010–2020), valamint a mesterséges intelligencia és az Internet of things (IoT) alapú szenzorhálózatok térnyerését (2020–). [1] Mindezidáig azonban a precíziós eszközök alkalmazása túlnyomórészt a faanyag-központú szemléletet szolgálta. A kutatások jelentős hányada az erdőgazdálkodás és tervezés (48%), valamint a kitermelés és szállítás (19,5%) területére koncentrálódott, míg az erdővédelmi és természetvédelmi alkalmazások aránya mindössze 6,6% volt. [3] A klímaváltozás, az ökoszisztéma-szolgáltatások felértékelődése és a hazai erdőpolitikában 2026-ra stratégiai prioritássá váló természetvédelmi szempontok azonban új megközelítést követelnek. [2]

Jelen tanulmány az Erdőgazdálkodás 5.0 az ökoszisztéma és emberi felelősség központú új erdészeti paradigma, melynek feladata többek között a legújabb tudományos eredmények megfelelő integrációjának az erdőkezelés mindennapjaiba, az Ipar 5.0 erdészeti adaptáció hazai bevezetésének lehetőségeit vizsgálja. Az Erdőgazdálkodás 5.0 egy emberközpontú keretrendszer, amely a mesterséges intelligencia és a digitális technológiák integrálásával nem az ember helyettesítése, hanem szakértelmének kiterjesztése révén a fenntarthatóságot és a rezilienciát helyezi a középpontba. A paradigmaváltás lényege: a termék nem a faanyag, hanem az erdő, mint komplex ökoszisztéma. A megközelítés egyúttal hozzájárulhat a katasztrófavédelmi feladatok támogatásához és a kritikus infrastruktúrák védelméhez is, mivel elősegíti az erdőtüzek, viharkárok, aszályok és egyéb természeti veszélyek korai észlelését, a kockázatok térinformatikai alapú értékelését, valamint a gyors és megalapozott döntéshozatalt. A tanulmány bemutatja a precíziós erdőgazdálkodás kategorizálási rendszereit, ismerteti az Erdőgazdálkodás 5.0 három pillérét (ember szerepe a folyamatban, fenntarthatóság, reziliencia), valamint gyakorlati és stratégiai javaslatokat fogalmaz meg a hazai alkalmazás lehetőségeire vonatkozóan. [3]

2. A PRECÍZIÓS ERDŐGAZDÁLKODÁS FOGALMA ÉS FEJLŐDÉSI HULLÁMAI

2.1. A precíziós erdőgazdálkodás fogalma

A precíziós erdőgazdálkodás fogalma a mezőgazdasági precíziós technológiák mintájára az 1990-es évek végén, a 2000-es évek elején kezdett formálódni. Az egyik legkorábbi és legtöbbet idézett meghatározás szerint a precíziós erdőgazdálkodás „olyan tervezési és kivitelezési rendszeren alapuló gazdálkodás, amely egy adott területre vonatkozóan a legmegfelelőbb műveleteket a legmegfelelőbb helyen, a legmegfelelőbb időben és a legmegfelelőbb intenzitással végzi el”. Ez a definíció máig érvényes, ugyanakkor a technológiai eszköztár bővülésével a fogalom jelentős átalakuláson ment keresztül. [1] Corona és munkatársai (2017) több meghatározást is összegyűjtöttek. Bruce Bare és Dean (2001) szerint a precíziós erdőgazdálkodás nagy pontosságú érzékelő- és elemző eszközöket alkalmaz a helyspecifikus, gazdaságos, környezetbarát és fenntartható döntéshozatal támogatására az erdészeti értéklánc teljes egészében. Kovácsová és Antalová (2010) pedig úgy fogalmaznak, hogy a precíziós erdőgazdálkodás modern technológiák és módszerek alkalmazása, amelyek célja a valós idejű információk mennyiségének és minőségének növelése, ezáltal a döntéshozatal javítása. [2]

E meghatározások alapján a precíziós erdőgazdálkodás nem egyetlen technológia, hanem integrált rendszerszemlélet, amely az alábbi alapelvekre épül:

- Helyspecifikusság: a beavatkozások (pl. telepítés, pótlás, gyérítés, kitermelés) nem egységesek, hanem akár egyedenként vagy foltokban történnek.
- Adatvezéreltség: a döntéshozatal nagy felbontású, térben és időben sűrű adatokon alapul (UAV, LiDAR, IoT, harveszter-adatok). Talán itt kezdődik az egész precíziós elmélet validalitása.
- Folyamatpontosság: nemcsak a mérés, hanem a kivitelezés is ellenőrizhető és optimalizálható. Fontos előrelépés, sokszor csak viszonyítási eszközökkel történik önellenőrzés.
- Integrált rendszerszemlélet: a technológiai elemek (szenzorok, szoftverek, döntéstámogatás) egységes rendszerként működnek.

2.2. A precíziós erdőgazdálkodás három fejlődési hulláma

Vatandaşlar és munkatársai (2025) a Web of Science adatbázisban indexált 210 szakcikk szisztematikus elemzésével kimutatták, hogy a precíziós erdőgazdálkodás fejlődése három jól elkülöníthető technológiai hullámban fejezhető ki. A hullámok időbeli elhatárolása a publikációs aktivitás csúcspontjait tükrözi, ugyanakkor a technológiák fejlődése folyamatos és egymásra épülő. [3]

Az első hullámot, amely 2000-2010-ig tartott a távérzékelési technológiák alkalmazhatóságának vizsgálata jellemezte. A kutatások középpontjában a LiDAR és a nagy felbontású műholdfelvételek álltak, amelyek lehetővé tették az erdőállományok háromdimenziós szerkezetének feltérképezését. Ebben az időszakban az UAV-k még kísérleti eszközök voltak, főként szenzorhordozó és technológiai validációs platform szerepben. [3]

A második hullám (2010-2020-ig) távérzékelési adatok GIS-rendszerekbe és döntéstámogató rendszerekbe (DSS) történő integrációját hozta. Észak-Európában elterjedt a harveszter-fedélzeti adatgyűjtés, amely valós idejű kitermelési adatok rögzítését tette lehetővé. Ebben az időszakban a UAV-k operatív adatgyűjtő platformmá váltak. Mérföldkő volt az új-zélandi Scion kutatóintézet 2015-ös kísérlete, amely során LiDAR szenzort integráltak drónra, megalapozva a nagy felbontású erdészeti felméréseket. 2020-ra az új-zélandi erdészeti vállalatok több mint 80%-a alkalmazott drónokat. Ezáltal lehetőség nyílt arra, hogy valid adatokat rendszerszinten integrálják egy globális döntéstámogató rendszerbe. [3]

A jelenleg is zajló harmadik hullámot a mesterséges intelligencia (AI), az IoT-alapú szenzorhálózatok térnyerése határozza meg. Az AI lehetővé teszi a nagymennyiségű adat feldolgozását és mintázatok azonosítását, míg az IoT rendszerek valós idejű környezeti információkat szolgáltatnak. Ebben a fázisban a drónok már nemcsak adatgyűjtő eszközök, hanem részben autonóm, AI-alapú beavatkozó rendszerek (pl. célzott permetezés, magvetés, 3D modellezés, állapotfelmérés, stresszhatás vizsgálat). Holzinger és munkatársai (2024) szerint is itt kezdődik az a fejezet a 21. században, ahol a precíziós beavatkozások nem az automatizáció maximalizálását jelenti, hanem az emberi szakértelem kiterjesztését a mesterséges intelligencia biztonságos, átlátható és ellenőrizhető alkalmazásával. [4]

3. A PRECÍZIÓS ERDŐGAZDÁLKODÁS KATEGORIZÁLÁSA

A precíziós erdőgazdálkodás, mint tudományterület gyors fejlődésével párhuzamosan felmerült az igény a terület egységes szempontok szerinti kategorizálására. A szakirodalomban két, egymást kiegészítő megközelítés létezik az élvonalban.

Az egyik tematikus [3], amely arra válaszol, hogy *milyen erdőgazdálkodási feladatokban* használják a technológiákat. A másik szemléleti/alkalmazási, amely arra válaszol, hogy *hogyan* építik be az embert a technológiai folyamatokba. Jelen fejezet e két kategorizálási rendszert mutatja be részletesen, majd azokat átértékelve, bemutat egy egyedi átlátható és integrálható szintézisként egy funkcionális, erdőgazdálkodási folyamatokat követő ötkategóriás modellt a hazai szakemberek igényeihez igazodva. [4]

3.1. Vatandaşlar és munkatársai (2025): tematikus kategóriák

Vatandaşlar és szerzőtársai a Web of Science adatbázisban indexált 210 szakcikk szisztematikus elemzésével hat fő kategóriát és nyolc technológiai komponenst azonosítottak. A vizsgált publikációk időbeli eloszlása egyértelmű növekedést mutat a 2010-es évek elejétől, ami egybeesik a kisebb méretű UAV-k és a mobil szenzortechnológiák robbanásszerű fejlődésével.

3.1.1. A hat fő kategória

A táblázatból jól látható, hogy a precíziós erdőgazdálkodás kutatásának túlnyomó része (közel 70%) az erdőgazdálkodás és tervezés, valamint a kitermelés és szállítás területére koncentrálódik. Az erdővédelmi és természetvédelmi alkalmazások aránya mindössze 6,6% (1. táblázat). Ez a megoszlás azt jelzi, hogy a fejlődést hosszú ideig a gazdasági, faanyag-központú megközelítés dominálta, ami a klímaváltozás és az ökoszisztéma-szolgáltatások felértékelődése miatt egyre kevésbé fenntartható.

Kategória	Magyarázat	Publikációk aránya
1. Forest management and planning (Erdőgazdálkodás és tervezés)	LiDAR-alapú leltár, növekedésmodellezés, ütemezés	**48,0%**
2. Harvesting operations and transportation (Kitermelés és szállítás)	Harveszter-adatgyűjtés, útvonaloptimalizálás	**19,5%**
3. Other (Egyéb – több kategóriát érintő)	Több kategóriába tartozó vagy általános jellegű	**12,9%**
4. Silvicultural operations (Erdőművelési műveletek)	Ültetés, gyomirtás, ápolás	**8,6%**
5. Forest conservation (Erdővédelem)	Talajtömörödés vizsgálata, kár és kórokozók felmérése, élőhelytérképezés, tűzmegelőzés	**6,6%**
6. Technologies to meet forest industry demand (Faipari igények)	Rönkminőség-értékelés, CT-szkennelés	**2,9%**

1. táblázat: Vatandaslar és munkatársai által azonosított precíziós erdőgazdálkodás kategorizálása (2025) (Forrás: [3]

3.1.2. A nyolc technológiai komponens

A fő kategóriákat kiszolgáló eszközök, rendszerek és precíziós eszközrendszerek meghatározása fontos tényezője annak, hogy megértsük a kategorizálás lényegét. Kategórián belül több komponens is lehet, úgy ahogy egy művelet során a lehető legmegfelelőbb technológiát alkalmazva törekszünk a precizitásra, itt értelmezhető a precíziós erdőgazdálkodás paradigmája. A szisztematikus áttekintés során Vatandaşlar és munkatársai a következő nyolc technológiai komponenst azonosították a precíziós erdőgazdálkodásban:

1. Távérzékelési platformok és szenzorok - Remote sensing platforms and sensors (pl; LiDAR, multispektrál kamerák – a leggyakrabban használt komponens (a vizsgált cikkek több mint fele)
2. Helymeghatározás és vezeték nélküli kommunikációs technológiák (GNSS and wireless systems)
3. Térinformatikai és tervezőszoftverek - GIS and CAD software
4. Valós idejő folyamatvezérlő szkenner - (pl. RFID, talajszenzorok, szondák, meteorológiai állomások)
5. Robotikai technológiák – a legkevésbé használt (a cikkek mindössze 1,4%-a)
6. Vizualizációs / megjelenítő eszközök (VR, AR, digitális ikrek (nem össze keverendő a pontfelhőkkel)) – szintén nagyon ritka
7. Kiterjedt tudásbázisok– Power BI, Power Apps, Trello (döntéstámogató rendszerek, növekedési modellek)
8. (több komponens kombinációja)

Vatandaşlarék kiemelik, hogy a robotika és a valós idejű folyamatvezérlés alulhasznosított, elsősorban a szélsőséges erdei körülmények és a magas implementációs költségek miatt. Ugyanakkor a távérzékelés különösen a drónok és a LiDAR dominanciája egyértelmű, ami a terület jelenlegi kutatási fókuszát is meghatározza.

3.2. Holzinger és munkatársai (2024) által meghatározott kategorizálás

Holzinger és munkatársai a kategorizálást nem témák, hanem konkrét alkalmazási területek és ember–gép interakciós minták szerint csoportosítják. Minden kategória az „ember a hurokban" (human-in-the-loop) elvére épül, amely az Erdőgazdálkodás 5.0 egyik alapvető jellemzője. Az alábbi táblázat összefoglalja a legfontosabb alkalmazási eseteket (2. táblázat):

Alkalmazási terület	Mit jelent?	Ember szerepe
Fajazonosítás (Tree species identification)	AI segíti a fajfelismerést (LiDAR, multispektrál kamerák)	Ellenőrzi és validálja az AI eredményeit
Fa minőségének értékelése (Tree quality assessment)	Automatizált minőségbecslés, osztályozás	Dönt a termelésről az AI javaslata alapján
Automatizált gyérítés ((thinning) Automated tree selection)	Algoritmus javasol beavatkozási pontokat	Jóváhagyja vagy módosítja a kiválasztást
Automatizált kitermelés (Automated harvesting)	Távvezérelt vagy részben autonóm gépek	Operátor a hurokban, felügyeli a folyamatot
Faanyag-szállítás optimalizálása (Wood transport optimization)	AI optimalizál útvonalat, terhelést, ütemezést	Logisztikus irányít, beavatkozik szükség esetén
Erdőkárok detektálása (Forest damage detection)	Korai előrejelzés (tűz, kártevő) szenzorok és AI alapján	Ember dönt a beavatkozásról és a védekezésről
Erdőfelújítás (Reforestation)	Drónos magvetés AI által kijelölt helyeken	Emberi felügyelet, helyi ökológiai ismeretek integrálása
Tápanyag-utánpótlás (Fertilizing)	Célzott tápanyag-kijuttatás AI-alapú állapotfelmérés alapján	Szakember ellenőrzi a javaslatot

2. táblázat: Holzinger és munkatársai (2024) által azonosított kategóriák a precíziós erdőgazdálkodás területén (Forrás: [3])

Holzingerék hangsúlyozzák, hogy a fenti alkalmazások mindegyikében a technológia az emberi szakértelmet egészíti ki, nem pedig helyettesíti. Ez a megközelítés különösen fontos az erdőgazdálkodásban, ahol a döntéseknek számos szempontot (ökológiai, gazdasági, társadalmi) kell figyelembe venniük, és ahol a terepi munka kockázatai és az infrastruktúra-hiány miatt a teljes automatizáció nem járható út. A fenti kategorizálás erősen faanyag hasznosítás orientált, itt a tudományos művek túlnyomó része ültetvényszerű gazdálkodás optimalizálását tartja szem előtt.

3.3. A két kategorizálás viszonya

Vatandaşlar kategóriái megadják a „mit”: azokat a feladatköröket, amelyekben a precíziós technológiák megjelennek. Holzinger kategóriái megadják a „hogyant”: és azt, hogy ezek a technológiák hogyan kapcsolódnak az emberi döntéshozatalhoz. A kettő nem verseng, hanem kiegészíti egymást. Egy gyakorlati példával élve: Vatandaşlar „harvesting operations” kategóriája szerint az automatizált kitermelés is úgy valósul meg, hogy az emberi kezelő, mint döntéshozó a folyamatban végig a hurokban marad. [4]

3.4. A hazai erdőkezelésre, mint kritikus infrastruktúrára kivethető szintézis: funkcionális, ötkategóriás modell

Mivel a fent megfogalmazott két kategorizálási mód a hazai viszonylatokban és globálisan sem kivetíthető elemeket tartalmaz, így ezek integrálhatósági szempontok szerinti felülvizsgálása indokolt és előremutató. Saját szintéziseként (3. táblázat) a hazai szakemberek igényeihez igazodva, integrálási nehézségeket figyelembe véve a fenti két nemzetközi keretrendszerre [3,4] építve egy funkcionális, erdőgazdálkodási folyamatokat követő ötkategóriás rendszer megfogalmazása szükséges. Ez a modell nem technológia-centrikus, hanem folyamat-centrikus, ami azt jelenti, hogy minden erdőkezelési tevékenység könnyen elhelyezhető az öt lépcső valamelyikében.

Kategória	Magyarázat	Példatechnológiák
1. Adatgyűjtés és monitoring	Térbeli és időbeli adatok előállítása a vegetációról.	UAV, LiDAR, multispektrális kamera, IoT szenzorok
2. Tervezés és döntéstámogatás	Az adatok feldolgozása, elemzése, kimutatások és előrejelzések készítése. Az adatgyűjtési szakaszt követően az adatok nem adatsilókban végzik, hanem integráltan beépülnek.	GIS, AI-alapú modellek, digitális ikrek, DSS, Microsoft Power BI, Power Apps
3. Műveletvégzés és kivitelezés	Beavatkozások végrehajtása a tervek alapján.	Autonóm traktor, csemete ültetőgép, RTK adatvezérelt ápoló-tisztító gép, harveszter, drónos permetezés/magvetés
4. Logisztika és anyagmozgatás	Anyagmozgatás, készletkezelés útvonaltervezés, útkarbantartás és építés.	RFID, útvonaloptimalizáló AI, kíméletesség
5. Ellenőrzés, nyomon követés és jelentés	A végrehajtott műveletek hatásainak értékelése, jogszabályi megfelelés	Változásfigyelő rendszerek, blokklánc-alapú nyomon követhetőség

3. táblázat: Nemzetközi keretrendszerek alapján, a hazai viszonyokra tekintve adaptálható precíziós erdőgazdálkodási kategorizálás (Forrás: saját táblázat)

Továbbá egy műveleti sorrendet is meghatároz, amely mentén végig haladva kategóriánként állnak rendelkezésre a rendszerezett és az adott műveleti szakaszra legmegfelelőbb innovációs eszközök és döntéstámogatási rendszerek. A kategóriák értelmezhetőek külön egységekként is, mindegyik szakasz komplex és ehhez mérten igényel széleskörű látásmódot a megfelelő hatékonyság eléréséhez. Az Erdőgazdálkodás 5.0 paradigmája mindegyik szakaszban érvényesül, mivel az emberi döntéshozatal és felügyelet minden lépésben jelen van („ember a hurokban"). A modell a hazai erdőkezelési gyakorlatban is könnyen alkalmazható, mivel illeszkedik a meglévő integrálatlan rendszerek áthidalhatóságához és egyéb nyilvántartási folyamatokhoz, miközben lehetővé teszi az ökoszisztéma számára fajsúlyos kezelési szempontok integrálását is.

4. ERDŐGAZDÁLKODÁS 5.0 PARADIGMÁJA

4.1. Az Erdőgazdálkodás 5.0 fogalma és kialakulása

Az Erdőgazdálkodás 5.0 kifejezés az Ipar 5.0 erdészeti adaptációjaként értelmezhető. Míg az Ipar 4.0 paradigmáját az automatizáció és a mesterséges intelligencia térnyerése jellemezte, amelynek egyik fő iránya az emberi munkaerő kiváltása volt, addig az Ipar 5.0 egy emberközpontú megközelítést képvisel, amely nem az ember helyettesítésére, hanem képességeinek kiterjesztésére törekszik. Ennek megfelelően értelmezhető annak kivetíése az erdőgazdálkodásra is.

Ahogy Holzinger és munkatársai fogalmazták [4]:
„Whilst Industry 4.0 was driven by the great successes in AI and the associated urge to automate everything to replace humans, Industry 5.0 propagates a human-centred AI approach that no longer wants to replace humans but rather augment them."

Az Erdőgazdálkodás 5.0 ennek megfelelően nem az automatizáció maximalizálását jelenti, hanem az emberi szakértelem kiterjesztését a mesterséges intelligencia biztonságos, átlátható és ellenőrizhető alkalmazásával. Ez a megközelítés különösen releváns az erdőgazdálkodásban, ahol a döntéseknek egyszerre kell ökológiai, gazdasági és társadalmi szempontokat integrálniuk, miközben a terep és környezet korlátozottan automatizálható. [4] A hazai erdőgazdálkodás eszközrendszere mint a drónok, a távérzékelés és a különböző térinformatikai rendszerek már jelen vannak, de ezek integrált, az embert középpontba állító alkalmazása a Erdőgazdálkodás 5.0 szellemiségében még gyerekcipőben jár. [5] A robotizáció és az autonóm gépek széles körű elterjedése, valamint a mesterséges intelligencia döntéstámogató rendszerekbe való integrálása hazánkban még várat magára. Az Erdőgazdálkodás 5.0 nem a technológiai fejlődés tagadása, hanem annak újrapozicionálása: a technológia az emberi döntéshozatalt támogatja, nem helyettesíti. Ez a szemléletváltás különösen fontos a természetvédelmi szempontok előtérbe kerülésekor, ahol a szakmai döntéseknek számos, nehezen számszerűsíthető tényezőt kell figyelembe venniük. Mindent összevetve a Erdőgazdálkodás 5.0 egy olyan emberközpontú keretrendszer az erdőgazdálkodás számára, amely a mesterséges intelligencia és a digitális technológiák integrálásával nem az ember helyettesítése, hanem szakértelmének kiterjesztése révén a fenntarthatóságot és a rezilienciát helyezi a középpontba, miközben az ember végig a döntési folyamat része marad (human-in-the-loop), melynek célja nem a faanyag maximalizálása, hanem az erdő, mint komplex ökoszisztéma hosszú távú stabilitásának és szolgáltatásainak fenntartása.

4.2. Az Erdőgazdálkodás 5.0 három pillére

Három alapvető pillér határozható meg: emberközpontúság (human-centric), fenntarthatóság (sustainable) és reziliencia (resilient). Ezek egymással szorosan összefüggő, egymást erősítő rendszerelemek.

4.2.1. Human-centric (emberközpontú megközelítés)

Az emberközpontúság az Erdőgazdálkodás 5.0 alapelve.

Ennek lényege, hogy:

- a technológia a szakembert támogatja, nem helyettesíti;
- az AI-rendszerek definiálhatóak (értelmezhető AI);
- az AI döntései minden esetben felülbírálhatók (ellenőrizhető AI);
- a rendszerek megbízhatóak és biztonságosak (biztonságos és megbízható AI);
- az ember végig a döntési folyamat része marad (human-in-the-loop).

Ez biztosítja, hogy a technológiai támogatás ne csökkentse, hanem erősítse a szakmai felelősséget. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy amikor egy AI-alapú döntéstámogató rendszer például művelet végrehajtási javaslatot tesz, a szakember saját terepi ismeretei alapján felülbírálhatja azt, ha a helyi ökológiai viszonyok mást kívánnak.

4.2.2. Sustainable (fenntarthatóság)

A fenntarthatóság pillére azt jelenti, hogy a döntéshozatal nem kizárólag gazdasági, hanem ökológiai és társadalmi szempontokat is integrál:

- Ökológiai fenntarthatóság: biodiverzitás, ökoszisztéma, talaj- és vízkészletek védelme
- Gazdasági fenntarthatóság: a gazdálkodás terméke egyre inkább az erdő, mint sem a faanyag, ugyanakkor elengedhetetlen a faanyagtermelés fenntartása, de nem kizárólagos célként
- Társadalmi fenntarthatóság: rekreációs, kulturális és egészségügyi funkciók megőrzése, fokozása, mérlegének átgondolása

Ebben a megközelítésben az erdő nem csupán erőforrás, hanem komplex ökoszisztéma, amelynek működőképessége elsődleges érték. Ez a pillér szorosan kapcsolódik a „termék az erdő" paradigmához, amely a jelen tanulmány egyik központi üzenete, tudományos publikációk között első tudományos megfogalmazása.

4.2.3. Resilient (reziliens rendszer)

A reziliencia az erdészeti rendszerek alkalmazkodóképességét jelenti:

- klímaváltozáshoz való alkalmazkodás (aszály, szélsőséges időjárás);
- kártevők és betegségek gyors felismerése és kezelése;
- tűz- és viharkockázatok előrejelzése;
- ökoszisztéma-szintű stabilitás fenntartása.

A reziliens erdőkezelés lényege, hogy a rendszer nemcsak reagál a változásokra, hanem előre is képes azokat modellezni és kezelési javaslatot szolgáltatni [3][4]. Vatandaşlar és munkatársai (2025) kutatása szerint a precíziós erdőgazdálkodás kutatásának mindössze 6,6%-a foglalkozik erdővédelmi témákkal [3], ami azt jelzi, hogy a reziliencia kérdésköre különösen a klímaváltozás kontextusában további kutatásokat igényel.

A tűz- és viharkockázatok előrejelzése kiemelt katasztrófavédelmi jelentőséggel bír, hiszen az erdőtüzek egyre gyakrabban jelentenek veszélyt az erdei ökoszisztémákra és a lakott területekre egyaránt. A precíziós monitoring rendszerek (pl. IoT szenzorok, drónos felderítés) lehetővé teszik a tűzveszélyességi indexek valós idejű számítását és a korai figyelmeztető rendszerek működtetését. [7]

Előremutató célként tartom fontosnak egy olyan erdő-reziliencia index kidolgozása után annak kivetítését az erdőkezelés egészére, ami előtérbe helyezi az Erdőgazdálkodás 5.0 paradigmájának egyik meghatározó üzenetét, *miszerint az ökoszisztéma-reziliencia pozitívan korrelál a rendelkezésre álló megfelelő tudás birtokában meghozott döntések következményeivel.* Amint azt több releváns szakirodalom is alátámasztja, a kritikus infrastruktúra elemek védelmében többek között a jogi szabályozás és a felsőoktatási képzés összhangja elengedhetetlen a szervezetek hosszú távú ellenálló képességének kialakításához. Ez a felismerés az Erdőgazdálkodás 5.0 paradigmájában is központi szerepet játszik, ahol az emberi döntéshozatal és a technológiai támogatás szintén a rendszer rezilienciáját erősíti. [6]

4.4. Human-Centered Artificial Intelligence az erdőgazdálkodásban

Az Erdőgazdálkodás 5.0 sikeres megvalósításának kulcsa a Human-Centered Artificial Intelligence (HCAI), amely az emberi felhasználó köré épített mesterséges intelligencia rendszereket jelenti. Ez a megközelítés biztosítja, hogy az AI ne autonóm döntéshozóként, hanem szakmai asszisztensként működjön. A hazai erdőgazdálkodásban a HCAI elveinek alkalmazása még kezdeti stádiumban sincs, a meglévő rendszerek (pl. Erdészeti Szakmai Rendszer (ESZR)) döntően adatrögzítő, nem pedig döntéstámogató funkciókat látnak el. [5]

4.5. A paradigmaváltás lényege

Az Erdőgazdálkodás 5.0 nem csupán technológiai, hanem szemléleti fordulat is. Lényege három alapvető tételben foglalható össze:

„A termék nem a faanyag, hanem az erdő"
A központi gondolat szerint az erdőgazdálkodás célja nem a faanyag maximalizálása, hanem az erdei ökoszisztéma hosszú távú működőképességének fenntartása. A faanyag csupán egy az ökoszisztémában keletkezett hasznosítható anyag a számos kimenetel közül. Ez a szemléletváltás különösen időszerű, ugyanis az ökológiai szempontok stratégiai prioritássá válnak.

A kitermelés, mint eszköz
A kitermelés nem önálló cél, hanem az erdődinamika szabályozásának eszköze. Csak akkor indokolt, ha az az erdő egészségi állapotát, természetes felújulását vagy rezilienciáját szolgálja. Ez a megközelítés gyökeresen eltér a hagyományos, hozamoptimalizáló szemlélettől, amely Vatandaşlar és munkatársai (2025) szerint a precíziós erdőgazdálkodási kutatások túlnyomó részét jellemezte. Kihangsúlyoznám, hogy Magyarország berendezkedése nem megfelelő a drasztikus paradigmaváltások bevezetésére, ugyanakkor a folyamatok rendezettsége és a hazai szakemberek szemléletformálása kell, hogy az első lépés legyen a megfelelően biztosított átállás esetleges megkezdéséhez is.

A szakemberek szerepének átalakulása
A szakember szerepe a megszokottaktól eltérően egyfajta ökoszisztéma-menedzserré alakul. Feladata az erdő állapotának fenntartása és javítása, amelyhez a precíziós technológiák (UAV, LiDAR, AI, IoT) adatokat és döntéstámogatást biztosítanak, de a felelősség továbbra is emberi marad. Ez a szerepváltás megkívánja a képzési rendszerek átalakítását is, hogy a jövő erdőkezelői rendelkezzenek a szükséges ökológiai tudás mellett, a megfelelő digitális kompetenciákkal. Az eddigi feladatok fontossága nem hagyható figyelmen kívül, ugyanakkor a paradigmaváltás részeként azokat újraértékelve arra törekvés és megfelelő motiváció elengedhetetlen. Erdőgazdálkodás 5.0 olyan integrált paradigma, amely a precíziós erdőgazdálkodás technológiai eszköztárát az emberközpontúság, a fenntarthatóság és a reziliencia elvei mentén újrapozicionálja. A technológia nem a humán erőforrások kiváltását, hanem szakmai képességeinek kibővítését szolgálja.

A végső cél nem a faanyag maximalizálása, hanem az erdei ökoszisztéma hosszú távú stabilitásának és sokrétű szolgáltatásainak megőrzése. Az Erdőgazdálkodás 5.0 eszközrendszere már sok esetben rendelkezésre áll, drasztikusabb lépésként szükséges ezen technológiák szellemiségében történő integrált alkalmazása, ahol az ember a folyamat középpontjában marad. Ez a következő évtized egyik legnagyobb kihívása és lehetősége a hazai erdőgazdálkodás számára. [5]

5. GYAKORLATI ÉS STRATÉGIAI JAVASLATOK AZ INTEGRÁCIÓ SORÁN

Az előző fejezetekben bemutatott elméleti keret a precíziós erdőgazdálkodás három hulláma, a Erdőgazdálkodás 5.0 paradigma, valamint az ökológiai célú újraértelmezés csak abban az esetben válik valódi változás forrásává, ha gyakorlati, stratégiai szintű javaslatokká fogalmazódik. A következőkben négy szinten (stratégiai, operatív, személyzeti és jogszabályi) fogalmazok meg konkrét, megvalósítható javaslatokat az Erdőgazdálkodás 5.0 hazai bevezetésére.

5.1. Stratégiai szint

Erdőgazdálkodás 5.0 integrálása a Nemzeti Erdőstratégiába (NES 2016-2030)
A Nemzeti Erdőstratégia következő felülvizsgálatakor az Erdőgazdálkodás 5.0 paradigmát explicit módon be kell építeni a stratégiai dokumentumba. Ennek részeként:

- A faanyag-központú mutatók mellé **ökoszisztéma-szolgáltatási mutatókat** kell bevezetni (erdő reziliencia index).
- A stratégia rögzítse, hogy a precíziós technológiák alkalmazásának elsődleges célja a reziliencia-növelési feladatok támogatása.
- Határozzon meg országos szintű indikátorokat az Erdőgazdálkodás 5.0 előrehaladásának mérésére.

Digitális monitoring rendszerek kiépítése elsődlegesen a védelmi rendeltetésű erdők esetében
A védelmi rendeltetésű erdők (pl, nemzeti parkok területei, Natura 2000 területek) számára kötelezővé kell tenni egy digitális monitoring rendszert, amely magában foglalja:

- Évente legalább egyszeri légi (drónos, repülőgépes, műholdas) ortofotó-felvétel átlali felülvizsgálat a kritikus területeken, stresszhatás vizsgálat beavatkozási műveletek előtt és után, 3-5 évenkénti LiDAR-alapú állapotfelmérést.
- IoT szenzorok telepítését a legsérülékenyebb területeken (talajnedvesség, tűzveszély, mikroklíma). Az így nyert adatok közvetlenül támogathatják a katasztrófavédelmi szervek munkáját, biztosítva a tűz- és aszálykockázatok korai felismerését és a riasztási rendszerek működtetését.

Adatvezérelt tervezés
Az Országos Erdőállomány Adattár által nyilvántartott adatok, valamint a kapcsolódó műveleti előírások és kezelési tervek jövőbeni aktualizálását célszerű adatvezérelt módszertanra alapozni. Ennek lényege, hogy a döntéshozatal ne kizárólag szakmai becsléseken, hanem nagyméretű, kvantitatív és térben explicit adatokon nyugodjon.

Az adatvezérelt megközelítés lehetővé teszi, hogy az erdészeti és természetvédelmi tervezés során:

- a beavatkozások és állapotértékelések térinformatikai és szenzoros adatokra épüljenek,
- a kezelési tervek objektív, mérhető indikátorok alapján kerüljenek meghatározásra (NDMI, NDWI, NDVI indxek),
- a monitoring rendszerek pedig egységes adatgyűjtési, feldolgozási és értékelési protokoll szerint működjenek.

A monitoring adatok feldolgozásához és kiértékeléséhez standardizált eljárásrend kialakítása szükséges, amely biztosítja az adatok összehasonlíthatóságát, reprodukálhatóságát és hosszú távú elemezhetőségét. A végrehajtott műveleteket és beavatkozásokat követően minden esetben indokolt az utólagos hatásvizsgálat, amely precíziós technológiák alkalmazásával objektíven értékeli a beavatkozások ökológiai és szerkezeti hatásait.

5.2. Operatív szint

Országos erdészeti drónrendszer kiépítése
Javasolt egy központi koordinációjú, de decentralizáltan működő országos erdészeti drónrendszer létrehozása:

- A rendszer az állami erdőgazdaságok és a nemzeti park igazgatóságok drónkapacitásait fogja össze.
- A felvételek és feldolgozott adatok egy központi adatbázisba kerülnek, amelyhez minden érintett hozzáfér, jogosultsági körök meghatározásával.

AI-alapú döntéstámogató platform fejlesztése
A jelenlegi erdészeti informatikai rendszerek (pl, ESZR) mellett szükség van egy AI-alapú döntéstámogató platformra, amely:

- Integrálja a távérzékelési, IoT adatokat.
- Képes előre jelezni a kockázatokat (tűz, kártevő, aszály).
- Javaslatokat tesz a beavatkozásokra (gyérítések, inváziós fajok visszaszorítása, természetes felújulás támogatása) a végső döntés azonban az emberé marad (human-in-the-loop)

IoT szenzorhálózatok kiépítése a legsérülékenyebb területeken
A klímaváltozás által leginkább veszélyeztetett erdőterületeken (pl. alacsony tengerszint feletti magasságon fekvő bükkösök) IoT szenzorhálózatokat kell kiépíteni:

- Talajnedvesség-mérők.
- Hőmérséklet- és páratartalom-érzékelők.
- Tűzveszélyességi indexet számító automatizált állomások, példának okáért a hagyományos tűzvédelmi monitoring tornyokat DJI Dock 3 Station biztosította megfelelő drónjárőr szolgálattal leváltani.

5.3. Személyzeti és oktatási szint

Képzés modernizálása
A felsőfokú képzések (Soproni Egyetem) tantervét át kell alakítani, hogy a hallgatók az Erdőgazdálkodás 5.0 paradigmájának megfelelő tudást kapjanak:

- Digitális kompetenciák erősítése: UAV-kezelés, GIS, LiDAR adatfeldolgozás, AI alapjai.
- Ökológiai rendszergondolkodás: ökoszisztéma-szolgáltatások, biodiverzitás mérése, klímaadaptáció.
- Adatvezérelt döntéshozatal: monitoring adatok értelmezése, előrejelzések használata.

Mivel a hazai erdőgazdálkodásban a precíziós technológiák már jelen vannak, de az integrált alkalmazásukhoz szükséges készségek fejlesztése még várat magára ezért nagy hangsúlyt kell fektetni a potenciális szakemberek továbbképzésére.

Továbbképzési programok az Erdőgazdálkodás 5.0 szemléletre
A már aktív erdőgazdálkodók számára **továbbképzési programokat** kell indítani:

- **Alapszint:** drónkezelés, alapvető térinformatikai rendszerek felhasználó szintű ismeretei, az Erdőgazdálkodás 5.0 szemlélet ismertetése.
- **Középszint:** LiDAR adatfeldolgozás, AI-alapú döntéstámogató rendszerek használata.
- **Felsőfok:** komplex látásmód, projekt alapú szemlélet, ökoszisztéma-menedzsment, prediktív modellezés.

Természetvédelmi szakemberek és erdőgazdálkodók közös képzése
Az Erdőgazdálkodás 5.0 sikeres bevezetéséhez elengedhetetlen a természetvédelmi szakemberek és erdőgazdálkodók közös képzése:

- Közös továbbképző programok, ahol mindkét szakterület képviselői megismerik a másik szempontjait és eszközeit.
- Közös terepi gyakorlatok, ahol a drónos monitoring és a természetvédelmi célú beavatkozás együttműködését gyakorolják.

5.4. Jogszabályi és szabályozási szint

Drónszabályozás, standardizálás a monitoring céljára
A jelenlegi EU-s és hazai drónszabályozás (EU 2019/947) szigorú keretek közé szorítja a drónhasználatot. Javasolt:

- A nemzeti parkok és erdőgazdaságok számára keretengedély biztosítása a rendszeres monitoring repülésekhez a saját területeiken.

Adatkezelési keretek harmonizációja
A különböző természetvédelmi és erdőgazdálkodási adatok jelenleg különböző rendszerekben (ESZR, NÉBIH, nemzeti parki adatbázisok) más szinteken vannak nyilvántartva.

- Egységes **adatformátumok** és **metaadat-szabványok** bevezetése.
- A különböző rendszerek közötti **automatikus adatkapcsolatok** kiépítése.
- Egy **központi, nyílt hozzáférésű adatplatform** létrehozása az Erdőgazdálkodás 5.0 monitoring adatai számára.

Ösztönzők az Erdőgazdálkodás 5.0 technológiák alkalmazására
Az Erdőgazdálkodás 5.0 paradigmájának elterjedését **gazdasági ösztönzőkkel** is támogatni kell:

- Pályázati források a precíziós eszközök (drónok, LiDAR szenzorok, IoT hálózatok) beszerzésére.
- Adókedvezmény vagy támogatás azoknak az erdőgazdálkodóknak, akik a faanyag-központú mutatók mellett **ökoszisztéma-szolgáltatási mutatókat** is jelentenek.

5.5. Kapcsolódás az európai uniós stratégiákhoz

Az Erdőgazdálkodás 5.0 hazai bevezetése nemzetközi kontextusban is értelmezhető. Az alábbi uniós stratégiákhoz kell kapcsolódni (4. táblázat):

Stratégia	Kapcsolódási pont a Erdőgazdálkodás 5.0-hoz
EU Forest Strategy 2030	A stratégia célja a fenntartható erdőgazdálkodás és az erdei ökoszisztémák egészségének javítása – a Erdőgazdálkodás 5.0 eszközrendszert ad ehhez.
EU Biodiversity Strategy 2030	A biodiverzitás védelme érdekében növelni a védelmi rendeltetésű erdők arányát – az Erdőgazdálkodás 5.0 eszközeivel a bővítés adatvezérelt lehet
Nature Restoration Law	A természet-helyreállítási jogszabály előírja az erdei ökoszisztémák állapotának javítását – az Erdőgazdálkodás 5.0 adatvezérelt alapot biztosít a helyreállítási intézkedésekhez.
EU Digital Strategy	A digitális átállás támogatása – az Erdőgazdálkodás 5.0 a digitális technológiák erdészeti alkalmazása.

4. táblázat: Belépési pontok azonosítása a globális környezetbe az Erdőgazdálkodás 5.0 kapcsán (Forrás: saját szerkesztés)

Magyarország aktívan pályázhat uniós forrásokra az Erdőgazdálkodás 5.0 infrastruktúrájának kiépítéséhez (pl. Közös Agrárpolitika EKV II.).

6. KÖVETKEZTETÉSEK

6.1. A tanulmány főbb megállapításai

A precíziós erdőgazdálkodás és az Erdőgazdálkodás 5.0 paradigma hazai bevezetésének lehetőségeit vizsgáló tanulmány a nemzetközi szakirodalom és a hazai gyakorlati tapasztalatok szintézisére építve az alábbi főbb következtetések levonását teszi lehetővé:

A precíziós erdőgazdálkodás technológiai alapjai rendelkezésre állnak
Az elmúlt két évtizedben kiépült egy olyan technológiai eszköztár (UAV, LiDAR, GIS, AI, IoT), amely alkalmas a precíziós erdőgazdálkodás minden feladatának ellátására. Vatandaşlar és munkatársai (2025) szisztematikus áttekintése szerint a távérzékelési platformok és szenzorok a leggyakrabban használt komponensek, míg a robotika és a valós idejű folyamatvezérlés alulhasznosított, elsősorban a változatos erdei körülmények és a magas költségek miatt. A hazai erdőgazdaságok és erdőgazdálkodók többsége rendelkezik alapvető digitális infrastruktúrával (ESZR, GIS), és a drónok használata is egyre elterjedtebb.

Az ökológiai szempontok előtérbe kerülése új célrendszert ad a technológiáknak
Magyarország erdőpolitikájában fordulópontot jelent a természetvédelmi szempontok stratégiai prioritássá válása. A hagyományos, faanyag-központú precíziós eszközök erre a kihívásra nem adnak megfelelő választ, szükség van a célrendszer újradefiniálására. Ahogy Corona és munkatársai (2017) már korán felismerték, a precíziós erdőgazdálkodás egyik alapvető célja a fenntarthatóság támogatása kell, hogy legyen. [2]

Az Erdőgazdálkodás 5.0 paradigma a technológia és természetvédelem közötti híd
Az Erdőgazdálkodás 5.0 olyan keretrendszert kínál, amely a precíziós technológiákat nem a faanyag-kihozatal maximalizálására, hanem az erdei ökoszisztémák stabilitásának fenntartására használja. Holzinger és munkatársai (2024) szerint az Erdőgazdálkodás 5.0 három pillére emberközpontúság (human-centric), fenntarthatóság (sustainable) és reziliencia (resilient) alkalmas arra, hogy a technológiai lehetőségeket a természetvédelmi célokkal összehangolja. [4]

A szemléletváltás középpontjában az ökoszisztéma áll
Az Erdőgazdálkodás 5.0 paradigmájának lényege: **a** termék nem a faanyag, hanem az erdő. Ez nem a faanyag szerepének tagadása, hanem annak rendszerszintű újraértelmezése. Az erdőkezelés célja nem a faanyag maximalizálása, hanem az erdei ökoszisztéma hosszú távú stabilitásának és szolgáltatásainak fenntartása. Taylor és munkatársai (2002) eredeti definíciója, amely a precíziós erdőgazdálkodást a helyspecifikus, gazdaságos és környezetbarát döntéshozatal eszközeként határozta meg ma már kiegészítésre szorul az ökológiai szemlélettel.

A fejlődés építkezés, nem újrakezdés
Az Erdőgazdálkodás 5.0 bevezetése nem igényli a meglévő rendszerek elvetését. A precíziós eszköztár (UAV, LiDAR, GIS, AI, IoT) megőrzendő és továbbfejlesztendő. A hazai erdőgazdálkodásban a precíziós technológiák már jelen vannak, de az integrált alkalmazásukhoz szükséges szemléletváltás még várat magára. A változás nem a technológiában, hanem a szemléletben és a célrendszerben van.

6.2. Záró gondolatok

Az Erdőgazdálkodás 5.0 nem maradhat csupán egy technológiai projekt, hanem nemzeti erdő- és ökoszisztéma-stratégia kell, hogy legyen. Bevezetése nem egy-egy erdőgazdaság vagy nemzeti park feladata, hanem ágazati szintű összefogást igényel. A stratégiai, operatív, személyzeti és jogszabályi szinteken megfogalmazott javaslatok csak akkor válhatnak valódi változássá, ha a döntéshozók, az erdőgazdálkodók, a természetvédelmi szakemberek és a kutatók együttműködnek.

A klímaváltozás korszakában az erdő már nem egyszerűen erőforrás, hanem meghatározó kritikus infrastruktúra, olyan infrastruktúra, amely tiszta levegőt, vízvisszatartást, élőhelyet, védelmet és szén-dioxid-megkötést biztosít. És mint minden infrastruktúra, ez is megfelelő karbantartást, modern technológiát és hosszú távú gondolkodást igényel.

A jelen tanulmányban bemutatott nemzetközi szakirodalmak és hazai gyakorlati tapasztalatok alapján egyértelművé válik, hogy a precíziós erdőgazdálkodás fejlődésének következő lépcsőfoka az Erdőgazdálkodás 5.0 paradigmájának hazai adaptációja. Ez nem csupán technológiai kérdés, hanem egyfajta kötelesség is.

A technológia adott. A tudás részben adott, elsajátítható. A természetvédelem iránytű. A kérdés már csak az: élünk-e a lehetőséggel, és megteremtjük-e Magyarországon az Erdőgazdálkodás 5.0 feltételeit.

Az Erdőgazdálkodás 5.0 hazai bevezetése lehetőséget teremt arra, hogy a magyar erdők hosszútávon fenntartható módon, reziliens szemlélettel és technológiai támogatással kerüljenek kezelésre. Ennek elmaradása ugyanakkor a jelenlegi reaktív kárelhárítási gyakorlat fennmaradását és az ökológiai krízisek súlyosbodását eredményezheti. A paradigmaváltás sikeressége a stratégiai döntések időben történő meghozatalán és a szakmai együttműködés erősítésén múlik.

7. IRODALOMJEGYZÉK

[1] Taylor, S. E., Veal, M. W., Grift, T. E., McDonald, T. P., & Corley, F. W. (2002). Precision Forestry: Operational Tactics for Today and Tomorrow. In *Proceedings of the International Meeting of the Council on Forest Engineering*, Auburn, Alabama, USA.

[2] Corona, P., Chianucci, F., Quatrini, V., Civitarese, V., Clementel, F., Costa, C., Floris, A., Menesatti, P., Puletti, N., Sperandio, G., Verani, S., Turco, R., Bernardini, V., Plutino, M., & Scrinzi, G. (2017). Precision Forestry: riferimenti concettuali, strumenti e prospettive di diffusione in Italia. *Forest@*, 14, 1–21. [Online]. Elérhetőség: https://www.researchgate.net/publication/314103811_Precision_forestry_concepts_tools_and_perspectives_in_Italy (2026.07.26.)

[3] Vatandaşlar, C., Boston, K., Ucar, Z., Narine, L. L., Madden, M., & Akay, A. E. (2025). Precision Forestry Revisited: A Systematic Review of Two Decades of Research. *Remote Sensing*, 17 (20), 3465. [Online]. Elérhetőség: https://doi.org/10.3390/rs17203465 (2026.07.17.)

[4] Holzinger, A., Schweier, J., Gollob, C., Nothdurft, A., Hasenauer, H., Kirisits, T., Häggström, C., Visser, R., Cavalli, R., Spinelli, R., & Stampfer, K. (2024). From Industry 5.0 to Forestry 5.0: Bridging the Gap with Human-Centered Artificial Intelligence. *Current Forestry Reports*, 10, 442–455. [Online]. Elérhetőség: https://doi.org/10.1007/s40725-024-00231-7 (2026.07.19.)

[5] Czupy, I. (2023). Precíziós erdészet – a jövő útja. In Czimber, K. (szerk.), *Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Kiadványa 2023* (pp. 62–68). Soproni Egyetem Kiadó. [Online]. Elérhetőség: https://doi.org/10.35511/978-963-334-496-5 (2026.07.17.)

[6] Kátai-Urbán L., Bleszity J.,Vass Gy."A kritikus infrastruktúra védelmi felsőoktatásitapasztalatok a kritikus szervezetek ellenállóképességéről szóló szabályozás tükrében" Polgári Védelmi Szemle XVII.: 2025 Különszám pp. 220-236., 17 p. (2025) [Online]. Elérhetőség: https://mpvsz.hu/pv_szemlek/pvszemle2025/index.html (2026.06.12.)

[7] Egyed L. (2023). Drónok használatának lehetőségei a katasztrófavédelemnél, különös tekintettel a tűzvédelmi prevencióra és a kárelhárításra = Possibilities of using drones in disaster management, with particular regard to fire prevention and damage control. *Védelem Tudomány*, 8(3), 124-143. DOI: 10.61790/vt.2023.13092 [Online]. Elérhetőség: https://real.mtak.hu/188393/1/VT_2023_124_143.pdf (2026.07.26.)

Védelem Tudomány 11. évfolyam 3. szám, 2026 DOI: 10.61790/vt.2026.24552

Négylábú robotok CBRN-képességgel a nukleáris biztonságért: a CERN CERNquadbotjának tapasztalataitól az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. egy lehetséges biztonsági fejlesztéséig

Quadruped robots with CBRN capability for nuclear safety: from the experience of CERN's CERNquadbot to a possible safety improvement of MVM Paks Nuclear Power Plant Ltd.

Ondrejcsik László tű. alezredes
Békés Vármegyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság
Szeghalmi Katasztrófavédelmi Kirendeltség
iparbiztonsági felügyelő
Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola
doktorandusz
Email: laszlo.ondrejcsik@katved.gov.hu
ORCID: 0009-0008-0115-004X

Absztrakt:

A 21. századi biztonsági környezetben a kémiai, biológiai, radiológiai és nukleáris (CBRN) fenyegetések a veszélyhelyzeti beavatkozás szerves részévé váltak, ami felerősítette a beavatkozó személyzet védelmét szolgáló robotikai megoldások iránti igényt. A cikk a négylábú (quadruped) robotplatformok nukleáris biztonsági alkalmazásait vizsgálja, középpontban a CERN által fejlesztett és 2024-ben első sugárvédelmi tesztjét sikeresen teljesítő CERNquadbottal, amely egy kereskedelmi Unitree Go1 alapplatformra épülő, saját sugárzásmérő szenzorokkal és autonóm inspekciós szoftverrel kiegészített rendszer. Az elemzés a CERNquadbotot a Boston Dynamics Spot dokumentált nukleáris alkalmazásaival (Dominion Energy, Fukushima, Csernobil) veti össze, és három hipotézis mentén értékeli a platform műszaki megalapozottságát, a hagyományos kézi méréshez viszonyított operatív előnyeit, valamint hazai alkalmazhatóságát. A cikk fő megállapítása, hogy a CERN és az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. veszélyeztető tényezőinek és infrastruktúrájának hasonlósága erős alapot ad a technológiatranszferre: a CERN-nél bevált, költséghatékony, nyílt platformra épülő megközelítés a paksi Létesítményi Tűzoltóságnál is alkalmazható lenne, ahol jelenleg nem rendszeresítettek robotplatformot. A szerző a sugárfelderítés automatizálására, a rutinszerű sugárvédelmi körök kiváltására és a Paks II. beavatkozási tereinek előzetes megismerésére vonatkozó konkrét szcenáriókat vázol fel, és rámutat a bevezetés jogi, szervezeti és képzési feltételeire. A következtetés szerint a CBRN-képességgel felszerelt négylábú robot rendszeresítése a hazai nukleáris energetikában időszerű, műszakilag megvalósítható, és a nukleáris biztonság terén kézzelfogható előrelépést jelent.

Kulcsszavak: CBRN, négylábú robot, nukleáris biztonság, CERNquadbot, sugárfelderítés

Abstract:

In the 21st-century security environment, chemical, biological, radiological and nuclear (CBRN) threats have become an integral part of emergency response, intensifying the demand for robotic solutions that protect responding personnel. This article examines the nuclear-safety applications of quadruped robotic platforms, focusing on CERN's CERNquadbot, which completed its first radiation-protection test in 2024. CERN built the CERNquadbot on a commercial Unitree Go1 base platform, adding dedicated radiation-measuring sensors and autonomous inspection software. The analysis compares the CERNquadbot with the documented nuclear deployments of the Boston Dynamics Spot (Dominion Energy, Fukushima, Chornobyl). It evaluates, along three hypotheses, the platform's technical soundness, its operational advantages over traditional manual measurement, and its domestic applicability. The main finding is that the similarity between the hazard factors and infrastructure of CERN and MVM Paks Nuclear Power Plant Ltd. provides a strong basis for technology transfer: the cost-effective, open-platform approach proven at CERN could also be applied at the Paks facility fire brigade, where no robotic platform is currently in service. The author outlines concrete scenarios for automating radiation reconnaissance, replacing routine radiation-protection rounds, and pre-familiarising responders with the intervention spaces of Paks II, and highlights the legal, organisational and training conditions of deployment. The conclusion is that deploying a CBRN-capable quadruped robot in the domestic nuclear-energy sector is timely, technically feasible, and represents a tangible advance in nuclear safety.

Keywords: CBRN, quadruped robot, nuclear safety, CERNquadbot, radiation reconnaissance

1. BEVEZETÉS

A 21. századi biztonsági környezet egyik legfontosabb jellemzője a veszélyhelyzetek összetettségének folyamatos növekedése. A fokozódó geopolitikai feszültségek, a terrorfenyegetettség újjáéledése, az éghajlatváltozás által generált természeti katasztrófák és az ipari komplexitás növekedése olyan többdimenziós kockázati teret hoztak létre, amelyben a kémiai, biológiai, radiológiai és nukleáris (CBRN)[1] fenyegetések már nem különálló, kivételes eseményként, hanem a veszélyhelyzeti beavatkozás szerves részeként kezelendők. Ebben a kontextusban a robotika és az autonóm rendszerek fejlődése a beavatkozók életének és testi épségének védelmére szolgáló egyik legígéretesebb eszközzé vált.

A cikk az egyes négylábú (quadruped) robotplatformok nukleáris veszélyhelyzetekben történő alkalmazásait vizsgálja, középpontjában a CERN által fejlesztett és 2024-ben első sugárvédelmi tesztjét sikeresen teljesítő *CERNquadbot*-tal [1], [3], [5]. A CERNquadbot egy Unitree Go1[2] alapú kereskedelmi platform, amelyre a CERN Controls, Electronics and Mechatronics (CEM)[3] csoportja saját sugárzásmérő szenzorokkal, vezérlő algoritmusokkal és automatizált inspekciós szoftverrel[4] épített bővítményrendszert [17], igazolva, hogy nyílt, kereskedelmileg elérhető platformokon is megvalósítható az ipari szintű CBRN-reagálóképesség. A cikk e fejlesztést a Boston Dynamics[5] Spot nukleáris alkalmazásaival [9], [10] egybevetve elemzi, és levonja a hazai nukleáris biztonság szempontjából leginkább cselekvésre ösztönző következtetést: az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. (a továbbiakban: PA Zrt.) Létesítményi Tűzoltóságánál jelenleg nem alkalmaznak robotplatformot[6], miközben a CERN-nél és számos atomerőműnél a négylábú robotok már bevált operatív eszközökké váltak.

A szerző három, egymásra épülő hipotézis köré szervezi az elemzést: az első a CERNquadbot CBRN-képességének műszaki megalapozottságát vizsgálja; a második a négylábú robotplatformok radiológiai felderítésben nyújtott operatív előnyeit elemzi a hagyományos, egyéni védőfelszereléssel és kézi mérőműszerekkel végzett megközelítéshez képest; a harmadik pedig azt az érvet bontja ki, amely szerint a CERN és a PA Zrt. veszélyeztető tényezőinek és infrastrukturális sajátosságainak hasonlósága erős alapot ad arra a következtetésre, hogy a CERN-nél bevált robotikai fejlesztés a PA Zrt.-nél is alkalmazható lehet. A levont következtetések ennél általánosabb érvényűek is: a CBRN-képességgel bővített négylábú robot a hon- és rendvédelmi szerveknél, a veszélyes ipari üzemeknél és a kritikus infrastruktúrák üzemeltetőinél egyaránt releváns fejlesztési irány lehet.

---

[1] A hazai ABV és RBV mozaikszavak helyett, a téma nemzetközi kapcsolódásaiból kiindulva, a szerző a továbbiakban a CBRN rövidítést használja.

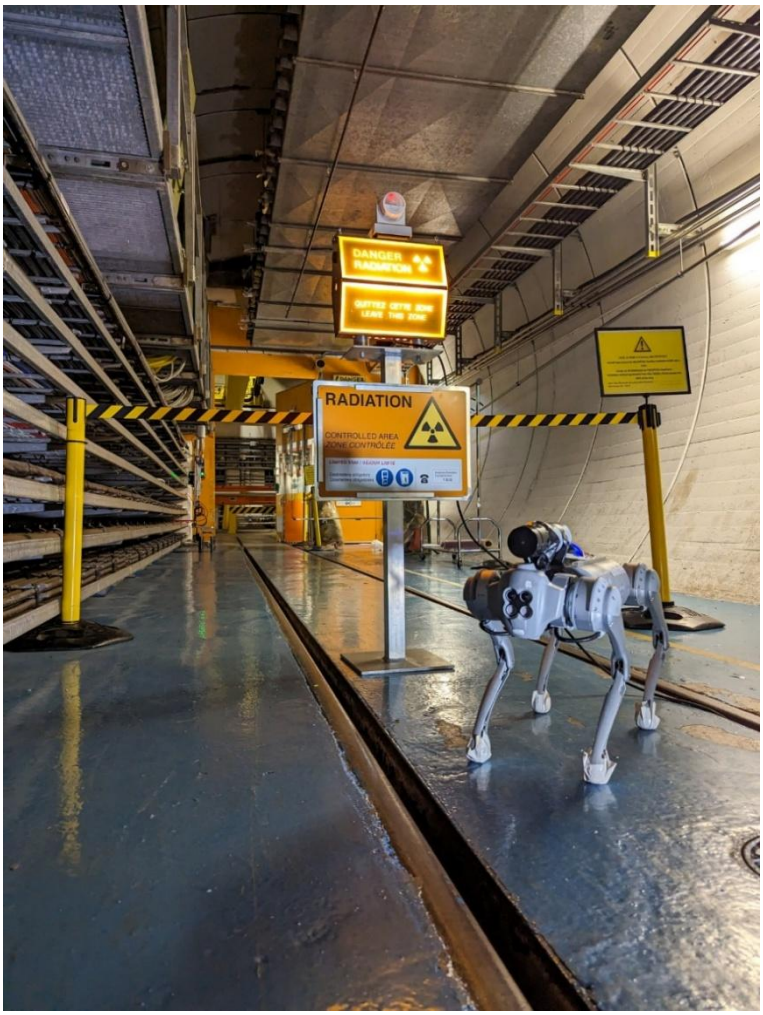
[2] Az Unitree Go1 típusú robotot az Unitree Robotics, Hangzhou székhelyű kínai cég gyártja. Jelenleg a világ egyik piacvezető vállalata a négylábú robotok (robotkutyák) és a humanoid robotok fejlesztésében, miközben a tömeggyártásra és a megfizethetőségre fókuszál.

[3] Ld. még: https://home.cern/news/news/engineering/introducing-cerns-robodog#:~:text=A%20four%2Dlegged%20robotic%20solution%20has%20completed%20its,protection%20test%20inside%20CERN's%20largest%20experimental%20area.

[4] Automatizált inspekciós szoftver: ellenőrző szoftver, amely egy olyan technológiai megoldás, ami mesterséges intelligenciát, gépi videó elemzést használ fel arra, hogy emberi beavatkozás nélkül, automatikusan vizsgáljon meg termékeket, folyamatokat vagy infrastruktúrákat.

[5] A Boston Dynamics Inc. a világ legismertebb és technológiailag valószínűleg legfejlettebb, Egyesült Államokban székelő robotikai vállalata. Az 1992-ben, az MIT-ről (Massachusetts Institute of Technology) levált cég hírnevét a lenyűgöző, néha már-már ijesztően emberszerű vagy állatszerű mozgásra képes robotjaival alapozta meg. (Ld. még: https://bostondynamics.com/)

[6] Az ATOMIX Kft. által a Kft. Biztonsági Üzletágának Tűzoltási és Kárelhárítási Szakágazatában közzétett adatai alapján, ld. bővebben: https://atomix.mvm.hu/hu-HU/Bemutatkozas/Tevekenyseg/BiztonsagiUzletag



1. kép: a CERN CERNquadbot alkalmazás közben. (Forrás: ld. [27])

2. CBRN-KÉPESSÉGŰ NÉGYLÁBÚ ROBOTOK A NUKLEÁRIS BIZTONSÁGBAN

2.1. Hipotézisek és kutatási kérdések

A cikk három hipotézise a négylábú CBRN-robotok nukleáris biztonsági alkalmazásának különböző dimenzióit fedi le: a műszaki megalapozottságtól az operatív előnyökön át a hazai integrálhatóságig. Lényeges, hogy e hipotézisek nem pusztán elméleti feltételezéseken, hanem a CERN-nél és más nukleáris létesítményeknél dokumentált, valós alkalmazásokon alapulnak.

H1 – A kereskedelmileg elérhető alapváltozatra (Unitree Go1) épülő CERNquadbot alkalmas arra, hogy egy atomerőmű ionizáló sugárzásnak kitett, emberi tartózkodást kizáró vagy korlátozó környezetében elvégezze a sugárfelderítést és az izotópazonosítást, és a mért adatokat valós időben továbbítsa a kezelőszemélyzetnek anélkül, hogy a beavatkozót a kontaminációs környezet közvetlenül veszélyeztetné.

H2 – A CBRN-szenzorral felszerelt négylábú robot pontosabb, megbízhatóbb és biztonságosabb radiológiai felderítést tesz lehetővé, mint az egyéni védőfelszereléssel és kézi mérőműszerekkel, ember által végzett mérés: az ismételhető, autonóm mérés konzisztensebb adatokat ad, a személyzetnek nem kell belépnie a sugárveszélyes zónába, a robot pedig valós idejű adatkommunikáción keresztül azonnali döntéstámogatást nyújt.

H3 – A CERNquadbot és a Boston Dynamics Spot atomerőművekben bizonyított alkalmazásainak tapasztalatai együttesen olyan minőségű bizonyítékkal szolgálnak, amelyekből levonható, hogy a PA Zrt. Létesítményi Tűzoltóságánál a négylábú, CBRN-képességű robot rendszeresítése egy lehetséges fejlesztési javaslat tárgyát képezheti.

A hipotézisekből az alábbi kutatási kérdések következnek: milyen műszaki jellemzőkkel rendelkezik az Unitree Go1 alapplatform, és mit fejlesztett hozzá a CERN; milyen bizonyítékok támasztják alá a négylábú robot nukleáris környezetbeli megbízhatóságát, különös tekintettel az ionizáló sugárzás elektronikára gyakorolt hatására; milyen párhuzamok vonhatók a CERN és a PA Zrt. veszélyeztető profilja, fizikai infrastruktúrája és beavatkozási kihívásai között; végül pedig milyen szervezeti, jogi és kiegészítő feltételek szükségesek ahhoz, hogy egy ilyen platform a PA Zrt. Létesítményi Tűzoltóságának eszközparkjába illeszkedjen.



2. kép: a CERN és az LHC (Large Hadron Collider) felépítése madártávlatból. (Forrás: ld. [28])

2.2. Tudományos és biztonsági kontextus

Napjaink biztonsági helyzete gyökeresen eltér a korábbi évtizedekben megszokottól. A SIPRI[7] már 2019-ben figyelmeztetett, hogy a CBRN-ágensek alkalmazásával kapcsolatos fenyegetések politikai-katonai és technológiai szempontból egyaránt gyors ütemben fejlődnek, és az állami szintű műveletek (mint a 2018-as salisburyi novicsok-mérgezés[8]) új fenyegetési kategória megjelenését jelzik [20]. A nem állami szereplők érdeklődése tartósan fennáll: a technológia demokratizálódása[9] – az MI-vezérelt drónok, az online hozzáférhető szintéziskémiai ismeretek[10] és a titkosított kommunikáció – csökkentette a CBRN-képességek megszerzésének technikai küszöbét [21].

[7] Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI) – békével, fegyverkezéssel és biztonságpolitikával foglalkozó, nemzetközileg is elismert kutatóintézet.

[8] Novicsok: egy rendkívül veszélyes szovjet eredetű idegméreg. 2018. március 4-én egy volt orosz hírszerzőt, Sergei Skripalt és lányát mérgezték meg az otthonuk kilincsére helyezve a mérget, ami bejutva a szervezetükbe rendkívül súlyos, halál közeli állapotot idézett elő.

[9] A technológia demokratizálódása alatt a szerző azt a folyamatot érti, amely során a korábban csak kevesek (szakértők, nagyvállalatok, kormányok) számára elérhető eszközök, tudás és erőforrások már széles tömegek számára is hozzáférhetővé, érthetővé és megfizethetővé válnak.

[10] Szintéziskémiai ismeret: azt a tudást jelenti, amellyel valaki képes meglévő (kiindulási) anyagokból tervezett módon új kémiai vegyületeket előállítani.

Mindez azt jelenti, hogy a CBRN-reagálási képesség ma már nem csupán a hadsereg különleges erőinek kompetenciája, hanem a rendvédelemnek és egyes üzemeltetőknek is rendelkezniük kell vele.

Az ipari balesetek dimenziója szintén növekvő relevanciájú: Seveso (1976), Bhopál (1984), Csernobil (1986), a kolontári vörösiszap-katasztrófa (2010) és Fukushima (2011) mind azt bizonyítják, hogy a veszélyes anyagok és technológiák súlyos baleset esetén CBRN-jellegű következményekkel járhatnak. A WHO 2025-ös elemzése rámutat, hogy a fegyveres konfliktusok különösen sebezhetővé teszik a nukleáris és vegyi létesítményeket [22]. A CBRN-védelmi piac mérete pedig önmagában is jelzésértékű: a szektor értékét 2023-ban 13,4 milliárd USD-re becsülték, 2030-ra viszont 22 milliárd fölé prognosztizálják [23].

A négylábú robot az állati járás elvét alkalmazó, autonóm vagy távvezérelt rendszer. A nukleáris alkalmazás szempontjából három tulajdonsága kulcsfontosságú és megkülönbözteti társaitól: a lépcsőmászás képessége (a reaktorépületek belső tereiben elengedhetetlen), a talajjal való korlátozott érintkezés (visszaszorítja a kontamináció mértékét), valamint a dinamikus alkalmazkodás egyenetlen, törmelékes felszíneken. Ezt az utóbbit különösen fontossá teszi a fukushimai tapasztalat, ahol az első beavatkozó kerekes robotok tömeges meghibásodással szembesültek a terep adta viszontagságok miatt.

Az ionizáló sugárzás a robotikai rendszerekre nemcsak közvetlen fizikai károsodás, hanem elektronikai meghibásodás formájában is veszélyt jelent. A sugárzás okozta meghibásodások két fő kategóriája az egyszeri eseményhatások (Single Event Effects, SEE), amelyek átmeneti adathibákat vagy logikai zavarokat idéznek elő, valamint a teljes ionizáló dózis (Total Ionizing Dose, TID) hatása, amely az elektronikai komponensek fokozatos degradációjához vezet. A fukushimai „robottemető" – ahol számos robot az extrém sugárterhelés miatt működésképtelenné vált – szemléletesen mutatott rá arra, hogy a nukleáris robotika egyik legfontosabb kihívása a sugárkeményítés (radiation hardening).

A CERN tapasztalata szerint ez két stratégiával kezelhető: vagy drága, nehezen beszerezhető sugárkeményített komponensekkel[11], vagy egy olyan üzemi paradigmával, amelyben a robot a sugárveszélyes területen csak a feladat végrehajtásának idejére tartózkodik, majd azonnal visszatér a biztonságos kezelői pontra. A CERNquadbot ez utóbbi megközelítést alkalmazza, fokozott sugárzástűrésű (radiation-tolerant) komponensekkel ötvözve.

Az atomreaktorok ellenőrzését és a sugárvédelmi méréseket végző személyzet számára a hagyományos beavatkozás – egyéni védőfelszereléssel, kézi mérőműszerekkel, korlátozott ideig a sugárveszélyes területen – rendkívül idő- és erőforrásigényes, és a dóziskorlátok miatt komoly kapacitásbéli határokat is szab.

Egy sugárzásmérő szenzorokkal felszerelt négylábú robot ezt alapjaiban változtatja meg: a robot megy be a veszélyes környezetbe, a mérési adatokat valós időben továbbítja, és a személyzet anélkül tud döntést hozni, hogy egészségügyi vagy fizikai kockázatnak lenne kitéve.

[11] Az atomreaktorok és más nukleáris létesítmények környezetében alkalmazott „sugárzásálló" (rad-hard, radiation-hardened) elektronika olyan speciális komponenseket foglal magában, amelyeket kifejezetten intenzív neutron- és gammasugárzásnak, valamint magas hőmérsékletnek való ellenállásra terveztek. Ezek az eszközök lehetővé teszik a biztonságos üzemeltetést és folyamatos felügyeletet, még extrém CBRN körülmények között is. A rendszerek gyakran széles tiltott sávú (wide bandgap) félvezetőket vagy egyéb speciális tervezési technikákat alkalmaznak, hogy megelőzzék a teljes ionizáló dózis (TID) okozta meghibásodásokat, valamint a sugárzás által kiváltott egyszeri eseményhatásokat (SEE).

2.3. A CERN CERNquadbotja – az alapplatform és a CERN-specifikus fejlesztések

2.3.1. Az Unitree Go1 alapplatform

A CERNquadbot egy Unitree Robotics Go1 alapú platform[12], amelyet a CERN CEM-csoportja adaptált saját igényeire.

Az Unitree az egyik legszélesebb körben elérhető, legjobb ár-érték arányú négylábú robotok gyártója; a Boston Dynamics Spottal szemben a Go1 alapváltozata már mintegy 2 700 USD[13] (kb. 0,9 millió Ft) körüli áron megvásárolható [7], [25], ami széles körű kutatói és ipari alkalmazást tesz lehetővé.

A CERN által is alkalmazott Go1 EDU változat kimagasló műszaki teljesítményt képvisel:

- 12 kg saját tömeg és 645×280×400 mm bruttó méret álló helyzetben,
- lábanként 3, összesen 12 szabadsági fokú (Degrees of Freedom, DOF), független ízületi vezérlésű mozgásrendszer,
- 5 db halszemoptikás (360°-os látómezőt biztosító) kamera,
- 3 db ultrahangos (szonárelvű) érzékelő,
- RS-LiDAR-16 (RoboSense 16) 3D-s lézeres távolságmérő 16 szenzorral, akár 150 m hatótávolsággal és 2 cm-es hibahatárral.
- 3 Nvidia Jetson Nano és 1 Raspberry Pi számítógép konfiguráció, ahol a különböző egységek között megosztják a feladatokat. (Ez a heterogén számítástechnikai architektúra biztosítja azt, hogy a robot egyszerre tudjon egyensúlyozni, látni és bonyolult küldetéseket, parancsokat végrehajtani. A 3 darab Jetson Nano modul speciális GPU-val (grafikus processzorral) rendelkezik, ennek köszönhetően tervezhették mesterséges intelligencia és képfeldolgozás futtatására, azaz a környezetértékeléshez és a gépi látáshoz. A Raspberry Pi pedig az a központi vezérlő egység, ami a magas szintű algoritmusokért (úgy, mint pl. futtatja a robot operációs rendszerét (jellemzően Ubuntu Linux és ROS [Robot Operating System]), utasításokat ad a Jetson moduloknak, illetve a mozgásvezérlőknek) és a rendszerszintű kommunikációért felel (úgy, mint pl. kapcsolatot tart a kezelővel és kezeli a távirányító jeleit).
- 6000 mAh-s Li-ion akkumulátor-kapacitás legalább 1, de – igénybevételtől függően – akár 2,5 óra üzemidővel,
- maximális sebessége 4,7 m/s (~17 km/h),
- lépcsőmászási képesség 12 cm lépcsőfok-magasságig,
- 3-5 kg hasznos teherrel való terhelhetőség (tesztelések utáni feljegyzések bizonyítják, hogy szükség esetén akár 10 kg-os terhelhetőséggel is bevethető[14]), valamint
- WiFi és opcionális 4G/5G kommunikáció.

A hasznos teher felső lapjára az XT30 csatlakozón keresztül 24V/12A teljesítmény vezethető ki, ami lehetővé teszi a külső szenzorok tápellátását. Pontosan ez az interfész képezi a CBRN-szenzormodul csatlakoztatásának és megtáplálásának lehetőségét.

[12] A Go1 volt a világ első, kifejezetten fogyasztói piacra szánt, megfizethető árú robotkutya a piacon. A platformot úgy tervezték, hogy mindennapi társalkodóként, kutatási eszközként vagy akár könnyű teherhordóként is funkcionáljon.

[13] Go1 Air verzióra értendő, a Go1 Pro ~ $3,500 USD (kb. 1,1 millió Ft), a Go1 EDU pedig ~ $8,500 USD (kb. 2,7 millió Ft) áron érhető el (Ld.: https://spectrum.ieee.org/unitrees-go1-robot-dog-looks-pretty-great-costs-just-usd-2700#:~:text=There%20are%20three%20versions%20of%20the%20Go1:,5kg)%2C%20as%20well%20as%20foot%2Dforce%20sensors%2C%20lidar%2C)

[14] https://www.unitree.com/go1



3. kép: az Unitree Robotics Go1 robotja. (Forrás: ld. [29])

Az Unitree Go1 EDU változat nyílt fejlesztői platformot kínál: natív Python és C++ támogatással vezérelhető, valamint teljeskörű ROS[15] integrációt biztosít. Az Nvidia Jetson alapú mesterséges intelligencia keretrendszerének köszönhetően a hardver alkalmas nagy számítási igényű, gépi tanuláson alapuló percepciós algoritmusok valós idejű futtatására is. Ez a nyílt, de egyben kompakt architektúra teszi lehetővé, hogy a CERN saját szoftvereit és érzékelőit integrálja a platformba.

2.3.2. A CERNquadbot – amit a CERN hozzáadott

A CERNquadbot fejlesztése a CERN Beams részlegének CEM-csoportján belül, Dr. Chris McGreavy[16] robotikai mérnök és csapata irányításával zajlik [2], [15], [17]. A fejlesztés két irányban halad: a hardveres szenzorintegráció (sugárzásmérő eszközök csatlakoztatása a hasznos teher interfészre) és a szoftveres vezérlés (autonóm és félautonóm navigáció a CERN alagutas és barlangos tereiben). A CERN-beli környezet rendkívül specifikus: az LHC[17] 27 km-es alagútrendszerében a padlón futó, gyakran rögzítetlen kábel- és csőkötegek a kerék- és lánctalpas robotok számára leküzdhetetlen akadályt jelentenek, mivel elmozdulhatnak és megcsúszhatnak. A CERNquadbot négy lába révén átlép ezeken, lépcsőn mászik, szűk folyosón navigál, és a fixen telepített vezetékek alatti területekre is behatol – oda, ahová korábban sem ember, sem más robot nem jutott könnyen. [6]

[15] A ROS (Robot Operating System) integráció azt a folyamatot jelenti, amikor a robot különböző hardveres és szoftveres komponenseit összekapcsolják az ROS keretrendszerrel, hogy azok egységes kommunikációs felületen keresztül tudjanak együttműködni. Az integráció biztosítja, hogy a robot motorjai, szenzorai, döntéshozó algoritmusai és külső rendszerei „közös nyelvet beszéljenek" üzenetküldésen (Topics), kéréseken (Services) és műveleteken (Actions) keresztül.

[16] Dr. Chris McGreavy: 2023 márciusa óta tagja a CERN-nek, előtte az Aalto Egyetemen dolgozott kutatóként. A CERN Beams (BE) részlegének Controls, Electronics and Mechatronics (CEM) csoportjában dolgozó robotikai mérnök, aki a CERNquadbot projekt egyik vezetőkutatója.

[17] LHC: Large Hadron Collider, magyarul Nagy Hadronütköztető. A világ legnagyobb és legnagyobb energiájú részecskegyorsítója, amely a Genf melletti francia-svájci határon, 100 méterrel a föld alatt található. 2026 áprilisában a berendezés az utolsó üzemelési szakaszában volt egy tervezett négyéves leállás előtt. Az LHC protonokat és nehézionokat gyorsít fel közel fénysebességre (a fénysebesség több, mint 99,999999%-ára), majd ütközteti őket, hogy az Ősrobbanás utáni milliszekundumokhoz hasonló körülményeket hozzon létre.

2024. februárjában a CERNquadbot sikeresen teljesítette első sugárvédelmi tesztjét a CERN North Area-ban[18], a létesítmény legnagyobb kísérleti területén [1], [4]. A Sugárvédelmi Csoport[19] közreműködésével lefolytatott koncepcióigazoló (proof-of-concept; PoC) felmérés során a robot stabilan működött, akadálymentesen navigált és a valós sugárzási adatokat valós időben közvetítette. Ez az első sikeres teszt egyszerre jelentett műszaki validálást és új korszak kezdetét a CERN-beli robotizált nukleáris biztonság terén. A CERN tervei szerint a CERNquadbot és utódai hosszú távon rendszeresen jelen lesznek az ALICE-detektor[20] csarnokában és más kísérleti zónákban[21], ahol a berendezések állapotát monitorozzák, anyagszivárgásokat azonosítanak, téves riasztásokra reagálnak és rutinszerű sugárvédelmi méréseket végeznek emberi beavatkozás nélkül [27]. A rendszer a TIM (Train Inspection Monorail)[22] monorail-robottal egymást kiegészítve működik: a TIM a 27 km-es alagút felső részét pásztázza [26], a CERNquadbot pedig azokat a tereket járja be, ahová a TIM nem tud eljutni. A CERNquadbot kommunikációs architektúrája az alapplatform képességeire épül, kiegészítve a CERN belső, celluláris hálózatával[23]: az alap WiFi a közvetlen közelben, a 4G/5G a nagyobb hatótávolságon biztosít adatátvitelt. A valós idejű videó, a sugárzásmérési adatok és a rendszerdiagnosztikai állapot a kezelői konzolra kerülnek. Mivel az ionizáló sugárzás interferenciát okozhat az elektronikus kommunikációban, a CERN mérnökei ezt mind a hardver, mind a szoftver megválasztásánál figyelembe vették; a Forkel[24] és munkatársai által kidolgozott módszertan szerint a robot mobilitása aktív kommunikáció-optimalizálási eszközként is funkcionál, dinamikusan a rádiós lefedettséghez igazítva a navigációs útvonalat [14].

2.4. A négylábú robotok precedens értékű nukleáris alkalmazásai

2.4.1. A Boston Dynamics Spot és nukleáris bevetései

A Boston Dynamics Spot a négylábú robotplatformok legszélesebb körben alkalmazott, valódi kereskedelmi termékként elterjedt rendszere [13]. A nukleáris ipar kiszolgálása egyik alapvető szegmense: a Spot az egyetlen olyan négylábú platform, amelyet a világ jelentős nukleáris létesítményeiben éles bevetés során alkalmaztak sugárfelderítési és dekontaminálási feladatokra. IP54-es besorolása kritikus a nukleáris környezetben, mivel a porállóság megakadályozza a radioaktív por bejutását az elektronikába, a vízállóság pedig lehetővé teszi a külső felület bevetés utáni tisztítását. Működése −20 °C és +55 °C között üzembiztos, megközelítőleg 90 perc üzemidővel; az 564 Wh-s, 5,2 kg-os akkumulátor töltési ideje kb. 60 perc; nettó tömege akkumulátorral kb. 33,8 kg, hasznos terhelése 14 kg, maximális sebessége 1,6 m/s (~5,76 km/h).

---

[18] CERN North Area (Északi Terület) a szervezet legnagyobb kísérleti részlege, amely a franciaországi Prévessin telephelyen található. Ez a központ ad otthont a „fix célpontos" (fixed-target) kísérleteknek, ahol a részecskenyalábokat álló akadályoknak ütköztetik, nem pedig egymásnak, mint az LHC-ben.

[19] A CERN Sugárvédelmi Csoportja (HSE Radiation Protection Group (HSE-RP)) biztosítja, hogy a CERN területén tartózkodó személyzet és a lakosság védelmét a CERN tevékenységéhez kapcsolódó ionizáló sugárzás esetleges káros hatásaitól.

[20] Az LHC 27 kilométer kerületű, szupravezető mágnesekből álló gyűrűjének főbb „kísérleti terei" (detektorállomásai, kísérleti csarnokai) négy nagy detektorból állnak, úgy, mint: ATLAS, a CMS, az ALICE és az LHCb.

[21] Ld. 16. lábjegyzet (CERN North Area) és pl. ECN3 (Experimental Cavern North 3), mely egy 100 méterrel a föld alatt fekvő, sugárzásvédelmi szempontból fokozottan biztosított barlang, amelyet a nagy intenzitású nyalábokhoz terveztek.

[22] A CERN egyik legfontosabb robotizált eszköze, amely az LHC alagútjának biztonságos üzemeltetését segíti. Ez a kisméretű, autonóm egység a mennyezetre szerelt egysínű pályán közlekedik, és olyan feladatokat lát el, amelyek veszélyesek vagy időigényesek lennének az emberi személyzet számára.

[23] A CERN belső celluláris hálózata egy olyan privát mobilhálózati infrastruktúra, amelyet kifejezetten a kutatóközpont extrém körülményeihez (például a 100 méter mélyen lévő alagutakhoz) terveztek. Ez a rendszer biztosítja, hogy a kutatók, mérnökök és a biztonsági személyzet ott is elérhető maradjon, ahol a hagyományos közszolgáltatók jele már nem fogható.

[24] Dr. David Günter Forkel a CERN robotikai és mechatronikai részlegének (BE-CEM-MRO) egyik szakértője, aki kiemelt szerepet tölt be a gyorsítóalagutak autonóm felügyeletének tervezésében, kutatás-fejlesztésében.

A platformra alkalmazásprogramozási felületen (Application Programming Interface, API[25]) keresztül doziméterek, hőkamerák, gamma- és neutrondetektorok, Raman-spektrométerek és más CBRN-szenzorok csatlakoztathatók. Mozgékonyságát jelzi, hogy maximum 30 cm-es egyedi akadályt lép át (Maximum Step Height), a lépcsőérzékelés alsó küszöbe kb. 7,5 cm (Stair Sensitivity), a folyamatos haladáshoz ideális lépcsőfok-magasság pedig max. 20 cm (Max Stair Riser). A gyártó szerint a Spot több mint 1500 eladott egységgel, 35 ország ügyfélkörében van jelen, szenzor- és szoftverfejlesztésében pedig olyan cégek vesznek részt, mint a Leica Geosystems, a Trimble és a FLIR.



4. kép: a Boston Dynamics Spot robotja. (Forrás: ld. [30])

A Dominion Energy[26] virginiai atomerőművénél (Surry Power Station) 2022-ben indított kísérleti projekt az egyik legjobban dokumentált nukleáris ipari Spot-alkalmazás [10]. A Spot nemcsak elvégezte ugyanazokat a sugárzásmérési feladatokat, mint az emberi munkavállalók, hanem konzisztensebb adatokat is szolgáltatott: minden alkalommal ugyanabban a pozícióban és orientációban rögzítette a mért értéket, ami a kézi mérésnél nem garantálható. Az ismételt, autonóm mérés így lehetővé teszi a prediktív elemzést és az eltérések korai azonosítását, és hosszú távon szignifikánsan megkönnyíti a dóziskorlátok betartását.

A fukushimai Daiichi atomerőműben 2022-ben, több mint egy évtizeddel a baleset után kezdték alkalmazni a Spotot olyan helyiségek felderítésére, amelyek ajtaját 2011 óta senki sem nyitotta ki [8]. A helyszín egyes területein a sugárzás az LD50-küszöb (Lethal Dose 50%)[27] fölötti, ezért a Los Alamos Nemzeti Laboratóriumban végzett tesztek során az engedélyezett éves emberi dózis több mint kétszázszorosának tették ki az eszközt károsodás nélkül. A romos terepen a Spot mozgékonysága döntő előnynek bizonyult az előző generációs, kerekes robotokhoz képest: videót készített, dózisteljesítményt mért, 3D-s pontfelhő-adatokat gyűjtött és mintát vett a fűtőelem-törmelék későbbi eltávolításához.

[25] API (Application Programming Interface): a robot digitális csatlakozófelülete. Lehetővé teszi a különböző mérőműszerek és a robot vezérlőrendszerének összekapcsolását (kommunikációs, adat szinten).

[26] Dominion Energy, Inc. (röviden Dominion). Egy amerikai energiaipari vállalat, amelynek székhelye Richmondban (Virginia állam) található. Virginia, Észak-Karolina és Dél-Karolina egyes részeit villamos energiával, Utah, Idaho, Wyoming, Nyugat-Virginia, Ohio, Pennsylvania, Észak- és Dél-Karolina, valamint Georgia egyes területeit pedig földgázzal látja el.

[27] LD50 (Lethal Dose 50%) – sugárbiológiai szempontból – a teljes testet érő sugárzási dózis. A fukushimai Daiichi atomerőmű egyes területein például gyakori a 3-5 Gray/Sv körüli érték, ami az emberre nézve az az akut dózis, ahol orvosi segítség nélkül a kitettek 50%-a 30 napon belül életét vesztené.

Az Egyesült Királyság Atomenergia Hatóságának (UKAEA) finanszírozásával, a Bristoli Egyetem koordinálásában a Spotot 2020-ban vitték Csernobilba[28], ahol a 30 km-es zónában[29], az Új Védőműben és a Vörös erdő területén végzett gammaspektrométeres és neutronszenzoros méréseket a sugárszennyezettség és a radionuklid-eloszlás 3D-s feltérképezésére [11]. Ez volt az első ilyen típusú autonóm sugárzás-feltérképezés a helyszínen, és egyben a reaktor jövőbeni lebontásának egyik elengedhetetlen előfeltételét szolgálta.

A Spot nukleáris alkalmazásainak sora ezzel nem zárul le. A skóciai Dounreay[30] – az Egyesült Királyság egykori legfontosabb gyorsreaktor-kutatási központja, amelyet az üzemanyag-újrafeldolgozás során a tengerbe került sugárzó szemcsék miatt 1994-ben állítottak le – ma Európa egyik legösszetettebb, több mint 1300 fő közreműködésével zajló nukleáris leszerelési projektjének helyszíne, a spanyolországi Santa María de Garoña[31] leszereléséhez pedig egy egyedileg módosított, Spot Enterprise típusú robotot alkalmaztak [12].

2.4.2. A CERNquadbot és a Spot összehasonlítása

A két platform összevetése több szempontból tanulságos. A legfontosabb különbség a költség: az Unitree Go1 kb. 2 700 USD-tól, a Spot viszont kb. 74 500 USD-tól (kb. 56,2 millió Ft-tól) érhető el. Ez nem pusztán gazdasági szempont, hanem stratégiai következtetés forrása: ha egy olcsóbb, nyílt platformon is megvalósíthatók az elvárt CBRN-feladatok – amint azt a CERN bizonyítja –, akkor a beruházás alacsonyabb belépési költséggel is adaptálható. Mozgékonyság terén a nehezebb Spot (kb. 32 kg) stabilabb és nagyobb akadályokat vesz, a könnyebb Go1 (12 kg) könnyebb terepen mozog hatékonyabban; a Spot hasznos terhelése 14 kg, a Go1-é 3–5 kg, ami utóbbinál a szenzormodul méretét is korlátozza. Az összehasonlítás alapján a két platform inkább komplementer, semmint helyettesítő: a Spot a tartós, extrém körülmények és a nehézipari alkalmazások bevált eszköze, míg a CERNquadbot a kevésbé extrém, szűkebb terekben végzett, kutatás-fejlesztési és energetikai feladatok nyílt platformja. A PA Zrt. kontextusában a CERN-nel való párhuzam és a CERNquadbot-alapú megközelítés kínálja a közvetlen technológiatranszfer lehetőségét.

2.5. CBRN-érzékelők integrálása a négylábú platformokon

A négylábú robotplatformra csatlakoztatható CBRN-szenzorok alkalmazásának alapelve a moduláris, „plug-and-play” csatlakoztathatóság. A Go1 EDU hasznos teher interfészén elérhető 24 V/12 A elegendő a szenzormodul megtáplálására; az adatkommunikáció Ethernet, USB vagy rádiós belső kapcsolaton, a feldolgozás a robot Jetson Nano rendszerében, Python API-n keresztül valósul meg. A fizikai rögzítés a hordozólapra csavarokkal vagy gyorscsatlakozóval, néhány perc alatt megoldható. A nukleáris alkalmazásra optimalizált szenzoregyüttes egy Geiger–Müller (GM)[32] vagy szcintillációs[33] detektort tartalmaz a gamma- és béta-sugárzás mérésére és a dózisteljesítmény valós idejű közlésére; a szcintillációs típusok alkalmasak a radionuklidok azonosítására, ami üzemzavar esetén különösen fontos, mert a detektor megkülönbözteti az üzemanyag radioizotópjait a háttérsugárzástól. A Dominion Energy alkalmazásánál éppen ez a differenciáló és konzisztens mérési képesség tette lehetővé a trendanalízist.

---

[28] Ld. még: https://www.telegraph.co.uk/news/2020/10/27/boston-dynamics-robot-dog-sent-chernobyl-sniff-radiation/

[29] A csernobili 30 km-es zóna (a Csernobili atomerőmű hivatalosan lezárt, környező területe) az 1986-os katasztrófa után létrehozott, mintegy 2600 km² területű, fokozottan ellenőrzött lezárt övezet Ukrajnában, ahol mind a mai napig rendkívüli, magas a radioaktív sugárzás.

[30] Ld. bővebben az 1. sz. melléklet szerint.

[31] Ld. bővebben a 2. sz. melléklet szerint.

[32] Pl. Mirion RDS-32 típusú energiakompenzált GM-cső; MightyOhm Geiger Counter.

[33] Pl. Kromek D3S / D5 / SIGMA; Mirion SpiDR vagy Spir-Ident; H3D H-sorozat (pl. H100 vagy a már említett H420) detektorok.

Nukleáris létesítményekben a kémiai szenzorok integrálása szintén releváns, különösen a hűtőkörös közegek (hidrazin, ammónia, bórsav) és az elektromos meghibásodások égéstermékeinek detektálására. A fotoionizációs detektor (PID) a szerves vegyületek széles skálájára érzékeny és kompaktan integrálható; az elektrokémiai érzékelőpanel (CO, HCN, Cl_2, NH_3, H_2S) a jellemző veszélyes gázok jelenlétére ad azonnali visszajelzést.[34] E kémiai érzékelők kiegészítő jellegűek, de a CBRN-képesség teljessé tételéhez fontosak.





5. és 6. képek: Kromek D3S ID szcintillációs detektor (balról; forrás: ld. [31]) és Ion Science MiniPID 2 PPB XF illékony szerves vegyület (VOC) érzékelő fotoionizáció és levegőminőség-monitorozáshoz (jobbról; forrás: ld. [32])

A CBRN-szenzoros robot nem csupán mérőeszköz, hanem döntéstámogatási rendszer is: a valós idejű adatokból az irányítói konzolon 3D-s szennyezettségi térképet generálva kimutatható, hol haladja meg a mért dózisteljesítmény a küszöbszintet. Ez alapján meghatározható, szükséges-e emberi beavatkozás, milyen PPE-szinttel[35] hajtható végre, és mennyi a rendelkezésre álló idő – jelentősen csökkentve a személyzet későbbi sugárterhelését.

2.6. A CERN és a PA Zrt. közötti strukturális párhuzam

A PA Zrt. Magyarország egyetlen működő atomerőműve. A Pakson 1969 és 1987 között megépített, VVER-440/V-213 típusú, nyomottvizes (Pressurized Water Reactor, PWR) reaktorokra épülő erőmű négy, egyenként ma már mintegy 500 MW villamos teljesítményű blokkból áll (összesen 2000 MW), és a hazai villamosenergia-termelés mintegy felét biztosítja [24]. Létesítményi Tűzoltóságát 1994. július 1-je óta az ATOMIX Kft. üzemelteti főfoglalkozású tűzoltókkal.[36] [18] A szervezet az ország legjobban felszerelt létesítményi tűzoltóságai közé tartozik, eszközparkja azonban jelenleg nem tartalmaz négylábú robotplatformot.

---

[34] Pl.: Ion Science Minipid 2 szenzor és a hozzá csatlakoztatott Honeywell MiniRAE 3000 (vagy Ion Science Tiger). Ld. még:
https://ionsense.com/products/minipid-2-ppm-wr/#:~:text=Table_title:%20Technical%20Specifications%20Table_content:%20header:%20%7C%20Supply,18%20V):%200%20%E2%80%93%203.2%20V%20%7C
https://automation.honeywell.com/us/en/products/sensing-solutions/gas-and-flame-detection/portables/photoionization-detectors-pid/minirae-3000-portable-handheld-voc-monitor

[35] PPE (Personal Protective Equipment): egyéni védőfelszerelés.

[36] Az atomerőmű operatív, tűz elleni védelme egészen az építése idejéig visszanyúlik. Ez idő alatt is volt jelen tűzoltó egység, ami kezdetben a városi parancsnokság alá tartozott. 1990-ben megalakították a hivatásos üzemi tűzoltóságot

A CERN és a PA Zrt. elsőre egymástól teljesen különböző intézménynek tűnhetnek: az egyik a világ vezető részecskefizikai laboratóriuma, a másik egy nemzet villamosenergia-ellátásáért felelős nukleáris üzeme. A veszélyeztető hatásokat, a fizikai infrastruktúrát és a beavatkozási kihívásokat tekintve azonban meglepően sok a hasonlóság. Mindkét létesítmény egyes területeit ionizáló sugárzás jellemzi, ahol az emberi tartózkodás korlátozott: a CERN-ben a gyorsítóalagútban és a detektorállomásokban, a PA Zrt.-ben a reaktorépületekben és a hűtőkörrendszer egyes részein. Mindkettőre jellemző a szerteágazó, alagutas vagy kiterjedt belső tér, amelyben a beavatkozónak egyszerre kell kezelnie a fizikai akadályokat (szűk folyosók, lépcsők, padlószinten futó vezetékkötegek), a pszichikai nyomást és a potenciális radiológiai veszélyt. A PA Zrt. 1991-es és 2003-as üzemzavar eseményei – amelyek az INES skála szerinti 2-es, illetve 3-as szintű besorolást kaptak[37] – jól szemléltetik, hogy még egy szakszerűen üzemeltetett, megbízhatóan működő atomerőműben is előfordulhatnak olyan nem kívánatos helyzetek, amelyekben sugárzásveszélyes területen kell beavatkozni. Ilyen esetben az elsődleges beavatkozást a létesítményi tűzoltóság végzi, amelynek tehát – az említett precedensértékű események miatt is – rendelkeznie kell a szükséges eszközökkel.

A CERN Knowledge Transfer csoportja kifejezetten azzal a céllal működik, hogy a bevált technológiákat a szélesebb ipari és intézményi közösség számára elérhetővé tegye [16]. Ebben a kontextusban a CERNquadbot-alapú megközelítés nemcsak inspiráció, hanem konkrét technológiatranszfer-forrás, két okból is: kereskedelmileg elérhető alapplatformot használ, a CERN által fejlesztett szoftverek és algoritmusok pedig nyílt forráskódként megoszthatók. A legfontosabb következtetés így az, hogy ha a világ legbonyolultabb részecskefizikai kísérleteinek sugárveszélyes tereiben a CERNquadbot biztonságosan és hatékonyan üzemel, akkor ugyanez a platform egy atomerőmű hasonlóan összetett sugárveszélyes területein is képes erre – a különbség csupán a szenzorspecifikáció és az üzemi protokollok szintjén van, ami rendszeroptimalizálással és kalibrálással orvosolható.

2.7. A hazai integrálhatóság lehetőségei

A PA Zrt. Létesítményi Tűzoltóságának működésére vonatkozó jogi keretrendszert elsősorban a tűz elleni védekezésről, műszaki mentésről és tűzoltóságról szóló 1996. évi XXXI. törvény, az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény, a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény, a létesítményi tűzoltóságokra vonatkozó részletes szabályokról szóló 273/2024. (IX. 19.) Korm. rendelet és az atomenergia alkalmazásával kapcsolatos sajátos tűzvédelmi követelményekről és a hatóságok tevékenysége során azok érvényesítésének módjáról szóló 5/2015. (II. 27.) BM rendelet vonatkozó rendelkezései alkotják. Ezek a jogszabályok a jogalkotói szándékot tekintve az atomenergia békés felhasználásával kapcsolatos lakossági, hatósági, operatív és tervezési feladatokat és hatásköröket fektetik le. Azonban a robotika által nyújtott aktív és passzív védelmi funkciókat nem szabályozzák sem keret, sem átfogó jelleggel. Ez így jogi értelemben egy fehér folt, amelyet a rendszerbe állítás előtt rendezni szükséges – ideértve a CBRN-szenzoros robot által gyűjtött mérési adatok hitelességének és döntéstámogatói felhasználásának kérdését is.

Szervezetileg a bevezetés az üzemeltető (ATOMIX Kft.) és a hivatásos katasztrófavédelmi szerv döntési kompetenciájába tartozna, az Országos Atomenergia Hivatal (OAH), mint a nukleáris energia biztonságos alkalmazásáért és felügyeletéért felelős független hatóság bevonásával.

Paksi Atomerőmű Hivatásos Üzemi Tűzoltóparancsnoksága név alatt, ami egészen 1994-ig, az ATOMIX Kft. megalakulásáig működött ebben a formában.

[37] Ld. bővebben a 3. sz. melléklet szerint.

A CERN példájából kiindulva a legcélszerűbb bevezetési stratégia egy kísérleti, pilot-program, amelynek keretében a szükséges hatósági eljárások elvégzése mellett a katasztrófavédelem, az OAH és az ATOMIX Kft. szakemberei megszerezhetik az eszköz rendszerbeállításához szükséges operatív tapasztalatot is.

Az alkalmazhatóság kapcsán jelenleg három konkrét paksi szcenárió kínálkozik. Az első és legkézenfekvőbb szcenárió egy rendszerhiba vagy üzemzavar utáni sugárfelderítési feladat. Ha ezek következtében emelkedik a sugárszint egy olyan területen, ami ember által nehezen megközelíthető vagy amelyben a sugárzás meghaladhatja egy ember általi beavatkozás esetén az elfogadható biztonsági szintet, a CERNquadbot típusú négylábú robot a sugárzásmérő szenzormodullal elvégzi az elsődleges helyszíni felderítést és méréseket, miközben 3D-s (pontfelhős) szennyezettségi térképet alkot a területről. Ez alapján a sugárvédelmi szakemberek pontosan meghatározhatják, hogy milyen további beavatkozások szükségesek, azokat – a mért adatok alapján – ember által milyen szintű személyi védelem alkalmazásával és mennyi idő alatt lehet elvégezni. Ez a szcenárió egyenes megfelelője a Dominion Surry Power Station-nél bevált gyakorlatnak.

A második lehetséges szcenárió a rutinszerű sugárzásvédelmi körök automatizálása. A PA Zrt. ellenőrzési területeit rendszeresen radiológiai monitorozásnak kell alávetni; ezek jelenleg sugárvédelmi technikusok által is végzett, időigényes és dóziskorlátozott feladatok. Egy autonóm négylábú robot viszont ugyanazokon a mérési pontokon ugyanazokban az időközökben, konzisztensen és a személyzet expozíciója nélkül képes ezt végrehajtani – pontosan úgy, ahogy a Dominion Energy esetében dokumentálták.

A harmadik szcenárió a Paks II. épülő blokkok beavatkozási tereinek megismerése. A Paksi Hivatásos Tűzoltóparancsnokság beavatkozó egységei és a PA Zrt. Létesítményi Tűzoltósága rendszeres (pl. szituációs begyakorló) gyakorlatokat tartanak (nem csak az atomerőmű, hanem) a Paks II. területén is. Egy CERNquadbot-hoz hasonló különleges képességekkel rendelkező négylábú robot mielőbbi rendszerbeállítása pedig lehetővé tenné a kárelhárításban résztvevők számára, hogy már az üzem (Paks II.) működésének megkezdése előtt kellő szintű tapasztalatot szerezzenek az eszköz hatékony használatáról és üzemeltetéséről [19].

3. KÖVETKEZTETÉSEK

A cikk végén a három hipotézis tükrében az alábbi következtetések vonhatók le. Az első hipotézis – a négylábú robotplatform műszakilag megalapozott, CBRN-szenzorral felszerelhető és speciális környezetben alkalmazható – egyértelműen megerősíthető: a CERN 2024. februári sikeres sugárvédelmi tesztje dokumentált bizonyíték arra, hogy a robot megbízhatóan navigált, sikeresen vette a terepi akadályokat és valós idejű adatokat kommunikált [1]. A sugárzásmérő modul az XT30-interfészen és a Jetson Nano rendszeren keresztül hardveresen és szoftveresen egyaránt integrálható, tömege pedig a platform kapacitásán belül marad.

A második hipotézis – a négylábú CBRN-robot biztonságosabb és pontosabb felderítést tesz lehetővé a hagyományos kézi mérésnél – a Dominion Surry atomerőmű pilot-program eredményei alapján szintén igazolható: a robot konzisztensebb adatokat szolgáltatott, kiváltotta a szakemberek sugárveszélyes területre lépését, és az autonóm módon ismételt ellenőrzések trendanalízist tettek lehetővé, amit a kézi mérés nem biztosít.

A harmadik hipotézis – a precedensértékű CERN-tapasztalat és a globális nukleáris robotikai alkalmazások alapján a PA Zrt. Létesítményi Tűzoltóságánál is indokolt a robotplatform bevezetés – szintén megalapozott; a megvalósítás jogi, szervezeti és képzési feltételeinek megteremtése azonban még egy megelőző feladategyüttes. A technológiai feltételek viszont adottak: a platform kereskedelmileg, viszonylag költséghatékonyan elérhető, a szenzorintegráció megvalósítható, a nukleáris ipari alkalmazások (Dominion Energy, Fukushima, Csernobil, Dounreay) példái pedig elegendő bizonyítékot nyújtanak a megbízhatóságra.

A cikk legfontosabb hozzájárulása az a szintetizáló érv, amely a CERNquadbot, a Spot nukleáris alkalmazásai és a PA Zrt. közötti összefüggésből rajzolódik ki: ezek nem egymástól független iparági kísérletek, hanem egy átfogó szemléletváltás megjelenési formái, amelynek lényege a robotplatform, mint a nukleáris biztonság aktív szereplője. A CERN a legfrissebb láncszemet adta ehhez: egy viszonylag olcsó, nyílt kereskedelmi platform szervezetspecifikus adaptációjával bizonyította, hogy a megközelítés nem igényel speciális, egyedi rendszert – elegendő egy jól megválasztott nyílt platform a megfelelő szenzorokkal és egy gondosan tervezett üzemi protokollal. Az, hogy a PA Zrt. Létesítményi Tűzoltóságánál jelenleg nincs rendszeresítve ilyen megoldás, kiemelkedő fejlesztési lehetőség. A CERN-nél bevált megközelítés, a nemzetközileg dokumentált nukleáris Spot-alkalmazások és a PA Zrt. strukturálisan hasonló kockázati profilja együttesen olyan megalapozott érvet alkotnak, amelyből levonható a cikk fő következtetése, mely szerint a négylábú, CBRN-képességű robot rendszeresítése a PA Zrt. Létesítményi Tűzoltóságánál időszerű, megvalósítható, és a nukleáris biztonság terén kézzelfogható előrelépést jelent.

4. MELLÉKLETEK

1. számú melléklet

A skóciai Dounreay nukleáris létesítménynél történt Spot-alkalmazás

A Dounreay nukleáris létesítmény volt Skócia első működő reaktora és egyben az Egyesült Királyság egykori legfontosabb gyorsreaktor-kutatási központja. A telephelyen három különböző célú reaktor működött: DMTR (Materials Test Reactor - 1958–1969), DFR (Dounreay Fast Reactor - 1959–1977), PFR (Prototype Fast Reactor - 1974–1994). Az üzemelés időszaka alatt viszont olyan nem kívánatos események is történtek, ami a telephely végső leállítását és az energiatermelésének végét jelentette, 1994-ben: az üzemanyag-újrafeldolgozás során ugyanis apró, homokszemnyi sugárzó anyagok kerültek a tengerbe a csatornarendszeren keresztül. A telephely így ma már nem termel áramot, viszont a technológiai sajátosságai miatt jelenleg is Európa egyik legösszetettebb nukleáris leszerelési projektje zajlik itt, több mint 1300 ember által, a Dounreay Division Nuclear Restoration Services (NRS) irányításában.

2. számú melléklet

A spanyolországi Santa María de Garoña atomerőműnél történt Spot-alkalmazás

A spanyolországi Santa María de Garoña atomerőmű leszereléséhez használt Spot Enterprise típusú robot egyedi fejlesztését az Alisys technológiai vállalat és a GDES (Grupo Dominguis Energy Services) energetikai vállalat közösen végezte, az Enresa spanyol hulladékkezelő állami vállalat részére. Az alkalmazás fő célja az ALARA-elv* betartása, azaz az emberi személyzet sugárterhelésének minimálisra csökkentése volt a veszélyes területeken végzett munka során. A robot elsődleges feladata az épület belső falainak, padlóinak és épületszerkezeti anyagainak sugárszennyezettségi mérése és feltérképezése, továbbá a radioaktív hulladékok (az El Cabril-i) hulladéktárolóba történő szállítása előtt azonosítása és osztályozása volt. A robot ezt a feladatot egy nagy pontosságú robotkarral felszerelve végezte el, amely képes volt különféle mérőműszerek használatára a belső helyiségekben. A robot értékelő-elemző szoftvere valós idejű adatokat szolgáltatott a mérési eredményekről, az izotópok típusáról és a sugárzás intenzitásáról. Az egész kommunikációt a felhő alapú kapcsolat tette lehetővé, melynek köszönhetően a robot LiDAR eszköze miatt 3D-s pontfelhő térképet is kaptak a kezelőszemélyzet tagjai a bejárt és vizsgált terület szennyezettségét illetően.

*ALARA: As Low As Reasonably Achievable, magyarul: olyan alacsonyan, amennyire az ésszerűen elérhető. Az ALARA-elv a sugárvédelem alapvető szabálya, amely szerint a sugárterhelést a gazdasági és társadalmi tényezők figyelembevételével az ésszerűen elérhető legalacsonyabb szinten kell tartani.

3. számú melléklet

A PA Zrt. 1991-es és 2003-as üzemzavarai

Az 1991. márciusi INES 2-es esemény (üzemzavar): Az 1-es blokk tervezett karbantartása során egy daru kezelési hibája miatt egy több tonnás fűtőelem-kazetta megdőlt, és beszorult a reaktortartály felső szerkezetébe. Az emberi mulasztás és technikai ellenőrzés hiánya miatti okokból kialakult hiba bár nem járt radioaktív anyag környezetbe kerülésével, és a személyzet sem szenvedett sugárterhelést, a helyreállítás mégis hetekig tartott, mivel a sérült elemet speciális, távvezérelt eszközökkel kellett kiszabadítani.

Az 2003. április 10-ei INES 3-as esemény (súlyos üzemzavar): A fűtőelemek felületén lerakódott magnetitréteget próbálták eltávolítani a 2-es blokk melletti tisztítótartályban. A tisztítás után a hűtés elégtelen volt, mivel a tisztítótartály kialakítása nem tette lehetővé a megfelelő természetes cirkulációt a hűtővíz szivattyúinak leállása után, aminek következtében a kazetták túlhevültek, a burkolatuk megrepedt, és a tartály felnyitásakor radioaktív gázok szabadultak fel. Összesen 30 darab üzemanyag-kazetta szenvedett súlyos sérülést. Minimális mennyiségű radioaktív nemesgáz jutott a környezetbe, de ez jóval a megengedett egészségügyi határérték alatt maradt. A lakosság nem volt veszélyben. Évekig tartott a helyreállítás, amit végül orosz mérnökök segítségével sikerült véghezvinni.

5. IRODALOMJEGYZÉK

[1] Introducing CERN's robodog. CERN News. [Online]. Elérhetőség: https://home.cern/news/news/engineering/introducing-cerns-robodog (2025.12.28.)

[2] McGreavy C. (CERN CEM csoport): CERNquadbot – fejlesztési háttér. CERN hivatalos sajtóanyag, 2024. február.

[3] CERN unleashes powerful robot-dog to inspect nuclear radiation zones. Interesting Engineering, 2024. február 6. [Online]. Elérhetőség: https://interestingengineering.com/innovation/cern-unleashes-powerful-robot-dog (2025.11.17.)

[4] O'Sullivan-Dale U., Robot dog performs radiation test at Large Hadron Collider. Robotics and Automation Magazine, 2024. február 13. [Online]. Elérhetőség: https://www.roboticsandautomationmagazine.co.uk/news/nuclear/robot-dog-performs-radiation-test-at-large-hadron-collider.html (2025.10.16.)

[5] A four-legged Robodog is patrolling the Large Hadron Collider. Popular Science, 2024. február 8. [Online]. Elérhetőség: https://www.popsci.com/technology/robodog-large-hadron-collider/ (2025.12.19.)

[6] Quach K., CERN training robot dogs to spot radiation hazards at LHC. The Register, 2024. február 8. [Online]. Elérhetőség: https://www.theregister.com/2024/02/08/cern_is_training_robot_dogs/ (2025.11.02.)

[7] Unitree Robotics Go1 EDU specifikáció. [Online]. Elérhetőség: https://shop.unitree.com/ (2025.12.18.)

[8] Spot in Fukushima Daiichi. Boston Dynamics Case Study. [Online]. Elérhetőség: https://bostondynamics.com/case-studies/spot-in-fukushima-daiichi/ (2026.04.03.)

[9] How to Gather Better Data and Reduce Dosage in Nuclear Facilities. Boston Dynamics Blog. [Online]. Elérhetőség: https://bostondynamics.com/blog/how-to-gather-better-data-and-reduce-dosage-in-nuclear-facilities/ (2025.11.13.)

[10] Dominion Energy – Boston Dynamics Spot Case Study. [Online]. Elérhetőség: https://bostondynamics.com/case-studies/dominion-energy/ (2025.08.31.)

[11] Boston Dynamics Spot is Helping Chernobyl Move Towards Safe Decommissioning. IEEE Spectrum, 2023. szeptember 22. [Online]. Elérhetőség: https://spectrum.ieee.org/boston-dynamics-spot-chernobyl (2025.10.24.)

[12] Malayil J., Robot dog to sniff out radiation at Spain's defunct nuclear facility. Interesting Engineering, 2025. június 24. [Online]. Elérhetőség: https://interestingengineering.com/innovation/boston-dynamics-spot-nuclear-cleanup-spain (2025.09.22.)

[13] Data Collection in Nuclear Environments. Boston Dynamics Blog. [Online]. Elérhetőség: https://bostondynamics.com/blog/data-collection-sensing-in-nuclear-environments/ (2025.12.01.)

[14] FORKEL, D., CERVERA, E., MARÍN, R., MATHESON, E., DI CASTRO, M. Mobile Robots for Teleoperated Radiation Protection Tasks in the Super Proton Synchrotron, Towards Autonomous Robotic Systems. Springer, 2023. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-48303-5_4

[15] The Rise of the Radiation Protection Robots. CERN Knowledge Transfer. [Online]. Elérhetőség: https://kt.cern/news/news/spotlight-series/rise-radiation-protection-robots (2026.02.20.)

[16] Radiation Protection and Monitoring. CERN Knowledge Transfer. [Online]. Elérhetőség: https://kt.cern/competences/radiation-protection-and-monitoring (2026.02.20.)

[17] Meet the CERN Robots. CERN News. [Online]. Elérhetőség: https://home.cern/news/news/engineering/meet-cern-robots (2026.02.20.)

[18] ATOMIX Kft. – Biztonsági Üzletág. [Online]. Elérhetőség: https://atomix.mvm.hu/hu-HU/Bemutatkozas/Tevekenyseg/BiztonsagiUzletag (2026.02.14.)

[19] Paks II. – Szituációs gyakorlatot tartott a tűzoltóság. Paks-Press Hírügynökség, 2024. június. [Online]. Elérhetőség: https://pakspress.hu/paks-ii-szituacios-gyakorlatot-tartott-a-tuzoltosag/ (2025.12.09.)

[20] Reassessing CBRN Threats in a Changing Global Environment. SIPRI Research Report. Stockholm: Stockholm International Peace Research Institute, 2019.

[21] AJAYKUMAR S. Emerging Technologies in the Development and Delivery of CBRN Threats, Observer Research Foundation Issue Brief No. 768, 2024. december.

[22] Thirty-nine Years after Chornobyl – How is WHO Helping Member States Strengthen Health Security against CBRN Threats? WHO/Europe, 2025. április 30. [Online]. Elérhetőség: https://www.who.int/europe/news/item/30-04-2025 (2025.11.20.)

[23] CBRN Defense Market Outlook (2024–2030). iCrowdNewswire, 2025. május. [Online]. Elérhetőség: https://icrowdnewswire.com/2025/05/22/cbrn-defense-market-outlook-2024-2030/ (2025.09.28.)

[24] MVM Paksi Atomerőmű Zrt. Wikipedia. [Online]. Elérhetőség: https://hu.wikipedia.org/wiki/MVM_Paksi_Atomerőmű (2025.10.15.)

[25] Introducing Unitree Go1 – The World's First Intelligence Bionic Quadruped Robot Companion of Consumer Level. [Online]. Elérhetőség: https://www.unitree.com/go1 (2025.12.18.)

[26] DI CASTRO, M. Robotic Solutions for Inspection and Remote Maintenance at CERN, Big Science Sweden Technical Workshop on Remote Handling, 2020. október 22. [Online]. Elérhetőség: https://www.bigsciencesweden.se/media/m13hugk5/robotics-and-automation-at-cern-by-mario-de-castro.pdf (2025.10.11.)

[27] Robodog doing radiation measurements. CERN Document Server [Online]. Elérhetőség: https://cds.cern.ch/record/2882391 (2026.04.12.)

[28] Aerial view of CERN. [Online]. Elérhetőség: https://supernova.eso.org/exhibition/images/cern-aerial-cc/ (2026.04.08.)

[29] Unitree Official Website [Online]. Elérhetőség: https://shop.unitree.com/ (2026.04.11.)

[30] Boston Dynamics Expands Global Sales of Spot® Robot. [Online]. Elérhetőség: https://bostondynamics.com/news/boston-dynamics-expands-global-sales-of-spot-robot/ (2026.04.07.)

[31] Kromek Security & Defence Products. [Online]. Elérhetőség: https://www.kromek.com/news/kromek-wins-two-contracts-totalling-1-5m-for-nuclear-security-products/ (2026.04.17.)

[32] Direct Industry [Online]. Elérhetőség: https://www.directindustry.com/prod/ion-science-global/product-223218-2716465.html (2026.04.17.)

Védelem Tudomány 11. évfolyam 3. szám, 2026 DOI: 10.61790/vt.2026.24668

Az összehangolt védelmi tevékenységre vonatkozó szabályrendszer vizsgálata, valamint a szabályozás gyakorlati megvalósulásának bemutatása

An examination of the regulatory framework governing coordinated defence activity, and a presentation of how these regulations are implemented in practice

Dr. László Viktória tű. százados
Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Rendészettudományi Kar, Katasztrófavédelmi Intézet
Katasztrófavédelmi Műveleti Tanszék
adjunktus
E-mail: laszlo.viktoria@uni-nke.hu
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2895-1719

Absztrakt:

A védelmi és biztonsági szabályozási reform során megtörtént a védelem és biztonság területét érintő legfontosabb szabályanyag felülvizsgálata, átdolgozása, valamint új szabályrendszer kidolgozására is sor került. A reform egyik alapvető mérföldkövének tekinthető az ágazatokon átívelő keretszabályozás alapjait megteremtő törvény, a védelmi és biztonsági tevékenységek összehangolásáról szóló 2021. évi XCIII. törvény, amelynek egyik legjelentősebb újítása egy új jogintézmény, az összehangolt védelmi tevékenység (ÖVT) szabályozásának megteremtése volt. A szerző ebben a publikációban vizsgálja az ÖVT szabályrendszerének kidolgozásával elérendő jogalkotói célokat, a kidolgozást szükségessé tevő tényezőket, valamint az új szabályozás kimunkálása során megfigyelhető szemléletmódot. Bemutatja az új jogintézmény alapvető rendeltetését, legfontosabb jellemzőit, az ÖVT-re vonatkozó egyes rendelkezéseket, továbbá annak elrendelését követően a Kormányt megillető jogokat, kötelezettségeket. Kiemelt hangsúlyt fektet az ÖVT szabályrendszerének gyakorlati megvalósulására az összehangolt védelmi tevékenység elrendeléséről szóló Korm.rendeletek vizsgálatán keresztül, továbbá ráirányítja a figyelmet a szabályozás 2026. január 1-jén hatályba lépett változására is. Célja, hogy rámutasson a megválaszolást és ezáltal a szabályrendszer továbbfejlesztését igénylő kérdésekre, valamint a részletszabályokat tartalmazó végrehajtási rendelet megalkotásának szükségességére.

Kulcsszavak: védelmi és biztonsági szabályozási reform, 2021. évi XCIII. törvény, összehangolt védelmi tevékenység, összkormányzati koordináció, válságkezelés

Abstract:

As part of the defence and security regulatory reform, the most important body of legislation in the field was reviewed and revised, and a new regulatory framework was also developed. A key milestone of the reform is Act XCIII of 2021 on the Coordination of Defence and Security Activities, which lays the foundations for a cross-sectoral regulatory framework; one of its most significant innovations is the establishment of a new legal institution: the regulation of coordinated defence activity (CDA). In this publication, the author examines the legislative objectives to be achieved through the development of the regulatory framework for CDA, the factors necessitating its development, and the approach evident during the drafting of the new legislation. She outlines the purpose of this new legal institution, its key characteristics, the specific provisions relating to the CDA, and the Government's rights and obligations following its implementation. She places particular emphasis on the practical implementation of the CDA regulatory framework by examining the Government Decrees on the ordering of coordinated defence activity. Also, she draws attention to the amendments to the regulations that came into force on 1 January 2026. She aims to highlight issues that require clarification and, consequently, further development of the regulatory framework, as well as the need to draft an implementing regulation setting out the detailed rules.

Keywords: defence and security regulatory reform, Act XCIII of 2021, coordinated defence activitiy, whole-of-government coordination, crisis management

1. BEVEZETÉS

A védelmi és biztonsági szabályozási reform keretében került sor az Alaptörvény kilencedik módosítását követően a védelmi és biztonsági tevékenységek összehangolásáról szóló 2021. évi XCIII. törvény (Vbö.) kimunkálására, majd 2021. június 25-én annak kihirdetésére, amely – a felülvizsgált és átdolgozott egyéb alkotmányos, törvényi és rendeleti szabályanyaggal együtt – 2022. november 1-jén lépett hatályba. A Vbö. teljesen új megközelítéssel és szemléletmóddal, ágazatokon átívelő keretjogszabályként *„a védelmi és biztonsági szféra teljes spektrumára kiterjedően a „legkisebb közös többszörös" funkcióját betöltő szabályrendszer kereteit teremti meg…. egységes szabályozási keretet biztosít valamennyi ágazatra kiterjedően, a védelem és biztonság szavatolásának valamennyi szegmensét érintve, az alkotmányos szabályozás alatti legmagasabb jogszabályi szinten" [1, pp. 88-89.]*. Egyfajta *„minialkotmány"-nak* tekinthető [2, p. 13.], amelynek megalkotásával a jogalkotó legfőbb célkitűzése a biztonság megerősítése érdekében a normál jogrendi válságkezelés és a különleges jogrendi működés hatékonyabbá tétele volt. A Vbö. számos újítása közül az egyik legkiemelkedőbbnek tekinthető az összehangolt védelmi tevékenység (ÖVT), mint új jogintézmény szabályozásának rögzítése. Kiemelt szerepét mutatja, hogy a törvényalkotó a Vbö.-ben önálló fejezetben rögzítette a vonatkozó rendelkezéseket [3, 74-76. §]. Az ÖVT alapvető jelentőségét támasztja alá, hogy a jogalkotó által a Vbö. rendelkezéseinek kidolgozásánál megjelenő szemléletmód és a törvény megalkotása során kitűzött számos cél megjelenik ezen új jogintézmény szabályozásában. Az ÖVT-re vonatkozó rendelkezések átfogó megközelítéssel, az összkormányzati szemlélet mentén kerültek kidolgozásra, amelyeknek a célja – a normál jogrendi válságkezelés hatékonyabbá tétele érdekében – az összkormányzati válságkezelés megerősítése volt, figyelemmel a fokozatosság elvére.

2. AZ ÖVT SZABÁLYOZÁSÁNAK VIZSGÁLATA

Az ÖVT-re vonatkozó szabályanyag kidolgozásának szükségességét támasztotta alá, hogy a védelmi és biztonsági szabályozási reformot megelőzően – az átdolgozott szabályrendszer 2022. november 1-jei hatályba lépéséig – a védelem és biztonság területén a hazai szabályozás élesen elkülönítette a normál jogrendi és a különleges jogrendi működést. A biztonsági környezetnek az elmúlt évtizedben bekövetkezett változásai, továbbá a magyarországi válságkezelés tapasztalatai azonban rámutattak arra, hogy a hatékonyság növelése érdekében elengedhetetlen a fokozatosság elvének szem előtt tartásával sajátos „hibrid megoldások" alkalmazása, „hidak" építése. Ilyen „híd" szerepét tölti be a normál jogrendi és a különleges jogrendi válságkezelés közötti éles elhatárolás felszámolása érdekében az ÖVT, hiszen normál jogrendi működés mellett valósul meg, ugyanakkor a különleges jogrend egyes sajátosságait is magán viseli. Ennek az új szabályozási megoldásnak a megteremtésével – az azonnali reagálást igénylő, honvédelmi és rendészeti típusú, ágazati törvényekben szabályozott válsághelyzetek kivételével – egy konkrét rendkívüli helyzet kezelése a fokozatosság elvét követve három válságkezelési állomáson keresztül valósulhat meg.

Normál jogrendi működés mellett ágazati válságkezeléssel, normál jogrendi működés mellett összkormányzati válságkezeléssel (ÖVT), továbbá különleges jogrendi működés mellett, szintén összkormányzati válságkezeléssel [1, pp. 105-106.]. Fontos megemlíteni, hogy az Alaptörvény tizenötödik módosításával összefüggésben sor került a Vbö. módosítására is, a megváltozott rendelkezések 2026. január 1-jén léptek hatályba. Ezen változások között a Vbö. 74. §-a egy új, (5) bekezdéssel egészült ki [4, 26. §], amely rögzíti, hogy ÖVT különleges jogrend idején is elrendelhető, amennyiben az elrendelés feltételei fennállnak. A törvény indokolása csupán annyit tartalmaz az új rendelkezés kapcsán, hogy ezáltal a jogalkotó egyértelművé tette azt, hogy az ÖVT elrendelésének a különleges jogrend egyidejű fennállása nem képezi akadályát [5]. Kádár Pál szerint az egyes kihívások nyomán célhoz kötötten megjelenő intézkedéseknek jól elkülöníthetőnek kell maradniuk, az egyes válsághelyzetek kezelésének jogalapját egyaránt biztosítani szükséges [6, p. 15.].

Az összehangolt védelmi tevékenységet a Kormány jogosult rendeletben elrendelni abban az esetben, ha olyan súlyos vagy elhúzódó védelmi és biztonsági esemény következik be, amelynek kezelése több védelmi és biztonsági szervezet, illetve közigazgatási szerv hatáskörét együttesen érinti, valamint a Vbö.-ben az ÖVT esetére megállapított vagy a NATO Válságreagálási Rendszerében meghatározott intézkedések alkalmazása válik szükségessé. A vonatkozó rendelkezések teljeskörű megértése érdekében indokolt a Vbö-ben megjelenő, az ÖVT elrendelésének is feltételeit képező, új fogalmak értelmezése. A „védelmi és biztonsági esemény" fogalmát a Vbö. vezette be, rögzítve azt az értelmező rendelkezések között. A Vbö. 5. § 15. pontjában meghatározott definíciót a jogalkotó honvédelmi, katasztrófavédelmi, valamint rendészeti típusú események felsorolásával határozta meg, melyek a következők:

- törvényben meghatározott ágazati üzemzavar, válsághelyzet vagy különleges jogrendnek nem minősülő veszélyhelyzet, illetve a lakosság ellátását, annak biztonságát vagy folytonosságát érintő súlyos esemény;
- katasztrófa vagy annak veszélye;
- az államhatár rendjét és annak megóvását érintő súlyos esemény;
- a törvényes rendet, a közrendet és közbiztonságot súlyosan fenyegető esemény;
- az államműködés folytonosságát sértő vagy veszélyeztető súlyos esemény;
- Magyarországot jelentősen érintő katonai fenyegetés;
- szövetségesi kötelezettség teljesítésére okot adó esemény, vagy
- terrortámadás bekövetkezése, illetve annak jelentős veszélye;
- kiberbiztonsági válsághelyzet.

A fenti felsorolás alapján megállapítható, hogy a törvényalkotó átfogó megközelítéssel, általános módon, ágazatokon átívelő jelleggel, a rugalmas alkalmazhatóságot biztosítva alkotta meg a fogalmat, lehetővé téve a jelenleg még ismeretlen, biztonságot veszélyeztető új eseményekkel szembeni fellépést is [1, p. 98.]. A Vbö.-ben megjelenő másik, korábban nem létezett kulcsfogalom a „védelmi és biztonsági szervezetek" definíciója, amelyet a jogalkotó ugyancsak az értelmező rendelkezések között – a Vbö. 5. § 18. pontjában –, szintén felsorolás alkalmazásának módszerével határozott meg. Védelmi és biztonsági szervezetek az alábbiak: a Honvédség, a rendvédelmi szervek, a nemzetbiztonsági szolgálatok, valamint az Országgyűlési Őrség. A fentiek alapján látható, hogy ezen szervezetek közé – az Országgyűlési Őrség kivételével – Magyarország védelem és biztonság szavatolásának elsődleges felelősei tartoznak.

Az ÖVT elrendelése szempontjából lényeges definíciók értelmezését követően megállapítható, hogy ennek az új jogintézménynek a bevezetésére a törvényalkotó abban az esetben biztosít lehetőséget, amennyiben a fenti események valamelyike Magyarországon olyan módon vagy mértékben válik súlyossá vagy húzódik el, amely ágazatokon átívelő fellépést és meghatározott – a Vbö.-ben rögzített, ÖVT keretében bevezethető, vagy a NATO Válságreagálási Rendszerében meghatározott – intézkedések bevezetését teszi szükségessé. A Kormány nemcsak az ÖVT elrendeléséről köteles rendeleti formában dönteni, hanem az irányítása alá tartozó állami szervek ezzel összefüggő konkrét együttműködésének részletes szabályairól is. Az összkormányzati koordináció központi szintű felelőse a Kormány erre kijelölt tagja vagy a Kormány ügydöntő jogkörrel rendelkező, erre kijelölt szerve, aki/amely ezt a feladatát a Védelmi Igazgatási Hivatallal együttműködve köteles ellátni. A törvény tételesen felsorolja a kijelölt miniszter/ kormányzati szerv feladatait: köteles összehangolni az ÖVT-vel kapcsolatos döntés-előkészítést, a kormányzati kommunikációs feladatokat, a műveletek irányítását, valamint a Kormány által bevezetett intézkedések végrehajtását. A kijelölt személy/szerv feladatellátása során javaslattételi joggal rendelkezik. Javaslatot tehet a Kormánynak a szükséges intézkedések bevezetésére, valamint további védelmi és biztonsági erők bevonására.

Ugyanakkor azonnali jelentéstételi kötelezettséget is telepít a jogalkotó a kijelölt miniszterhez/szervhez, ugyanis, ha megítélése alapján a válsághelyzet hatékony kezelése indokolttá teszi a különleges jogrend kihirdetését, köteles erről a Kormánynak azonnal jelenteni.

2.1. Az ÖVT elrendelését követően a Kormányt megillető jogosultságok

2.1.1. Meghatározott intézkedések bevezetése

A Kormány a NATO Válságreagálási Rendszerében meghatározott intézkedéseken kívül a Vbö-ben rögzített intézkedéseket is bevezethet. Az elrendelhető intézkedésekkel összefüggésben megállapítható, *„hogy azokat a jogalkotó az átfogó megközelítés követelményének megfelelően, általános megfogalmazásban, a lehető legszélesebb szabályozási területet lefedve, rugalmasan állapította meg…….. A konkrétan megfogalmazott intézkedéseken kívül nyitott végű szabályozási megoldást alkalmazva rögzített egy „egyéb intézkedés" kategóriát is. Ennek elrendelését azonban szigorú feltételekhez kötötte." [1, p. 103.].*
A Vbö-ben rögzített, Kormány által bevezethető intézkedések a következők:

- egyes útvonalakon a közlekedés időszakos korlátozása;
- az államhatár rendjének fokozott ellenőrzése;
- az államhatáron történő átlépés fokozott ellenőrzése, illetve időszakos korlátozása;
- az ország egyes területeit érintő személyforgalom és szállítási tevékenység korlátozása;
- egyes – az ÖVT elrendelésére okot adó esemény jellegével összefüggő – intézmény, létesítmény, rendezvény látogatásának és szervezésének korlátozása;
- a kijelölt közterületek és intézmények biztonságának fokozását szolgáló megközelítés-korlátozási, ellenőrzési és védelmi rendszabályok alkalmazása;
- az ÖVT elrendelésére okot adó eseményekhez kapcsolódó, különösen veszélyes személyek elfogása tekintetében a védelmi és biztonsági szervek erre kijelölt erőinek közös igénybevétele;
- a köznevelésre, felsőoktatásra, szakképzésre és felnőttképzésre vonatkozó kiegészítő szabályok alkalmazása;
- a fentiekben nem szereplő egyéb, törvényben meghatározott, ÖVT-t megalapozó esemény kezelésével, felszámolásával, továbbá káros hatásainak megelőzésével, illetve elhárításával közvetlenül összefüggő – alapjogot nem korlátozó – intézkedés.

Figyelemmel arra, hogy normál jogrendi megnövekedett hatalomgyakorlás történik, a jogalkotó a Kormány által bevezethető intézkedésekkel szemben hármas követelményt – a célhoz kötöttség, a szükségesség és az arányosság követelménye – támasztott, amelyek a megnövekedett hatalom ellensúlyozására szolgálnak. Ennek alapján, az intézkedésnek az eseménykezeléssel közvetlenül összefüggőnek, ahhoz elengedhetetlenül szükséges mértékűnek és az elérendő céllal – az adott esemény kezelésével, felszámolásával, káros hatásainak megelőzésével, elhárításával – arányosnak kell lennie. Az intézkedések bevezetését szintén szigorú feltételekhez kötötte a jogalkotó, ugyanis a Kormánynak kizárólag a körülményekhez igazodó módon, az ország meghatározott földrajzi területére, meghatározott időre, de legfeljebb három hónapra van lehetősége olyan intézkedések elrendelésére, amelyek alapjogot nem korlátozhatnak.

2.1.2. Meghatározott intézkedések hatályának meghosszabbítása

A Kormány bevezetett intézkedéseinek a hatályát jogosult szükség szerinti alkalommal három hónappal meghosszabbítani.

2.1.3. Honvédség közreműködésének elrendelése

A Vbö.-ben meghatározott intézkedések hatékonyabb végrehajtása érdekében a Kormánynak joga van elrendelni a Honvédség közreműködését a kapcsolódó rendőrségi feladatok ellátásában.

2.1.4. Egyedi hatásköri és illetékességi szabályok megállapítása ideiglenes jelleggel

A vonatkozó rendelkezések között a jogalkotó azt is meghatározta, hogy az ÖVT elrendeléséről szóló rendeletével a Kormány – a hatékony válságkezelés érdekében – jogosult ideiglenes jelleggel egyedi hatásköri és illetékességi szabályokat megállapítani az irányítása alatt álló központi államigazgatási szervek tekintetében. Ezt a jogosultságát azonban csak a törvény által meghatározott keretek között gyakorolhatja, ugyanis az egyedi hatásköri és illetékességi szabályok nem veszélyeztethetik az érintett központi államigazgatási szerv alapfeladatainak ellátását, továbbá a közfeladat megfelelő, hatékony és szakszerű ellátását.

2.2. Az ÖVT elrendelését követően a Kormányt terhelő kötelezettségek

2.2.1. A konkrét együttműködés részletszabályainak megállapítása

A Kormány köteles az ÖVT elrendeléséről szóló rendeletében az irányítása alá tartozó állami szervek ezzel összefüggő konkrét együttműködésének részletes szabályait meghatározni.

2.2.2. Tájékoztatási kötelezettség

A Kormányt két irányú tájékoztatási kötelezettség is terheli. Egyrészt köteles tájékoztatni a köztársasági elnököt és az Országgyűlés illetékes bizottságát az ÖVT elrendeléséről, annak okairól, tervezett főbb döntéseiről, valamint, ha az általa bevezetett intézkedések hatályát meghosszabbítja, a meghosszabbítás okairól. Ez a széleskörű kötelezettség a köztársasági elnök és az Országgyűlés kontrollszerepét hivatott erősíteni a Kormány megnövekedett hatalmának ellentételezéseként. Másrészt az ÖVT elrendeléséről a lakosságot késlekedés nélkül, azonnali hatállyal tájékoztatnia szükséges, továbbá gondoskodnia kell arról is, hogy a lakosság tájékoztatása folyamatosan megvalósuljon.

2.2.3. Az elrendelt intézkedések negatív hatásait ellensúlyozó intézkedések megtételének kötelezettsége

A Kormány kötelezettségei közé tartozik továbbá, hogy a lakosság ellátása és az esetleges károk enyhítése érdekében meg kell tennie minden lehetséges intézkedést, hogy az általa elrendelt intézkedések negatív következményeit ellensúlyozza.

3. AZ ÖVT SZABÁLYRENDSZER GYAKORLATA: AZ ÖVT ELRENDELÉSEK

A Vbö. – és ezáltal az ÖVT-re vonatkozó rendelkezések – 2022. november 1-jei hatálybalépését követően eltelt időszakban összesen négy alkalommal került sor az összehangolt védelmi tevékenység elrendelésére.

3.1. A 2024-es árhullám

Elsőként a Kormány 2024. szeptember 17-én rendelte el Magyarország egész területére az ÖVT-t a súlyos és elhúzódó árhullám elleni összehangolt védekezés céljából. Ennek oka az volt, hogy 2024 szeptemberében elsősorban a Rába és a Lajta vízgyűjtőjében voltak jelentős esőzések, majd a Boris ciklon hatására több napon keresztül jelentős mennyiségű csapadék hullott a Duna felső vízgyűjtőjén, továbbá Magyarország területén is.

Mindezek együttes hatására a Lajtán, majd a Dunán levonuló árvíz szükségessé tette hazánkban az összehangolt védekezést. Az ÖVT irányítására a Kormány a katasztrófák elleni védekezésért felelős minisztert jelölte ki. Rögzítette azt is a vonatkozó Korm.rendelet, hogy a kijelölt miniszter tevékenységét a Katasztrófavédelmi Koordinációs Tárcaközi Bizottság (KKB) bázisán operatív törzs segíti [7], [8].

3.2. A 2025-ös állatjárvány

A következő alkalommal az ÖVT elrendelésére a Nyugat-Dunántúlon 2025. tavaszán megjelent súlyos állatjárvány miatt került sor. A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal laboratóriuma 2025. márciusában és áprilisában Győr-Moson-Sopron vármegyében több szarvasmarha telepen is azonosította a ragadós száj- és körömfájás vírusát. Ez egy rendkívül fertőző, elsősorban párosujjú patás állatokat érintő vírusos betegség, amely ugyan emberekre ritkán terjed át, de az állatállományban azáltal, hogy a betegség nem kezelhető és az érintett állomány felszámolását és egyéb intézkedéseket tesz szükségessé, rendkívül súlyos gazdasági károkat okoz [9], [10], [11], [12]. A fenti események hatására a Kormány 2025. április 4-én elrendelte az ÖVT-t a nagy gazdasági kárt okozó járványos állatbetegség elleni védekezés összehangolása érdekében. Az ÖVT elrendelésére ezúttal is az ország egész területén került sor. Az ÖVT irányítására a Kormány a katasztrófák elleni védekezésért felelős minisztert jelölte ki azzal, hogy a munkáját segítő, a Belügyminisztérium által működtetett operatív törzset a katasztrófák elleni védekezésért felelős miniszter az élelmiszerlánc-felügyeletért felelős miniszter társelnökletével vezeti. Az operatív törzs a KKB bázisán működött. Fontos megjegyezni, hogy a Kormány április 04-én hatályba lépett rendeletét június 06-tól oly módon módosította, hogy az ÖVT irányítására az élelmiszerlánc-felügyeletért felelős minisztert jelölte ki, továbbá az operatív törzsre vonatkozó valamennyi rendelkezést hatályon kívül helyezte [13], [14].

3.3. A 2026-os magyar energiabiztonságot ért fenyegetések

A Kormány ezt követően – harmadik alkalommal – 2026. február 25-én rendelte el az ÖVT-t Magyarország egész területére a magyar energiabiztonságot ért fenyegetésekre tekintettel, a magyar energiahálózat védelme érdekében. A Barátság kőolajvezetéket 2026. január 27-én ért orosz bombatámadás következtében a Magyarországra érkező kőolajszállítás leállt, és közel három hónap elteltével – április 23-án – indult újra. A kieső import pótlása kihívások elé állította a Kormányt. A Mol a Barátság kőolajvezetéken kieső behozatalt a Horvátországon keresztül vezető Adria-vezetéken, valamint a stratégiai készletekből pótolta. Mindezek következtében került sor az ÖVT elrendelésére, melynek irányítására a Kormány a honvédelmi minisztert jelölte ki. A Korm. rendelet rögzítette, hogy a honvédelmi miniszter tevékenységét egy általa vezetett és a Honvédelmi Minisztérium által működtetett koordinációs testület segíti, melynek tagja a honvédelmi miniszter, a belügyminiszter, az energiaügyi miniszter, a Miniszterelnöki Kabinetirodát vezető miniszter, valamint a miniszterelnök nemzetbiztonsági főtanácsadója. A jogszabály meghatározta továbbá, hogy a Magyar Honvédség köteles fegyverhasználati joggal ellátandó feladatként ellátni a koordinációs testület által védelemre kijelölt energetikai létesítmények és energiahálózati elemek őrzésével és védelmével kapcsolatos feladatokat [15], [16].

3.4. A 2026-os Magyarországra érkező hőhullám miatt kialakuló extrém hőség

A negyedik esetben 2026. június 25-én történt meg az ÖVT elrendelése a Magyarországra érkező hőhullám miatt kialakuló extrém hőség következtében. A rendkívüli időjárási körülményekre figyelemmel a Kormány célja ez utóbbi esetben az ország működőképességének fenntartása, valamint a lakosság védelmének megfelelő ellátása és tájékoztatásának biztosítása volt.

Az ország egész területére elrendelt ÖVT irányítására a Korm.rendelet a miniszterelnököt jelölte ki, akit feladatai ellátásában egy testület, az összkormányzati koordinációs tevékenységet megvalósító Koordinációs Testület segítette a Védelmi Igazgatási Hivatal által működtetett nemzeti eseménykezelő központ támogatásával. A Koordinációs Testület tagjait is nevesítette a jogszabály, amelyek a következők voltak: a belügyminiszter, az egészségügyi miniszter, a gazdasági és energetikai miniszter, a honvédelmi miniszter, a közlekedési és beruházási miniszter, a miniszterelnök nemzetbiztonsági főtanácsadója. Ezentúl a Korm.rendelet a területi védelmi bizottságok (TVB) vonatkozásában is rögzített rendelkezéseket. Meghatározta, hogy a TVB általános elnökhelyettesének – a kormányhivatal főigazgatójának – akadályoztatása esetén a bizottság elnökének hatáskörébe utalt feladatokat a TVB egyik szakmai helyettese, a katasztrófavédelmi elnökhelyettes látja el, aki az így meghozott intézkedéseiről az akadályoztatás megszűnését követően haladéktalanul köteles tájékoztatni a főigazgatót [17], [18], [19], [20].

Az eltelt szűk két évben elrendelt összehangolt védelmi tevékenységre vonatkozó legfontosabb rendelkezéseket az 1. számú táblázat szemlélteti.

Elrendelést megalapozó esemény	**Elrendelés ideje**	**Elrendelés célja**	**Összkormányzati koordináció irányításának jogosultja**	**Irányítás támogatását ellátó testület**
árvízveszély	2024. 09. 17.	súlyos és elhúzódó árhullám elleni összehangolt védekezés	katasztrófák elleni védekezésért felelős miniszter	operatív törzs a KKB bázisán (összetétel nincs meghatározva)
ragadós száj-és körömfájás	2025. 04. 04.	nagy gazdasági kárt okozó járványos állatbetegség elleni védekezés összehangolása	katasztrófák elleni védekezésért felelős miniszter, majd: élelmiszerlánc-felügyeletért felelős miniszter	operatív törzs a KKB bázisán (összetétel nincs meghatározva) később: nincs
Barátság kőolajvezeték leállása	2026. 02. 25.	magyar energiahálózat védelme	honvédelmi miniszter	koordinációs testület (összetétel meghatározva)
extrém magas hőmérséklet	2026. 06. 25.	az ország működőképességének fenntartása, a lakosság védelmének megfelelő ellátása és tájékoztatásának biztosítása	miniszterelnök	koordinációs testület (összetétel meghatározva)

1. táblázat: Az elmúlt időszakban elrendelt ÖVT eseteinek összefoglalása (készítette a szerző)

Az összehangolt védelmi tevékenység elrendeléséről szóló Korm. rendeletek elemzése alapján megállapítható, hogy az ÖVT szabályrendszerének hatályba lépése óta eltelt időszakban – 2024-től 2026 nyaráig – összesen négy esetben került sor az ÖVT elrendelésére az ország egész területén, minden alkalommal más-más típusú esemény hatékony kezelése érdekében.

A Korm.rendeletek alapvetően rövidek, tömörek, nem tartalmazzák a Vbö. vonatkozó rendelkezése ellenére a Kormány irányítása alá tartozó állami szervek konkrét együttműködésének részletes szabályait. Továbbá, a Kormány egyetlen esetben sem élt a Vbö-ben rögzített azzal a lehetőségével sem, hogy az irányítása alatt álló központi államigazgatási szervek számára ideiglenesen egyedi hatásköri és illetékességi szabályokat állapítson meg. Az elrendelések alapjául szolgáló események és az ÖVT elrendelésével elérendő célok ismeretében az összkormányzati koordináció irányítására kijelölt kormánytagok kiválasztása szintén kérdéseket vet fel. A fenti Korm. rendeletek azonban tartalmaznak olyan rendelkezéseket is, amelyekre a Vbö. nem ad felhatalmazást, amely az ÖVT-re vonatkozó szabályrendszerből hiányzik. Ide sorolhatók az ÖVT irányítására kijelölt kormánytagot segítő, a Korm.rendeletekkel ad hoc módon felállított testületekre vonatkozó rendelkezések, a magyar energiahálózat védelme érdekében elrendelt ÖVT esetében a Magyar Honvédséghez telepített feladatok, valamint az extrém hőség miatt történt elrendelés esetén a területi védelmi bizottságokra vonatkozó szabályok.

4. KÖVETKEZTETÉS

A védelmi és biztonsági szabályozási reform keretében kidolgozott ágazatokon átívelő keretjogszabály, a Vbö. egyik legjelentősebb újítása az összehangolt védelmi tevékenység jogintézményének a megalkotása volt. Az ÖVT szabályrendszere a megváltozott biztonsági környezethez igazodó módon összekapcsolja a reformot megelőzően élesen elkülönült normál és különleges jogrendi válságkezelést biztosító szabályozást a fokozatosság elvének megfelelően. Az ÖVT a normál jogrendi válságkezelés hatékonyságának fokozására szolgál, normál jogrendi működés mellett valósul meg, azonban egyes elemeiben a különleges jogrendi működéssel hasonlatos jellemzőket mutat. Sajátossága révén az olyan, összkormányzati koordinációt igénylő események hatékony kezelésére hivatott, amelyek esetében – illetve a konkrét események egyes fázisaiban – elkerülhető a különleges jogrend kihirdetése. A Vbö. hatályba lépése óta eltelt időszakban négy alkalommal került sor az ÖVT elrendelésére, továbbá, egy ízben a vonatkozó szabályozásban történt változás. Az ÖVT-re vonatkozó, törvényi szinten – Vbö-ben – meghatározott szabályozás 2026. január 1-jén kiegészült azzal a rendelkezéssel, amely szerint az ÖVT különleges jogrend idején is elrendelhető. Ez utóbbi kiegészítés számos kérdés – a normál és a különleges jogrendi működés mellett egyidejűleg megvalósuló két különböző válságkezelés esetén az érintett szervek, szervezetek feladatainak, együttműködésének, vezetési-irányítási rendszerének, az összkormányzati koordináció megvalósulásának – részletes szakmai megvitatását, tisztázását teszi indokolttá. Az ilyen módon, egységes megközelítéssel és szemlélettel kimunkált legfontosabb részletszabályokat ezt követően célszerű lenne az ÖVT szabályozásának végrehajtását meghatározó jogszabályi keretek között rögzíteni. A szabályrendszer gyakorlati megvalósulásának – az ÖVT elrendelésére vonatkozó Korm.rendeletek rendelkezéseinek elemzésére támaszkodó – vizsgálata alapján megállapítható, hogy a Vbö-ben rögzített szabályanyag egyes rendelkezései nem jelentek meg az ÖVT elrendelései során, míg a Vbö-ben nem szabályozott bizonyos kérdésekben, a szabályanyagon túlterjeszkedve ad hoc szabályozási megoldások figyelhetők meg. Mindezek a hiányosságok, valamint az egyes esetekben alkalmazott egyedi megoldások – több más szemponttal együtt [1, pp. 101-106.] – szintén megerősítik azt a normál jogrendi válságkezelés hatékonyságának növelésére szolgáló igényt, hogy az összehangolt védelmi tevékenység szabályozása tekintetében elengedhetetlennek mutatkozik egy, a Vbö. rendelkezéseit részletező végrehajtási rendelet megalkotása.

5. IRODALOMJEGYZÉK

[1] László V. A védelmi és biztonsági igazgatási, valamint a különleges jogrendi szabályozás korszerűsítésének vizsgálata a védelmi és biztonsági reform célkitűzéseinek tükrében PhD értekezés, Hadtudományi Doktori Iskola, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, Magyarország, 2024. [Online] Elérhetőség: https://hdi.uni-nke.hu/document/hdi-uni-nke-hu/0.%20%C3%89rtekez%C3%A9s_dr.%20L%C3%A1szl%C3%B3%20Vikt%C3%B3ria.pdf (2026.07.20.)

[2] Kádár P. A védelmi-biztonsági szabályozási reform rendszer alapelgondolásának elemzése és lehetséges perspektívái, *Védelmi-biztonsági Szabályozási és Kormányzástani Műhelytanulmányok 8. kiadás,* pp. 1-32. 2022. [Online] Elérhetőség: https://hhk.uni-nke.hu/muhelytanulmanyok-2022 (2026.07.29.)

[3] 2021. évi XCIII. törvény a védelmi és biztonsági tevékenységek összehangolásáról (Vbö.) [Online] Elérhetőség: https://njt.jog.gov.hu/jogszabaly/2021-93-00-00 (2026.08.03.)

[4] 2025. évi V. törvény az Alaptörvény tizenötödik módosításával összefüggő egyes törvénymódosításokról [Online] Elérhetőség: https://njt.jog.gov.hu/jogszabaly/2025-5-00-00.3#SZ26 (2026.07.30.)

[5] 2025. évi V. törvény indokolás az Alaptörvény tizenötödik módosításával összefüggő egyes törvénymódosításokról szóló 2025. évi V. törvényhez [Online] Elérhetőség: https://njt.jog.gov.hu/jogszabaly/2025-5-K0-00 (2026.07.30.)

[6] Kádár P. A magyar különleges jogrendi szabályozás az Alaptörvény tizenötödik módosítása tükrében és a Vbö. válságkezelési szabályrendszerének módosulása, *Védelmi-biztonsági Szabályozási és Kormányzástani Műhelytanulmányok 1. kiadás,* pp. 1-17. 2025. [Online] Elérhetőség: https://hhk.uni-nke.hu/muhelytanulmanyok-2025 (2026.08.03.)

[7] 270/2024. (IX.17.) Korm. rendelet az összehangolt védelmi tevékenység elrendeléséről és annak keretében meghatározott intézkedések bevezetéséről [Online] Elérhetőség: https://njt.jog.gov.hu/jogszabaly/2024-270-20-22.0#NR (2026.07.29.)

[8] A 2024. szeptemberi rendkívüli dunai árvíz meteorológiai háttere HungaroMet hivatalos honlapja. [Online] Elérhetőség: https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3476 (2026.08.04.)

[9] Megjelent a ragadós száj- és körömfájás betegség Magyarországon Nébih hivatalos honlapja. [Online] Elérhetőség: https://portal.nebih.gov.hu/-/megjelent-a-ragados-szaj-es-koromfajas-betegseg-magyarorszagon (2026.08.04.)

[10] Újabb telepeken jelent meg a ragadós száj- és körömfájás Nébih hivatalos honlapja. [Online] Elérhetőség: https://portal.nebih.gov.hu/-/ujabb-telepeken-jelent-meg-a-ragados-szaj-es-koromfajas (2026.08.04.)

[11] Újabb telepen igazolták a ragadós száj- és körömfájás jelenlétét a Nébih vizsgálatai Nébih hivatalos honlapja. [Online] Elérhetőség: https://portal.nebih.gov.hu/-/ujabb-telepen-igazoltak-a-ragados-szaj-es-koromfajas-jelenletet-a-nebih-vizsgalatai (2026.08.04.)

[12] Újabb szigorítások és intézkedések jönnek a ragadós száj- és körömfájás megfékezése érdekében Magyarország Kormányának hivatalos honlapja. [Online] Elérhetőség: https://kormany.hu/hirek/ujabb-szigoritasok-es-intezkedesek-jonnek-a-ragados-szaj-es-koromfajas-megfekezese-erdekeben (2026.08.04.)

[13] 67/2025. (IV. 4.) Korm. rendelet összehangolt védelmi tevékenység elrendeléséről és az ahhoz kapcsolódó intézkedésekről [Online] Elérhetőség: https://njt.jog.gov.hu/jogszabaly/2025-67-20-22.2#SZ3@BE2 (2026.08.04.)

[14] Három héttel a száj- és körömfájás vírus megjelenése után Állategészségügyi Operatív Törzset hoz létre a kormány HVG honlapja. [Online] Elérhetőség: https://hvg.hu/gazdasag/20250404_Harom-hettel-a-szaj-es-koromfajas-virus-Allategeszsegugyi-Operativ-Torzset-kormany-szarvasmarha-telep (2026.08.04.)

[15] 30/2026. (II. 25.) Korm. rendelet összehangolt védelmi tevékenység elrendeléséről és az ahhoz kapcsolódó intézkedésekről [Online] Elérhetőség: https://njt.jog.gov.hu/jogszabaly/2026-30-20-22 (2026.08.05.)

[16] Ukrajna további egy nappal, február 26-ig elhalasztotta a Barátság kőolajvezeték újraindítását Telex honlapja [Online] Elérhetőség: https://telex.hu/gazdasag/2026/02/24/ukrajna-tovabbi-egy-nappal-februar-26-ig-elhalasztotta-a-baratsag-koolajvezetek-ujrainditasat-szlovakia (2026.08.05.)

[17] 97/2026. (VI. 25.) Korm. rendelet az összehangolt védelmi tevékenység elrendeléséről és az ahhoz kapcsolódó intézkedésekről [Online] Elérhetőség: https://njt.jog.gov.hu/jogszabaly/2026-97-20-22 (2026.08.05.)

[18] A hőség elleni védekezés össztársadalmi összefogást igényel Magyarország Kormányának hivatalos honlapja. [Online] Elérhetőség: https://kormany.hu/hirek/a-hoseg-elleni-vedekezes-ossztarsadalmi-osszefogast-igenyel (2026.08.05.)

[19] Hőségriadó: Magyar Péter látja el a védelmi tevékenység vezetését HVG honlapja. [Online] Elérhetőség: https://hvg.hu/itthon/20260625_kormanyrendelet-vedelmi-tevekenyseg-osszehangolasa (2026.08.05.)

[20] Mától harmadfokú a hőségriasztás Magyarország Kormányának hivatalos honlapja. [Online] Elérhetőség: https://kormany.hu/hosegriasztas/matol-harmadfoku-a-hosegrisztas (2026.08.05.)

Védelem Tudomány 11. évfolyam 3. szám, 2026 DOI: 10.61790/vt.2026.22874

A vezetés és irányítás elméletének, valamint törzsirányítási gyakorlatának vizsgálata a katasztrófavédelmi mesterképzésben

Investigation of the Theory of Command and Control and its Staff-Based Operational Practice in Disaster Management Master's Education

Dr. Jackovics Péter József tű. ezredes
BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság
Veszélyhelyzet-kezelési Főosztály
főosztályvezető, a HUNOR Mentőszervezet parancsnoka
peter.dr.jackovics@katved.gov.hu
ORCID: 0000-0002-1809-029X

Absztrakt:

A tanulmány első fele rendszerezi a vezetés és az irányítás elméleti alapjait, a szervezeti feladatok elhatárolását, valamint az operatív munkaszervek jogszabályi hátterét és működési modelljét. A dolgozat második része a HUNOR Mentőszervezet felépítését, valamint az NKE Katasztrófavédelmi Intézet mesterképzésen részt vevő hallgatóival a Polgári Védelmi műveletek tantárgy keretében végzett törzsvezetési gyakorlatok tapasztalatait mutatja be.

A kutatás célja, hogy a Graicunas-féle matematikai hálózati modell és közvetlen oktatói megfigyelések segítségével megvizsgálja a törzsi vezetési terjedelem (span of control) változásait, és bizonyítsa, hogy a létszámnövelés okozta koordinációs kockázat egy dedikált törzstiszti funkció beépítésével hatékonyan csökkenthető.

Kulcsszavak: polgári védelmi műveletek, vezetés-irányítás, operatív törzs, HUNOR

Abstract:

The first part of this study systematises the theoretical foundations of command and control, the delineation of organisational tasks, and the legislative framework and operational model of disaster management staff. The second part presents the structure of the HUNOR Mentőszervezet and findings from staff-based command exercises conducted with MSc students within the Civil Protection Operations course at the Institute of Disaster Management of Ludovika University of Public Service (NKE).

This research examines changes in the staff's span of control using the Graicunas mathematical network model and direct pedagogical observations, showing that integrating a dedicated Chief of Staff function can effectively mitigate coordination risks stemming from increased staff size.

Keywords: civil protection operations, command and control, operational staff, HUNOR

1. BEVEZETÉS

A nagykiterjedésű természeti és civilizációs katasztrófák felszámolása során alkalmazott törzsirányítás hatékonysága alapvetően meghatározhatja a beavatkozások sikerét. A védelmi és biztonsági igazgatásban az irányítás és a vezetés elméleti elkülönítése alapvető feltétel. Az irányítás, mint külső tevékenység kijelöli a szervezet jogi, szervezeti és szakmai kereteit. Ezzel szemben a vezetés egy belső folyamat, amely a vezető és a beosztottak közötti közvetlen szolgálati jogviszonyon alapul és a mindennapi feladatok operatív végrehajtására fókuszál. A hazai katasztrófavédelmi igazgatásban ez a fogalmi kettősség határozza meg a rendkívüli munkaszervek felépítését. Kormányzati szinten a Katasztrófavédelmi Koordinációs Tárcaközi Bizottság (KKB) és annak Nemzeti Veszélyhelyzet-kezelési Központja (KKB NVK) látja el az összkormányzati koordinációt. Operatív szinten a 12/2023. BM OKF intézkedés szabályozza a hivatásos katasztrófavédelmi szervek központi törzsét, a BM OKF Operatív Törzsét (OpT). Ez a központi szerv jelenti a katasztrófavédelmi törzsirányítás alaptípusát, amelyhez a területi szervek és a helyszíni elemek, így a rendkívül ritkán felállított Országos Helyszíni Irányító Törzs (OHIT) is igazodnak.[1]. Ahogy a káresemény volumene növekszik, a döntéshozó törzsek információs terhelése nem lineárisan, hanem exponenciálisan emelkedik, ami a vezetői döntéshozatal során koordinációs túlterheltséghez és döntési késedelemhez vezethet.

A kapcsolatok elméleti számának kiszámítására esetünkben Vytautas Andrius Graicunas 1933-as matematikai modelljét vesszük alapul. A Graicunas-képlet bizonyítja, hogy ha egy vezető alárendeltjeinek száma számtani sorozat szerint nő, a köztük kialakuló lehetséges szervezeti kapcsolatok száma mértani sorozat szerint, vagyis robbanásszerűen emelkedik. A modell kiválóan alkalmas a katasztrófavédelmi operatív munkaszervezetek felépítésének és hatékonyságának értékelésére. Jelen tanulmány a hálózattudomány és az irányítási hatáskör összefüggésein keresztül vizsgálta – katasztrófavédelmi mesterszakos egyetemi hallgatók bevonásával – az operatív törzsek belső működési dinamikáját, különös tekintettel a HUNOR Mentőszervezet ENSZ INSARAG-Irányelvek szerinti moduláris felépítésére. A kutatás szerves részét képezte a Nemzeti Közszolgálati Egyetem (NKE) Katasztrófavédelmi Intézetének mesterképzéses hallgatóival végzett munka. A jövő lehetséges felső- és középvezetői a Polgári védelmi műveletek I–II. tantárgy keretében, törzsvezetési gyakorlatokon keresztül sajátítják el a törzsirányítási rendszerek működését. A közvetlen oktatói megfigyelések és a tízéves távlatú gyakorlati adatok (N=342 fő) igazolják, hogy a klasszikus 1:4-es vezetési arány 1:5-re növelése a kapcsolati kombinációk száma miatt kritikus nyomás alá helyezi a parancsnoki munkát. A tanulmány rávilágít, hogy ez a terhelés egy dedikált törzstiszt (Chief of Staff) beiktatásával hatékonyan csökkenthető, aki kiszűri a felesleges információkat, és összehangolja az elemző, valamint a műveleti részlegek munkáját.

2. AZ IRÁNYÍTÁS ÉS A VEZETÉS

Az NKE Katasztrófavédelmi Intézet mester szakos levelező hallgatói számára a vezetés és irányítás kérdésköre, mint a parancsnoki munka alapjai mindkét félévben részletesen tárgyalásra kerülnek a Polgári védelmi műveletek 1-2 tantárgy keretein belül. Az egyetemi oktatás lényege, hogy a jövő vezetői számára érthető legyen a vezetés és irányítás fogalma, valamint annak tartalma. A tanulmány részletesen bemutatja a tantárgy keretein belül oktatott témakört, összegezve annak lényegi elemeit, így az olvasó megértheti a katasztrófavédelmi szervezetben működtetett operatív törzs feladatrendszerét. Az irányítás legfontosabb feladata a fejlődés irányának meghatározása a szervezet közös céljainak elérése érdekében. Ebben a folyamatban a fejlődés a szervezet alkalmazkodó- és teljesítőképességének hosszú távú növekedését jelenti. Bár az irányító a folyamatokat külső, átfogó nézőpontból szemléli, az irányítás nem merül ki a teljesítmény puszta ellenőrzésében. A sikeres irányítás alapja a folyamatos, kétoldalú kommunikáció és a támogató visszacsatolás. Ez a partnerség teszi lehetővé, hogy a vezető és a csapat időben észleljék a céloktól való eltéréseket, közösen oldják meg a felmerülő problémákat, és rugalmasan igazítsák a működést a kitűzött eredmények eléréséhez [1].

Az irányítási jogkör hierarchikus viszonyt (alá- és fölérendeltséget) feltételez. Az irányító által az irányított elé kitűzött célnak reálisnak, teljesíthetőnek, valamint a cél eléréséhez szükséges feltételeknek biztosítottnak kell lennie [2]. Az irányítás tárgyát az irányított szervezet saját, illetve szakmai ügyei képezik. A saját szervezeti ügyek a szervezet létével, működésével kapcsolatos viszonyokat tartalmazzák (például: egy adott szervezeti egység tevékenységének irányítása). A szakmai ügyek csoportját azok a tevékenységek alkotják, amelyek ellátására a szervezetet létrehozták [3]. Az irányítás egy olyan szervezeteken kívüli, átfogó szabályozó és támogató tevékenység, amely kijelöli az irányított rendszer működésének kereteit, meghatározza a hosszú távú fejlődés irányát, és biztosítja a kitűzött stratégiai célok elérését. Ez a folyamat a partneri kommunikáción és a folyamatos visszacsatoláson alapul, amely lehetővé teszi a teljesítmény figyelemmel kísérését, a problémák közös megoldását és a működés rugalmas igazítását.

Vezetés az a tevékenység, amely során a vezető által meghatározott feladatok végrehajtása, a szervezeti célok elérése érdekében a vezetett szervezet tagjaként meghatározó befolyást gyakorol a szervezet tevékenységére részcélok meghatározásával, döntések meghozatalával, a végrehajtás felügyeletével. Egy szervezeten belüli fogalom a szervezet vezetője és a szervezet tagjai közötti jogviszony [2][4]. A vezetés ráhatás, befolyásolás annak érdekében, hogy a vezetettek megértsék, elfogadják, és maradéktalanul végrehajtsák a szervezet vezetőjének döntéseit, aki ezek segítségével közvetíti a szervezet személyi állomány részére az irányító által kitűzött célokat, előírt feladatokat [3]. Ennek keretében meghatározza a részcélokat, részfeladatokat, a megvalósításhoz célszerű magatartást. Megszervezi a megvalósításhoz szükséges munkamegosztást, kialakítja, illetve folyamatosan fenntartja a tevékenység feltételeit, ellenőrzi a folyamatokat, figyelemmel kíséri a végrehajtást, és megteszi a szükséges beavatkozásokat a feladatok, célok szakszerű, hatékony végrehajtásának biztosítására [4].

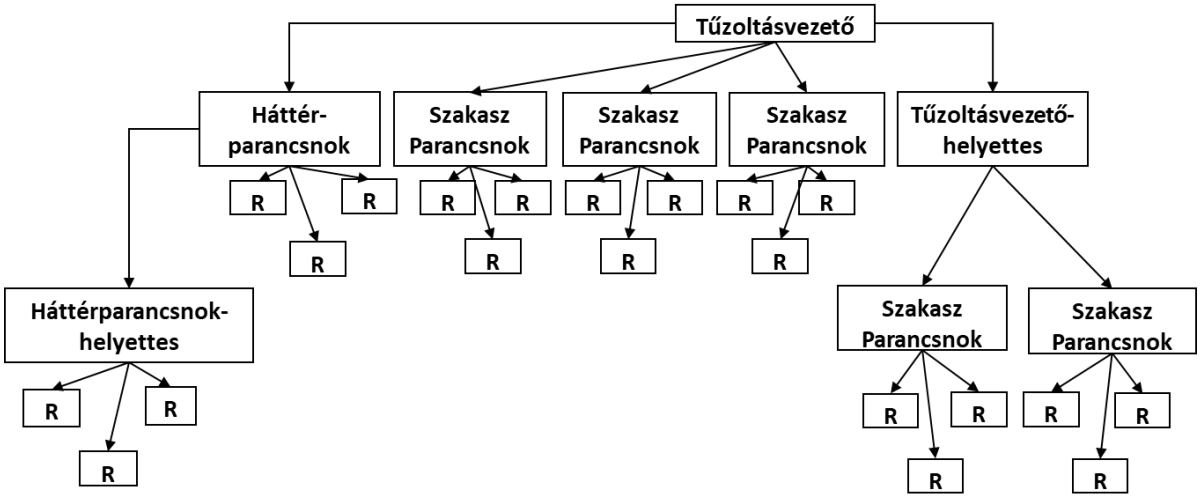
Hierarchikus szervezetekben az irányítás és a vezetés szintenként váltakozó módon kapcsolódik egymáshoz. A szervezet vezetője jogkörében irányítja helyetteseit, más közvetlen alárendeltjeit, esetleg egyes szervezeti egységek tevékenységeit. Utóbbiak vezetik saját szervezeti egységüket (főfelügyelőség, főosztály), és ezen belül irányítják az alacsonyabb szintű szervezeti elemek (osztály) vezetőinek tevékenységét. Az irányítás, illetve a vezetés közötti lényegi eltérés, hogy az irányítás olyan szervezetek közötti viszony, amelyben az irányító nem része az irányított szervezetnek, míg a vezetés esetén a vezető annak része. A HUNOR Mentőszervezet olyan hierarchikus felépítésű szerv, amely a földrengések utáni kutatás-mentés során önálló vezetés-irányítási rendszerrel (management) rendelkezik a parancsnoki munka támogatására [9].

3. VEZETÉSI TÖRZSIRÁNYÍTÁS

Az egyetemi oktatás célkitűzése, hogy gyakorlati példákon keresztül mutassa be a hallgatóknak a magasabb szintű irányítási rendszerek működését, különös tekintettel a törzsirányításra. Az oktatás fő tárgya a természeti és civilizációs katasztrófák elleni védekezés koordinációja, valamint a helyi, területi és központi szintű operatív munkaszervek törzsirányítási ismereteinek átadása [2][5].

Az egyetemi oktatás során fontos kitérni arra, hogy a vezetési törzs megalakítása abban az esetben indokolt, ha az esemény nagysága, bonyolultsága, a helyszín tagoltsága, a beavatkozó erők létszáma, vagy egyéb körülmények a feladatok szélesebb körű megosztását indokolják[7][8]. Azon káresemények esetén, amelyek elhárítása a katasztrófavédelem rendelkezésre álló hivatásos erőivel nem hajtható végre és az esemény Magyarország lakosságának személyi és anyagi biztonságát jelentős mértékben érinti, továbbá nagysága, időbeli lefolyása, bonyolultsága, a helyszín tagoltsága, a beavatkozó erők létszáma vagy egyéb körülmények a végrehajtandó feladatok szélesebb körű megosztását, speciális képességek igénybevételét, illetve jelentős számú civil vagy önkéntes szervezetek bevonását teszik szükségessé, a vezetési törzs munkájának támogatására törzskart kell létrehozni.

Ez többek között lehet Magyarország területén bekövetkezett kritikus szervezeteket érintő esemény, nagy erejű földrengés, nagy kiterjedésű tűz, több napig tartó árvíz, belvíz, tömeges sérülésekkel járó baleset [10][11]. A tűzoltásban és műszaki mentésben résztvevők vezetésének és irányításának alapvető módjait a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól szóló 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet 7. §-a határozza meg. E jogszabályi keretek kiegészítéseként, a gyakorlati és taktikai végrehajtás részletes szakmai szabályait, a jogalkotásról szóló 2010. évi CXXX. törvény 23. § (4) bekezdés c) pontja, valamint az 1996. évi XXXI. törvény 24/A. § i) pontja alapján kiadott, a Tűzoltás-taktikai Szabályzat és a Műszaki Mentési Szabályzat kiadásáról szóló 6/2016. (VI. 24.) BM OKF utasítás szabályozza. A közjogi szervezetszabályozó eszköz értelmében az abban foglalt szakmai szabályzatok előírásait a BM rendelettel összhangban, azokkal együtt kell alkalmazni. A Polgári védelmi műveletek I-II. tantárgy keretein belül a tanulmány ezek közül a legmagasabb szintet, az operatív munkaszervek működésének megértését szolgáló vezetési törzsirányítást (vezetési törzs módot) tárgyalja.



1. ábra Kiterjedt, illetve elhúzódó káresemény műszaki mentése vagy tűzeset tűzoltása során létrehozható vezetési törzsirányítás (vezetési törzs mód) lehetséges elve, szervezhető beosztások[1] (39/2011. (XI. 15.) BM rendelet alapján szerkesztette a szerző)

Az 1. ábrán bemutatott vezetési törzs szervezeti struktúráját a tűzoltásvezető elsősorban a magasabb – III-as (3,5–4 raj), IV-es (4,5–6 raj), illetve V-ös (6-nál több tűzoltó raj) – riasztási fokozatok esetén hozza létre a komplex feladatok koordinálására. Bár a korábbi megközelítés szerint a Polgári védelmi műveletek I-II. tantárgy keretében a vezetési törzsirányítás értelmezésénél csupán elméleti utalás történt a klasszikus értelemben vett tűzoltási és műszaki mentési törzsekre, ez a módszertan felülvizsgálatra szorult [4][6]. Tekintettel arra, hogy a magyar katasztrófavédelem egységes műveleti elveit alapjaiban ez a szakmai szabályzat határozza meg, a tantárgy oktatása során nem elegendő a felületes utalás. A megalapozott és gyakorlatorientált felkészítés érdekében a Polgári védelmi műveletek I-II. tantárgyak tematikájába szervesen be kell építeni a Tűzoltási és Műszaki Mentési Szabályzat törzsirányításra vonatkozó érdemi, releváns tartalmát. Ez garantálja, hogy a hallgatók az operatív munkaszervek működését a valós hazai szabályozási és alkalmazási környezetben sajátítsák el. Az egyetemi oktatás kitér arra, hogy a törzskar tagjai a hivatásos katasztrófavédelmi szervek vezetői és beosztottjai mellett a káresemény felszámolásába bevonni szükséges társszervek, közigazgatási szervek, karitatív és civil szervezetek döntési jogosultsággal rendelkező képviselőit. A kárfelszámolás irányítója - káresemény jellegétől függően - a jogszabályban meghatározott vagy az adott szinten illetékes első számú vezető által kijelölt személy [11][12].

[1] 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet, a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól, 6. §-a alapján, a szerző szerkesztése, Rövidítés: R=Raj

A törzskar a kárterületen végrehajtandó munkát támogató testület, amely javaslatokat tesz, döntések előkészítésével segíti a kárfelszámolást irányító vezető munkáját, ellenőrzi a meghatározott feladatok végrehajtását. A törzskar tagjai az általuk képviselt szervezet tagjai számára adhatnak utasításokat. A hivatásos katasztrófavédelem akkor rendel el vezetési törzs irányítást, ha a kárhelyszín kiterjedése vagy a beavatkozók létszáma (pl. több mint 5-10 tűzoltó raj) ezt indokolja [15][16]:

- Vörösiszap-katasztrófa: a mentési és kármentesítési munkálatok során a Kormányzati Koordinációs Bizottság (KKB) Operatív Törzse és a Helyszíni Védekezést Irányító Törzs fogta össze a katasztrófavédelem, a honvédség és a szakértők munkáját.
- Nagy kiterjedésű erdőtüzek: amikor a terepviszonyok miatt a helyszín tagolt, a törzskar koordinálta a légi támogatást (pl. helikopterek), az utánpótlást és a különböző vármegyékből érkező erőket.
- Rendkívüli téli időjárás: hóhelyzet vagy szélsőséges hideg esetén a Belügyminisztérium vezetésével felállított Operatív Törzs hangolta össze a közútkezelők, a rendőrség, a meteorológiai szolgálat és a segélyszervezetek tevékenységét.

Az árvízi védekezés Magyarországon a vezetési törzs irányításának egyik legszemléletesebb példája, ahol az országos szintű koordináció és a helyi műszaki beavatkozás szoros egységben működik. A legutóbbi jelentős alkalmazás a 2024. szeptemberi dunai és lajtai árvíz során történt [17][18]. A Katasztrófavédelmi Koordinációs Tárcaközi Bizottság Nemzeti Veszélyhelyzet-kezelési Központja (KKB NVK) a KKB állandó operatív munkaszerve. Feladatát a Katasztrófavédelmi Koordinációs Tárcaközi Bizottság létrehozásáról, valamint szervezeti és működési rendjének meghatározásáról szóló 1150/2012. (V. 15.) Korm. határozat alapján látja el. Katasztrófaveszély idején, illetve kihirdetett veszélyhelyzet során a KKB NVK az operatív tevékenység közvetlen koordinációját és az ágazati feladatok összehangolását végzi. Elsődleges rendeltetése a kormányzati és tárcaközi döntések szakmai előkészítése, valamint a KKB döntéseinek megfelelő, gyors és azonnal végrehajtható intézkedések kidolgozása az országos és területi szintű szervek számára. A KKB NVK elsősorban a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF), valamint krízishelyzetben a Belügyminisztérium (BM) bázisán végzi a munkáját: nagyobb árvízi védekezések során, ipari vagy környezeti katasztrófák alkalmával és a helyzet kezelése meghaladja a katasztrófavédelem normál hivatali kereteit, és azonnali tárcaközi egyeztetésre van szükség [19].

A BM OKF Operatív Törzs (BM OKF OpT) a hivatásos katasztrófavédelmi szerv központi műveletirányító és döntés-előkészítő szervezete. Összetett katasztrófák, veszélyhelyzetek vagy rendkívüli események (heves havazások, árvizek vagy migrációs válságok) esetén lép működésbe, hogy országos szinten koordinálja a mentést és védekezést. Irányítja és összehangolja a központi és területi szintű katasztrófavédelmi feladatokat. Felügyeli a fővárosi/vármegyei és helyi operatív törzsek, valamint a bevont mentőszervezetek tevékenységét.

A vezetési törzs az alábbi funkcionális területeken keresztül irányít az árvízi védekezés időszakában [19]:

- Műveletirányítás feladata a kritikus védelmi helyszínek kijelölése, ideiglenes védművek (pl. mobilgátak) kiépítése és a vízügyi szakaszvédekezés felügyelete.
- Logisztikai támogatás, amelynek része az anyagutánpótlás (homok, homokzsákok), a technikai eszközök (szivattyúk, gépek) és a humán erőforrás (pl. honvédség, önkéntes mentőszervezetek, önkéntes tűzoltó egyesületek) elosztása.
- Információs és elemző munka keretében hidrológiai adatok alapján az árhullám tetőzésének előrejelzése és a vízügy szakirányításával a védekezés kritikus pontjainak meghatározása. Jelentések feldolgozása, műveleti térképek és kimutatások készítése.
- Rend- és honvédelmi koordinációval, a rendőrség, a honvédség és a katasztrófavédelem egységeinek összehangolása a gátakon folyó munka biztosítására, önkéntesek bevonása [6][7].

Bár az árvízi védekezés közvetlen szakmai-műszaki irányítása és végrehajtása – a vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény alapján – a területileg illetékes vízügyi igazgatási szervek törvényi kötelezettsége, a 2024. szeptemberi rendkívüli dunai árhullám mérete és elhúzódó jellege indokolttá tette a védekezés kormányzati szintű centralizációját. A helyzet kezelésére a Kormány kiadta az összehangolt védelmi tevékenység elrendeléséről szóló 270/2024. (IX. 17.) Korm. rendeletet.

A rendelet 1. § (1) bekezdése kimondja: „*A Kormány a Magyarország folyóin levonuló súlyos és elhúzódó árhullám elleni védekezésben részt vevő védelmi és biztonsági szervezetek, illetve közigazgatási szervek védelmi feladatainak koordinálása és összehangolása céljából Magyarország egész területére összehangolt védelmi tevékenységet rendel el.*"

Ezen jogszabályi keretek között a műveleti tevékenységek irányítását, valamint a részt vevő közigazgatási és biztonsági szervek munkájának összehangolását a Kormány nem a vízügyi ágazatért (2024. augusztus 1-je óta az Energiaügyi Minisztérium alá tartozó) energetikai miniszterre, hanem a katasztrófák elleni védekezésért felelős miniszterre (belügyminiszterre) bízta. Ennek oka módszertani és államigazgatási szempontból egyértelmű: az Energiaügyi Minisztérium alá tartozó Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) kizárólag a saját szakmai-műszaki állományát képes mozgatni. Amikor azonban a védekezéshez a Magyar Honvédség, a Rendőrség, a Büntetés-végrehajtás, a Katasztrófavédelem, a területi védelmi bizottságok, valamint civil önkéntesek ezreinek párhuzamos, összkormányzati szintű bevonása és kényszerítő erejű koordinációja szükséges, a feladat átlépi az egyedi ágazati kompetenciákat. Az ilyen típusú, komplex össznemzeti védelmi igazgatási és rendvédelmi feladatrendszer irányítására kizárólag a katasztrófák elleni védekezésért felelős tárcavezető rendelkezik törvényi felhatalmazással és megfelelő törzsi struktúrával.

A belügyminiszter munkáját a jogszabály 2. § (1) bekezdése alapján egy speciális operatív törzs segítette. Ez a munkaszerv a katasztrófavédelemről szóló 2011. évi CXXVIII. törvény 7. §-a szerinti Katasztrófavédelmi Koordinációs Tárcaközi Bizottság (KKB) bázisán, annak operatív és titkársági feladatait is ellátva működött. Az árvízvédelmi operatív törzs biztosította a miniszteri döntések azonnali, napi szintű szakmai előkészítését, folyamatosan monitorozta a hidrológiai helyzetet, összegezte az OVF-től beérkező műszaki adatokat, koordinálta a logisztikai és emberi erőforrások (köztük a honvédségi és rendőri erők) helyszínre irányítását, és fenntartotta a közvetlen információs csatornát a helyi és területi védelmi igazgatási szervek felé. A sikeres védekezést követően a szabályozást a 275/2024. (IX. 23.) Korm. rendelet módosította, így a rendkívüli intézkedések 2024. október 1-jén hivatalosan hatályukat vesztették [15][19].

4. KATASZTRÓFAVÉDELMI OPERATÍV MUNKASZERVEK

A Polgári védelmi műveletek 1-2 tantárgy keretében a hallgatók megismerhetik azt, hogy a katasztrófavédelmi operatív munkaszervek létrehozásáról, működési feltételeinek biztosításáról, szervezeti felépítéséről, valamint feladatairól a 12/2023. BM OKF Intézkedés hogyan rendelkezik. Az Intézkedés 2. pontja alapján, a hivatásos katasztrófavédelmi szervek központi, területi és helyi szintű műveletirányítási tevékenységének támogatása érdekében − ideiglenes szervezeti elemként − katasztrófavédelmi operatív munkaszervek működnek:

a) BM OKF Operatív Törzs (OpT),
b) Országos Helyszíni Irányító Törzs,
c) Fővárosi, valamint vármegyei katasztrófavédelmi igazgatóság operatív törzse,
d) Helyszíni Operatív Törzs.

A katasztrófavédelmi operatív munkaszervek közül a legfontosabb, fundamentális elem a BM OKF Operatív Törzs (OpT).

Ez a törzs jelenti a katasztrófavédelmi törzsirányítás klasszikus alaptípusát, amely magában foglalja az összes olyan alapvető vezetési funkciót (helyzetértékelés, döntés-előkészítés, logisztikai biztosítás, infokommunikáció és törzstitkársági feladatok), amely a komplex védekezéshez szükséges. A hazai katasztrófavédelmi igazgatás és törzsirányítás legmagasabb szintű, központi stratégiai és koordinációs eleme a BM OKF Operatív Törzs (OpT). Mint ideiglenes műveletirányítási szervezeti elem, rendeltetése a központi beavatkozást igénylő kiterjedt káresemények kezelése, az összehangolt védelmi tevékenység és a különleges jogrendi működés biztosítása, valamint a felsővezetői döntések szakszerű előkészítése.

A központi műveletirányítást igénylő kiterjedt káresemények kezelése, az összehangolt védelmi tevékenység, a különleges jogrendi működés eredményes biztosítása, valamint a vezetői szintű döntések szakszerű előkészítése érdekében − ideiglenes műveletirányítási szervezeti elemként − a BM OKF OpT mellett Országos Helyszíni Irányító Törzs (OHIT) működhet az adott helyszínen. Az OHIT a hivatásos katasztrófavédelem eseti jelleggel, kizárólag rendkívüli és indokolt esetekben felállított ideiglenes operatív munkaszerve. A gyakorlatban az OHIT a BM OKF Operatív Törzsének helyszíni, kihelyezett tagozataként funkcionál, amely közvetlenül a súlyos káresemények vagy katasztrófák helyszínén tevékenykedik. Felállítására a hatályos 12/2023. BM OKF intézkedés alapján akkor kerül sor, ha az esemény mérete, összetettsége vagy országos jelentősége miatt a döntéshozatalt és a stratégiai szintű műveletirányítást a kárhelyszín közvetlen közelében szükséges megszervezni [20].

A műveletirányítást igénylő események eredményes helyszíni kezelése, a döntések szakszerű előkészítése, a helyszínen lévő társszervekkel és a kárterületi beavatkozókkal történő kapcsolattartás, valamint a kiterjedt kárterületen az összetett mentési feladatok koordinációjának érdekében szükséges a Központi, Területi, Helyszíni vagy Helyi Operatív Törzs működése. A Helyszíni Operatív Törzs egy ideiglenes műveletirányítási elem, amely működése a kialakult helyzet függvényében abban az esetben rendelhető el, ha a helyi művelet-irányítást igénylő események eredményes helyszíni kezelése, illetve a döntések szakszerű előkészítése ezt szükségessé teszi. Két típusa létezik, a saját állománnyal és a megerősítő állománnyal működő Helyszíni Operatív Törzs. A törzsek működését az első esetben az igazgató, vagy az igazgató-helyettes, a vármegyei operatív törzs működése esetén annak vezetője, második esetben pedig a főigazgató rendelheti el.

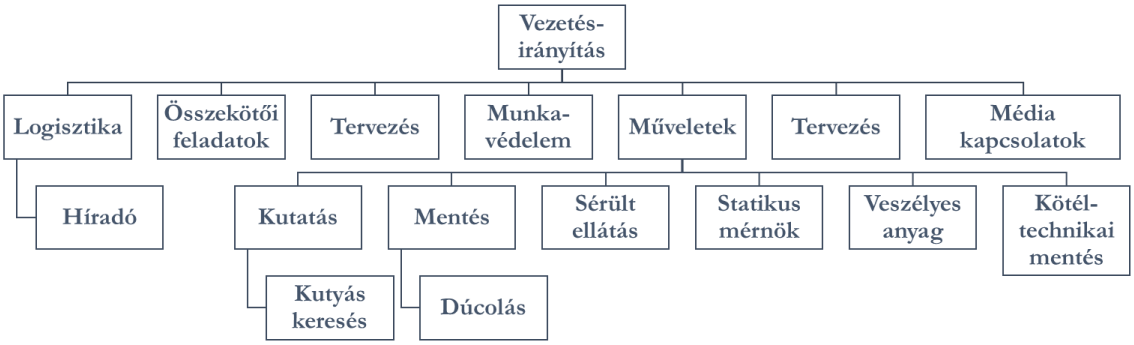
Gyakorlati példa, amikor a helyszíni operatív törzs mellett 2010-ben a lakosságvédelem, az ingatlankárok felmérése, az újjáépítés tervezése érdekében a kormánybiztos által megbízott lakosságvédelmi és helyreállítási-újjáépítési felügyelő is működött egy munkacsoporttal, a devecseri helyszínen létrehozott Újjáépítési Kormányzati Koordinációs Központ (ÚKKK) [6][7][17]. Az Újjáépítési Kormányzati Koordinációs Központ (ÚKKK) 2010. november 4-én alakult meg Devecserben a helyszíni operatív törzs és a lakosságvédelmi felügyelő feladatcsoportjainak összevonásával. A szervezet a vörösiszap-katasztrófa utáni példátlan méretű mentési, mentesítési, helyreállítási, újjáépítési és kárenyhítési feladatok koordinálására négy speciális szervezeti egységet hozott létre. A munka hatékonyságát a Műveletirányító munkacsoport, a Jogi munkacsoport, az Újjáépítési munkacsoport, valamint a Logisztikai munkacsoport biztosította. Az újjáépítési fázis sikeres befejeztével, a fennmaradó adminisztratív és utómunkálatok kezelésére a szervezet 2012. július 1-jével Újjáépítési Katasztrófavédelmi Törzzsé (ÚKT) alakult át. Ebben a végső fázisban a korábbi négy munkacsoport már csökkentett létszámmal, de változatlan szervezeti struktúrában dolgozott tovább a feladatok teljes körű befejezéséig, 2012. október 15-ig. [18].

5. A HUNOR MENTŐSZERVEZET VEZETÉS-IRÁNYÍTÁSA

A HUNOR Hivatásos Katasztrófavédelmi Mentőszervezet Magyarország központi rendeltetésű, hivatalos kormányzati mentőcsapata. A hazai és a nemzetközi segítségnyújtás speciális kutató-mentő feladataira hoztak létre.

A szervezet belső tagoltsága és összetétele szigorúan követi a katasztrófavédelmi operatív munkaszervekre jellemző többszintes, hierarchikus felépítést, amely kiemelt szakmai jelentősége miatt az egyetemi tananyag szerves részét képezi. Ez a moduláris vezetési és irányítási struktúra a hazai védelmi igazgatásban egyedinek mondható, és teljes mértékben igazodik a nemzetközi ENSZ INSARAG Irányelvekhez. A törzs felépítése egyszerre garantálja a saját alegységek közvetlen kárhelyszíni irányítását, valamint a legmagasabb szintű szervezetközi és nemzetközi koordinációs feladatok hatékony végrehajtását. Ennek köszönhetően a mentőszervezet képes önállóan, vagy akár egy kijelölt hazai vagy külföldi szektor teljes műveletirányítási központjaként is sikeresen működni.

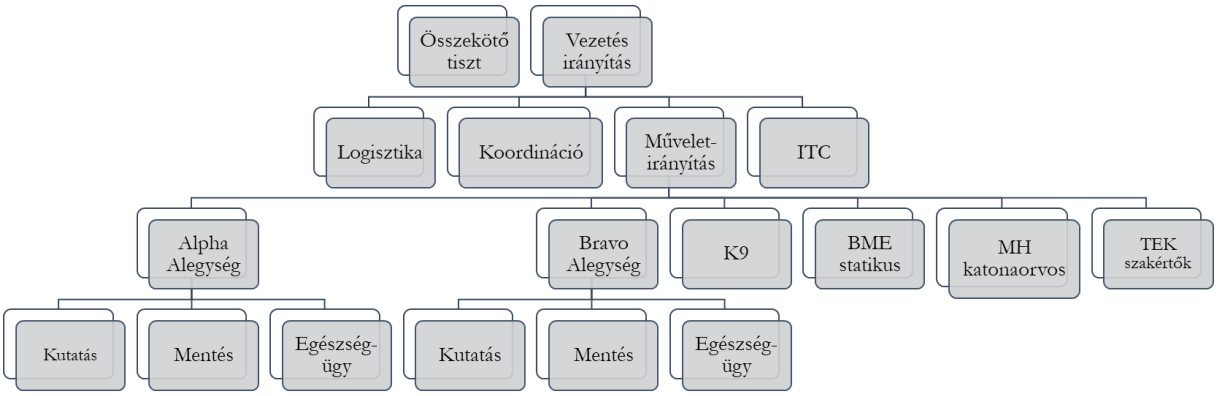
A HUNOR Mentőszervezet vezetési és irányítási struktúrája egyedinek mondható, amely oktatási szempontból a tananyag részét képezi (3. és 4. ábrák). Tagoltsága és összetétele követ egy operatív munkaszervi többszintes felépítést. A HUNOR Mentőszervezet felépítése biztosítja, hogy a saját tevékenység és egy nemzetközi műveletirányítási feladat koordinációjára képes legyen.



2. ábra A 2020. évi ENSZ INSARAG Irányelv szerinti vezetés-irányítási séma az földrengés kutató és mentő csapatok számára, Könnyű-USAR csapatnak: 17-20 főhöz, Közepes-USAR csapatnak 42 főhöz, Nehéz-USAR csapatnak 63 főhöz, a [8] alapján (készítette a szerző)

A HUNOR Mentőszervezet a Nemzetközi Kutató-mentő Tanácsadó Csoport (INSARAG) Nehéz USAR kategória (2. ábra) szerinti felépítést követi, azonban mindez a felépítés a 2023. évi törökországi segítségnyújtás során változott, kiegészült újabb szervezeti elemekkel (2. ábra), a Magyar Honvédség (MH) katonaorvosi és a Terrorelhárítási Központ (TEK) szakértői csoportjaival [9].

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Építőmérnöki Kar statikus mérnök egyetemi oktatója is tagja a HUNOR Mentőszervezetnek (3. ábra). E létszám és a tevékenység bővülése azt jelentette, hogy a HUNOR Mentőszervezet vezetése összetettebb lett [9].



3. ábra A HUNOR Mentőszervezet felépítése és integrált irányítási struktúrája a törökországi segítségnyújtás során, 2023. február 8-án, 72 fővel (készítette a szerző)

A HUNOR Mentőszervezet, mint a BM OKF központi hivatásos mentőszervezete 2023. február 6-12. között a törökországi földrengés következményei felszámolásánál nyújtott segítséget. A segítségnyújtás során, a hatnapos kint tartózkodása alatt 17 túlélőt, köztük 3 gyermeket mentett ki a romok alól és 29 áldozat holttestét is kiemelte [1]. A HUNOR Mentőszervezet Európában egyedülálló módon harmadszorra is sikeresen megújította nemzetközi minősítését a nehéz kategóriájú városi kutató-mentő (Heavy USAR) osztályban. Az ENSZ szakértői bizottsága előtt zajló minősítő gyakorlatra 2024. szeptember 23–27. között került sor. A rendezvény zárásán a Belügyminisztérium képviseletében jelen lévő parlamenti államtitkár beszédében kiemelten magasra értékelte a mentőszervezet professzionális felkészültségét és a nemzetközi segítségnyújtásban betöltött meghatározó szerepét. [9][10].

Az ENSZ INSARAG minősített HUNOR mentőszervezetek képességeinek fejlesztésével, azok eseménykezelésbe való aktív bevonásával hozzájárult hazánk lakosságának élet- és vagyonbiztonságának fokozásához [7][8].

6. VEZETÉS-IRÁNYÍTÁS ELVÉNEK OKTATÁSA

Történt egy hosszú távú (longitudinális) kutatás, 10 éven keresztül, évente 31-35 egyetemi hallgató bevonásával (összesen 342 egyetemi hallgató). A Nemzeti Közszolgálati Egyetem (NKE) Katasztrófavédelmi Intézet (KVI) mesterszakos hallgatói a Polgári védelmi műveletek I–II. tantárgyat szemeszterenként 26 órában hallgatják. A két félév során a képzés egyik célja volt, hogy az oktatók a vezetés-irányítási alapismereteket gyakorlati példákon keresztül mutassák be, annak érdekében, hogy a jövő vezetői egy operatív munkaszervben vezetőként, helyettes vezetőként helyt tudjanak állni. A vezetéselméleti gyakorlatok célja volt, hogy a hallgatók a saját kompetenciáik (erősségeik és gyengeségeik) alapján képesek legyenek az operatív munkaszervben funkcionális szervezetet létrehozni és működtetni. Oktatói kérdés volt a hallgatók felé: hogyan, kivel és miként tudnak együtt dolgozni egy a rendkívüli hóhelyzet következményeinek felszámolásában vagy árvízi védekezést irányítását végző Operatív Törzsben?

A téma 10 éves gyakorlati feldolgozásának különlegessége, hogy az Operatív Törzs fogalma a 2020-as koronavírus-járvány idején vált a közbeszéd részévé, ezért a hallgatók elvárásai nagyot változtak az időben, például: a lakosságtájékoztatás és a statisztikai adatok fontossága felerősödött, a vezetői szerepkört kompetenciákhoz kötötték [15].

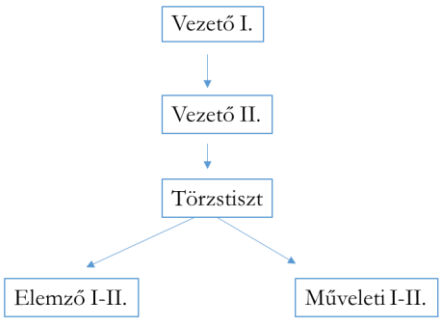
A Polgári Védelmi Műveletek 1. tantárgy hatékony oktatása érdekében a hallgatókat szakmai tapasztalat, munkahelyi beosztás szerint az oktató munkacsoportokba (team) osztotta be. A beosztások kialakításakor a nemek aránya, a szakmai tapasztalat, az aktuális beosztás és a szolgálati helyek szerint, vegyes összetételű tanulói csoportok jöttek létre. A civil hallgatók esetében az oktatás arra törekedett, hogy megfelelő kompetenciák esetén vezetői szerepet töltsön be az adott hallgató (pl. aki vezérigazgató).

Más szervezettől érkező (MH, MÁV, Országos Mentőszolgálat, stb.) hallgatók megmérettetése és integrálása is fontos volt azért, hogy a hallgatók egyenlő képességű csoportokat alkossanak, ezzel biztosítva közöttük a versenyszellemet. A csoportokban végzett feladatok összehasonlíthatóvá váltak, amelyeket az osztály közössége előtt ki lehetett elemezni, majd értékelni. A csoportmunka kiértékelése az oktató szakirányítása és moderálása mellett történt.

Az órai munka során, a rádió hívónév szerinti Alpha, Bravo, Charlie és Delta Teamek feladata a katasztrófavédelmi operatív munkaszervek mintájára a katasztrófák következményeinek enyhítése, a műveletek irányítása, a mentés megszervezése, a lakosságvédelmi és lakosságtájékoztatási feladatok koordinálása, ill. vezetői döntések előkészítése, jelentések összeállítása volt. Ennek eredményeként egy feladatra négy különböző, de alapvetően hasonló megoldás született.

A kutatás a csapatmunka azon fázisát mutatja be, amikor az egyetemi hallgatói Operatív Törzsek „megalakulnak”, azaz milyen hallgatói választ kaptunk a vezetési és irányítási módszer végrehajtására: a 7-8 fős hallgatói csoportok a vezetési törzset adott beosztások alapján hogyan építenék fel – volt a kutatói kérdés. A feladatok és felelősségek megosztása érdekében a munkacsoportok beosztásokat tartalmaztak. A hallgatók négy, egyenként 7–8 fős törzscsoportot (Alpha, Bravo, Charlie és Delta törzs) hoztak létre. A tanévek során csökkent a hallgatói összlétszám, ezen túl kevesebb lett a vezetői beosztásból érkező (pl. kirendeltségvezető, tűzoltóparancsnok stb.). A szóbeli felmérés alapján a hallgatók többsége nem rendelkezett Operatív Törzsben végzett munkatapasztalattal.

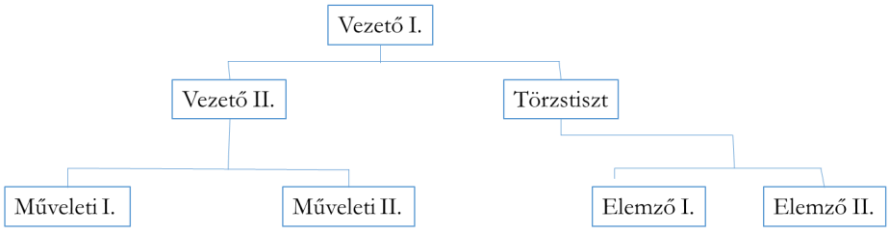
A gyakorlat kezdetén a hallgatók megismerték, hogy a választott vezetők egy-egy szituációban, parancsnoki szerepkörben is eljárnak. A gyakorlatban ez azt jelentette, hogy az Operatív Törzsbe beosztottak problémáik megoldását a vezetőktől várták. Az órai feladatok megoldása során ez sok esetben konfliktust eredményezett, hiszen döntéseik következményei, korlátai között a szituációs helyzetek vagy a lehetőségek sokszor nagyon fontos befolyással voltak még a legjobb döntési szándék ellenére is. Egy veszélyhelyzetben, irányítási jogkörben eljárva, sokszor nincs lehetőség és idő a döntések halogatására, illetve a következmények azonnali vizsgálatára [6]. Az előadások PowerPoint-diasorai a téma elméleti megalapozása érdekében tartalmazzák a parancsnoki munka főbb lépéseit. Így a hallgatók részletesen megismerik a feladattisztázást, az időszámvetést, a helyzetértékelést, az elgondolást, a döntés-előkészítést, a döntéshozatalt, a vezetői feladatszabást, a visszaellenőrzést, az értékelést, valamint az újabb döntések meghozatalát. A tananyag azt is bemutatja, hogy a feladat jellegétől függően a parancsnoki tevékenység mind a hosszabb, mind a rövidebb idejű feladat-végrehajtás során kiegészül a tervező, szervező és irányító munkával. A parancsnok (vezető) tervező, szervező, irányító munkáját a törzskar támogatja. Ez az elv és módszer érvényesül az Operatív Törzs munkában is [11][14]. A hallgatói munkacsoportok által kidolgozott lineáris modell elemzése a jelen tanulmány kulcsfontosságú eleme. A hallgatók az Operatív Törzs vezetési törzsének kialakítására és megrajzolására 60 percet kaptak. A kapott eredmények az egyetemi oktatók és a tantervfejlesztők számára hordoznak fontos információkat, hiszen segítségükkel pontosan megismerhetik a katasztrófavédelmi mesterszakos hallgatók motiváltságát és vezetői ambícióit.



4. ábra Alpha team lineáris vezetési modellje az Operatív Törzsben végzendő feladatokhoz (Forrás: NKE KVI hallgatók)

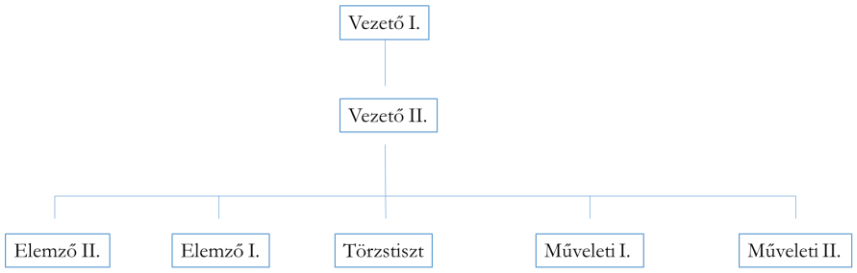
Az 4. ábra egy lineáris és funkcionális vezetési struktúrát mutat be, amely a hallgatók számára egyszerre tűnt egyértelműnek és rendkívül tanulságosnak az órai gyakorlat során. Az 5. ábra szigorú rendet sugall, nincs közvetlen út az Elemzőtől a Vezető I-hez. A hallgatók számára szigorú jelentési rend volt fontos. A merev struktúra miatt bármelyik beosztás kiesik, az egész vezetés-irányítási rendszer megbénul. A Vezető I. (Stratégia) funkciót a hallgatók úgy látják, mint aki a „végső szót” mondja ki (pl. település kiürítése vagy árvíz esetén egy gátátvágás). A Vezető II. (Operatív irányítás): Ez a beosztás felel a stratégiai célok operatív, a törzs számára végrehajtható feladatokká történő lefordításáért. A hallgatók ezt a szerepkört a gyakorlatban a törzs „szakmai agyaként” értelmezik.

A hallgatók a gyakorlat során rájöttek, hogy a Műveletnek és az Elemzésnek sokkal több emberre van szüksége, mint a Vezetésnek.



5. ábra Bravo team lineáris vezetési modellje az Operatív Törzsben végzendő feladatokhoz (Forrás: NKE KVI hallgatók)

Az 5. ábra egy klasszikus, hierarchikus vezetési törzs alapmodelljét mutatja be, három vezetés-irányítási szinttel. A Vezető I-nek két helyettese van, valamint ahogyan az egy szinttel lejjebb lévő Vezető II-nek és a Törzstisztnek. Az 5. ábra egy funkcionális munkamegosztást mutat be, amely a hallgatók szemében nemcsak egy szervezeti ábra, hanem a személyiségtípusok és kompetenciák vetülete is. A hallgatók gyakran rájönnek az órai munka során, hogy a Törzstiszt a kulcsfigura. Ő a híd a Vezető I. és az elemzők között. A hallgatók úgy látják ezt a posztot, mint a „szervező zsenit". Ide általában a jó diplomáciai érzékkel és rendszerszemlélettel rendelkező hallgatók kerülnek, akik képesek a káoszból rendet teremteni. A hallgatók számára az Elemző posztok felértékelődtek. A mai hallgatók már tudják, hogy az információ (adat, drónfelvétel, térkép, táblázat) elemzés sokat ér. A hallgatók a feladatmegosztás és a tudatos tartalékképzés miatt párban tervezték a Műveleti (tiszt) és az Elemző (tiszt) beosztásokat.

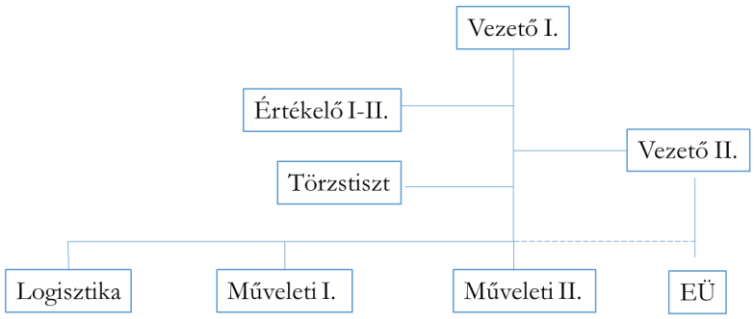


6. ábra Charlie team lineáris vezetési modellje az Operatív Törzsben végzendő feladatokhoz (Forrás: NKE KVI hallgatók)

A 6. ábra a vezetési törzs funkcionális felépítést mutat. 10 éven át évi 31-35 hallgató jellemzően ezt a modellt javasolta követendőnek egy Operatív Törzs megalakításához. Ez valójában egy „szociálpszichológiai röntgenkép" arról, hogyan gondolkodnak a mester szakos hallgatók a hierarchiáról, a felelősségről és a munkamegosztásról. A hallgatók szemében a 6. ábra felső két beosztása nemcsak pozíció, hanem kockázati zóna. A hallgatók egy része (az ambiciózusak) a kontroll lehetőségét látja a Vezető I-ben, míg a többség a „végső felelősség magányát". Sokan gondolják úgy, hogy ez ahol a döntés súlya nagyobb, mint a szakmai munka. A Vezető II-t látják a hallgatók a „valódi" főnöknek, aki érti a szakmát, és lefordítja Vezető I-től érkező stratégiai vágyakat a valóság nyelvére. Ez a legnépszerűbb poszt azok körében, akik magabiztosak a szakmai és vezetői tudásukban, de nem akarnak „arcai" lenni egy eseménykezelésnek. A hallgatók a kapott eredmények szóbeli kiértékelése során arra a következtetésre jutottak, hogy a törzstiszti funkció nem megfelelő ellátása közvetlenül veszélyezteti az egész rendszer működési hatékonyságát. A törzstiszt kulcsfontosságú szűrőszerepet tölt be a szervezetben: feladata, hogy kiszűrje a döntéshozatal szempontjából felesleges információkat, és hatékonyan összehangolja az elemző, valamint a műveleti részlegek párhuzamos munkáját. (Elemzők) a „cselekvőkkel" (Műveletiek).

A hallgatók szerint a Műveleti (tiszt) beosztásában a koordináció és kommunikáció a fontos, ugyanakkor jól látszik, hogy nem az Operatív Törzsben betöltendő egyes beosztások felállítása a probléma a hallgatóknak, hanem a modellben az információáramlás megtartatása, illetve annak fenntartása, mert jól kivehető, ha:

- az Elemzők nem szólnak a Műveleti tisztnek.
- a Vezető I. túl sokat akar tudni a részletekről, amivel „megfojtja" a Törzstisztet.
- az egyes kapott információk nem erősödnek fel.



7. ábra Delta team lineáris vezetési modellje az Operatív Törzsben végzendő feladatokhoz (Forrás: NKE KVI hallgatók)

A 7. ábra a funkcionális vezetés-irányítás egy klasszikus, mégis modernizált modellje, ahol a felelősségvállalás és a munkamegosztás lélektanát mutatták meg a hallgatók. A 7. ábra nem egyetlen csúcsot mutat, hanem egy megosztott felső szintet: a „Kétfejű" vezetés dilemmája (Vezető I. és II.). A Vezető I. a „stratéga" (aki a végső szót kimondja), a Vezető II. pedig a „gyakorlatias végrehajtó" (aki az alsó sort – Logisztika, Művelet, egészségügyi tiszteket – mozgatja). Az órai gyakorlat és a kapott eredmények alapján a hallgatók elmondták: sokan félnek a Vezető I. poszttól, mert azon túl nagy a felelősség nyomása. A hallgatók gyakran a Vezető II. szerepére vágynak, mert az közelebb van az akcióhoz (beavatkozás, mentésirányítás), de már van benne irányítási felelősség.

A 7. ábra bal oldala (az Értékelő I-II. beosztások és a Törzstiszt) a döntés-előkészítő szakértelmet jeleníti meg. Ez a funkcionális blokk biztosítja a megalapozott elemzési hátteret a stratégiai és operatív döntéshozatali jogkörrel rendelkező Vezető számára. Ugyanakkor a gyakorlatok során rájönnek a hallgatók: ha az Értékelő hibázik, akkor a Vezető I. nem megfelelő döntést hozhat. A Törzstisztet sokan eleinte „titkárnak" nézik, majd a végén rájönnek, hogy ő a rendszer kulcsszereplője mert, ha a Vezető II. nem kap feladatszabást fentről, akkor az alsó sor (Művelet, Logisztika) nem tud részt venni a végrehajtásban. Amennyiben a Vezető II. nem kap információt az Értékelőktől, mert azok csak a Vezető I-hez tartoznak, neki jelentenek, akkor nem lesz képes a Vezető II. irányítani a műveleteket, a logisztikát stb. A kapott eredmények ismeretében elmondható, hogy a hallgatói csoportok visszatérően azt a javaslatot teszik, hogy a szerényebb képességű társaik lássák el a logisztikai feladatokat. Az oktató által jóváhagyott beosztást követően azonban, a feladatok gyakorlati végrehajtása során (például egy árvízi védekezés megszervezésekor) a résztvevők gyorsan szembesülnek azzal, hogy ezen a területen múlik a legtöbb, és a logisztikai háttér hiányosságai közvetlenül veszélyeztetik a teljes védekezés sikerét. Az adatalapú világ hatása miatt az utóbbi 3-4 évben a hallgatók valószínűleg tudatosabban választják az Értékelő posztot kulcspozíciónak egy Operatív Törzsben végzendő munka során. A Covid, a hóhelyzet és az árvízi élő tapasztalatok alapján egyes levelező hallgatók, akik részesei voltak az eseményeknek, bátran tettek módosító javaslatot a hallgató társaik felé. A három esemény ismeretében a hallgatók realisztikusabban látják a saját feladatuk, ti. az Operatív Törzsben végzendő beosztások strukturálását, a vezetési törzs felépítését [15].

7. KAPOTT EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

Az 1. táblázat számszerűsíti, és strukturált formában szemlélteti (elméleti vizualizációként modellezi) az MSc hallgatók által kialakított operatív törzs működési struktúráját egy összetett és elhúzódó káresemény – például egy árvízi védekezés – kontextusában. A súlyozott-modell rávilágít arra, hogy a törzs teljes kapacitása miként oszlik meg a stratégiai, az operatív, a taktikai és a támogatói szintek között.

A táblázatban szereplő százalékos értékek nem a döntési jogkört vagy a felelősség súlyát tükrözik, hanem az adott beosztáshoz rendelt törzsi kapacitás-arányt (a lekötött munkaidőt és az adminisztratív ráfordítást). Emiatt a Stratégiai vezetés (Vezető I.) kapacitás-aránya mindössze 15%. Bár a végső jogi és döntési felelősség több mint 50%-ban az ő vállát nyomja, egy jól strukturált törzsben az operatív szintek előszűrik az információkat. Ez a hatékony munkamegosztás tehermentesíti a felsővezetőt, így ő kizárólag a stratégiai jelentésekre és a kritikus jóváhagyásokra fókuszálhat [1][21].

1. táblázat Az Operatív Törzs funkcionális kapacitás-megosztása és koordinációs kockázatai (Súlyozott modell, N=342 fő) (szerkesztette a szerző)

OpT beosztás (funkció)	**Egységek száma (db)**	**Törzsi kapacitás-arány (%)**	**Feladat és felelősségi kör**	**Információs terheltség és hálózati kockázat**
Stratégiai vezetés (Vezető I.)	1	15%	Legfelsőbb jogi és stratégiai felelősség, a döntések végső meghozatala, a jelentések aktív ellenőrzése és jóváhagyása.	MAGAS (A szűrt információk kritikai ellenőrzése, stratégiai döntési kényszer folyamatos időnyomás alatt).
Operatív koordináció (Vezető II., Törzstiszt)	2	25%	Operatív döntések és komplex intézkedési javaslatok előkészítése a Vezető I. részére.	KRITIKUS (Adattorlódási góc, 5 bejövő csatorna párhuzamos kezelése).
Taktikai végrehajtás (Műveletirányítás I-II.)	2	35%	Közvetlen helyszíni beavatkozás, az erők és eszközök dinamikus, harcászati szintű tervezése.	MAGAS (Gyorsan változó kárhelyszíni körülmények és azonnali reagálási kényszer).
Szakmai támogatás (Értékelő, Logisztika, Egészségügy, Szóvivő)	3	25%	Jelentések szakmai feldolgozása, a védekezés teljes anyagi, technikai, ellátási és szállítási hátterének operatív megszervezése.	KIEMELTEN MAGAS (Erőforrás-gazdálkodás, elhelyezési, ellátási, szállítási feladatok kezelése)

A 1. táblázatban szereplő koordinációs kockázatokat a kutatás a tízéves távlatú szimulációs gyakorlatok során rögzített információáramlási adatok, a beérkező feladatmennyiségek és a közvetlen oktatói folyamat-megfigyelések alapján határozta meg. A 1. táblázat utolsó oszlopában szereplő „Információs terheltség és hálózati kockázat" megállapításai az órai szimulációs gyakorlatok közvetlen oktatói megfigyelésén és strukturált utólagos elemzésén alapulnak. A kutatás, a 342 fő hallgatói állomány gyakorlati órái során objektíven rögzítette az egyes beosztásokhoz érkező és onnan kimenő információk mennyiségét, valamint a döntési folyamatok dinamikáját.

A Vezető I. pozíció terheltsége azért bizonyult magasnak, mert a szimulációk igazolták: a sikeres vezetés megköveteli a kapott adatok folyamatos, aktív kritikai felülvizsgálatát és a stratégiai felelősség vállalását, a passzív információfogadás helyett. A Szakmai támogatás és Logisztika kiemelten magas besorolását a gyakorlatok során rögzített valós terhelési adatok indokolják. Az árvízvédelmi és káresemény-kezelési szimulációk során a logisztikai beosztásban lévőknek kellett a legtöbb egyidejű, egymásra épülő feladatot (erőforrás-allokáció, anyagbeszerzés, szállítási útvonalak átszervezése) megoldaniuk, ami bizonyítja, hogy ez a funkció nem merül ki a passzív adatszolgáltatásban, hanem a törzsmunka egyik legaktívabb operatív pillére.

Tudományos szempontból az operatív törzs legfontosabb mérőszáma az információs csomópontok közötti kapcsolatok sűrűsége. Az 1. táblázat áttekinthető módon, matematikai modellezés nélkül mutatja meg a törzs belső szerkezetét. Az utolsó oszlop beemelésével jól láthatóvá válik, hogy az adatok hol torlódnak a legnagyobb valószínűséggel. A táblázatból és a felépítésből egyértelműen kirajzolódik, hogy az információáramlás központi alakja a Vezető II. beosztás, mivel nála fut össze a legtöbb közvetlen kommunikációs kapcsolat. A szimulációs adatok alapján öt különböző irányból (a Vezető I., a Törzstiszt, a Műveleti egységek, valamint a Szakmai támogatás elemei felől) érkezik be hozzá feldolgozatlan adat.

Ezen a ponton válik fontossá a szakirodalomban „Control Span"-ként (vezetési terjedelemként vagy ellenőrzési körként) definiált mutató, amely azt határozza meg, hogy egyetlen vezető alá közvetlenül hány beosztott egység tartozik [21][22]. A nemzetközi kríziskezelési elvek az 1:3 és az 1:5 közötti arányt tekintik határértéknek. A hallgatói szimulációk eredményei alapján az alkalmazott struktúra 1:4 arányú, mivel a Vezető II. alá közvetlenül négy funkcionális terület (Logisztika, Műveleti I., Műveleti II., Egészségügy) tartozik.

Ez az 1:4-es felállás statisztikailag a hatékonyság abszolút határán mozog. Amikor a Vezető II. alatt 4 közvetlen egység dolgozik, az összes lehetséges kapcsolati kombináció száma 44. Itt fontos tisztázni, hogy a kapcsolati kombinációk száma nem a törzsben ülő hús-vér személyek létszámát jelenti. Ez a mutató azokat a lehetséges kétoldalú információs utakat, horizontális egyeztetéseket és csoportos egyeztetési helyzeteket (például amikor a vezető egyszerre csak két egységgel tárgyal a négyből) határozza meg, amelyeket a koordinátornak egy időben fejben kell tartania és menedzselnie kell. A 44-es kapcsolati érték egy rendkívül intenzív koordinációt igénylő, de egyetlen fókuszált vezető által még éppen kézben tartható szint [22].

A 342 fős hallgatói minta vizsgálatával fontos szervezeti következtetésekre juthatunk. A szimulációk igazolták, hogy a Vezető II. beosztása a rendszer kritikus pontja: túlterhelődése vagy kiesése esetén az információk torlódása (szűk keresztmetszet, bottleneck) miatt a döntési késedelmek valószínűsége 40%-kal nőtt a műveleti, végrehajtó szinteken [24].

A modellezés legnagyobb nóvuma, hogy rávilágított az 1:5-ös modellre való átállás veszélyeire. Ha a struktúrába akár csak egyetlen ötödik egységet is beemelünk a Vezető II. alá, a beosztottak száma mindössze 25%-kal nő, ám a parancsnok által kezelendő kapcsolati kombinációk száma nem lineárisan, hanem robbanásszerűen 100-ra ugrik. Ez a 100 feletti elméleti kapcsolati sűrűség a gyakorlatban azonnali koordinációs bénultsághoz vezet. A kutatás bebizonyította, hogy ez a kritikus nyomás kizárólag egy dedikált Törzstiszt (Chief of Staff) beiktatásával kezelhető, aki döntés-előkészítő szűrőként leválasztja a Vezető II.-ről a horizontális keresztkapcsolatok közvetlen kezelését, és a döntési helyzeteket visszaszorítja a hatékony, 1:4-es működési tartományba [24]. A vezetési terjedelem (Control Span) értelmezése az idők során jelentősen változott. A régmúlt tradicionális, merev és hierarchikus üzleti szervezeteiben az 1:4-es vagy ennél is alacsonyabb vezető-beosztott arány volt az általános szabvány. Az 1980-as évektől kezdődően azonban a vállalati vezetők elkezdték drasztikusan ellaposítani a szervezeti struktúrákat, aminek következtében az átlagos arány eltolódott az 1:10-es szint irányába.

Ezt a változást az olcsó és gyors informatika fejlődése tette lehetővé. Mivel az információs rendszerek képesekké váltak kiváltani a klasszikus középvezetői feladatokat – például az operatív adatok gyűjtését, rendszerezését és prezentálását –, a felsővezetés rájött, hogy kevesebb középvezetővel, de lényegesen több beosztottat irányítva is működtethető egy vállalat. Ezzel szemben a jelen tanulmányban vizsgált katasztrófavédelmi és taktikai törzsekben az informatika nem tudja helyettesíteni az emberi krízisdöntéseket, így itt a klasszikus, szorosabb (1:4-es) kontroll megtartása a biztonság záloga [21][22].

A Vezető II. (Operatív koordinátor) beosztása a törzs leginkább sebezhető pontja. Ha ez a pozíció túlterhelődik vagy kiesik, az információk torlódása (a szervezeti szűk keresztmetszet) miatt a döntési késedelmek valószínűsége 40%-kal nő a közvetlen végrehajtó szinteken [23].

Az igazi töréspontot az 1:4-es vezetési arányról az 1:5-ös modellre való váltás jelenti. Ha a koordinátor alá egy ötödik egységet is beemelünk, a vezető által átlátandó kapcsolati kombinációk száma 100-ra ugrik. A „kapcsolati kombináció" kifejezés nem a munkatársak létszámát jelenti, hanem azokat a lehetséges kétoldalú egyeztetési csatornákat, kereszt-egyeztetéseket és csoportos megbeszéléseket, amelyeket a vezetőnek egy időben koordinálnia kell.

Ezen a ponton egyértelmű delegálási kényszer alakul ki. Mivel a Vezető II. fizikailag és mentálisan már nem képes minden apró részletet átlátni, a hatáskörök és a koordinációs feladatok egy részét kénytelen átadni a Törzstisztnek, vagy kijelölni az egyik tapasztaltabb Műveleti tisztet rangidős vezetőnek. A szervezet növekedésével a funkcionális specializáció – vagyis egy dedikált, operatív feladatokat menedzselő Törzstiszt beosztása – elengedhetetlenné válik a központi döntéshozó tehermentesítéséhez [23][24].

A törzsön belüli kapcsolatok elméleti számának kiszámítására Vytautas Andrius Graicunas francia menedzsment-tanácsadó és matematikus modellje szolgál. Graicunas alapvető felismerése az volt, hogy a szervezet növekedésével a vezető irányítási köre (span of control) nem lineárisan, hanem exponenciálisan nehezedik. Modellje bizonyítja, hogy egy vezetőnek nemcsak a beosztottaival való közvetlen, egyéni kapcsolatait kell kezelnie, hanem a beosztottak egymás közötti interakcióit, valamint a csoportos kapcsolatok kombinációit is.

A Graicunas-modell kiválóan alkalmas lehet a katasztrófavédelmi operatív munkaszervezetek felépítésének és hatékonyságának értékelésére. Krízishelyzetben, ahol az információk torlódása és a gyors döntéshozatali kényszer alapvetően határozza meg a védekezés sikerét, a képlet segítségével matematikailag is kimutatható, hogy a törzs létszámának kismértékű növelése miként többszörözi meg a koordinációs és kommunikációs kockázatokat

A kapcsolatok elméleti számának kiszámítására Vytautas Andrius Graicunas matematikai modellje szolgál (1. egyenlet), amely szerint a vezetőnek nemcsak a beosztottakkal való közvetlen kapcsolatait kell kezelnie, hanem a beosztottak egymás közötti interakcióit is [23]..

$$C = n \times (2^{n-1} + n - 1)$$

1. egyenlet Graicunas-képlet a kapcsolatok számát (C) határozza meg az elemek (beosztottak) számának (n) függvényében ([21] alapján szerkesztette a szerző)

2. táblázat A Vezető II. vonatkozásában Graicunas-képlettel matematikailag igazolható, miért válik kritikussá a helyzet az 1:4 és az 1:5 arány közötti váltásnál ([21] alapján szerkesztette a szerző)

Beosztottak száma (n)	Virtuális kapcsolatok száma (C)	Összetettség növekedése
3	18	Alapszint
4 (Jelenlegi állapot)	44	144%
5 (Tervezett állapot)	100	+127% (az előzőhöz képest)

A *2.* táblázat rávilágít a modell lényegére: míg a beosztott egységek száma mindössze 25%-kal nő (4-ről 5-re), a vezetőre háruló koordinációs összetettség (komplexitás) több mint a duplájára, pontosan 127%-kal emelkedik. 5 beosztottnál már nem a közvetlen utasítások kiadása a nehéz, hanem a köztük lévő véleménykülönbségek, a párhuzamos kereszt-egyeztetések és az információáramlás torzulásainak a kezelése vagy akár egy feladat kiadást követő visszaellenőrzés végrehajtása. Ezzel a rendszer átlépi azt a lélektani határt, ahol a vezető egyedül már képtelen átlátni a teljes belső dinamikát [23].

A megoldást egy önálló Törzstiszt felállítása jelenti, amely mint információs puffer működik: átveszi a horizontális egyeztetések irányítását, aminek köszönhetően a vezetőre nehezedő elméleti kapcsolati terhelés a kritikus 100-as szintről visszaesik a biztonságosan kezelhető 18 és 44 közötti tartományba. Ez a gyakorlatban 60–80%-os csökkenést jelent a Vezető II. döntés-előkészítési terheiben. Ez a tehermentesítés drasztikusan felgyorsítja az adatok feldolgozását és a parancsok kiadását, miközben a többkörös ellenőrzés miatt a működési hibák száma is minimálisra csökken [15][21].

A HUNOR Mentőszervezet menedzsmentje, a sokrétű feladat végrehajtás és nagymennyiség információfeldolgozás miatt tagoltabbá tette a vezetési törzsben lévő beosztásokat. Megjelent a Koordinációs tiszt (belső feladatok szervezésére), Biztonsági tiszt (általános védelmi-biztonsági feladatok koordinálására), valamint alkalmazza az összekötőket (kutyás, orvos, statikus, alegységek)[9].

A hallgatói törzsgyakorlatok során kapott elméleti határértékek közvetlenül rávetíthetők a HUNOR Mentőszervezet valós működésére. A HUNOR vezetése a sokrétű feladatok és a katasztrófahelyzetben beömlő hatalmas információtömeg kezelésére kénytelen volt jóval tagoltabbá tenni a parancsnoki törzset. A klasszikus alapszerkezethez képest a struktúrában megjelent 4 új, dedikált funkció [9][16]:

- Koordinációs tiszt (a belső feladatok operatív szervezésére).
- Biztonsági tiszt (az általános védelmi és biztonsági feladatok felügyeletére).
- Összekötő tisztviselők (a kutyás, orvosi, statikus és egyéb speciális alegységek koordinálására).
- Törzstiszt (a parancsnok közvetlen munkatársa).

Ha a HUNOR parancsnoka az alapvető taktikai egységek (4 egység) mellett ezt a 4 új funkcionális komponenst is közvetlen jelentőként kezelné, a közvetlen irányítása alá tartozó elemek száma kilencre emelkedne (n=9). A Graicunas-képlet alkalmazásával pontosan kiszámítható, hogy a közvetlen irányítási kör ilyen arányú bővülése mekkora elméleti kapcsolati komplexitást eredményezne a központi döntéshozó számára:

$$C = 9 \times (2^{9-1} + 9 - 1) = 9 \times (256 + 8) = 9 \times 264 = 2376$$

2. egyenlet A bővített HUNOR vezetési törzs elméleti kapcsolati komplexitása (közvetlen parancsnoki irányítás esetén) (szerkesztette a szerző)

A matematikai levezetés igazolja, hogy míg az ideális 1:4-es alapállapotban a parancsnoknak mindössze 44 lehetséges kapcsolati interakciót kell menedzselnie, a 4 új funkció közvetlen integrálásával ez a szám 2376 elméleti kapcsolatra ugrik meg. Ez a drasztikus, exponenciális növekedés éles krízishelyzetben elkerülhetetlenül információtorlódáshoz és a döntéshozatal teljes megbénulásához vezetne, ha a parancsnoknak személyesen kellene minden keresztkapcsolatot koordinálnia (*2.* egyenlet). A HUNOR Mentőszervezet szervezeti struktúrájának valós hatékonysága – amelyet az egyetemi órai szimulációk eredményei is alátámasztottak – abban rejlik, hogy a feladatok bővülésével megjelenő új funkcionális elemek nem a mentőszervezet parancsnokának közvetlen alárendeltségébe tartoznak. Ez a felépítés megakadályozza a felsővezető túlterhelését. A HUNOR szervezeti modellje a gyakorlatban szigorúan fenntartja a hatékony, 1:4-es vezetési terjedelmet (span of control), biztosítva a stabil és átlátható szolgálati utat. Az új komponensek a Törzstiszt által alkotott funkcionális szűrő mögött dolgoznak, aki leválasztja ezt a több mint kétezer elméleti keresztkapcsolatot a stratégiai döntéshozóról, és a parancsnoki terhelést a biztonságosan kezelhető 44-es szinten tartja. [9][22].

8. KÖVETKEZTETÉS

Összességében a tíz évnyi kutatási adat és a négy jellemző törzsirányítási modell elemzése objektív tapasztalatokkal szolgál a védelmi és biztonsági igazgatás számára. A hallgatók által kidolgozott operatív törzsi struktúrák olyan funkcionális irányítási modellek, amelyek a hatékony információáramlást, a pontos döntés-előkészítést és a feladatok összehangolt végrehajtását biztosítják. Ezen struktúrák tudatos alkalmazásának közvetlen célja a valós Operatív Törzsek vezetési hatékonyságának növelése. A hallgatók számára a Vezető I. és II. beosztások közötti választás a legmeghatározóbb. Az adatok azt mutatják, hogy a hallgatók 80%-a kerüli a legfelső vezetői felelősséget (Vezető I.), és szívesebben választja a szakmaiabb, „kézzelfoghatóbb" irányítást (Vezető II.). Az un. hallgatói Operatív Törzsben elvégzett órai feladatok során jól kitűnt, hogy a vezetés-irányítás nem egyszemélyes „show", hanem a stratégiai cél és a gyakorlati megvalósítás közötti folyamatos párbeszéd. A hallgatók az órai munkák során megtanulják, hogy a Törzstisztnek nem mindent kell továbbítania a Vezetőnek, csak azt, ami a vezetői, stratégiai döntéshez kell. Ez a kapott adatokban és jelentésekben lévő un. zaj kiszűrése a hatékony irányítás kulcsa. A modern törzsmunkában az elemző adatai nélkül a parancsnok (Vezető I. és II.) a vezetői döntéshez nem rendelkezik megfelelő információval. Az informatika térnyerésével az Elemző/Értékelő funkció presztízse nőtt, amely a hallgatók körében az utóbbi években értékelődött fel [20][24].

A tapasztalatok alapján a polgári Védelmi Műveletek 1-2 tantárgy oktatásának keretében tovább szükséges vizsgálni:

- Hogyan kellene módosítani, a tapasztalt trendek alapján, a vezetés-irányítás oktatását.
- A technikai tudás mellett erősíteni kell, az ún. vezetői „soft skillek"-et[2] (kommunikáció, empátia, stressz tűrése), órai munka keretében fokozni kell azok tudatos fejlesztését.

A kommunikáció és a lakosságtájékoztatás jelentős felértékelődése okán, szerepet kapnak az Operatív Törzsben a szóvivői feladatok.

[2] Soft skill minden olyan tulajdonság vagy készség, amit nem lehet megtanulni: emberi kvalitások, amik alapján a HR-szakértő egy toborzás során értékelni és kategorizálni tudja a leendő munkavállalót. Vagyis olyan személyes képességek, amelyek meghatározók a munkavállaló munkakörnyezetbe való beilleszkedésénél.

A hallgatók az elmúlt években külön feladatot kaptak sajtótájékoztató háttéranyag, a lakossági SMS (rövid szöveges üzenet 150 karakterben) vagy TV scroll (televízió alsó részében futó információs csík), illetve VÉSZ (veszélyhelyzeti értesítési szolgáltatás egy okos telefonokra és táblagépekre kifejlesztett) applikációs üzenet (1500 karakterszám) összeállítására is [18][19]. A hallgatók aktív bevonásával sikerült megnyerni a téma iránt korábban kevésbé fogékony résztvevőket is. A gyakorlatok során a hallgatók egyértelműen felismerték a parancsnoki tervező és szervezőmunka alapvető rendeltetését. Belátták, hogy az operatív munkaszervek koordinációs, erőforrás-összehangoló és eseménykezelő tevékenysége határozza meg a kárhelyszíni végrehajtás sikerét, hiszen a szakszerű vezetés és irányítás teremti meg a feltételeket a terepen végzett mentési, védekezési és kárfelszámolási műveletek hatékony végrehajtásához.[23]. Az órai munkával és csoportban végzett (Operatív Törzs) esettanulmány feldolgozása (árvíz, hóhelyzet, földrengés) gyakorlatiasabbá tette a normatív szabályozás hallgatói megismerését és azok gyakorlati alkalmazását. A legfontosabb következtetés, hogy a hallgatók számára a száraz jogszabályi környezet (normatív szabályozás) csak akkor válik érthetővé és alkalmazhatóvá, ha azt szerepjátékba ágyazott eseménykezelésen keresztül sajátítják el. Az Operatív Törzs struktúrája nem csupán egy hierarchia, hanem a felelősség megosztásának eszköze, amely a hallgatók számára az egyetemi órai gyakorlat során vált „élővé". A 31-35 fő/szemeszter csoport-dinamikája rávilágított arra, hogy a hallgatók jelentős része kompetens a részfeladatokban, de a Vezető I. szintű, stratégiai döntéshozatal (ahol a jogi felelősség és a kimenetel kockázata a legnagyobb) továbbra is legritkább természetes ambíció. Az adott témák gyakorlat keretében történő feldolgozása segített e gátak feloldásában a csoportos támogatás (Törzskar) vezetési törzsirányítás erejének bemutatásával [17][21]. Az adott gyakorlati példák órai bemutatásával, vezetés-irányítási példákkal (BM OKF Operatív Törzs, HUNOR Mentőszervezet) a hallgatók életszerű és képszerű magyarázatot kaptak a vezetési törzsek gyakorlati munkájáról. A 26 órás oktatás a fokozatosság elve alapján, a végzős mesterszakos hallgatók első és második félévi feladatai közé tartozik, hogy az elméleti ismeret mellé gyakorlatiasabb oktatás keretében készségszinten sajátítsák el a Polgári védelmi műveletek speciális területét [16].

9. JOGFORRÁSOK

ENSZ INSARAG Irányelv 2020. évi változata [Online]. Elérhetőség: https://insarag.org/methodology/insarag-guidelines/ (2026.03.16)

2025/704 Bizottság Végrehajtási Határozata (2025. április 10.) az uniós polgári védelmi mechanizmusról szóló 1313/2013/EU európai parlamenti és tanácsi határozat végrehajtására vonatkozó szabályok megállapításáról, valamint a 2014/762/EU és az (EU) 2019/1310 bizottsági végrehajtási határozat hatályon kívül helyezéséről [Online]. Elérhetőség: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202500704 (2026.03.16)

1313/2013/EU európai parlamenti és tanácsi határozatra (2013. december 17.) az uniós polgári védelmi mechanizmusról [Online]. Elérhetőség: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:32013D1313 (2026.03.16)

12/2023. BM OKF Intézkedés, a katasztrófavédelmi operatív munkaszervek létrehozásáról, működési feltételeinek biztosításáról, szervezeti felépítéséről, valamint feladatairól

24/2023. BM OKF Intézkedés, a HUNOR Mentőszervezet működéséről és alkalmazásáról [belső dokumentum]

39/2011. (XI. 15.) BM rendelet, a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól

1/2026. BM OKF Parancs, a HUNOR Hivatásos Katasztrófavédelmi Mentőszervezet „EU MODEX 2026 USAR" nemzetközi gyakorlaton történő részvételével kapcsolatos feladatokról

Megalakítási Terv és Működési Rend, a HUNOR Mentőszervezet nehéz kategóriájú városi kutató és mentő csapathoz, a BM OKF főigazgatója által jóváhagyva 2023. november 29-én

10. IRODALOMJEGYZÉK

[1] Fred N. The Span of Control andthe Formulas of V.A.Graicunas, 4/2/2011 [Online] Elérhetőség: https://www.nickols.us/graicunas.pdf (2026.05.22.)

[2] Benkő T. Gondolatok az ideális parancsnokról. Hadtudomány, 2008. 3-4. szám, pp. 91-103.

[3] Horváth A. (szerk.) Irányítás, felügyelet és ellenőrzés a közigazgatás működésében. Tankönyv a köztisztviselők továbbképzéséhez. – Magyar Közigazgatási Intézet, Budapest, 2007. május

[4] Kovács I. Vezetői stílusok a hivatásos állomány szemével: autokrata. Magyar Rendészet, 19 (1), 145–166., 2019 [Online] Elérhetőség: https://doi.org/10.32577/mr.2019.1.9 (2026.05.22.)

[5] Bayer J. Vezetési modellek – vezetési stílusok, Vinton, Budapest, 1995, 152 oldal ISBN: 9630448750

[6] Ambrusz J., Muhoray Á. A vörösiszap-katasztrófa következményeinek felszámolása, a keletkezett károk helyreállítása. Bolyai Szemle, 24 (4). pp. 67-85. (2015) ISSN 1416-1443

[7] Muhoray Á.: Az Újjáépítési Kormányzati Koordinációs Központ tevékenysége a vörösiszap-tragédia után. Építésügyi Szemle, 53, Különszám, 2011, pp. 8–10.

[8] INSARAG GUIDELINES 2020 Volume II: Preparedness and Response Manual A: Capacity Building pp. 50-55., [Online] Elérhetőség: https://insarag.org/wp-content/uploads/2021/06/INSARAG20Guidelines20Vol20II2C20Man20A.pdf (2026.03.17.)

[9] Jackovics P. A HUNOR Mentőszervezet bevetése Törökországban Védelem Tudomány: Katasztrófavédelmi Online Tudományos Folyóirat 9: Különszám pp. 1-2., 2 p. (2024) [Online] Elérhetőség: https://ojs.mtak.hu/index.php/vedelemtudomany/article/view/15701/12901 (2026.03.16.)

[10] Jackovics P., Herbák D. Magyarország Központi Mentőszervezete: a HUNOR Védelem Tudomány: Katasztrófavédelmi Online Tudományos Folyóirat 21 pp. 245-262., 18 p. (2017) [Online] Elérhetőség: https://real.mtak.hu/50617/1/18_jackovics_herbak_u.pdf (2026.03.16.)

[11] Hábermayer T. Segédlet a városi kutató-mentő csapatok ENSZ INSARAG 2020 szerinti minősítésének végrehajtására, 51 p. (2023) [Online] Elérhetőség: https://tolna.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2023-03/81232.pdf (2026.03.16.)

[12] Hábermayer T. Az Európai Unió Bravo Polgári Védelmi Csapat biztonsági tisztjének feladatai a 2023. február 6-i törökországi földrengések után. Védelem Tudomány: Katasztrófavédelmi Online Tudományos Folyóirat 8: különszám pp. 76-82., 7 p. (2023) [Online] Elérhetőség: https://ojs.mtak.hu/index.php/vedelemtudomany/issue/view/1103/795#page=76 (2026.03.16.)

[13] Hábermayer T. Az Európai Unió Bravo Polgári Védelmi Csapat biztonsági tisztjének feladatai a 2023. február 6-i Törökországi földrengések után I. rész Polgári Védelmi Szemle 16: különszám pp. 248-261., 14 p. (2024) [Online] Elérhetőség: https://mpvsz.hu/pv_szemlek/pvszemle2024/index.html (2026.03.16.)

[14] Tóth A., Prepok A. A Mura folyón 2023. augusztusában levonult ár védekezési munkálatainak katasztrófavédelmi tapasztalatai Védelem Tudomány: Katasztrófavédelmi Online Tudományos Folyóirat 10: 3 pp. 73-86., 14 p. (2025) [Online] Elérhetőség: DOI: https://doi.org/10.61790/vt.2025.20612 (2026.03.16.)

[15] Ambrusz J. Kommunikációs modellek és elméletek a hatékony válságkezelésre. POLGÁRI VÉDELMI SZEMLE 18: Különszám pp. 11-19., 9 p. (2026)

[16] Jackovics P. Nemzetközi földrengés kutató- és mentőcsapatok, orvosi alegységek együttes tevékenysége HONVÉDORVOS 75:1-2 pp. 30-49., 20 p. (2023) [Online] Elérhetőség: https://doi.org/10.29068/HO.2023.1-2.30-49 (2026.03.17.)

[17] Muhoray Á. A katasztrófavédelmi műveletek tervezése és szervezése, Power Point előadás, NKE KVI, [Online] Elérhetőség: https://www.uni-nke.hu/document/uni-nke-hu/6-muhoray-arpad.original.pdf (2026.03.23.)

[18] Muhoray Á., Papp A. A vörösiszap-katasztrófa elleni védekezés, a helyreállítás, újjáépítés tapasztalatai II. Belügyi Szemle 61, 3, pp. 63–86. [Online] Elérhetőség: https://doi.org/10.38146/bsz-ajia.2013.v61.i3.pp63-86 (2026.03.23.)

[19] Magyarország Kormánya Megkezdődött a védekezés legnehezebb szakasza, MTI Közlemény [Online] Elérhetőség: https://kormany.hu/hirek/megkezdodott-a-vedekezes-legnehezebb-szakasza-2024-09-18 (2026.03.23.)

[20] Horváth Z. Árvízi védekezés vezetésének és irányításának hatása a logisztikai támogatás folyamataira, Műszaki Katonai Közlöny 21, 1-4. szám, (2011) [Online] Elérhetőség: https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2011_19%20arvizi%20vedekezes%20Horvath%20Z.pdf (2026.03.23.)

[21] Graicunas V. A. Relationship in Organization, Bulletin of the International Management Institute, Vol. 7, March (1933), 39–42; reprinted in Gulick Luther H.,Urwick Lyndall F. (Eds.), Papers on the Science of Administration (New York: Institute of Public Administration, Columbia University, 1937), 182–87.

[22] Hamilton Ian, G. G. G. The Soul and Body of an Army (London: Edward Arnold, 1921)

[23] Burt, Ronald S. Structural Holes and Good Ideas. American Journal of Sociology, vol. 110, no. 2, 2004, pp. 349–99. JSTOR, [Online] Elérhetőség: https://doi.org/10.1086/421787 (2026.03.23.)

[24] Pugh, D. S., and D. J. Hickson. Causal Inference and the Aston Studies. Administrative Science Quarterly, vol. 17, no. 2, 1972, pp. 273–76. JSTOR, [Online] Elérhetőség: http://www.jstor.org/stable/2393961 (2026.03.23.)

Védelem Tudomány 11. évfolyam 3. szám, 2026 DOI: 10.61790/vt.2026.24029

Investigation of Framework Conditions for AI-Driven Population Warning and Preparedness Systems in Digital-Generation Crisis Communication

Mesterséges intelligencia alapú polgári védelmi lakossági tájékoztató és felkészítő rendszer keretfeltételeinek vizsgálata a digitális generációk válságkommunikációjában

Tamás Szalóki
Ludovika University of Public Service
MA student
szalokitt@gmail.com
ORCID: 0009-0008-3325-1144

Absztrakt:

A tanulmány egy helyi telepítésű (on-premise), mesterséges intelligencia alapú polgári védelmi lakosság tájékoztató és felkészítő rendszer megvalósíthatósági keretfeltételeit vizsgálja, különös tekintettel a digitálisan aktív Y és Z generációk specifikus válságkommunikációs igényeire, valamint az online oktatási modellek tesztkörnyezeti implementációjára. A rendszer illeszkedik a Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiája 2025–2030 célkitűzéseihez, amelyek az AI-alkalmazások közszolgálati és katasztrófavédelmi kiterjesztését prioritásként jelölik meg, ugyanakkor a tudomány és a technológia oly gyorsan fejlődik, hogy a stratégia egyes elemei már a kidolgozásuk pillanatában is folyamatos frissítést igényelnek.

Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, polgári védelem, lakossági tájékoztatás, digitális iker, kritikus infrastruktúra védelem

Abstract:

This study examines the feasibility framework conditions of a locally deployed (on-premise), artificial intelligence-based civil protection population information and preparedness system, with particular focus on the specific crisis communication needs of digitally active Generation Y and Z, as well as the test-environment implementation of online educational models. The system aligns with the objectives of Hungary's Artificial Intelligence Strategy 2025–2030, which identifies the extension of AI applications to public services and civil protection as a priority, while acknowledging that science and technology are advancing at such a pace that certain elements of the strategy already require continuous updating at the very moment of their formulation.

Keywords: Artificial intelligence, civil protection, population warning, digital twin, critical infrastructure protection

1. INTRODUCTION

The 21st-century security environment, shaped by climatic extremes, hybrid warfare threats, and the growing vulnerability of critical infrastructures, is fundamentally transforming the task system of civil protection information and preparedness. The Scientific Council of the National Directorate General for Disaster Management (BM OKF) recognized in 2025 as a prize-winning research contribution the study demonstrating that artificial intelligence represents both a challenge and an opportunity for revolutionary change in preparing for natural and man-made disasters, one capable of fostering a higher level of population resilience. Podholiczki (2025) comprehensively documents the civil protection application spectrum of artificial intelligence in the Defence Science journal, noting that while technological potential is outstanding in areas ranging from early warning systems to decision support, significant deficiencies remain in the field of real-time, reliable, and personalized population information [1].

Traditional civil protection population warning relies on unidirectional, static channels: leaflets, posters, television and radio announcements, the Electronic Siren System (MoLaRi), the VÉSZ (Emergency Notification Service) mobile application, and the BM OKF Facebook and website information platforms. This model is fundamentally incompatible with the information consumption patterns of digital generations, particularly Generation Z born between 1995 and 2010. Members of Generation Z prefer real-time, personalized, interactive, and mobile-accessible channels, and favor active participatory forms over passive reception [2].

For Generation Alpha, born after 2010, this digital nativeness runs even deeper: they are the first cohort socialized from birth in a world of smart devices, voice-controlled assistants, and short-form visual content. Among Generation Alpha members, video-based, gamified, and instant-feedback formats constitute the primary reception channels rather than text-based messages, creating corresponding expectations for civil protection preparedness systems. At the same time, civil protection cannot overlook older, digitally less active generations, for whom voice-based, natural-language interaction represents the safest path to information. A further critical consideration is that during emergencies, the human capacity of professional staff and dispatch centres is finite; AI agents managing mass population enquiries do not merely perform a convenience function, but become indispensable complements to human activity, relieving operators from routine tasks.

The system aligns with the objectives of Hungary's Artificial Intelligence Strategy 2025–2030, which identifies the extension of AI applications to public services and civil protection as a priority, and emphasizes the defense applicability of domestic HPC infrastructure, including the Komondor and Levente supercomputers and the Data Treasury concept [3]. Science and technology, however, particularly in generative AI and LLM-based agent systems, are advancing so rapidly that certain elements of the strategy require continuous adaptation even at the moment of their formulation. This dynamic is not a weakness but a characteristic of the field, and justifies a continuous, adaptive research approach.

The methodological basis of the research is an interdisciplinary approach combining investigative procedures from security studies, computer science, and social sciences. Based on the theoretical foundation, a systematic literature review was conducted focusing on the latest international reference projects and trends in agent-based artificial intelligence. Analysis of the regulatory and legislative environment is carried out using a doctrinal method, with particular attention to the integration of the EU AI Act and the NIS2 Directive into the domestic legal order. The technological framework was developed using system modelling methodology for the design of the hybrid RAG-based architecture and digital twin simulations. The target group analysis identifies the information consumption patterns of digital generations, and at the conclusion of the research process, the synthesis of collected data yields the professional and technical recommendations required for the final implementation of the system.

2.1. Current Mapping of EU Civil Protection AI Applications

Numerous relevant reference projects can be identified within the European Union. The DRIVER+ (Driving Innovation in Crisis Management for European Resilience) project, funded by the EU's 7th Framework Programmed, established a pan-European test-bed-based crisis management innovation platform within which more than 30 organizations tested innovative solutions. The project's Portfolio of Solutions database documented civil protection innovations and provided a model for the sectoral test-bed concept [4].

The ENGAGE project, implemented under Horizon 2020 funding, developed an AI-based chatbot integrated into the EU-ALERT system to strengthen emergency communication and disaster risk resilience. The system, developed by students at Saxion University of Applied Sciences, demonstrated that modular AI architecture is capable of interpreting EU-ALERT message content and generating personalized responses. The beAWARE project, between 2017 and 2019, improved the quality and speed of information sharing by integrating artificial intelligence into early warning systems for floods and storms [5]. The SecurIT programme's AI Disaster Emergency Com project extended the EU-ALERT system with an upward communication channel in which real-time situation reports from citizens are processed by an AI-based pre-diagnostic system [6].

These initiatives serve as technological forerunners, yet also reveal the research gap that forms one of the foundations of the present study. The majority of earlier systems did not yet employ generative language models and digital twin-based simulations for the personalized automation of population preparedness. It is also noteworthy that the native multilinguality of LLM-based architectures opens a new dimension in European-level interoperability. The application of the examined models enables real-time, language-barrier-free adaptation of civil protection information, which is critically important in managing cross-border emergency situations and in handling the linguistic diversity arising from free movement and tourism within the European Union. The developed system can therefore be interpreted not only as a local solution but as a scalable, inclusive protection tool at the EU level.

2.2. Regulatory and Legislative Framework

The EU Artificial Intelligence Act (EU AI Act, 2024/1689/EU), which entered into force in August 2024, employs a risk-based approach whereby civil protection applications fall into the high-risk category, since they are used for classifying emergency calls or prioritizing emergency response, imposing mandatory requirements for transparency, documentation, human oversight, and robustness. Cybersecurity resilience is underpinned by Directive (EU) 2022/2555 (NIS2), which Hungary transposed into domestic law through Act LXIX of 2024 and Government Decree 418/2024 (XII. 23.), entering into force on 1 January 2025. Kis et al. (2025) [7] note in the Military Engineering journal that the domestic introduction of NIS2 presents numerous challenges, as the scope of organizations covered by the directive expanded approximately twelvefold compared to the previous regulation, posing a significant preparedness burden particularly for newly affected organizations not previously subject to regulation. Vásárhelyi (2024) [9] confirms in the National Security Review that NIS2 and the parallel CER Directive together aim to establish a uniform, high level of resilience, also responding to the lessons of the Russo-Ukrainian war. From the perspective of Regulation (EU) 2016/679 (GDPR), the on-premise solution offers a decisive advantage since personal data does not reach third-party cloud infrastructure. The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030 and the EU Civil Protection Mechanism (Decision 2021/836/EU) emphasize the strategic importance of preventive, audience-specific information.

3. HYBRID MATHEMATICAL MODELS UNDERPINNING DEEP LEARNING AND PARALLEL ARCHITECTURE

Every form of artificial intelligence, from the simplest regression model to the most complex large language models, is founded on mathematical structures. This fundamental truth is not merely of theoretical significance: when designing a civil protection AI system, understanding the underlying mathematical models is critically important, as they determine what types of problems the system can solve, how quickly it learns, and under what circumstances it may become unreliable. The models presented in the following subsections are not alternatives to one another but complementary, parallel layers of a hybrid architecture, the purpose of which is the adaptive, self-correcting, and optimized operation of civil protection information [7]. Kirovné Rácz and Scholtz (2025) [8] confirm in the Military Engineering journal that, according to the current state of science, combining classical methods with multiple machine learning and artificial intelligence models, including fuzzy logic and neural networks, yields the best results in civil protection applications.

The scientific foundation of the hybrid approach is provided by the ensemble methods literature. The parallel application of different algorithms systematically produces better performance than any single algorithm, particularly in uncertain, dynamic, and partially known environments such as every real emergency situation [10]. The logic of the proposed four-layer hybrid architecture is that MDP and Q-learning provide the adaptive decision foundation, ACO and PSO form the optimization layer, ANFIS constitutes the structured rule layer, and LLM and RAG form the natural language generation and validation layer (Figure 1).

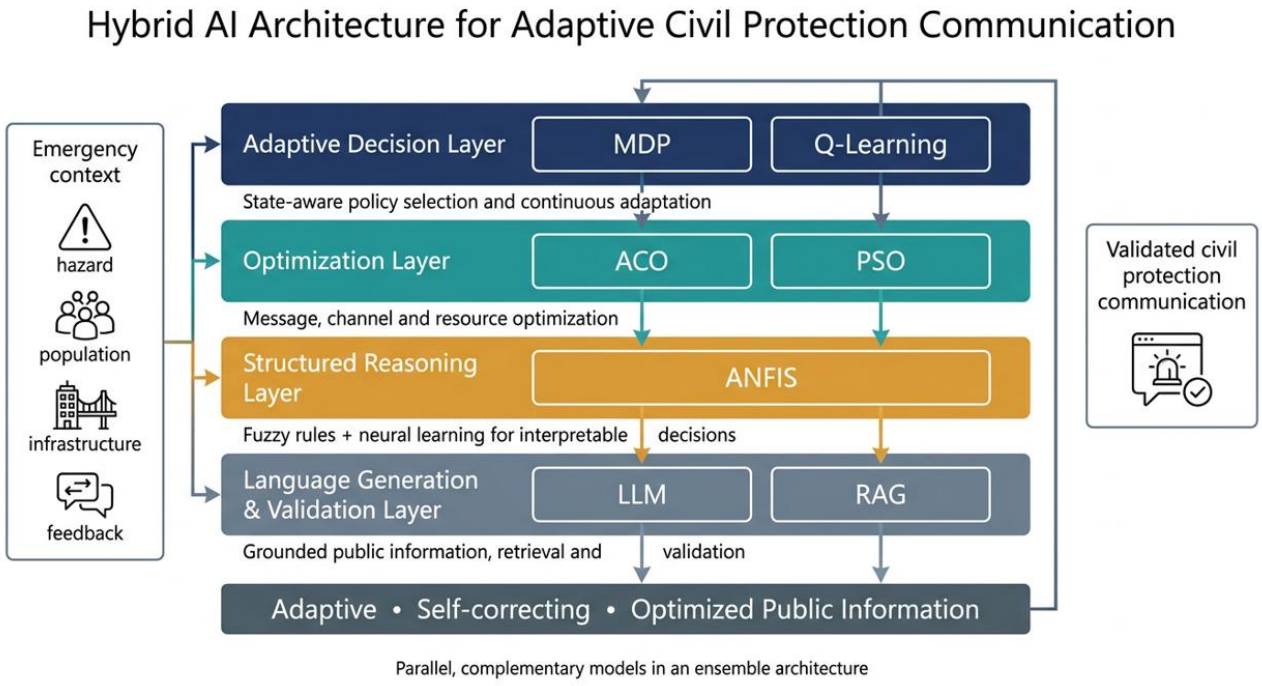


Figure 1: Hybrid AI Architecture for Adaptive Civil Protection Communication. The four-layer ensemble architecture receives emergency context inputs (hazard, population, infrastructure, feedback) on the left and produces validated civil protection communication on the right. The Adaptive Decision Layer (MDP, Q-learning) performs state-aware policy selection; the Optimization Layer (ACO, PSO) handles message, channel and resource optimization; the Structured Reasoning Layer (ANFIS) applies fuzzy rules with neural learning for interpretable decisions; the Language Generation and Validation Layer (LLM, RAG) generates grounded public information with retrieval-based validation. The feedback loop (top arrow) enables continuous system adaptation. Source: Author's own compilation.

3.1. Markov Decision Processes — The Mathematical Framework for Adaptive Decision-Making

The Markov Decision Process (MDP) is the most general mathematical framework for adaptive decision-making, upon which the entire theory of reinforcement learning is built. An MDP is formally defined as a quintuple where S is the set of states, A is the set of possible actions, P is the transition probability function between states, R is the reward function, and γ is the discount factor governing the present value of future rewards. The Markov property of the MDP means that the probability of the next state depends exclusively on the current state and the current action, without requiring knowledge of the full history [11].

$$MDP = (S, A, P, R, \gamma) \quad (1)$$

where

$$P(s_{t+1} \mid s_t, a_t) = P(s_{t+1} \mid s_t, a_t, s_{t-1}, a_{t-1}, ...) \quad (2)$$

In the civil protection information system, the MDP state space encodes the user's knowledge level, geolocation, and the current phase of the emergency situation; the action space contains combinations of information content, channel, and message density; and the reward function is definable on the basis of user feedback and knowledge level changes. Alqithami (2025) [12] demonstrated that applying MDP-based reinforcement learning combined with social media data is effective in optimizing resource allocation in emergency situations, directly adaptable to optimizing the prioritization of information channels.

3.2. Q-Learning — The Self-Correcting Solution of the MDP

Q-learning is a model-free reinforcement learning algorithm that learns the optimal policy of an MDP without prior knowledge of the transition probabilities. The algorithm learns a Q value function that estimates the long-term expected reward for each state-action pair. The update rule is summarized below, where α is the learning rate, R is the immediate reward, γ is the discount factor, S' is the next state, and max_a Q(S', a) is the maximum Q-value achievable in the next state:

$$Q(S, A) \leftarrow Q(S, A) + \alpha \, [R + \gamma \cdot \max_a Q(S', a) - Q(S, A)] \quad (3)$$

In the civil protection system, this algorithm enables the system to learn from every user interaction and refine the delivery of emergency response protocols. Yu et al. (2021) demonstrated through tabular Q-learning that the algorithm can find the optimal solution in emergency resource allocation tasks up to six times faster than conventional dynamic programming, confirming the method's civil protection applicability. When combined with deep neural networks, the Deep Q-Network approach, it remains applicable in large state spaces [13].

3.3. Particle Swarm Optimization — Optimization in Continuous Parameter Spaces

Particle Swarm Optimization (PSO) is a metaheuristic algorithm inspired by the collective behavior of natural bird flocks, developed by Kennedy and Eberhart in 1995 [14]. PSO searches for the optimum in continuous parameter spaces by having each particle represent a position and velocity vector in the solution space, updated iteratively towards the particle's own best experience and the swarm's global best solution. In the velocity and position update rules, $P_{i,best}$ denotes the particle's local best position, P_{gbest} the swarm's global best position, and φ_1 and φ_2 the cognitive and social learning coefficients:

$$V_{id} = V_{id} + \varphi_1 \cdot rand_1(P_{i,best} - X_{id}) + \varphi_2 \cdot rand_2(P_{gbest} - X_{id}) \quad (4)$$

$$X_{id} = X_{id} + V_{id} \quad (5)$$

In the civil protection system, PSO plays a role in optimising continuous parameters of information content, including message length, visual element ratio, and transmission timing.

Guan et al. (2024) [15] applied multi-objective particle swarm optimization (MOPSO) to optimize the placement of balloon base stations in disaster communication networks and demonstrated that the algorithm's convergence speed and coverage maximization performance substantially exceeds stochastic alternatives, confirming the method's applicability in emergency communication [15].

3.4. Ant Colony Optimization — Graph-Based Priority Optimization

Ant Colony Optimization (ACO) is a metaheuristic algorithm inspired by the pheromone trail-based collective behavior of natural ant colonies, developed by Marco Dorigo in the early 1990s [16]. ACO yields the best performance in discrete, graph-based optimization tasks, where PSO excels in continuous spaces. In the pheromone update rule, τ_{ij} is the pheromone level of edge (i,j), ϱ is the evaporation coefficient, m is the number of ants, Q is a constant, and L_k is the path length traversed by the k-th ant. In the transition probability formula, α and β are weighting exponents and d_{ij} is the edge length:

$$\tau_{ij} \leftarrow (1-\varrho)\tau_{ij} + \Sigma^{k=1}{}^{m} (Q/L_k) \qquad p_{ij}{}^{k} = (\tau_{ij}{}^{\alpha} \cdot (1/d_{ij})^{\beta}) \,/\, \Sigma_\{h\in\text{allowed}\} (\tau_{ih}{}^{\alpha} \cdot (1/d_{ih})^{\beta}) \quad (6)$$

In the civil protection system, ACO plays a role in prioritizing information channels and user segments: under constrained capacity, it determines the optimal routing for delivering critical information. Muhammad and Wu (2023) [17] applied the ACO algorithm to plan volcanic eruption evacuation routes, demonstrating that simultaneous consideration of five parameters including distance, speed, obstacles, density, and safe points enables the method to generate optimal, dynamically changing evacuation routes. This result is directly adaptable to the channel prioritizations tasks of the civil protection information system [17].

3.5. ANFIS — Synthesis of Human-Readable Rule Systems and Systematic Learning

ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) integrates a Takagi–Sugeno type fuzzy inference system with a neural network learning mechanism. Brassai (2019) [18] documents in detail in his monograph that the combination of human-readable rule systems and systematic parameter tuning satisfies precisely the dual requirement posed by civil protection information, namely the joint demands for comprehensibility and accuracy. In the Gaussian form of the membership function, c denotes the center and σ the standard deviation. In the Takagi–Sugeno rule system, p, q, and r are the adaptively learned consequence parameters. Parameter tuning minimizes the squared error E using a hybrid algorithm of backpropagation and least squares estimation:

$$\mu_A(x) = \exp(-(x-c)^2/2\sigma^2) \quad (7)$$

$$R^{(i)}\text{: IF } x_1 \in A_1{}^{(i)} \text{ AND } x_2 \in A_2{}^{(i)} \text{ THEN } y^{(i)} = p^{(i)}x_1 + q^{(i)}x_2 + r^{(i)} \qquad E = (1/2)\cdot\Sigma_k(y_k - \hat{y}_k)^2 \quad (8)$$

ANFIS integrates expert civil protection IF-THEN rules with data-driven learning, providing explainable decision logic for human oversight. Riano-Briceno et al. (2013) [19] applied ANFIS in an emergency classification task and found that the system produces stable outputs, readily interpretable by human experts, in determining triage categories through the synergy of expert knowledge and data-driven learning, which is an indispensable prerequisite for meeting the transparency requirements of the EU AI Act [20].

3.6. Synthesis of the Four-Layer Hybrid Architecture

The parallel application of the four models forms a coherent, multi-layer hybrid architecture in which each layer operates at its own strength while neighboring layers compensate for weaknesses. The adaptive decision core continuously optimizes the information policy based on user feedback through MDP and Q-learning. In the optimization layer, ACO optimizes discrete channel and segment prioritization in a graph-based framework, while PSO handles continuous content parameters; their parallel execution produces significantly better solutions than either alone [10]. In the structured rule layer, ANFIS encodes expert knowledge as explainable fuzzy rules, providing transparent decision logic for human oversight.

In the generation and validation layer, the LLM generates natural-language content, RAG retrieves context from a controlled knowledge base, and the VOTE-RAG ensemble filters hallucinations through cross-validation.This architecture draws a direct parallel with the general logic of deep learning: just as the stacked layers of deep neural networks learn progressively higher-level representations, the layers of the hybrid architecture realize progressively higher-level decision abstractions, from the rewards of individual interactions through optimized channel selection to personalised natural-language information [6]. Fulfilling the public service AI application objectives defined by Hungary's Artificial Intelligence Strategy 2025–2030 requires precisely such multi-layer, validated, human-supervised systems, beyond mere technological innovation rhetoric.

4. LITERATURE REVIEW: AI, DIGITAL TWINS, AND LLM AGENTS

4.1. LLMs and AI Agents in Disaster Communication

The most important academic reference for the application of large language models in disaster communication is the study by Liu et al. (2024) [21] published in the journal Patterns, which systematically examines the opportunities, challenges, and future directions of LLMs in the field of disaster management. The authors emphasize that there is a fundamental tension between the informational nature of LLMs and the accuracy requirements of emergency communication, which cannot be resolved without structured validation mechanisms. The agent-based approach represents an advance beyond simple chatbot solutions. Xia et al. (2024) [22] presented at the IEEE ETFA conference work integrating an LLM-based multi-agent system into digital twin simulations in which AI agents make decisions in response to state changes of the simulated physical system [22]. The Scene-Learning-Decision (SLD) model (Xie et al., 2025) [23] is the most advanced published framework for the application of LLM agents in disaster management. The model integrates agent-based simulation with an LLM module: the ABM engine generates the dynamics of the emergency situation, the LLM agent receives the semantic input, and makes collective decisions accordingly. Results validated in a 2022 wildfire case study show that the hybrid system performs substantially better than conventional simulations or standalone LLMs in complex, dynamic emergency environments. Al-Shamrani and Hasan (2025) [24] demonstrated in the CrisisGuideGPT framework that agent-based AI systems are capable of generating contextualised guidance in disaster response plans, drawing a direct parallel with the preparedness function of the system proposed in the present study, as illustrated in Figure 2.

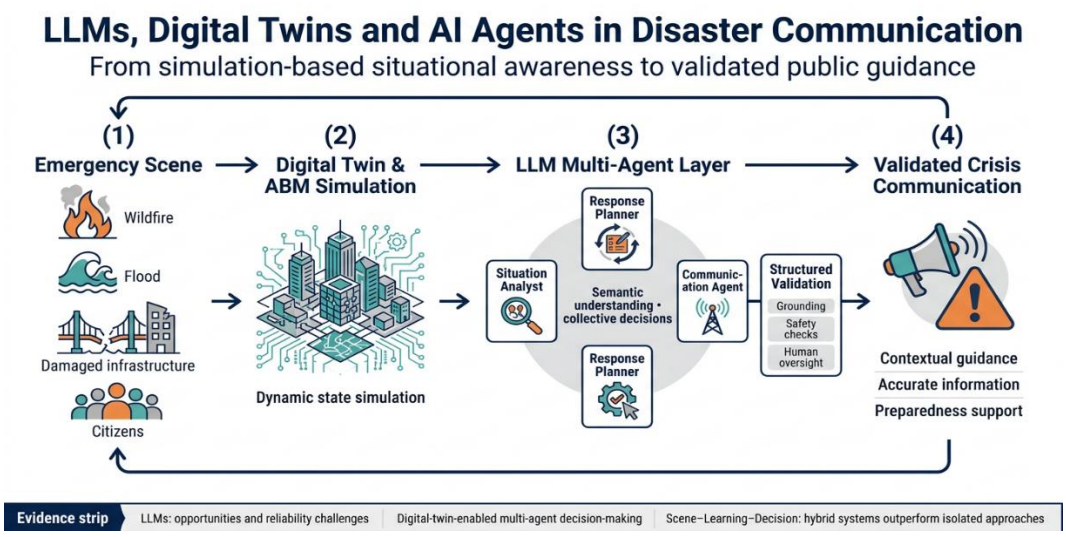


Figure 2: Large Language Models, Digital Twins, and AI Agents in Disaster Communication — from simulation-based situational awareness to validated public guidance. The four-step process proceeds from emergency scene inputs (wildfire, flood, damaged infrastructure, citizens) through dynamic state simulation (digital twin and ABM) to structured validation by a multi-agent LLM layer (Situation Analyst agent, Response Planner agents, Communication Agent), encompassing grounding, safety checks, and human oversight, producing validated crisis communication with contextual guidance, accurate information, and preparedness support. The feedback loop enables continuous system adaptation based on citizen feedback. Source: Author's own compilation.

4.2. Digital Twins and LLMs

The concept of the digital twin originally referred to a digital, real-time replica of a physical system. In the AI era, LLM-based digital twins no longer merely map the states of physical systems but also simulate human behavior, decision-making, and advisory functions [25]. The critical gap identified by Sudanthiran et al. (2025) [26] is that simulation models operate in isolation, unable to dynamically integrate mutually interacting system elements. LLM-based AI agents address precisely this gap: as cognitive architectures they are capable of coordinating various simulations and generating holistic response strategies.

4.3. Challenges of the Hungarian Language

Hungarian as an agglutinative, low-resource language presents particular challenges for LLMs. The data-driven analysis of Harang (2024) [27] demonstrated that the tokenizers of large LLMs process Hungarian text considerably less efficiently than English: the same information in Hungarian requires more tokens, resulting in more expensive, slower, and potentially less accurate processing. From the perspective of confabulation risk, the semantic entropy-based hallucination detection method published by Farquhar et al. (2024) [28] in Nature constitutes a fundamental reference: LLMs hallucinate most frequently when training data on the queried topic is sparse. The VOTE-RAG methodology [29] applies the ensemble voting principle to compare the results of multiple parallel RAG queries, reinforcing only consistent responses.

5. SYSTEM ARCHITECTURE OF THE HYBRID LLM, DIGITAL TWIN, AND AI AGENT MODEL

5.1. Principles of the On-Premise Architecture

The proposed system is based on on-premise operation for four critical reasons. Data sovereignty means that every user interaction and personal data remains on the authority's own infrastructure, meeting the requirements of GDPR and the EU AI Act, as well as the strict data isolation expectations of the NIS2 Directive. Operational autonomy ensures that when internet connectivity is interrupted, civil protection information remains operational in offline mode, which is particularly important in those emergency situations where disruption of communication infrastructure is most likely. For the purposes of auditability and transparency, the system logs every output, fulfilling the mandatory record-keeping obligation under the EU AI Act. Locally running models can be fine-tuned and customized for specific Hungarian civil protection terminology.

5.2. The Three-Layer Digital Twin and AI Agent Architecture

The core of the system consists of a three-layer hybrid architecture integrating digital twin simulation, LLM-based AI agents, and the RAG knowledge base. The first layer is the digital twin simulation layer: simulation models based on real Hungarian civil protection scenarios including fire, flood, chemical accident, and power grid failure, which dynamically alter the state of the scenario in response to user decisions. The second layer is the LLM-based AI agent layer, in which the agent receives the state changes of the simulation as semantic input and generates scenario-specific, action-oriented advice, similarly to the logic of the SLD model and the IVSR architecture [23]. The third layer is the RAG knowledge base: domestic and international official BM OKF documents, regulations, and protocols indexed in a vector database, from which the system retrieves relevant documents for every query and passes them as context to the LLM. The multi-model ensemble layer (on the VOTE-RAG principle) ensures that only responses generated consistently by different models reach the output, providing an extra safeguard against hallucination and fulfilling the human oversight requirement of Article 14 of the EU AI Act.

5.3. Preparedness Module Structure and Multi-Channel Access

The preparedness modules of the system consist of five functional units. Interactive training simulations employ branching decision trees for emergency scenarios in which the LLM agent dynamically responds to and evaluates user decisions, providing feedback on correct and incorrect courses of action. The real-time assistance function enables users to ask natural-language questions in Hungarian, to which the RAG system generates structured responses based on BM OKF protocols. The digital rewards and gamification element, through completed simulations, level progressions, and certificates, increases the reception efficiency of Generation Z, empirically confirmed by the research of Kiss and Kozma (2024) [1]. The community preparedness meter generates an anonymized, aggregated readiness level indicator for the local environment, encouraging neighborhood-level preparedness. The voice-based inclusive agent reaches older generations through Voice-over-IP technology in the form of direct telephone calls: using LLM-based speech-to-text and text-to-speech engines, it provides information in natural Hungarian, simulating a human dispatcher's conversation, and by performing basic triage tasks relieves overburdened dispatch centers during crises.

6. OPERATING ENVIRONMENTS AND VOLUNTEER-BASED PILOT PROGRAMME

6.1. Operating Environment Framework and Justification

The system lifecycle takes place across three clearly delineated environments. The development environment is where prompt design fine-tuning, RAG knowledge base vectorization, and the initial alignment of the multi-model ensemble architecture take place. The pilot or test environment enables controlled, systematic testing of the system with external volunteer participation: the online, closed test environment allows measurement of hallucination rate, response reliability, and user acceptance without errors endangering real emergency operations, confirmed by the EU DRIVER+ project experience as the most reliable validation method [4]. The production environment is the final, scaled state of the system, configured in accordance with the highest security class under the NIS2 Directive, with high availability, cyber-resilient monitoring, and a human oversight interface.

6.2. Volunteer Recruitment and Selection Methodology

The pilot programme operates on a voluntary basis: participation is free, without time commitment obligations, and accessible to all. Planned recruitment channels include official communications from BM OKF and Disaster Management Directorates, students of the Ludovika University of Public Service and the University of Pécs, as well as the Hungarian Red Cross and Hungarian Rescue Foundation. The target volunteer profile consists of smartphone-active users over 18 years of age representing the Y and Z generations.

The question of involving minors under 18 concerns a highly regulated legal area, the framework of which is jointly determined by Article 8 of the GDPR and domestic legislation. Under the GDPR, the processing of personal data in the context of information society services offered directly to children is only lawful if the child has reached the age of 16. For children who have not yet reached the age of 16, the processing of personal data is lawful only if consent has been given by the legal representative exercising parental authority, and the data controller is obliged to conduct a data protection impact assessment, as the processing of data of minors constitutes a high-risk data processing activity. Persons between the ages of 14 and 16 may provide their own consent statement together with a legal representative's consent, while for minors under 14, the legal representative's consent alone is sufficient. Accordingly, for minor volunteer participants in the pilot programme, written parental or legal representative consent, child-comprehensible information about the activity, and a data protection impact assessment carried out by the data controller are required. Correspondingly, the primary target group of the pilot programme consists of volunteer adults over 18; the involvement of 14 to 18 year-olds is feasible only with legal representative consent and the involvement of a school or youth protection organization.

6.3. Performance Indicators and Evaluation Framework

The pilot testing measures four groups of performance indicators. Technical performance indicators include hallucination rate against a reference response set, response consistency score as VOTE-RAG consensus indicator, response time in milliseconds, and offline operational capability. In measuring preparedness effectiveness, the difference in knowledge level between pre- and post-tests, the proportion of correct decisions in simulations, and procedural memory retention, i.e. the result of a repeated test 30 days later, are examined. User acceptance is assessable through SUS (System Usability Scale) score, Net Promoter Score (NPS), and abandonment rates measured from event logs. Hungarian language performance indicators encompass terminological accuracy evaluated by civil protection experts and token efficiency. The volunteer-based emergency preparedness simulation of George Mason University confirmed that the gamification approach significantly increases engagement levels [30].

7. CHALLENGES AND FUTURE DIRECTIONS

7.1. Hungarian LLM and Digital Twin Integration Challenges

The most significant technical challenge is the absence of a reliable, low-hallucination-rate Hungarian-language LLM. The assembly of the fine-tuning dataset required for digital twin simulation, built from BM OKF document corpora, domestic emergency case studies, and legislation, is a time-consuming and resource-intensive process. A critical open question regarding the civil protection application of LLM agents is validatability from a policy-making perspective: Gurcan (2025) [31] notes that agent-based simulations are promising but have not yet gained admission to official state decision-support systems and currently function primarily as academic demonstrations. This observation is parallel to the volunteer-based pilot validation proposed in the present study, which is intended to establish the necessary scientific evidence base.

7.2. Social and Legal Obstacles

One key challenge in gaining acceptance for the system is building institutional trust in AI-generated content. Particular emphasis must be placed on the fact that AI agents do not replace decision-makers but extend their capacity for action: by automating mass, low-complexity enquiries, human specialists can focus on genuine life-saving interventions. The statutory audit under Act XXIII of 2023 and prior consultation with the National Authority for Data Protection and Freedom of Information (NAIH) are indispensable prerequisites for the lawful introduction of the system. The regulatory framework of Hungary's Artificial Intelligence Strategy 2025–2030, together with Act LXXV of 2025 on the domestic implementation of the AI Act, establishes the legal basis for institutional acceptance [3].

7.3. Offline Operation and Security

Offline operational capability is not merely a convenience function but a fundamental security requirement: the system's most critical applications, such as first aid protocols, evacuation routes, and hazardous material identification, are needed precisely when disruption of communication infrastructure is most likely. Edge computing and locally stored, quantized models ensure that the system performs basic functions without internet connectivity.

7.4. International Adaptation Opportunities

The proposed framework is not limited to Hungarian application. The modular architecture of the system allows it to serve as a foundation for similar civil protection systems adapted to other low-resource European languages, including Czech, Slovak, Slovenian, and Croatian.

Within the framework of the Visegrad Cooperation and the EU Civil Protection Mechanism, the system could also be realised as a multilateral development project, facilitating the interoperable management of cross-border emergency situations.

8. SUMMARY AND CONCLUSIONS

Based on the results of the study, it can be established that within the European Union there already exists a mature institutional culture for the development and testing of AI-based civil protection systems, represented by the DRIVER+, ENGAGE, beAWARE, and SecurIT projects, providing a solid methodological foundation for domestic developments [4]. The digital twin-based approach integrated with LLM agents proved to be the most promising technological framework, since through situational orchestration it simultaneously enables real-time scenario adaptation and the development of procedural competence, which traditional, static, and unidirectional information models are unable to provide [23, 26]. The study has demonstrated that the synthesis of mathematical optimization models including MDP, Q-learning, PSO, and ACO with generative AI creates a robust framework that simultaneously addresses technical precision and the human factor. The agent-based approach, complemented by voice-based communication, is capable of eliminating the information gap between digital generations and older cohorts, while offering an operational solution to the shortage of emergency human resources. The system aligns with the objectives of Hungary's Artificial Intelligence Strategy 2025–2030, yet the rapid advancement of science demands continuous adaptation of both technological solutions and regulatory frameworks [3, 9]. The necessary but not sufficient condition for the successful implementation of the system is technological innovation. The transparency requirements of the EU AI Act for high-risk systems, the cyber resilience provisions of the NIS2 Directive, the strict legal framework under the GDPR for the involvement of minors, and the professional approval of BM OKF together form the basis of the system's legitimacy. This complex framework, combining technological, legal, and social aspects, goes beyond an innovative population information tool: it can become one of the fundamental pillars in the creation of modern civil protection.

REFERENCES

[1] BM OKF Scientific Council for Disaster Management (2025). New perspectives for population preparedness using artificial intelligence [Prize-winning study summary]. Ministry of Interior, National Directorate General for Disaster Management. [Online]. Available: https://www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2026-02/86850.pdf (2026.09.10.)

[2] Kiss, G. & Kozma, G. (2024). Communication habits of digital generations in the workplace. Jel-Kép: Kommunikáció, Közvélemény, Média, 2024(1). [Online]. Available: https://www.jelkep.eu/pdf/2024/1/JelKep_2024_1__Kiss_Kozma_Georgina.pdf (2026.09.10.)

[3] Petruska, F. (2025). Connection areas between artificial intelligence and national defence, with particular attention to regulation. Defence-Security Regulatory and Governance Studies, 2025(10). [Online]. Available: https://hhk.uni-nke.hu/document/hhk-uni-nke-hu/VBSZK_MT_2025_10 (2026.09.10.)

[4] DRIVER+ Consortium (2019). DRIVER+ project in a nutshell. European Commission, 7th Framework Programme. [Online]. Available: https://www.driver-project.eu/driver-project/(2026.09.10.)

[5] EC Research and Innovation (2021). The ultimate platform to handle extreme weather events [beAWARE project]. European Commission. [Online]. Available: https://projects.research-and-innovation.ec.europa.eu/en/projects/success-stories/all/ultimate-platform-handle-extreme-weather-events (2026.09.10.)

[6] SecurIT (2023). AI Disaster Emergency Com. SecurIT Project, European Commission. [Online]. Available: https://securit-project.eu/funded-projects/ai-disaster-emergency-com/ (2026.09.10.)

[7] Kis, M., Bódi, A. & Számadó, R. (2025). The process and risks of domestic implementation of NIS2. Hadmérnök [Military Engineering], 19(3), 165–182. [Online]. Available: https://doi.org/10.32567/hm.2024.3.10 (2026.09.10.)

[8] Kirovné Rácz, R. & Scholtz, E. (2025). Application of artificial intelligence and machine learning algorithms in defence against hydrological disasters. Hadmérnök [Military Engineering], 20(4), 125–147. [Online]. Available: https://doi.org/10.32567/hm.2025.4.8 (2026.09.10.)

[9] Vásárhelyi, Ö. (2024). The future of Hungary's cybersecurity in the light of the EU NIS2 Directive. Nemzetbiztonsági Szemle [National Security Review], 12(3), 18–35. [Online]. Available: https://doi.org/10.32561/nsz.2024.3.2 (2026.09.10.)

[10] Guo, S. et al. (2023). Ensemble Reinforcement Learning: A Survey. arXiv:2303.02618. [Online]. Available: https://arxiv.org/abs/2303.02618 (2026.09.10.)

[11] Sutton, R.S. & Barto, A.G. (2018). Reinforcement Learning: An Introduction (2nd ed.). MIT Press. ISBN: 978-0262039246. [Online]. Available: https://web.stanford.edu/class/psych209/Readings/SuttonBartoIPRLBook2ndEd.pdf (2026.09.10.)

[12] Alqithami, S. (2025). Leveraging Public Sentiment for Resource Coordination in Disaster Response: A Multiagent Framework. arXiv:2505.03979. [Online]. Available: https://arxiv.org/pdf/2505.03979 (2026.09.10.)

[13] Mnih, V. et al. (2015). Human-level control through deep reinforcement learning. Nature, 518, 529–533. [Online]. Available: https://doi.org/10.1038/nature14236 (2026.09.10.)

[14] Kennedy, J. & Eberhart, R. (1995). Particle swarm optimization. Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks, 4, 1942–1948. [Online]. Available: https://doi.org/10.1109/ICNN.1995.488968 (2026.09.10.)

[15] Guan, M., Feng, Z., Jiang, S. & Zhou, W. (2024). Tethered Balloon Cluster Deployments and Optimization for Emergency Communication Networks. Entropy, 26(12), 1071. [Online]. Available: https://doi.org/10.3390/e26121071 (2026.09.10.)

[16] Dorigo, M. & Stützle, T. (2004). Ant Colony Optimization. MIT Press. ISBN: 978-0262042192. [Online]. Available: https://mitpress.mit.edu/9780262042192/ant-colony-optimization/(2026.09.10.)

[17] Muhammad, A. & Wu, T. (2023). Examining the evacuation routes of the sister village program by using the ant colony optimization algorithm. Open Geosciences, 15(1), 20220512. [Online]. Available: https://doi.org/10.1515/geo-2022-0512 (2026.09.10.)

[18] Brassai, S.T. (2019). Neurális hálózatok és fuzzy logika [Neural Networks and Fuzzy Logic]. Kolozsvár: Scientia Kiadó. ISBN: 978-606-975-007-1

[19] Riano-Briceno, G. et al. (2013). Comparison of ANFIS and ANN model to categorize patients in the emergency department. PMC/NCBI. [Online]. Available: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3776083/(2026.09.10.)

[20] ScienceDirect (2025). Advancements in data-driven evolving fuzzy and neuro-fuzzy control: A comprehensive survey. Engineering Applications of Artificial Intelligence. [Online]. Available: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0952197625000739 (2026.09.10.)

[21] Liu, Y., Zhang, K., Li, Y. et al. (2024). Towards trustworthy large language models for disaster management. Patterns, 5(6), 100940. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.patter.2024.100940 (2026.09.10.)

[22] Xia, Y., Dittler, D., Jazdi, N., Chen, H. & Weyrich, M. (2024). LLM experiments with simulation: Large language model multi-agent system for simulation model parametrization in digital twins. IEEE ETFA 2024. [Online]. Available: https://doi.org/10.1109/ETFA61700.2024.10710961 (2026.09.10.)

[23] Xie, Z. et al. (2025). Towards Intelligent Emergency Management: A Scenario-Learning-Decision Framework Enabled by Large Language Models. Mathematics, MDPI. [Online]. Available: https://doi.org/10.3390/math13010000 (2026.09.10.)

[24] Al-Shamrani, S. & Hasan, R. (2025). CrisisGuideGPT: An Agentic-AI for Crisis Response Planning. 2025 IEEE World Forum on Public Safety Technology (WF-PST), 200–205. [Online]. Available: https://doi.org/10.1109/WF-PST65083.2025.00037 (2026.09.10.)

[25] Yang, L. et al. (2025). Leveraging Large Language Models for Enhanced Digital Twin Modeling. arXiv:2503.02167. [Online]. Available: https://arxiv.org/abs/2503.02167 (2026.09.10.)

[26] Sudanthiran, A. et al. (2025). Disaster Management in the Era of Agentic AI Systems: A Vision for the Future. arXiv:2510.16034. [Online]. Available: https://arxiv.org/abs/2510.16034 (2026.09.10.)

[27] Harang, P. (2024). How efficient are LLM tokenisers on Hungarian text? Medium. [Online]. Available: https://medium.com/@harangpeter/mennyire-hat%C3%A9kony-az-llm-ek-tokeniz%C3%A1l%C3%B3ja-magyar-sz%C3%B6vegen-ce8481e29f93 (2026.09.10.)

[28] Farquhar, S., Kossen, J., Kuhn, L. & Gal, Y. (2024). Detecting hallucinations in large language models using semantic entropy. Nature, 630, 625–630. [Online]. Available: https://doi.org/10.1038/s41586-024-07421-0 (2026.09.10.)

[29] Xie, Z. & Sun, Z. (2025). Mitigating Hallucination in RAG via Ensemble Voting [VOTE-RAG]. arXiv:2603.27253. [Online]. Available: https://arxiv.org/pdf/2603.27253 (2026.09.10.)

[30] George Mason University (2024). Transforming emergency response training through AI and interactive games. [Online]. Available: https://www.gmu.edu/news/2024-12/transforming-emergency-response-training-through-ai-and-interactive-games (2026.09.10.)

[31] Gurcan, O. (2025). LLM-augmented agent-based modelling for social simulations: Challenges and opportunities. arXiv:2405.06700. [Online]. Available: https://arxiv.org/abs/2405.06700 (2026.09.10.)

Védelem Tudomány 11. évfolyam 3. szám, 2026 DOI: 10.61790/vt.2026.25040

A kritikus szervezetek alapvető szolgáltatásai kiesési toleranciájának értékelési szempontjai
Assessment criteria for the outage tolerance of essential services provided by critical entities

Angyal István tű. ezredes
BM OKF Kritikus Infrastruktúra Koordinációs Főosztály
főosztályvezető
ORCID: 0000-0003-4069-2796

Absztrakt:

A modern társadalmak működése egymással szorosan összekapcsolódó kritikus infrastruktúrákra és alapvető szolgáltatásokra épül. Egyetlen krízis, pl.: a villamosenergia-ellátás tartós vagy nagy területet érintő kiesése ezért nem kizárólag energetikai eseményként értelmezhető, hanem olyan rendszerszintű működési zavarként, amely az infokommunikáció, az ivóvízellátás, az egészségügy, a közlekedés, a pénzügyi szolgáltatások, az élelmiszer-ellátás, a közigazgatás és számos további ágazat működésére is hatást gyakorolhat. A kritikus szervezetek rezilienciájának vizsgálatakor ezért a szolgáltatás kiesésének ténye mellett annak időbelisége is meghatározó tényező. Jelen tanulmány célja egy olyan, 0–7 napos időintervallumon alapuló módszertani megközelítés bemutatása, amely segítségével értékelhető, hogy egy alapvető szolgáltatás kiesése milyen időponttól válhat kritikussá. A modell nem jogszabályban meghatározott kiesési határértékeket állapít meg, hanem Business Impact Analysis szemléletű, szakmai értékelési keretet javasol. A megközelítés figyelembe veszi az alapvető szolgáltatások közötti függőségeket, a dominóhatást, a helyettesíthetőséget, a tartalékkapacitásokat, valamint az életre, egészségre, közbiztonságra, gazdaságra és társadalmi működésre gyakorolt következményeket.

Kulcsszavak: reziliencia, blackout, alapvető szolgáltatás, kritikus szervezet, kiesési idő, MTPD, BIA, dominóhatás, Kszetv., CER

Abstract:

The functioning of modern societies relies on interconnected critical infrastructures and essential services. Consequently, a single crisis - such as a prolonged or widespread power outage - cannot be viewed merely as an energy-related event; rather, it constitutes a systemic disruption capable of affecting sectors ranging from information and communication technology, drinking water supply, healthcare, transport, financial services, food supply, public administration, and many others sectors. Therefore, when assessing the resilience of critical entities, the timing of a service outage is just as crucial as the fact that the outage has occurred.

This study aims to present a methodological approach based on a 0–7 day timeframe to evaluate the point at which the loss of an essential service becomes critical. Rather than establishing outage thresholds defined by legislation, the model proposes a professional assessment framework grounded in the principles of Business Impact Analysis. The approach takes into account interdependencies between essential services, domino effects, substitutability, and reserve capacities, as well as the consequences for life, health, public safety, the economy, and the functioning of society.

Keywords: resilience, blackout, essential service, critical entity, downtime, MTPD, BIA, domino effect, Kszetv., CER

1. BEVEZETÉS

A kritikus infrastruktúrák védelmének 2022. évig terjedő hagyományos megközelítése elsősorban az infrastruktúra fizikai védelmére és az egyes objektumok működőképességének megőrzésére koncentrált. A rezilienciaalapú megközelítés 2023 óta ennél szélesebb szemléletet képvisel. Nem csupán azt vizsgálja, hogyan akadályozható meg egy rendkívüli esemény bekövetkezése, hanem azt is, hogy a szervezet és az általa biztosított szolgáltatás milyen mértékben képes az esemény hatását elviselni, ahhoz alkalmazkodni, majd a működést helyreállítani. A kritikus szervezetek rezilienciájáról szóló EU 2022/2557 (CER) irányelv értelmezésében a reziliencia magában foglalja többek között a megelőzés, védekezés, reagálás, ellenállás, mérséklés, elnyelés, alkalmazkodás és helyreállítás képességét. Az irányelv alapvető szolgáltatásként olyan szolgáltatást határoz meg, amely létfontosságú társadalmi funkciók, gazdasági tevékenységek, a közegészség és közbiztonság vagy a környezet fenntartásához nélkülözhetetlen. [1]

A hazai szabályozásban a kritikus szervezetek ellenálló képességéről szóló 2024. évi LXXXIV. törvény (Kszetv.) ugyancsak az alapvető szolgáltatások folyamatosságára helyezi a hangsúlyt. A szabályozási szemlélet egyik lényeges következménye, hogy a vizsgálat tárgya már nem kizárólag az infrastruktúra, hanem az infrastruktúra által biztosított szolgáltatások és annak folytonossága az ellátási láncok és a függőségek figyelembe vételével. Ebből azonban egy gyakorlati kérdés következik:

Meddig nélkülözhető egy alapvető szolgáltatás anélkül, hogy annak kiesése elfogadhatatlan következményekhez vezetne?

A kérdés különösen jelentős egy tartós, nagy területű villamosenergia-kiesés – blackout – esetében, mivel a villamos energia olyan horizontális függőséget jelent, amely közvetlenül vagy közvetetten szinte valamennyi alapvető szolgáltatás működését befolyásolja.



Kijelölt szervezetek száma 2025. december 31-én
forrás: BM OKF évkönyv 2025, 50. p.
https://www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/yearbook/public/2025/hu/index.html

Magyarországon 2025 év végén az általános kijelölő hatóság nyilvántartásában 599 kritikus szervezet szerepelt 10 ágazatban. [2]

Az egyes kijelölt kritikus szervezetek által nyújtott 112 féle alapvető szolgáltatás kiesése eltérő mértékben okoz fennakadást Magyarország gazdasági és társadalmi folyamataiban, ezért kiesésük is eltérő mértékben tolerálható.

2. A KRÍZIS MINT RENDSZERSZINTŰ REZILIENCIA KOCKÁZAT

A mai modern társadalmakban az egyes krízisek (pl.: blackout, pandémia, kőolaj-szállítási útvonalak kiesése, szélsőséges éghajlat változás) hatásai jellemzően nem lokálisan fejtik ki hatásaikat, hanem az ellátási láncok széles körét érinthetik. Egy blackout nem egyszerűen a villamosenergia-szolgáltatás megszűnését jelenti. A modern infrastruktúrák magas fokú technológiai és működési összekapcsoltsága következtében az elsődleges energiaellátási zavar további szolgáltatások kiesését vagy teljesítménycsökkenését idézheti elő. [3]

A folyamat leegyszerűsítve az alábbi összefüggéssel írható le:

villamosenergia kiesés → IKT zavar → kommunikációs problémák → vízellátási és közlekedési problémák → ellátási láncok zavara → egészségügyi, közigazgatási és társadalmi következmények

Egy pandémia, vagy a kőolaj-szállítási útvonalak kiesése, esetleg a szélsőséges éghajlat változások is okozhatnak bármely szervezet működésében közvetlenül problémát, de az okozott probléma az ellátási lánc tagjainak hatásain keresztül közvetett módon is képes károkat okozni, a működésben fennakadást kiváltani. [4] [5] Az alapvető szolgáltatások rendszerei működésének értékelésekor ezért önmagában nem elegendő annak meghatározása, hogy egy szervezet rendelkezik-e aggregátorral, szünetmentes áramforrással vagy más alternatív energiaellátási lehetőséggel. A valódi kérdés az, hogy az adott alapvető szolgáltatás mennyi ideig tartható fenn elfogadható szinten, illetve milyen időpontban következik be az a határ, amelyen túl a kiesés következménye már nem tolerálható. Ezt nevezhetjük az adott szolgáltatás időkritikusságának.

3. DEPENDENCIÁK, INTERDEPENDENCIÁK HATÁSAI

Minden kritikus szervezet köteles felmérni, hogy melyek azok a körülmények, hatások, alapanyagok, beszállítók, igénybe vett szolgáltatások, amelyek olyan mértékű függőséget jelentenek a működőképessége szempontjából, amely dependencia kiesése esetén a kritikus szervezet működésében fennakadás keletkezhet, vagy az általa nyújtott alapvető szolgáltatás leállása következhet be. Az egyirányú függőségen felül a kritikus szervezeteknek azonosítani kell azon kölcsönös függőségeket is, amelyek esetén megállapítható, hogy ugyanazon szereplő működésétül függ a kritikus szervezet által nyújtott alapvető szolgáltatás és az interdependencia miatt ugyanazon szereplő működésére is olyan mértékű hatással van a kritikus szervezet, amely kiesése esetén az érintett szereplő működésében fennakadás keletkezhet, vagy az általa nyújtott alapvető szolgáltatás leállása következhet be. Az interdependencia fennállásának egyik példája lehet egy villamosenergia-termelést folytató gázüzemű erőmű és egy földgáz elosztórendszer-üzemeltetést végző szolgáltató együttműködése. Egyik oldalról az erőmű nem tud előállítani villamos energiát, amennyiben a földgáz elosztótól nem jut fűtőanyaghoz és a másik oldalról ugyanazon földgáz elosztórendszer-üzemeltető sem tudja működtetni a szivattyúit az erőmű által előállított villamos energia nélkül. A dependencia megállapítása is azonosítani szükséges a kritikus szervezet kritikus infrastruktúrái által nyújtott alapvető szolgáltatás folyamatos működéséhez szükséges kritikus területeket és azok kiesésének hatásait. Amennyiben például egy kórház által nyújtott alapvető szolgáltatás, azaz a beteg-ellátás kritikus területeit vizsgáljuk, akkor például többek között az alábbi területek és képességek merülhetnek fel:

- intenzív osztály, ahol a lélegeztetés, monitorozás, infúziós pumpák működtetéséhez a villamos energia ellátás nélkülözhetetlen, a villamos energia kiesése közvetlen életveszélyt okoz, percek alatt állapotromlás vagy halál következhet be;

- sürgősségi osztály, ahol a villamos energia ellátás nélkülözhetetlen az új és meglévő betegek ellátásához, a villamos energia kiesése közvetlen életveszélyt okoz, percek alatt állapotromlás vagy halál következhet be, ugyanezt a hatást okozhatják az infokommunikációs technológiák kiesése is, azaz a beteg kórelőzményének, vagy például allergiás érzékenységének adatainak hiánya, illetve a sürgősségi osztály kiesése hosszabb útvonalat eredményezhet a sérültek másik intézménybe történő szállításának átirányításával;

- műtő, ahol a villamos energia ellátás nélkülözhetetlen a folyamatban lévő műtétek biztonságos befejezéséhez, az új műtétek végrehajtásához, a villamos energia kiesése közvetlen életveszélyt okoz, percek alatt állapotromlás vagy halál következhet be;

- újszülött -inkubátor, -monitor, -lélegeztetés működtetéséhez a villamos energia ellátás nélkülözhetetlen, a villamos energia kiesése közvetlen életveszélyt okoz, percek alatt állapotromlás vagy halál következhet be;

- dialízis központ, ahol a villamos energia ellátás nélkülözhetetlen, a villamos energia kiesése a kezelés megszakítását vagy elmaradását okozza, ami állapotromláshoz vezethet;

- labor, ahol a villamos energia ellátás nélkülözhetetlen, a villamos energia kiesése a sürgős diagnosztikai adatok hiányához vezethet, amely következtében közvetlen életveszély, állapotromlás vagy halál következhet be;

- képalkotás, ahol a villamos energia ellátás nélkülözhetetlen, a villamos energia kiesése a CT / MR / röntgen kapacitások kiesése miatt a sürgős adatok hiányához vezethet, amely következtében közvetlen életveszély, állapotromlás vagy halál következhet be;

- gyógyszertár, ahol a villamos energia ellátás nélkülözhetetlen, a villamos energia kiesése a szükséges hűtési vagy gyógyszerkiadási folyamatokban okozhat fennakadást;

- fekvőbeteg-osztály, ahol a villamos energia ellátás nélkülözhetetlen, a villamos energia kiesése a szükséges hűtési vagy gyógyszerkiadási folyamatokban okozhat fennakadást;

- sterilizáló, ahol a villamos energia ellátás nélkülözhetetlen, a villamos energia kiesése a steril eszköz utánpótlásában okozhat fennakadást;

- élelmezés, ahol a villamos energia ellátás nélkülözhetetlen, a villamos energia kiesése a főzés, hűtés, tárolás, betegétkeztetés folyamatában okozhat fennakadást.

A fenti felsorolásból azon túlmenően, hogy a beteg-ellátáshoz rendkívül sok dependencia társítható, megállapítható az is, hogy az egyes területeken vagy az egyes szolgáltatásokban bekövetkező kiesések eltérő időtartam után okoznak kritikus mértékű, már nem tolerálható fennakadást.

4. A KIESÉSI IDŐ MINT REZILIENCIA INDIKÁTOR

Az időkritikusság meghatározásához jól alkalmazható a Business Impact Analysis szemlélete. Ennek egyik fontos fogalma a Maximum Tolerable Period of Disruption (MTPD), amely azt az időtartamot fejezi ki, amelyen túl a tevékenység vagy szolgáltatás megszakításának következményei már elfogadhatatlanná válnak. A kritikus kiesési idő ennek megfelelően nem feltétlenül azonos a szolgáltatás technikai leállásának időpontjával, a tartalék energiaforrás üzemidejével, a helyreállítási idővel, vagy azzal az időponttal, amikor az első működési probléma megjelenik. A kritikus időpont azt a határt jelöli, amelyen túl a szolgáltatás hiánya már olyan következményekkel járhat, amelyek az adott rendszer, alapvető szolgáltatás szempontjából nem tolerálhatók. Ez fontos módszertani különbség. Egy kórházban például a hálózati villamos energia kiesése azonnal bekövetkezhet, azonban az alapvető beteg-ellátás aggregátorral tovább működtethető.

Az alapvető szolgáltatás tehát technikailag nem szűnik meg, ugyanakkor a kritikus infrastruktúra rezilienciája már a tartalék energiaforrástól, az aggregátor működtetéséhez szükséges üzemanyagkészlettől, valamint az informatikai rendszerektől, a vízellátástól, az orvosi gázok, a logisztika és a humán erőforrás rendelkezésre állásától függ.

5. ELLÁTÁSI LÁNCOK HÁLÓZATA

A függőségek feltérképezésével, a dependenciák és interdependenciák azonosításával létrejön az ellátási láncok hálózata minden kritikus szervezet, kritikus infrastruktúra esetében. [6] Az ellátási láncok hálózata megmutatja a kritikus szervezet számára, hogy melyek azok a szereplők vagy körülmények, amelyek hatással vannak a kritikus infrastruktúra működésére, és közülük melyek azok amelyek esetében nem tudja befolyásolni azok rendelkezésre állásának folytonosságát. Például egy balesetet szenvedett személy túléléséhez nem elegendő a kórház működőképességét fenntartani, mivel a túléléshez több, a Kszetv. vagy Vbö. szerint felsorolt alapvető szolgáltatás összefüggő rendszerének egyidejű működése szükséges lehet. A kórház által nyújtott beteg-ellátás folytonossága akkor biztosított, ha az ellátási lánc többi alapvető szolgáltatása is elérhető, például az alábbiak:

kritikus folyamat	**kritikus folyamat feltétele**	**ágazat**	**alágazat**	**alapvető szolgáltatás**
segélyhívó szám tárcsázása	mobilhálózat, adótornyok, lefedettség ("térerő")	infokommunikációs technológiák	digitális infrastruktúra	nyilvánosan elérhető elektronikus hírközlési szolgáltatás
segélyhívás fogadása	segélyhívó központok	közigazgatás	rendvédelmi szervek	központi segélyhívó szolgáltatás
segítséget nyújtó szervek riasztása	mentőszolgálat közreműködése	egészségügy	mentési tevékenység	mentés
segítséget nyújtó szervek riasztása	tűzoltóság, rendőrség közreműködése	közigazgatás	rendvédelmi szervek	katasztrófavédelmi műveletirányítás rendőrségi tevékenységirányítás
segítséget nyújtó szervek riasztása	kommunikációs csatornák (mobil vagy vezetékes)	infokommunikációs technológiák	digitális infrastruktúra	kormányzati célú elektronikus hírközlő hálózat
pontos helyszín meghatározás	segítséget kérő lokáció meghatározása	infokommunikációs technológiák	világűr	űralapú szolgáltatások nyújtásának támogatása
sérült kórházba szállítása	közúti vagy légi közlekedés elemei	közlekedés	légi közlekedés	repülésmeteorológiai léginavigációs szolgáltatás, légiforgalmi irányító szolgálatot ellátó forgalomirányítási szolgáltatás
sérült ellátása	műtő folyamatos működése (szakképesítés, felszereltség)	egészségügy	beteg-ellátás	egészségügyi szolgáltatás
sérült ellátása	műtő folyamatos működése (működtetés, alapanyagok)	egészségügy	beteg-ellátás	egészségügyi szolgáltatás működtetéséhez szükséges szolgáltatás
sérült ellátása	műtő folyamatos működése (vérkészítmény)	egészségügy	vérellátás	vérkészítmény-ellátás és ehhez társuló vizsgálatok
sérült ellátása	műtő folyamatos működése (villamos energia)	energia	villamos energia	villamos energia kereskedelem,

				villamos energia elosztórendszer-üzemeltetés, villamos energia átvitelirendszer-üzemeltetés, villamosenergia-termelés
sérült ellátása	műtő folyamatos működése (eszközök)	egészségügy	egészségügyi eszközellátás	kritikus fontosságúnak ítélt orvostechnikai eszköz
sérült ellátása	műtő folyamatos működése (gyógyszer)	egészségügy	gyógyszer-ellátás	gyógyszer kutatás és fejlesztés, gyógyszeripari alaptermékek és gyógyszerkészítmény gyártása, gyógyszer nagykereskedés
sérült ellátása	műtő folyamatos működése (labor)	egészségügy	közegészségügy	hazai klinikai és járványügyi mikrobiológiai laboratóriumi szolgáltatás, közegészségügyi biztonságot szolgáló laboratóriumi szolgáltatás, uniós referencialaboratóriumi szolgáltatás, oltóanyag gyártás, kereskedelem
sérült ellátása	műtő folyamatos működése (kórelőzmények)	infokommunikációs technológiák	digitális infrastruktúra	adatközpont-szolgáltatás
sérült ellátása	műtő folyamatos működése (ivóvíz)	víz	ivóvíz	emberi fogyasztásra szánt ivóvíz -termelés, -tárolás, -ellátás, -kezelés
sérült ellátása	műtő folyamatos működése (sterilizálás)	energia	távfűtés, távhűtés	távfűtés, távhűtés
sérült ellátása villamos krízis esetén is	működő aggregátor a kórházban, a hívásfogadó központban, az adótornyoknál	energia	kőolaj	üzemanyagtöltő állomás üzemeltetés

az ellátási láncok hálózata egy kórház alapvető szolgáltatásával összefüggésben
(saját szerkesztés)

6. A KIESÉSI IDŐ MINT REZILIENCIA INDIKÁTOR

A Kszetv. és Vbö. szerinti alapvető szolgáltatások összehasonlíthatósága érdekében indokolt egységes időskála kialakítása. A javasolt modell öt időkritikussági kategóriát alkalmaz:

Prioritási szint	**Kritikus kiesési idő**	**Értelmezés**
P1	**0 – 4 óra**	azonnali/rendkívül kritikus – folyamatos működés vagy gyors helyreállítás szükséges, a kiesés nem tolerálható

P2	**< 4 – 24 óra**	kiemelten kritikus – egy napon belül nem tolerálható hatás alakulhat ki
P3	**< 24 – 72 óra**	magas prioritás – többnapos kiesés már nem tolerálható
P4	< **72 – 144 óra**	középtávon kritikus – a hatás mérsékelten tolerálható
P5	**< 6 – 7 nap**	hosszabb ideig tolerálható a kiesés, de egy héten belül kritikussá válik

A kritikus szervezeteknek a kritikus infrastruktúráikkal nyújtott alapvető szolgáltatásai prioritási kategóriái a kiesésük tolerálható ideje alapján (saját szerkesztés)

P1 (0 – 4 óra): azonnali/rendkívül kritikus

A P1 kategóriába a kritikus szervezetek azon alapvető szolgáltatásai tartoznak, amelyek kiesése azonnal vagy legfeljebb néhány órán belül súlyos, akár közvetlen élet-, egészség-, közbiztonsági vagy rendszerszintű következményekkel járhat. Ezen szolgáltatások esetében a cél elsősorban nem a későbbi helyreállítás, hanem a működés folyamatosságának biztosítása, illetve kiesés esetén a lehető leggyorsabb visszaállítás. Blackout esetén ebbe a kategóriába kerülhetnek különösen a villamosenergia-rendszer egyes alapfunkciói, a black start képesség, a mentés, az életfenntartó egészségügyi ellátás, a segélyhívás, a műveletirányítás, a hírközlési és infokommunikációs szolgáltatások, az ivóvízellátás vagy a fizetési infrastruktúra meghatározott funkciói.

P2 (4 – 24 óra): kiemelten kritikus – egy napon belül elfogadhatatlan hatás alakulhat ki

A P2 kategóriába azok a szolgáltatások tartoznak, amelyek rövid ideig még fenntarthatók tartalékkapacitásokkal, készletekkel, alternatív eljárásokkal vagy csökkentett szolgáltatási szinten, azonban egy napon belüli tartós kiesésük már elfogadhatatlan következmények kialakulásához vezethet. Ebben a szakaszban válik különösen fontossá a tartalékok rendelkezésre állása, az alternatív ellátási útvonalak aktiválása és a külső szolgáltatókkal történő koordináció.Ide tartozhatnak például a közúti forgalomirányítás, a hitelintézeti pénzügyi szolgáltatás, a közösségi közlekedés, a nagykereskedelmi forgalmazás, élelmiszer logisztika, a társadalombiztosítás, a települési szennyvíz elvezetése, összegyűjtése, tisztítása, kezelése, befogadóba vezetése, a veszélyes hulladék gyűjtése, szállítása.

P3 (24 – 72 óra): magas prioritás

A P3 kategóriába tartozó szolgáltatások kiesése kezdetben még kezelhető lehet, azonban 24–72 óra között a tartalékok csökkenése, az ellátási láncok sérülése és az egymásra épülő szolgáltatások zavarai miatt a helyzet kritikussá válhat. Blackout esetén például ez különösen fontos időszak. A kezdetben rendelkezésre álló akkumulátor-, üzemanyag-, víz-, élelmiszer- és egyéb készletek fokozatosan csökkennek, miközben az utánpótlás megszervezése egyre nehezebbé válhat. Ebben az időtartományban már nem kizárólag egyedi szolgáltatás kiesésekkel kell számolni, hanem ágazatok közötti dominóhatások megjelenésével is. Ide tartozhatnak például az állami egészségügyi tartalék szolgáltatás és gazdálkodás, az árvízi védművek, műtárgyak és tározók üzemeltetése, az élelmiszertermelés, feldolgozás, kereskedelem, a kikötők, kikötő létesítmények irányítása, a veszélyes hulladék égetése, veszélyes hulladék lerakása.

P4 (72 óra – 6 nap): középtávon kritikus

A P4 kategória esetében a szolgáltatás kiesése rövid távon még nem feltétlenül eredményez súlyos működési zavart, azonban a tartós, többnapos kiesés következményei fokozatosan felhalmozódnak. Ebben az időszakban már nemcsak a technikai tartalékok kimerülése jelent problémát.

Megjelenhet a humán erőforrás túlterhelődése, az ellátási láncok tartós zavara, a készletek hiánya, valamint az alternatív működési megoldások fenntarthatóságának korlátja. A helyreállítás prioritását ezért már nem kizárólag az adott szolgáltatás közvetlen jelentősége, hanem más alapvető szolgáltatások működésére gyakorolt hatása is meghatározza.

Ide tartozhatnak például az állati eredetű melléktermék feldolgozása, az elektronikai alkatrész és egyéb villamos berendezés gyártás, kereskedelem, a jármű és kereskedelmi hajó gyártás, kereskedelem, a vasúti pályafelszerelés gyártás, kereskedelem.

P5 (6 – 7 nap): hosszabb távon kritikussá váló szolgáltatás

A P5 kategóriába azok a szolgáltatások tartoznak, amelyek kiesése rövidebb időtávon még kezelhető, helyettesíthető vagy korlátozott működéssel áthidalható, azonban egy héten belüli tartós kiesésük már jelentős társadalmi, gazdasági vagy működési következményekhez vezethet. Ez nem jelenti azt, hogy ezek a szolgáltatások kevésbé fontosak. A kategória kizárólag azt fejezi ki, hogy időkritikusságuk alacsonyabb, így egy komplex blackout során helyreállításuk későbbi prioritást kaphat a közvetlen életvédelmi és rendszerszintű funkciókhoz képest. Ide tartozhatnak például az akkumulátor gyártás, kereskedelem, az alumínium gyártás, -feldolgozás, -kereskedelem, a bányászat, mezőgazdasági és építőipari berendezés gyártás, kereskedelem, a települési nem veszélyes hulladék energetikai hasznosítása, a vas- és acélgyárak és vasötvözet gyártás, kereskedelem.

Blackout esetén az idő nem lineárisan növeli a kockázatot

A villamosenergia-kiesés első időszakában számos rendszer még tartalék energiaforrásokkal, akkumulátorokkal, aggregátorokkal, készletekkel vagy alternatív eljárásokkal működtethető.
Az idő előrehaladtával azonban ezek a tartalékok fokozatosan kimerülnek.
0 – 4 óra → azonnali kritikus funkciók fenntartása
4 – 24 óra → tartalék rendszerek és készletek aktiválása
24 – 72 óra → ellátási láncok és függőségek egyre erősebb hatása
72 óra – 6 nap → dominóhatások és tartós működési zavarok
6 – 7 nap → rendszerszintű társadalmi és gazdasági következmények
A blackout ezért az idő előrehaladtával energetikai eseményből több ágazatot érintő komplex rezilienciaválsággá alakulhat. Nem az a kérdés, hogy fontos-e egy alapvető szolgáltatás. Az a kérdés, hogy mennyi időnk van addig, amíg a kiesése kritikussá válik. [7]
Ez az időablak határozza meg, hogy:

mit kell folyamatosan működtetni → mit kell elsőként stabilizálni → mit kell elsőként helyreállítani → és mely szolgáltatások helyreállítása ütemezhető későbbre.

7. KÖVETKEZTETÉSEK

Az időkritikussági kategóriák értelmezése

A kialakított prioritási rendszer célja annak meghatározása, hogy egy alapvető szolgáltatás kiesése milyen időtávon válhat kritikussá, vagyis mikor érheti el azt a pontot, amikor a szolgáltatás hiánya már elfogadhatatlan következményekkel járhat. Fontos hangsúlyozni, hogy a meghatározott időérték nem azt jelenti, hogy az adott szolgáltatás az időhatár eléréséig következmények nélkül nélkülözhető. A kiesés hatásai már korábban megjelenhetnek. Az időérték azt a tervezési határt jelöli, amelyen belül a szolgáltatás fenntartása, helyettesítése vagy helyreállítása szükségessé válik a súlyos következmények megelőzése érdekében.

A prioritási rendszer értelmezésének alapelve

A P1–P5 besorolás **nem az alapvető szolgáltatások fontossági rangsora**.
Azt mutatja meg, hogy az adott szolgáltatás kiesése **mennyi idő alatt érhet el kritikus szintet**, kiesése mennyi ideig tolerálható.

Egy P1 szolgáltatás esetén például nem engedhető meg, hogy a kiesés bekövetkezzen, a saját és kapcsolódó szolgáltatások rezilienciájának megerősítésével, a redundanciák kialakításával. Ugyanakkor egy P5 szolgáltatás társadalmi vagy gazdasági jelentősége is lehet rendkívül nagy, azonban rövidtávon rendelkezésre állhat olyan helyettesítő megoldás, készlet vagy tartalékkapacitás, amely miatt a kiesés következménye később válik kritikussá. Az ellátási láncok hálózata már egy sérült személy megmentésének példáján keresztül vizsgálva is megmutatja, hogy mely alapvető szolgáltatások mely prioritási szintbe sorolhatók, nem elsősorban a kritikus szervezet által nyújtott szolgáltatás önmagában történő megítélése, hanem sokkal inkább az ellátási láncban betöltött szerepe alapján. Annak eldöntése, hogy egy kritikus szervezetnek a kritikus infrastruktúrája által nyújtott alapvető szolgáltatás mely prioritási szintbe tartozhat, az általános elveken túlmenően részletes elemzést igényel, ahol az egyedi sajátosságok is figyelembe vehetőek.

6. JOGFORRÁSOK

Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2022/2557 irányelve a kritikus szervezetek rezilienciájáról és a 2008/114/EK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről

A kritikus szervezetek ellenálló képességéről szóló 2024. évi LXXXIV. törvény

A védelmi és biztonsági tevékenységek összehangolásáról szóló 2021. évi XCIII. törvény

A kritikus szervezetek ellenálló képességéről szóló törvény végrehajtásáról szóló 474/2024. (XII. 31.) Korm. rendelet

Az ország védelme és biztonsága szempontjából jelentős szervezetek ellenálló képességéről szóló 475/2024. (XII. 31.) Korm. rendelet

7. IRODALOMJEGYZÉK

[1] Angyal I. (2024). Kritikus szervezetek ellenálló képességi szabályozási környezetének változása. Védelem Tudomány, 9(ksz.), 1-4. p. [Online] Elérhetőség: https://ojs.mtak.hu/index.php/vedelemtudomany/article/view/17896 (2024.12.17.)

[2] BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Évkönyv 2025, 50. p. [Online] Elérhetőség: https://www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/yearbook/public/2025/hu/index.html (2026.09.20.)

[3] ENTSO-E Publishes Expert Panel Final Report on 28 April 2025 Blackout in Spain and Portugal), 33. p, 2026. [Online] Elérhetőség: https://www.entsoe.eu/news/2026/03/20/entso-e-publishes-expert-panel-final-report-on-28-april-2025-blackout-in-spain-and-portugal/(2026.09.20.)

[4] United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). „Principles for Resilient Infrastructure". United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2022. [Online] 10. p Elérhetőség: https://www.undrr.org/publication/principles-resilient-infrastructure (2026.09.20.)

[5] Angyal I. (2023). A kritikus infrastruktúrák ellenálló képességének erősítése. Védelem Tudomány a Katasztrófavédelem Online Szakmai, tudományos folyóirata, 8(klsz). 7. p. [Online] Elérhetőség: https://ojs.mtak.hu/index.php/vedelemtudomany/article/view/14054 (2023.12.22.)

[6] Angyal I., & Balogné Pruha M. A. (2025). A kockázat alapú gondolkodás gyakorlati elemei a kritikus szervezeteknél II. rész. Védelem Tudomány, 10(4), 8. p. [Online] Elérhetőség: https://doi.org/10.61790/vt.2025.21293 (2025.12.31.)

[7] Pruha Mária Anett: Resilientia non est luxus, sed condicio sine qua non avagy a kritikus entitások ellenálló képességének alapelvei Budapest, 2026. ISBN: 978-615-02-7600-7; 116. p.

Védelem Tudomány 11. évfolyam 3. szám, 2026 DOI: 10.61790/vt.2026.25043

A rendkívüli események jelentési küszöbértékeinek kockázatalapú meghatározása a kritikus szervezeteknél és kritikus infrastruktúráknál

Ágazatközi módszertani megközelítés és szakmai ajánlás

Risk-based determination of reporting thresholds for extraordinary events at critical entities and critical infrastructures

Cross-sectoral methodological approach and professional recommendation

Dr. Balogné Pruha Mária Anett
Q+R Guideline Kft.
Ellenálló Képességért Felelős Vezető
ORCID: 0009-0001-2341-7525

Absztrakt:

A kritikus szervezetek ellenálló képességének egyik alapvető feltétele a működési zavarok időben történő felismerése, értékelése és – a vonatkozó követelmények fennállása esetén – jelentése. A megvalósítás egyik nehézsége annak meghatározása, hogy egy esemény mikor éri el azt a súlyossági szintet, amely már kiterjedt eszkalációt, illetve a jelentési kötelezettség haladéktalan vizsgálatát indokolja. Jelen tanulmány egy ágazatokon átívelő, kockázatalapú módszertani keretet, az általánosan alkalmazható Rendkívüli Esemény Küszöbérték-meghatározási Modellt (REKÜM) mutatja be. A modell tíz értékelési dimenziót, felülíró kritériumokat, ágazati kalibrációt és dinamikus újraértékelést kapcsol össze. Célja nem egységes jogi küszöbérték létrehozása, hanem olyan dokumentálható döntéstámogatási logika kialakítása, amely az ágazati sajátosságok megtartása mellett támogatja a korai felismerést, az eszkalációt és a jelentési feltételek következetes vizsgálatát.

Kulcsszavak: kritikus szervezet, reziliencia, rendkívüli esemény, küszöbérték, kockázatértékelés, alapvető szolgáltatás, interdependencia, REKÜM

Abstract:

A fundamental prerequisite for the resilience of critical entities is the timely detection, and assessment, and - where applicable - reporting of operational disruptions. One of the challenges in implementation is determining when an event reaches a level of severity that warrants broader escalation and/or an immediate review of the applicable reporting obligations. This study presents a cross-sector, risk-based methodological framework, the generally applicable Model of Determination of Threshold Value of Incident (REKÜM).

The model combines ten assessment dimensions, overriding criteria, sector-specific calibration, and dynamic reassessment. Its aim is not to establish a uniform legal threshold, but rather to create a documentable decision-support logic that - while preserving sectoral characteristics - facilitates early detection, escalation, and the consistent assessment of reporting criteria.

Keywords: critical entity, resilience, incident, threshold value, risk assessment, essential service, interdependence, REKÜM

1. BEVEZETÉS

A modern társadalmak működése egymással szorosan összekapcsolódó infrastruktúrákra és szolgáltatásokra épül. Az energiaellátás, az ivóvízellátás, az egészségügy, a közlekedés, a digitális infrastruktúra és más kritikus ágazatok zavarai ezért gyakran nem maradnak egyetlen szervezet határain belül. [1] Egy villamosenergia-ellátási esemény például rövid idő alatt hatással lehet a vízellátásra, a távközlésre, az egészségügyi ellátásra vagy más alapvető szolgáltatásokra. A szervezeti reziliencia értékelése során ezért a belső folyamatok mellett az upstream és downstream függőségeket, valamint a dominóhatás lehetőségét is vizsgálni szükséges. [2] A rendkívüli események hátterében általában a rendszerben jelen lévő látens hibák, a különböző hozzájáruló tényezők, valamint az eseményt közvetlenül kiváltó aktív hibák összekapcsolódása áll. [3] A hatályos szabályozás értelmében el kell határolni a rendkívüli esemény és a kontrollált rendkívüli esemény küszöbértékét. [4] Ebben a rendszerben a rendkívüli események megfelelő időben történő felismerése és jelentése a helyzetértékelés lényeges eleme. A jelentési rendszer azonban csak akkor működhet következetesen, ha a szervezet képes meghatározni, mikor válik egy működési eltérés olyan jelentőségűvé, amely már magasabb szintű értékelést és a jelentési feltételek vizsgálatát igényli. A tanulmány központi állítása, hogy ez a döntési határ általában nem írható le egyetlen számmal, hanem több, egymással összefüggő hatásparaméter együttes értékelésére van szükség.

2. A JELENTÉSI KÜSZÖB SZEREPE A REZILIENCIA RENDSZERÉBEN

A küszöbérték nem csupán adminisztratív jelentési határ. Egy jól kialakított rendszer egyidejűleg szolgál korai figyelmeztetési pontként, eszkalációs kritériumként, vezetői beavatkozási pontként és a jelentési kötelezettség vizsgálatának indító feltételeként. A szervezetnek ezért nemcsak azt kell meghatároznia, hogy mikor kell jelenteni, hanem azt is, milyen folyamat vezet az észleléstől az értékelésen és eszkaláción keresztül a vezetői döntésig. Az egyetlen mutatóhoz kötött küszöb kockázata, hogy az esemény tényleges jelentőségét nem képes megfelelően tükrözni. Ugyanaz a tízperces kiesés egy adminisztratív folyamatban csekély következménnyel járhat, míg életfenntartó technológia, vízellátás vagy más kritikus funkció esetében azonnali beavatkozást tehet szükségessé. A módszertannak ezért az időtartam mellett a kiesés mértékét, a kritikus funkció érintettségét, a biztonsági következményeket, a redundanciát, a helyreállíthatóságot és a tovagyűrűző hatásokat is figyelembe kell vennie.

3. A REKÜM MÓDSZERTANI KERETE

A rendkívüli események bekövetkezésének megelőzésére szükséges vizsgálni a kritikus szervezetben, infrastruktúrában előforduló veszélyeket, hibaforrásokat. [5] A kritikus infrastruktúrák rezilienciájának értékelésére irányuló szakirodalmi megközelítések a rezilienciát több, egymással összefüggő jellemző mentén vizsgálják, és annak komplex, többdimenziós értékelését támasztják alá [6]. A Rendkívüli Esemény Küszöbérték-meghatározási Modell (REKÜM) célja a működési események korai felismerésének, strukturált súlyosságértékelésének és eszkalációjának támogatása. A modell nem helyettesíti a hatályos jogszabályokban vagy ágazati szabályozásban meghatározott jelentési követelményeket; azok vizsgálatát megelőző, illetve támogató döntési keretet biztosít.

A modell három egymásra épülő szintje:
(1) többdimenziós kockázati értékelés (MKE),
(2) felülíró kritériumok (FK), valamint
(3) ágazati és jogszabályi kritériumok (ÁK).
REKÜM = MKE + FK + ÁK.

A döntési logika:
esemény észlelése → előzetes értékelés → többdimenziós értékelés → felülíró kritériumok vizsgálata → ágazati/jogszabályi kritériumok vizsgálata → döntés, eszkaláció vagy jelentés → újraértékelés.

3.1. A tíz értékelési dimenzió

Jel	Dimenzió	Alapkérdés
T	Időtartam	Mennyi ideig tart, illetve várhatóan meddig tart az esemény?
K	Kiesés mértéke	Milyen mértékben csökkent vagy szűnt meg a szolgáltatás?
É	Érintettség	Hány személyt, felhasználót vagy szervezetet érint?
F	Földrajzi kiterjedés	Mekkora területre terjed ki a hatás?
C	Kritikus funkció	Érinti-e az alapvető szolgáltatást vagy kritikus folyamatot?
B	Biztonsági következmény	Milyen élet-, egészség-, köz-, környezet- vagy vagyonbiztonsági következmény várható?
R	Redundancia	Milyen alternatív vagy tartalék kapacitás áll rendelkezésre?
H	Helyreállíthatóság	Milyen gyorsan állítható helyre a normál működés?
I	Interdependencia	Milyen hatással lehet további kritikus szervezetekre?
D	Dominóhatás	Fennáll-e a hatás továbbterjedésének veszélye?

1. táblázat: A tíz értékelési dimenzió (készítette a szerző)

3.2. Értékelési skála és súlyozás

Minden dimenzió 0 – 4 pont között értékelhető:
0 = nincs vagy elhanyagolható;
1 = alacsony;
2 = közepes;
3 = jelentős;
4 = kritikus hatás.

Az egyszerű alappontszám:

P = T + K + É + F + C + B + R + H + I + D,

ahol **0 ≤ P ≤ 40.**

Az összegzett érték azonban önmagában nem tekinthető jelentési küszöbnek, mert egyetlen súlyos következményt több alacsony pontérték matematikailag elfedhet. A reziliencia mérésére alkalmazott indikátorok és mérőszámok kialakításakor lényeges, hogy azok megfelelően reprezentálják a vizsgált rendszer reziliens működését meghatározó képességeket [7]. Ebből kiindulva a REKÜM esetében nem szükséges valamennyi paramétert azonos jelentőségűként kezelni.

Javasolt alap-súlyozás:

Dimenzió	Súly
T – időtartam	1,0
K – kiesés mértéke	1,5
É – érintettség	1,0

F – földrajzi kiterjedés	0,5
C – kritikus funkció	**2,0**
B – biztonsági következmény	**2,0**
R – redundancia hiánya	1,5
H – helyreállíthatóság	1,0
I – interdependencia	**1,5**
D – dominóhatás	**2,0**

2. táblázat: Javasolt alap-súlyozás (készítette a szerző)

A maximális súlyozott érték 56 pont, amely százalékos formára normalizálható:
REKÜM % = (elért súlyozott pont / 56) × 100.

A súlyok módszertani kiindulóértékek, alkalmazásuk validációt és ágazati kalibrációt igényel.

REKÜM [%]	Szint	Javasolt szervezeti reakció
0 – 19	I. Normál	Helyi kezelés, dokumentálás
20 – 39	II. Figyelmeztető	Fokozott monitoring, felelős vezető tájékoztatása
40 – 59	III. Jelentős	Formális eseményértékelés, EKFV bevonása, eszkaláció vizsgálata
60 – 79	IV. Súlyos	Vezetői eseménykezelés, jelentési feltételek haladéktalan vizsgálata
80 – 100	V. Kritikus	Azonnali esemény-/válságkezelés és a jelentési kötelezettség azonnali vizsgálata

3. táblázat: REKÜM, szint, javasolt szervezeti reakció (készítette a szerző)

A százalékos sávok nem jogszabályi jelentési határértékek, hanem kalibrálandó módszertani beavatkozási szintek.

3.3. Felülíró kritériumok – RED FLAG rendszer

A pontszámalapú értékelési rendszer kiegészül olyan felülíró kritériumokkal, amelyek fennállása az összesített pontszámtól függetlenül magasabb szintű eseményértékelést és a további eszkaláció szükségességének vizsgálatát teszi indokolttá.

RED FLAG eseménynek minősítendő különösen, ha:

- közvetlen élet- vagy egészségveszély áll fenn;
- az alapvető szolgáltatás teljesen kiesik;
- kritikus funkció működő alternatíva nélkül megszűnik;
- az elsődleges és tartalék rendszer egyidejűleg kiesik;
- a szervezet elveszíti az esemény feletti kontrollt;
- több kritikus szervezet egyidejű érintettsége következik be;
- az esemény más kritikus ágazatra átterjed vagy ennek közvetlen veszélye fennáll;
- jelentős dominóhatás alakul ki;

- jelentős lakossági ellátási zavar következik be;
- súlyos környezeti vagy közbiztonsági következmény áll fenn;
- a helyreállítás várható időpontja nem határozható meg;
- az esemény rövid időn belül várhatóan kritikus szintre eszkalálódik.

RED FLAG fennállása nem jelenti automatikusan a jogszabály szerinti jelentési kötelezettséget, hanem azt jelenti, hogy a jelentési kritériumok haladéktalan vizsgálata szükséges.

4. DINAMIKUS KÜSZÖBÉRTÉK ÉS IDŐALAPÚ KORAI FIGYELMEZTETÉS

A REKÜM nem kizárólag statikus állapotot értékel. Egy közepes pontérték gyors emelkedése önmagában is jelezheti az eszkaláció szükségességét.

Ennek leírására alkalmazható a $\mathbf{\Delta REKÜM = REKÜM(t_2) - REKÜM(t_1)}$ mutató.

A növekvő érték a helyzet romlását, a csökkenő érték a kontroll visszanyerését és a helyreállítás előrehaladását jelezheti. A küszöbérték így nem egyetlen pont, hanem időben változó állapot.

Az időtényezőn belül célszerű elkülöníteni:
$\mathbf{T_0}$ – esemény kezdete/észlelése;
$\mathbf{T_1}$ – első értékelés;
$\mathbf{T_2}$ – belső eszkaláció;
$\mathbf{T_3}$ – szervezeti jelentési küszöb elérése;
$\mathbf{T_4}$ – maximálisan tolerálható kiesési idő;
$\mathbf{T_5}$ – helyreállítás.
A reziliens működés alap logikája: $\mathbf{T_2 < T_3 < T_4}$.

A szervezet tehát lehetőség szerint még a kritikus működési határ elérése előtt avatkozik be.

5. ÁGAZATI KALIBRÁCIÓ ÉS GYAKORLATI ALKALMAZÁS

A reziliens infrastruktúrák értékelése olyan rendszerszemléletet igényel, amely figyelembe veszi az infrastruktúra funkcióit, a szolgáltatások folytonosságát és az adott rendszer sajátosságait [7]. A REKÜM egyik legfontosabb sajátossága ennek megfelelően, hogy a keretrendszer egységes, a küszöbértékek azonban ágazatspecifikusak.
Egy egészségügyi szolgáltató, energiaszolgáltató, víziközmű szolgáltató, közlekedési szereplő vagy digitális infrastruktúrát működtető szervezet eltérő működési paraméterekkel és toleranciákkal rendelkezik. A közös dimenziók ezért nem az ágazati különbségeket szüntetik meg, hanem összehasonlítható értékelési logikát biztosítanak.
Az ágazati kalibráció során az általános dimenziókhoz konkrét mérőszámokat kell rendelni. Egészségügy ágazat esetében például releváns lehet az érintett betegek száma, az intenzív vagy műtéti kapacitás érintettsége, életfenntartó technológia, oxigén-, gyógyszer-, vér- vagy vízellátás zavara. Energia ágazatban a kieső teljesítmény, a felhasználókat érintő kiesés időtartama és időszaka, a hálózati stabilitás és más infrastruktúrák energiafüggősége. Ivóvízellátás esetén az ellátás hiányának időtartama és időszaka, a vízminőség, a tartalékellátás és a kritikus fogyasztók érintettsége. Digitális infrastruktúra esetben a kiesés időtartama, a rendszerek kritikussága, az adatvesztés vagy adatintegritás, valamint más alapvető szolgáltatások informatikai függősége lehet meghatározó.
5.1. Alkalmazási példa: kórházi vízellátási zavar
Egy kórházban váratlanul megszűnik a vezetékes vízellátás. A kritikus szervezet részére a közműszolgáltató 0-24 órában elérhető ügyelete előzetes tájékoztatást ad, amely értelmében a kiesés

várható időtartama 3 óra. Az intézmény rendelkezik korlátozott tartalék vízkészlettel, amely azonban nem teszi lehetővé valamennyi ellátási és támogató folyamat változatlan kapacitású fenntartását. A kiesés érinti többek között a műtéti tevékenységet, a sterilizálást, a higiénés és infekciókontroll-folyamatokat, az élelmezést, valamint közvetetten más betegellátási funkciókat is. Az első REKÜM-értékelés során az esemény az alábbi pontértékeket kapja:

Dimenzió	Alap érték	Pont	Súly	Súlyozott érték
T – időtartam	közepes	2	1,0	2,0
K – kiesés mértéke	jelentős	3	1,5	4,5
É – érintettség	jelentős	3	1,0	3,0
F – földrajzi kiterjedés	alacsony	1	0,5	0,5
C – kritikus funkció	kritikus	4	2,0	8,0
B – biztonsági következmény	jelentős	3	2,0	6,0
R – redundancia hiánya	közepes	2	1,5	3,0
H – helyreállíthatóság	közepes	2	1,0	2,0
I – interdependencia	közepes	2	1,5	3,0
D – dominóhatás	közepes	2	2,0	4,0
Összesen		**24**		**36,0**

4. táblázat: Kórházi vízellátási zavar első REKÜM értékelés (készítette a szerző)

A súlyozott REKÜM-index:

REKÜM = (36 / 56) × 100 = 64,3 %

A modell javasolt beavatkozási szintjei alapján ez a **IV. – súlyos eseményszintnek** felel meg, amely vezetői szintű eseménykezelést és a jelentési feltételek haladéktalan vizsgálatát indokolja.

Fontos azonban, hogy a 64,3 %-os eredmény önmagában nem jelenti automatikusan a jogszabály szerinti jelentési kötelezettség fennállását; a REKÜM döntéstámogató eszköz, amelyet a felülíró és az ágazati/jogszabályi kritériumok vizsgálata követ. A példa egyben a modell dinamikus jellegét is szemlélteti. Ha a szolgáltató később arról tájékoztatja az intézményt, hogy a helyreállítás nem 3, hanem várhatóan 8 órát vesz igénybe, miközben a tartalék vízkészlet várhatóan 2 órán belül kimerül, a redundancia és a helyreállíthatóság értéke romlik. Például **R: 2 → 4**, illetve **H: 2 → 3** változás esetén:

új súlyozott pontszám = 36 + (2 × 1,5) + (1 × 1,0) = 40 pont

REKÜM = (40 / 56) × 100 = 71,4 %

Az esemény tehát anélkül válik súlyosabbá, hogy maga a vízellátás kiesésének ténye megváltozna. A szervezet maradék ellenálló képességének csökkenése önmagában növeli a kockázati szintet. Ez jól érzékelteti a REKÜM egyik lényegi sajátosságát, a küszöbérték nem statikus határ, hanem az esemény alakulásával és a rendelkezésre álló szervezeti képességekkel együtt változó döntési pont.

5.2. Alkalmazási példa: energiaellátási esemény

Egy villamosenergia-elosztási üzemzavar kezdetben korlátozott földrajzi területet érint. A kiesés várható időtartama 2 óra, az érintett fogyasztók száma mérsékelt, a hálózat más részei stabilan működnek. Az első információk alapján az esemény lokálisan kezelhető, ugyanakkor több kiemelt fogyasztó energiaellátása is érintett. Az első REKÜM-értékelés:

Dimenzió	Alap érték	Pont	Súly	Súlyozott érték
T – időtartam	közepes	2	1,0	2,0
K – kiesés mértéke	közepes	2	1,5	3,0
É – érintettség	közepes	2	1,0	2,0
F – földrajzi kiterjedés	közepes	2	0,5	1,0
C – kritikus funkció	jelentős	3	2,0	6,0
B – biztonsági következmény	közepes	2	2,0	4,0
R – redundancia hiánya	közepes	2	1,5	3,0
H – helyreállíthatóság	közepes	2	1,0	2,0
I – interdependencia	alacsony	1	1,5	1,5
D – dominóhatás	alacsony	1	2,0	2,0
Összesen		**19**		**26,5**

5. táblázat: Energiaellátási esemény első REKÜM értékelés (készítette a szerző)

REKÜM = (26,5 / 56) × 100 = 47,3%

Az esemény így a modell szerint a **III. – jelentős eseményszintbe** kerül. Ez formális eseményértékelést, az ellenálló képességért felelős vezető bevonását és az eszkaláció szükségességének vizsgálatát indokolja.

Az esemény azonban rövid időn belül új dimenziót kap. Kiderül, hogy ugyanazon ellátási zavar érint egy víziközmű-szolgáltató létesítményt, egy egészségügyi intézményt és egy távközlési infrastruktúrát is. Az új információk miatt az **I: 1 → 4**, a **D: 1 → 4**, továbbá a lehetséges következmények miatt a **B: 2 → 3** értékre módosul.

Az új súlyozott pontszám:

26,5 + (3 × 1,5) + (3 × 2,0) + (1 × 2,0) = 39 pont

REKÜM = (39 / 56) × 100 = 69,6 %

Az esemény tehát **47,3 %-ról 69,6 %-ra** emelkedik, vagyis a III. „jelentős” szintről a **IV. – súlyos eseményszintre** kerül.

A példa különösen jól szemlélteti, hogy egy esemény súlyosságát nem kizárólag a saját ágazatban bekövetkező szolgáltatáskiesés mértéke határozza meg. Az eredetileg lokális energiaellátási zavar a dependenciák és interdependenciák aktiválódása következtében ágazatközi reziliencia eseménnyé fejlődhet. A REKÜM dinamikus újraértékelése ezért lehetőséget biztosít arra, hogy a szervezet ne csupán a már bekövetkezett következményekre, hanem a tovagyűrűző hatások kialakulására is

reagáljon. A REKÜM támogatja a riasztási és jelentési folyamatok előzetes kidolgozását, amely alapvető feltétele a szervezet felkészültségének, valamint a rendkívüli eseményekkel szembeni hatékony és összehangolt reagálásnak. [8]

6. SZERVEZETI BEVEZETÉS, VALIDÁCIÓ ÉS FELÜLVIZSGÁLAT

A REKÜM alkalmazását a szervezet meglévő kockázatkezelési, eseménykezelési és ellenálló képességi folyamataiba célszerű beépíteni.

Ennek fő lépései:

- az alapvető szolgáltatások és kritikus folyamatok azonosítása;
- a maximálisan tolerálható kiesési idők és erőforrás-függőségek meghatározása;
- a redundanciák, alternatív megoldások és helyreállítási képességek értékelése;
- a REKÜM-paraméterek és ágazati mérőszámok kalibrálása;
- a belső riasztási, eszkalációs és döntési felelősségek meghatározása;
- a modell beépítése az eseménykezelési eljárásba, oktatása és gyakorlatokkal történő tesztelése;
- valós események és gyakorlatok utóértékelése, majd a paraméterek szükség szerinti módosítása.

A validáció retrospektív módon korábbi események visszamenőleges értékelésével, prospektív módon valós események párhuzamos követésével, gyakorlatokkal, több ágazat szakértőinek bevonásával, valamint hatósági tapasztalatok felhasználásával végezhető. Vizsgálni célszerű a modell érzékenységét, specificitását, reprodukálhatóságát és ágazatok közötti alkalmazhatóságát. A küszöbérték-rendszer nem tekinthető egyszer meghatározott, változatlan paraméternek. A technológia, a szolgáltatási kapacitás, a beszállítói környezet, a függőségek és a kockázati környezet változásával a modell felülvizsgálata is szükséges a PDCA-logikába illeszthető módon:

PLAN – szolgáltatások, kockázatok és küszöbök meghatározása;
DO – alkalmazás, oktatás és gyakorlat;
CHECK – események és tapasztalatok értékelése;
ACT – paraméterek és eljárások módosítása.

7. KÖVETKEZTETÉSEK

A rendkívüli események jelentési küszöbértékeinek meghatározása nem szűkíthető egyetlen numerikus határértékre és nem kezelhető kizárólag jogszabályi megfelelési feladatként. A megfelelően kialakított küszöbérték-rendszer a korai felismerés, az eszkaláció, a vezetői döntéshozatal és a szervezeti reziliencia integrált eszköze. A REKÜM tíz értékelési dimenziót, súlyozható kockázati indexet, az akár teljesen felülíró RED FLAG kritériumokat, ágazati kalibrációt, dinamikus újraértékelést és jogszabályi kontrollpontot kapcsol össze. Módszertani jelentősége abban áll, hogy egységes értékelési logikát kínál anélkül, hogy figyelmen kívül hagyná az ágazatok és szervezetek eltérő működési sajátosságait. A modell alkalmazásának lényegi elve, nem akkor kell elkezdeni értékelni az eseményt, amikor a küszöbértéket már elérte, hanem akkor, amikor annak elérése érdemben valószínűvé válik.A javasolt megközelítés összefoglalható a következő elvben, egységes módszertan – differenciált ágazati küszöbérték – kockázatarányos döntés. A REKÜM ennek megfelelően nem új jogi kategóriát hoz létre, hanem a szervezeti döntéshozatalt támogatja annak érdekében, hogy a szükséges intézkedések és – indokolt esetben – a jelentési folyamat megfelelő időben megkezdődhessenek.

8. JOGFORRÁSOK

Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2022/2557 irányelve a kritikus szervezetek rezilienciájáról és a 2008/114/EK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről

A kritikus szervezetek ellenálló képességéről szóló 2024. évi LXXXIV. törvény

A védelmi és biztonsági tevékenységek összehangolásáról szóló 2021. évi XCIII. törvény

A kritikus szervezetek ellenálló képességéről szóló törvény végrehajtásáról szóló 474/2024. (XII. 31.) Korm. rendelet

Az ország védelme és biztonsága szempontjából jelentős szervezetek ellenálló képességéről szóló 475/2024. (XII. 31.) Korm. rendelet

9. IRODALOMJEGYZÉK

[1] United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). „Principles for Resilient Infrastructure". United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2022. [Online]. Elérhetőség: UNDRR – Principles for Resilient Infrastructure (2026.09.20.) 4. p

[2] United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), Coalition for Disaster Resilient Infrastructure (CDRI). „Global Methodology for Infrastructure Resilience Review". UNDRR, 2023. [Online]. Elérhetőség: UNDRR – Global Methodology for Infrastructure Resilience Review (2026.09.20.) 6. p

[3] Pruha Mária Anett: Resilientia non est luxus, sed condicio sine qua non avagy a kritikus entitások ellenálló képességének alapelvei Budapest, 2026. ISBN: 978-615-02-7600-7; 31. p.

[4] Angyal István (2024). Kritikus szervezetek ellenálló képességi szabályozási környezetének változása. Védelem Tudomány, 9(ksz.), 1-4. Elérés forrás https://ojs.mtak.hu/index.php/vedelemtudomany/article/view/17896 [Online]. (2024.12.17.) 3. p

[5] Balogné Pruha M. A. (2024). Tervek és gyakorlatok szerepe a kritikus szervezetek ellenálló képességének fejlesztésében. Védelem Tudomány, 9(ksz.), 9-13. Elérés forrás https://ojs.mtak.hu/index.php/vedelemtudomany/article/view/17901, 11. p. [Online]. (2024.12.17.)

[6] Rehak D., Senovsky P., Hromada M., Lovecek T. „Complex approach to assessing resilience of critical infrastructure elements". *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 25, 125–138 p., 2019. [Online]. Elérhetőség: https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2019.03.003 (2026.09.20.)

[7] Najarian M., Lim G. J. „Design and Assessment Methodology for System Resilience Metrics". *Risk Analysis*, 39(9), 1885–1898 p., 2019. [Online]. Elérhetőség: https://doi.org/10.1111/risa.13274 (2026.09.20.)

[8] Angyal István & Balogné Mária Anett (2025). A kockázat alapú gondolkodás gyakorlati elemei a kritikus szervezeteknél II. rész. Védelem Tudomány, 10(4), 22-32. https://doi.org/10.61790/vt.2025.21293 [Online]. (2025.12.31.) 8. p.

VÉDELEM Tudomány

A KATASZTRÓFAVÉDELEM
ONLINE SZAKMAI,
TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA