

PhD értekezés-tervezet

Gyapjas János tű. ezredes

2025

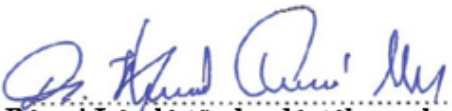
**NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM
HADTUDOMÁNYI ÉS HONVÉDTISZTKÉPZŐ KAR
KATONAI MŰSZAKI DOKTORI ISKOLA**

Gyapjas János tű. ezredes

**Mérnöki módszerek a tűzvédelemben,
különös tekintettel
a helyi sajátosságokra és tűzeseti tapasztalatokra**

Doktori (PhD) értekezés-tervezet

Tudományos témavezetők:


Dr. Bérczi László tű. dandártábornok, PhD
témavezető


Dr. Majorosné Dr. habil. Lublőy Éva DSc
társ-témavezető

BUDAPEST, 2025.

Tartalom

BEVEZETÉS	12
TUDOMÁNYOS PROBLÉMA	12
KUTATÁSI HIPOTÉZISEK	14
KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK	15
KUTATÁSI MÓDSZEREK	15
A RELEVÁNS SZAKIRODALOM ÁTTEKINTÉSE	17
AZ ÉRTEKEZÉS FELÉPÍTÉSE, TARTALMA ÉS ELHATÁROLÁSOK	33
1. KÉRDŐÍVES KUTATÁS MÓDSZERTANA ÉS EREDMÉNYEINEK ELEMZÉSE A TŰZVIZSGÁLÓ SZAKÉRTŐK, TŰZVÉDELMI TERVEZŐK, HATÓSÁGI SZAKEMBEREK ÉS TŰZOLTÁSVEZETŐK VÁLASZAI ALAPJÁN	36
1.1 Bevezetés.....	36
1.1.1 Kutatási módszertan	37
1.1.2 A felmérés fókuszterületei.....	37
1.2 Tűzvizsgálói kérdőív eredményei	39
1.2.1 A válaszadók jellemzői.....	39
1.2.2 Kulcsfontosságú megállapítások	40
1.2.3 Megelőzhető tüzesetek aránya.....	40
1.2.4 Helyi vizsgálati nehézségek és korlátok	41
1.2.5 Gyakori helyi kockázati tényezők	42
1.2.6 Alkalmazott eszközök és módszerek	43
1.2.7 Részösszegzés – Tűzvizsgálók	43
1.3 Tűzvédelmi tervezői kérdőív eredményei	44
1.3.1 A válaszadók jellemzői.....	44
1.3.2 Kulcsfontosságú megállapítások	44

1.3.3 A tűzvédelmi szabályozás megítélése	45
1.3.4 Helyi sajátosságok és tervezési kihívások	46
1.3.5 Fejlesztési javaslatok a tervezőktől	47
1.3.6 Részösszegzés – Tűzvédelmi tervezők.....	48
1.4 Tűzvédelmi hatósági kérdőív eredményei.....	49
1.4.1 A válaszadók jellemzői.....	49
1.4.2 Kulcsfontosságú megállapítások	50
1.4.3 Infrastrukturális kihívások.....	50
1.4.4 Szabályozási környezet és hatósági jogkörök	51
1.4.5 Fejlesztési javaslatok a hatósági szakemberektől	52
1.4.6 Részösszegzés – Hatósági szakemberek.....	53
1.5 Tűzoltásvezetői kérdőív eredményei.....	53
1.5.1 A válaszadók jellemzői.....	53
1.5.2 Kulcsfontosságú megállapítások	54
1.5.3 Helyi speciális kihívások	54
1.5.4 Tűzeseti tapasztalatok dokumentálása és visszacsatolása	55
1.5.5 Fejlesztési javaslatok a tűzoltásvezetőktől	56
1.5.6 Részösszegzés – Tűzoltásvezetők	56
1.6 Összehasonlító elemzés és átfogó szintézis	57
1.6.1 Közös helyi kockázati tényezők	57
1.6.2 A „megelőzés–beavatkozás–vizsgálat” integrációjának hiánya.....	58
1.6.3 Szabályozás és kockázatalapú szemlélet	59
1.6.4 Eltérő perspektívák és prioritások	60
1.6.5 Szintézis.....	60
1.6.6 A disszertáció relevanciája és a szakértői támogatottság	60

1.6.7 Részösszegzés – Összehasonlító elemzés.....	61
1.7 Részösszefoglalás.....	61
1.8 A kérdőíves kutatás javaslatainak integrálása a disszertáció modelljébe	63
2. A tűzeseti adatok és tapasztalatok nemzetközi gyűjtése, feldolgozása és hasznosítása	65
2.1 Bevezetés.....	65
2.2 Amerikai rendszerek – a szervezett tűzeseti adatgyűjtés mintája	66
2.3 Európai rendszerek – harmonizáció és tanulságalapú fejlődés	68
2.4 Ausztrál rendszerek – katasztrófákból tanuló társadalom.....	70
2.5 Globális adatrendszerek – EM-DAT, WHO és a világtrendek	71
2.6 Részösszegzés - nemzetközi jó gyakorlatok	72
2.7 Következtetések és javaslatok a hazai adaptációra	73
3. Lakóépületek halálos tűzesetei: mintázatok, élettani hatások és tűzvédelmi tanulságok	75
3.1 Bevezetés.....	75
3.4 Halálos lakástüzek statisztikai és kockázati mintázatai	77
3.5 Időbeli mintázatok és észlelés	78
3.6 A tűzesetek keletkezési okai	79
3.7 Demográfiai és emberi kockázati tényezők	80
3.8 Halálos kimenetelű tűzhelyzetek.....	82
3.9 A halálos tűzesetek lefolyása és élettani hatásai	84
3.9.1 A tűz fejlődése és a túlélési időablak.....	84
3.9.2 A füst és a mérgező gázok élettani hatásai	85
3.9.3 Zárás – A túlélés kulcsa.....	86
3.10 Visszatérő hozzájáruló tényezők és a tűzvédelem tanulságai	87
3.10.1 Építészeti és környezeti összetevők.....	87

3.10.2 Tűzvédelmi berendezések hiánya	88
3.10.3 Emberi tényezők	88
3.10.4 A tűzoltói beavatkozás és mentés sajátosságai	89
3.11 Tűzvédelmi tanulságok és javaslatok	90
3.11.1 Füstérzékelők telepítése és karbantartása	90
3.11.2 Lakás sprinkler rendszerek alkalmazása	91
3.11.3 Ajtók csukva tartása, különösen éjjel	91
3.11.4 Tűzterhelés csökkentése	91
3.11.5 Lakossági képzés és vésztervek	92
3.11.6 Tűzoltási és mentési taktika fejlesztése	92
3.12 Részösszegzés	93
4. Magas halálozással és jelentős kárral járó tüzesetek 2000–2025 – Esetelemzés és klaszterezés	93
4.1 Bevezetés	93
4.2 Adatbázis és módszertan	94
4.3 A1 klaszter: Tömegpánikot okozó rendezvény- és klubbüzek	95
4.4 A2 klaszter: Magas épületek lakó- és szálláscélú tüzei	97
4.5 B klaszter: Ipari, kereskedelmi és középületek tüzesetei	99
4.4 C klaszter: WUI tüzesetek (lakott területekre áttérjedő erdő- és bozóttüzek)	102
4.5 D klaszter: Egyéb rendkívüli tüzesetek és robbanások	105
4.6 Következtetések és javaslatok	107
4.6.1 Korai észlelés és riasztás – a túlélés első feltétele	108
4.6.2 Automatikus tűzoltó berendezések szerepe	108
4.6.3 Passzív tűzvédelem – nem éghető anyagok, tűzterjedés gátlás	108
4.6.4 Menekülési utak és kiürítési stratégiák újragondolása	108

4.6.5 Szabályozási kultúra, hatósági ellenőrzés és felelősség	109
4.6.6 Speciális technológiák és tervezés „atipikus” eseményekre.....	109
4.6.7 WUI kitettség: várostervezés és klímareziliencia.....	109
4.6.8 Globális összefüggések – ellátási lánc és nemzetközi támogatás.....	109
4.7 Részösszegzés	110
5. Nemzetközi tűzvédelmi kockázatértékelési modellek rövid bemutatása.....	110
5.1 Bevezetés.....	110
5.2 FEMA THIRA – Threat and Hazard Identification and Risk Assessment	111
5.3 FireCARES – Fire Community Assessment/Response Evaluation System	112
5.4 NFPA 1300 és NFPA 1700	113
5.5 EU JRC – Risk Atlas és INFORM modell.....	114
5.6 UNISDR / OCHA – Sendai Keret és kockázatkezelési alapelvek	114
5.7 A tűzvédelmi kockázat fő dimenziói és azok jelentősége.....	115
5.7.1 Tűzeseti gyakoriság és súlyosság	116
5.7.2 Elérhetőség és reakcióidő	117
5.7.3 Társadalmi sérülékenységi.....	118
5.7.4 Vegetációs kitettség (WUI, NVV).....	120
5.7.5 Létesítményi kockázatok	121
5.8 Magyarországi gyakorlat és szabályozás röviden	122
5.9 A TTVI indoklása és helye a nemzetközi gyakorlatban	123
5.9.1 Multidimenziionalitás tudományos és gyakorlati indoka	124
5.9.2 Kvantitatív, térinformatikai, összehasonlítható rendszer	125
5.9.3 A TTVI helye a nemzetközi CRA/CRR gyakorlatban	125
5.9.4 Adaptálhatóság, összevethetőség.....	126

6. A Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettségi Index (TTVI) kialakítása és alkalmazása	126
6.1 Bevezetés.....	126
6.2 A TTVI célja és felépítése.....	129
6.3 A TTVI alindexei	130
6.3.1 TKI – Tűzeseti Kockázati Index.....	131
6.3.2 EI – Elérési Index	132
6.3.3 TSZI – Társadalmi Sérülékenységi Index	134
6.3.4 VKI – Vegetáció Kockázati Index.....	134
6.3.5 LTKP – Létesítményalapú Tűzvédelmi Kockázati Pontszám.....	136
6.4 TTVI eredmények és térbeli elemzés Bács-Kiskun vármegyére	137
6.5 Részösszegzés	141
6.5.1 Szakpolitikai következtetések.....	143
6.5.2 Gyakorlati következtetések.....	143
6.5.3 Kutatás-fejlesztési következtetések	143
7. A Tűzvédelmi Kockázatok Kezelése - Integrált Javaslatcsomag és Nemzetközi Jó Gyakorlatok Adaptációja	144
7.1 Bevezetés.....	144
7.2 A kockázatcsökkentési javaslatok rendszerezett szintézise	145
7.2.1 Szabályozási és intézményi szint.....	145
7.2.2 Tervezői és mérnöki szint.....	146
7.2.3 Operatív tűzoltói szint	147
7.2.4 Lakossági és közösségi szint	148
7.3 Kiemelt figyelmet igénylő tűzeseti mintázatok és súlyosbító tényezők	149
7.3.1 Lakástűz-tragédiák (éjjeli tüzek, füstérzékelő hiánya, idős/alvó áldozatok)..	149

7.3.2 Homlokzati tűzkatasztrófák (éghető homlokzat, hibás kiürítés – Grenfell Tower esete).....	150
7.3.3 WUI tűzvészek (tanyavilág, kiszáradt vegetáció, hosszú kitérési idő)	150
7.3.5 Intézményi összeomlások (lezárt kijáratok, kikapcsolt tűzjelző, felkészületlen személyzet)	151
7.3.6 Tapasztalatvesztés és visszacsatolás hiánya	152
7.3.7 Mérnöki innováció hiánya a szabályozásban	152
7.4 Adaptációs javaslatok: nemzetközi jó gyakorlatok alkalmazása	153
7.4.1 Füstérzékelők célzott elterjesztése a társadalmi sérülékenységre alapján	153
7.4.2 A Firewise program adaptációja a WUI-zónákban	154
7.4.3 Magas és többszintes lakó- és közösségi épületek tűzbiztonsága (NFPA 101/5000 nyomán).....	156
8.4.4 Intézményi szintű kockázati audit és visszacsatolás (NFPA 1300 alapján) ...	158
7.4.5 Operatív tanulási rendszer kialakítása – a brit NOL mintájára	160
7.4.6 Korszerű tűzoltási taktikák és képzés bevezetése – az NFPA 1700 és az UL FSRI kutatások alapján	161
7.5 Részösszegzés	164
ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK	165
ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	167
AZ ÉRTEKEZÉS AJÁNLÁSAI.....	169
A KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA	171
SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE	191
MELLÉKLETEK.....	195
1. melléklet Rövidítések jegyzéke.....	195
2. melléklet Fogalomjegyzék	196
3. melléklet Ábrák jegyzéke.....	198

4. melléklet Jogszabályok, belső szabályozók, nemzetközi szabályozások és szabványok jegyzéke.....	199
6. melléklet A kérdőíves kutatás javaslatainak megjelenése a disszertáció struktúrájában	211
7. melléklet Nemzetközi tűzeseti adatgyűjtési rendszerek összehasonlítása	213
8. melléklet Példák az intézményesített tanulságfeldolgozásra – nemzetközi gyakorlatok	214
9. melléklet Lakástűzek aránya a tűzesetek között, nemzetközi összevetés	216
10. melléklet Éjszakai időszak halálos kockázata	216
11. melléklet Demográfiai kockázati arányok (NFPA, USFA)	217
12. melléklet Lakástűzek okai és a halálozási arány (USA adatok).....	217
13. melléklet Időalapú eseménysor egy átlagos halálos lakástűz esetén.....	217
14. melléklet Élettani hatások a mérgező gázok és környezeti tényezők szerint.....	218
15. melléklet Beavatkozási tanulságok az NFPA, UL FSRI és NIST kutatások alapján	220
16. melléklet Összefoglaló táblázat a vizsgálat tűzesetekről	222
A1 – Klubok és tömegrendezvények (szórakozóhelyek, fesztiválok, rendezvények)	222
A2 – Magasépületek és lakóépületek (többlakásos lakóházak, kollégiumok, toronyházak)	228
B – Ipari létesítmények és középületek (gyárak, raktárak, bevásárlóközpontok, kórházak, hivatalok, iskolák).....	234
C – WUI (Wildland-Urban Interface) tűzesetek.....	241
D – Egyéb tűzesetek (közlekedési balesetek, üzemanyag-robbanások, speciális esetek)	248
17. melléklet Tanulásmátrix klaszterenként (saját szerkesztés a kutatás alapján)	254

18. melléklet Nemzetközi tűzvédelmi kockázatértékelési modellek fő komponenseinek, alkalmazási területeinek, dimenzióinak, indikátorainak, adattípusainak összehasonlító táblázata (saját szerkesztés a kutatás alapján)	255
19. melléklet A TTVI modell dimenzióinak megfeleltetése a nemzetközi modellek fő komponenseihez (saját szerkesztés a kutatás alapján)	258
20. melléklet Bács-Kiskun vármegyei települések kategorizálása.....	259
21. melléklet A települések klaszter besorolása.....	273
22. melléklet A wui zónák és a tűzoltóságok elérési zónái Bács-Kiskun vármegyében	274
23. melléklet A Firewise, Home Fire Safety Visit és a brit National Operational Learning rendszerek leírásai	278

BEVEZETÉS

A tűzvédelem a társadalmi biztonság egyik legfontosabb alappillére, amelynek jelentősége a klímaváltozás, a társadalmi sérülékenységi és a városi terjeszkedés által erősödő kockázati tényezők fényében folyamatosan növekszik. Az IPCC és az ENSZ katasztrófavédelmi jelentései szerint a vegetációtüzek gyakorisága és intenzitása világszerte emelkedő tendenciát mutat, miközben a települések peremterületei – különösen a Wildland-Urban Interface (WUI) zónák – fokozott veszélynek vannak kitéve [1], [2]. E globális folyamatok új szemléletet követelnek meg mind a közösségi reziliencia, mind a tűzvédelmi kockázatok proaktív, adatvezérelt kezelésének tekintetében [3].

Tűzvédelmi mérnökként és hivatásos tűzoltóként magam is nap mint nap szembesülök azokkal a gyakorlati kihívásokkal és hiányosságokkal, amelyeket a nemzetközi szakirodalom is kiemel [4]. Tapasztalataim és a hazai tüzeseti statisztikák elemzése alapján vált egyértelművé számomra, hogy a jelenlegi magyar rendszer nem kezeli integrált módon a veszélyek térbeli, társadalmi és infrastrukturális különbségeit. Magyarországon a tűzvédelmi rendszer jogszabályi szinten jól szabályozott, gyakorlati működésében azonban továbbra is inkább reaktív: a veszélyek térbeli és társadalmi differenciáltsága, valamint a helyi sajátosságok csak ritkán jelennek meg integrált, adatvezérelt értékelési keretrendszerekben [5], [6]. Ezeknek a tendenciáknak és kihívásoknak az értelmezése, valamint a tűzvédelmi kockázatok korszerű, multidimenziós értékelése napjainkban különösen aktuális kutatási feladattá vált.

TUDOMÁNYOS PROBLÉMA

A tűzvédelmi kockázatok kezelése a XXI. században egyre összetettebb kihívást jelent, amelyet a klímaváltozás, a társadalmi-gazdasági átalakulások, a növekvő urbanizáció, valamint a településszerkezet és lakosság demográfiai változásai egyaránt befolyásolnak [1]–[3]. Mindezek mellett a veszélyeztetettség térbeli mintázatai – különösen a Wildland-Urban Interface (WUI) zónákban, a tanyás vagy szórt beépítésű területeken – sajátos helyi kockázatokkal eredményeznek, amelyek kezelése a hagyományos, normatív szabályozáson túlmutató megoldásokat igényel [3]–[6], [7].

A nemzetközi tűzvédelmi gyakorlatban már évtizedek óta alapvető elv a kockázatalapú, multidimenziós és adatvezérelt megközelítés, amelyben a veszélyek, expozíciók, társadalmi sérülékenység, reagálóképesség és intézményi kapacitások együttesen, térinformatikai és statisztikai módszerekkel kerülnek értékelésre [5]–[8]. Az olyan komplex rendszerek, mint az NFIRS, CTIF, NFPA 1300/1700, FireCARES, EU JRC Risk Atlas vagy az INFORM Index, nemcsak a tüzesetek előfordulását, hanem a káros következmények kialakulásában szerepet játszó összes tényezőt integrálják a döntéstámogatásba [5]–[8]. Ezzel szemben Magyarországon – és azon belül Bács-Kiskun vármegyében – a tűzvédelmi rendszer jellemzően reaktív, fragmentált módon működik: a tüzeseti tapasztalatok, lakossági és társadalmi kockázatok, valamint az operatív beavatkozás lehetőségei csak részben, gyakran ad hoc módon épülnek be a szabályozásba és a gyakorlatba [3]–[9].

A legfőbb tudományos probléma abban áll, hogy hiányzik egy olyan, mérnöki, térinformatikai és kvantitatív elemzésen alapuló, többtényezős kockázatértékelési modell, amely a magyarországi sajátosságokat – különösen a településszintű veszélyeztetettséget, a kikerkezési idők területi eltéréseit, a társadalmi sérülékenységet, a lakó- és épületállomány előregedését, valamint a vegetációs és WUI kockázatokat – integrált módon képes értékelni [1], [3], [5], [10], [8]. A jelenlegi gyakorlatban a tüzesetekről összegyűjtött tapasztalatok és tanulságok rendszertelenül, sokszor csak egyedi esetek szintjén kerülnek vissza a megelőzési és szabályozási folyamatokba [11]. Hiányzik a jellemző, visszatérő körülmények tudatos, szervezett vizsgálata, az adatvezérelt visszacsatolás és a tanuló szervezet szemlélete [3], [6]. Ez a visszacsatolási lánc hiányossága nemcsak az innovatív megelőzési stratégiákat akadályozza, hanem konzerválja a már azonosított hibákat is, így hozzájárul a kockázatok fennmaradásához vagy növekedéséhez.

Tovább nehezíti a helyzetet, hogy a tűzvédelmi kockázat nem pusztán a tüzeseti gyakoriság vagy az épületállomány fizikai jellemzőinek függvénye, hanem összetett társadalmi-demográfiai tényezők – például az idős vagy egyedül élő lakosok magas aránya, a szociális sérülékenység, az egészségi vagy mozgáskorlátozottság – radikálisan növelhetik a halálos vagy súlyos következmények kockázatát [2], [3], [6], [8], [12]. A nemzetközi tapasztalatok egyértelműen jelzik, hogy ezeknek a tényezőknek az integrált figyelembevétele nélkül nem valósulhat meg hatékony, célzott megelőzés vagy reakció [5]–[8].

A térbeli egyenlőtlenségek különös jelentőséggel bírnak Magyarországon: a tűzoltóságok elérhetősége, a reaklási idők, az operatív kapacitások, a helyi infrastruktúra fejlettsége, a vegetációval érintkező lakott területek aránya településről településre, sőt településrészek között is markánsan eltérő [3], [6], [13]. Mindez objektív eszközök és validált indexek híján rejtve marad a szakmai döntéshozatal számára, holott a kockázatok proaktív kezelése csak ezek pontos azonosításával lehetséges [5], [6], [10], [8].

Probléma továbbá, hogy a hazai gyakorlatban nem történik meg a releváns nemzetközi módszertanok és jó gyakorlatok szisztematikus adaptációja a helyi sajátosságok alapján, holott ezek bevezetése elősegítené a korszerűbb, hatékonyabb tűzvédelmi rendszer kialakítását.

Összességében tehát a tudományos probléma abban sűrítető össze, hogy hiányzik Magyarországon egy olyan, tudományosan megalapozott, multidimenziós, kvantitatív és térinformatikai elemzésre épülő tűzvédelmi veszélyeztetettségi modell, amely képes integrálni a nemzetközi jó gyakorlatokat, a hazai tapasztalatokat, a társadalmi, műszaki, környezeti és demográfiai sajátosságokat, valamint a településszintű differenciáltságot [1], [5], [6], [10], [8]. Ennek hiánya rendszerszintű akadályt jelent az adatvezérelt, igazságos és hatékony kockázatkezelés, megelőzés és erőforrás-allokáció megvalósításában. Tudományos szempontból ezért az alapvető kérdés az, hogy miként hozható létre és validálható egy ilyen komplex, mérnöki és térinformatikai alapú veszélyeztetettségi modell, amely valóban támogatni tudja a tűzvédelmi döntéshozatalt helyi és országos szinten egyaránt [5], [6], [10], [8].

KUTATÁSI HIPOTÉZISEK

H1: Feltételezem, hogy a halálos vagy jelentős anyagi kárt okozó tüzesetek elemzése alapján jellemző, visszatérő körülmények azonosíthatóak.

H2: Valószínűsítem, hogy meghatározhatók tűzvédelmi szempontból releváns térbeli eltérések, jellegzetességek a helyi sajátosságok és tüzeseti tapasztalatok elemzésével.

H3: Feltételezem, hogy a helyi sajátosságok és tüzeseti tapasztalatok felhasználásával létrehozható egy komplex, több dimenziós településszintű kockázati index.

H4: A helyi sajátosságok és tűzeseti tapasztalatok alapján feltárt kockázatok kezelésére azonosíthatóak jó nemzetközi gyakorlatok.

KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK

C1: A kiemelten gyakorlott tűzvizsgálók, tűzvédelmi tervezők, tűzvédelmi hatósági szakemberek és tűzoltásvezetők körében végzett, egymáshoz kapcsolódó kérdőíves vizsgálatok révén integráltan elemzem a tűzvédelem három pillérének (tűz megelőzés, tűzoltás, tűzvizsgálat) gyakorlati tapasztalatait.

C2: Azonosítom és rendszerezem a tűzeseti adatok és tapasztalatok gyűjtésére, feldolgozására és hasznosítására alkalmazott komplex nemzetközi gyakorlatokat.

C3: A nemzetközi szakirodalom és esettanulmányok elemzése alapján feltárom a halálos és súlyos tűzesetek közös jellemzőit és mintázatait.

C4: Összegyűjtöm és térinformatikai módszerekkel rendszerezem Bács-Kiskun vármegye 2011–2024 közötti releváns tűzeseti adatait, kiérkezési idejét és települési sajátosságait.

C5: Kifejlesztetek egy többdimenziós, súlyozott alindexeken alapuló modellt a Bács-Kiskun vármegyei települések tűzvédelmi kockázatának mérésére.

C6: A tűzvédelmi kockázatok jellemzői alapján települési klasztereket határozok meg Bács-Kiskun vármegyében.

C7: Térinformatikai eszközökkel, közreadható file formátumban elkészítem Bács-Kiskun vármegye tűzoltósági kiérkezési idejének és nagymértékben tűzveszélyes erdő–lakóterület (WUI) találkozási zónáinak térképét.

C8: A kutatás során feltárt kockázatok kezelésére javaslatokat dolgozok ki, amelyek hozzájárulhatnak Bács-Kiskun vármegye tűzvédelmi helyzetének javításához.

KUTATÁSI MÓDSZEREK

A kutatási célkitűzések teljesítése érdekében széles körű, interdiszciplináris módszertani eszköztárat alkalmaztam, amely ötvözi a műszaki, természettudományos, társadalomtudományi és adatvezérelt kutatási eljárásokat. A vizsgálat során különös hangsúlyt kapott a geoinformatikai (GIS) modellezés, a statisztikai elemzés, valamint a

hazai és nemzetközi jó gyakorlatok szisztematikus feltárása, összehasonlítása és értékelése. Az alkalmazott kutatási módszerek az alábbi fő csoportokba sorolhatók:

a) Szakirodalom- és szabályozáskutatás:

Áttekintettem és feldolgoztam a tűzvédelemmel kapcsolatos releváns nemzetközi és hazai szakirodalmat, jogszabályokat, szabványokat (pl. NFPA, EU JRC, magyar OTSZ), valamint a tűzvédelmi kockázatelemzés és WUI-kutatás elméleti hátterét.

b) Fogalmi és elméleti keretalkotás:

A kutatás kezdetén értelmeztem és rendszereztem a vizsgált részterületekhez tartozó alapfogalmakat (pl. településszintű kockázat, elérési idő, társadalmi sérülékenység, vegetációs kitettség), meghatároztam a vizsgálati kategóriákat és összefüggéseket.

c) Elemző-logikai módszerek:

A jelenlegi tűzvédelmi és katasztrófavédelmi jogi, szervezeti és műszaki környezet részletes feltárása, értékelése, valamint ezekből levont következtetések alapján fejlesztési és beavatkozási javaslatok kidolgozása.

d) Empirikus és adatelemző módszerek:

A 2011–2024 közötti országos és Bács-Kiskun vármegyei tűzeseti adatbázisok (16 875 eset) feldolgozása, idősoros és területi (települési szintű) statisztikai elemzése, valamint indexalapú (TKI, EI, TSZI, VKI, LTKP, TTVI) indikátorrendszerek számítása.

e) Geoinformatikai (GIS) modellezés:

OpenStreetMap és egyéb úthálózati, épület- és vegetációs adatállományok felhasználásával végeztem térbeli elemzéseket: pl. tűzoltósági elérési időmodellezés (izokrón alapú megközelítés), településszintű és WUI-zónák elemzése, kitettségi és lefedettségi térképi rétegek előállítása és értékelése.

f) Kvantitatív és kvalitatív empirikus vizsgálatok:

Saját összeállítású kérdőíves felméréseket folytattam le tűzvizsgálók, tervezők, hatósági szakemberek és beavatkozó tűzoltók körében, majd az eredményeket statisztikai és tartalomelemzési módszerekkel értékeltem.

g) Összehasonlító elemzés:

A hazai tűzvédelmi gyakorlatokat és tapasztalatokat nemzetközi modellekkel, szabványokkal és nagy kárú tüzesetek tanulságaival vettem össze (pl. NFPA 1300, 1700, FireCARES, FEMA THIRA, EU INFORM, német, brit, amerikai esettanulmányok).

h) Induktív és deduktív következtetés:

A kutatás során mind induktív (adatokból kiinduló általánosítás), mind deduktív (elméleti modellek tesztelése hazai adatokon) következtetési módokat alkalmaztam az eredmények értelmezése, validálása és javaslatok megfogalmazása érdekében.

i) Matematikai és statisztikai módszerek:

Alapvető matematikai-statisztikai műveleteket, mutatószám-számítást (pl. indexképzés, klaszterezés, korreláció- és trendvizsgálat, területszámítás, súlyozott indexek) alkalmaztam a veszélyeztetettségi értékelés során.

j) Szakmai konzultáció és validáció:

A kutatás minden szakaszában törekedtem a témában elismert hazai és nemzetközi szakértőkkel való konzultációra, valamint a gyakorlati alkalmazhatóság validálására, amelyhez hozzájárultak a szakmai konferenciákon és képzéseken szerzett visszajelzések, valamint a többéves önkéntes tűzoltói és tervezői gyakorlat során szerzett tapasztalatok.

A módszertani sokszínűség célja az volt, hogy a disszertáció 4 hipotézisét és 8 kutatási célkitűzését mind kvalitatív, mind kvantitatív oldalról alátámasztva vizsgáljam meg.

A fenti módszertani eszköztár együttes alkalmazása nemcsak lehetővé tette a településszintű tűzvédelmi veszélyeztetettség multidimenzionális értékelését, hanem megalapozta a nemzetközi összehasonlíthatóságot és a hazai gyakorlatba illeszthető javaslatok kidolgozását is.

A RELEVÁNS SZAKIRODALOM ÁTTEKINTÉSE

A nemzetközi szakirodalom részletes áttekintése alapján megállapítható, hogy a tűzvédelmi kockázatértékelés gyakorlata világszerte egyre inkább a multidimenzionális, adatvezérelt és településszintű megközelítések felé mozdul el. Az olyan rendszerek, mint az NFIRS [14], a FireCARES [15], az NFPA 1300/1700 [16], [17], vagy az EU JRC Risk

Atlas [18] egyaránt példát mutatnak arra, hogyan lehet a tűzvédelmet nem pusztán normatív elvárásként, hanem dinamikusan fejlődő, visszacsatolásra épülő közszolgáltatásként működtetni.

A különösen nagy kárértékű és tömeges halálozással járó tüzesetek – mint a Grenfell Tower [19], a Station Nightclub [20] vagy a Buncefield robbanás [21] – szakirodalmi feldolgozásai nemcsak az építészeti, hanem a szabályozási és intézményi gyengeségekre is rávilágítottak. A tanulságok egyértelműen a kockázatalapú, lokálisan adaptált szabályozás irányába mutatnak.

A halálos lakástüzek kapcsán az UL FSRI és NFPA tanulmányai [22], [23], [24] világosan kimutatták, hogy a túlélés kulcsa az időben történő észlelés, a zárt ajtó, valamint a gyors beavatkozás. Az ilyen technikai és taktikai tanulságokat több ország már szabványosította is (pl. NFPA 1700, Close Before You Doze kampány [25]).

A nemzetközi modellek – különösen a THIRA [26], FireCARES [15], NFPA 1300 [16], valamint az INFORM Index [27] – koncepcionális alapját képezik a TTVI fejlesztésének. A TTVI a veszély, expozíció, társadalmi sérülékenység, válaszképesség és környezeti tényezők együttes értékelésére törekszik, szinkronban a globális jó gyakorlatokkal.

A hazai tűzvédelmi szabályozás formai szempontból jól szervezett – Tűzvédelmi törvény [28], OTSZ [29], vonatkozó BM rendeletek [30], [31], valamint az adatgyűjtési BM OKF utasítás [32] –, azonban az ezekből eredő gyakorlati mechanizmusok nem felelnek meg a nemzetközi tanuló szervezet (learning organization) szemléletnek. A tüzeseti tapasztalatok visszacsatolása, az oktatás és szabályozás adaptív fejlesztése jelenleg nem rendszerszintű.

A szakirodalmi áttekintés tehát megerősíti: szükség van a kockázatalapú szemlélet beépítésére a hazai tűzvédelmi gyakorlatba. Ennek kulcsa az adatvezérelt, területspecifikus modellek (mint a TTVI) elfogadása, intézményi szintű beépítése és hosszú távú fenntartása.

Nemzetközi tüzeseti adatgyűjtési rendszerek (NFIRS, CTIF, EM-DAT)

A legnagyobb, nemzeti szinten szervezett tüzeseti adatgyűjtési rendszer a világon az Egyesült Államokban működik, National Fire Incident Reporting System (NFIRS) néven. Az NFIRS 1976 óta gyűjti a tüzesetek részletes adatait, és mára évente több mint 1,1 millió tüzeseti jelentés feldolgozását teszi lehetővé. A rendszer struktúráját a FEMA és az U.S.

Fire Administration közösen fejlesztette ki. Az NFIRS egységes űrlapokat és kódrendszert alkalmaz, amely többek között rögzíti a tűz okát, helyét, keletkezési idejét, az érintett épület típusát, a beavatkozási időket és a keletkezett károkat is [14].

A FEMA 2021-es NFIRS jelentése szerint az adatbázis egyik legnagyobb előnye, hogy nemcsak eseményszinten, hanem trendalapúan is lehetővé teszi a kockázatelemzést. Az éves összesítések alapján például az USA-ban a 2020-as évek elején az elektromos eredetű lakástüzek száma lassú emelkedést mutatott, míg a gyertyahasználatból eredő tüzesetek aránya stagnált [14].

Az NFIRS adataira épül több száz tudományos és szabályozási elemzés. Például Hall és Harwood (NFPA) 2020-as tanulmányukban az NFIRS-t használják a halálos kimenetelű tüzek körülményeinek feltárására, és megállapítják, hogy a legtöbb haláleset az éjszakai órákban, tűzérzékelő nélküli lakóingatlanokban történik [33].

Az európai országok közötti tüzeseti statisztikák összehangolására és publikálására szolgál a CTIF World Fire Statistics projekt. A CTIF (International Association of Fire and Rescue Services) keretében működő adatgyűjtő rendszer célja a nemzetközi tüzeseti összehasonlítás lehetőségének megteremtése. A CTIF 2023-as 26. kiadványában 39 ország tüzeseti statisztikái szerepelnek, köztük Ausztria, Franciaország, Németország, Norvégia és Japán. Az elemzések során az esetszámokat, tűzhalálesetek számát, illetve a tüzesetek típusait is vizsgálják [34].

A CTIF egyik legnagyobb hozzájárulása, hogy rámutat: a lakástüzekhez kapcsolódó halálozási arány a skandináv országokban az egyik legalacsonyabb a világon – részben a szigorú szabályozásnak, részben a széles körben elterjedt füstérzékelő használatnak köszönhetően. Ezzel szemben Délkelet-Európában a lakástűz miatti halálozási arány gyakran kétszer-háromszor magasabb [34].

A globális szintű tüzeseti katasztrófák elemzéséhez elengedhetetlen forrás az EM-DAT (Emergency Events Database), amelyet a belgiumi CRED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters) tart fenn. Az adatbázis kizárólag olyan eseményeket tartalmaz, amelyek vagy legalább 10 halálos áldozattal, vagy legalább 100 károsult személlyel, vagy jelentős gazdasági veszteséggel (az adott ország GDP-jének 0,1%-a) jártak [35].

Az EM-DAT 2020-as jelentése szerint 2000–2020 között világszerte 172 nagy kárú tüzesetet regisztráltak, amelyek közül a legtöbb halálos áldozatot Dél-Ázsiában és Afrika szubszaharai térségében követelték. Az adatbázis lehetővé teszi az események regionális összehasonlítását is, például a városi vs. rurális környezetben bekövetkezett tüzesetek halálozási különbségeinek vizsgálatát [35].

A három adatgyűjtési rendszer – NFIRS, CTIF, EM-DAT – közös tanulsága, hogy a strukturált, hosszú távon fenntartható adatgyűjtés elengedhetetlen a tűzvédelmi szabályozás és prevenció megalapozásához. Míg az NFIRS a beavatkozási válaszképességet is részletesen rögzíti, addig a CTIF a nemzetközi benchmarking lehetőségét teremti meg, az EM-DAT pedig a kockázati események globális hatásait tárja fel.

Tüzeseti tanulságok feldolgozása és visszacsatolás gyakorlata

A tüzesetekből származó tapasztalatok tudományos igényű feldolgozása és visszacsatolása a tűz megelőzése és a beavatkozási taktikák fejlesztésének egyik alappillére. Kiemelkedő szerepet játszik ebben az amerikai UL Fire Safety Research Institute (FSRI), amely több évtizede végez terepkísérleteket és laboratóriumi vizsgálatokat annak érdekében, hogy feltárja a tűzdinamika, a hőterjedés és a beavatkozási taktikák közötti összefüggéseket [22].

A Kerber et al. (2012) által jegyzett, *Impact of Ventilation on Fire Patterns* című tanulmányban az FSRI kutatói azt vizsgálták, milyen hatással van a tűz fejlődésére a különböző típusú szellőztetés. Megállapításuk szerint a beavatkozás előtt megnyitott ajtók és ablakok jelentősen felgyorsítják a tűz oxigénhez jutását, és ezáltal fokozzák a hőtermelést. A kontrollált szellőztetés és a „door control” módszerek alkalmazása viszont akár 200–300 °C-kal is csökkentheti a hőmérsékletet az égési térben [25].

A UL FSRI 2020-as tanulmányában (*Effectiveness of Fire Attack Strategies*) Kerber és társai bebizonyították, hogy a külső sugár alkalmazása (transitional attack) jelentősen csökkentheti az égési tér hőterhelését anélkül, hogy a bent tartózkodó mentendő személyeket veszélyeztetné. A kutatás szerint az ilyen típusú vízbeviteli taktikák 30–50%-kal gyorsabban csökkentik a hőmérsékletet, mint a kizárólag belső támadások [36].

Ezen kutatások alapján született meg az NFPA 1700: Guide for Structural Firefighting című szabvány (2021), amely elsőként rendszerezi tudományosan igazolt beavatkozási eljárásrendként a tűzoltók által végzett tevékenységeket. A szabvány közvetlenül hivatkozik az UL FSRI vizsgálataira, és előírja a szellőztetés időzítésének, az ajtózáras fenntartásának és a korai vízbevezetésnek a taktikáját [17].

A National Fire Protection Association (NFPA) ezen kívül évtizedek óta készít jelentéseket a halálos tüzesetek tanulságairól. A 2021-es Fire Loss in the United States című éves jelentésben például részletesen feldolgozták, hogy a működő füstérzékelő nélküli lakásokban történt tüzek adják a halálos áldozatok több mint 57%-át [23].

Ezek az adatok beépülnek az amerikai tűzvédelmi oktatásba és szabályozásba: a FEMA, az USFA, valamint a helyi tűzoltóságok képzési programjai – például a Firefighter Safety and Survival tananyag – kifejezetten ezekre a tanulságokra épülnek. A visszacsatolási lánc – az eseménytől a jelentésen át a szabálmódosításig – itt jól láthatóan működik.

Hasonló rendszerszintű visszacsatolási mechanizmust alkalmaznak Németországban is. Az Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen (IdF NRW) évtizedek óta publikálja az ún. Einsatzbericht-analíziseket, melyekben részletes vizsgálat alá vetik a halálos vagy súlyos következményű tüzesetek beavatkozási körülményeit. Ezek az esettanulmányok – például a 2014-es backdraft-eset Duisburgban – tananyaggá válnak a tűzoltó iskolákban, és a kiképzési szabályozásba is beépülnek [37].

Hollandiában az IFV (Instituut Fysieke Veiligheid) 2017 óta alkalmazza az ún. Learning from Incidents programot, amely keretében minden halálos vagy súlyos tüzesetet strukturált sablon alapján értékelnek ki, és tanulságait kötelezően visszacsatolják a képzési, tervezési és szabályozási rendszerekbe [38].

Halálos lakástüzek nemzetközi mintázatai (élettani, építészeti, taktikai dimenziók)

A halálos lakástüzek világszintű gyakorisága és jellemzői számos nemzetközi kutatás fókuszában állnak. A CTIF 2023-as World Fire Statistics jelentése szerint a tüzesetek 24,2%-a lakóépületekhez köthető, ugyanakkor a tűzhalálok 82,7%-a ebben a környezetben történik – ez a torzított arány rámutat a lakások fokozott kockázatára [34].

A National Fire Protection Association (NFPA) Home Structure Fires című jelentése szerint az Egyesült Államokban 2016–2020 között átlagosan évi 3460 halálos lakástűz történt, melyek során évente több mint 2600 ember vesztette életét. A halálesetek 51%-a olyan otthonokban történt, ahol nem működött a füstérzékelő vagy nem is volt felszerelve [23].

Az NFPA tanulmányaiból kiderül, hogy a halálos kimenetelű lakástűzek egyik vezető oka az éjjeli időszakban (23:00 és 07:00 óra között) bekövetkező tüzesetek késedelmes észlelése. Mivel az alvó emberek jelentősen csökkent tudati állapotban reagálnak a környezetükre, a füst gyorsan halálos koncentrációt érhet el, különösen működő érzékelő hiányában [23].

Az UL Fire Safety Research Institute (FSRI) Fire Safety in the Home című 2021-es tanulmányában laboratóriumi kísérletekkel bizonyította, hogy az alvás közbeni tüzesetek során a túlélési időablak – az a kritikus idő, amely alatt az érintett személy képes kimenekülni – jellemzően kevesebb mint 3 perc, ha nincs működő füstérzékelő, és nincs bezárt szobaajtó [22]. Ezzel szemben, ha az ajtó zárt, a túlélési idő átlagosan meghosszabbodik akár 10 percre is, jelentősen növelve az életben maradás esélyét.

Ezen kutatási eredmények hatására az FSRI elindította a Close Before You Doze kampányt, amely világszerte felhívja a figyelmet az éjszakai zárt ajtó fontosságára. A kampány hatására az Egyesült Államokban több államban bekerült az iskolai tűzvédelmi oktatásba a zárt ajtóval való alvás ajánlása [25].

Az építészeti tényezők szerepét a halálos lakástűzekben szintén több nemzetközi kutatás igazolta. A Grimwood et al. (2019) által publikált tanulmány (Smoke Movement and Victim Survival in Dwellings) kimutatta, hogy a zárt lakásbelső – különösen a modern, egyterű kialakítások – elősegítik a hő és füst gyorsabb terjedését. A tanulmányban modellezett scénáriók szerint a padlótól 60 cm-es magasságban (gyermekek, alvó emberek zónája) a CO-koncentráció halálos szintet érhet el 2–3 percen belül [39].

A dohányzás vezető halálökként jelenik meg a halálos lakástűzek okai között. Az NFPA 2022-es jelentése szerint az összes tűzhaláleset közel 23%-a dohányzási tevékenységhez köthető. Európai adatok (pl. Hollandia, Svédország) szerint ez az arány még magasabb is

lehet, elérve akár a 30%-ot – miközben a tüzesetek mindössze 5–6%-a indul dohányzási forrásból, tehát az ilyen tüzek aránytalanul halálosabbak [40].

Életkor és mozgáskorlátozottság is kulcsfontosságú kockázati tényezők. Az NFPA 2020-as Fire Risk to Older Adults tanulmánya szerint a 65 év feletti lakosok tűzhalálozási kockázata kétszerese a népességi átlagnak, míg a 85 év felettiekénél ez az arány ötszörös. Ennek oka, hogy a menekülési képesség, az észlelési reakcióidő, illetve a mozgáskoordináció jelentősen csökkent e csoportban [24].

A fenti statisztikák és kísérleti eredmények egyaránt alátámasztják, hogy a lakókörnyezetben fellépő tüzesetek megelőzése nem korlátozódhat az építési szabványokra vagy az eszközhasználatra. A működő füstérzékelők elterjesztése, a társadalmi sérülékenység figyelembevétele, valamint a lakosság célzott edukációja (pl. zárt ajtó, gyors evakuáció, dohányzási tilalmak) mind együttesen szükségesek a halálesetek megelőzéséhez.

Nagy kárú tüzesetek szakirodalmi feldolgozása és szabályozási tanulságai

A különösen nagy kárértékű vagy tömeges halálos áldozattal járó tüzesetek nemcsak technikai, hanem szabályozási és intézményi tanulságokat is hordoznak. A nemzetközi szakirodalom az ilyen eseményeket részletes adatbázisok és szakértői jelentések formájában dokumentálja, lehetőséget adva a kockázati tényezők rendszerszintű értelmezésére.

Az NFPA éves „Large-Loss Fires in the United States” jelentései a tízmillió USD feletti kárt okozó tüzeseteket veszik nyilvántartásba. A 2022-es jelentés szerint az USA-ban az adott év 1%-át kitevő események felelősek voltak az összes anyagi kár több mint 40%-áért [41]. A jelentés kiemeli a sprinkler-rendszerek hiányát, a gyors tűzterjedést elősegítő építészeti megoldásokat, valamint a veszélyes anyagok tárolásának és az evakuálási protokollok hiányosságait. A jelentést szerkesztő Stephen G. Badger elemzése szerint a legnagyobb veszteségek jellemzően ipari létesítményekhez és logisztikai központokhoz kapcsolódnak, de kiemelkedő veszteségek lakóingatlanokban is előfordulnak, ha a tűz éjjel keletkezik és az észlelés késlekedik [41].

A brit Grenfell Tower-tűzeset kapcsán kiemelkedő jelentőségű szakértői dokumentum a Luke Bisby és szerzőtársai által készített „Expert Report on Building Performance and Fire Spread”, amely az épület homlokzati rendszerének szerepét elemzi. A jelentés szerint a polietilénmagos alumínium kompozit panelek és a műanyag hőszigetelés extrém tűzterhelést képviseltek, és a tűz a függőleges homlokzaton keresztül mindössze 15 perc alatt a legfelső emeletekre ért [19].

A Grenfell-eset nyomán több európai ország – köztük Németország és Franciaország – felülvizsgálta homlokzati tűzvédelmi szabályozását. A Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) 2019-ben módosította a homlokzati rendszerek tűzállóságára vonatkozó előírásait, kötelezővé téve az A2 tűzvédelmi osztályú anyagok alkalmazását 22 méternél magasabb épületeknél [42].

A Station Nightclub-tűzeset (Rhode Island, 2003) szakirodalmi feldolgozását Paul Grimwood tűzoltó-taktikai szakíró „EuroFire: Tactical Firefighting and Building Fire Analysis” című művében részletesen elemzi. Grimwood rámutat, hogy a tragédiát az engedély nélküli pirotechnikai eszközök, az erősen gyúlékony hab hangszigetelés, a kevés és nem megfelelő menekülési útvonal, valamint az automatikus oltórendszer hiánya tette tömegkatasztrófává [20]. A szerző a tűzeset tanulságait „klasszikus többretegű kudarcmechanizmusként” jellemzi, amely egyszerre szabályozási, építészeti és taktikai kockázatokat ötvözött.

A tragédiát követően az USA több államában módosították az éjszakai szórakozóhelyekre vonatkozó építési és tűzvédelmi előírásokat: kötelezővé vált a sprinkler-rendszerek telepítése 100 fő feletti befogadóképesség esetén, és szigorodtak a menekülési útvonalak minimális szélességére és megvilágítására vonatkozó előírások [43].

A Buncefield olajtároló-robbanás (Egyesült Királyság, 2005) példája alapján az EU által megrendelt technikai értékelés – „Major Accident Hazards: Lessons Learnt from Buncefield” – részletezi, hogy a monitoring és automatikus vészleállítási rendszerek hiánya hogyan vezetett súlyos kimenetelhez. A tanulmány következtetései nyomán a Seveso-irányelv (2012/18/EU) frissítése során szigorították a belső védelmi tervek dokumentálására és gyakorlására vonatkozó elvárásokat [21], [44].

A CRED által fenntartott EM-DAT adatbázisra épülő tanulmányok – például a Guha-Sapir et al. (2021) által szerkesztett „Atlas of Human Losses from Disasters” – kimutatják, hogy a 2000–2020 közötti időszak nagy kárú tüzeseteinek haláleset-koncentrációja túlnyomórészt alacsony- és közepes jövedelmű országokban jelentkezik, ahol a tűzvédelmi szabályozás szigorja, a detektorok elterjedtsége és a beavatkozási válaszképesség alacsonyabb szintű [35], [44].

Összességében a nagy kárú tüzesetekről készült szakirodalmi források azt bizonyítják, hogy az ilyen események nem csupán lokális műszaki hibák, hanem rendszerszintű szabályozási hiányosságok következményei. Az NFPA, a brit Grenfell-jelentés, valamint a Grimwood és Bisby-féle tanulmányok egyaránt amellett érvelnek, hogy a tüzesetekből levont tanulságokat normatív dokumentumokká kell alakítani – különösen az építőanyagok tűzállósága, a menekülési utak kialakítása és az automatikus védelem (pl. sprinkler) vonatkozásában.

Nemzetközi kockázati modellek szakirodalmi áttekintése (FEMA THIRA, FireCARES, NFPA 1300/1700, JRC, INFORM)

A tűzvédelmi kockázatértékelés korszerű nemzetközi megközelítései multidimenzionális keretben értelmezik a kockázatot, amely nemcsak a veszély (hazard), hanem az expozíció, a társadalmi sérülékenységi és a válaszképesség együttes mérlegelésén alapul. A következőkben azokat a modelleket tekintjük át, amelyek közvetlen hatással voltak a Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettségi Index (TTVI) koncepcionális felépítésére.

A FEMA által publikált THIRA (Threat and Hazard Identification and Risk Assessment) módszertana az Egyesült Államok legmagasabb szintű nemzeti kockázatértékelési eszköze. A módszertant a Comprehensive Preparedness Guide 201 c. hivatalos kiadvány részletezi, amely előírja a veszélyek azonosítását, hatásprofilok kidolgozását, és az ezekhez illeszkedő válaszképességi követelmények meghatározását [26].

A FireCARES (Fire Community Assessment/Response Evaluation System) modellt az NIST (National Institute of Standards and Technology) és az IAFF (International Association of Fire Fighters) fejlesztette ki. A rendszer az amerikai tűzoltóságok teljesítményének értékelésére szolgál, összekapcsolva a strukturális tüzesetek gyakoriságát, a társadalmi-demográfiai jellemzőket és a reagálóképességet. A modell

egyik kulcsindikátora az ún. „room-of-origin containment” mutató – vagyis annak mérése, hogy milyen arányban sikerül a tüzet a keletkezési helyiségben tartani [15].

A NFPA 1300: Standard on Community Risk Assessment and Community Risk Reduction Plan Development (2020) a közösségi szintű kockázatelemzés és kockázatsökkentés szabványosított módszertanát írja elő. A dokumentum meghatározza, hogy a CRA-nak (Community Risk Assessment) a helyi demográfiai viszonyok, épületállomány, veszélyes létesítmények és korábbi tüzesetek statisztikája alapján kell készülnie, míg a CRR (Community Risk Reduction) a konkrét intézkedések és prioritások kijelölését tartalmazza [16].

A NFPA 1700: Guide for Structural Firefighting (2021) szabvány a beavatkozási taktikák tudományos alapjait rögzíti. A szabvány alapját képezik az UL FSRI laboratóriumi vizsgálatai, amelyek kimutatták a szellőztetés, a vízsugár alkalmazás és a zárt ajtó stratégia hatékonyságát. A dokumentumban szereplő algoritmusok – például a „fire attack strategy matrix” – szimulációs modellek eredményeire épülnek [17].

Az Európai Unió JRC (Joint Research Centre) keretében fejlesztett Risk Data Hub és a hozzá tartozó Wildfire Risk Atlas a térképalapú kockázatértékelési gyakorlat európai mintapéldái. A Forest Fires in Europe című jelentés 2020-as verziója részletes elemzéseket tartalmaz arról, hogyan modellezhető a tűzveszély, a lakossági expozíció és a reagálási kapacitás együttes hatása. A jelentés kiemeli, hogy az ilyen modellek eredményes alkalmazása csak akkor lehetséges, ha országos szintű épület- és beavatkozási adatbázis áll rendelkezésre [18].

A JRC által működtetett INFORM Risk Index az ENSZ-szel közösen fejlesztett, háromdimenziós kockázatindex, amely veszély, sérülékenységi és coping kapacitás alapján értékeli a nemzetek és régiók kockázati profilját. A JRC Science for Policy Report 2022 című kiadvány szerint az index részét képezik az egészségügyi ellátórendszer, az oktatási elérhetőség és az intézményi stabilitás mutatói is. Bár elsősorban humanitárius és természeti kockázatokra fejlesztették, több ország – pl. Spanyolország és Lengyelország – kiterjesztette azt a tűzvédelmi tervezésre is [27].

A nemzetközi modellek közös jellemzője, hogy a veszély önmagában nem értelmezhető a társadalmi és intézményi kontextus nélkül. A THIRA, FireCARES és JRC-modellek

egyaránt azt a paradigmát képviselik, hogy a kockázat térben, időben és társadalmi struktúrában értelmezhető komplex viszonyrendszer, és az értékelés során a tényleges beavatkozási képességnek (elérhetőség, kapacitás) éppolyan súlya van, mint a tüzesetek statisztikai előfordulásának.

Szakirodalmi integráció a TTVI-modellbe: összevetés és adaptáció

A Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettségi Index (TTVI) fejlesztése során a nemzetközi szakirodalom elemzése nem csupán inspirációt jelentett, hanem a modell konkrét komponenseinek kialakítását is megalapozta. A TTVI ötdimenziós szerkezete – tüzeseti kockázati index (TKI), elérési index (EI), társadalmi sérülékenységi index (TSZI), vegetációs kitettség index (VKI) és létesítményalapú kockázati pontszám (LTKP) – részben olyan nemzetközi modellek adaptációjával jött létre, mint a FEMA THIRA, a FireCARES, az NFPA 1300, az EU JRC Risk Atlas vagy az INFORM Index.

A FEMA THIRA modell hármasszerkezetét – veszélyazonosítás, hatásprofilalkotás és válaszképességi követelmények – a TTVI azzal adaptálja, hogy az EI (elérési index) dimenzióban explicit módon modellezi a válaszadási kapacitás térbeli különbségeit (azaz kitérési időt és távolságot) [26].

A FireCARES rendszer a strukturális tüzesetek gyakoriságát és a közösségi jellemzőket (társadalmi-demográfiai változók, épülettípusok) kapcsolja össze a válaszképességgel. E logika a TTVI két alindexében jelenik meg: a TKI a több éves településszintű tüzeseti statisztikákra alapul, míg a TSZI a lakosság életkori, jövedelmi, egészségi és hátrányos helyzetű jellemzőit kvantifikálja [15].

A NFPA 1300 szabvány által definiált CRA és CRR rendszer része, hogy a veszélyek azonosítását követően a közösségek az erőforrásaikat célzott kockázatsökkentő intézkedésekre irányítsák. A TTVI ehhez igazodva településszintű kockázati profilokat generál, amelyek alapján döntéstámogató térképek és prioritási listák állíthatók elő [16].

A VKI (vegetációs kitettség index) a JRC Wildfire Risk Atlas mintájára jött létre, amely a lakott területek közvetlen környezetében lévő tűzveszélyes növénytakaságok térbeli arányait méri [18].

A INFORM Index háromdimenziós logikáját – veszély, sérülékenység, coping capacity – a TTVI úgy tükrözi, hogy a TKI lefedi a veszély jellemzőit, a TSZI és EI a társadalmi sérülékenységet és válaszképességet, míg a LTKP és VKI a környezeti és intézményi tényezőket jelenítik meg [27].

Tudományos publikációk a tűzvédelmi kockázatmodellezés nemzetközi gyakorlatából

A TTVI-modell nemcsak szabályozási és gyakorlati alapokon nyugszik, hanem illeszkedik a legújabb tudományos diskurzushoz is. Az elmúlt évek szakirodalma megerősíti, hogy a tűzvédelmi kockázat értelmezése és értékelése multidimenzionális, térinformatikai, valamint szakértői súlyozásra épülő megközelítéseken alapul.

Wang és munkatársai [45] tanulmányukban fuzzy-AHP (Analytic Hierarchy Process) módszert alkalmaztak a magas épületek tűzbiztonságának értékelésére. A modell képes volt kezelni a különböző biztonsági tényezők közötti bizonytalanságot, és súlyozott kockázati indexet rendelni az egyes szintekhez. Ez a megközelítés – noha épületszintű – megerősíti, hogy a fuzzy logikával támogatott indexek alkalmasak lehetnek komplex kockázatok kezelhetőségére, különösen ott, ahol nincs teljes körű, objektív adatbázis.

Hasonlóan többszemponútú értékelést mutat be Nuthammachot és Stratoulis [46], akik GIS-alapú AHP modell segítségével értékelték az erdőtűz-veszélyeztetettséget. Az ő tanulmányuk kiemeli, hogy az olyan tényezők, mint a növényborítottság, domborzat és emberi jelenlét, térinformatikai rétegekben történő kombinálása segíti az erdőtüzek lokalizált megelőzését – ez a logika teljes mértékben alkalmazható a TTVI vegetációs kitettségi (VKI) és elérési (EI) indexeiben.

A vadon-urbanizált határterületek (WUI) tűzkockázatának értékelésére Aksoy és szerzőtársai [47] gépi tanulási algoritmusokat és GIS-adatokat integráltak egy olyan modellbe, amely térképi kockázati kategóriákat generált egy városi peremzónára. A modell előnye, hogy valós tűzeseti adatok alapján tanult, és így képes volt azonosítani a veszélyes csomópontokat és beavatkozási prioritásokat.

Ezek a tanulmányok megerősítik: a TTVI nemcsak hazai innováció, hanem szerves része annak a nemzetközi trendnek, amely a súlyozott alindex-szerkezetű, GIS-integrált, és gyakorlati tapasztalatokra épülő kockázatértékelési rendszereket preferálja.

A hazai tűzvédelmi szabályozás és intézményi kontextus értékelése a szakirodalom fényében

A magyar tűzvédelmi szabályozási rendszer háromszintű, normatív felépítésben működik. Alapját a 1996. évi XXXI. törvény képezi a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról, amely meghatározza a tűzvédelmi tevékenységek szervezeti, hatásköri és eljárási kereteit [28].

A törvény végrehajtási rendelete az 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet, az ún. Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSZ), amely meghatározza az elvárt tűzbiztonsági szintet [29]. Az OTSZ nem részletezi a konkrét műszaki megoldásokat, hanem ezek rögzítését a Tűzvédelmi Műszaki Irányelvekre (TvMI-k) bízta. A TvMI-k az OTSZ szintjéhez igazodva irányadó műszaki javaslatokat tartalmaznak, gyakorlati példák és elfogadott megoldások formájában. E rendszer strukturáltsága formailag hasonló az NFPA-szabványok és azok magyarázó dokumentumainak kapcsolatához [16].

A tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységét a 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet szabályozza [30], míg a tüzesetek vizsgálatát a 44/2011. (XII. 5.) BM rendelet rendezi [31].

A tüzeseti adatszolgáltatás szabályait a 1/2025. (I. 23.) BM OKF utasítás tartalmazza, amely a katasztrófavédelmi szervek és a tűzoltóságok tevékenységének adatszolgáltatási rendjét szabályozza [32]. Ez az utasítás rögzíti az adatlapon feltüntetendő adatokat (pl. káreset jellege, beavatkozás időtartama, érintett ingatlantípus), valamint a feldolgozás és visszacsatolás belső rendjét.

Bár a hazai jogi struktúra jól dokumentált, a nemzetközi szakirodalom szerint a „tanuló szervezetként” működő tűzvédelmi rendszerek kulcsa nem a szabályozás megléte, hanem annak alkalmazkodóképessége és visszacsatolási mechanizmusa [22], [37], [27]. Az olyan rendszerek, mint az NFIRS vagy a FireCARES, nemcsak archiválják a tüzeseteket, hanem közvetlenül befolyásolják a beavatkozási taktikákat, a képzést és a szabályozási módosításokat is [14], [15].

Magyarországon jelenleg nincs olyan intézményesített visszacsatolási mechanizmus, amely a tüzeseti tapasztalatokat szisztematikusan integrálná a képzési vagy szabályalkotási

gyakorlatba. A TvMI-k frissítései ugyan történnek, de ezek mögött ritkán áll explicit adatértelmezés vagy beavatkozás-analízis.

Szintén hiányzik a településszintű tűzvédelmi kockázatértékelés normatív követelménye. Ez éles kontrasztban áll az olyan rendszerekkel, mint az NFPA 1300, amely előírja a Community Risk Assessment elkészítését minden közösség számára [16]. A TTVI-modell ezt a hiányt kívánja orvosolni Magyarországon, azonban jelenleg csak kutatási vagy demonstrációs célra alkalmazzák – nem része a szabályozási vagy forrásallokációs folyamatnak.

A vadon és az urbanizált területek találkozási zónáinak (WUI) tűzkockázata az elmúlt években fokozódó figyelmet kapott Magyarországon is. Bodnár László doktori értekezésében elsőként foglalkozott a magyarországi WUI-zónák által jelentett veszélyekkel, különösen a tűzoltási beavatkozás és a szabályozási környezet összefüggésében. Az elemzés alapján a hazai erdőtüzek jelentős része településszéli területeken keletkezik, ahol a beépített ingatlanok közvetlenül szomszédosak az éghető növényzettel, miközben az infrastruktúra nem alkalmas gyors és hatékony tűzoltásra [48].

Restás Ágoston elemzései több tanulmányban is bemutatják a hazai tüzesetek statisztikai és térbeli jellemzőit. Egy 2021-es közleményében a tüzesetek sűrűségét vizsgálta járási bontásban, rámutatva arra, hogy az elérési idő és a riasztási távolság kiemelt befolyással bír a károk mértékére. A tanulmány hangsúlyozza a decentralizált adatgyűjtés problémáit, és javaslatot tesz a beavatkozási időmodellek alkalmazására a tűzvédelmi erőforrás-tervezésben [49].

Zólyomi Géza kutatásai és terepkísérletei a pozitív nyomásos ventiláció (PPV) magyarországi alkalmazási lehetőségeit vizsgálják. A szerző a magyarországi épületállomány sajátosságaira és a hazai tűzoltóság technikai felszereltségére alapozva értékelte a PPV előnyeit és kockázatait. Megállapítása szerint a módszer különösen hatékony lehet földszintes, álmennyezettel rendelkező épületek esetében, feltéve, hogy a szellőztetés kontrollált és előkészített taktikával történik [50].

Dr. Lublóy Éva elemzéseiben a tűzvédelmi intézkedések és a gazdasági racionalitás összefüggéseit vizsgálta. Egy 2019-es tanulmányában a biztosítási statisztikák alapján értékelte, hogy az egyes megelőző tűzvédelmi intézkedések milyen mértékben csökkentik

a bekövetkezett károk mértékét. A tanulmány alátámasztja a preventív szemlélet és az adatvezérelt kockázatkezelés közötti kapcsolatot, különös tekintettel az ipari és lakossági ingatlanokra [51].

Hazai viszonylatban Érces Gergő vizsgálatai mutatnak rá arra, hogy a tűzoltásvezetői döntések megalapozottsága erősen függ a tapasztalatok rendszerezett visszacsatolásától. Egy 2021-es publikációjában elemzi a hazai beavatkozások során alkalmazott döntési mechanizmusokat, és rámutat, hogy az esetszintű tanulságok dokumentálása és strukturált elemzése jelenleg nem épül be sem a képzési, sem a döntéstámogató rendszerekbe. A tanulmány hangsúlyozza: a beavatkozási döntéshozatal fejlesztése csak akkor valósulhat meg, ha a tanult mintázatokból visszacsatolt tudás szervezeti szinten is integrálódik – ez pedig nemcsak a taktikai beavatkozások sikerességét növeli, hanem alapját képezi a tanuló szervezetként működő tűzvédelmi rendszer kialakításának is. [52]

Hábermayer et al. [53] vizsgálatai alapján a tűzhalálesetek túlnyomó többsége (átlagosan 79%) otthonjellegű létesítményekben történik, és az áldozatok jellemzően idősek, egyedül élnek, rossz anyagi körülmények között. A tanulmány új megelőzési modellként javasolja a szociális ellátórendszer, az önkormányzatok és a katasztrófavédelem együttműködését – az értekezésben kidolgozott TTVI-modell ilyen jellegű multidiszciplináris alkalmazása tehát nemcsak elméletileg, hanem gyakorlati szempontból is indokolt és időszerű. [53]

A hazai tűzeseti tanulságokat több alkalommal is feldolgoztam az elmúlt évek publikációiban. A „Térinformatikai döntéstámogatás erdőtüzeknél” című tanulmányomban [54] a beavatkozási és megelőzési tapasztalatokat rendszereztem a Bács-Kiskun vármegyei gyakorlati példák alapján. Hangsúlyoztam, hogy a térinformatikai eszközök kulcsszerepet játszanak az erdőtüzek kockázatsökkentésében. Ezen túlmenően vizsgáltam a tűzeseti halálesetek okait és megelőzési lehetőségeit [55], különösen a lakóépületi környezetben bekövetkezett tragédiák elemzésével. Megállapításom összhangban állnak az NFPA [23] és UL FSRI [22], [36] nemzetközi kutatásaival, miszerint a működő füstérzékelő hiánya és a késleltetett észlelés jelentősen növeli a halálozási kockázatot. Emellett javaslatokat tettem a hazai képzési és lakosságtájékoztatási gyakorlat fejlesztésére, ami erős párhuzamot mutat az amerikai és holland visszacsatolási modellekkel [38].

A hazai szabályozás gyakorlati tapasztalati alapú optimalizálási lehetőségeire tettem javaslatot „A tűzvédelmi helyzet fenntartásának fő elemei az épületek létesítése és használata során” című [56] tanulmányomban, és a Dr. Bérczi Lászlóval közös hő- és füstelvezetés használatbavételi tapasztalatokról szóló konferenciaelőadásunkban [57] is, rámutatva a tűzvédelem kockázatalapú vizsgálatának fontosságára.

A szélsőséges időjárási jelenségekkel összefüggő Bács-Kiskun vármegyei hosszantartó és nagykiterjedésű tüzeseteket vizsgáltam a 2023-as tanulmányomban [58], és rámutattam a helyi sajátosságok, tüzeseti tapasztalatok statisztikai és térinformatikai alapú, településszintű vizsgálatának relevanciájára, és ismért kiemeltam a térinformatikai alapú tűzoltó döntéstámogató rendszerek fontosságát.

A hazai képzési és tudásátadási gyakorlatba történő visszacsatolás példája egy másik [59] publikációm, amely a tüzeseti tapasztalatok hasznosítását is vizsgálja a képzésekben és a lakosságtájékoztató anyagokban. A tanulmányban bemutattam, hogy az egyes tüzesetekből levont következtetések – például halálos lakástüzek, intézményi evakuálási hiányosságok vagy tűzterjedési problémák – hogyan épülhetnek be az oktatásba, különös tekintettel a helyi sajátosságok alapján összeállított tematikákra. Ez a fajta adaptív tudásintegráció párhuzamba állítható a német [37] és holland [38] „learning from incidents” gyakorlatokkal.

A nemzetközi kutatási trendek hazai reflexiójaként „A jelen és a jövő nemzetközi tűzvédelmi kutatási trendjei” című előadásomban [60] hangsúlyoztam, hogy a tűzvédelmi kockázatelemzés jövője a térinformatikai, multidimenzionális és társadalmi tényezőket egyaránt integráló modellek felé halad. Külön kitértem arra is, hogy a hazai modellek kidolgozása során szükséges a nemzetközi példák gyakorlati, nem csupán elméleti adaptációja.

Összességében a magyar rendszer formai szempontból megfelel a nemzetközi elvárásoknak, de tartalmilag és működésében még nem éri el a proaktív, tanuló és adatvezérelt modell szintjét.

A releváns nemzetközi és hazai szakirodalom alapján megállapítható, hogy a korszerű tűzvédelmi kockázatértékelés világszerte a multidimenzionális, adatvezérelt, térinformatikára és társadalmi-gazdasági tényezőkre egyaránt építő megközelítések felé

mozdult el. A FEMA THIRA [26], FireCARES [15], NFPA 1300/1700 [16], [17], valamint az EU JRC és INFORM Index [18], [27] mind olyan keretrendszereket képviselnek, amelyekben a veszély önmagában nem értelmezhető a közösségi válaszképesség és társadalmi sérülékenység nélkül.

A halálos lakástüzek, a nagy kárú események (pl. Grenfell, Station), valamint a tűzeseti tanulságok feldolgozása kapcsán kialakított amerikai és európai visszacsatolási modellek (UL FSRI, IdF NRW, IFV NL) [22], [25], [37], [38] szintén azt mutatják, hogy a tűzvédelmi rendszer akkor működik hatékonyan, ha képes tanulni saját hibáiból és eredményeiből.

A TTVI-modell e nemzetközi példákhoz igazodva egy adaptív, integrált kockázatértékelési rendszerként pozicionálható, amely már most is figyelembe veszi a veszélyességi, válaszképességi és társadalmi sérülékenységi tényezőket – és így illeszkedik a legkorszerűbb nemzetközi modellekhez.

A hazai szabályozás – bár formailag jól strukturált [28]–[32] – nem tartalmazza a tűzeseti tapasztalatok rendszerszintű visszacsatolását, sem a településszintű kockázatértékelés kötelező alkalmazását. A jogi és operatív struktúra fejlesztése érdekében indokolt lenne a TTVI-hez hasonló modellek normatív beépítése a kockázatkezelés és erőforrás-tervezés gyakorlatába.

Végezetül, a tudományos publikációk [45]–[47] igazolták, hogy a TTVI nemcsak szabályozásban, hanem tudományos koncepcióban is megfeleltethető a fuzzy-AHP, GIS-alapú, többszemponútú és WUI-kockázatra specializált kockázatmodelleknek, amelyeket számos régióban már sikerrel alkalmaznak.

AZ ÉRTEKEZÉS FELÉPÍTÉSE, TARTALMA ÉS ELHATÁROLÁSOK

Az értekezés fő célja, hogy átfogó, tudományosan megalapozott és gyakorlati szempontból is releváns válaszokat adjon a tűzvédelmi veszélyeztetettség komplex problémájára, különös tekintettel Magyarországra, azon belül is Bács-Kiskun vármegye sajátosságaira. A dolgozat szerkezete és tartalmi felépítése azt szolgálja, hogy lépésről lépésre vezesse végig

az olvasót a tűzvédelmi kockázatkezelés nemzetközi keretrendszerétől a helyi, településszintű gyakorlati alkalmazásig.

Az első fejezet részletesen bemutatja a doktori kutatás egyik legfontosabb empirikus pillérét: a tűzvédelem három fő szakmai területén – tűzvizsgálat, tűzvédelmi tervezés, hatósági tevékenység és beavatkozás (tűzoltásvezetés) – dolgozó szakértők körében végzett kérdőíves felmérés módszertanát, lebonyolítását és eredményeit. A fejezet célja, hogy elsődleges szakmai tapasztalatokat, nézőpontokat és javaslatokat integráljon a tűzvédelmi kockázatkezelési modell megalapozásához.

A második fejezet a tűzeseti adatok és tapasztalatok nemzetközi és hazai gyakorlatát elemzi. Bemutatja a legfontosabb adatgyűjtő rendszereket, azok struktúráját, valamint a tűzeseti tapasztalatok feldolgozásának és visszacsatolásának nemzetközi jó gyakorlatait. E szakasz célja, hogy megalapozza a későbbi összehasonlító elemzések hitelességét és bemutassa, miként illeszthetők be a globális tanulságok a hazai tűzvédelmi rendszerbe.

A harmadik fejezet a lakóépületekben bekövetkezett halálos tűzesetek mintázataira és élettani sajátosságaira fókuszál, túlnyomórészt nemzetközi példák és kutatások alapján. A fejezet elemzi azokat a jellemző kockázati tényezőket – mint a korai észlelés hiánya, a sérülékeny társadalmi csoportok vagy az épületszerkezeti problémák –, amelyek meghatározzák a tűzesetek súlyos kimenetelét. Ezek az eredmények közvetlenül hozzájárulnak a társadalmi sérülékenységi index, valamint a prevenciók javaslatok megalapozásához.

A negyedik fejezet a nagy kárértékű és tömeges áldozattal járó tűzesetek elemzését, tipizálását és klaszterezését végzi el. A nemzetközi esettanulmányok alapján bemutatott elemzés célja a visszatérő súlyosbító tényezők és hibák feltárása, valamint a tanulságok levonása a magyarországi tűzvédelmi rendszer fejlesztése érdekében.

Az ötödik fejezet ismerteti a legkorszerűbb nemzetközi kockázatértékelési modelleket, amelyek (pl. FEMA THIRA, FireCARES, NFPA 1300/1700, EU JRC, INFORM) közvetlen inspirációt adtak a Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettségi Index (TTVI) koncepciójához. Ez a fejezet teremti meg a módszertani hidat a nemzetközi jó gyakorlatok és a saját fejlesztésű, lokális modell között.

A hatodik fejezet Bács-Kiskun vármegye részletes tűzeseti adatain és helyi sajátosságain alapulva mutatja be a TTVI modell fejlesztését, alkalmazását és eredményeit. Ismerteti az adatfeldolgozás, a térinformatikai módszerek és az indexstruktúra kialakításának folyamatát, valamint elemzi a megye településeinek veszélyeztetettségi mintázatait, kiemelve a jelentős kockázati csoportokat és területi egyenlőtlenségeket.

A hetedik fejezet szintetizáló és megoldásorientált szemlélettel foglalja össze az értekezés során feltárt tűzvédelmi problémák kezelésére kidolgozott javaslatokat. A fejezet három fő pilléren nyugszik: (1) a célcsoportonként rendszerezett kockázatsökkentési javaslatok bemutatása, (2) a súlyos tűzesetekből azonosított visszatérő mintázatok és súlyosbító tényezők elemzése, valamint (3) jól működő nemzetközi gyakorlatok adaptációs lehetőségeinek ismertetése. A javaslatcsomag különös figyelmet fordít a hazai szabályozási és intézményi környezet fejlesztésére, a tervezői és mérnöki gyakorlat korszerűsítésére, a tűzoltósági műveletek hatékonyságának növelésére, valamint a lakossági és közösségi szerepvállalás erősítésére. A fejezet kulcsszerepet tölt be abban, hogy a dolgozat ne csupán diagnózist nyújtson a tűzvédelmi kockázatokról, hanem konkrét, gyakorlati válaszokat is adjon azok mérséklésére – mindezt tudományos megalapozottsággal, és a Bács-Kiskun vármegyei tapasztalatokkal alátámasztva.

A nyolcadik fejezet összegzi az értekezés új tudományos eredményeit, a főbb tanulságokat és a gyakorlati, szabályozási, tervezői, tűzoltói, valamint lakossági szintű javaslatokat. A fejezet kitekintést nyújt a kutatás eredményeinek gyakorlati alkalmazhatóságára, illetve felvázolja a lehetséges továbbfejlesztési irányokat.

Elhatárolások

Az értekezés egyértelműen lehatárolja egymástól a nemzetközi, országos és helyi (Bács-Kiskun vármegyei) szinteken végzett elemzéseket és javaslatokat. A nemzetközi és országos fejezetek célja, hogy kontextust, összehasonlítási alapot és módszertani inspirációt nyújtsanak a hazai rendszer értékeléséhez. A helyi, Bács-Kiskun vármegyei vizsgálatok során a hangsúly a településszintű adatok térinformatikai elemzésén, a saját fejlesztésű TTVI-modell alkalmazásán, valamint a megyei és településszintű sajátosságok bemutatásán van. A kutatás tudatosan nem terjed ki a hő-, füst- és tűzterjedési kérdésekre, az

oltóanyag-választás, vagy a részletes műszaki tűzoltási taktikák elemzésére, ezek tárgyalása meghaladná az értekezés terjedelmét és célját.

Az értekezés fő újdonsága a többdimenziós, kvantitatív, településszintű veszélyeztetettségi modell kidolgozása, nemzetközi jó gyakorlatok és Bács-Kiskun megye sajátos tűzvédelmi tapasztalatainak integrálásával. Ez biztosítja, hogy a kutatás eredményei mind a magyarországi, mind a nemzetközi tudományos diskurzusban relevánsak és összevethetők legyenek.

1. KÉRDŐÍVES KUTATÁS MÓDSZERTANA ÉS EREDMÉNYEINEK ELEMZÉSE A TŰZVIZSGÁLÓ SZAKÉRTŐK, TŰZVÉDELMI TERVEZŐK, HATÓSÁGI SZAKEMBEREK ÉS TŰZOLTÁSVEZETŐK VÁLASZAI ALAPJÁN

1.1 Bevezetés

Ez a fejezet alapozza meg az értekezés empirikus részét, hiszen a tűzvédelem három fő pillérének (megelőzés, beavatkozás, vizsgálat) kiemelt szakértői csoportjai körében végzett kérdőíves vizsgálat eredményeit foglalja össze. Az itt bemutatott tapasztalatok és szakmai visszajelzések közvetlenül hozzájárulnak a dolgozat hipotéziseinek teszteléséhez, valamint a helyi sajátosságokra épülő kockázatértékelési modell megalapozásához. A kérdőív eredményei szintetizálják a gyakorló szakemberek tapasztalatait, így hidat képeznek a nemzetközi és hazai tűzeseti adatok, a tűzvédelmi szabályozás, valamint a modellezési fejezetek között, elősegítve a kockázatok komplex, integrált értelmezését.

A Bács-Kiskun vármegyei tűzvédelmi veszélyeztetettségi index és kockázatkezelési javaslatok kidolgozását célzó PhD kutatás keretében empirikus kérdőíves felmérés készült négy kiemelt tűzvédelmi szakmai csoport körében. A kiválasztott célcsoportok – tűzvizsgálók, tűzvédelmi tervezők, tűzvédelmi hatósági szakemberek és tűzoltásvezetők – tudatosan a tűzvédelem „megelőzés–beavatkozás–vizsgálat” hármas szemléletének megfelelően lettek meghatározva, így a tűzvédelem mindhárom pillérének gyakorlati tapasztalatai becsatornázhatók a kutatásba. A doktori értekezés központi narratívája e három terület szoros együttműködésének szükségességét hangsúlyozza a tűzbiztonság javítása érdekében [61]. A kérdőíves vizsgálat elsődleges célja az volt, hogy összegyűjtse e szakemberek tapasztalatait, véleményeit és javaslatait, és ezáltal adatvezérelt információkkal alapozza meg a helyi sajátosságokra épülő kockázatértékelési modellt. A

felmérés eredményei a PhD-kutatás hipotéziseinek vizsgálatához szolgáltatnak inputot, különösen a településszintű tűzvédelmi veszélyeztetettségi index kialakításához releváns tényezők azonosításában.

1.1.1 Kutatási módszertan

A kérdőíveket elektronikus formában, Google Forms használatával készítettem és juttattam el a szakemberekhez. Mind a négy célcsoport számára külön-külön, a szakterületükhöz igazított kérdéssor készült (ld. 1. melléklet), biztosítva, hogy a felmérés az adott terület specifikumaira fókuszáljon. A kérdőívek zárt és nyílt végű kérdéseket is tartalmaztak; előbbiek számszerűsíthető értékeléseket (Likert-skálán adott vélemények, igen/nem válaszok stb.) adtak a különféle kijelentésekre, utóbbiak pedig lehetőséget biztosítottak részletes szöveges indoklásra és javaslatokra. A kérdőívet összesen 39 a szakterületén országosan kiemelkedően jártas szakember töltötte ki, aki Bács-Kiskun vármegyeyi gyakorlattal is rendelkezik: 4 tűzvizsgáló szakértő építészeti tűzvédelmi gyakorlattal, 18 tűzvédelmi tervező, 9 hatósági területen dolgozó szakember és 8 tűzoltásvezető. A 20 éves szakmai pályafutásom során számos megyei szintű mellett 24 országos szintű tűzvédelmi szakmai konferenciát szerveztem, ez adta a háttérrel a kiemelkedően gyakorlott szakemberek kiválasztásához. A válaszadók meghívásra, de önkéntes alapon, anonim módon vettek részt a kutatásban. A minta bár korlátozott elemszámú, mégis magas szintű szakmai tapasztalatot reprezentál, mivel a résztvevők döntő többsége kiemelt gyakorlattal rendelkezik a saját területén. Az adatok kiértékelése során leíró statisztikai módszereket és kvalitatív elemzést egyaránt alkalmaztam. A Google Forms beépített eszközei segítettek az alapstatisztikák (eloszlások, átlagok) gyors áttekintésében, míg a nyílt végű válaszokat tematikus kategorizálással elemeztem. Az eredmények ismertetését az alábbiakban csoportonként végzem, külön kitérve minden célcsoportra, majd egy összehasonlító elemzés keretében szintetizálom a fő megállapításokat.

1.1.2 A felmérés fókuszterületei

A kérdések összeállítása során a doktori kutatás célkitűzéseiből indultam ki. Külön figyelmet fordítottam a helyi kockázati sajátosságokra (pl. Bács-Kiskun vármegyére jellemző infrastruktúra és természeti adottságok), a tűzoltói beavatkozási képességekre (pl. kiérkezési idő, vonulási távolságok, oltóvízforrások), valamint a tűzeseti tapasztalatok

hasznosításának módjaira. A kutatás egyik alapfeltevése szerint a halálos kimenetelű és nagy kárértékű tüzesetek jellegzetes okai és körülményei nemzetközi szinten is hasonló mintázatokat mutatnak. E hipotézis vizsgálatához a kérdőív rákérdezett arra, hogy a szakemberek milyen gyakran találkoznak visszatérő, megelőzhető hiányosságokkal. A válaszok alátámasztják, hogy számos tüzeset megelőzhető lett volna megfelelő óvintézkedésekkel: a tűzvizsgálók becslései szerint a vizsgált esetek jelentős hányadánál (30–90%-ánál) felszínre került valamilyen elhárítható hiányosság (pl. elektromos rendszer hibája vagy emberi gondatlanság). Ez összhangban áll a nemzetközi statisztikákkal, melyek szerint a hibás elektromos berendezések és vezetékek a tüzesetek vezető okai közé tartoznak, ahogy az emberi mulasztás és figyelmetlenség is gyakori tűzkiváltó tényező [62]. A kérdőíves felmérés továbbá kitért arra is, hogy a válaszadók miként látják a jelenlegi tűzvédelmi szabályozási környezetet és milyen fejlesztési javaslatuk vannak. Fontos kutatási irány volt annak felmérése, hogy mennyire hiányzik a kockázatalapú szemlélet a jelenlegi gyakorlatból, és hogyan lehetne integrálni a térinformatikai (GIS) alapú kockázatelemzést a megelőzés és beavatkozás tervezésébe. Emellett vizsgáltam a nemzetközi bevált gyakorlatok hazai alkalmazhatóságát is: rákérdeztem, ismerik-e vagy támogatnák-e a válaszadók olyan modellek bevezetését, mint például bizonyos NFPA szabványok a közösségi kockázatsökkentésre [63], a Firewise program a lakókörnyezetek wildfire (szabadtéri tűz) kockázatainak mérséklésére [64], vagy a UL Fire Safety Research Institute (FSRI) kutatásainak eredményei a tűzoltási taktikák javítására [65]. A válaszok alapján megállapítható, hogy a szakemberek nyitottak az ilyen jellegű, tudományosan megalapozott újításokra, amennyiben azok gyakorlati haszna igazolt. Ez összhangban van az NFPA által is szorgalmazott Community Risk Reduction (CRR) megközelítéssel, amely integrált erőforrás-befektetésekkel igyekszik azonosítani és csökkenteni a helyi kockázatokat. Az NFPA 1300 szabvány szerint a közösségi kockázatértékelés (Community Risk Assessment – CRA) egy átfogó értékelés, mely rangsorolja és definiálja a közösséget érintő kockázatokat, figyelembe véve a demográfiai, földrajzi, infrastrukturális és tűzvédelmi adottságokat is [63]. E szemlélet adaptálása a hazai viszonyokra különösen indokolt Bács-Kiskun vármegyében, ahol a települések eltérő kitettsége (pl. erdős pusztai területek vs. városi környezet) indokolja a differenciált kockázatkezelést.

A következőkben csoportonként bemutatom a kérdőíves felmérés eredményeit. Minden szekcióban először ismertetem a válaszadók jellemzőit (szakmai tapasztalat, háttér), majd kulcsfontosságú megállapítások címszó alatt elemzem a kvantitatív és kvalitatív eredményeket. Külön hangsúlyt fektetek a diszsertáció szempontjából lényeges következtetésekre, azaz arra, miként járulnak hozzá az adott csoport tapasztalatai a vármegyei kockázati modellezéshez és a “megelőzés–beavatkozás–vizsgálat” integrált megközelítés gyakorlati megvalósításához. Végül egy összehasonlító elemzésben áttekintem a csoportok közös nevezőit és eltérő nézőpontjait, valamint összefoglalom a legfontosabb tanulságokat.

1.2 Tűzvizsgálói kérdőív eredményei

1.2.1 A válaszadók jellemzői

A tűzvizsgálói kérdőívet 4 tűzvizsgáló szakember töltötte ki. Mindannyian jelentős – több évtizedes – szakmai múlttal rendelkeznek a tűzvizsgálat terén, ami biztosítja, hogy a kapott válaszok mély szakmai megalapozottságúak. A tapasztalati idők 11–20 év között (1 fő) és több mint 20 év (3 fő) között mozognak. A válaszadók között volt például olyan, aki 18 év szakmai tapasztalattal bír (1994–2018 között hivatásos tűzoltó, majd igazságügyi szakértő), míg más 31 éve dolgozik a területen (ebből 2005 óta szakértőként). Egy további válaszadó 1994 óta aktív tűzvizsgáló (szintén igazságügyi szakértőként), a negyedik pedig 20 éves szakértői gyakorlattal és 30 éves tűzoltói szolgálati múlttal rendelkezik. A négy szakember pályája így lefedi a tűzvizsgálat különböző szegmenseit a hatósági kirendeléses vizsgálatoktól a független szakértői tevékenységig. Ennek köszönhetően válaszaik a tüzesetek széles spektrumát érintik a mindennapi kisebb incidensektől kezdve a komplex, nagy kárértékű vagy bűncselekménygyanús esetekig. A vizsgált tüzesetek típusai rendkívül változatosak: a lakóépülettüzek, ipari tüzek, erdőtüzek, járműtüzek egyaránt előfordulnak a tapasztalataik között. Kiemelendő, hogy mindannyian alapos jártasságot szereztek a hatósági tűzvizsgálati eljárásokban, gyakran olyan esetekben is, ahol bűncselekmény gyanúja merült fel. Összességében a tűzvizsgáló válaszadók profilja rendkívül tapasztalt és sokoldalú, ami biztosítja, hogy a tőlük származó információk a tűzvédelmi rendszer számos aspektusára rálátást nyújtsanak.

1.2.2 Kulcsfontosságú megállapítások

A tűzvizsgálati eredmények hasznosulása a megelőzésben: A tűzvizsgálók egyhangúlag (4/4 fő) alapvető fontosságúnak tartják, hogy a tüzesetek kivizsgálásából származó tanulságok beépüljenek a tűzmelegelőzési gyakorlatba és a szabályozási környezetbe. Minden válaszadó a maximális 5-ös értéket adta arra az állításra, hogy „mennyire tartja fontosnak a tűzvizsgálati eredmények visszacsatolását a megelőzés és szabályozás felé”. Ugyanakkor a gyakorlat értékelése már korántsem ilyen pozitív: a szakértők többsége szerint jelenleg ez a visszacsatolás nem valósul meg megfelelően. Arra a kérdésre, hogy „Úgy értékeli, hogy a jelenlegi gyakorlat megfelelően figyelembe veszi a tűzvizsgálatok tanulságait?”, a válaszok kritikus hangvételűek voltak: egy szakértő egyáltalán nem ért egyet (1-es érték), ketten inkább nem értenek egyet (2-es), egy pedig semleges véleményt adott (3-as). Nulla válaszadó jelölte azt, hogy inkább vagy teljes mértékben egyetért (4-es vagy 5-ös) ezzel az állítással. Ezek az értékelések világosan jelzik, hogy a tűzvizsgálati eredmények szervezett hasznosítása hiányos. A válaszadók leírt tapasztalatai megerősítik ezt: elmondásuk szerint csak elvétve, esetleg áttételesen értesülnek arról, hogy a feltárt hiányosságok és javaslatok hatással voltak-e bármilyen megelőző intézkedésre. Ez a helyzet a megelőzés–vizsgálat kör megszakadására utal a tűzvédelem rendszerében. Mivel a szakemberek maguk is érzékelik ezt a problémát, a visszacsatolás hiánya feszültséget kelt bennük, hiszen úgy látják: a múltbeli esetekből leszűrt tanulságok nem épülnek be a jövőbeni tüzesetek megelőzését szolgáló intézkedésekbe. A disszertáció szempontjából ez kulcsfontosságú felismerés, mert rámutat arra a kritikus pontra, amelyet az integrált modellnek orvosolnia kell. Az egyik fő cél éppen az, hogy a tűzvizsgálat során nyert információk rendszeresen visszaforgatásra kerüljenek a kockázatkezelésbe – például a települési kockázati index mutatóiba vagy ajánlásaiba –, ezáltal biztosítva a folyamatos tanulást és alkalmazkodást. A tűzvizsgáló szakemberek visszajelzése szerint ennek jelenlegi hiánya nem optimális a tűzbiztonság fejlődésének szempontjából.

1.2.3 Megelőzhető tüzesetek aránya

A tűzvizsgálók becslései szerint a vizsgált tüzesetek jelentős részét meg lehetett volna előzni valamilyen módon. Bár a négy szakértő igen eltérő arányokat jelölt meg (30%, 60%, illetve 90% is szerepelt közöttük), közös nevező, hogy még a legóvatosabb becslés szerint

is minden harmadik tüzeset elkerülhető lett volna megfelelő megelőző intézkedésekkel. A legmagasabb, 90%-os becslés arra utal, hogy a tapasztalt szakértő szerint tízből kilenc tüzesetnél utólag kiderül valamilyen hiba vagy hiányosság – például szabálytalan kivitelezés, karbantartás elmulasztása, emberi mulasztás stb. –, amely a tüzet kiváltotta, és amit megfelelően megelőzve a tűz nem következett volna be. Egy válaszadó ugyanakkor árnyalta a kérdést azzal a megjegyzéssel, hogy „a tűzvizsgálat és a tűzmegelőzés kapcsolata nem abban rejlik, hogy úgy alakítsuk ki az épületeket, hogy egyáltalán ne tudjon tűz keletkezni, hanem abban, hogy ha keletkezik tűz, az minél kisebb területen és minél lassabban terjedjen”. Ez rámutat arra, hogy a megelőzés fogalmát kétféleképpen is értelmezhetjük: primer prevencióként (a tüzeset bekövetkezésének megakadályozása) és szekunder prevencióként (ha már tűz keletkezik, annak hatásainak minimalizálása). A tűzvizsgáló szakemberek válaszai szerint mindkét területen vannak még tartalékok, azaz a jelenlegi megelőzési gyakorlat nem elég hatékony.

1.2.4 Helyi vizsgálati nehézségek és korlátok

A kérdőív rákérdezett azokra a helyi sajátosságokra vagy problémákra, amelyek a tűzvizsgálati munka hatékonyságát rontják. A válaszokból kirajzolódott néhány visszatérő akadály: (1) Személyi és szervezeti tényezők: a hatósági tűzvizsgálók felkészültsége és motivációja területenként nagyon eltérő. (2) Helyszíni beavatkozásból eredő problémák: előfordul, hogy a tűzoltás során a helyszínt a szükségesnél jobban “felforgatják”, például minden elégett tárgyat kihordanak az épületből, ami a nyomok rögzítését megnehezíti. A tűzkárok keletkezési helyének indokolatlan mértékű megváltoztatása a vizsgálók szerint jelentős nyomvesztéssel jár. (3) Információhozzáférés korlátai: ha nem indul hivatalból hatósági tűzvizsgálat (mert mondjuk nem teljesülnek a jogszabályi feltételek), akkor a független szakértő vagy a károsult nehezen jut hozzá a beavatkozó tűzoltók információihoz. (4) Dokumentációs hiányosságok: a tűzvizsgálati anyagok esetenként hiányosak; nem mindig készül részletes helyszínrajz, a leégett épületszerkezetek dokumentálása felszínes lehet. Ezek a visszajelzések arra világítanak rá, hogy a tűzvizsgálati folyamatnak nem csupán technikai, de személyi-szervezeti és szabályozási dimenziói is vannak, melyeket fejleszteni szükséges. A disszertáció gyakorlati javaslatai között ezért megfontolandó olyan intézkedések szerepeltetése, mint pl. egységes protokoll kialakítása a tüzeseti adatok megosztására a hatóság és a szakértők között, a tűzoltási

beavatkozás utáni helyszínelési irányelvek fejlesztése (a nyomok védelme érdekében), illetve a tűzvizsgálati dokumentáció standardjainak emelése. Mindez hozzájárulhat a pontosabb adatszolgáltatáshoz a kockázati modellek számára.



1. ábra Mennyire fontos a visszacsatolás? (saját szerkesztés)

1.2.5 Gyakori helyi kockázati tényezők

A tűzvizsgálók nyílt kérdésben sorolták fel, milyen visszatérő kockázati tényezőket látnak a térségben. Egybecsengő vélemény volt az emberi tényező meghatározó szerepe: a gondatlanság, a nem megfelelő tudásszint (pl. lakosság vagy karbantartók részéről), illetve a biztonsági szabályok figyelmen kívül hagyása gyakran áll a tüzek hátterében. Gyakran tapasztalják, hogy az építési-kivitelezési szakaszban a költségtakarékosság felülírja a biztonsági szempontokat, ami később tűzkockázatként jelentkezik. Tipikus gyújtóforrásként kiemelték a lakások elavult vagy szakszerűtlen elektromos hálózatát – ennek felülvizsgálata és korszerűsítése sok esetben elmarad, holott az elektromos eredetű tüzek megelőzése szempontjából kulcsfontosságú lenne. Egy válaszadó rámutatott a tűzoltóság távolságára, mint kockázati tényezőre: a tanyás, szórt településszerkezetű területeken a hosszú vonulási idők miatt egy kigyulladt épületnél a tűz jelentős mértékben fejlett lehet, mire a segítség megérkezik. A disszertáció vonatkozásában ezek a visszajelzések azt igazolják, hogy az index kialakításánál fontos súllyal kell szerepelniük az olyan változóknak, mint a település és legközelebbi tűzoltóság közötti távolság. A szakértők szerint e tényezők Bács-Kiskun vármegyében konkrétan befolyásolják a tűzveszély szintjét, így ezek mérése és figyelembevétele növelné a kockázati modell helyspecifikus pontosságát.

1.2.6 Alkalmazott eszközök és módszerek

A tűzvizsgálók beszámoltak arról is, hogy milyen technikai eszközöket használnak a vizsgálatok során. A kép vegyes: van, aki elsősorban a hagyományos módszerekre támaszkodik és kevés műszeres támogatást vesz igénybe, míg mások többféle speciális eszközt is bevetnek. Említésre kerültek például az éghető folyadéknymok detektálására szolgáló műszerek, amelyek megkönnyítik a mintavételt gyanítható gyújtóanyag esetén, illetve a hőmérséklet-detektorok (hőkamerák vagy termoelemek), melyeket különösen bizonyítási kísérleteknél használnak a hőterjedés nyomon követésére. Többen alkalmaznak 3D dokumentációs eszközöket és makrofotózást a helyszín alapos rögzítésére. Általánosnak mondható az informatikai eszközök használata is: ideértve egyrészt az irodai szoftvereket az adminisztrációhoz, másrészt az internetes kutatást – például utánanéznek az érintett termékek műszaki leírásának, visszahívási információknak, valamint modern tűzvizsgálati módszereknek. E megállapítások arra utalnak, hogy a vizsgálati munka egyre inkább épít a technológiai támogatásra, bár ennek mértéke vizsgálóról vizsgálóra változik. A doktori kutatás kapcsán fontos kiemelni, hogy a technológiai eszközök (például a tűzmodellezés, tűzterjedési szimulációk) a jövőben integrálhatók a vizsgálati és megelőzési munkába is. A tűzvizsgálóktól kapott válaszok szerint a szakma nyitott az új eszközökre – amennyiben azok bizonyítottan hatékonyabbá teszik a munkát. Ez támogatja a kutatás azon törekvését, hogy a térinformatikai és statisztikai elemző eszközök (pl. GIS alapú kockázati térképek) elfogadottságát növelje a tűzvédelem területén.

1.2.7 Részösszegzés – Tűzvizsgálók

A tűzvizsgáló szakemberek válasza rávilágítanak a megelőzés és vizsgálat közti kapcsolat erősítésének szükségességére. Kulcsüzenet, hogy a jelenlegi tűzvédelmi rendszer nem használja ki kellően a tűzvizsgálatokban rejlő tudást – noha maguk a vizsgálók ezt létfontosságúnak tartják. Az általuk azonosított tipikus hiányosságok (elektromos hálózatok, emberi tényező, szabályozási gyengeségek) konkrét kiindulópontot jelenthetnek a kockázatsökkentő intézkedésekhez. A csoport egyöntetűen támogatná a kockázatalapú szemlélet erősítését, hiszen kritikáik közt előkelő helyen szerepel a helyi kockázatok figyelmen kívül hagyása a jelenlegi szabályozásban. Számos javaslatot is tettek – pl. az oltóvízellátás számításának reformjára, az elektromos hálózatok felülvizsgálati

rendszerének szigorítására, a tűzvizsgáló kapacitások bővítésére –, amelyek mind azt célozzák, hogy a megelőzés hatékonysága javuljon. E tapasztalatok és javaslatok közvetlenül felhasználhatók a disszertáció későbbi fejezeteiben a kockázatkezelési stratégia megalapozásához. A tűzvizsgálók nézőpontja tehát igazolja a kutatás alapfeltevését, miszerint a „múlt tüzeiből tanulva” lehet megalapozottan csökkenteni a jövőbeli tűzkockázatot, ehhez azonban intézményesített visszacsatolási mechanizmusokra van szükség.

1.3 Tűzvédelmi tervezői kérdőív eredményei

1.3.1 A válaszadók jellemzői

A tűzvédelmi tervezői kérdőívre 18 tervező szakember adott választ. A válaszadók jellemzően építészmérnöki, tűzvédelmi mérnöki vagy épületgépészeti háttérrel rendelkező szakemberek, akik tűzvédelmi tervezői jogosultsággal bírnak, és építési projektek tűzvédelmi fejezetének kidolgozásáért felelősek. A mintában megtalálhatók nagy tervezőirodák munkatársai és független szakértők is, ami változatos rálátást biztosít a tervezői piac kihívásaira. A szakmai tapasztalat terén a spektrum széles: vannak a szakterületen kiemelten jártas, de fiatalabb tervezők is a válaszadók között (néhány éves gyakorlattal), míg mások több évtizedes tervezői múlttal rendelkeznek. Többen közülük aktív tagjai a Magyar Mérnöki Kamara Tűzvédelmi Tagozatának, és rendszeresen részt vesznek szakmai továbbképzéseken, konferenciákon. A Bács-Kiskun vármegyei kötődés változó: a kitöltők között vannak, akik kifejezetten a régióban dolgoznak (helyi tervezőkként), míg mások országos projekteken is tevékenykednek, de a kérdőív kedvéért reflektáltak a vármegye sajátosságaira. Összességében a 18 tervező válaszadó megfelelően reprezentálja a hazai tűzvédelmi tervezői szféra egy szeletét, beleértve a különböző léptékű projektekkal foglalkozó és különböző tapasztalati háttérű szakembereket.

1.3.2 Kulcsfontosságú megállapítások

Informatikai és mérnöki eszközök használata: A tűzvédelmi tervezők széles körben alkalmaznak digitális eszközöket és szoftvereket munkájuk során. Mind a 18 válaszadó használ valamilyen CAD-alapú tervezőprogramot (pl. ArchiCAD, AutoCAD, Revit), hiszen a tűzvédelmi tervek szerves részét képezik az építészeti tervek. Ezen túlmenően a tervezők közel fele jelezte, hogy rendszeresen él tűz- és füstterjedési szimulációs

szoftverek alkalmazásával (pl. PyroSim, FDS), illetve menekülési útvonal szimulációs eszközökkel (pl. Pathfinder) a kiürítési idők becslésére. Néhányan megemlítették a sprinkler-hidraulikai méretező programokat (mint a PipeFlow vagy más speciális SDC szoftverek) a beépített oltóberendezések tervezésénél. Ezekből a válaszokból látható, hogy a korszerű mérnöki módszerek – különösen a számítógépes modellezés és szimuláció – már jelen vannak a tervezői gyakorlatban, bár elterjedtségük nem teljes körű. Voltak olyan tervezők is, akik bevallottan kevésbé használnak ilyen eszközöket, és inkább a szabályzatokban megadott táblázatos értékekre, előírásokra hagyatkoznak. A térinformatikai adatok és kockázatelemzés integráltsága a tervezésbe jelenleg még korlátozott: amikor rákérdeztem, hogy „Mennyire tartja hasznosnak a GIS-alapú kockázatelemzést a tűzvédelmi tervezéshez?”, a válaszok megoszlottak. A 18 tervezőből 10 fő inkább egyetértett vagy teljesen egyetértett abban, hogy ez hasznos (4-es vagy 5-ös érték), 7 fő semleges állásponton volt, és mindössze 1 fő vélekedett úgy, hogy egyáltalán nem tartja hasznosnak. Tehát a többség pozitív a GIS alapú kockázatelemzés iránt, de jelentős a bizonytalanok aránya is. Ez arra utal, hogy a tervezők egy része nyitott a települési kockázati adatok figyelembevételére (pl. ha létezne egy tűzveszélyességi index településenként, azt felhasználnák a tervezés kontextusának értékeléséhez), míg mások még nem látják ennek gyakorlati hasznát vagy módját. A disszertáció szempontjából ez fontos információ: az újonnan kidolgozandó kockázati indexet úgy kell megtervezni és kommunikálni, hogy az a tervezők számára is kézzelfogható előnyöket nyújtson a munkájukban (pl. segítse a kockázatos létesítmények azonosítását, indokolhassa bizonyos többlet biztonsági intézkedések szükségességét). Mivel a tervezők többsége már rutinszerűen használ számítógépes eszközöket, egy online hozzáférhető kockázati térkép vagy adatbázis integrálása a munkafolyamatba technikailag nem jelentene nagy ugrást.

1.3.3 A tűzvédelmi szabályozás megítélése

A tervező szakemberek több alkalommal jelezték, hogy a jelenlegi tűzvédelmi előírások (Országos Tűzvédelmi Szabályzat – OTSZ, illetve a Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek – TvMI-k) bizonyos pontokon kevésbé rugalmasak, és általános érvényük miatt nehezen alkalmazhatók a különböző létesítmények eltérő kockázati profiljaihoz. Tapasztalataik szerint a szabályozás főként a minimumkövetelmények teljesítésére fókuszál, ezért a

megfelelés néha formálisnak hat, ahelyett, hogy egyértelműen a tényleges biztonsági szint emelését ösztönözné.

Több válasz arra is rámutatott, hogy az OTSZ és a TvMI-k jelenlegi formájukban nem minden esetben tudnak lépést tartani a gyors technológiai változásokkal – például a lítium-ion akkumulátorok, a napelem-parkok vagy az új építőanyagok sajátos tűzviselkedésével. Ez a szakemberek szerint bizonytalanságot okozhat a tervezési folyamatban.

A fejlesztési javaslatok többsége a kockázati szemlélet erősítését célozza. A résztvevők üdvözlnék új, specifikus TvMI-k megjelenését különleges rendeltetésű létesítmények (például egészségügyi intézmények vagy hulladékkezelők) számára, valamint az OTSZ átfogó korszerűsítését. Általános igényként jelent meg, hogy a szabályozás differenciáltabban kezelje a létesítmények típusát, méretét és környezeti adottságait, és adjon nagyobb teret a teljesítményalapú tervezésnek, ahol mérnöki számításokkal vagy modellezéssel igazolható az egyedi megoldások megfelelősége.

A tervezői visszajelzések összhangban állnak a tűzvizsgáló szakemberek megfigyeléseivel: mindkét csoport hangsúlyozza a helyi sajátosságok és a valós kockázatok figyelembevételének fontosságát. Ez a disszertáció számára megerősíti, hogy a kockázatalapú megközelítés vizsgálata gyakorlati jelentőséggel bír. A kidolgozandó veszélyeztetettségi index – a tervezők véleménye alapján – ígéretes eszköz lehet a kockázati szintek objektív kommunikálására, és hozzájárulhat a szabályozás jövőbeli finomhangolásához.

1.3.4 Helyi sajátosságok és tervezési kihívások

A Bács-Kiskun vármegyei környezet sajátosságaira rákérdezve a tervezők több visszatérő témát emeltek ki. Az egyik leggyakoribb téma a nagy külterületi ingatlanok és tanyák esete: a megyében sok tanya és külterületi gazdaság található, amelyek távol esnek a tűzoltó állomásoktól és gyakran nincs kiépített vízforrás a közelben. Ezen létesítményeknél a tervezők szerint külön kockázat, hogy tűz esetén hosszú idő alatt ér ki a segítség, ezért például indokolt lenne nagyobb biztonsági tartalékokkal tervezni (pl. önálló víztározók, fokozott tűzjelzés). Ehhez képest a jelenlegi szabályozás nem ad egyértelmű többletkövetelményeket a távol eső létesítményekre – ezt hiányosságnak jelölték meg. Szintén sokan említették a kiterjedt erdőterületeket: egyes tervezők tapasztalták, hogy

erdővel körülvett településrészen a szabadtéri tüzek veszélye magasabb, és ilyenkor az épületekre is áterjedhet a tűz (WUI – erdő-település interfész probléma). Úgy vélik, hogy az ilyen településeken indokolt lenne például szigorúbb előírásokat alkalmazni a homlokzati anyagokra vagy a tetőfedésre, de erről szintén nem szól külön a szabályozás. Egy tervező utalt a megye déli részén tapasztalható homokos talajra és “futóhomokos” terepre (amit a tűzoltók „posza homok” néven említenek): ez a beavatkozást is nehezíti, de a tervezésnél is figyelembe kellene venni (például a föld feletti tárolt vízkészletek szükségessége, mert a talajvíz elérhetősége korlátozott). Pozitívként néhány tervező megjegyezte, hogy a megyében jó az együttműködés a tűzvédelmi hatósággal, és több olyan kezdeményezés is volt (pl. közös fórumok), ahol megoszthatták tapasztalataikat. Összességében a tervezők visszajelzései arra utalnak, hogy a tervezési gyakorlatban már érzékelik a geográfiai és infrastrukturális különbségeket, de az ezekre adandó válaszok kidolgozása még hiányos. A kutatásra nézve mindez azt jelenti, hogy a tervezői tapasztalatok is alátámasztják: a Bács-Kiskunra jellemző kockázati tényezőket expliciten be kell építeni a modellbe (ilyen a vonulási távolság, oltóvíz-ellátottság, erdős területek aránya stb.), hiszen a gyakorlatban ezek komolyan befolyásolják a tűzbiztonságot.

1.3.5 Fejlesztési javaslatok a tervezőktől

Amint korábban említettük, a tervezők részletes javaslatlistát fogalmaztak meg a kérdőív nyílt kérdésében. A legfontosabbak: (1) Új TvMI-k kiadása bizonyos speciális területekre – például egészségügyi létesítmények, hulladékfeldolgozók, mezőgazdasági üzemek, ahol sajátos tűzterhelés és kockázat van, és a jelenlegi szabályozás nem elég részletes. (2) Kockázatelemzés beépítése a tervezésbe: a tervezők szeretnék, ha a jogszabályok is ösztönöznék a kockázatértékelést már a tervezési fázisban. Például előírás lehetne, hogy egy bizonyos méret vagy kockázati osztály felett kockázati tanulmányt kell készíteni, ami figyelembe veszi a helyi sajátosságokat. (3) OTSZ és TvMI-k átfogó modernizálása: Számos konkrét pontot említettek, ahol az előírásokat optimalizálni lehetne. Ide tartozik egyes táblázatok felülvizsgálata (pl. homlokzati tűzterjedés, HFR – hő és füst elleni védelem), a menekülési követelmények életszerűbb meghatározása bizonyos épülettípusoknál, a beépített tűzoltó berendezések (sprinklerek) karbantartásának szigorúbb nyomonkövetése stb. (4) Mérnöki módszerek elismerése: javasolták, hogy a szabályozás kifejezetten engedjen meg alternatív megoldást, ha azt megfelelő mérnöki

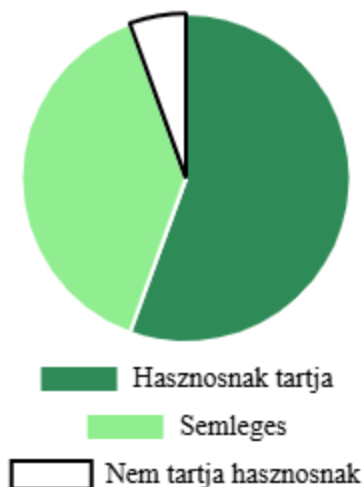
számítás támasztja alá (pl. tűzszimulációval igazolni lehetne tűzszakaszokat speciális esetekben). (5) Oktatás és tudásmegosztás: felmerült, hogy a tervezők szerint több továbbképzésre, gyakorlati útmutatóra lenne szükség az új eszközök használatához (pl. GIS alkalmazások, szimulációk), hogy minden tervező felzárkózhasson ezek alkalmazásában. Ezek a javaslatok jelentős mértékben egybeesnek a tűzvizsgálók és hatóságok által mondottakkal, megerősítve, hogy a szakma széles körben igényli a változtatást. A disszertáció számára a tervezői javaslatok konkrét inputot adnak a kockázatkezelési ajánlások kidolgozásához – hiszen a szabályozási környezet fejlesztése is cél. A kutatás végkövetkeztetéseinél így figyelembe vehető lesz, hogy a gyakorló tervezők milyen irányú változtatásokban látják a tűzbiztonság javításának lehetőségét.

1.3.6 Részösszegzés – Tűzvédelmi tervezők

A tűzvédelmi tervezők válaszai egyértelműen jelzik, hogy a jelenlegi rendszer statikus előírásai és a helyi sajátosságok között feszültség van. A tervezők szeretnék több rugalmasságot és egyben több felelősséget a kockázatok értékelésében – erre utal a kockázatalapú tervezés iránti igényük. Felismerték a technológiai eszközök fontosságát és sokan élnek is velük, ami jó alapot teremt a fejlettebb kockázatelemző módszerek elterjesztéséhez. Különösen fontos, hogy a többség pozitívan áll a térinformatikai megoldásokhoz, így például egy jól kialakított veszélyeztetettségi index térkép a tervezők munkáját is segítheti (például tervezés elején rögtön látják, ha egy telek magas kockázatú zónában van). A tervezői meglátások alátámasztják a kutatás központi problémáját: hiányzik egy integrált, differenciált kockázati szemlélet a szabályozásból. Ennek pótlására a disszertációban javasolt index és kockázatkezelési rendszer nemcsak hatósági vagy tűzoltósági használatra, hanem a tervezők számára is hasznos eszköz lehet. A csoport véleménye megerősíti, hogy az értekezésben megfogalmazott újítások (pl. kockázati kategóriák bevezetése településenként) a szakmai gyakorlatban befogadásra találnának, hiszen a szakemberek maguk sürgetnek hasonló változásokat.

A tervezők többsége hasznosnak tartaná a térinformatikai (GIS) alapú kockázatelemzést a munkája során.

GIS alapú elemzés hasznossága



2. ábra Nyitottság a modernizációra (saját szerkesztés)

1.4 Tűzvédelmi hatósági kérdőív eredményei

1.4.1 A válaszadók jellemzői

A harmadik célcsoportot a tűzvédelmi hatósági területen dolgozó szakemberek alkották. 9 fő válaszolt a hatósági kérdőívre. Ők jellemzően olyan ügyintézők, akiknek feladata a tűzvédelmi jogszabályok betartásának ellenőrzése, engedélyezési eljárások lefolytatása, szankcionálás. A válaszadók különböző beosztásokat töltenek be – volt köztük helyi szintű ügyintéző és megyei szintű vezető beosztású is. A szolgálati idejük tekintetében is változatos a kép: néhányan 5-10 éve vannak a pályán, míg mások 15-20 éves tapasztalattal rendelkeznek a hatósági munka terén. Mind a 9 szakember Bács-Kiskun vármegye területén végzi tevékenységét (bár többen más megyében is szolgáltak korábban, így van összehasonlítási alapjuk). A csoport tehát jól ismeri a megye tűzvédelmi sajátosságait mind jogalkalmazói, mind operatív szempontból. Jellemző, hogy többen közülük részt vesznek a lakosság tájékoztatásában és a prevenciós kampányokban is (pl. füstérzékelő-program népszerűsítése), ami arra utal, hogy a hatósági munka nem merül ki a szankciók alkalmazásában, hanem kiterjed a megelőzés segítésére is.

1.4.2 Kulcsfontosságú megállapítások

A helyi kockázatok kezelése és a megelőzés helyzete: A hatósági szakemberek válaszaiból kiderül, hogy nincs egységes, formalizált rendszer a települési szintű tűzveszélyesség nyilvántartására vagy kategorizálására. Arra a kérdésre, hogy „Létezik-e a szervezetüknél települési tűzveszélyességi kategóriarendszer vagy index?”, mind a 9 válaszadó nemmel felelt. Ez azt jelenti, hogy bár informálisan tisztában vannak az egyes járások/települések kockázati szintjével (hiszen ismerik a területüket), de nincs egy dokumentált, számszerűsített index vagy osztályba sorolás. Ennek hiányát többen problémaként említették, mondván, hogy egy térképes kockázati besorolás hasznos lenne a megelőzési erőfeszítések fókuszálásához. Ugyanakkor a jelenlegi gyakorlatban a hatósági munka főként reaktív: a beérkezett kérelmek, bejelentések, ellenőrzési tervek határozzák meg, hová jutnak el, nem pedig egy kockázatelemzés alapján priorizálnak. Például hiába tudják, hogy egy adott kistépülésen rossz az oltóvíz-ellátottság és messze van a tűzoltóság, nem feltétlenül kerül több erőforrás a megelőzésbe ott, mert nincs ilyen utasítás vagy stratégia. A megelőző tevékenységek kapcsán a válaszadók kiemelték, hogy a hatóság számos programot futtat (pl. lakossági fórumok, iskolai bemutatók), de ezek hatékonyságát nehéz mérni és fenntartani. Néhányan megjegyezték, hogy a tüzesetek számában nincs egyelőre látványos csökkenés, ami arra utal, hogy a megelőzés terén további erőfeszítések kellenek. A disszertációra nézve mindez alátámasztja, hogy az átfogó, adatalapú megyei kockázati index újdonságot jelentene, hiszen jelenleg nincs hasonló. A hatósági szakemberek reakciói alapján valószínűleg fogadókészek lennének egy ilyen eszközre, ami strukturáltan megmutatja, hol nagyobb a veszély. Ez segíthetne az erőforrások elosztásában is (pl. több ellenőrzés vagy tájékoztatás arra a településre, amely magasabb kockázati kategóriába esik).

1.4.3 Infrastrukturális kihívások

A hatósági válaszadók nagy hangsúlyt fektettek a Bács-Kiskun vármegyei infrastruktúra sajátosságaira, amelyek befolyásolják a tűzvédelmet. Szinte mindannyian megemlítették a hosszú vonulási távolságokat: a megye nagy kiterjedésű, sok apró településsel, így egy-egy tüzesethez sokszor 20-30 km-ről érkezik a hivatásos tűzoltó egység. Ez a késlekedés növelheti a tűzkárokat. Ezen túl kiemelték az oltóvíz hiányát bizonyos területeken: több

községben nincs megfelelő tűzcsap-hálózat, a nyílt kutak, víztározók pedig nem mindig biztosítanak elegendő vagy hozzáférhető vizet oltáshoz. A hatóság igyekszik előírni új létesítményeknél a vízforrások telepítését (pl. oltóvíztározók), de a meglévő településszerkezeten nehéz változtatni. Emellett a hatóságiak megemlítették a kiterjedt erdőségeket a megyében, amelyek erdőtűz esetén komoly erőpróbát jelentenek – ugyanakkor dicsérték, hogy a megyében jól működik az erdészetekkel való együttműködés, közös gyakorlatok is vannak. Néhány pozitív tényezőt is kiemeltek: például, hogy Bács-Kiskunban régóta erős a tűzvédelmi szakemberek közötti párbeszéd, rendszeresek a megyei szintű képzések, és hogy a hatóság kifejezetten jó kapcsolatot ápol a tervezőkkel, közösen keresve sokszor a megoldásokat. Ezen információk alapján a disszertáció készítésekor figyelembe vehető, hogy az objektív kockázati mutatók (mint pl. átlagos vonulási idő az adott településre, tűzcsapok száma/hiánya, erdősültség aránya) kiegészülnek szubjektív tapasztalatokkal is. A hatósági szakemberek megerősítették a tűzoltásvezetők és tervezők által is említett fő kihívásokat (távolság), így ez a kockázati index sarokkövei közé tartozik majd.

1.4.4 Szabályozási környezet és hatósági jogkörök

A hatósági kitöltők is véleményezték a szabályozást, bár némileg más aspektusból, mint a tervezők. Többen jelezték, hogy az utóbbi években történt szervezeti változások a hatósági hatáskörök szűküléséhez vezettek bizonyos területeken. Például régen a tűzoltóság gyakrabban tartott preventív ellenőrzéseket, ma viszont kevesebb erőforrás jut erre, inkább az adminisztratív eljárások dominálnak. Egy válaszadó ezt úgy fogalmazta meg, hogy „egyre kevesebb a lehetőségünk a terepen közvetlenül hatni, pedig ott lehetne a legtöbbet tenni”. Kritizálták továbbá, hogy a szabályozás olykor életszerűtlen: túl bürokratikus előírásokat tartalmaz, amelyeket a gyakorlatban nehéz betartatni, viszont fontos dolgokról nem rendelkezik. Fejlesztési javaslataik között szerepelt egy életszerűbb szabályozás kialakítása, külön kiemelve a lakóépületek tűzvédelmének javítását (mivel statisztikailag ott van a legtöbb halálos áldozat, mégis kevesebb a fókusz rajtuk, mint mondjuk az ipari üzemeken). Szükségnek tartanak a hatósági jogkörök átgondolását is – pl. hogy legyen lehetőség bizonyos magas kockázatú létesítmények soron kívüli ellenőrzésére, vagy hatékonyabb kényszerítő eszközök alkalmazására, ha ismétlődő hiányosságokat tapasztalnak. Többen javasolták a tűzvédelmi bírságok összegének emelését is, mert

jelenleg nem mindig elrettentő a mértékük (ez törvényi szintű kérdés, de fontos visszajelzés). Összegezve, a hatósági szakemberek is változásokat szorgalmaznak: az ő perspektívájukból a prevenció hatósági eszköztárának bővítése és a szabályok gyakorlatorientáltabbá tétele a fő üzenet. A kutatás számára mindez azt jelenti, hogy a javaslatok megfogalmazásakor célszerű kitérni az intézményi keretekre is – például javasolni a települési kockázati besorolás bevezetését a hatósági monitoringban, vagy a tűzvédelmi szabályozás olyan módosítását, ami a lakóépületek biztonságát növeli (pl. füstérzékelők kötelezővé tétele bizonyos kategóriákban, stb.). A hatóságok igénye, hogy a szabályozás támogassa és ne gátolja a munkájukat, találkozik a többi csoport által jelzett iránnyal, miszerint a valós kockázatokhoz igazodó rugalmasabb rendszer kell.

1.4.5 Fejlesztési javaslatok a hatósági szakemberektől

A nyílt kérdésben a hatósági kollégák több konkrét ötletet is megosztottak. (1) Települési kockázati térkép létrehozása: ahogy fentebb említettük, igény mutatkozik egy belső használatú kockázati térképre, ami segíti a munkájuk tervezését. (2) Prevenció erősítése: javasolták, hogy a katasztrófavédelem terjesszen ki bizonyos prevenciós programokat – pl. szén-monoxid érzékelő, füstérzékelő osztási akciók –, és ezekhez biztosítsanak forrást. (3) Jogszabály-módosítások: felmerült a lakóépületekre vonatkozó előírások szigorítása (mert jelenleg pl. egy családi ház építése szinte teljesen mentes a tűzvédelmi kontrolltól, holott ott is sok tűz van), továbbá az ellenőrzési jogkörök kiterjesztése. (4) Szervezeti fejlesztések: egy javaslat arra vonatkozott, hogy a tűzoltóság és a hatóság közti információáramlást erősítsék meg – pl. a tűzoltás során tapasztalt problémákról kapjon a hatóság automatikus jelzést, hogy utána ellenőrzést tarthasson az adott helyen. (5) Szemléletformálás: többen hangsúlyozták, hogy a lakosság és az önkormányzatok bevonása kulcsfontosságú; szükség lenne akár jogi eszközökkel kikényszeríteni bizonyos megelőző tevékenységeket (pl. kéményseprés, elektromos felülvizsgálat), mert önkéntes alapon ezek nem mindig történnek meg. Ezek a javaslatok azt mutatják, hogy a hatósági oldal is látja a rendszer gyenge pontjait és proaktív megoldásokat keres. A disszertációban ezeket az ötleteket érdemes figyelembe venni, hiszen a későbbi fejezet, amely a kockázatkezelési javaslatokat taglalja, beépítheti őket (pl. indítványozni lehet a települési kockázati index intézményesítését a hatósági monitoring részeként).

1.4.6 Részösszegzés – Hatósági szakemberek

A tűzvédelmi hatósági területen dolgozók nézőpontja erősen reflektál a gyakorlat realitására: ők szembesülnek a mindennapokban azzal, ha egy szabály nehezen alkalmazható, vagy ha egy településen sorozatosan probléma van (pl. sok szabálytalanul használt fűtő berendezés, illegális hulladéktüzelés stb.). Visszajelzéseik alapján Bács-Kiskunban a legfőbb kihívások az infrastruktúrából erednek (nagy távolságok, vízhiány), de a szabályozás és jogkörök finomhangolásával ezen kockázatok hatása mérsékelhető lenne. A csoport alapvetően nyitott az új módszerekre: nem utasítanak el egy GIS alapú kockázati rendszert, sőt igénylik azt, és javaslataik között is a modernizáció szerepel. Kritikusak a jelenlegi helyzettel, de konstruktív módon: konkrét ötleteket adtak a javításra (pl. bírságolás szigorítása, hatáskörök bővítése, lakossági prevenció erősítése). Mindez a disszertáció számára kettős tanulság: egyrészt igazolja, hogy a kutatás által kitűzött fejlesztési irányok (kockázati index, prevenció fókusz) valóban hiánypótlók; másrészt arra int, hogy az ajánlások megfogalmazásánál figyelembe kell venni a végrehajtás gyakorlati oldalát is (azaz biztosítani kell, hogy az új javaslatok illeszkedjenek a hatósági rendszerbe és támogatást élvezzenek a szakemberek részéről). A hatósági perspektíva integrálása biztosítja, hogy a disszertáció eredményei alkalmazhatók és fenntarthatók legyenek a későbbiekben a katasztrófavédelmi szervezetben.

1.5 Tűzoltásvezetői kérdőív eredményei

1.5.1 A válaszadók jellemzői

A tűzoltásvezetői kérdőívet 8 fő töltötte ki, mindannyian hivatásos tűzoltók, akik beavatkozás-irányítási tapasztalattal rendelkeznek. A válaszadók kivétel nélkül Bács-Kiskun vármegyében teljesítenek szolgálatot, különböző tűzoltóságok állományaiban. A csoport rendkívül tapasztaltnak mondható: a szakmában eltöltött idejük 15 évtől egészen 33 évig terjed. Négy válaszadó több mint 25 éves szolgálati múlttal bír, a többiek is legalább egy évtizede a pályán vannak. A legtöbbjük végigjárta a ranglétrát (beosztott tűzoltóból lett irányító), így személyes tapasztalatuk van a beavatkozási gyakorlat minden szintjéről. A földrajzi illetékességük lefedi a megye különböző részeit: van közöttük, aki egy kisebb városi tűzoltóságon dolgozik, más megyei jogú város hivatásos parancsnokságán, de valamennyien ismerik a megye tanyás vidékeit is. Több válaszadó

említette, hogy pályafutása során részt vett az ország más részein is nagyszabású beavatkozásokban (pl. fővárosi nagy tüzeseteknél, vagy szomszédos megyék erdőtüzeinél) – ez további összehasonlítási alapot ad számukra. A tűzoltásvezetők csoportja tehát a frontvonalai tapasztalatot hozza a kutatásba: ők találkoznak közvetlenül a tüzesetekkel, látják a megelőzés eredményét vagy hiányát a gyakorlatban, és tapasztalják a helyi adottságok hatását a beavatkozások kimenetelére.

1.5.2 Kulcsfontosságú megállapítások

A beavatkozások jellege és változásai: A tűzoltásvezetők beszámolóí szerint az utóbbi években változó tendenciák figyelhetők meg a tüzesetek jellegében. Többen említették, hogy gyakoribbá váltak a szabadtéri tüzek (nagy kiterjedésű vegetációtüzek, avartüzek), amit a klímaváltozás hatásaival és a megye klimatikus viszonyaival hoztak összefüggésbe. Bács-Kiskunban az elmúlt évek aszályos időszakai miatt megnőtt az erdő- és vegetációtüzek száma, különösen a Homokhátság területén. Ezzel párhuzamosan azt is kiemelték, hogy az ilyen tüzek oltása nagy erőket köt le és többnapos beavatkozásokat igényelhet, ami újfajta logisztikai kihívást jelent (pl. váltás biztosítása, vízutánpótlás a terepen). Az épülettüzek kapcsán megemlítették, hogy egyre több modern építőanyaggal találkoznak, amelyek viselkedése (pl. szigetelőanyagok égése, műanyag tetőfedések) más, mint a hagyományos anyagoké – ez a tűzoltás taktikáját is érinti. Az elektromos autók garázstüzei, a napelemrendszerek és az ipari méretű energiatárolók megjelenése szintén új kihívásként került szóba. Technológiai fejlődés: pozitívként értékelték, hogy a tűzoltóságnál is fejlődtek az eszközök (hőkamerák, erősebb szivattyúk, drónok a felderítéshez), de felhívták a figyelmet, hogy a megelőzésben is lépést kell tartani a technológiával (pl. lítium akkumulátorok tűzvédelme).

1.5.3 Helyi speciális kihívások

A tűzoltásvezetők nagyon konkrét helyismeretről tettek tanúbizonyságot a kérdésekre adott válaszokban. Szinte mindannyian kiemelték a már említett homokos terep problémáját: a megye egyes részein (különösen a Duna-Tisza közti homokhátságon) a laza homokos talaj miatt a tűzoltójárművek nehezen tudnak haladni, sőt el is akadhatnak. Ezt a terepviszonyt („posza homok”) specifikusan Bács-Kiskunra jellemző nehézségként említették, ami más megyékben kevésbé fordul elő. Emellett hangsúlyozták a tanyás településszerkezet

sajátosságait: a szétszórt tanyák messze vannak egymástól és az infrastruktúrától, ami nem csak a vonulást hosszabbítja meg, de a beavatkozás során is problémát jelent (pl. nincs közel víz, nincs cellás térerő kommunikálni). Az oltóvíz hiánya külterületen ismét visszatérő téma volt: több tűzoltásvezető hozott fel példát, hogy egy külterületi tűznél az elsődleges korlátozó tényező a víz, ugyanis az utánpótlást csak több km-ről, lajtos kocsival tudták megoldani. Megemlítették, hogy a megyében viszonylag kevés a természetes vízfolyás és ezek is gyakran kiszáradnak nyáron, így nem támaszkodhatnak folyóra vagy tóra minden esetben – ellentétben pl. dunántúli megyékkel, ahol több a víz. Ugyanakkor pozitívként szóltak arról, hogy létezik egy speciális térinformatikai alapú erdőtűz döntéstámogató térkép a megyében: az erdészetekkel együttműködve feltérképezték a kritikus erdőterületeket és az oda vezető utakat, vízvételi helyeket helyeket stb., ami sokat segít beavatkozáskor. A disszertáció számára mindez kiemeli, hogy a helyismereten alapuló adatok mennyire fontosak: a nagymértékben tűzveszélyes erdőterületek, a tanyaépületek – ezek olyan térképi adatok, melyeket be lehet építeni az indexbe. A tűzoltásvezetők tapasztalata igazolja, hogy e tényezők éles helyzetben befolyásolják a káreset kimenetelét, így a modellezésből nem hagyhatók ki. Továbbá az ő példáik rámutatnak, hogy a lokális tudást (mint az erdőtűz térkép) érdemes formalizálni és részben általánosítani: gyakorlatilag ők már készítettek egy kockázati térképet az erdőtűzekre, ami mutatja, hol a legkritikusabb. Az értekezés keretében javasolt települési kockázati index ennek egy kibővített, formalizált változata lehet, amely nem csak erdőtűzekre, hanem minden tüzeseti kockázatra kiterjed.

1.5.4 Tüzeseti tapasztalatok dokumentálása és visszacsatolása

A tűzoltásvezetők külön kitértek arra, hogyan történik (vagy nem történik) a beavatkozások utáni tapasztalatcsere. Többen sajnálattal jegyezték meg, hogy a szolgálatváltást követően a tanulságok megbeszélése nem mindig megoldott. Persze minden esetről készül jelentés, de ezek inkább formális adatok (időpontok, egységek) – a mélyebb elemzésre kevés a kapacitás. Ugyanakkor igény lenne rá: a válaszadók többsége egyetértett abban, hogy szükséges a tüzesetek utólagos kiértékelése, hogy tanulhassanak belőle (ezt összekapcsolták a tűzvizsgálat kérdéskörével is, miszerint, ha a tűzvizsgálat feltár valamit, arról a beavatkozók is értesüljenek, illetve fordítva, a beavatkozók információi jussanak el a vizsgálókhoz). A disszertáció integrált szemléletének ez központi eleme: a beavatkozás–

vizsgálat–megelőzés körforgás megvalósulásához a beavatkozási tapasztalatokat is megszerezni kell. A tűzoltásvezetők támogatnák például egy megyei szintű adatbázis létrehozását, ahol a nagyobb tüzek fő tanulságait összegzik és kereshetővé teszik. Sőt, felmerült, hogy magát a kockázati indexet is folyamatosan aktualizálni kellene a tűzeseti adatok alapján – pl. ha egy településen egy évben kiugróan sok tűz van, az növelje a kockázati szintjét a következő évre, jelezve a problémát. E gondolatok szorosan kapcsolódnak a kutatás céljaihoz: egy adatvezérelt modell nem statikus, hanem tanuló rendszer lehet, ami az új események fényében módosul. A tűzoltásvezetők inputja szerint a frontvonalon is van affinitás az adatok jobb kihasználására, csak jelenleg nincs meg hozzá a struktúra.

1.5.5 Fejlesztési javaslatok a tűzoltásvezetőkől

Az egyik fő téma a képzés és gyakorlat: javasolták a gyakoribb szituációs gyakorlatokat (pl. nagy erdőtüz imitációja), beleértve a különböző szervezetek közötti kooperációt is (erdészek, polgárőrség, vízügy stb.). Felvetették, hogy a tűzoltási taktikák fejlesztéséhez több kutatás és nemzetközi tapasztalat átvétele kell – itt említették az UL FSRI kutatásait pozitív példaként, amelyek új módszereket javasolnak a beltéri tüzek oltására (ezt ők maguk is figyelemmel kísérik). Azt is megjegyezték, hogy a megelőzés nem csak a hatóság dolga: jó lenne, ha a tűzoltók is jobban be lennének vonva a lakossági felvilágosításba, mert ők hitelesen tudnak beszélni a következményekről (ez persze erőforrás kérdése). Összességében a tűzoltásvezetők sok tekintetben egyetértettek a többi csoporttal a fő irányokban, csak ők a gyakorlati kivitelezés oldaláról közelítették meg. A kutatás számára az üzenet egyértelmű: a frontvonal visszajelzései nélkül a kockázatkezelési modell nem lenne teljes. Az ő javaslataik arra figyelmeztetnek, hogy hiába van jó szabály vagy index, ha a valóságban nem használják vagy nincs karbantartva. Így a disszertációban szereplő javaslatoknál érdemes kitérni a megvalósíthatóságra és arra, hogyan lesznek beépítve a mindennapokba (pl. javaslat egy rendszeres éves felülvizsgálatra a kockázati indexhez, ahol a tűzoltásvezetők és más szakemberek közösen áttekintik a friss adatokat).

1.5.6 Részösszegzés – Tűzoltásvezetők

A tűzoltásvezetők válaszaik autentikus képet nyújtanak arról, hogy a megelőzés és felkészültség hiányosságai hogyan mutatkoznak meg éles helyzetekben. A homokos terep,

vízhiány, hosszú vonulási idők – mind olyan tényezők, amelyek papíron talán kevésbé láthatók, de a gyakorlatban élet-halál kérdését jelenthetik egy tűznél. Az ő tapasztalataik megerősítik, hogy a Bács-Kiskunra jellemző kockázati tényezők valósak és számottevőek, ezért a disszertáció által javasolt indexben prioritást kell kapjanak. Emellett felhívták a figyelmet a folyamatos fejlődés szükségességére: a tűzoltóság tanulni akar a beavatkozásokból, nyitott az új módszerekre (legyen az dróntechnológia vagy új oltási taktika), csak rendszer kell hozzá. Ez összhangban van a kutatás integrált szemléletével, miszerint a tűzoltás, tűzvizsgálat és megelőzés szorosan összekapcsolódó lánc – a tűzoltás során nyert tapasztalat visszahat a megelőzésre, és így csökken idővel a beavatkozások száma illetve kockázata. A csoport üzenete lényegében az, hogy a gyakorlat hangját be kell csatornázni a stratégiai tervezésbe, különben a tervek nem lesznek reálisak. A disszertáció fejezetei ezt figyelembe véve építik majd fel a javaslatokat, kombinálva a frontvonal és a stratégiai szint perspektíváját.

1.6 Összehasonlító elemzés és átfogó szintézis

A fenti négy szakterületi csoport eredményeit áttekintve célszerű azonosítani a közös nevezőket és az esetleges nézetkülönbségeket is. A szakértői válaszok összevetése egy átfogó képet ad a magyar – és specifikusan a Bács-Kiskun vármegyei – tűzvédelem jelenlegi helyzetéről, kihívásairól és fejlődési irányairól.

1.6.1 Közös helyi kockázati tényezők

Mind a négy csoport erőteljesen kihangsúlyozta Bács-Kiskun vármegye sajátos adottságait. Szinte konszenzus alakult ki abban, hogy a nagy földrajzi távolságok és a gyenge infrastruktúra (oltóvízhálózat hiánya bizonyos helyeken) jelentik a legnagyobb kockázatot. A tűzvizsgálók, tervezők, hatóságiak és tűzoltásvezetők egyaránt említették a kiterjedt erdőterületeket és a szabadtéri tüzek kockázatát: a szakemberek tisztában vannak vele, hogy a megye erdős, növényzettel borított részei külön figyelmet igényelnek. A tanyás településszerkezet problémája is mindegyik csoportnál felbukkant, hiszen e sajátos magyar településtípus megyénkben gyakori, és tűzvédelmi szempontból hátrányos helyzetet teremt. A szakértők tehát egyetértésben vannak a fő veszélyeztető tényezők tekintetében: a vízhiány, távolság, külterületi kitettség hármasa a tűzvédelmi kockázat fő forrása Bács-Kiskunban. E közös megállapítás rendkívül fontos megerősítése a disszertáció kiinduló

hipotéziseinek, és azt jelenti, hogy a különböző szakmákban dolgozó szakemberek tapasztalatai egybevágóan jelölik ki a kockázatkezelés kritikus pontjait.



3. ábra Bács-Kiskun vármegye specifikus kockázatai (saját szerkesztés)

1.6.2 A „megelőzés–beavatkozás–vizsgálat” integrációjának hiánya

Szinte minden csoport érintette valamilyen formában azt a problémát, hogy a tűzvédelem különböző területei között nincs megfelelő tudásmegosztás és együttműködés. A tűzvizsgálók panasza, miszerint eredményeik nem épülnek be a megelőzésbe, párhuzamba állítható a tűzoltásvezetők észrevételeivel, miszerint a beavatkozási tapasztalatok sincsenek átadva a szabályozás felé. A hatósági szakemberek is utaltak arra, hogy kevesebb az interakció a terepmunka és az irodai munka között, mint kellene. Ez egy rendszerszintű hiányosság, amelynek kezelésére mindannyian igényt formáltak. A tűzvizsgálók és tűzoltásvezetők konkrétan kifejezték, hogy szeretnének visszacsatolást (az egyik a javaslatainak, a másik a beavatkozási élményeinek), a tervezők pedig azt hangsúlyozták, hogy a szabályozás jelenlegi állapotában nem hozza össze a feleket egy közös cél mentén (hiszen se a helyi kockázatok, se a mérnöki javaslatok nem jelennek meg benne). Szintézis: A szakértői csoportok együttesen a tűzvédelem fragmentált működésére világítanak rá, és egyben mind azt szorgalmazzák, hogy e fragmentumokat egyesíteni kell. Ez egybecseng a disszertáció hármas egységű koncepciójával – e gyakorlati igény adja meg a kutatás aktualitását és jelentőségét. Az integrált megközelítés hiányát minden oldalról megerősítették, így a fejlesztési javaslatok legitimációt nyernek.



4. ábra A megszakadt tudáskör (saját szerkesztés)

1.6.3 Szabályozás és kockázatalapú szemlélet

A felmérés talán legmarkánsabb közös üzenete a tűzvédelmi szabályozás fejlesztése iránti igény. A tervezők részletes javaslatokat fogalmaztak meg, de a tűzvizsgálók és hatóságok válaszaiból is kiolvasható, hogy a jelenlegi előírások nem optimálisan kezelik a valós kockázatokat. Különösen a helyi viszonyok figyelmen kívül hagyását említették – mindegyik csoport aláhúzta ennek fontosságát. A hatósági szakemberek szavaival "életszerűbb szabályozás" kell; a tervezők "kockázati alapú tervezést" sürgetnek; a tűzvizsgálók pedig azt mondják, a szabályoknak le kellene vonni a tanulságokat az esetekből. Ezek mind ugyanarra mutatnak rá: a jövő útja egy rugalmasabb, kockázatorientált szabályozási keret lehet. Fontos az is, hogy a csoportok javaslatai sok átfedést mutatnak: pl. a kockázati kategóriák bevezetését a hatóságok és tervezők is felvetették; a sprinkler rendszerek felügyeletének szigorítását szintén (utaltak rá mindkét oldalról); a lakóépületek védelmének erősítése a hatóság és a tűzvizsgálat oldaláról is elhangzott. Ez arra utal, hogy a szakmában valójában megvan a konszenzus a főbb változtatandó területekről. A disszertáció számára ez kiváló alapot ad: a szakirodalmi háttér és nemzetközi kitekintés mellé immár hazai szakértői konszenzus is társul a kockázatkezelés irányairól. Az értekezés végkövetkeztetéseiben így hivatkozni lehet arra, hogy a javasolt intézkedések (pl. települési kockázati index bevezetése, OTSZ fejlesztése, tűzvizsgálati feedback mechanizmus) nem pusztán elméleti újítások, hanem a gyakorlat szereplőinek véleményével egybeváogó szükségszerű lépések.

1.6.4 Eltérő perspektívák és prioritások

Természetesen a négy csoport különböző feladatköréből adódóan akadnak hangsúlybeli különbségek. Például a tűzvizsgálók a tűz ok-okozati oldalát emelték ki (emberi tényező, technikai hibák), míg a tűzoltásvezetők inkább a beavatkozás feltételeire koncentráltak (víz, távolság, eszközök). A tervezők a jövőbeli fejlesztések (innováció, mérnöki szabadság) iránti igényüket domborították ki, a hatóságok pedig a jelenlegi rendszerszintű akadályokat (jogkörök, bírságok, erőforrások hiánya) részletezték. Ezek a különbségek azonban nem ellentmondások, inkább komplementer nézőpontok. Egyik csoport sem cáfolta a másik megállapításait; inkább arról van szó, hogy mindenki hozzátette a maga “színét” a teljes képhez. Így kaptunk egy 360 fokos értékelést: a tűz megelőzés elméleti háttérétől kezdve (okok, hajlamosító tényezők), a beavatkozás gyakorlati realitásain át, a szabályozási keretekig bezárólag.

1.6.5 Szintézis

Az eltérő fókuszú javaslatokat integrálva kirajzolódik egy komplex kockázatkezelési stratégia képe, amely megelőzési intézkedéseket, szabályozási reformot és operatív fejlesztéseket egyaránt tartalmaz. A disszertációnak éppen ez a célja: egy ilyen komplex stratégia megalapozása. A kérdőíves kutatás eredményei azt demonstrálják, hogy a valóságban sincs “egycsapásos” megoldás, hanem több fronton kell egyszerre előrelépni – és szerencsére mindegyik fronton vannak is konkrét ötletek a szakemberek részéről.

1.6.6 A disszertáció relevanciája és a szakértői támogatottság

Végül fontos kiemelni, hogy a szakértői válaszok egyértelműen igazolják a doktori kutatás relevanciáját. Mind a négy csoport problémalistája és javaslatcsokra azt mutatja, hogy létező igény van egy átfogó, innovatív megoldásra a tűzvédelem terén – pontosan arra, amire a kutatás törekszik. A szakemberek részéről megfogalmazott kritika és igény az integrált, adatvezérelt megközelítésre egyfajta alulról jövő megerősítése annak, hogy a disszertáció témaválasztása helyes. Sőt, a kérdőív eredményei alapján az is látszik, hogy a majdani ajánlások várhatóan elfogadó közegbe érkeznek: a tűzvédelem szereplői nyitottak a változásra, várják a jobb eszközöket és szabályokat. Ez a felismerés fontos, hiszen egy tudományos munka értékét nagyban növeli, ha annak eredményei a gyakorlatban is alkalmazhatók. Jelen esetben a gyakorlati szakemberek már előre jelzik, hogy szükségük

van azokra az eredményekre (kockázati indexre, javaslatokra), amelyeket a kutatás ki fog dolgozni.

- ✓ **Kockázatalapú szabályozás:** A helyi, valós kockázatokhoz igazodó, rugalmasabb rendszerre van szükség.
- ✓ **Települési kockázati index:** Egy objektív rendszer segítés az erőforrások fókuszálását és a megelőzés tervezését.
- ✓ **A lakóépületek biztonsága:** Szigorúbb kontroll és a lakosság tájékoztatása szükséges.
- ✓ **Intézményesített tudásmegosztás:** Formalizált csatornákat kell létrehozni a tanulságok visszacsatolására.

5. ábra Fejlesztési javaslatok (saját szerkesztés)

1.6.7 Részösszegzés – Összehasonlító elemzés

Összefoglalva, a négy célcsoport kérdőíves vizsgálata feltárta a közös problémákat (infrastruktúra hiányosságai, integráció hiánya, szabályozás merevsége) és a közös vágyott irányokat (kockázatalapú megközelítés, kommunikáció javítása, modernizáció). Ugyanakkor rávilágított a különböző perspektívákból fakadó specifikus észrevételekre is, melyek egymást kiegészítve adnak teljes képet. Ez az elemzés megalapozza a következő fejezetekben kidolgozandó kockázatkezelési modellt és javaslatcsomagot, biztosítva, hogy az minden érintett terület szempontjait figyelembe vegye. A szakértői konszenzus és eltérő nézőpontok integrálása egyaránt hozzájárul ahhoz, hogy a disszertáció eredményei tudományosan is megalapozottak és a gyakorlatban is hatékonyak legyenek.

1.7 Részösszefoglalás

A fejezetben bemutatott kérdőíves kutatás rávilágított arra, hogy a tűzvédelem különböző területein dolgozó szakemberek – tűzvizsgálók, tűzvédelmi tervezők, hatósági szakemberek és tűzoltásvezetők – meglepően egybecsengően látják a rendszer kihívásait és a szükséges fejlődési irányokat. A válaszok alapján Bács-Kiskun vármegye tűzvédelmi helyzetképét a következő kulcsmegállapítások jellemzik:

Helyi sajátosságok jelentős hatása: A nagy földrajzi távolságok, a külterületi tanyák, az oltóvíz-ellátottság hiányosságai és az erdős területek együttesen magas kockázati szintet eredményeznek. E tényezők mind a megelőzés, mind a beavatkozás eredményességét

befolyásolják, és a szakemberek egyhangúlag fontosnak tartják figyelembevételüket a jövőbeni tervezésben.

Integrált szemlélet hiánya: Jelenleg nincs megfelelő mechanizmus a tűzvizsgálatok eredményeinek visszacsatolására a megelőzésbe, sem a tűzoltási tapasztalatok szisztematikus megosztására. Ez a „tanuló kör” megszakadása a rendszer hatékonyságát csökkenti. A szakemberek igénye egyértelmű: szorosabb együttműködés kell a megelőzés, beavatkozás és vizsgálat hármasa között.

Szabályozási és módszertani reform szükségessége: A jelenlegi tűzvédelmi szabályrendszerrel szemben erős kritika fogalmazódott meg. A valós kockázatokhoz igazodó, rugalmasabb, mérnöki tudást jobban hasznosító szabályozást sürgetnek a válaszadók. A kockázatalapú tervezés elve és a települési kockázati kategóriák bevezetése visszatérő javaslat volt, csakúgy, mint az OTSZ és TvMI-k korszerűsítése.

Szakmai konszenzus a fejlesztési irányokról: A különböző szakterületek javaslatai között jelentős átfedés van, ami azt jelenti, hogy a tűzvédelem szereplői között valójában konszenzus körvonalazódik bizonyos megoldások támogatásáról (például a prevenció erősítése, bírságolás szigorítása, új irányelvek kidolgozása, indexrendszer bevezetése). Ez kedvező alapot teremt a disszertáció ajánlásainak későbbi gyakorlati megvalósításához.

A kutatás hipotéziseinek alátámasztása: A felmérés eredményei megerősítették a dolgozat fő hipotéziseit. A szakemberek tapasztalatai szerint a súlyos tüzesetek okai gyakran visszavezethetők ismétlődő, megelőzhető tényezőkre (emberi mulasztás, műszaki hibák), ami nemzetközi összehasonlításban is hasonló mintázatot mutat. Ez igazolja a nemzetközi jó gyakorlatok hazai adaptálásának szükségességét – például a Firewise program vagy a NFPA kockázatsökkentő standardok alkalmazása iránt is nyitottság mutatkozott. Ugyanígy, a helyi sajátosságok számszerűsítésének igénye is egybeesik azzal a feltevessel, hogy a térinformatikai és statisztikai módszerekkel sokat lehet javítani a kockázatbecslés pontosságán.

A kérdőíves vizsgálat célja nem csupán a tapasztalatok begyűjtése volt, hanem egyfajta informális konszenzusformáló szerepet is betöltött. Ez a megközelítés módszertanilag rokonítható a Delphi-technikával, amely iterált, szakértői vélemények strukturált gyűjtésére épül.

Bár jelen kutatásban nem valósult meg formális Delphi-kör (többszöri visszacsatolással), az adatelemzés során többféle szakértői réteget (tűzoltók, hatósági szakemberek, tervezők, vizsgálók) vontam be, ami lehetővé tette a gyakorlati és normatív szempontok integrációját. Hasonló szakértői alapú értékelést alkalmazott Nuthammachot és Stratoulas [46] erdőtűzkockázati modelljükben, ahol az Analytic Hierarchy Process (AHP) súlyozást GIS-alapú térinformatikai értékeléssel kombinálták. Az ott bemutatott módszertani elv – a különböző tényezők közötti súlyarányok konszenzusos kialakítása – megerősíti, hogy a szakértői súlyozás valid módszertani eszközként alkalmazható a tűzkockázati modellekben, különösen, ha több komponensből álló indexrendszerrel van szó.

Összefoglalva, a kérdőíves kutatás eredményei értékes és közvetlenül felhasználható inputot nyújtanak a disszertáció következő fejezeteihez. A szakemberek visszajelzései alapján kirajzolódott problémakép és fejlesztési irány biztosítja, hogy a Bács-Kiskun vármegyei tűzvédelmi veszélyeztetettségi index tervezése és a kockázatkezelési javaslatok valós igényeken és tapasztalatokon alapuljanak. A fejezet tanulságai azt is mutatják, hogy a tűzvédelmi közösség készen áll az innovatív, integrált megoldások befogadására, melyek a „megelőzés–beavatkozás–vizsgálat” egységes rendszerébe illeszkednek. A disszertáció így egy olyan komplex javaslatrendszer kidolgozását folytathatja, amely mögött ott áll a tűzvédelmi szakemberek támogatása, és amely reálisan hozzájárulhat a tűzbiztonság növeléséhez Bács-Kiskun vármegyében.

1.8 A kérdőíves kutatás javaslatainak integrálása a disszertáció modelljébe

A kérdőíves kutatás nem csupán a tűzvédelmi helyzet empirikus feltárását szolgálta, hanem iránytűként is funkcionált a veszélyeztetettségi modell és az értekezés fejlesztési javaslatainak kidolgozásában. A szakértői csoportok – tűzvizsgálók, tervezők, hatósági szakemberek és tűzoltásvezetők – visszajelzései számos ponton közvetlenül beépültek az indexkomponensek meghatározásába, a modellezési megközelítésbe és az ajánlások kidolgozásába.

A településszintű tűzvédelmi veszélyeztetettségi index (TTVI) struktúrája több olyan tényezőt tartalmaz, amelyekre a válaszadók egyértelműen felhívták a figyelmet. A hosszú vonulási idők és az oltóvíz-ellátottság hiányosságai a legtöbb válaszadó által említett kockázatok közé tartoztak, ezekre válaszul készült el az Elérési Index (EI), valamint a

vegetációs kitettséget számszerűsítő VKI komponens. Ugyancsak fontos visszajelzésként jelent meg az infrastrukturális elmaradottság és a tanyás külterületek tűzvédelmi kihívása, amely a területi kockázati zónák súlyozásában játszott szerepet.

A szabályozási környezet reformja iránti igény a kérdőívek egyik legmarkánsabb üzenete volt, különösen a tervezők és hatóságok részéről. Ennek alapján a disszertáció ajánlásokat fogalmaz meg az OTSZ és TvMI rendszerének korszerűsítésére, beleértve a településspecifikus kockázati kategóriák bevezetésének lehetőségét. A modellezés során figyelembe vettem a szabályozás által nem kezelt, de a gyakorlatban jelentkező kockázati tényezőket, például a külterületi vízforrások hiányát, az erdei interfész-zónák sajátosságait, vagy az építési hibákból fakadó tűzkockázatokat.

A tűzoltók és vizsgálók visszajelzései alapján kirajzolódott az az igény, hogy a tűzeseti tapasztalatok rendszerszintű visszacsatolása szükséges a prevenció és a tervezés irányába. A dolgozat ennek érdekében javasolja egy olyan intézményesített feedback-mechanizmus kialakítását, amely biztosítja, hogy a tűzvizsgálati és beavatkozási adatok strukturált módon visszahatnak a kockázatértékelésre – akár a TTVI évenkénti frissítése révén.

A szakértők több helyen kiemelték a technológiai és módszertani fejlődés szükségességét, ideértve a térinformatikai modellek, tűzszimulációk, döntéstámogató rendszerek és digitális dokumentáció alkalmazását. A disszertáció ennek megfelelően GIS-alapú elemzéseket, térképi fedvényeket és súlyozott indexeket alkalmaz, amelyek hosszú távon beépíthetők a gyakorlatba is. E fejlesztési irányok közvetlenül kapcsolódnak a tervezői és tűzoltói csoport által említett új generációs eszközök (pl. drónfelderítés, szimuláció) alkalmazásához.

Végül kiemelendő, hogy a szakértői visszajelzések szerint a lakóépületek alacsony tűzvédelmi szintje, különösen a füstérzékelők elterjedésének hiánya és az elavult elektromos hálózatok állapota, jelentős és visszatérő probléma. Ez az LTKP (Létesítményalapú Tűzvédelmi Kockázati Pontszám) kialakításában, illetve az érintett célcsoportok felé irányuló javaslatcsomagokban (pl. ösztönzők, támogatott programok, hatósági kampányok) kapott hangsúlyt.

A kérdőíves kutatás tehát túlmutatott az adatgyűjtés szerepén: szakértői konszenzusként megalapozta a disszertáció kockázatértékelési és javaslattevési keretrendszerét. Az

értekezés ajánlásai így nemcsak elméleti igényeket tükröznek, hanem a tűzvédelmi szakma gyakorlati elvárásaira és tapasztalataira is válaszolnak. A kérdőíves szakértői vélemények disszertációbeli megfeleltetését táblázatos formában a 2. melléklet tartalmazza.

2. A tűzeseti adatok és tapasztalatok nemzetközi gyűjtése, feldolgozása és hasznosítása

2.1 Bevezetés

A tűzeseti adatok nemzetközi és hazai gyűjtésének, feldolgozásának és hasznosításának bemutatása szorosan kapcsolódik az értekezés azon céljához, hogy adatvezérelt, tudományosan megalapozott veszélyeztetettségi modellt hozzon létre. Ez a fejezet kontextust teremt a helyi (Bács-Kiskun vármegyei) elemzésekhez, megmutatva, hogy a nemzetközi tapasztalatokból levont tanulságok miként illeszthetők be a hazai gyakorlatba. A tűzeseti adatgyűjtési rendszerek példái (NFIRS, CTIF, EM-DAT) a kockázatkezelési fejezetek módszertani hátterét is erősítik, továbbá a tűz megelőzési, beavatkozási és szabályozási fejezetekben megjelenő javaslatok megalapozását szolgálják.

A tűzeseti tapasztalatok tudományos igényű, rendszerezett gyűjtése és feldolgozása az utóbbi évtizedekben világszerte a tűzvédelem és a katasztrófavédelem egyik kulcskérdésévé vált. Nemzetközi példák sora igazolja, hogy a múltbeli tüzesetekből levont tanulságok, valamint az ezekhez kapcsolódó tapasztalatok központi elemzése jelentősen hozzájárul a tűz megelőzési, tűzoltási és tűzvizsgálati gyakorlat fejlődéséhez, a jogszabályok korszerűsítéséhez, valamint a lakosság és a beavatkozó állomány védelméhez egyaránt [66], [67]. Különösen az olyan rendszerek, mint az amerikai NFIRS vagy az európai CTIF statisztikák mutatják meg, milyen mértékben lehet a strukturált adatelemzésre építeni megelőzési és válaszadási stratégiákat [66], [68]. A megfelelően strukturált, hosszú távon is fenntartható adatgyűjtés és a kapcsolódó visszacsatolás révén olyan bizonyítékalapú rendszerek jönnek létre, amelyek a döntéshozók, a szakma és a társadalom számára is képesek kézzelfogható eredményeket hozni [69].

Az adatok gyűjtésének, feldolgozásának és hasznosításának gyakorlata jelentős különbségeket mutat országonként és régiónként, ugyanakkor számos alapelv és jó gyakorlat azonosítható. Ezek közé tartozik az adatok országos szintű standardizálása, a központi elérhetőség biztosítása, valamint a tapasztalatok visszacsatolása a képzésekbe,

szabályozásokba és lakossági tájékoztató programokba [68]. E jó gyakorlatok közös jellemzője, hogy hosszabb távon hozzájárulnak a tűzvédelmi reziliencia növeléséhez, és egy tanuló, adaptív biztonságkultúra alapjait teremthetik meg [67], [68].

2.2 Amerikai rendszerek – a szervezett tűzeseti adatgyűjtés mintája

Az Egyesült Államok a világ egyik legkomplexebb és legnagyobb léptékű tűzeseti adatgyűjtő, -feldolgozó és -hasznosító rendszerét működteti, amelynek alapjait az NFPA (National Fire Protection Association), az NFIRS (National Fire Incident Reporting System), valamint az UL FSRI (UL Fire Safety Research Institute) szervezetei teremtették meg. Ezek az intézmények együttműködve hozzák létre azt a tudásbázist, amely a tűzoltóságok, a döntéshozók és a lakosság számára is biztosítja a naprakész, részletes tűzeseti információkat és tanulságokat [70].

NFIRS – az országos tűzeseti adatbázis

Az NFIRS az Egyesült Államok legnagyobb és legrégebbi tűzeseti adatbázisa, amelybe évente több mint egymillió tűzeseti jelentést töltenek fel a helyi, állami és szövetségi tűzoltóságok [71]. Az adatgyűjtés részletes, standardizált űrlapok segítségével történik; ezekben minden egyes eseményt – lakástűz, erdőtüz, ipari tűz, gépjárműtüz, műszaki mentés – külön kódrendszer alapján rögzítenek. Az NFIRS rendszere a tűz keletkezésének körülményeitől kezdve, a beavatkozás folyamatán át, az okozott kár és sérülések adataiig minden lényeges információt egységesen, országos adatstruktúrában tárol [72].

Az NFIRS egyik legnagyobb erőssége, hogy nemcsak az egyes tűzesetek helyi és regionális szintű elemzésére alkalmas, hanem nagy országos trendek, veszélyeztetettség mintázatok, valamint kockázati tényezők feltárására is. A rendszer működésének hatékonyságát növeli, hogy az adatminőség biztosítása érdekében minden jelentés átesik egy validálási eljárásen, amely a pontosságot és teljességet ellenőrzi [73]. Az adatokból évente országos statisztikák, tematikus tanulmányok, célzott prevenciós programok, de akár jogszabályi változtatások is születnek [73].

NFPA – szabványosítás, kutatás és prevenció

Az NFPA elsősorban szabványalkotó szervezet, de meghatározó szerepet tölt be a tűzeseti adatgyűjtés és tapasztalat-feldolgozás területén is. Rendszeresen kiadott jelentéseik és

kutatásaik (pl. NFPA Research, Firewise USA) a tüzesetek országos és regionális trendjeit, az ok-okozati összefüggéseket és a legsúlyosabb esetekből levont tanulságokat dolgozzák fel [74]. A szervezet által gondozott szabványok, például az NFPA 1300, kötelezővé teszik a közösségi kockázatelemzést és a prevenciós tervek készítését, melyhez elengedhetetlen a releváns és megbízható tüzeseti adatok felhasználása [16].

A Firewise USA program kiemelt hangsúlyt fektet az erdőtűz-kitettség csökkentésére, és a lakossági/közösségi részvételre épít, rendszeresen elemzi a jelentős tüzek tapasztalatait, hogy azokat beépítse a megelőzési programokba [75]. A program eredményességét alátámasztja, hogy az elkötelezett közösségekben jelentősen csökkent az ingatlanvesztés kockázata.

UL FSRI – tudományos tapasztalat-feldolgozás és tanulságközlés

A UL Fire Safety Research Institute a tüzesetekből származó tapasztalatokat tudományos alapon dolgozza fel, fókuszált vizsgálatok, esetelemzések és kísérleti kutatások révén. Kiemelkedő eredményük, hogy a lakástüzeknél alkalmazott új taktikai eljárásokat (pl. zárt ajtó alkalmazása, kontrollált szellőztetés) laboratóriumi és valós tüzesetekből származó adatok összevetésével igazolták [76]. Ezek a kutatások egyértelműen igazolták, hogy a hő és füst terjedésének kontrollja életmentő hatású lehet, különösen alvó vagy menekülni képtelen személyek esetén [76], [17].

E kutatások eredményei közvetlenül beépülnek az NFPA új generációs (pl. 1700-as) tűzoltási szabványaiba, valamint a tűzoltóképzési anyagokba is [17].

Az amerikai gyakorlatban a tüzeseti adatok széleskörűen hasznosulnak:

országos és helyi szintű kockázatelemzésekben,

jogszabály- és szabványalkotásban,

a tűzoltók szakmai képzésében,

prevenciós kampányok tervezésében,

valamint a lakosság tájékoztatásában és bevonásában [77].

A rendszer szilárd alapját az egységes adatgyűjtés, a nagy adatbázisok elemzése, valamint a visszacsatolás intézményesített gyakorlata jelenti. Ez egyben lehetővé teszi a nemzetközi

összehasonlításokat és a tudományosan megalapozott beavatkozások, prevenciós stratégiák kialakítását is [78]. Az NFIRS, az NFPA és az UL FSRI közötti együttműködés modellértékű példája annak, hogyan tud a tűzeseti tapasztalatok strukturált feldolgozása közvetlenül hatással lenni az operatív és stratégiai szintű döntésekre.



6. ábra A tudás “tűzet olt” (saját szerkesztés)

2.3 Európai rendszerek – harmonizáció és tanulságalapú fejlődés

Az európai országok tűzvédelmi rendszerei sokszínűek, ám egyre hangsúlyosabb a közös módszertani alapok és a nemzetközi harmonizáció igénye. Ebben kiemelt szerepe van a CTIF-nek (Comité Technique International de Prévention et d’Extinction du Feu), amely egységes tűzstatisztikai és tapasztalat-feldolgozási ajánlásokat fogalmaz meg, valamint a tagországok – így különösen Németország, az Egyesült Királyság és Ausztria – saját nemzeti rendszereinek, amelyek a tanultakat és a központi elemzéseket folyamatosan visszacsatolják a gyakorlatba [79].

CTIF – nemzetközi tűzstatisztikai ajánlások

A CTIF egyik fő célkitűzése a nemzetközi tűzeseti statisztikák egységesítésének előmozdítása és a tapasztalatok nemzetközi megosztása. A World Fire Statistics (WFS) jelentéseiben közel 80 ország tűzeseti, halálozási, sérülési és beavatkozási adatait gyűjti össze és teszi összehasonlíthatóvá [80]. A CTIF rendszeresen frissíti módszertani útmutatóit, amelyek lefedik az adatgyűjtési és értelmezési definíciókat (pl. mi számít

lakástűznek, halálos tüzesetnek, stb.), ezzel is támogatva a nemzeti rendszerek harmonizációját és a releváns kutatások megalapozását [81].

A CTIF statisztikái nem csupán összehasonlíthatóvá teszik az egyes országok tűzvédelmi helyzetét, hanem segítenek azonosítani a rendszerszintű eltérések okait is – például a bejelentési küszöbök, lakásdefiníciók vagy halálokok eltérő értelmezését [79], [81]. A szervezet fórumot biztosít a tagországok számára, hogy a súlyos vagy rendkívüli tüzesetek tanulságait (például tömeges áldozatokat követelő tragédiák, új technológiai kihívások) egymással megosszák, értékeljék, és közös ajánlásokat fogalmazzanak meg. Ez a tanulási folyamat a nemzetközi tapasztalatok integrálásával növeli az egyes országok védelmi képességét [82].

Németország – Brandstatistik és mikrocenzus-alapú adatgyűjtés

Németországban a tűzoltósági adatgyűjtés szövetségi szinten évtizedekig decentralizált volt, az utóbbi években azonban a vfdb (Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes) koordinációjával egy központi, egységes statisztikai program indult [83]. Ez a rendszer – amelyhez több mint 5000 tüzeseti adatot tartalmazó mintavételes adatbázis tartozik – lehetővé teszi a kockázati tényezők, a beavatkozási minták és a tűzvédelmi intézkedések (pl. beépített tűzoltó és tűzjelző berendezések) hatékonyságának mélyreható elemzését [84].

A német adatgyűjtési program nemcsak az incidensek típusát, hanem a körülményeket, az emberi viselkedésformákat és az épített környezet jellemzőit is rögzíti, lehetővé téve az ok-okozati viszonyok elemzését. A Brandstatistik eredményeit a német tűzvédelmi szabályozás és a szakmai ajánlások rendszeresen beépítik, valamint a biztosítók, laboratóriumok és egyéb szakmai partnerek adataival kiegészítve átfogó képet adnak a nemzeti tűzvédelmi helyzetről [85].

A német gyakorlat különlegessége a tanulságok dokumentálása és visszacsatolása: minden nagyobb, rendkívüli vagy szakmailag tanulságos esetről részletes esettanulmány készül, amelyeket szakmai folyóiratokban, országos konferenciákon vagy online adatbázisokban osztanak meg. Ezeket az esettanulmányokat nemcsak a hivatásos tűzoltóságok, hanem az önkéntes egységek is használják a képzéseik során, így biztosítva a tanulságok széles körű hasznosítását [86].

2.4 Ausztrál rendszerek – katasztrófákból tanuló társadalom

Ausztrália földrajzi és klimatikus sajátosságai miatt különösen kitett a nagy kiterjedésű bozóttüzeknek, ezért a tűzeseti adatok gyűjtése, megosztása és a tanulságok hasznosítása kiemelt nemzeti prioritás [87]. Az Australian Institute for Disaster Resilience (AIDR) és a kapcsolódó kutatóintézetek olyan országos adatbázisokat és tudásmegosztó platformokat hoztak létre, amelyek túlmutatnak a hagyományos tűzoltósági statisztikákon: ezekben a nagyobb katasztrófák minden részlete, az okozott károktól a beavatkozási taktikáig rögzítésre kerülnek [87].

Az AIDR Knowledge Hub például egy mindenki számára hozzáférhető, interaktív térképes adatbázis, amelyen keresztül időben és térben visszakereshetők a jelentős bozóttüzek, azok főbb jellemzői (helyszín, áldozatok, anyagi kár, lefolyás) és a hozzájuk kapcsolódó hivatalos vizsgálati jelentések [88]. Az adatbázis különlegessége, hogy a katasztrófhelyzetek dokumentálása nem kizárólag operatív nézőpontból történik, hanem figyelembe veszi a társadalmi, környezeti és intézményi szempontokat is. A „bushfire data commons” kezdeményezés célja, hogy a meteorológiai, erdészeti, vészhelyzeti és akadémiai adatok egyetlen integrált, kutatható platformon jelenjenek meg, támogatva a gyors döntéshozatalt és a tudományos kutatást is [89].

Az ausztrál rendszer erőssége, hogy a jelentősebb tűzesetek után rendszerint független vizsgálatok (pl. királyi bizottságok, Royal Commission) történnek, amelyek részletesen elemzik a bekövetkezett eseményeket, majd ezek tanulságait az AIDR szervezésében strukturáltan rögzítik és országosan megosztják [87]. Az ilyen tanulásgmenedzsmentre épülő megközelítés közvetlenül hat a katasztrófavédelmi protokollok, a lakossági tájékoztató programok és a stratégiai tervezés tartalmára egyaránt [90].

A tanulságok nemcsak a szakmai szabályozásba, hanem a lakossági oktatásba, közösségi megelőző programokba és a nemzeti katasztrófavédelmi stratégia megújításába is beépülnek. Így az ausztrál gyakorlat példaértékű abban, hogyan lehet a közösségi tudásmegosztást és a tapasztalatok rendszerszintű beépítését intézményesíteni [88], [90].

2.5 Globális adatrendszerek – EM-DAT, WHO és a világtrendek

A tűzeseti és katasztrófaadatok világméretű összehasonlíthatósága szempontjából kiemelkedő jelentőségű az EM-DAT (Emergency Events Database), amely mintegy 120 évre visszamenőleg több mint 26 000 jelentős természeti és technológiai katasztrófa, köztük számos nagy erdő- és várostűz adatait tartalmazza [91]. Az adatbázist a Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) üzemelteti, és a benne szereplő események közös kritériumok – például minimum tíz halálos áldozat, vagy jelentős anyagi kár – alapján kerülnek nyilvántartásba, ezáltal elősegítve az összehasonlíthatóságot és az egységes kockázati profilalkotást [91].

Az EM-DAT célja, hogy globális szinten segítse a döntéshozókat, kutatókat és fejlesztéspolitikát tervező szervezeteket a katasztrófák okozta károk nyomon követésében, azonosítsa a veszélyeztetett régiókat, valamint támogassa a prevenciót és az erőforrás-allokációt [92]. Az adatbázis nyilvános hozzáférhetősége lehetővé teszi, hogy kutatások, kormányzati tervek és nemzetközi stratégiák is hivatkozási alapként használják a benne szereplő történelmi trendeket. Az EM-DAT különlegessége, hogy nemcsak a bekövetkezett események adatait tartalmazza, hanem az emberi, gazdasági és infrastrukturális hatások értékelését is lehetővé teszi [91], [92].

A WHO (World Health Organization) külön programokat és adatbázisokat tart fenn a tűzesetek okozta sérülések és halálozások nyomon követésére, kiemelt figyelmet fordítva a fejlődő országok helyzetére [93]. Az égési sérülések és tűzhalálozások éves becslései, valamint a "Global Burn Registry" kezdeményezés révén nemcsak epidemiológiai adatok, hanem megelőzési és oktatási ajánlások is eljutnak a döntéshozókhoz és egészségügyi szakemberekhez [94]. A WHO célja, hogy a tűzesetek közegészségügyi dimenzióját láthatóvá tegye, különösen olyan országokban, ahol a statisztikai infrastruktúra hiányos, de a sérülések és halálozások aránya magas [93].

A globális szintű adatgyűjtés előnye, hogy lehetővé teszi az olyan hosszú távú trendek elemzését, mint például a lakóépület-tűzekből fakadó halálesetek csökkenése a fejlett országokban, vagy éppen a bozóttűzek számának, súlyosságának változása az éghajlatváltozás tükrében [91], [92]. Ezek a trendek alapul szolgálnak az ENSZ, a

Világbank és a nemzeti kormányzatok megelőzési stratégiáihoz, finanszírozási programjaihoz és a társadalmi tudatosság növelését célzó globális kampányokhoz is.

2.6 Részösszegzés - nemzetközi jó gyakorlatok

A bemutatott rendszerek alapján egyértelmű, hogy a sikeres tüzeseti adatgyűjtés, feldolgozás és hasznosítás néhány közös elven nyugszik. Ezek a következők:

(1) Egységes, szabványosított adatgyűjtés: minden vezető rendszer alapja a standardizált, országosan (vagy nemzetközileg) egységes adatrögzítés, amely összehasonlíthatóvá és elemzésre alkalmassá teszi a különböző eseményeket [66], [79], [87]. A strukturált, gépileg feldolgozható jelentések alapot adnak nemcsak a statisztikai kiértékelésre, hanem a prediktív modellezésre és kockázati térképek készítésére is [73], [80].



7. ábra A sikeres adatkezelés elvei (saját szerkesztés)

(2) Központi, hozzáférhető adatbázisok: az adatok egyetlen – jól strukturált és kereshető – központi rendszerben gyűlnek össze (pl. NFIRS, IRS, AIDR Hub, EM-DAT), biztosítva a szakmai és döntéshozói hozzáférést, az átláthatóságot és a kutatási lehetőségeket [69], [78], [88], [91]. A nyílt adatpolitika különösen fontos az akadémiai és fejlesztési környezetben, ahol a transzparens hozzáférés jelentős versenyelőnyt jelenthet [92].

(3) Szisztematikus visszacsatolás a gyakorlatba: a tűzeseti tapasztalatokat rendszeresen visszacsatolják a tűzoltói kiképzésbe, az operatív eljárásrendekbe, valamint a prevenciós kampányok és szabályozási javaslatok megalkotásába (pl. UL FSRI kutatások, brit National Operational Learning) [76], [17], [82], [90]. Ez a megközelítés biztosítja, hogy az új ismeretek gyorsan és hatékonyan beépüljenek a gyakorlatba.

(4) Közösségi bevonás, társadalmi tudatosság: különösen az erdőtüzek által veszélyeztetett országokban (USA, Ausztrália) a lakosság aktív részvétele, a közösségi szintű kockázatfelmérés, és a tapasztalatok közös feldolgozása a megelőzés és alkalmazkodás kulcsa lett [75], [87], [90]. A Firewise USA és hasonló programok sikere bizonyítja, hogy a közösségi szerepvállalás csökkentheti a kitétséget és növeli a reagálási képességet [74], [88].

(5) Nyilvános jelentések, tanulságok megosztása: a rendszeres, közérthető jelentések és esettanulmányok lehetővé teszik, hogy a tapasztalatok ne csak szakmai körökben, hanem a lakosság és a civil szféra számára is elérhetőek legyenek [68], [81], [86], [93]. Az ilyen közlés hozzájárul a társadalmi bizalom építéséhez, valamint segíti a lakosság tájékozottságát és önvédelmi képességeinek fejlődését.

E jó gyakorlatok nemcsak a tűzeseti tanulságok rendszerszintű beépítését segítik, hanem hozzájárulnak egy tanuló, adaptív tűzvédelmi kultúra kialakításához is, amely képes alkalmazkodni a gyorsan változó technológiai, társadalmi és környezeti kihívásokhoz [67], [71], [77].

A 3. melléklet tartalmazza a Nemzetközi tűzeseti adatgyűjtési rendszerek táblázatos összehasonlítását.

2.7 Következtetések és javaslatok a hazai adaptációra

A nemzetközi tapasztalatok fényében a hazai tűzeseti adatgyűjtés, -feldolgozás és -hasznosítás fejlesztése több irányban is előrelépést hozhat. Az elemzett rendszerek – különösen az amerikai NFIRS, a brit IRS, az ausztrál AIDR és a nemzetközi EM-DAT – működéséből kirajzolódnak azok az alapelvek, amelyek hazai alkalmazása hozzájárulhat egy korszerű, bizonyítékalapú tűzvédelmi döntéshozatal kialakításához [66], [70], [87],

[91]. Az intézményesített tanulásgmenedzsment nemzetközi példáit a 4. melléklet foglalja össze.

(1) Országos, egységes adatgyűjtési rendszer: célszerű olyan standardizált, minden tüzesetre és beavatkozásra kiterjedő adatgyűjtési rendszert bevezetni, amelyben a főbb tűzvédelmi mutatók egységesen, elektronikusan rögzíthetők, és országosan összesíthetők [71], [87]. Az NFIRS és az IRS példája mutatja, hogy a strukturált adatrögzítés nemcsak statisztikai célokat szolgál, hanem előfeltétele a visszacsatoláson alapuló tanulásnak, szabályozásnak és képzésnek is [72], [77].

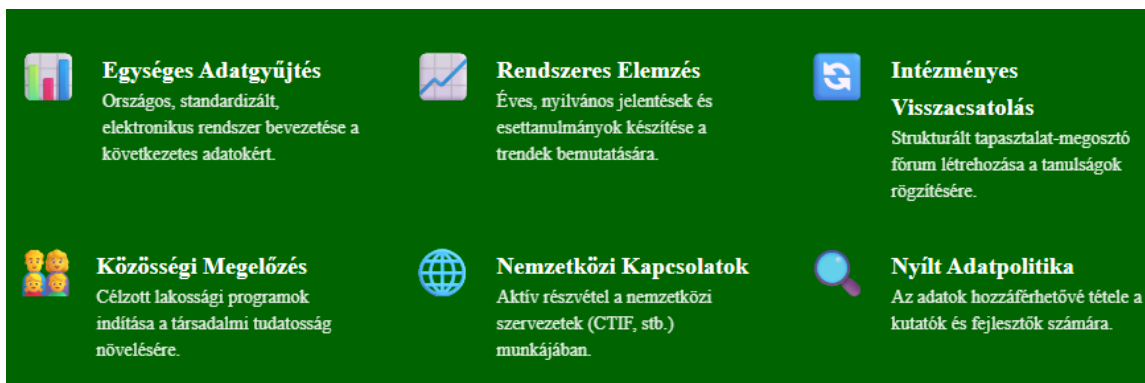
(2) Adatelemzés és jelentéskészítés rendszeressége: évenkénti, nyilvános jelentések, valamint célzott szakmai kiadványok (esettanulmányok, tanulságelemzések) készítése, amelyek alapul szolgálnak mind a szabályozói, mind a gyakorlati fejlesztésekhez [73], [78], [92]. Az EM-DAT és a CTIF éves riportjai példaértékűek abban, hogyan lehet közérthető formában bemutatni a statisztikák mögötti tendenciákat, kockázati mintázatokat [80], [91].

(3) Tanulások intézményesített visszacsatolása: érdemes országos szintű, strukturált tapasztalat-megosztó fórumot létrehozni, ahol minden jelentős vagy tanulságos tüzeset utólagos vizsgálata és a tanulások rendszerezett formában elérhetőek [82], [90]. A brit operatív tanulás (NOL) és az ausztrál tanulásgmenedzsment keretrendszere jól mutatja, hogy a tapasztalatok formális feldolgozása javítja a reagálók és a szabályozók döntéseit egyaránt [87], [90].

(4) Közösségi megelőzés támogatása: nemzetközi mintára indíthatók célzott lakossági, közösségi megelőzési programok (pl. Firewise típusú kezdeményezések, önkéntes tűzoltói tréningek, lakossági felmérő kampányok), amelyek nemcsak a védekezés eredményességét javítják, hanem növelik a társadalmi tudatosságot és együttműködést is [75], [88]. E programok sikerének egyik kulcseleme a lokális kockázatok és tapasztalatok elérhetővé tétele és közös értelmezése [74], [90].

(5) Nemzetközi hálózatokban való aktív részvétel: folyamatos kapcsolattartás a CTIF, EM-DAT és egyéb nemzetközi szervezetekkel, részvétel a tüzeseti adatbázisok fejlesztésében, nemzetközi kutatási projektekből – például a lakástűz-halálozási trendek, az erdőtűz-

kockázatok vagy az égési sérülések globális kezelése terén – szintén kiemelt jelentőségű [67], [68], [93].



8. ábra Javaslatok a hazai gyakorlat számára (saját szerkesztés)

Összességében a bemutatott rendszerek azt mutatják, hogy a tűzeseti tapasztalatok értéke csak akkor érvényesül teljes mértékben, ha az adatok nem csupán gyűjtésre, hanem tudatos elemzésre és rendszeres visszacsatolásra kerülnek a döntéshozatali, szakmai és társadalmi szinteken egyaránt [69], [17]. E folyamat támogatására Magyarországon is megteremthető egy, a bemutatott jó gyakorlatokra épülő, tanuló tűzvédelmi rendszer, amely a kutatási, szabályozói és gyakorlati fejlesztések közös alapjává válhat [95], [86].

3. Lakóépületek halálos tűzesetei: mintázatok, élettani hatások és tűzvédelmi tanulságok

3.1 Bevezetés

Ez a fejezet a lakókörnyezetben bekövetkező halálos tűzesetek nemzetközi szintű mintázatait, kockázati tényezőit és élettani következményeit vizsgálja, ezzel kiemelt súlyt helyezve az emberi élet védelmére irányuló tűz megelőzési és -védelmi törekvésekre. Az itt bemutatott elemzések szervesen illeszkednek a kérdőíves vizsgálat gyakorlati tapasztalataihoz, illetve a nagy kárú tűzesetekről, valamint a nemzetközi kockázatértékelési modellekről szóló fejezetekhez. A feltárt tanulságok, demográfiai és társadalmi sérülékenységi mintázatok alapjául szolgálnak a településszintű kockázatértékelési modell egyes komponenseinek (pl. társadalmi sérülékenység, reagálóképesség) kialakításában is.

Becslések szerint világszerte évente több tízezer ember veszíti életét tüzesetekben, és a halálesetek túlnyomó többsége lakóépületek tüzeihez köthető. Ez a statisztika jól érzékelteti, hogy a lakástüzek megelőzése és következményeik mérséklése globális kihívás, amelyben minden társadalom érintett, függetlenül a gazdasági fejlettségtől vagy a lakosság összetételétől. A CTIF 2020-ra vonatkozó statisztikái alapján a tüzesetek 24,2%-a lakásokban keletkezik, ugyanakkor a tűzhalálok 82,7%-a ilyen lakástüzekben következik be [96]. Ez rámutat arra, hogy a lakókörnyezetben keletkező tüzek jelentik a legfőbb tűzhalál-kockázatot. A statisztikai adatok mögött minden eset egy-egy konkrét emberi tragédiát, családi és társadalmi veszteséget takar, így a problémakör szociális, egészségügyi, sőt gazdasági jelentősége sem hanyagolható el.

A National Fire Protection Association (NFPA) adatai szerint például az Egyesült Államokban bekövetkező tüzesetek száma ugyan hosszú távon csökkenő tendenciát mutat, de a halálos áldozatok jelentős része továbbra is az otthoni tüzekből származik [97], [98]. Ez a tendencia több évtizedes tűzvédelmi kampányok, műszaki fejlesztések és prevenciók programok ellenére is tartja magát, jelezve, hogy a lakástüzek komplex okokra visszavezethető, multifaktoriális problémakörét nem lehet csupán egyetlen eszközzel vagy intézkedéssel kezelni. A lakástüzekben meghaltak magas aránya azt is jelenti, hogy a tűzvédelmi beavatkozások, a lakossági oktatás és a technológiai fejlesztések sikeressége leginkább ebben a szegmensben mérhető le. A probléma globális jellegét a CTIF (International Association of Fire & Rescue Services) világstatisztikái is megerősítik [96]. A világ különböző régióiban, így Európában, Észak-Amerikában, Ázsiában vagy akár Ausztráliában is hasonló arányokat mutatnak a halálos kimenetelű lakástüzek – az eltérések inkább a megelőzési, észlelési és reagálási rendszerek fejlettségében mutatkoznak meg.

A halálos lakástüzek megelőzése és következményeinek mérséklése érdekében elengedhetetlen a jelenség mélyreható megértése. Jelen összefoglaló nemzetközi szakirodalmi források – köztük az NFPA, a UL Fire Safety Research Institute (UL FSRI), a CTIF kutatásai, valamint tűzvédelmi tudományos folyóiratok (pl. Fire Technology, Fire Safety Journal, IAFSS konferenciák) – alapján tekinti át a lakóépületekben keletkezett tüzek halálozási mintázatait. Az áttekintés célja, hogy a különböző országokban és időszakokban gyűjtött tapasztalatokból olyan általános következtetéseket vonjon le, amelyek hozzájárulhatnak a helyi szintű megelőzési stratégiák és döntéshozatal

megalapozásához. Külön tárgyaljuk a halálos kimenetelű lakástűzek tipikus időbeli és élettani lefolyását (például a tűz keletkezésétől a füstérzékelésig, a mérgező gázok hatásaig és a túlélési időablakig), a tűzek keletkezési és terjedési jellemző mintázatait, valamint azokat a visszatérő építészeti, emberi és beavatkozási tényezőket, amelyek gyakran hozzájárulnak a halálesetekhez. E fejezetben külön figyelmet szentelünk azoknak a strukturális, szervezeti és emberi tényezőknek, amelyek közös nevezőként jelennek meg a legtragikusabb tüzesetekben. Végül összefoglaljuk a feltárt ismeretek alapján levonható tűzvédelmi tanulságokat a tüzeseti halálesetek megelőzése érdekében. A cél egy világos szerkezetű, tudományos igényű áttekintés.

3.4 Halálos lakástűzek statisztikai és kockázati mintázatai

A lakástűzek statisztikai elemzése rávilágít arra, hogy a halálos kimenetelű tűzek sajátos mintázatot követnek, amelyben számos tényező – időbeli, demográfiai, építészeti és viselkedési elemek – összekapcsolódnak. Világszinten a lakástűzek felelősek a tűzhalálok legnagyobb részéért, ahogy ezt a CTIF 2020-as statisztikai is igazolja: a lakóingatlanokban keletkezik a tüzesetek kevesebb mint negyede (24,2%), de az áldozatok négyötöde (82,7%) ilyen helyszínen leli halálát [96]. Ez a kiugró arány nemcsak a lakóépületek sérülékenységét mutatja, hanem azt is, hogy az otthoni környezetben kialakuló tűzhelyzetek különösen veszélyesek az ott tartózkodókra nézve.

Az NFPA elemzése szerint az Egyesült Államokban az otthoni tüzesetek száma ugyan hosszú távon csökken, a halálos áldozatok száma azonban lassabban mérséklődik, és továbbra is döntően a lakástűzekből ered [97], [98]. Ez a látszólagos ellentmondás a fejlettség, a lakossági tájékozottság és a megelőző rendszerek szintjének növekedésével magyarázható, de a lakókörnyezet folyamatos változása (például új építőanyagok, változó életmód) újabb kihívásokat teremt.

A világ különböző régióiban is hasonló tendenciák figyelhetők meg: például az Európai Unió tagállamaiban a lakástűzek aránya a halálos tüzesetek között rendszerint 75–85% között mozog, amely összhangban van a CTIF globális átlagaival. Ugyanakkor egyes országokban, ahol a lakosság nagy aránya városokban, társasházakban él – mint Németországban vagy Hollandiában –, a magasabb épületszintek, a komplex menekülési

útvonalak és a szűk beépítés növelhetik a kockázatot. Az 5. melléklet a lakástűzek arányát mutatja a tüzesetek között.

3.5 Időbeli mintázatok és észlelés

A lakástűzek halálos áldozatainak jelentős része éjszaka veszíti életét. Az NFPA adatai alapján az otthoni tűzhalálesetek közel fele az éjjeli órákban, 23:00 és 7:00 között történik [97]. Ennek több oka is van: éjszaka a háztartás tagjai alszanak, érzékszerveik tompultabbak, a tűz vagy a füst észlelése jelentős késéssel történik. Ez a késés végzetes lehet, hiszen a tűz és különösen a füst gyorsan ellepi a lakóteret, és a menekülési időablak jelentősen beszűkül. A 6. melléklet az éjszakai időszak halálos kockázatát foglalja össze.

Sok esetben a tűz már annyira előrehaladott, mire a lakók felébrednek vagy riasztást kapnak, hogy a menekülés esélye minimálisra csökken. Az európai országok jelentései is megerősítik: a halálos lakástűzek túlnyomó többsége az éjjeli-hajnali órákban keletkezik, amikor a késői észlelés miatt az áldozatok ki vannak téve a gyorsan terjedő füst és mérgező gázok hatásának.

A korai észlelés szerepe ezért kulcsfontosságú. Számos nemzetközi tanulmány rámutat, hogy a működő füstérzékelők jelenléte esetén a halálos tűz kockázata legalább a felére csökken [98]. Ezek az eszközök már a tűz korai, gyakran még lángmentes fázisában érzékelik a füstöt, és hangos riasztással ébresztik a lakókat. A fejlett országokban – ahol szabályozás írja elő a füstérzékelők telepítését minden hálósobában és menekülési útvonalon – jelentősen csökkent a lakástűzek halálozási aránya az elmúlt évtizedekben.

Ennek ellenére, a statisztikák szerint három az ötből halálos lakástűzben egyáltalán nem volt telepített vagy működő otthoni füstérzékelő. Az NFPA jelentése alapján az otthoni tüzeseti halálesetek 57%-ában nem működött füstérzékelő (40%-ban nem volt telepítve, 17%-ban pedig nem riasztott megfelelően). Ez a hiányosság – különösen az éjszakai időzítéssel párosulva – drámai mértékben növeli a halálozás valószínűségét.

Több országban, így például az Egyesült Királyságban vagy Ausztráliában, országos szintű kampányok és jogszabályok próbálják ösztönözni vagy kötelezővé tenni a füstérzékelők beszerelését. Ezek tapasztalata szerint a rendszeresen ellenőrzött, működő detektorok

nagyban hozzájárulnak a túlélés esélyének növeléséhez, míg a hiányzó vagy rosszul karbantartott eszközök még a fejlett országokban is sok tragédiához vezetnek [98].

Összefoglalva: az időbeli mintázatok azt mutatják, hogy a halálos lakástüzek megelőzése elsősorban a gyors, éjszakai érzékelésen múlik, amelyhez a technikai prevenció – például füstérzékelők telepítése – elengedhetetlen. Ezt a tendenciát a hazai és nemzetközi adatok egyaránt igazolják.

3.6 A tüzesetek keletkezési okai

A lakástüzek kiváltó okainak részletes elemzése egyértelműen rámutat arra, hogy bizonyos források – bár az összes lakástűz csak kis hányadért felelősek – aránytalanul sok halálesetet okoznak. Az NFPA 2016–2020 közötti adatai szerint az amerikai lakóotthonokban keletkezett tüzesetek vezető halálokaként egyértelműen a dohányzóeszközök (cigaretta, szivar, pipa) szerepelnek [99]. Ez azt jelenti, hogy a dohányzással kapcsolatos tevékenység nemcsak önmagában veszélyes, hanem jelentősen növeli a tűz halálos kimenetelének esélyét.

Egy hollandiai tanulmány szerint az elmúlt 10 év halálos lakástüzeinek mintegy negyedét a dohányzás okozta, miközben a tüzesetek teljes számán belül csak ~5%-ban volt jelen a dohányzás, mint kiváltó ok [100]. Ez a különbség világosan mutatja: a dohányzással összefüggő tüzek kimenetele sokkal tragikusabb, mint más, gyakrabban előforduló tüzeseteké. A háttérben gyakran olyan körülmények húzódnak meg, mint az elalvás közbeni dohányzás, az alkoholos vagy egyéb bódító szerek fogyasztása, illetve az, hogy a cigarettával együtt alvó személy gyakran mozgásképtelen vagy késleltetetten észleli a füstöt, mire már túl késő menekülni.

Ezzel szemben a főzés a lakástüzek leggyakoribb keletkezési oka: például az USA-ban az összes lakástűz közel 50%-a a konyhában kezdődik, és gyakran figyelmetlenség, felügyelet nélkül hagyott ételek, illetve zsírok túlmelegedése miatt gyullad ki [99]. Fontos kiemelni, hogy a főzéssel kapcsolatos tüzek tipikusan napközben, ébrenlét idején fordulnak elő, így a lakók jellemzően korábban észlelik a veszélyt, és több lehetőségük van beavatkozni vagy menekülni. Ezért a főzéshez kapcsolódó tüzek arányukhoz képest sokkal kevesebb halálesettel járnak, mint a dohányzásból eredők. Az NFPA adatai szerint a főzés miatt

keletkező tüzek esetén az áldozatok aránya jóval alacsonyabb, és a legtöbb esetben a sérülés oka inkább égési sérülés vagy enyhébb füstmérgezés, semmint halálos kimenetel.

Más jelentős kiváltó okok közé tartoznak a fűtőberendezések, nyílt láng (gyertya), illetve elektromos meghibásodások (pl. zárlat, túlmelegedés, hibás csatlakozók) [101]. Ezeknek a tüzeknek a súlyossága és kimenetele nagyban függ az épület szerkezetétől, a fűtési szokásoktól, valamint attól, hogy a tűz mikor keletkezik. Hideg időszakokban, fűtési szezonban például a helyiségenkénti kályhák vagy elektromos hősugárzók túlterhelése, szabálytalan üzemeltetése, valamint az elavult elektromos hálózatok jelentős kockázatot hordoznak, különösen az idősebb épületállományban.

A gyertyák és egyéb nyílt láng használata, főként az ünnepi időszakokban, ugyancsak kiemelt kockázati tényező: sokszor a felügyelet nélkül hagyott láng, a közelben lévő éghető anyagok vagy a gyermekek által okozott balesetek vezetnek halálos kimenetelhez.

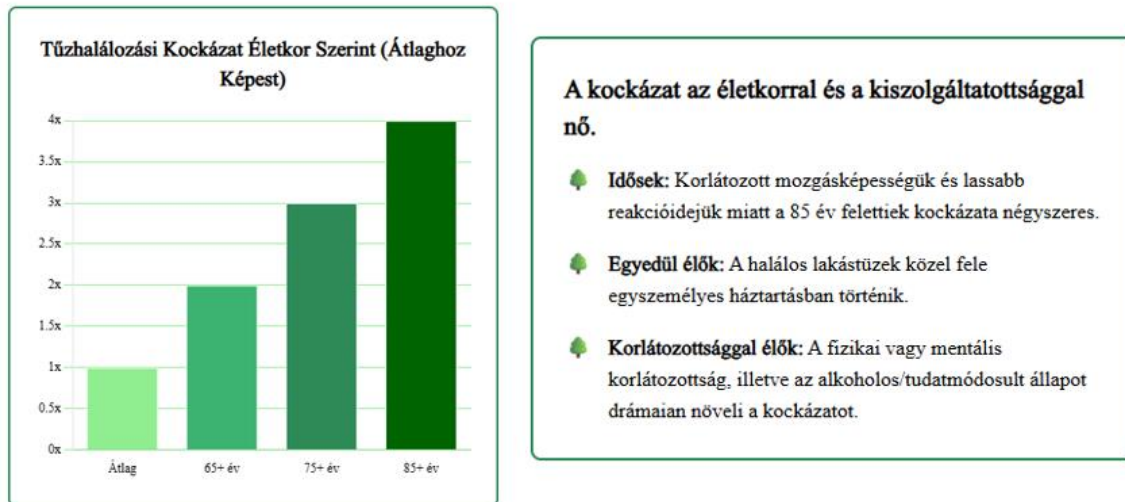
Érdemes kiemelni, hogy több országban – például az USA-ban, az Egyesült Királyságban vagy Hollandiában – szabályozási intézkedéseket vezettek be az öngyulladásgátló cigaretták kötelező használatára, ami igazoltan csökkentette a dohányzási eredetű tüzek gyakoriságát és súlyosságát [100]. Azonban, ahogy a statisztikák is mutatják, a dohányzás továbbra is vezető ok marad a halálos lakástüzekben. Ez arra utal, hogy a prevenciós intézkedések önmagukban nem elegendők: a lakossági biztonság tudatosság növelése, az életmódformálás, valamint a veszélyeztetett csoportok célzott támogatása is elengedhetetlen. A lakástüzek okait és a halálozási arányt foglalja össze a 8. melléklet.

3.7 Demográfiai és emberi kockázati tényezők

A lakástüzek halálos áldozatainak vizsgálata során markánsan kirajzolódik, hogy bizonyos társadalmi csoportok, élethelyzetek és viselkedésminták jelentősen növelik a tűzhalál kockázatát (lásd 7. melléklet).

Az egyik legfontosabb tényező az életkor: az idősebb korosztály különösen veszélyeztetett. Az NFPA statisztikái szerint a 65 év felettiak tűzhalálozási rátája mintegy kétszerese az átlagnak, a 75 év felettiéknél háromszoros, a 85 év felettiéknél pedig négyszeres a kockázat [98], [101], [102]. Ezek az adatok minden fejlett országban visszaköszönnek, és részben annak tudhatók be, hogy az idősek mozgásukban, érzékelésükben, illetve

reakciókészségükben korlátozottabbak lehetnek, gyakran egyedül élnek, és kisebb az esélyük a gyors menekülésre. Időskorban a füst és mérgező gázok hatása is gyorsabban végzetessé válhat az alapbetegségek, légzőszervi problémák miatt.



9. ábra A leginkább veszélyeztetettek (saját szerkesztés)

A nemek szerinti megoszlásnál megfigyelhető, hogy általában a férfiak valamivel nagyobb arányban válnak tűz áldozatává, mint a nők [103]. Ennek oka lehet, hogy a férfiak körében gyakoribb a kockázatos viselkedés (például dohányzás, alkoholfogyasztás), ugyanakkor idős korban – különösen a 65–75 év felettiek körében – a nők is kiemelten veszélyeztetettek. Ennek hátterében gyakran az áll, hogy sok idős nő egyedül él, segítség nélkül, így baj esetén nehezebben tudnak menekülni vagy segítséget hívni.

Ezt támasztja alá az is, hogy bár a háztartások mintegy 40%-a egyszemélyes, a halálos lakástüzek közel felét ezek a háztartások adják [103]. Az egyedül élők nemcsak az idősek közül kerülnek ki: a fiatalabb, szociálisan elszigeteltebb vagy mentális betegségekkel élő személyek szintén veszélyeztetettek.

A fizikai vagy mentális korlátozottság szintén jelentősen növeli a kockázatot. Azok, akik mozgásképtelenek, segítségre szorulnak a menekülésben – például idős, fogyatékkal élő vagy beteg, ágyhoz kötött személyek – jóval nagyobb arányban válnak a tűz áldozatává. Amerikai statisztikák szerint a 2017–2019 között lakástűzben elhunytak 30%-ánál jegyezték fel fizikai fogyatékossgot, 8%-uknál szellemi fogyatékossgot, és legalább 15–16%-uk alkoholos befolyásoltság alatt volt [104].

A lakástüzek áldozatainak jelentős részét tehát azok képezik, akik már a tűz keletkezésekor sem képesek önállóan, gyorsan cselekedni vagy menekülni – akár alvás, betegség, fogyatékoság vagy tudatmódosult állapot miatt.

A dohányzó háztartások különösen veszélyeztetettek: egy nemzetközi vizsgálat kimutatta, hogy ahol a háztartás tagjai rendszeresen dohányoznak, ott nagyobb a halálos tűz valószínűsége [105]. Az okok összetettek: egyrészt nagyobb a tűz keletkezésének esélye, másrészt a dohányosok szervezete alvás közben kevésbé érzékeny a füstre, gyakrabban fordul elő náluk, hogy dohányzás közben elalszanak. Az alkohol- és drogfogyasztás további, független kockázati tényező: a reakcióidő nő, az ítélőképesség romlik, és az áldozatok mélyebb alvásban, később észlelik a veszélyt.

Összegzésként elmondható, hogy a halálos lakástüzek nemcsak műszaki, hanem demográfiai és társadalmi problémák is: a legvesélyeztetettebbek a leginkább kiszolgáltatottak, így a prevencióban és a védekezésben kiemelt figyelmet érdemelnek az idősek, fogyatékkal élők, egyedül élők, illetve a dohányzó és szerhasználó lakosok.

Ez a felismerés az alapja a célzott lakossági felvilágosításnak, prevenciós programoknak és a tűzvédelmi támogatásoknak is.

3.8 Halálos kimenetelű tűzhelyzetek

A halálos lakástüzek tipikus lefolyását és az áldozatok sorsát elemző vizsgálatok kiemelik, hogy az áldozatok nagy része alvás közben éri a tragédia, vagy olyan helyzetben, amikor nem képesek tudatosan és gyorsan reagálni. Az amerikai USFA (United States Fire Administration) adatai szerint az otthoni tűzhalált szenvedettek 46%-át alvás közben érte a tűz [104]. Ez az arány kiemelten magas, és nemzetközi szinten is jellemző: a legtöbb fejlett országban – köztük Magyarországon – az áldozatok többségét olyan időszakban lepi meg a tűz, amikor alszik, pihen vagy valamilyen okból (pl. betegség, alkohol) tompult az érzékelése.

Különösen tragikusak azok az esetek, amikor az áldozat a tűz eredeti helyiségében tartózkodik – például a hálószobában keletkezik a tűz, ahol ő éppen alszik. Ilyenkor a menekülés szinte esélytelen, hiszen a tűz és füst percekben belül elárasztja a helyiséget, gyakran már a tűz fejlődési korai szakaszában eszméletvesztést okozva. A vizsgálatok

szerint az ilyen áldozatok túlnyomó többségénél már a helyiségben mérgező gázok – elsősorban szén-monoxid és hidrogén-cianid – okozzák a halált, még mielőtt komolyabb égési sérüléseket szenvednének.

A másik gyakori helyzet az, amikor az áldozat megpróbál menekülni, de útközben cselekvésképtelenné válik. Az ilyen áldozatokat a tűzoltók gyakran a lakás kijáratához közel találják meg – például a bejárat ajtó vagy ablak közelében –, ami arra utal, hogy a menekülést megkezdték, de a füst vagy a hő végzetes hatása utolérte őket még a kijutás előtt [101]. Az ok általában az, hogy a menekülési útvonalon a füstkoncentráció gyorsan eléri azt a szintet, amely eszméletvesztést okoz, illetve a magas hőmérséklet pillanatok alatt elviselhetetlenné válik.

Egy NFPA felmérés szerint a tűzhalál áldozatainak mintegy 32%-a menekülési kísérlet közben vesztette életét, míg 29%-uk aludt, és 15%-uk eleve cselekvésképtelen volt – például eszméletlen, beteg vagy súlyosan sérült [104].

Az elemzések alapján kulcsfontosságú a tűz keletkezése utáni első percek szerepe: ha a lakók ebben az időablakban észlelik a tüzet és azonnal megkezdik a menekülést, a túlélési esélyek lényegesen nagyobbak. Amennyiben azonban a tűz gyorsan fejlődik (pl. a helyiségben sok a szintetikus éghető anyag), vagy az áldozat tehetetlen, a menekülési lehetőség gyakorlatilag megszűnik.

Jellemző az is, hogy a beavatkozó tűzoltók – főleg sűrű füst esetén – nehezen találják meg a bent rekedteket, mert az áldozatok sokszor ösztönösen a fürdőszobában vagy más, zárt helyiségben próbálnak menedéket keresni, ahol a füst gyorsan halálos koncentrációt ér el.

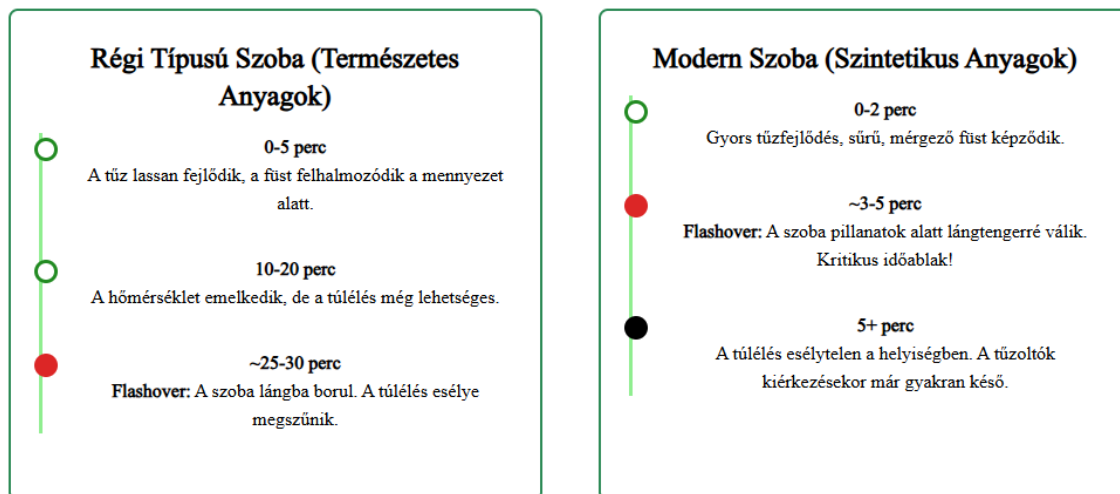
Ezek a mintázatok aláhúzzák: a halálos lakástüzeknél a kritikus időablak – vagyis a tűz keletkezésétől a végzetes füstkoncentráció kialakulásáig eltelt idő – rendszerint nagyon rövid, néhány perces nagyságrendű. Ezért az éjjeli órákban a tűzészlelés gyorsasága, a riasztás megbízhatósága és a menekülési útvonalak ismerete (pl. zárt ajtók, alternatív kijáratok) életmentő jelentőségű.

3.9 A halálos tüzesetek lefolyása és élettani hatásai

3.9.1 A tűz fejlődése és a túlélési időablak

A modern lakásokban kialakuló tüzek terjedési dinamikája jelentősen eltér a néhány évtizeddel ezelőtt jellemző mintázattól. Napjaink otthonaiban a bútorok, textíliák, padlóburkolatok és egyéb berendezési tárgyak túlnyomórészt szintetikus, kőolajszármazék alapú anyagokból készülnek (például poliuretán hab, műszálas szőnyeg, műanyag tárolók).

Tűzpróbák igazolják, hogy egy modern, szintetikus anyagokkal berendezett szoba teljes lángba borulása (flashover) akár 3,5–4,5 perc alatt bekövetkezhet, szemben a régi, nagyrészt természetes anyagokat tartalmazó lakásoknál tapasztalt 20–30 perces időtartammal [106].



10. ábra Versenyfutás az idővel: régi és modern lakások (saját szerkesztés)

A „flashover” az a pont, amikor a helyiségben minden éghető anyag egyszerre meggyullad, a hőmérséklet pedig rövid idő alatt 600–800 °C fölé emelkedik. Ekkor a szobában tartózkodó személyek számára a túlélés lehetősége gyakorlatilag megszűnik.

A tűz fejlődését nemcsak az éghető anyagok mennyisége és típusa, hanem az épület légtömörsége is nagyban befolyásolja. A korszerű, jól szigetelt otthonokban a tűz hamar szellőzés-korlátozott fázisba kerül: a csökkenő oxigénszint miatt a tűz lappangó izzásba fordul, amely során nagy mennyiségű mérgező füst (CO, HCN) képződik.

Egyes vizsgálatok szerint már azelőtt, hogy a lángok a lakás többi részére áttérjednének, a zárt helyiségekben rövid idő alatt életveszélyes gázkoncentrációk jönnek létre. UL/NIST kísérletek alapján, egy családi házban a tűzoltók ajtónyitási behatolását követően 1–3 perc alatt válnak a belső terek belélegezhetetlenné [107].

Ez azt jelenti, hogy a legtöbb városi környezetben – ahol az átlagos tűzoltói kiérkezési idő 8–10 perc – mire a szakemberek a helyszínre érnek, a tűz eredeti helyisége, gyakran a szomszédos helyiségek is, már alkalmatlan az életben maradásra [108].

3.9.2 A füst és a mérgező gázok élettani hatásai

A halálos lakástüzek áldozatai több mint 80%-ban füstbelégzés következtében veszítik életüket, nem pedig a lángok vagy az égési sérülések miatt [109], [110].

A tűz során keletkező füst rendkívül összetett: szén-monoxidot (CO), hidrogén-cianidot (HCN), szén-dioxidot (CO₂), nitrogén-oxidokat, finom szilárd részecskéket (korom, kátrány) és vízgőzt tartalmaz. A füst magas hőmérséklete, alacsony oxigéntartalma, valamint magas mérgező gázszintje miatt nagyon gyorsan életveszélyes.

A szén-monoxid (CO) a leggyakoribb halálok: színtelen, szagtalan gázként alattomosan terjed, a vér hemoglobinjához erősen kötődik, kiszorítva az oxigént. Már viszonylag alacsony koncentrációban is (1000 ppm) néhány percen belül eszméletvesztést, majd halált okozhat; magasabb koncentrációnál (pl. 10 000 ppm) ez szinte azonnal bekövetkezhet [111]. Boncolások szerint a tűzáldozatok vérében gyakran 50% feletti karboxihemoglobin-szintet mérnek, ami gyors és biztos halált jelent [112].

A másik kiemelt fontosságú mérgező a hidrogén-cianid (HCN), amely különösen a modern lakások műanyagjainak égése során keletkezik. A HCN blokkolja a sejtek oxigénfelhasználását, így akkor is fulladást okoz, ha a vér oxigénben gazdag. Már alacsony koncentrációban is percek alatt eszméletvesztést, majd halált okoz, különösen akkor, ha a tűz szellőzés-korlátozott állapotban ég [112].

Ráadásul a HCN fokozza a légzésszámot, amivel az áldozat még több füstöt lélegez be – súlyosbítva a mérgezést és gyorsítva a végzetes folyamatot.

A tűzzel érintett helyiség oxigénszintje is gyorsan csökken: 10% alatti O₂-koncentrációnál már eszméletvesztés, majd halál következik be, miközben normál levegőben ez az arány 21% körüli [109].

A forró füstgázok belélegzése (flashover után akár 600–800 °C) gyorsan a légutak és a tüdő súlyos égési sérüléséhez, ödémájához, valamint azonnali halálhoz vezethet. Gyakran fordul elő, hogy a boncolás során az áldozatok tüdejében kormot, a légcsőben hőkárosodást, a vérükben pedig magas szén-monoxid- és ciánszintet találnak – ezek kombinációja a tűzeseti halálok döntő többségét magyarázza [110], [112].

A 9. melléklet szemlélteti egy időalapú eseménysort egy átlagos halálos lakástűz esetén, a 10. melléklet a mérgező gázok és környezeti tényezők szerint ábrázolja az élettani hatásokat.

3.9.3 Zárás – A túlélés kulcsa

Összességében elmondható, hogy a halálos lakástűz „élettani forgatókönyve” szinte minden esetben hasonló sémát követ: a tűz keletkezését követő percekben füst árasztja el a lakást, amelynek mérgező komponensei gyorsan érik el azt a koncentrációt, amely már néhány légvétel után eszméletvesztést, majd a hőhatás, oxigénhiány és további mérgező anyagok jelenléte révén halált okoz. Amennyiben a tűz kontrollálatlanul ég tovább, flashover alakul ki, ami gyakorlatilag minden, az adott helyiségben tartózkodó számára végzetes [106], [109].

A túlélés egyetlen reális esélyét az adja, ha a lakók rendkívül gyorsan észlelik a tüzet, és azonnal megkezdik a menekülést, vagy ha zárt ajtó mögött ideiglenes menedéket találnak, amely késlelteti a füst és hő betörését. Ugyanilyen kritikus a tűzoltói beavatkozás gyorsasága és hatékonysága – mindezek azonban csak akkor fejthetik ki pozitív hatásukat, ha a riasztás időben megtörténik, a lakásban van működő füstérzékelő, és a menekülési útvonalak ismertek, szabadon hozzáférhetők. A következő szakaszok részletezik a visszatérő hozzájáruló tényezőket, valamint a lakástűzekből levonható legfontosabb tűzvédelmi tanulságokat.

3.10 Visszatérő hozzájáruló tényezők és a tűzvédelem tanulságai

3.10.1 Építészeti és környezeti összetevők

Az építészeti kialakítás, a belső terek elrendezése, az anyaghasználat és a menekülési lehetőségek mind-mind jelentős szerepet játszanak abban, hogy egy lakástűz mekkora kockázatot jelent a lakók számára. Gyakori probléma, hogy a modern lakások nyitott alaprajzúak, ennek eredményeként a tűz és főként a füst akadálytalanul terjedhet a teljes lakótérben [113].

Egyes vizsgálatok rámutatnak, hogy a nyitva hagyott belső ajtók jelentősen növelik a füstterjedés sebességét: már néhány perc alatt halálos mennyiségű füst áramlik át a többi helyiségbe, így még azok is veszélybe kerülhetnek, akik a tűz keletkezési pontjától távolabb tartózkodnak. Ezzel szemben egy egyszerű beltéri ajtó becsukása a tűz keletkezésekor számottevő védelmet jelent: lelassítja vagy megakadályozza hő és a füst bejutását, ezzel létfontosságú perceket nyerve a meneküléshez [114].

A UL FSRI kutatásai szerint zárt ajtó mellett a halálos füst vagy hő felhalmozódásának valószínűsége mindössze ~2%, míg nyitott ajtó esetén 93% – tehát egy egyszerű döntés életet menthet [115].

A menekülési útvonalak (folyosók, kijáratok, lépcsőházak, ablakok) kialakítása szintén alapvető jelentőségű. Sok, főleg régi vagy alacsony komfortfokozatú lakásban egyetlen kijárat van, amelyet a tűz gyorsan elzárhat. Ha az ablakokon rácsok, a kijáratokon akadályok (pl. berendezési tárgyak, kerékpárok) találhatók, vagy az ajtók nem nyithatók kívülről, az ott rekedtek számára nagyon nehéz a menekülés [101], [102].

Társasházakban és magasabb épületekben a menekülési lehetőségek korlátozottak lehetnek, főleg, ha a közös használatú terekben is terjed a füst – ezért a menekülési tervek, útirányjelzők és az akadálymentesítés nélkülözhetetlenek.

A lakáson belüli éghető anyag terhelés (fire load) szintén meghatározó tényező: a modern, szintetikus anyagokból készült bútorok, habszivacsok, műanyag burkolatok sokkal gyorsabban égnek, és nagyobb mennyiségű, mérgezőbb füstöt bocsátanak ki, mint a természetes alapanyagok [106], [108]. Ez jelentősen rövidíti a túléléshez rendelkezésre álló időt, és megnehezíti a tűzoltók beavatkozását.

3.10.2 Tűzvédelmi berendezések hiánya

A lakóingatlanok többségéből hiányoznak a beépített, aktív tűzvédelmi eszközök – ilyenek például a füstérzékelők és a sprinkler oltóberendezések. Mint azt korábban is részleteztük, a füstérzékelők hiánya vagy működésképtelensége a halálos tüzesetek jelentős részéhez hozzájárul [98], [101]. A statisztikák világosan mutatják: ahol működő füstérzékelő van, ott a halálos áldozatok száma felére csökken.

A sprinkler rendszerek alkalmazása lakóépületekben – különösen családi házakban – még mindig ritka, pedig bizonyítottan a leghatékonyabb védelmet nyújtják: az NFPA szerint működő sprinkleres esetén a halálozás kockázata ~80%-kal alacsonyabb, mint azokban az otthonokban, ahol nincs ilyen rendszer [116].

A sprinkleres előnye, hogy már a tűz korai, lokalizált szakaszában automatikusan működésbe lépnek, megakadályozzák a flashovert, csökkentik a füstképződést, így értékes időt nyernek a lakók meneküléséhez [116].

Ennek ellenére elterjedésüket gyakran a költségek, a jogszabályi hiányosságok, illetve a lakossági tudatosság hiánya gátolja. Azokban az országokban, ahol a lakássprinkleres telepítése széles körben kötelező vagy támogatott, jelentősen csökkent a halálos lakástüzek száma.

3.10.3 Emberi tényezők

A lakástüzek lefolyásában a lakók cselekedetei, szokásai és mulasztásai is kulcsszerepet játszanak. Tipikus probléma a füstérzékelők karbantartásának elhanyagolása: sokan kikapcsolják a téves riasztás miatt (például főzés közben), vagy elfelejtik az elemet cserélni, így tűz esetén a készülék nem ad hangjelzést [98].

Ugyancsak kritikus éjszaka az ajtó nyitva hagyása – a zárt ajtó mellett többszörösére nő a túlélés esélye, mégis sokan nyitott ajtó mellett alszanak, vagy egyszerűen nem tudják, hogy milyen jelentős védelmet jelentene az ajtó becsukása [114], [115].

A UL FSRI „Close Before You Doze” kampánya is hangsúlyozza, hogy egy zárt hálószoobaajtó hatékony gátat képez a füst, szén-monoxid és lángok ellen, különösen éjszaka [115].

Más emberi hibák is rendszeresen előfordulnak: a tűz észlelése után a menekülés helyett sokan értéktárgyaikat próbálják menteni, visszarohannak a lakásba, vagy oltási kísérletekkel veszélyeztetik önmagukat. Gyermekek esetében kiemelt veszélyforrás, ha felügyelet nélkül maradnak, és gyufával vagy öngyújtóval játszanak.

Az alkohol- és kábítószer-fogyasztás tovább rontja az éberséget, reakcióidőt és ítéliképességet, így az ilyen állapotban lévő személyek jelentősen nagyobb eséllyel válnak áldozattá [104], [105].

3.10.4 A tűzoltói beavatkozás és mentés sajátosságai

A tűzoltók kiérkezése, a beavatkozás gyorsasága és taktikája közvetlenül befolyásolja a túlélők számát. A beavatkozási idő – vagyis a riasztás beérkezésétől a tűzoltók megérkezéséig eltelt idő – kritikus: ha ez túlságosan hosszú, nagy valószínűséggel már nincs életben senki, mire a mentés elkezdődhet [101].

Ezért közvetetten életmentő tényező lehet a gyorsabb riasztás (pl. automatikus érzékelővel), a tűzoltóságok optimális diszlokációja, illetve a lakosság felkészítése az azonnali segélykérésre.

A tűzoltási és mentési taktika is fejlődött az elmúlt években. Korábban elterjedt nézet volt, hogy a mentés érdekében a terek gyors kiszellőztetése (pl. ablakok betörése) előnyös, ma már tudjuk, hogy a kontrollálatlan szellőztetés szellőzés-korlátozott tűznél gyors flash overt idézhet elő, ami veszélyezteti a bent rekedteket és a beavatkozókat is [107], [108].

A modern tűzoltási szemlélet a gyors vízbevitelt helyezi előtérbe: a UL FSRI kutatásai szerint az ún. „transitional attack” – vagyis a kívülről, ablakon vagy ajtón át adott rövid idejű vízszugár – jelentősen csökkenti a belső hőmérsékletet, a füstkoncentrációt, és ezzel növeli a túlélési esélyeket [117].

A keresési stratégia is egyre kifinomultabb: a tűzoltók felkészítése során hangsúlyozzák, hogy az áldozatokat gyakran hálósobákban vagy fürdőszobákban találják meg – ezekre a helyiségekre kiemelt figyelmet kell fordítani. Fontos taktikai elem, hogy a tűzoltók mentés közben csukják maguk mögött az ajtókat, így késleltetve a füst terjedését, és védve a menekülési útvonalakat [115].

A beavatkozás sikerét befolyásolja a tűzoltók létszáma, a felszereltség (pl. hőkamera, keresőeszközök), valamint a helyszíni koordináció is [117].

A beavatkozási tanulságokat összegzi a 11. melléklet.

3.11 Tűzvédelmi tanulságok és javaslatok

A lakástüzek elemzése egyértelműen igazolja, hogy a megelőzés, a technikai eszközök alkalmazása és a lakosság felkészítése a halálesetek számának érdemi csökkenéséhez vezethet. Az alábbiakban összefoglaltam a legfontosabb, nemzetközi tapasztalatokkal és tudományos eredményekkel is alátámasztott tűzvédelmi tanulságokat és javaslatokat.



11. ábra Mit tehetünk a megelőzésért (saját szerkesztés)

3.11.1 Füstérzékelők telepítése és karbantartása

A működő füstérzékelők alkalmazása a leghatékonyabb, költséghatékony és tömegesen bevezethető megelőzési eszköz a tüzesetek halálesetek számának mérséklésére. Az NFPA szerint azokban az otthonokban, ahol minden hálósobában, a menekülési útvonalakon és a szinteken megfelelően működő füstérzékelő található, a halálos tüzesetek valószínűsége mintegy a felére csökken [98].

Ezért a tűzvédelmi szakirodalom és a hatósági ajánlások is azt hangsúlyozzák, hogy nem elegendő a füstérzékelők telepítése – elengedhetetlen azok rendszeres ellenőrzése, tesztelése és szükség esetén elemeinek, illetve magának a készüléknek a cseréje.

Sok országban támogatott programok indultak a rászoruló háztartások számára: a hatóságok, önkormányzatok vagy civil szervezetek ingyenes füstérzékelőt biztosítanak, továbbá tájékoztató kampányokkal segítik a lakosságot a helyes használatban.

3.11.2 Lakás sprinkler rendszerek alkalmazása

A statisztikák egyértelműen mutatják, hogy ahol lakás sprinkler van telepítve, a halálos kimenetelű tüzek aránya 80%-kal kisebb, mint azokban az otthonokban, ahol nincs ilyen rendszer [116].

A sprinkler működése – vagyis a tűz korai, automatikus eloltása vagy visszaszorítása – két szempontból is életmentő: egyrészt meggátolja a flas hovert, másrészt jelentősen csökkenti a füstképződést. A legtöbb országban azonban a lakás sprinklerek még mindig ritkák, telepítésük fő akadálya a költségek, a szabályozási hiányosságok és a lakossági ismerethiány.

Azokban az államokban, ahol a jogalkotók kötelezővé tették bizonyos szempontok új lakóépületekben a sprinkler telepítését, a tapasztalatok szerint évről évre jelentősen csökken a lakástüzek halálos áldozatainak száma, és a biztosítók is kedvezőbb díjakat kínálnak ilyen védelmi rendszer esetén.

3.11.3 Ajtók csukva tartása, különösen éjjel

Egyre több bizonyíték támasztja alá, hogy az éjszakai ajtócsukás a lakók egyik legegyszerűbb, mégis életmentő döntése lehet. A beltéri ajtók zárt állapota jelentősen lassítja a füst, hő és mérgező gázok terjedését, és értékes percek nyújt a meneküléshez [114], [115].

A UL FSRI „Close Before You Doze” kampánya nemzetközi példákon mutatja be, hogy a hálósobaaajtók becsukása – különösen éjszaka – akár drámai mértékben növelheti a túlélés esélyét, hiszen ilyenkor a füstképződés üteme lényegesen lassabb, a hőmérséklet pedig elviselhetőbb marad.

A lakosság körében azonban ezt az egyszerű szabályt kevesen ismerik, ezért a tűzoltóságok lakosságtájékoztató programjaiban kiemelt figyelmet érdemel.

3.11.4 Tűzterhelés csökkentése

Az építési előírások, tűzvédelmi szabályozások fejlesztésének egyik iránya, hogy a lakásokban csökkenteni kell a szintetikus, erősen füsttermelő anyagok arányát. Több ország (pl. Egyesült Királyság, USA) már bevezetett olyan szabályokat, amelyek

korlátozzák bizonyos műanyag vagy szivacsalapú bútorok, burkolatok használatát, illetve kötelezővé teszik az öngyulladásgátolt cigaretták forgalmazását [100].

Az éghető terhelés csökkentése nemcsak a tűz gyorsaságát, hanem a mérgező égéstermékek mennyiségét is mérsékli – így közvetlenül járul hozzá a lakók túlélési esélyeinek javításához.

3.11.5 Lakossági képzés és vésztervek

A lakossági biztonság tudatosság növelése kiemelt jelentőségű a halálos lakástüzek megelőzésében. Számos országban sikeres programok indultak, amelyek célja a lakók rendszeres tájékoztatása a menekülési útvonalokról, a füstérzékelők használatáról, a tűz keletkezési okairól és a gyors reagálás fontosságáról.

Ajánlott, hogy minden család készítsen menekülési tervet, gyakorolja a vészhelyzeti eljárásokat, és külön figyelmet fordítson a gyermekek, idősek, mozgáskorlátozottak szükségleteire. Sok helyen speciális támogatási programok működnek (pl. füstérzékelő felszerelési akciók, időseket támogató hálózatok, iskolai tűzvédelmi oktatás), amelyek bizonyítottan növelik a tűzvédelmi felkészültséget [101].



12. ábra A túlélés lépései (saját szerkesztés)

3.11.6 Tűzoltási és mentési taktika fejlesztése

A tűzoltói beavatkozás hatékonysága jelentősen javítható a taktikai protokollok fejlesztésével. A nemzetközi tapasztalatok szerint priorítás kell legyen a gyors vízbevétel, a kontrollált szellőztetés (azaz a „ventilation control” elvek betartása), a keresési és mentési protokollok célzott alkalmazása, valamint a megfelelő felszerelés (pl. hőkamera, légzőkészülékek) alkalmazása.

A UL FSRI és az NFPA által kidolgozott irányelvek alapján a modern tűzoltás-taktika egyaránt épít a „Close Before You Hose” és a „transitional attack” koncepciókra, amelyek bizonyítottan javítják a túlélési arányokat [117].

Fontos, hogy a tűzoltók képzésük során rendszeresen gyakorolják a gyors helyszíni tájékozódást, a kritikus helyiségek (hálószoza, fürdőszoba) átvizsgálását, valamint a mentés és oltás optimális összehangolását.

3.12 Részösszegzés

A halálos lakástüzek megelőzése és az életveszteségek csökkentése komplex, több szintű feladat: egyszerre szükséges a technikai fejlesztés, a szabályozási környezet korszerűsítése, a lakossági tudatosság erősítése, valamint a tűzoltóságok módszertani és eszközbeli fejlesztése. Az itt bemutatott tanulságok és javaslatok a nemzetközi tapasztalatok alapján egyaránt alkalmazhatók a hazai viszonyokra, és alapot nyújthatnak a településszintű tűzvédelmi kockázatértékelés és stratégiai tervezés számára.

4. Magas halálozással és jelentős kárral járó tüzesetek 2000–2025 – Esetelemzés és klaszterezés

4.1 Bevezetés

A jelentős kárral járó és tömeges áldozatot követelő tüzesetek feldolgozása, tipizálása és klaszterelemzése lehetőséget ad a kockázati tényezők és ismétlődő hibák rendszerszintű azonosítására. E fejezet megállapításai fontos alapot nyújtanak a kockázatkezelési stratégiák és a megelőzési intézkedések meghatározásához. Az esettanulmányok nemcsak a nemzetközi adatgyűjtési fejezethez, hanem a szabályozási és beavatkozási fejezetekhez is szorosan kapcsolódnak, hiszen a tanulságok adaptálása és beépítése a tűzvédelmi rendszerbe az értekezés egyik fő célkitűzése.

A tüzesetek között kiemelten fontosak azok, amelyek tömeges halálos áldozatokat követelnek vagy rendkívül nagy anyagi kárt okoznak. Ezek az események – bár szerencsére ritkák – arányaiban sokkal súlyosabb következményekkel járnak, és rámutatnak a tűzvédelem kritikus hiányosságaira [118]. Az ilyen nagy kárral járó tüzeseteket az NFPA (Amerikai Tűzvédelmi Szövetség) jellemzően azokra az esetekre definiálja, amelyekben a közvetlen anyagi kár meghaladja a 10 millió USD értéket [118]. Jelen fejezetben ennél tágabb megközelítést alkalmazunk: minden olyan jelentős tüzesetet vizsgálunk, amely 2000–2025 között vagy nagyszámú (legalább 10) halálos áldozattal járt, vagy kivételesen

nagy anyagi veszteséget okozott. E kritériumok illeszkednek a nemzetközi katasztrófa-adatbázisok (pl. EM-DAT) alkalmazott definícióihoz is [119].

Noha évi több millió tüzeset történik világszerte, a legnagyobb kárral járó tüzesetek ezeknek csak töredékét jelentik – ugyanakkor ezek adják az összes tűzkár és tűzhalál jelentős hányadát [118], [119]. Az NFPA statisztikái szerint az évente jelentett épülettüzek közül kevesebb mint 1% felel meg a „large-loss” kritériumnak, mégis ez az 1% adja az összes anyagi kár 30–50%-át [118]. Az ilyen súlyos katasztrófák vizsgálata azért lényeges, mert tanulságaik alapján javíthatók a megelőző biztonsági szabályok és technológiák, megelőzve a jövőbeni hasonló tragédiákat.

A fejezet célja tehát, hogy a 21. század első két és fél évtizedének legjelentősebb tüzeseteit összegezve feltárjam a közös jellemzőket és ismétlődő súlyosbító tényezőket. Ezen túlmenően klaszterelemzéssel csoportosítom az eseményeket típusaik szerint, és rávilágítok arra, milyen trendek figyelhetők meg. Külön kitérek, hogy a kapott klaszterek esetében milyen mérnöki és tűzvédelmi tanulságok vonhatók le a megelőzés érdekében. A vizsgálat kiterjed a világ különböző régióira (Észak-Amerikától Európán és Ázsián át Óceániáig), hogy globális képet adjak a legpusztítóbb tüzesetekről. Az eredmények alapján a fejezet végén javaslatokat fogalmazok meg.

4.2 Adatbázis és módszertan

A kutatás egy saját összeállítású eseményadatbázisra támaszkodik, amely a 2000–2024 közötti időszak legjelentősebb tüzeseteit tartalmazza. Az eseményeket nemzetközi katasztrófa-adatbázisok (pl. az EM-DAT [119]) és esettanulmányok alapján gyűjtöttem ki az említett kritériumok szerint. Összesen több, mint 100 tüzesetet vettem fel, amelyek mind megfelelnek a ≥ 10 halálos áldozat vagy $\geq \$10$ milliós kár feltételeknek (sok esetben mindkettő teljesül). Az adatgyűjtés során elsődleges forrásokra (hivatalos jelentések, vizsgálati anyagok) és megbízható híradásokra támaszkodtam. A tüzeseteket klaszter szerinti besorolásban a 12. melléklet tartalmazza.

Az EM-DAT például nemcsak eseményszintű statisztikákat közöl, hanem feltünteti a kockázati jellemzőket is (pl. halálozási arány, érintett népesség aránya, gazdasági veszteség GDP-hez viszonyítva) [119]. A kiválasztott tüzesetek többsége ezek alapján extrém

veszélyességi szintet képvisel, sok esetben nemcsak tűzoltósági szempontból, hanem nemzetbiztonsági vagy közpolitikai szinten is.

Az adatbázisban rögzítettem többek közt az esemény helyét, idejét, az áldozatok számát, a becsült anyagi kárt, az épület-létesítmény típusát, a tűz okát, valamint azokat a kiemelt súlyosbító tényezőket, amelyek hozzájárultak a tragédiához [118], [119]. A rendelkezésre álló adatok rendszerezésére kvantitatív klaszterelemzést alkalmaztam. A tüzeseteket több szempont szerint kódoltam (pl. épülettípus: lakó, kereskedelmi/ipari, szabadtéri; halálos áldozatok száma kategóriákban; kár értéke; tűz oka: elektromos hiba, nyílt láng, szándékos gyújtogatás, természeti ok; továbbá bináris változók a fő súlyosbító tényezőkre: pl. nem volt riasztó, éghető építőanyag, WUI terület stb.).

A klaszterezéshez elsősorban a jellegzetes tényezők hasonlósága alapján csoportosítottam az eseteket. A módszer előnye, hogy jól elkülöníti az ismétlődő veszélytényezőket, és elősegíti a tűzvédelmi prioritások azonosítását.

4.3 A1 klaszter: Tömegpánikot okozó rendezvény- és klubtüzek

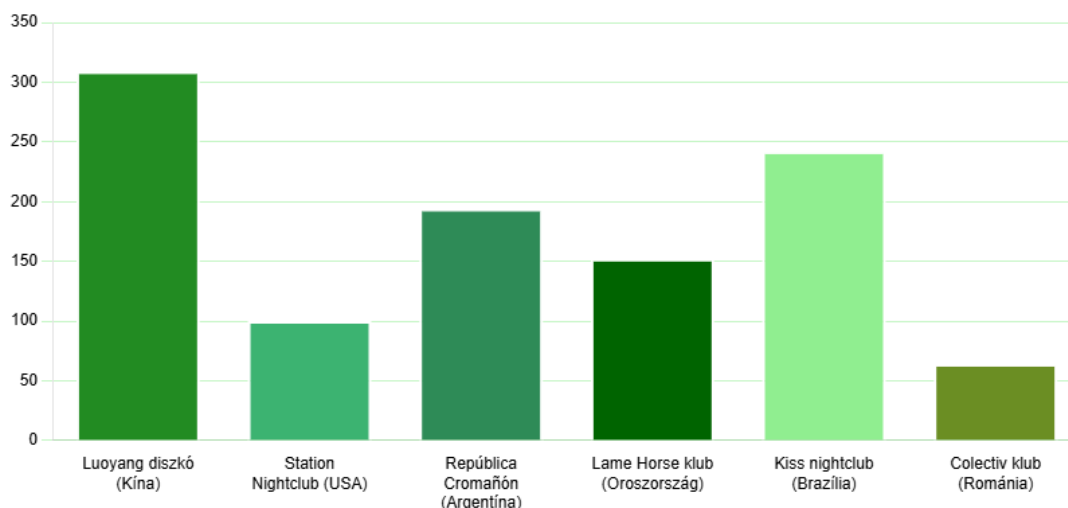
Ebbe a klaszterbe tartoznak azok a tüzesetek, amelyek éjszakai szórakozóhelyeken, zárt térben tartott tömegrendezvényeken keletkeztek, és a pánikszerű menekülés miatt rendkívül magas halálozással jártak [120]. Ezek jellemző helyszínei az éjszakai klubok, diszkók, koncertermek, ahol kis alapterületen nagy számú ember gyűlik össze. Az ilyen típusú létesítményekre általánosan jellemző a sötét, szűkös belső tér, a dekoratív, de gyúlékony burkolatok és a színpadi effektek (például pirotechnika vagy világítástechnika), amelyek kiemelt tűzvédelmi kockázatot jelentenek. Az NFPA és az AP News gyűjtései alapján a 2000 utáni időszakban sajnálatosan több ilyen tragédia is történt világszerte, különösen ott, ahol nem volt megfelelő létesítési vagy használati tűzvédelmi kontroll [120], [121].

Kínában 2000 decemberében egy karácsonyi diszkótűz 309 ember halálát okozta Luoyang városában, amikor hegesztési szikra gyújtotta meg a klub dekorációját, és a negyedik emeleti vendégek a füstben rekedtek [120]. A nyílászárók eltorlaszolása és a tűz gyors füstfejlesztése együtt okozta a rendkívüli veszteséget. 2003-ban, az USA-ban a Station Nightclub tüze során 100 fiatal vesztette életét, miután a színpadon használt pirotechnika meggyújtotta a hangszigetelő habot, és a lángok percek alatt áterjedtek a teljes klubra

[120], [121]. A menekülést nehezítette, hogy a zsúfolt tömeg az ismert főbejárat felé tódult, ahol torlódás alakult ki, ráadásul a létesítményben nem volt sprinkler [121].

A Station-klub tüzesete különösen jól dokumentált, és tűzvédelmi szempontból mérőkövetőnek tekinthető az Egyesült Államokban. A vizsgálatok feltárták, hogy a nem engedélyezett pirotechnikai eszközök alkalmazása, a hangszigetelő hab rendkívüli gyúlékonysága, valamint az épület hiányos kiürítési infrastruktúrája együttesen vezetett a tragédiához [121]. A legtöbb áldozat az első 90 másodpercben szenvedett halálos sérüléseket a gyors tűzterjedés és a toxikus füst miatt.

2004-ben, Argentínában a República Cromañón nevű klubban egy felvillanó jelzőfény meggyújtotta a mennyezeti habszigetelést, ami 194 fiatal halálát eredményezte [120]. 2009-ben, Oroszországban a permi Lane Horse klubban szintén beltéri tűzijáték okozott tüzet, 152 halálos áldozattal [120]. 2013-ban, Brazíliában a Kiss nightclub tüze során több mint 200 egyetemista fulladt meg a mérgező füstben, miután a hangszigetelő szivacs lángra kapott a tűzijátékoktól [120]. A tűzjelző nem működött és az egyetlen kijáratot nem jelölték megfelelően – ez súlyosbította a pánikot. 2015-ben, Romániában a bukaresti Colectiv klubban történt tűz – amelyet szintén egy rockkoncert pirotechnikája indított el – 64 emberéletet követelt, mivel a túltelített szórakozóhelyről mindössze egy kijáraton lehetett menekülni [120].



13. ábra Halálos áldozatok a legtragikusabb klubbüzekben (saját szerkesztés)

Ezek az esetek döbbenetesen hasonló forgatókönyv szerint zajlottak: a gyúlékony belső burkolatok lángra lobbanása után másodpercek alatt terjedt szét a tűz és füst, a pánikba esett tömeg pedig a kevés menekülési út miatt egymást akadályozta a kijutásban. A létesítmények döntő többségében hiányoztak a beépített tűzoltó berendezések is. Az NFPA vizsgálatai szerint az ilyen klubokban alkalmazott műanyaghab burkolatok tűzterhelése extrém magas lehet, a füstfejlesztés toxikus, és percekben belüli eszméletvesztést okozhat zárt térben [121]. Fontos kiemelni, hogy a sprinkleres utólagos felszerelése ilyen helyszíneken drámaian csökkenthetné a hasonló tragédiák esélyét: statisztikák szerint a halálos kimenetel valószínűsége mintegy 87%-kal alacsonyabb sprinklerrel védett épületekben [122].

A fenti katasztrófák sokkolták az érintett országok közvéleményét és hatásait, tipikus következményként szigorították a tűzvédelmi előírásokat. Például a Station klub tüzesete után Rhode Island állam szigorította az építési és használati engedélyeket szórakozóhelyek esetén, kötelezővé tették a sprinklert a zenés szórakozóhelyeken. A Colectiv tűz nyomán Romániában nagyszabású ellenőrzési akció indult, és több tucat létesítményt bezártak tűzvédelmi hiányosságok miatt [120].

A klaszter legfőbb tanulságai: a nagy tömegeket vonzó rendezvényeknél a tűz megelőzés kulcsa a nem éghető belső anyagok használata, a pirotechnika szigorú kontrollja, a megfelelő számú szabadba vezető vészkijárat biztosítása, a maximális befogadóképesség betartatása, valamint a korszerű beépített tűzoltó és tűzjelző rendszerek telepítése. Emellett kiemelten fontos a személyzet és a látogatók felkészítése is vészhelyzetekre (pl. rendszeres gyakorlatok a menekülési útvonalak használatára), hiszen a pszichológiai tényezők – pánikreakció, térbeli tájékozatlanság – döntően befolyásolják a túlélési esélyeket.

4.4 A2 klaszter: Magas épületek lakó- és szálláscélú tüzei

Az A2 klaszterbe a többszintes épületek – toronyházak, panelépületek, kollégiumok, hotelek – súlyos tüzesetei tartoznak, amelyek jellemzően éjszakai órákban következnek be, és nagyszámú ember biztonságát veszélyeztetik. Szerencsére a 2000 utáni időszakban viszonylag kevés ilyen katasztrófa fordult elő, de egy-egy eset rámutatott a magasépületek speciális kockázataira.

A legkiemelkedőbb példa a 2017-es londoni Grenfell Tower-tűz, amelyben 72 lakó vesztette életét egy 24 emeletes toronyházban. A tűz egy meghibásodott hűtőszekrényből indult ki az épület egyik alsó szintjén, de a katasztrófát főként az okozta, hogy az épület homlokzatán alkalmazott éghető szigetelőpanelek (alumínium kompozitlemez – ACM, poliizocianurát hőszigeteléssel) lángra lobbantak. A tűz rendkívül gyorsan felkúszott a külső falakon a legfelső szintekre, elkerülve a hagyományos tűzterjedés-gátló mechanizmusokat [121].

A homlokzati burkolat szerepét az NFPA részletes elemzései is alátámasztják: az éghető panelekkel burkolt függőleges légrések ún. „kéményhatást” idéznek elő, amely során a tűz felfelé gyorsulva halad, és gyakran átugorja a belső tűzszakasz-határokat is [121]. Súlyosbította a helyzetet, hogy a toronyházban nem volt sprinkler, és mindössze egyetlen központi menekülőlépcsőház állt rendelkezésre. Ráadásul a lakók az érvényben lévő „maradjanak a lakásban” protokoll (stay put) miatt késve kezdték meg a kiürítést – amely normál esetben biztonságos lehet, de ebben az esetben katasztrofálisnak bizonyult [121].

A Grenfell-tragédia után több nemzetközi szervezet – köztük a brit építészeti és tűzvédelmi hatóságok – is sürgős reformokat sürgettek. Betiltották az ACM típusú homlokzati burkolatokat közösségi épületeken, és előírták sprinkler rendszerek beépítését minden 11 méternél magasabb új építésű többszintes épület esetében [121]. A lakótornyok tűzvédelmének szabályozása globálisan is szigorodott: például az NFPA 101 és 5000 szabványok frissítései kiemelten kezelik a függőleges tűzterjedést és a többirányú evakuációs lehetőségek biztosítását [122].

A klaszter további példái közé tartozik a 2010-es sanghaji lakótorony-tűz (58 halott), melyet a homlokzati állványzaton lévő égő szigetelőanyag okozott. A tűz itt is külső felületen terjedt, szél által felerősítve. Egy másik tragikus példa a 2020-as csehországi Bohumínban történt paneltűz, ahol a lakók nem tudtak időben kimenekülni, és 11 ember halt meg, köztük gyermekek is. Ezen esetek közös tanulsága, hogy a magas épületekben a tűz terjedése vertikálisan nagyon gyors lehet, ha éghető anyagok vannak a homlokzaton vagy a szellőző-aknáknakban. A mentést és menekülést nehezíti a nagy magasság, a korlátozott számú kijárat, és az, ha a lakók a riasztás után késlekednek a kijutással.

Kulcsfontosságú a többirányú kiürítési lehetőség (több lépcsőház), az aktív oltórendszerek (sprinkler) megléte, valamint a tűzjelzők és hangosbemondók, amelyek egyértelmű utasításokat adnak vész esetén. A Grenfell-ügy tanulságai alapján az Egyesült Királyságban azóta külön figyelmet szentelnek a lakók tűzvédelmi tudatosságának növelésére és a kommunikációs protokollok (pl. evakuációs SMS vagy központi utasítás) fejlesztésére is [121].

Mérnöki szempontból a Grenfell után különösen nagy hangsúlyt kapott a nem éghető homlokzati anyagok alkalmazása és a tűzterjedés gátlása a függőleges terekben. Emellett a magasépületek üzemeltetőinek rendszeresen felül kell vizsgálniuk a kiürítési terveket – adott esetben a „stay put” stratégia újragondolása is indokolt lehet, hiszen bizonyos tűzforgatókönyvekben (pl. homlokzati tűz vagy robbanásos terjedés) ez kifejezetten veszélyes [121].

A NFPA vonatkozó tanulmányai szerint sprinklerrel felszerelt magasépületekben a tűz halálos kimenetele 87–90%-kal csökkenthető, mivel már a tűz korai szakaszában jelentősen csökkenti a hő- és füstterhelést [122]. Ezek alapján a globális tűzvédelmi szabályozásokban megjelent az az irány, hogy a magas kockázatú épületek esetében nem csupán az új létesítményekre, hanem a meglévő épületállományra is érvényesíthetővé válik a sprinkler követelmény.

4.5 B klaszter: Ipari, kereskedelmi és középületek tüzesetei

A B klaszterbe a nagy létszámú munkahelyeken vagy közösségi létesítményekben keletkező tüzek sorolhatók. Ide tartoznak a gyár- és üzemcsarnok-tüzek, raktárakat érintő tüzesetek, valamint közösségi épületek (kórházak, iskolák, bevásárlóközpontok stb.) tüzesetei. Ezekben az esetekben gyakran nem a tűz természete a rendkívüli, hanem az, hogy súlyos mulasztások történtek a biztonsági berendezések és eljárások terén, emiatt kis tüzek is gyorsan tragédiává fajultak.

Különösen a fejlődő országokban fordult elő több olyan ipari baleset, ahol az alapvető tűzvédelmi előírásokat is figyelmen kívül hagyták. Pakisztánban, 2012-ben a Karacsiban található Ali Enterprises textilgyárban kitört tűz kb. 260 dolgozó életét követelte. A helyszíni vizsgálatok szerint a kijáratokat szándékosan zárták le a tűz idején, az ablakokon fémrácsok voltak, a vészkijáratok használhatatlanok voltak, és a beépített

tűzoltóberendezések hiányoztak vagy működésképtelenek voltak [123]. Az eset nemcsak tűzvédelmi, hanem büntetőjogi szempontból is mérőföldkő lett: a gyár tulajdonosait halálos gondatlanság miatt elítélték.

Bangladesben ugyancsak 2012-ben a Tazreen Fashions ruhagyár tüzében 124 munkás halt meg, hasonló körülmények között. Az épületben nem volt vészjelző rendszer, a vészkijáratok hiányoztak vagy le voltak zárva, és a dolgozók nem kaptak semmiféle kiképzést tűz esetére [123]. Ezek a tragédiák súlyos problémákra világítottak rá a globális ellátási lánc alacsony biztonsági szintű szegmenseiben, ahol a tűzvédelmet gyakran feláldozzák a költséghatékonyság érdekében.

Hasonló problémák jelentkeztek Kínában is: 2013-ban Csangcsun közelében egy baromfifeldolgozó üzem gyulladt ki, és 119 dolgozó veszítette életét, mert a kijáratok ajtókat zárva tartották, és az épület tűzterhelése extrém mértékű volt [123]. A nemzetközi sajtó és emberi jogi szervezetek több ilyen esetre is ráirányították a figyelmet, és sürgették a multinacionális cégeket, hogy tűzvédelmi auditokat végeztessenek a beszállítóiknál.

A klaszterhez sorolható továbbá több közösségi létesítményt érintő tüzeset is. Indiában, 2004-ben egy tamilnádui általános iskola égett le, 94 kisgyermek halálát okozva – a nádtetős épület pillanatok alatt lángba borult, és nem voltak megfelelő vészkijáratok [123]. Oroszországban, 2018-ban a szibériai Kemerovo városában a Winter Cherry nevű bevásárlóközpont felső szintjén keletkezett tűz 64 ember – köztük 41 gyerek – halálát okozta. A vizsgálatok megállapították, hogy a tűzjelző rendszert szándékosan kikapcsolták, a vészkijáratok lezárva voltak, a személyzet nem volt kiképezve a menekítésre, és a tűzoltóságot késve riasztották [124].

Az ilyen esetek elemzésekor gyakori a passzív tűzvédelmi hiányosság (pl. gyúlékony burkolat), a tűzjelző és -oltó rendszerek hiánya, valamint a szervezetlenség a kiürítésben. Az NFPA adatai alapján a sprinklerek akár 90%-os hatékonysággal képesek megelőzni a tűz teljes kifejlődését, különösen nagy alapterületű épületekben, mint amilyenek az ipari vagy kereskedelmi létesítmények [122].

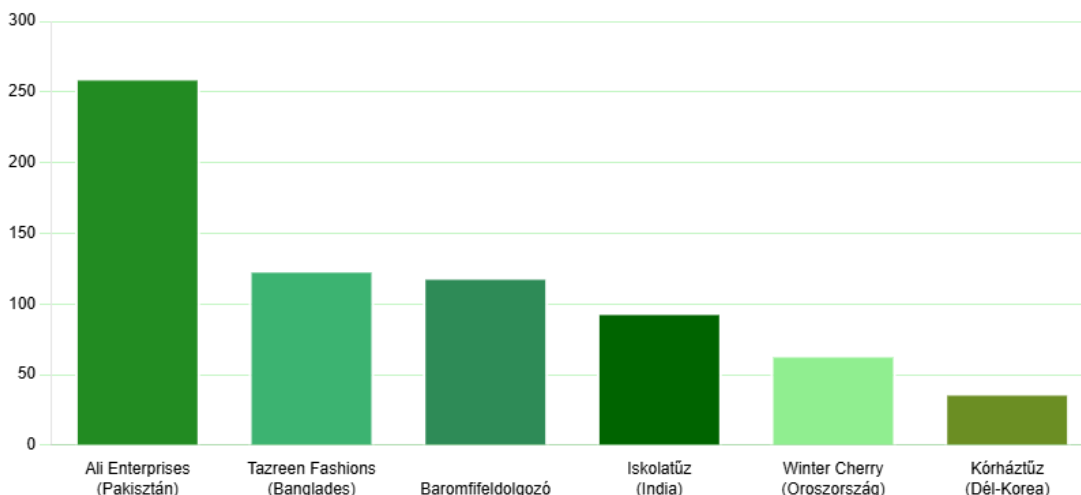
Dél-Koreában, 2018-ban egy szülői kórháztűz 37 halálos áldozatot szedett, miután az intenzív osztály betegek nem tudtak időben kimenekülni – itt is hiányoztak az automata oltórendszerek. Franciaországban, 2019-ben a párizsi Notre-Dame székesegyház leégése

nem követelt emberéletet, de rámutatott, hogy a műemléki épületek védelme sokszor elmarad a korszerű követelményektől. A belső szerkezeti anyagok nagy része (fa, ólom, régi vakolat) rendkívül gyúlékony volt, a riasztórendszer késve jelzett, és az oltás sem volt azonnal lehetséges.

A klaszter néhány eseménye a kulturális veszteségek szempontjából is fájdalmas: például 2018-ban leégett a Brazil Nemzeti Múzeum, megsemmisítve a gyűjtemény 90%-át. Ezek az esetek nemcsak anyagi, hanem történelmi és identitásvesztést is okoznak.

A klaszterhoz tartozik továbbá a 2020-as bejrúti kikötői robbanás, amely ugyan technikailag robbanás volt, de a tűz által elindított láncreakció következményeként 218 ember halt meg, és 4 milliárd USD értékű kár keletkezett. A detonáció hátterében 2750 tonna ammónium-nitrát szabálytalan tárolása állt – a hatóságok éveken át nem tettek semmit a nyilvánvaló kockázat ellen [125].

A B klaszter tanulságai egyértelműek: az ipari és középületi környezetben elengedhetetlen a proaktív tűzvédelem. Biztosítani kell a megfelelő vészkijáratokat és azok szabadon tartását; kötelezővé kell tenni (és ellenőrizni) az automatikus tűzjelző és tűzoltó berendezéseket; rendszeres oktatásban kell részesíteni a személyzetet; továbbá szigorúan be kell tartatni a veszélyes anyagok tárolására vonatkozó előírásokat. Azokban az országokban, ahol ezek az előírások papíron léteznek, de a betartatásuk gyenge, a jogérvényesítést kell erősíteni – ellenkező esetben a biztonsági kultúra hiánya miatt előbb-utóbb újabb hasonló tragédiák következhetnek be [123], [124], [122].

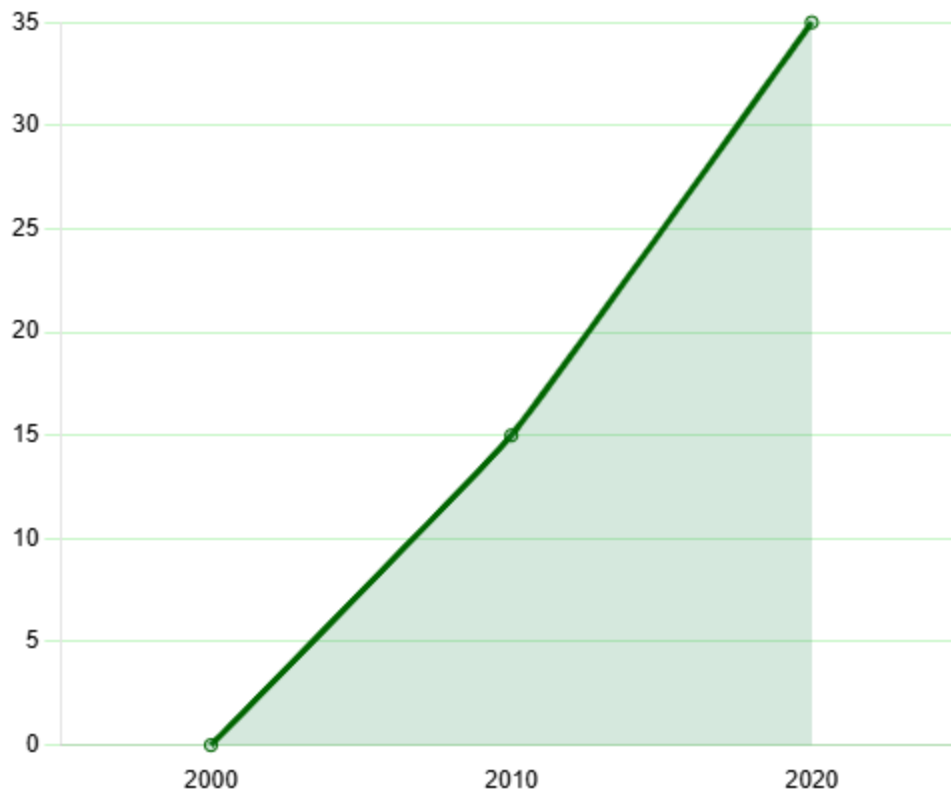


14. ábra Halálos áldozatok száma a legsúlyosabb ipari és középületi tüzekben (saját szerkesztés)

4.4 C klaszter: WUI tüzesetek (lakott területekre áttérjedő erdő- és bozóttüzek)

A C klaszter az erdő és vegetációs területekkel közvetlenül érintkező lakott területeken (Wildland-Urban Interface, WUI) bekövetkező tűzkatasztrófákat fedi le, amikor nagy kiterjedésű vegetációtüzek lakóövezetekbe hatolnak, településeket pusztítanak el. A 21. században sajnos világszerte megfigyelhető az ilyen események számának növekedése, ami több, egymással összefüggő tényezőre vezethető vissza. Egyrészt a klímaváltozás miatt gyakoribbak a szélsőséges időjárási körülmények – különösen a hosszan tartó aszályok és rekord hőhullámok – másrészt az emberi terjeszkedés következtében egyre nagyobb a lakott területek kitettsége a tűzveszélyes vegetációs övezetekben [126].

A legfrissebb tudományos adatok szerint a WUI területek globális kiterjedése 2000 és 2020 között 35%-kal nőtt, és ennek a növekedésnek a 85%-a 2010 után következett be [127]. Ez különösen kritikus fejlemény, mert a lakott területek közelsége a gyúlékony erdő- és vegetációs zónákhoz nemcsak az épített környezetet, hanem az emberi életet is közvetlen veszélynek teszi ki. A WUI zónák jellemzően alacsony sűrűségű beépítésű, gyakran vidéki vagy külvárosi övezetek, ahol az infrastruktúra és a tűzoltási hozzáférés is korlátozott.



15. ábra A WUI területek globális növekedése a 2000-es bázishoz képest, százalékban (saját szerkesztés)

A vizsgált időszakban több súlyos WUI tüzeset is történt. Ausztráliában, 2009 februárjában a „Black Saturday” bozóttüzek 173 ember halálát okozták Victoria államban – egy extrém hőhullámmal (45–47 °C) és 100 km/h feletti szélviharokkal súlyosbított napon egyszerre több tucat tűzfészek lobbant fel, amelyek együttes erővel egész falvakat perzseltek fel [128]. A tűz több mint 2000 házat pusztított el, a teljes anyagi kár 4,4 milliárd ausztrál dollárra becsülhető.

Az USA-ban a 2010-es évektől különösen Kalifornia vált a WUI tüzesetek gócpontjává. A 2018-as Camp Fire a modern idők legpusztítóbb erdőtüze lett: Paradise kisváros szinte teljesen leégett, 85 ember vesztette életét, és mintegy 16,5 milliárd USD közvetlen kár keletkezett [126]. Ennek a tűznek az okozója egy meghibásodott elektromos vezetékhálózat volt, amely szikraként viselkedve meggyújtotta a kiszáradt vegetációt. A rendkívüli szárazság és az orkánerejű szél miatt a lángok rendkívül gyorsan terjedtek –

percenként több száz méteres sebességgel –, a menekülési útvonalak pillanatok alatt járhatatlanná váltak.

Görögországban, 2018 nyarán Mati városában 102 ember halt meg egy tűzvészben. A tűz gyors terjedése, a tájékoztatás hiánya és a menekülőutak akadályozottsága miatt sokan a tengerbe menekültek, ahol végül megfulladtak. Az eset rávilágított arra, hogy a várostervezés és katasztrófavédelem közötti koordináció hiánya milyen tragikus következményekkel járhat [127].

A tudományos szakirodalom szerint a klímaváltozás már az elmúlt évtizedekben is drámaian megnövelte a tüzesetek által érintett erdőterületet. Egyes amerikai erdőövezetekben az ember által okozott éghajlati változások következtében a tűzveszélyes szezon hossza megduplázódott, és a tűz által érintett terület négyszeresére nőtt [126]. A hosszabb, szárazabb, melegebb időszakok elősegítik az aljnövényzet kiszáradását, amely kritikus szerepet játszik a bozóttüzek gyors felfutásában.

A WUI tüzek több szempontból is eltérnek a hagyományos városi vagy erdőtüzes forgatókönyvektől. Ezek tipikusan óriási földrajzi kiterjedésűek, egyszerre több fronton pusztítanak, és megfékezésükhöz gyakran nemzeti szintű mozgósítás szükséges. A legfőbb veszély azonban az, hogy ha a lángok beérnek a lakott területre, akkor nem egyetlen épület, hanem akár egész negyedek égnak le órák alatt.

A C klaszter eseményei arra figyelmeztetnek, hogy a klímaváltozás hatására növekvő kockázatot csak komplex módon lehet kezelni. Településtervezési és tűzvédelmi szempontból kritikus a „defenzív zónák” kialakítása: tűzvédelmi sávok létrehozása az erdőségeken, az épületek környezetében az éghető növényzet ritkítása, valamint tűzállóbb építőanyagok alkalmazása – például nem gyúlékony tetőfedés, szikramentes kémények – a WUI övezetben [127].

További kulcsfontosságú tényező az időbeni lakossági riasztás. Kaliforniában és Ausztráliában már működnek ún. „cellás” figyelmeztetőrendszerek, amelyek SMS-ben vagy automatikus hangüzenetben tájékoztatják a lakosokat a közeledő tüzről, de ezek hatékonysága nagyban függ a távközlési infrastruktúra épségétől. Emellett egyre több országban alkalmaznak „helyzetalapú evakuációs stratégiát”, amely a tűz terjedési irányához és sebességéhez igazítja a menekítési tervet [126].

A globális szinten megfigyelhető trendek arra utalnak, hogy ha nem történik rendszerszintű változás – különösen az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése és a települési reziliencia fokozása terén –, a WUI tüzek gyakorisága, intenzitása és halálos áldozatainak száma tovább fog nőni [127], [126]. A védekezéshez tehát nemcsak lokális építészeti vagy tűzoltási megoldásokra van szükség, hanem nemzeti és nemzetközi klímapolitikai lépésekre is.

4.5 D klaszter: Egyéb rendkívüli tüzesetek és robbanások

Az utolsó klaszterbe olyan nagy tüzesetek tartoznak, amelyek egyik előző kategóriába sem sorolhatók, gyakran azért, mert nem hagyományos épülettüzek, hanem például közlekedési eszközökben, alagutakban, tengeri járműveken vagy ipari infrastruktúrában keletkeztek. Ide vehetjük a közúti, vasúti és vízi közlekedés súlyos tüzeseteit is, valamint az ipari robbanásokkal kísért tüzeket, ahol gyakran veszélyes anyagok jelenléte súlyosítja a katasztrófát.

Ezen események jellege igen eltérő, de közös bennük, hogy tipikusan váratlan balesetek (vagy szándékos károkozások), ahol a tűz egy nehezen hozzáférhető helyen keletkezik, és a hagyományos tűzoltási módszerek kihívásokba ütköznek. A menekülési lehetőségek korlátozottak, és a környezeti feltételek (szűk terek, sűrű füst, tűzterhelés) gyakran megakadályozzák a gyors beavatkozást.

A közlekedési balesetek közül kiemelhető a 2003-as daegui metrótűz Dél-Koreában, ahol egy gyújtogató okozott tüzet egy földalatti szerelvényen. A füst az alagútrendszerben gyorsan terjedt szét és a hőség, valamint az áramkimaradás miatt az utasok csapdába estek: 192 ember vesztette életét [123]. A kapruni siklótűz (Ausztria, 2000) hasonló mechanizmussal zajlott: egy hegyi alagútban rekedt kabinos vasúti szerelvényben elektromos meghibásodás okozott tüzet, amely 155 ember halálát okozta. A műanyag burkolatok égése során keletkező sűrű, toxikus füst az alagútban gyorsan telítette a légteret, a menekülőjáratok pedig nem voltak kellően kijelölve és megvilágítva [123].

A tengeri közlekedés történetének egyik legnagyobb tragédiája a 2006-os Al-Salam Boccaccio 98 kompbaleset volt: a Vörös-tengeren kigyulladt és elsüllyedt hajón több mint 1000 fő veszett oda. A vizsgálatok szerint a tűz oltása nem volt megoldva a fedélzeten, a

mentőcsónakok használata pedig teljes káoszba fulladt – mindez rávilágított a fejlődő világ egyes hajójáratainak minimális vagy hiányos biztonsági felügyeletére [123].

Az ipari és infrastrukturális balesetek közül ide sorolhatók a nem hagyományos létesítmények tüzei. Vegyipari és veszélyesanyag-tárolók esetei például gyakran robbanással járnak. A legismertebb példa a 2015-ös kínai Tianjin-robbantás: a kikötői raktárban illegálisan és előírásokat megszegve tárolt veszélyes anyagok – köztük több száz tonna ammónium-nitrát – robbantak fel, 173 emberéletet követelve, köztük számos tűzoltót is [124]. A robbanás akkora volt, hogy szinte teljesen megsemmisítette a környező ipari övezetet, több mint 300 épület rongálódott meg, és a kár meghaladta az 1 milliárd USD-t.

A hatósági vizsgálat során több tucat magas rangú köztisztviselőt és cégvezetőt vádoltak meg korrupcióval és szabályszegéssel. A bíróság végül 49 személyt ítélt el, ezzel jelezve, hogy az ilyen szintű gondatlanság bűncselekményként értelmezhető [124].

A már említett 2020-as bejrúti kikötői robbanás hasonló típusú esemény volt: egy elhanyagolt és rosszul dokumentált raktárban 2750 tonna ammónium-nitrát tárolása vezetett óriási detonációhoz [125]. A pusztítás mértéke példátlan volt: 218 halálos áldozat, több mint 7000 sebesült, és legalább 4 milliárd USD közvetlen anyagi kár. Az eset jól példázza, hogy az adminisztratív és biztonságtechnikai fegyelem hiánya – különösen veszélyes anyagok esetén – nemcsak ipari, hanem városi szintű katasztrófát idézhet elő.

További példák a csővezeték- és tartálykocsi-robbanások. 2013-ban a kanadai Lac-Mégantic városában egy kisiklott vasúti szerelvény 72 olajszállító tartálykocsija gyulladt ki és robbant fel, lángba borítva a belvárost – 47 ember halt meg [123]. Nigériában pedig az olajvezeték-robbanások visszatérő problémát jelentenek: egyes becslések szerint évente több száz ember veszíti életét az illegális kitermelés vagy a rossz karbantartás miatt bekövetkező detonációkban.

A D klaszter nagyon eltérő eseményeket foglal magában, de alapvető tanulságuk közös: a nem konvencionális szituációkra is fel kell készülni a tűzvédelem területén. A közlekedési eszközöknél és alagutaknál elengedhetetlen a speciális oltórendszerek (pl. alagúti vízköddel árasztó berendezések), menekülőjáratok, fotolumineszcens jelzések, és redundáns szellőzőrendszerek kialakítása. A hajókon szigorúan ellenőrizni kell a

tűzvédelmi berendezések működőképességét (pl. vízágyúk, oltóhab-rendszerek), valamint a személyzet kiképzését és a vészhelyzeti protokollok betartását.

Esemény	Év	Típus	Halálos áldozatok	Fő ok/Súlyosbító tényező
Kapruni siklótűz	2000	Alagútűz	155	Elektromos hiba, toxikus füst az alagútban
Daegui metróűz	2003	Metróűz (gyújtogatás)	192	Gyújtogatás, füstterjedés az alagúrendszerben
Al-Salam Boccaccio komp	2006	Hajóűz	~1000	Hiányos oltóberendezések és mentési káosz
Tianjin-i robbanás	2015	Ipari robbanás	173	Veszélyes vegyszerek szabálytalan tárolása
Bejrúti robbanás	2020	Ipari robbanás	218	2750 tonna ammónium-nitrát szabálytalan tárolása

16. ábra A D klaszter eseményeinek összefoglalása (saját szerkesztés)

Az ipari létesítményeknél a veszélyes anyagok tárolását szigorúan kell felügyelni – a tűzvédelmi hatóságoknak rendszeres inspekciókkal kell biztosítaniuk, hogy nagy mennyiségű robbanásveszélyes anyag ne halmozódhasson fel ellenőrizetlenül egy helyen (ahogyan sajnos Tianjin vagy Bejrút esetében történt) [124], [125].

Ezen felül a katasztrófavédelmi tervezésnek számolnia kell az ilyen „atipikus” eseményekkel is: megfelelő vészforgatókönyveket kell kidolgozni a tömeges mentésre, evakuálásra és lakossági riasztásra akkor is, ha egyszerre több, egymástól független incidens történik – például földrengés, robbanás, ipari baleset és következményeként tűz kombinációja.

4.6 Következtetések és javaslatok

A 2000–2025 közötti időszak legnagyobb kárral és tömeges halálozással járó tűzeseteinek elemzése egyértelművé tette, hogy bár ezek az események különböző okokra vezethetők vissza és más-más környezetben következnek be, vannak visszatérő mintázatok. A klaszterenkénti vizsgálat rámutatott, hogy a megelőzés és válaszhintézkedések terén eltérő prioritások vannak: más jellegű megoldások szükségesek egy zsúfolt klubban, mint egy toronyházban, egy ipari csarnokban vagy egy erdőűz sújtotta faluban. Ugyanakkor néhány általános tanulság is levonható, amelyek szinte minden klaszterben érvényesek (táblázatban összesítve a 13. mellékletben):

4.6.1 Korai észlelés és riasztás – a túlélés első feltétele

Szinte valamennyi eset rávilágított, hogy a halálos áldozatok száma nagymértékben függ attól, milyen gyorsan észlelik a tüzet és figyelmeztetik a jelenlévőket. A klub- és bevásárlóközpont tüzeknél (Station, Kiss, Kemerovo) a működésképtelen vagy kikapcsolt tűzjelző rendszer, illetve a hiányzó evakuációs utasítások közvetlenül járultak hozzá a katasztrófákhoz [120], [124]. Az automatikus tűzjelző rendszer (pl. füstérzékelőkkel) épületen belül, valamint a cellás vagy területi riasztórendszerek (pl. WUI tüzeknél) lakossági szinten is életmentő szerepet töltenek be [126].

4.6.2 Automatikus tűzoltó berendezések szerepe

A nagy kárral járó tüzek többsége igazolta, hogy ahol nem volt automata oltórendszer, ott a tűz szabadon terjedhetett, és percek alatt kontrollálhatatlanná vált. A Station Nightclubban, a Grenfell Towerben és a karacsi gyárban is megállapították: egy hatékony sprinkler már a kezdeti fázisban megfékezhetné volna a tüzet [121], [123], [122]. Statisztikai adatok szerint sprinklerrel felszerelt épületekben a halálozás kockázata akár 87–90%-kal, az anyagi kár pedig ~70%-kal csökkenthető [122]. Szabályozási szinten indokolt lehet a sprinklerkötelezettség kiterjesztése meglévő létesítményekre is, különösen tömegtartózkodási, magas kockázatú vagy alacsony menekülési képességű helyszíneken.

4.6.3 Passzív tűzvédelem – nem éghető anyagok, tűzterjedés gátlás

A Grenfell-tűz tragédiája óta világszerte előtérbe került a homlokzati és belső burkolatok tűzvédelmi teljesítménye [121]. Az éghető panelek és habszigetelések nemcsak táplálják a tüzet, hanem füst- és gázfejlesztéssel súlyosbítják a halálos kockázatot. Hasonlóan veszélyesek az ipari csarnokokban található, magas tűzterhelést okozó anyagok (ruha, gumi, műanyag). Passzív védelmi megoldások – tűz- és füstszakaszolás, nem éghető burkolatok – rendszeres karbantartást igényelnek, különösen vertikálisan terjedő tüzek esetén (pl. panelházak, kollégiumok) [121], [123].

4.6.4 Menekülési utak és kiürítési stratégiák újragondolása

Számos tragédia gyökere a menekülési lehetőségek hiányossága volt: lezárt vészkijáratok (Karacsi, Tazreen gyár), zsúfolt kijáratok (Kiss, Colectiv klub), vagy egyetlen közös lépcsőház (Grenfell Tower) [121], [123]. A biztonságos evakuáció alapfeltétele a

többsirányú, akadálymentes menekülési útvonal. A magas épületek esetében a statikus „stay put” protokoll helyett dinamikus evakuációs stratégiákat kell alkalmazni, például szintenkénti kiürítést belső kommunikációs rendszer támogatásával [121].

4.6.5 Szabályozási kultúra, hatósági ellenőrzés és felelősség

Az ipari klaszter eseményei (Ali Enterprises, Tazreen, Tianjin, Bejrút) kiemelik, hogy a szabályok megléte önmagában nem elegendő – a végrehajtás és ellenőrzés hatékonysága a kulcskérdés [123]–[125]. Ahol a hatóságok következetesen felléptek (pl. Colectiv tűz után Románia), ott csökkent a hasonló események valószínűsége. A tűzvédelmi kultúra fejlesztéséhez szükséges a rendszeres, kötelező tűzvédelmi oktatás, a be nem jelentett ellenőrzések és a következetes szankcionálás.

4.6.6 Speciális technológiák és tervezés „atipikus” eseményekre

A metróban, alagútban, hajón vagy kikötőben történő tüzesetek – bár ritkák – rendkívüli pusztítást okozhatnak, ha nincs megfelelő specifikus védelem. A Daegu, Kaprun, Tianjin, Bejrút események világosan mutatják: szükség van célzott tűzoltó rendszerekre (pl. vízköd alagutakban), menekülőjáratokra, redundáns érzékelőkre, és külön mentési protokollokra is [123]–[125].

4.6.7 WUI kitettség: várostervezés és klímareziliencia

A WUI tüzek esetében a védekezés már túlmutat a klasszikus tűzoltáson. A lakott területek és az erdőhatár közötti zóna tűzvédelme csak integrált megközelítéssel érhető el: védősávok, építészeti tűzállóság, időbeni riasztás, településszintű menekítési terv [127]–[128]. A Camp Fire és Mati városi katasztrófa egyaránt azt példázza, hogy a klímaváltozással súlyosbított kockázat nem kontrollálható megfelelő tervezés és felkészülés nélkül [126].

4.6.8 Globális összefüggések – ellátási lánc és nemzetközi támogatás

Az ipari tüzek többsége – különösen Dél- és Kelet-Ázsiában – olyan létesítményekben történt, amelyek nemzetközi ellátási lánc részét képezik. A megrendelő országoknak és vállalatoknak morális és működési felelősségük van abban, hogy megfelelő tűzvédelmi feltételeket követeljenek meg a beszállítóiktól [123]. Ezt nemcsak etikai, hanem gazdasági szempontból is indokolja a termelési kockázatok csökkentése. Emellett a nemzetközi

tűzvédelmi szervezetek (NFPA, CTIF) szerepe erősödhet a jó gyakorlatok terjesztésében, különösen a fejlődő világban.



17. ábra Fő tanulságok és javaslatok (saját szerkesztés)

4.7 Részösszegzés

A 21. század nagy kárral és tömeges halálozással járó tüzesetei súlyos figyelmeztetések mind a szakma, mind a társadalom számára. A tragédiák mögött rejlő okok feltárása lehetővé tette, hogy levonjuk a megfelelő tanulságokat. A tűzvédelmi mérnöki tervezésben javasolt integrálni ezeket: biztonságosabb épületek, intelligensebb tűzjelző és oltórendszerek, valamint a használati kockázatoknak megfelelő egyedi megoldások – például tűzterhelés korlátozása, WUI-tűzvédelmi sávok – alkotják a jövő választát. A szabályozásban pedig rugalmasság és proaktivitás szükséges: folyamatosan követni kell az új kihívásokat (mint a klímaváltozás, új építőanyagok, globális logisztika), és frissíteni az előírásokat a katasztrófák tanulságai alapján.

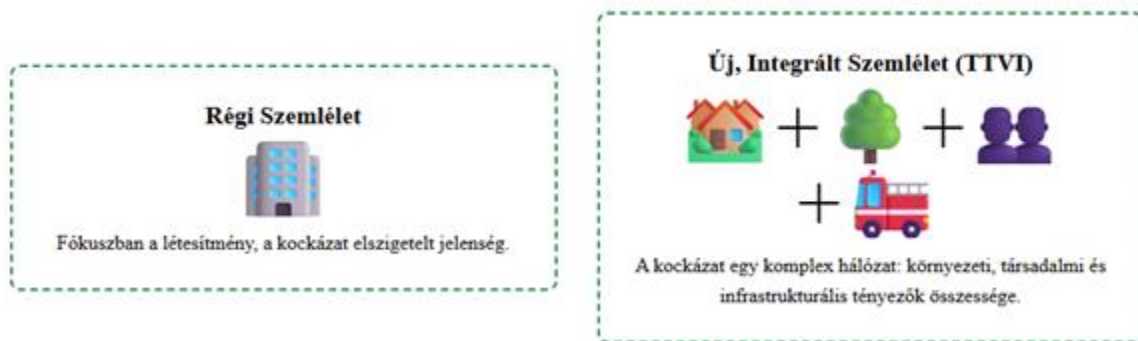
5. Nemzetközi tűzvédelmi kockázatértékelési modellek rövid bemutatása

5.1 Bevezetés

Ez a fejezet adja meg az értekezés elméleti-módszertani alapját, bemutatva a korszerű nemzetközi kockázatértékelési modellek (FEMA THIRA, FireCARES, NFPA 1300/1700, EU JRC, INFORM, Sendai Keret) szerkezetét és fő tanulságait. Ezek a modellek közvetlenül inspirálták a TTVI (Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettség Index)

koncepcióját, amely a dolgozat gyakorlati és adatvezérelt szintézisét képezi. Az itt bemutatott multidimenzionális megközelítés kapcsolódik a kérdőíves tapasztalatokhoz, az esettanulmányokhoz, valamint a Bács-Kiskun vármegyei adatbázisokra alapozott helyi modellezési fejezethez is, megteremtve a nemzetközi–hazai tudástranszfer keretét.

A korszerű tűzvédelmi kockázatértékelés alapja a multidimenzionális megközelítés, amely nem csupán a veszély meglétét, hanem a lakosság sérülékenységet, az elérhető kapacitásokat, a környezeti feltételeket és az intézményi háttérrel is figyelembe veszi. A tűzvédelmi rendszerek ma már világszerte komplex, adatalapú és proaktív módon épülnek fel, a kockázatok összehangolt és térbeli alapú értelmezésére törekedve. A következőkben bemutatok néhány olyan nemzetközi modellt, amelyek különböző aspektusok szerint értékelik a tűzkockázatot, és elveik jelentősen hozzájárultak a TTVI (Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettségi Index) koncepcionális felépítéséhez.



18. ábra A kihívás: szemléletváltás a kockázatértékelésben (saját szerkesztés)

5.2 FEMA THIRA – Threat and Hazard Identification and Risk Assessment

A FEMA által kidolgozott THIRA módszertan az amerikai kockázatértékelési gyakorlat alappillére. A modell három fő lépésben történő kockázatfeltárást ír elő: (1) a potenciális veszélyek azonosítása, (2) ezek hatásainak leírása reális forgatókönyveken keresztül, és (3) a szükséges válaszképességek meghatározása [129]. A THIRA minden típusú katasztrófa esetére alkalmazható – beleértve a lakástűzeket, ipari baleseteket és erdőtűzeket is –, és külön hangsúlyt fektet a lakossági érintettségre, a sebezhetőség dimenzióira, valamint a beavatkozó szervek erőforrásaira. A modell implicit módon magában foglalja a tűzvédelmi kockázat fő komponenseit: veszély (hazard), expozíció, társadalmi sérülékenység és reagálóképesség, amelyeket a TTVI is külön dimenzióként kezel.

A THIRA módszertan jelentőségét az adja, hogy strukturált keretet biztosít a települési és regionális szintű kockázatfelméréshez. Ez a rendszer lehetővé teszi, hogy nem csupán egy adott veszélytípust, hanem több, egymással összefüggő veszélyforrást – például a tűzveszély mellett az árvízi, vihar-, vagy akár ipari veszélyeket is – egyszerre értékeljünk. A modell fontos alapelve, hogy minden vizsgált veszélyhez meghatározott válaszképességi célokat rendel, és ezen célok teljesülésének mérését is elvárja. Ez a ciklikus megközelítés (azonosítás – forgatókönyv – válaszképesség) segíti a fejlesztendő területek és hiányosságok feltárását, továbbá támogatja a döntéshozókat a forrásallokáció optimalizálásában. A THIRA gyakorlatában kiemelten fontos a lakossági sérülékenységi, közösségi kitettség, illetve az, hogy a modellezett forgatókönyvek a helyi sajátosságokat – például a népesség összetételét, beépítettségi arányokat vagy elérési időket – is figyelembe vegyék [129].

5.3 FireCARES – Fire Community Assessment/Response Evaluation System

A FireCARES az Egyesült Államokban működő tűzoltóságok kapacitásértékelő rendszere, amely az NIST és az IAFF szakmai partnerségével jött létre. A modell célja, hogy összekapcsolja a tűzoltóságok valós teljesítményadatait (pl. kikerkezési idő, erőforrás-elosztás) a közösség tűzkockázatával, figyelembe véve a lakosság társadalmi-demográfiai jellemzőit és a strukturális tüzesetek gyakoriságát. A rendszer integrálja a CDC által kifejlesztett Social Vulnerability Index (SVI) adatait, valamint a lakossági sűrűség, jövedelemszint, etnikai megoszlás és korstruktúra alapján becsült tűzkockázatot. Emellett nyomon követi a tűzterjedés mintázatát, például azt, hogy az adott közösségben milyen arányban fordulnak elő „room-of-origin”-ön túli tüzesetek (a tűz nemcsak abban a helyiségben marad, ahol keletkezett, hanem onnan továbbterjed a lakáson, épületen belül más helyiségekre is) – ez a mutató különösen fontos a reagálóképesség és az épületállomány értékeléséhez [130], [131].

A FireCARES modell előnye, hogy képes a tűzoltósági szervezetek valós, objektíven mért teljesítményét összekapcsolni a közösségek aktuális kockázati profiljával. A rendszer elemzi az egyes települések és városrészek tüzeseti gyakoriságát, az események lefolyását, valamint azt is, hogy milyen gyorsan képesek a tűzoltók megfékezni a tüzet a kezdeti szakaszban. Ezenkívül jelentős hangsúlyt helyez a társadalmi egyenlőtlenségekből fakadó

különbségek feltárására, például a hátrányos helyzetű lakosság vagy az idősek arányára, ami alapvetően befolyásolhatja a beavatkozások eredményességét. A FireCARES a reagálóképesség mérésén túlmenően képes azonosítani a fejlesztendő területeket is, például azt, hogy hol lenne szükséges a személyzet növelése vagy az eszközpark modernizációja a kockázatsökkentés érdekében [130].

5.4 NFPA 1300 és NFPA 1700

Az NFPA 1300 szabvány a közösségi kockázatértékelés (Community Risk Assessment – CRA) és a közösségi kockázatsökkentési terv (Community Risk Reduction – CRR) készítésének alapját adja [16]. A CRA a közösség saját jellemzőinek (pl. demográfia, épülettípusok, földrajzi elhelyezkedés, veszélyes létesítmények) és korábbi veszteségadatainak felhasználásával történik. A CRR ezek alapján határozza meg a kockázatok csökkentésére szolgáló beavatkozásokat. A szabvány szerint a településeknek saját adataik alapján kell a prioritásokat kijelölni, és a kockázatot több dimenzió mentén vizsgálni, beleértve a reagálási időket, az épületállomány állapotát és a közösség védelmi képességeit is.

Az NFPA 1700 ezzel szemben a zárt téri tűzoltás tudományos alapjait fekteti le [132]. A szabvány célja, hogy bizonyítékalapú (evidence-based) ajánlásokat nyújtson a taktikai beavatkozásra, különös tekintettel a tűz fejlődésére, a tűzoltási időablakokra és a kiérkezési idők hatásaira. A szabványban szereplő beavatkozási időértékek közvetlenül hivatkoznak a NIST által végzett tűzdinamikai és személyzeti szimulációkra, amelyek kimutatták, hogy például egy négyfős csoport 30%-kal gyorsabban hajt végre kulcsfeladatokat, mint egy kétfős [132].

A két NFPA szabvány együttes alkalmazása lehetővé teszi, hogy a közösségek ne csak felmérjék saját kockázataikat, hanem azokra célzott, hatékony beavatkozásokat is tervezzenek. Az NFPA 1300 hangsúlyozza az adatalapú döntéshozatal fontosságát, az NFPA 1700 pedig a gyakorlati beavatkozások optimalizálását támogatja tudományosan megalapozott ajánlásokkal. Ezeknek a szabványoknak a használata biztosítja, hogy a kockázatértékelés ne maradjon elméleti szinten, hanem közvetlenül visszacsatoljon a mindennapi tűzvédelmi gyakorlatba és a tűzoltóságok stratégiájába [16], [132].

5.5 EU JRC – Risk Atlas és INFORM modell

Az Európai Unió Közös Kutatóközpontja (Joint Research Centre – JRC) által készített Risk Data Hub és a hozzá tartozó tematikus kockázati atlaszok – például az Erdőtűz Kockázati Atlasz – a kockázat értékelésének európai viszonyokra adaptált rendszerét adják [133]. Ezek a rendszerek egységes módszertani alapokat teremtenek a tagállamok számára, hogy a természeti és ipari veszélyek, köztük a tüzesetek kockázatát összehasonlítható módon, egységes adatstruktúrával vizsgálják. A modell három fő komponensre épít: veszélyesség (hazard), expozíció és sérülékenység. A JRC által fejlesztett adatplatform lehetővé teszi, hogy nem csak nemzeti, hanem régiós, sőt településszintű bontásban is összevethetők legyenek a különböző területek veszélyeztetettségi profiljai.

Ezzel összhangban az INFORM Risk Index – amelyet az EU és az ENSZ közösen működtet – a kockázatot három fő dimenzió alapján számszerűsíti: (1) veszélyek és kitettség, (2) társadalmi sérülékenység, (3) intézményi kapacitáshiány [134]. Az INFORM Index előnye, hogy képes átfogó, multidimenzionális képet adni a kockázatokról, miközben a társadalmi-gazdasági tényezők, az infrastruktúra fejlettsége és a helyi erőforrások elérhetősége is súlyozottan jelenik meg az értékelésben. Ez különösen releváns a tűzvédelmi kockázatok esetén, mivel nem csak a természeti adottságok, hanem a közösség teherbíró képessége, reagáló infrastruktúrája és felkészültsége is jelentős mértékben meghatározza a tényleges veszélyeztetettséget.

Az INFORM koncepció alapján a sérülékenységet tovább bontják társadalmi (demográfiai, gazdasági, egészségi) és infrastruktúra-alapú (védelmi kapacitás, előrejelző rendszerek) komponensekre, így a tűzvédelmi alkalmazás szempontjából is rendkívül releváns struktúrát nyújtanak. A JRC kockázati adatbázisokat térképes platform egészíti ki, amely segítségével településszintű összehasonlítások is végezhetők. Ezzel lehetővé válik, hogy akár kisebb régiók vagy települések tűzvédelmi kitettsége is objektíven, számokkal és térképi megjelenítéssel alátámasztható legyen [133], [134].

5.6 UNISDR / OCHA – Sendai Keret és kockázatkezelési alapelvek

A 2015–2030 közötti időszakra vonatkozó Sendai Keret a katasztrófakockázatok csökkentésének átfogó ENSZ-dokumentuma, amely elvi szinten meghatározza a kockázat dimenzióit: hazard, exposure, vulnerability és coping capacity [135]. Ez a keret különös

hangsúlyt fektet a megelőzésre, az ellenállóképesség növelésére, valamint arra, hogy a kockázatkezelésnek minden társadalmi szintet – az egyénektől az intézményekig – átfogó, integrált szemléleten kell alapulnia.

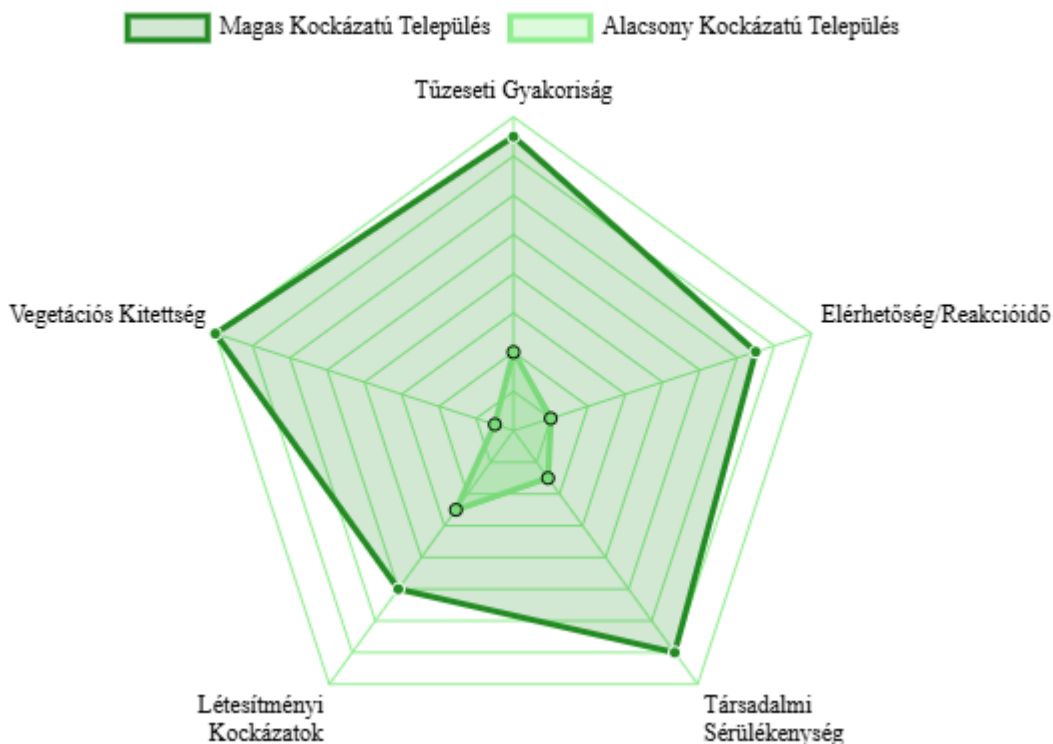
A Sendai Keret kulcsüzenetei – mint a „build back better”, „multi-hazard risk understanding” vagy a „whole-of-society approach” – mind alátámasztják, hogy a tűzvédelmi rendszerek fejlesztéséhez elengedhetetlen a sokdimenziós, interdiszciplináris megközelítés. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy nem elegendő csupán a fizikai veszélyeket vagy a beavatkozó szervek kapacitását vizsgálni, hanem a társadalmi, gazdasági és környezeti tényezőket is integrálni kell a kockázatelemzésbe. A Sendai Keret hangsúlyozza a tudásmegosztás, az adat-alapú döntéshozatal és a nemzetközi együttműködés fontosságát – ezek a szemléleti elvek a TTVI modell kialakításában is megjelennek.

A TTVI ezen elvekre reflektálva, azok hazai gyakorlati alkalmazásaként értelmezhető. A nemzetközi modellek alapelveit követve lehetőség nyílik arra, hogy a magyarországi települések kockázati profilja is összehasonlítható, térinformatikailag támogatott, objektív módszertannal kerüljön meghatározásra, amely hosszú távon a vármegyei, vagy akár analógiaként az országos tűzvédelmi stratégia alakításához is hozzájárulhat [135].

A 14. melléklet tartalmazza a nemzetközi tűzvédelmi kockázatértékelési modellek fő komponenseinek, alkalmazási területeinek, dimenzióinak, indikátorainak, adattípusainak összehasonlító táblázatát,

5.7 A tűzvédelmi kockázat fő dimenziói és azok jelentősége

A nemzetközi modellek és a kockázatkezelés elméleti keretei egyértelműen alátámasztják, hogy a tűzvédelmi kockázat nem írható le egyetlen mutatóval, hanem komplex, többdimenziós rendszerként értelmezhető. E fejezet célja annak bemutatása, hogy a TTVI (Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettség Index) felépítéséhez miért ezek a dimenziók kerültek kiválasztásra, milyen elméleti és nemzetközi gyakorlati háttér támasztja ezt alá, valamint hogyan reflektálnak ezek a magyarországi sajátosságokra.



19. ábra A kockázati dimenziók megjelenítése (saját szerkesztés)

5.7.1 Tűzeseti gyakoriság és súlyosság

A tüzesetek előfordulásának gyakorisága és az események súlyossága közvetlen módon határozza meg a települések tűzvédelmi kitéttését. A múltbeli események statisztikai elemzése nem csupán trendek azonosítására alkalmas, hanem előrejelzési eszközként is szolgálhat, különösen, ha térben aggregált módon kerül értelmezésre [16], [133]. A települési szintű tüzeseti statisztikák elemzése során megfigyelhető, hogy az esetek eloszlása nem egyenletes: bizonyos településeken, illetve régiókban lényegesen magasabb az előfordulás gyakorisága, amely mögött gyakran társadalmi, infrastrukturális vagy éppen környezeti különbségek húzódnak meg.

A FireCARES modell a tüzeseti adatokra alapozva becsüli a strukturális kockázat szintjét: nemcsak a gyakoriság, hanem a kimenetek is elemzésre kerülnek – például, hogy a tüzek mekkora arányban terjednek túl az eredeti tüztéren [130]. Ez a megközelítés lehetővé teszi a rejtett kockázatok feltárását is, vagyis nem csupán a tüzek abszolút számát, hanem a lefolyásuk jellemzőit és a következményeket is figyelembe veszi. A FEMA és az NFPA

gyakorlatában a veszteségalapú visszacsatolás a CRA (Community Risk Assessment) szerves része [129], [16], vagyis a tűzeseti adatokból származó tanulságok közvetlenül beépülnek a megelőzési és beavatkozási stratégiákba.

A súlyosság jellemzésére a nemzetközi gyakorlatban alkalmazott indikátorok közé tartozik a halálesetek, sérülések, kárérték, valamint a tűz által érintett alapterület. Magyarországon a BM OKF és KSH adatbázisai is tartalmazznak ilyen típusú mutatókat, azonban ezek kockázati szempontú feldolgozása nem történik meg rendszeresen. Fontos lenne, hogy ezek a mutatók ne csak leíró statisztikaként jelenjenek meg, hanem integrált módon, térinformatikai eszközökkel is összevethetők legyenek.

A TTVI a tűzeseti gyakoriságot és súlyosságot önálló dimenzióként kezeli, mert ezek közvetlen kapcsolatban állnak a tűzvédelmi kapacitások tervezésével, a prevenciós fókuszterületek kijelölésével, valamint a veszélyeztetettségi rangsorok megalapozásával. A gyakorisági és súlyossági indikátorok együttes értelmezése megbízhatóbb képet ad a helyi kockázati viszonyokról, mint bármely mutató önmagában.

5.7.2 Elérhetőség és reakcióidő

A tűzoltósági lefedettség és a beavatkozási képesség térbeli differenciáltsága az egyik legkritikusabb tényező, amely jelentősen befolyásolja a káresetek kimenetelét. A tűz terjedése ugyanis exponenciális [132], ezért a reagálási idő minden egyes perce számít. Nemzetközi kutatások és tűzmodellezési eredmények szerint az első percekben végrehajtott beavatkozásnak meghatározó szerepe van a tűz lokalizációjában, az emberi élet mentésében és a vagyonvédelemben. Minden egyes perccel, amivel késik a kiérkezés, a tűz által okozott károk, az áldozatok száma és a beavatkozás kockázata is ugrásszerűen nő.

Az NFPA 1710 és 1720 szabványok konkrét ajánlásokat fogalmaznak meg a városi és vidéki területekre vonatkozó válaszidőre, míg az NFPA 1700 a tűz fejlődését és a taktikai időablakokat kvantitatív módon modellezi [132]. Ezek a szabványok részletesen kitérnek arra, hogy milyen személyzeti, műszaki és szervezeti feltételek szükségesek a hatékony válaszadáshoz, illetve milyen határértékek betartása mellett várható a sikeres mentés. Például egy nagyobb településen vagy sűrűn lakott városrészben a válaszidő célértéke alacsonyabb, míg vidéki, nehezen megközelíthető területeken ezek a mutatók lazábbak

lehetnek. Ez ugyanakkor nem csökkenti az ott élők tényleges kockázatát – éppen ellenkezőleg: a hosszabb kiérkezési idő magasabb veszélyeztetettséget jelent.

A FireCARES rendszer külön elemzi, hogy az adott településen a tűzoltóság elérhetősége és személyzete arányban áll-e a kockázati szinttel [130]. Az elemzés során a FireCARES figyelembe veszi az adott szervezet kiérkezési idejét, a helyszín megközelíthetőségét, a tűzoltásra mozgósítható személyzet számát és felkészültségét, továbbá azt, hogy mindez mennyire illeszkedik a közösség összetételéhez és veszélyeztetettségéhez. Ez lehetőséget ad a döntéshozóknak arra, hogy az erőforrásokat oda csoportosítsák, ahol a legnagyobb szükség van rá, vagy hogy fejlesztéseket kezdeményezzenek a kapacitáshiányos térségekben.

Európában a JRC által koordinált kockázati adatbázisokba is bekerülnek a beavatkozási idők térképei, míg Magyarországon csak elszigetelten léteznek ilyen értékelések [133], [136]. A hazai gyakorlatban a térinformatikai alapú válaszidő-analízis és az elérhetőségi hiányterületek feltárása még kezdeti szakaszban tart, jóllehet a nemzetközi példák azt mutatják, hogy ezek kulcsfontosságúak a stratégiai tervezés, a riasztási körzetek kijelölése és a prevenciók tevékenységek szempontjából is.

A TTVI e dimenzióval azt az elméleti és gyakorlati felismerést követi, hogy a tűzvédelmi kockázat nem csupán a tüzesemények meglétéből, hanem azok kezelhetőségéből is fakad. Ahol hosszú a vonulási idő vagy hiányzik az aktív tűzoltókapacitás, ott azonos eseményszám mellett is magasabb a tényleges kockázat. Ez indokolja, hogy a TTVI az elérhetőség és reakcióidő mutatóit önálló, súlyozott tényezőként integrálja a komplex értékelési rendszerbe.

5.7.3 Társadalmi sérülékenység

A társadalmi sérülékenység a kockázat egyik legfontosabb, de legnehezebben mérhető komponense. Az egyének és közösségek fogékonysága a tüzeseményekre számos tényezőtől függ: kor, egészségi állapot, jövedelem, mobilitás, társadalmi hálózatok, valamint az épített környezet minősége egyaránt befolyásolja a veszteség mértékét és a helyreállítás képességét [134]. A társadalmi sérülékenység növekedése gyakran együtt jár a gyorsabb káresemény-lefolyással és a hosszabb regenerációs időszakokkal, ami

különösen az idősek, fogyatékossgal élők vagy elszegényedett térségek esetében válik hangsúlyossá.

Az INFORM Index egyik fő dimenziója a sérülékenység, amelyet társadalmi és gazdasági indikátorokkal vizsál (pl. HDI, egyenlőtlenségi mutatók, hozzáférés egészségügyi ellátáshoz) [134]. A nemzetközi kutatások kimutatták, hogy a társadalmi hátrányokkal élő lakosság – például alacsony jövedelmű, előregedett vagy kisebbségi közösségek – esetében a tüzesetek következményei súlyosabbak, gyakran nagyobb a halálos áldozatok, a sérültek, illetve a helyrehozhatatlan veszteségek aránya. A társadalmi sérülékenység nem csupán az esemény során, hanem azt követően is megmutatkozik: ezekben a közösségekben a helyreállítás, az újjáépítés vagy akár az érintettek pszichés támogatása is jóval lassabb, mint kedvezőbb helyzetű régiókban.

A FireCARES beépítette a CDC által fejlesztett Social Vulnerability Indexet (SVI), amely a tüzeseteknél is jelentős magyarázó erővel bír [130]. Ennek segítségével a döntéshozók jobban azonosíthatják a leginkább veszélyeztetett csoportokat, s ennek megfelelően tervezhetik meg a megelőző, felkészítő vagy kockázatsökkentő programokat. Külön kiemelendő, hogy a társadalmi sérülékenység sokszor rejtetten van jelen: nem feltétlenül az események gyakoriságában, hanem azok súlyosságában, valamint az utókezelés sikerességében mutatkozik meg.

A társadalmi sérülékenység különösen fontos akkor, amikor a tüzesetek bekövetkezési aránya alacsony, de az események következményei súlyosak. Tipikus példa erre az idősellátó intézmények, szociális otthonok esete: kevés esemény fordul elő, de egyetlen tűz nagy társadalmi hatással jár. Ez indokolja, hogy a TTVI a társadalmi sérülékenység mérésére olyan összetett mutatórendszert alkalmaz, amely figyelembe veszi a népesség összetételét, foglalkoztatottságát, mobilitását és beágyazottságát – hasonlóan a nemzetközi gyakorlatokhoz [16], [134]. Ez a szisztematikus megközelítés elősegíti a társadalmi igazságosság és a célzott megelőzés érvényesülését a tűzvédelmi stratégiában.

Magyarországról, így Bács-Kiskun vármegyéről az EUROSTAT is rendelkezik társadalmi adatokkal, ráadásul térinformatikai formátumban [137].

5.7.4 Vegetációs kitettség (WUI, NVV)

Az utóbbi évtizedekben világszerte fokozódott az ún. WUI (Wildland–Urban Interface) övezetek jelentősége a tűzvédelmi kockázat szempontjából. Ezek a területek olyan határzónák, ahol a lakott települések közvetlenül érintkeznek természetes növényzettel – jellemzően erdővel, bozótossal vagy mezőgazdasági területtel. A WUI-zónákban élő lakosság növekvő száma, a területhasználat változása, illetve a klímaváltozás hatására gyakoribbá váló aszályos időszakok együttese miatt ezek a területek a tűzvédelmi rendszerek egyik legnagyobb kihívását jelentik.

A WUI övezetek sajátossága, hogy a hagyományos városi vagy mezőgazdasági tűzvédelmi módszerek önmagukban nem elegendőek; a tűz gyorsan áterjedhet a lakóépületekre, a menekülési utak beszűkülhetnek, és a tűzoltóság beavatkozási lehetőségei is korlátozottabbak. Az ilyen zónákban gyakran az elérési útvonalak állapota, a vízforrások elérhetősége, vagy az épületek éghetőanyag-használata is növeli a kockázatot. Emellett a lakosság felkészültsége, a helyi prevenciós gyakorlatok és a figyelemfelhívó programok szerepe is jelentősen megnő.

Az NFPA 1144 szabvány külön ajánlásokat fogalmaz meg ezen zónákra, figyelembe véve az épületkialakítást, a környezeti éghetőanyag-jelenlétet, valamint az elérhetőséget [138]. Az amerikai FireWise program és az ausztrál „Prepare-Act-Survive” kampány szintén kiemelten kezelik a WUI övezetek veszélyeztetettségét [139]. Ezek a programok a közösségi részvételt, az ingatlantulajdonosok felelősségét, valamint a folyamatos oktatást, gyakorlatokat és infrastruktúra-fejlesztést hangsúlyozzák.

Az EU JRC által összeállított erdőtűz-kockázati modell integrálja a WUI jellemzőket és a vegetációs kitettség mértékét a településszintű veszélyeztetettségi profilokba [133]. Ezen kockázat típusa különösen érzékeny a klímaváltozás hatásaira: aszályos időszakok, hőhullámok, valamint az invazív növényzet térnyerése mind növelik a gyúlékonyságot. Magyarországon is egyre gyakoribbak azok az esetek, amikor a lakott területeket közvetlenül veszélyezteti az erdő- vagy vegetációtűz. A települések tervezésében, a lakóövezetek kialakításában és a lakossági felkészítésben is megjelenik a WUI-kockázat kezelésének igénye.

A TTVI ezen dimenziót nemcsak a WUI zónák területarányával, hanem az ún. nagymértékben veszélyeztetett vegetációval (NVV) is kiegészíti, figyelembe véve a hazai szabályozásban szereplő erdőtűz-veszélyességi kategóriákat. Ez a megközelítés illeszkedik a nemzetközi példákhoz, ugyanakkor figyelembe veszi a magyar viszonyokat is. Kiemelendő, hogy a magyar erdőtűz-veszélyességi térképezés, az NFK és a KEFAG együttműködése révén, fontos adatokat szolgáltat a helyi kockázatbecsléshez, de ezek integrációja a komplex településszintű modellekbe még csak részben valósult meg. A TTVI modell fejlesztése e hiányosság pótlására is törekszik, és a vegetációs kitettség mérését kombinálja a WUI- és NVV-szemponatokkal, a nemzetközi standardokat és hazai adatokat egyaránt felhasználva.

5.7.5 Létesítményi kockázatok

A tűzvédelmi kockázat meghatározásában egyre nagyobb szerepet kapnak a településen belül található magas kockázatú létesítmények: ipari üzemek, veszélyes anyagokat tároló helyek, intézményi funkciót betöltő épületek (iskolák, kórházak, idősotthonok) [16], [140]. Ezek az objektumok jelentős veszélyforrást képviselnek, hiszen egy bekövetkező tűz nem csak az adott épületben, hanem a környező infrastruktúrában is súlyos következményeket okozhat, illetve tömeges evakuációt, jelentős egészségügyi, környezeti vagy gazdasági veszteségeket idézhet elő.

Az NFPA 1730 szabvány szerint a települési CRA során kiemelt figyelmet kell fordítani azon objektumokra, amelyek komplex evakuációt igényelnek, nagy a befogadóképességük, vagy önmentésre képteleneket helyeznek el [141]. Az ilyen létesítményekben a beavatkozások tervezése, a riasztási rendszerek kialakítása, a rendszeres gyakorlatok tartása és az előzetes védelmi tervek megléte kiemelt jelentőségű. Az intézményi kockázatot tovább növelheti, ha az adott településen ezek a létesítmények koncentráltan, egy adott városrészben helyezkednek el, vagy ha a település infrastrukturális adottságai (pl. úthálózat, vízellátás) nem támogatják kellőképpen a gyors beavatkozást.

Az ENSZ INFORM Index harmadik dimenziója az intézményi kapacitás, amely nemcsak a reagálóképességet, hanem a szabályozási és igazgatási háttér meglétét, a tűzvédelmi felügyeleti rendszerek működését is értékeli [134]. Egy jól szervezett, rendszeres felügyelet alatt álló intézményi rendszer képes csökkenteni a kockázatokat és javítani a

krízishelyzetek kezelését. Ugyanakkor, ahol hiányos az ellenőrzés, a fenntartási gyakorlat, vagy az üzemeltetési fegyelem, ott egy tüzeset következményei súlyosabbak lehetnek, és akár országos szintű hatásokat is kiválthatnak (pl. kórháztűz, veszélyes üzemek robbanása).

A TTVI a létesítményi kockázatokat önálló dimenzióban ragadja meg. Az értékelés során figyelembe veszi a tűzvédelmi hatóság által nyilvántartott kockázatos létesítmények típusát, koncentrációját és területi eloszlását. A cél, hogy azonosítsa azokat a településeket, ahol a magas intézményi terheltség miatt a bekövetkező tüzesetek következményei is súlyosabbak lehetnek – függetlenül attól, hogy a gyakoriság alacsony. Ez a szemlélet megalapozza a célzott kockázatsökkentő intézkedések tervezését, az ellenőrzések, képzések és infrastrukturális fejlesztések prioritizálását, valamint hozzájárul a komplex közösségi biztonsági programok kialakításához.

A 15. melléklet tartalmazza a TTVI modell dimenzióinak megfeleltetését a nemzetközi modellek fő komponenseihez.

5.8 Magyarországi gyakorlat és szabályozás röviden

Magyarország tűzvédelmi rendszere alapvetően központilag szabályozott, egységes normák és központi irányítás mentén működik. Jogszabályok határozzák meg mind a létesítmények, mind a közösségi terek, mind pedig a lakóépületek tűzvédelmi követelményeit, továbbá a tűzoltóságok szervezeti működését és a vonatkozó technikai előírásokat. A magyarországi szabályozás stabil, jól átlátható jogi keretet biztosít, ugyanakkor több területen – különösen a komplex, multidimenzionális kockázatértékelésben – még vannak fejlesztési lehetőségek.

Az 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet (OTSZ) bevezette a kockázati osztályba sorolás elvét: az épületek és tűzszakaszok különböző kockázati kategóriákba kerülnek (pl. KK – közepes kockázat, MK – magas kockázat), amelyhez differenciált műszaki követelmények tartoznak. Ez a megközelítés előremutató, de létesítménycentrikus: nem terjed ki településszintű vagy térbeli integrált kockázatértékelésre [142][143]. Ez azt jelenti, hogy bár az épületek vagy egyes objektumok szintjén jól alkalmazható a kockázati szintek szerinti szabályozás, a települési vagy járási, illetve komplex térségi szintű veszélyeztetettség vizsgálata háttérbe szorul.

A BM OKF adatszolgáltatási rendszerei – beleértve a 1/2025. (I. 23.) BM OKF utasítás alapján működő tűzeseti esemény-nyilvántartást – értékes adatbázist biztosítanak a kockázatelemzéshez [144]. Ezek az adatrendszerek számos releváns mutatót tartalmaznak (tűzesetszám, káresetek típusa, kiérkezési idők, beavatkozó erők, stb.), melyek kiaknázása jelentősen hozzájárulhatna a megelőzés, a beavatkozás és az utánkövetés hatékonyságához. Ezek azonban jelenleg nem kerülnek automatizált térinformatikai feldolgozásra, és nem szolgálnak komplex CRA vagy CRR tervek alapjául. Az adatok elérhetőek ugyan a szakmai szereplők számára, de a strukturált, integrált térségi értékelésükre, a döntéshozók vagy helyi önkormányzatok számára használható, vizualizált jelentések rendszeresítésére kevés példa akad.

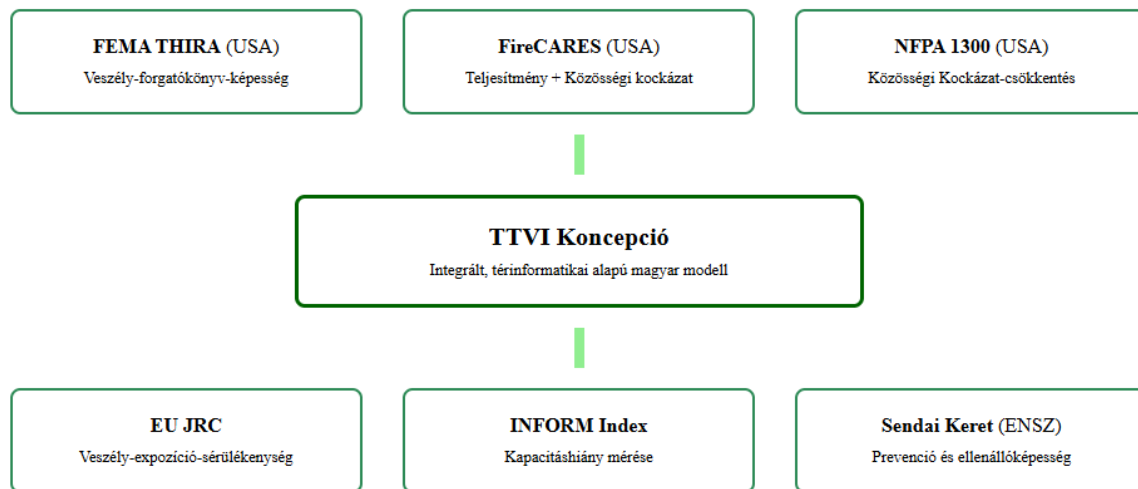
Jelenleg nincs nemzeti szintű, többdimenziós tűzvédelmi kockázati modell, amely a települések közti veszélyeztetettségi különbségeket integrált módon számszerűsítene. Léteznek részeredmények: az erdőtűz-veszélyességi térképezés az Országos Erdőtűz Adatbázis alapján (pl. KEFAG, NFK együttműködésben), korábbi próbálkozások vonulási idő-alapú lefedettség térképek készítésére, valamint egyes megyékben készültek térségi szintű veszélyeztetettségi vizsgálatok, de ezek nem épültek be az országos döntéshozatalba vagy tűzvédelmi tervezésbe. Több projekt (különösen az erdőtűz-veszélyeztetettség területén) pilot-jellegű, helyi szintű, vagy csak kutatási célokat szolgáló eredményeket produkált, amelyek még nem illeszkednek be teljesen a jogszabályi és döntéshozói folyamatokba.

A TTVI fejlesztése e szabályozási és gyakorlati hiányosságokra reflektál. A cél az volt, hogy egy olyan hazai környezethez igazított, mégis nemzetközi elveket követő modell készüljön, amely képes a tűzvédelmi veszélyeztetettséget több szempont alapján, objektíven, térbeli bontásban értékelni. Ez az integrált modell lehetővé teszi a települési különbségek feltárását, a prevenciós stratégiák célzottabb kidolgozását, és hozzájárulhat a kockázati szemlélet megerősödéséhez mind a szakmapolitikai, mind a helyi döntéshozói szinteken.

5.9 A TTVI indoklása és helye a nemzetközi gyakorlatban

A Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettségi Index (TTVI) egy olyan új, integrált modell, amely a korábbi hazai gyakorlatban nem alkalmazott módon egyesíti a tűzeseti

adatok, a reagálási képesség, a társadalmi sérülékenység, a vegetációs veszélyeztetettség és a létesítményi kockázatok térinformatikai alapú értékelését. A modell lényege, hogy egy komplex, mégis átlátható keretrendszerbe rendezi a különböző forrásból származó, eltérő jellegű adatokat, lehetővé téve azok együttes értékelését, összehasonlítását és rangsorolását. Ez a módszer újszerű szemléletet jelent a hazai tűzvédelmi kockázatkezelésben, miközben közvetlenül illeszkedik a nemzetközi elvárásokhoz és trendekhez.



20. ábra Globális tudás és hazai adaptáció (saját szerkesztés)

A TTVI modell strukturális dimenzióinak meghatározását nemcsak a nemzetközi szakirodalom és gyakorlat, hanem a doktori kutatás részeként végzett kérdőíves szakértői vizsgálat is megerősítette. A különböző célcsoportok (tűzvizsgálók, tervezők, hatósági szakemberek, tűzoltásvezetők) egyöntetűen kiemelték a reagálási idő, a WUI-zónák kockázatait, a társadalmi szempontokat és a létesítményi veszélyeztetettség jelentőségét. E tényezők visszaköszönnek a TTVI öt dimenziójában, megerősítve azok gyakorlati relevanciáját és szakmai elfogadottságát.

A kérdőíves kutatásból származó kulcsjavaslatok modellbe való beépülését az 1.8 alfejezet, valamint a kapcsolódó melléklet részletesen bemutatja.

5.9.1 Multidimenziionalitás tudományos és gyakorlati indoka

A FEMA, NFPA és EU JRC által kidolgozott modellek egyértelműen multidimenziionalis szerkezetet írnak elő: a kockázat nem értelmezhető kizárólag a veszély meglétére, sem

csupán a társadalmi kitettség mentén [129], [16], [133]. A THIRA, CRA/CRR, vagy az INFORM Index mind három vagy több fő komponensre épülnek: hazard, exposure, vulnerability, coping capacity. Ezek a modellek rávilágítanak arra, hogy az egyes komponensek egymásra hatása, kölcsönös erősítése vagy épp kiegyenlítése hozza létre a tényleges veszélyeztetettséget, amelyet csak komplex értékelési rendszerben lehet pontosan megragadni.

A TTVI e mintákat követve alakult ki, igazodva a hazai adatok rendelkezésre állásához. A választott öt dimenzió (tűzeseti előfordulás, elérhetőség, társadalmi sérülékenység, vegetációs érintettség, létesítményi koncentráció) lefedi a nemzetközi gyakorlat által meghatározott kulcstényezőket. Ezzel nemcsak a teljes kockázati spektrumot sikerül számszerűsíteni, hanem a magyarországi sajátosságokat is be lehet vonni az értékelési rendszerbe.

5.9.2 Kvantitatív, térinformatikai, összehasonlítható rendszer

A TTVI nem csak kvalitatív minősítést ad, hanem konkrét, normalizált pontszámokat. Ezáltal alkalmas: területi összehasonlításra (járási, megyei, országos szinten), idősoros követésre (idővel romló vagy javuló kockázati értékek), valamint stratégiai kapacitástervezés megalapozására. Az index használatával objektív módon azonosíthatók a legsérülékenyebb, vagy éppen legjobban teljesítő települések, és mérhetővé válik a kockázatsökkentő beavatkozások hatása is.

A modell QGIS-alapú implementációja lehetővé teszi a nyílt adatforrások integrálását és újabb dimenziók bővítését is – pl. klímaváltozási sérülékenység, épületenergetikai jellemzők vagy lakossági füstérzékelő lefedettség jövőbeni integrációját [145]. Ez a rugalmasság azt eredményezi, hogy a TTVI egyaránt felhasználható kutatási, igazgatási, tervezési vagy prevenciós célokra, és lehetőséget ad különféle adathalmazok, vizualizációk és térképi rétegek összehangolt elemzésére.

5.9.3 A TTVI helye a nemzetközi CRA/CRR gyakorlatban

A CRA (Community Risk Assessment) és CRR (Community Risk Reduction) programok célja világszerte az, hogy a helyi kockázatokat számszerűsítsék és megelőzési intézkedéseket javasoljanak [16], [141]. A TTVI ezt a logikát követi, de településszintű

formában és hazai adatokon. Az index segítségével a magyar települések összehasonlíthatóak egymással, a nemzetközi jó gyakorlatok pedig lokalizált módon alkalmazhatók.

A modell szervesen illeszkedik a Sendai Keret elveibe: a veszélyforrások feltérképezésén túl hangsúlyt helyez a társadalmi ellenállóképességre és az intézményi válaszreakciókra [135]. A TTVI fejlesztése így nemcsak technikai gyakorlat, hanem stratégiai adaptáció is a globális irányelvekhez. Ez a megközelítés hozzájárulhat a nemzetközi kutatásokba való becsatlakozáshoz és a hazai tűzvédelmi stratégia modernizálásához is.

5.9.4 Adaptálhatóság, összevethetőség

A TTVI struktúrája – azonos súlyozott dimenziók, normalizált skála, térbeli aggregálhatóság – lehetővé teszi: más vármegyékre való közvetlen adaptációt, a települési rangsorok országos szintű értelmezését, és a nemzetközi összevethetőséget (pl. FireCARES, INFORM alapján). A rendszer rugalmas, bővíthető, így alkalmas akár a határon átnyúló kockázatelemzési feladatokra is, például a dél-alföldi–szerbiai régiók WUI-veszélyeztetettségének közös vizsgálatára, vagy különböző tűzvédelmi infrastruktúrák teljesítményének összehasonlítására.

Ezáltal a modell nemcsak a Bács-Kiskun vármegyei rendszer fejlesztésére alkalmas, hanem jövőbeni kutatások és térségi kockázatértékelési stratégiák alapjául is szolgálhat – beleértve akár az országos, vagy a határon átnyúló térségi összehasonlításokat (pl. dél-alföldi-szerbiai WUI veszélyeztetettség összevetése). A TTVI jövőbeni fejlesztési irányában a nemzetközi együttműködés, a tapasztalatok kölcsönös megosztása, valamint az új technológiák (pl. távérzékelés, mesterséges intelligencia alapú adatfeldolgozás) is meghatározó szerepet kaphatnak.

6. A Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettségi Index (TTVI) kialakítása és alkalmazása

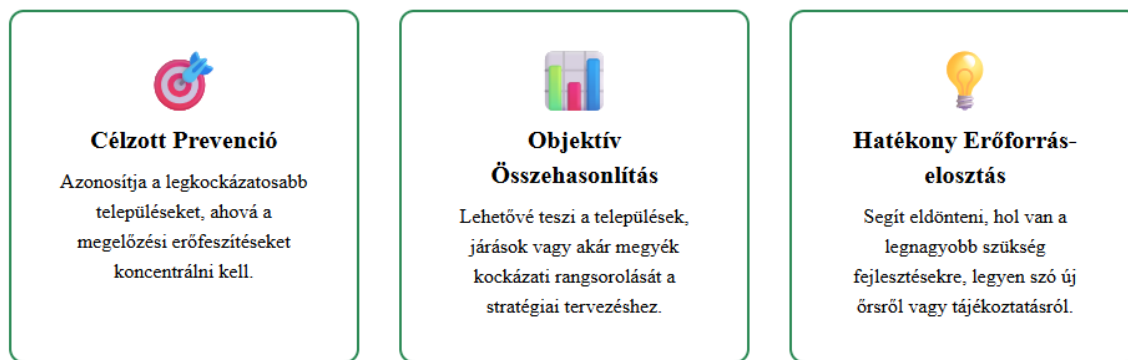
6.1 Bevezetés

A természeti és társadalmi veszélyeztetettség kvantitatív, térbeli alapú értékelése a XXI. században a kockázatmenedzsment és válságkezelés egyik legfontosabb tudományos és gyakorlati eszközévé vált. Ezzel szemben a tűzvédelmi szakterület Magyarországon

jellemzően reaktív módon működik, és ritkán alkalmaz olyan komplex, előrejelző rendszereket, amelyek az objektív tér- és társadalomföldrajzi tényezőket integráltan kezelik. A magyar tűzoltóság "reaktív" jellegének hangsúlyozása rámutat arra a rendszerszintű lehetőségre, hogy a TTVI-hez hasonló proaktív eszközök paradigmaváltást eredményezhetnek az erőforrás-elosztásban és a megelőzési stratégiában. Egy ilyen modell nem csupán tudományos gyakorlat, hanem potenciális eszköz a Bács-Kiskun vármegyei, és analógiaként akár más vármegyék és a magyarországi tűzvédelem rendszerszintű fejlesztésére, az adatvezérelt, proaktív kockázatkezelés irányába történő elmozdulásra, ahelyett, hogy kizárólag az események bekövetkezése után reagálnánk.

A Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettség Index (TTVI) kialakítása nem önálló törekvésként, hanem egy átfogó, többdimenziós kutatási program részeként született meg. A megalapozásban kulcsszerepet játszott a Bács-Kiskun vármegyei tűzeseti adatok több mint egy évtizedre visszanyúló, részletes feldolgozása, amely nem csupán az események gyakoriságát és térbeli eloszlását, hanem azok súlyosságát, típusprofilját és a reagálóképesség kontextusát is vizsgálta. E kvantitatív elemzésekre építve vált lehetővé a tűzeseti kockázati index (TKI) többkomponensű struktúrájának kialakítása, amely – a nemzetközi gyakorlathoz igazodva – nem csupán a múltat reflektál, hanem a jövőbeli kockázatok előrejelzésére is alkalmas eszközzé vált.

A nemzetközi példák – például a FEMA THIRA (Threat and Hazard Identification and Risk Assessment) , a FireCARES (Fire Community Assessment/Response Evaluation System) vagy az EU JRC (Joint Research Centre) Kockázati Atlasza – igazolják, hogy az elérhetőség, a szociális sebezhetőség és a fizikai veszélyforrások együttes értékelése a lokális tűzkockázat megfelelő modellezését teszi lehetővé. E modellek nemzetközi elismertsége és alkalmazása alátámasztja a TTVI koncepcionális alapjait, növelve annak tudományos validitását és a nemzetközi összehasonlító tanulmányok lehetőségét. Azáltal, hogy a TTVI ezen nemzetközi modellek elveihez (pl. többtényezős értékelés) igazodik, hitelességet nyer, és nem elszigetelten, hanem elismert legjobb gyakorlatokra építve jött létre, ami eredményeit potenciálisan összehasonlíthatóvá vagy más kontextusokra adaptálhatóvá teszi, és erősíti hozzájárulását a kockázatértékelés tágabb területéhez. [146] [147] [148] [149] [150]



21. ábra A TTVI előnyei – adatokból stratégia (saját szerkesztés)

Az elemzéshez felhasznált, QGIS szoftverrel létrehozott GeoPackage formátumú fájlok önmagukban is a kutatás eredményeinek tekintendők, és a disszertáció további részeiben is felhasználhatók.

A kérdőíves vizsgálatban részt vevő tűzvizsgálók, tűzvédelmi tervezők, hatósági szakemberek és tűzoltásvezetők hangsúlyozták, hogy a jelenlegi szabályozási és operatív gyakorlatból hiányzik a kockázatalapú szemlélet, valamint az integrált értékelési rendszer. Válaszaik alátámasztották, hogy a megelőzés, beavatkozás és vizsgálat hármasának szorosabb összekapcsolása jelentősen növelné a tűzvédelmi rezilienciát, és szükség van olyan területi alapú modellekre, mint a TTVI, amelyek komplexen értékelik a társadalmi, műszaki, elérhetőségi és környezeti kockázatokat.

Ezen túlmenően a TTVI bevezető szakaszai szoros kapcsolatot mutatnak a halálos lakástüzekre, valamint a nagy kárértékű tüzesetekre vonatkozó elemzésekkel is, amelyek a disszertáció külön fejezeteiben kerültek bemutatásra. Az ezekből nyert tanulságok – például a tűzészlelési idők, az épületstruktúra, a társadalmi sérülékenység és az elérhetőségi korlátok szerepe – közvetlenül beépültek a TTVI alindexeinek kialakításába, biztosítva ezzel a modell gyakorlati relevanciáját.

Jelen fejezet célja a Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettség Index (TTVI) tudományos megalapozása, struktúrájának bemutatása, a súlyozott alindex-rendszer ismertetése, valamint az eredmények elemzése Bács-Kiskun vármegye példáján.

6.2 A TTVI célja és felépítése

A TTVI egy ötdimenziós, normalizált és súlyozott kvantitatív index, amely a településszintű tűzvédelmi kitettséget méri.

A TTVI célkitűzései a következők:

A veszélyeztetettség objektív és reprodukálható összehasonlítása a települések között.

A döntéstámogatás és kapacitás-tervezés térbeli megalapozása.

A preventív beavatkozások prioritásalapú irányítása.

Egy országos szinten is adaptálható modellkeret biztosítása.

A modell az alábbi öt alindex súlyozott kombinációján alapul:

$$TTVI=0.30 \cdot TKI + 0.25 \cdot EI + 0.20 \cdot TSZI + 0.15 \cdot VKI + 0.10 \cdot LTKP.$$

A súlyok kialakítása empirikus érzékenységvizsgálatok és szakértői validálás alapján történt. A Tűzeseti Kockázati Index (TKI) és az Elérési Index (EI) magasabb súlyai ezen tényezők domináns szerepét tükrözik a tűzkimenetel közvetlen és azonnali befolyásolásában. Ez a differenciált súlyozás a kockázati tényezők árnyalt megértését jelzi. A modell a legközvetlenebb és történelmileg bizonyított hatású tényezőket (tényleges tüzesetek és az elérésük képessége) helyezi előtérbe, miközben továbbra is figyelembe veszi a kritikus elemeket, mint a társadalmi sebezhetőség, a vegetáció és a létesítményi kockázatok. Ez a strukturált megközelítés lehetővé teszi a kockázati tényezők célzottabb megértését, mint a tényezők egyszerű, súlyozatlan kombinációja. A TKI legmagasabb súlyának megállapítása aláhúzza azt az elvet, hogy a múltbeli események erős előrejelzői a jövőbeli kockázatnak ezen a területen. Az egyes alindexek definícióinak és hozzájárulásainak iteratív fejlesztése, azt mutatja, hogy a TTVI végleges szerkezete az adatkezelési kihívások és koncepcionális viták kezelésének finomított eredménye. Ez a modellezési folyamat a robusztus modellfejlesztés egyik jellemzője, amely azt mutatja, hogy a kezdeti feltevéseket teszteltem, az adatkorlátokat felismertem és kezeltem, és a modell e tapasztalatok alapján fejlődött.

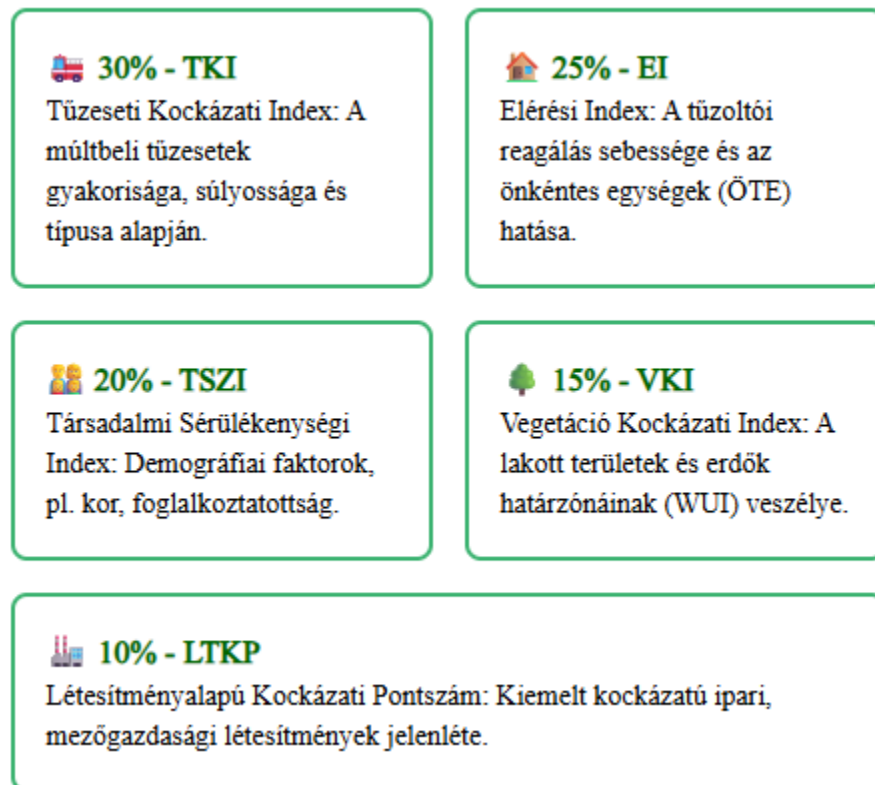
A TTVI egyes alindexeinek (TKI, EI, TSZI, VKI, LTKP) közötti súlyarányokat szakértői alapú mérlegelés alapján alakítottam ki. A relatív fontosság meghatározásához – a

kérdőíves válaszokon túl – strukturált súlyozási megközelítést alkalmaztam, amely funkcionálisan hasonló a fuzzy logikán alapuló döntéstámogatási módszerekhez.

Wang és munkatársai [45] tanulmányukban a Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) módszert alkalmazták magas épületek tűzbiztonságának komplex értékelésére, amely a tűzvédelmi tényezők közötti bizonytalanságot is képes kezelni. E megközelítés rávilágít arra, hogy a különböző szempontok egymáshoz viszonyított súlyának meghatározása nemcsak numerikus skálázással, hanem logikai hierarchiával és szakértői érzékenységgel is történhet. A TTVI súlyarányaiban ugyan nem alkalmaztam FAHP-számítást, de a súlyozás logikai struktúrája hasonló.

6.3 A TTVI alindexei

A TTVI öt fő alindexből épül fel, melyek mindegyike a tűzvédelmi veszélyeztetettség egy-egy specifikus dimenzióját ragadja meg. Az alindexek S1-S5 kategóriákba (Alapszint, Fókusz, Prioritás, Kiemelt, Legkiemeltebb) sorolása egységes keretet biztosít az eredmények értelmezéséhez.



22. ábra A TTVI összetevői (saját szerkesztés)

6.3.1 TKI – Tűzeseti Kockázati Index

Meghatározás és cél: A TKI a település múltbeli tűzeseti kockázatát számszerűsíti a korábbi eseményadatok alapján, tükrözve mind a gyakoriságot, mind a súlyosságot.

Adatforrások: A Bács-Kiskun Vármegyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság tűzeseti adatgyűjtése [151] a 2011–2024 közötti időszakra vonatkozóan (n=16876 esemény). A normalizáláshoz a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) népességi adatai szolgáltak alapul.

Módszertan:

TKI1 (Gyakoriság): Tűzesetek száma 100 000 lakosra vetítve. Ez a komponens a különböző méretű települések közötti összehasonlíthatóság érdekében normalizálja az esetszámokat a népességhez. A népességarányosítás biztosítja, hogy a TKI a fő/kockázat arányt tükrözze, így az összehasonlítások jobban értelmezhetőek az erőforrás-elosztás és a szakpolitika szempontjából.

TKI2 (Súlyosság): Halálessel, sérüléssel vagy kiterjedt tűzesettel járó események aránya. Ez a mutató nem csupán az előfordulást, hanem a tűzesetek következményeit is megragadja.

TKI3 (Típusprofil): Különböző tűztípusok – mint például lakóépületi tüzek, erdő- és avartüzek (WUI – Wildland-Urban Interface), valamint szabadtéri tüzek – relatív arányai.

Ez a tűz jellemzői és lehetséges okai alapján árnyalt kockázati képet tükröz. A TKI többkomponensű jellege (gyakoriság, súlyosság, típus) átfogóbb képet ad a tűzkockázatról, mint egy egyszerű esetszám. Egy kevés, de nagyon súlyos tűzesettel rendelkező település kockázatosabb lehet, mint egy sok kisebb eseménnyel rendelkező. A különböző tűztípusok (pl. WUI vs. szeméttároló tűz) szintén eltérő kockázatokat hordoznak és eltérő megelőzési/reagálási stratégiákat igényelnek.

Aggregálás és Normalizálás: A komponenseket 0–1 skálára normalizáltam, majd súlyozott átlagolással alakítottam ki a végleges TKI értéket.

6.3.2 EI – Elérési Index

Meghatározás és cél: Az EI a tűzoltóságok településhez való hozzáférhetőségét számszerűsíti, figyelembe véve mind a modellezett reakcióidőket, mind a helyi önkéntes tűzoltó egyesületek (ÖTE) módosító hatását.

Adatforrások: OpenRouteService (ORS) alapú úthálózati modellezés az elméleti elérési időkhöz. [152] Adatok az ÖTE-k elhelyezkedéséről és aktivitási szintjéről. Településszintű elérhetőségi pontszámok (Veszélyeztetettségi_pontszám, 3-9 skálán).

Módszertan:

Alap elérhetőség (EI_raw / EI_alap): A "Veszélyeztetettségi_pontszám" (nyers pontszám: 3–9) alapján. Ez a pontszám maga is ötvözi a modellezett (ORS izokrónok) és a valós kéréskezési idők tapasztalatait.

EI_raw átalakítása EI_alap-ra (0-1 skála): Nemlineáris, kvintilis-alapú transzformációt alkalmaztam:

$EI_raw = 3 \Rightarrow EI_alap = 0.00$

$EI_raw = 4 \text{ vagy } 5 \Rightarrow EI_alap = 0.25$

$EI_raw = 6 \Rightarrow EI_alap = 0.50$

$EI_raw = 7 \Rightarrow EI_alap = 0.75$

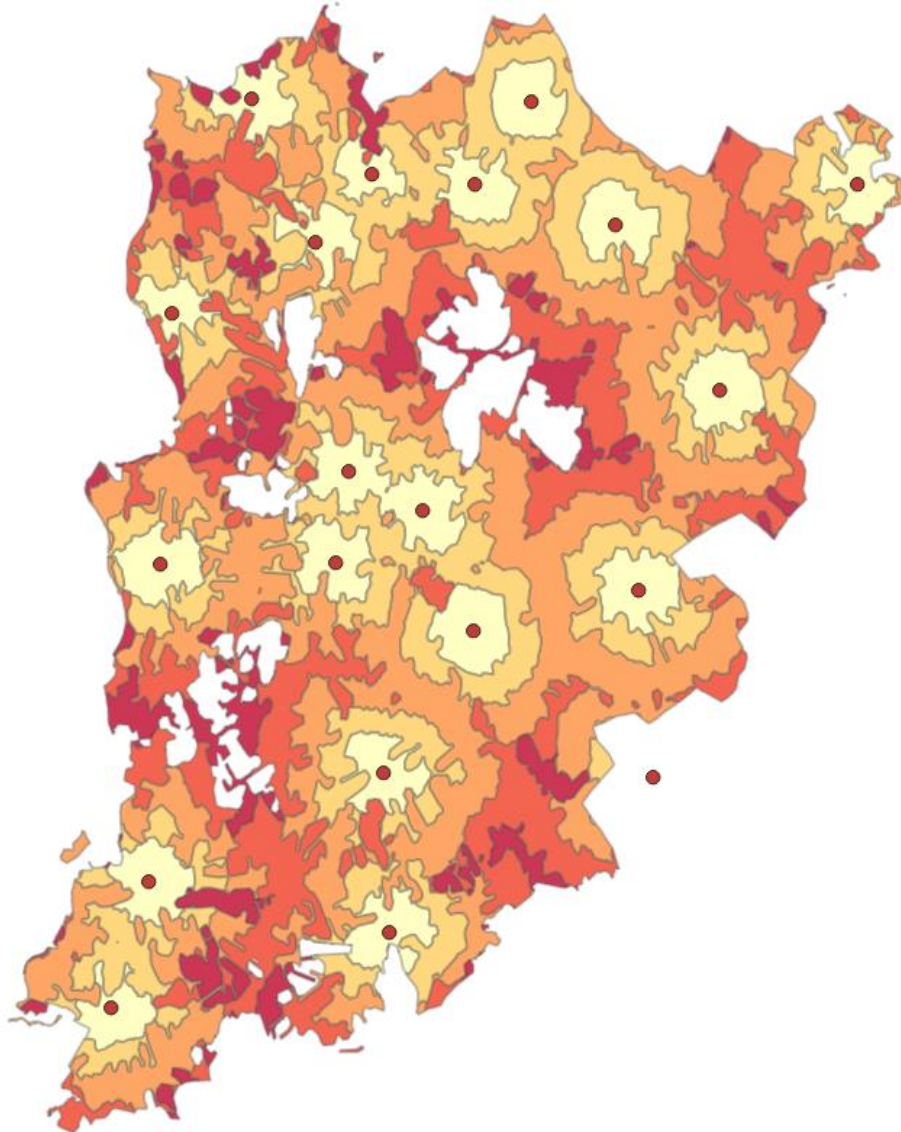
$EI_raw = 8 \text{ vagy } 9 \Rightarrow EI_alap = 1.00$

ÖTE hatás korrekció (ÖTE_hatás): A helyi ÖTE-k aktivitása módosítja az alap elérhetőséget. Az ÖTE_hatás egy normalizált pontszám (0-1), amely egy ÖTE 2011–2024 közötti beavatkozásainak összegén alapul, ahol 1.0 a megye legaktívabb ÖTE-jét, 0.0 pedig a nem/inaktív ÖTE-t jelenti.

Végleges EI Kiszámítása: $EI = EI_alap \cdot (1 - 0.2 \cdot ÖTE_hatás)$. A 0.2-es tényező azt jelzi, hogy egy aktív ÖTE legfeljebb 20%-kal csökkentheti az elérhetőségi kockázati pontszámot. Az EI-be integrált ÖTE aktivitás, specifikus súlyozással (max. 20%-os csökkentés), egy árnyalt megközelítés, amely elismeri az önkéntes hozzájárulásokat anélkül, hogy azokat a hivatásos szolgálatokkal egyenértékűvé tenné. Ez a kiegyensúlyozott, realisztikus értékelés

elismeri az aktív önkéntes egységeket, javítva ezen települések EI-értékét, de elismeri kiegészítő szerepüket.

Eredmények értelmezése: A magasabb EI értékek (közelebb az 1-hez) rosszabb elérhetőséget és így magasabb kockázatot jeleznek. Az alacsonyabb EI értékek (közelebb a 0-hoz) jobb hozzáférést jelentenek a tűzoltósági szolgáltatásokhoz. A kategorizált EI önmagában értelmezve adatot szolgáltat az egyes települések tűzoltósági elérhetőségéről.



23. ábra A tűzoltóságok kiérkezési zónái távolság (6, 10, 15, 20, 25 km) alapon Bács-Kiskun vármegyében (saját szerkesztés)

6.3.3 TSZI – Társadalmi Sérülékenységi Index

Meghatározás és cél: A TSZI a település lakosságának társadalmi sérülékenységét [153] értékeli tüzesetek szempontjából.

Adatforrások: Elsősorban az Eurostat 1 km-es rácsadatai [154], beleértve a népességszámot (T, M, F), korcsoportokat (Y_LT15, Y_1564, Y_GE65), foglalkoztatottságot (EMP), nemzetiséget (NAT, EU_OTH, OTH) és migrációt (CHG_IN, CHG_OUT). Ezeket a rács adatokat települési szintre aggregáltam. Az 1 km-es rács adatok használata lehetővé tette a sérülékenység finom szemcséjű értékelését, amely települési szintre aggregálható, nagyobb pontosságot kínálva, mint az előre aggregált települési statisztikák használata.

Módszertan: [155]

Komponens Mutatók:

Népsűrűség (Teljes népesség / km²).

Sérülékeny korcsoportok aránya ((Y_LT15 + Y_GE65) / Teljes népesség).

Foglalkoztatási ráta (EMP / Teljes népesség vagy EMP / Y_1564). A "nappali távollét" kockáztnövelő tényezőként szerepel a TSZI-ben, ami a modern társadalmi tűzkockázat nem nyilvánvaló, de kritikus felismerése. A nappali órákban üresen álló otthonok esetén a tüzek észrevétlenül nagyobb méreteket ölthetnek.

Migrációs egyenleg (CHG_IN - CHG_OUT).

Külföldi állampolgárok aránya ((EU_OTH + OTH) / Teljes népesség).

Aggregálás és Normalizálás: A rács adatokat települési szintre aggregáltam. Minden mutatót normalizáltam. A végleges TSZI ezen normalizált mutatók súlyozott kombinációja. A TSZI komponensek pontos súlyozási rendszerét szakértői megítélés/érzékenységi elemzés alapján alakítottam ki.

6.3.4 VKI – Vegetáció Kockázati Index

Meghatározás és cél: A VKI a települések tűzveszélyes vegetációval való közelségéből és kölcsönhatásából eredő kockázatot számszerűsíti, különös tekintettel a lakott területek és természetes vegetáció határzónáira (WUI) [156] [157] és a nagymértékben veszélyeztetett erdőterületekre (NVV).

Adatforrások:

WUI zónák: Az OSM épületek/utcak 30 méteres pufferelésével és erdő/vegetáció rétegekkel való metszésével definiálva. Településenkénti WUI terület (wui_ha). Ez egy gyakorlatias, adatvezérelt megközelítése a kritikus zónák lehatárolásának, a rendelkezésre álló adatokra tekintettel.

NVV zónák: Nagymértékben veszélyes erdőterületekre vonatkozó adatok.

Normalizáláshoz szükséges településterület.

Módszertan:

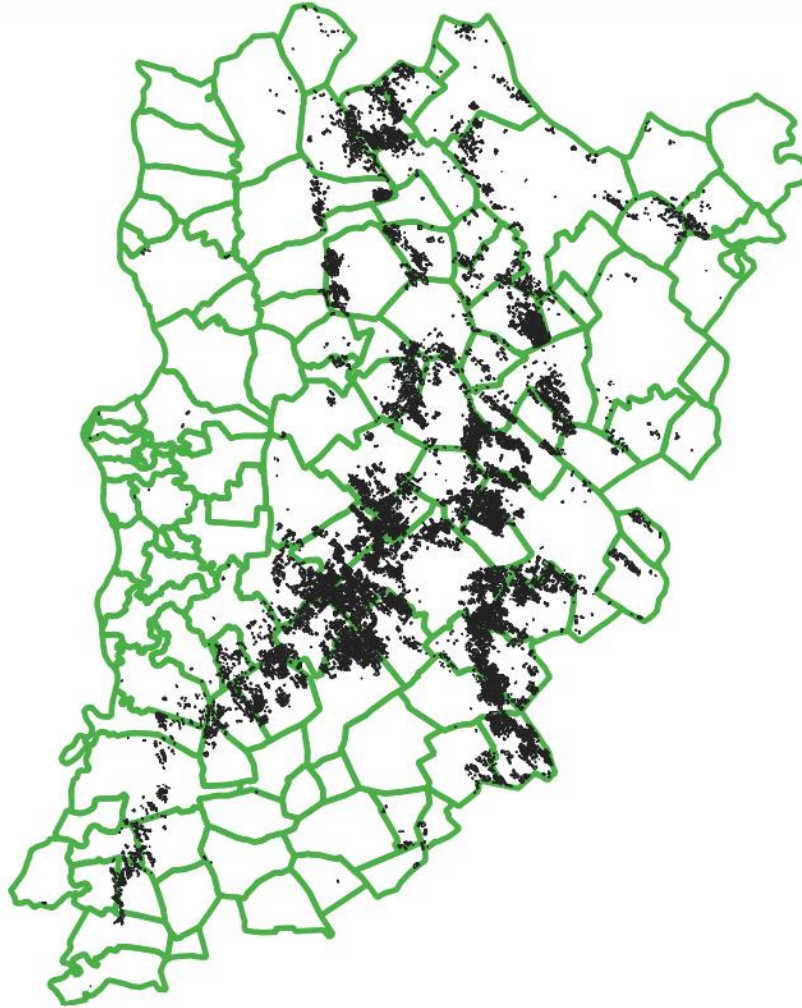
A VKI számításának logikája jelentős fejlődésen ment keresztül. A végleges, elfogadott módszer: $VKInyers = 0.6 \cdot WUIha + 0.4 \cdot NVVha$.

WUIha: A WUI zónák teljes területe (hektárban) egy településen belül.

NVVha: Az NVV zónák teljes területe (hektárban) egy településen belül.

A VKInyers értéket ezután min-max normalizálással 0-1 skálára hoztam a végleges VKI értékének megállapításához. A VKI alakulása az egyszerű területi arányoktól a súlyozott abszolút WUI és NVV területek összegéig (majd normalizálásig), a törekvést mutatja a határfelületi hatások és a veszélyes vegetáció puszta mennyiségének megragadására, miközben elkerüli a kis településekkel kapcsolatos méretarány-torzítási problémákat.

A vadon-urbanizált határterületek (WUI) lehatárolására többféle adatforrást és térbeli logikát alkalmaztam (épületalapú, utcanévalapú, távolságalapú). Ezek metszetéből képeztem a súlyozott WUI-rétegeket, amelyeket elérési zónák szerint is értékeltem. A hasonló nemzetközi megközelítések között kiemelhető Aksoy és munkatársai [47] tanulmánya, amelyben Isztambul európai oldalán gépi tanulási algoritmusok és GIS adatok segítségével végeztek kockázati osztályozást WUI-területeken. Az ő modelljük térinformatikai módszerekkel azonosította a kockázati mintázatokat, és támogatta az erőforrások célzott elosztását. A saját vizsgálatom ennél szélesebb metodikát alkalmaz: a térbeli jellemzők (pl. erdőborítás, bufferzónák) mellett a hazai tűzeseti adatok 14 éves idősorát, valamint a tűzoltósági elérhetőséget is beépítettem az a komplex TTVI indexbe. Ennek köszönhetően a modell nemcsak statikus kitettséget mutat, hanem dinamikus kockázati képet is nyújthat a WUI-térségek sérülékenységről.



24. ábra Nagymértékben tűzveszélyes erdőterületek Bács-Kiskun vármegyében, a települések közigazgatási határaival (saját szerkesztés)

6.3.5 LTKP – Létesítményalapú Tűzvédelmi Kockázati Pontszám

Meghatározás és cél: Az LTKP a településen belül található különböző nyilvántartott létesítmények jelenlétéből és típusából adódó tűzkockázatot értékeli, tükrözve az eseménypotenciált, a komplex kiürítéseket vagy a nagy következményekkel járó tüzeket. Az LTKP egy "strukturális/intézményi" kockázati dimenziót vezet be a TTVI-be, amely különbözik a természeti veszélyektől vagy az általános társadalmi sérülékenységtől, mivel konkrét, azonosítható magas kockázatú pontokra (létesítményekre) összpontosít.

Adatforrások: a tűzvédelmi hatóság utolsó, 2024. szeptemberi létesítmény nyilvántartása. Ezek a nyilvántartások egyebek mellett tartalmazzák a létesítmény típusát és kockázati besorolását (NAK, AK, KK, MK) településenként.

Módszertan:

Kockázati Besorolás és Pontozás: A létesítményeket a nyilvántartott kockázati osztályuk alapján kategorizáltam, a következő pontozással:

NAK (Nem Általános Kockázat) = 1 pont

AK (Általános Kockázat) = 2 pont

KK (Kiemelt Kockázat) = 3 pont

MK (Magas Kockázat) = 4 pont

Aggregálás: Minden településre kiszámítottam az összes kockázati pont értékét a településen belüli összes nyilvántartott létesítmény pontjainak összegzésével. A létesítmények számát szintén összesítettem.

Normalizálás: Az egyes települések nyers összes kockázati pont értékét ezután kvintilis alapú kategorizálással normalizáltam 0-1 skálára a végleges LTKP értékének meghatározásához. Ez biztosítja, hogy a létesítményi kockázatok eloszlása megfelelően skálázódjon a TTVI-be való felvételhez. Az ltkp (normalizált) és ltkp_kategorikus értékeket szolgáltató. Az egyszerű pontrendszer (NAK=1-től MK=4-ig) és az összeg kvintilis normalizálása pragmatikus megközelítés a hatósági nyilvántartásokból származó kategorikus kockázati adatok kezelésére.

Eredmények értelmezése: A magasabb LTKP értékek nagyobb koncentrációjú vagy magasabb kockázatú létesítményeket jeleznek egy településen belül. Például Kecskemét (LTKP_nyers=559), Baja (LTKP_nyers=226) magas létesítményalapú kockázattal rendelkezik.

6.4 TTVI eredmények és térbeli elemzés Bács-Kiskun vármegyére

A Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettségi Index (TTVI) komplex mutatóként integrálja a legfontosabb tűzvédelmi kockázati komponenseket: a tűzeseti kockázati indexet (TKI), az elérhetőségi indexet (EI), a társadalmi sérülékenységi indexet (TSZI), a

vegetációs kitettségi indexet (VKI), valamint a létesítményalapú tűzvédelmi kockázati pontszámot (LTKP). A 4. fejezet előző alfejezeteiben bemutatott metodika alkalmazásával e szakasz a TTVI pontszámok térbeli mintázatait és az abból levonható szakpolitikai következtetéseket ismerteti Bács-Kiskun vármegye teljes területén.

A TTVI pontszámok térbeli eloszlása jelentős területi inhomogenitást mutat. A legmagasabb értékek jellemzően a közepes vagy kis népességű, de többdimenziós kitettséggel rendelkező településeken jelentkezik, míg a legalacsonyabb értékek többnyire nagyobb, centralizált városi településeken és perifériás, alacsony aktivitású falvakban fordulnak elő. A TTVI eloszlás kvintilis-alapú kategorizálása lehetővé tette a vármegye településeinek ötfokozatú kockázati besorolását, amely arányosan osztja szét a településeket az alsó 20%-tól a felső 20%-ig.

A jelenlegi, kvantitatív elemzések szerint a legmagasabb TTVI pontszámmal rendelkező települések közé tartozik Újsolt és Újtelek (mindkettő Kalocsai járás). De magas pontszámmal bír Móricgát (Kiskunmajsai járás), Bácsborsód (Bácsalmási járás) és Csengőd (Kiskőrösi járás). Ezeken a településeken a magas értékeket jellemzően a tűzeseti kockázat, az elérhetőségi hátrány és a vegetációs kitettség együttes jelenléte eredményezi. Az alacsony TTVI-t mutató települések közé tartozik például Kecskemét, Kalocsa és Kiskőrös, ahol a gyors elérhetőség, az infrastrukturális fejlettség és a csökkent tűzeseti gyakoriság együttesen vezet alacsony indexhez.

Járási szinten vizsgálva a legmagasabb átlagos TTVI-vel a Kalocsai, a Kiskunmajsai, a Kiskőrösi és a Bácsalmási járások emelkednek ki. Ezekben a járásokban az alindexek többnyire nem kiegyenlítettek, hanem egyszerre jelentkezik a magas elérhetőségi és tűzeseti kockázat, illetve gyakran a társadalmi sérülékenységi is. A járási átlagok azonban elfedhetik a belső polarizálódást: egyes települések extrém értékei jelentős mértékben torzíthatják a járási szintű átlagokat.

A domináns hajtóerők tekintetében egyértelmű, hogy a magas TTVI pontszámokat többnyire a TKI és EI együttes emelkedése okozza. Ez a kettős hatás újra és újra megfigyelhető a legmagasabb kategóriába tartozó települések esetén (pl. Újsolt, Újtelek, Móricgát, Bácsborsód), míg a TSZI általában nem kizárólagos hatású, de jelentősen hozzájárul a vármegye egyes déli és középső részének magasabb értékeihez. A VKI

jelenléte erősen koncentrált az erdős, WUI-zónákkal érintett településeken, míg az LTKP csupán néhány városi település esetén mutat magasabb kockázatot. Fontos, hogy ahol a komponensek értéke nulla vagy hiányzik, az nem adatvesztés, hanem a veszélyeztetettség objektív hiánya miatt alakult ki.

A TTVI-eredmények jelentős felhasználhatóságot kínálnak a tűzvédelmi tervezés és forráselosztás területén. A legmagasabb kockázattal rendelkező települések – köztük Újsolt, Újtelek, Móricgát, Bácsborsód – prioritást élvezhetnek a prevenciós programok, lakossági füstérzékelő-kampányok vagy erősített közösségi edukáció területén. Ugyanakkor az alacsony TTVI-vel rendelkező települések esetében a jelenlegi kapacitások fenntartása, és a jövőbeli strukturális változások (pl. urbanizáció, klímaváltozás) figyelemmel kísérése javasolt.

A TTVI alapú megközelítés jelentős mértékben hozzájárulhat az erőforrások célzott allokációjához, az objektív veszélyeztetettség kimutatásával. Ahol több alindex egyszerre magas (pl. Bácsalmás, Tompa, Harkakötöny), ott komplex beavatkozási stratégiára van szükség, míg ahol kizárólag az EI vagy TSZI magas (pl. Borota vagy Katymár), ott specifikus, célzott beavatkozás lehet hatékonyabb.

Módszertani korlátként jelenik meg az alindexek adatminőségének heterogenitása, a súlyozás szubjektivitása és a dinamikus tényezők figyelembevételének korlátozottsága. A jövőbeni kutatások során érdemes lehet validálni a TTVI prediktív értékét, és beemelni idősoros komponenseket, valamint a klímaváltozás tűzvédelmi implikációit.

A TTVI-modell öt dimenzió mentén történő, kvantitatív alapú értékelése lehetővé tette a települések típus szerinti kockázati osztályozását is. A statisztikai klaszterezés célja az volt, hogy azonosíthatók legyenek azok a hasonló veszélyeztetettségi mintázatot mutató településcsoportok, amelyekre egységes tűzmegeelőzési és kockázatcsökkentő intézkedések javasolhatók.

A normalizált alindexek (TKI, EI, TSZI, VKI, LTKP) alapján végzett szigorú, tematikus klaszterezés eredményeképpen az alábbi fő csoportok különültek el Bács-Kiskun vármegyében:

Klaszter 0 – Komplexen veszélyeztetett települések:

Ezek a településeken legalább három fő veszélyeztetettségi index (TKI, EI, TSZI, VKI, LTKP, TTVI) is a legmagasabb (S5) kategóriába esik, így itt többszörösen halmozódó kockázatok jelentkeznek. E csoportba tartozik például Újsolt, Újtelek, Móricgát, Drágszél, Harkakötöny és Tompa.

Klaszter 1 – Elérhetőségi problémás települések:

Ezek a településeken az elérhetőségi index (EI) kiemelkedően magas (S5 vagy S4), azaz a tűzoltósági elérés jelentős mértékben korlátozott. Ilyen település például Bugacpusztaháza, Csengőd, Csikéria, Kunadacs, Fülöpszállás, Dunaegyháza, Dunaszentbenedek, Szentkirály, Páhi, Ladánybene, Imrehegy és Kunfehértó.

Klaszter 2 – Vegetációval súlyosbított vagy VKI-kritikus települések:

Ebben a csoportban a vegetációs kitettség indexe (VKI) extrém magas (S5 vagy S4), vagy mérsékelten magas elérhetőséggel párosul. Jellemzően nagy kiterjedésű WUI-zónákkal vagy erdőterületekkel rendelkező települések tartoznak ide, mint például Balotaszállás, Bócsa, Borota, Bugac, Gara, Kiskunhalas, Mélykút és Zsana.

Klaszter 3 – Intézményi/strukturális kockázatú nagyvárosok:

Ezek a településeken magas a létesítményi (LTKP) vagy a társadalmi sérülékenységi (TSZI) index, illetve központi szerepük miatt kiemelt figyelmet érdemelnek. Ebbe a csoportba tartozik például Kecskemét, Baja, Kiskőrös és Kalocsa.

Klaszter 4 – Alacsony kockázatú, periférikus települések:

Ebbe a csoportba azok a települések kerültek, ahol az összes fő kockázati index az alsó (S1 vagy S2) kategóriába esik, azaz a veszélyeztetettség összességében alacsony. Jellemzően ezek kis lélekszámú, ritkán lakott, vagy erős közösségi infrastruktúrával bíró községek, például Akasztó, Apostag, Ballószög, Bácsalmás, Bátya, Hajós.

Klaszter 5 – Átmeneti vagy vegyes mintázatú települések:

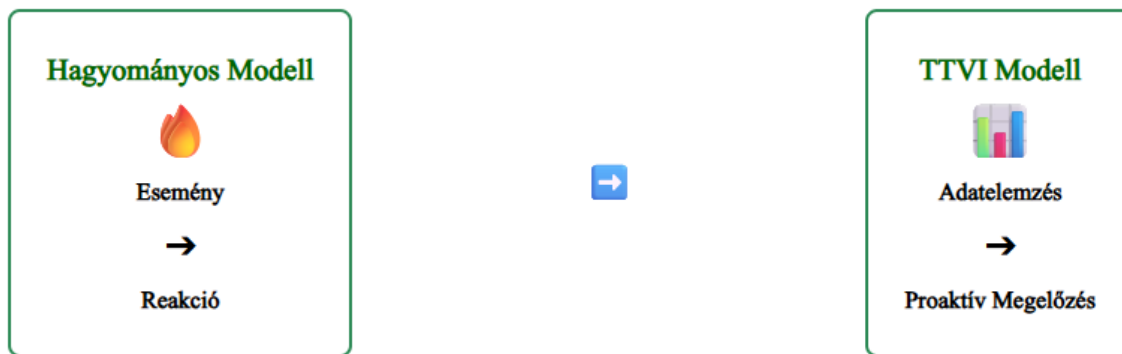
Ebbe a csoportba azok a települések tartoznak, ahol nem egyértelműen uralkodó egyetlen kockázati komponens, hanem vegyes vagy középmezőnyhöz tartozó indexértékek jellemzik a kitettséget. Például Felsőszentiván, Gátér, Géderlak.

Ez a klaszteralapú tipizálás lehetővé teszi, hogy a beavatkozási stratégiák célzottabbá váljanak. Például a 2B klaszterbe tartozó településeken elsődleges jelentősége lehet az erdőtűz-megelőzési programoknak, míg a 3B csoportban a városi infrastruktúrához igazított füstérzékelő-programok és lakossági edukáció lehet hangsúlyos.

A települések besorolása és a klaszterek további részletezése a 16. és 17. mellékletben.

6.5 Részösszegzés

A Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettségi Index (TTVI) Bács-Kiskun vármegyére történő alkalmazása meggyőzően igazolta, hogy az integrált, többszempontú értékelés alkalmas a lokális tűzvédelmi kockázatok azonosítására, térbeli különbségeik feltárására, valamint megalapozott döntéstámogatás biztosítására. A bemutatott modell és annak alindexei — TKI, EI, TSZI, VKI, LTKP — képesek komplex módon megragadni a térbeli elhelyezkedésből, társadalmi szerkezetből, fizikai környezetből és intézményi jellemzőkből eredő veszélyeztetettséget. A kvantitatív és térinformatikai megközelítés előnyei különösen a megelőző beavatkozások, kapacitástervezés és erőforrás-allokáció szempontjából jelentkeznek.

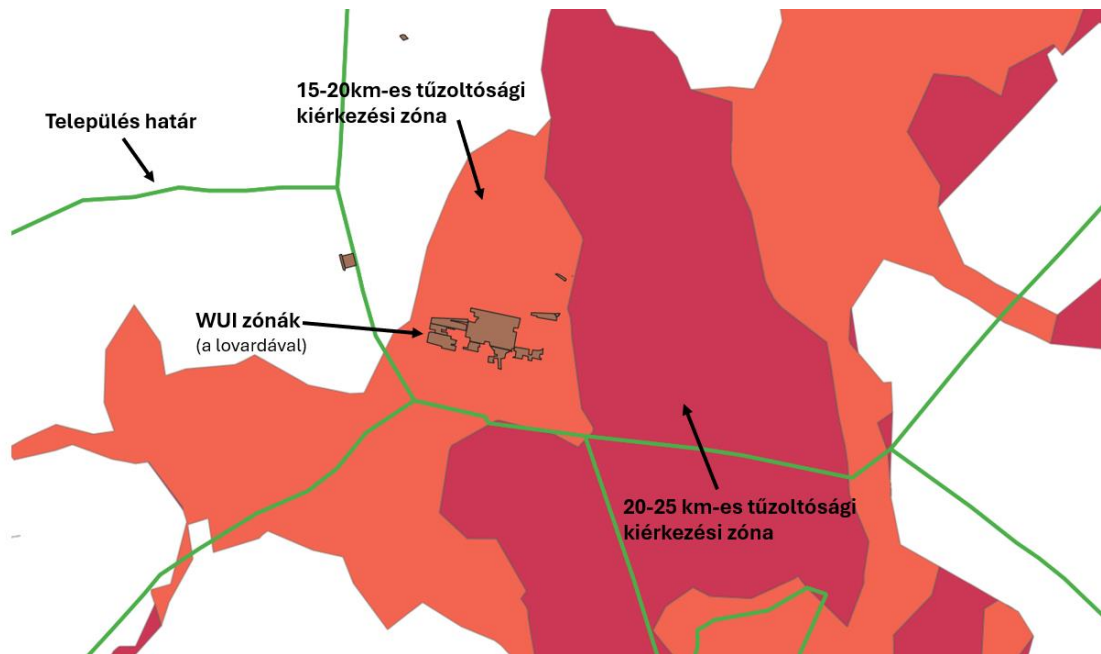


25. ábra A reaktív modelltől a proaktív stratégiáig (saját szerkesztés)

A vármegyei és járási szintű értékelésből kitűnik, hogy a legnagyobb tűzvédelmi veszélyeztetettséggel nem feltétlenül a legnagyobb népességű települések rendelkeznek, hanem olyan közepes vagy kis települések, ahol egyszerre jelentkeznek több magas kitettséget mutató komponens. Az ilyen típusú aggregált veszélyeztetettség egyedi és célzott beavatkozást igényel, amely nem feltétlenül oldható meg kizárólag kapacitásnöveléssel, hanem komplex közösségi, szervezeti és edukációs stratégiákra van

szükség. A leggyakoribb hajtóerők közé a TKI és az EI tartozik, utóbbi különösen kritikus szerepet játszik a távol eső, perifériás vagy önkéntes egységekre támaszkodó települések esetén.

Az elemzés során felhasznált elérhetőségi (EI) és WUI (Wildland-Urban Interface) zónákról készült geopozicionált adatok — az ezekből származó Geopackage-állományok (wui.gpkg, donut.gpkg) — a PhD-kutatás önálló, elsődleges eredményei közé tartoznak. Ezen állományok nemcsak a TTVI számításához járultak hozzá, hanem önállóan is felhasználhatók más kutatásokban, döntéstámogató rendszerekben, vagy tűzvédelmi tervezési eljárások során. Az 1085 azonosított és poligonál ábrázolt WUI zóna térinformatikai leképezése, új lehetőséget biztosít a vegetációs kockázatok lokalizált értelmezésére, valamint az érintett lakosság kockázati szintjének becslésére. Az elérési zónák (isochrone alapú) és azok differenciált, távolság lépcső szerinti értékelése, és poligonokkal történő azonosítása és vizualizálása szintén jelentős innováció, amely más modellekbe is beépíthető. A térinformatikai eredmény file-ok vizualizációs példái és letöltési linkje a 18. mellékletben található.



26. ábra A 2022-es Izsák és Soltszentimre közötti V/K hosszantartó, nagykiterjedésű erdőtűz környezete térinformatikai elemzéssel és vizualizációval (saját szerkesztés)

6.5.1 Szakpolitikai következtetések

A TTVI eredmények alapján javasolható a tűzvédelmi kockázatértékelés rendszerének országos szintű újragondolása, amelyben az egyedi települési kitettségeket térinformatikai eszközökkel integráltan értékelik. Ahol több alindex is magas, ott komplex, több szinten koordinált beavatkozásra van szükség (pl. Bácsalmás, Tompa, Borota). Az ilyen térségek kiemelése hozzájárulhat az országos prevenciós források célzott felhasználásához, a lakossági edukáció és érzékenyítés hangsúlyosabbá tételéhez, illetve új típusú partnerségi modellek kialakításához az önkormányzatok, katasztrófavédelem és civil szféra között.

6.5.2 Gyakorlati következtetések

A TTVI alkalmazása rávilágított arra, hogy a hazai tűzvédelmi rendszerben jelentős térbeli egyenlőtlenségek figyelhetők meg. A modellezett elérhetőségi idők és az önkéntes tűzoltóegységek működési jellemzői alapján újra kell értékelni a reagálóképesség földrajzi eloszlását. Ahol a tűzoltóságok gyors kiérkezése nem biztosítható, ott az ÖTE-k támogatása és megerősítése stratégiai jelentőségű. Ezenkívül a vegetációs kockázatokkal terhelt WUI-zónák lokalizálása lehetőséget nyújt célzott erdőtűz megelőzési és lakossági tájékoztató programok kidolgozására.

6.5.3 Kutatás-fejlesztési következtetések

A TTVI konstrukció és annak alkalmazása nem csak a jelenlegi kockázati térkép megalkotásához járult hozzá, hanem alapját képezheti további kutatásoknak is. A modell jövőbeli fejlesztése során érdemes lenne idősoros komponenseket integrálni, a klímaváltozás hatásait explicit módon figyelembe venni, valamint szimulációs vizsgálatokkal modellezni a tüzesetek és válaszreakciók alakulását különböző beavatkozási forgatókönyvek mellett. A módszertani fejlesztések terén továbblépési lehetőséget kínál a gépi tanulási eljárások bevonása, különösen az alindexek közötti súlyozási rendszer adaptív módosítása és a prediktív kapacitás növelése érdekében.

Összességében a TTVI modell és annak térbeli alkalmazása Bács-Kiskun vármegyében igazolta a többszintű, integrált tűzvédelmi veszélyeztetettség értékelés létjogosultságát. Az eredmények nem csupán a helyi kockázatok azonosítását tették lehetővé, hanem egy

országos szintre emelhető módszertani keretrendszert is felvázoltak, amely támogatja a proaktív, adatvezérelt tűzvédelmi tervezést.

7. A Tűzvédelmi Kockázatok Kezelése - Integrált Javaslatcsomag és Nemzetközi Jó Gyakorlatok Adaptációja

7.1 Bevezetés

A tűzvédelmi veszélyeztetettség mérsékléséhez nem elegendő csupán a kockázatok azonosítása és kvantifikálása – szükséges azok célzott és hatékony kezelése is, különösen olyan összetett, térben és társadalmilag differenciált környezetben, mint Bács-Kiskun vármegye. A korábbi fejezetekben feltárt hiányosságokra és mintázatokra építve ebben a zárófejezetben egy integrált kockázatsökkentési javaslatcsomagot mutatunk be. Egyrészt rendszerezem a disszertáció során megfogalmazott javaslatokat különböző célcsoportok szerint, másrészt kiemelem a leggyakoribb és legsúlyosabb tűzeseti mintázatok, végül pedig nemzetközi jó gyakorlatok adaptációjára teszek konkrét javaslatokat. Ez a szintetizáló megközelítés biztosítja, hogy az értekezés ne csupán diagnosztikus értéket képviseljen, hanem normatív, megoldásorientált eredményeket is nyújtson.

A fejezet három fő alfejezetből áll. Először áttekintem a kockázatsökkentési javaslatokat, célcsoportonként rendszerezve. A tűzvédelmi kockázatok hatékony mérséklése érdekében különböző szinteken és szereplőknél kell beavatkozásokat eszközölni; ezért a javaslatokat négy szinten foglalom össze: szabályozási és intézményi szinten, tervezői és mérnöki szinten, operatív tűzoltói szinten, valamint lakossági és közösségi szinten. Másodszor rámutatok azokra a visszatérő tűzeseti mintázatokra és súlyosbító tényezőkre, amelyek kiemelt figyelmet igényelnek a megelőzés és beavatkozás terén. Harmadszor konkrét adaptációs javaslatokat fogalmazok meg jól működő nemzetközi példák alapján, úgymint a füstérzékelők célzott terjesztése, a Firewise program honosítása, a homlokzati tűzvédelem reformja, intézményi szintű audit- és visszacsatoló rendszerek bevezetése, valamint a korszerű tűzoltási taktikák oktatása. Ezek a javaslatok a disszertáció fő hipotéziseit és célkitűzéseit támogatják, biztosítva, hogy a kutatás eredményei a gyakorlatban is hasznosuljanak.

7.2 A kockázatsökkentési javaslatok rendszerezett szintézise

A tűzvédelmi kockázatok csökkentésére irányuló javaslatok akkor hatékonyak, ha különböző célcsoportok számára testreszabott beavatkozásokat tartalmaznak. A kutatás során azonosított problémák megoldására négy szinten szükséges intézkedéseket tenni: a szabályozási környezet fejlesztésével, a tervezési és mérnöki gyakorlatok javításával, a tűzoltóság operatív tevékenységének modernizálásával, illetve a lakosság bevonásával és tudatosságának növelésével. Az alábbiakban ezeken a szinteken foglalom össze a legfontosabb javaslatokat.

7.2.1 Szabályozási és intézményi szint

A tűzvédelmi rendszer átfogó fejlesztése szükséges a jogszabályi környezetben és az intézményi gyakorlatban. Kulcsfontosságú egy kockázatalapú szemlélet beemelése a hazai tűzvédelmi szabályozásba, hasonlóan az NFPA 1300 szabvány által meghatározott Community Risk Assessment (CRA) és Community Risk Reduction (CRR) keretrendszerhez [158]. Ennek keretében minden településnek saját adatai és veszélyeztetettségi profilja alapján kellene kijelölnie a tűzvédelmi prioritásokat, integráltan vizsgálva a demográfiai jellemzőket, az épületállomány kockázatait, a korábbi eseményekből származó veszteségadatokat, valamint a reagálási idők területi eltéréseit. A szabályozási szint megerősítéséhez hozzátartozik továbbá a tűzvizsgálatok eredményeinek szervezett visszacsatolása a megelőzési és szabályozási gyakorlatba – azaz egy olyan mechanizmus kialakítása, amely biztosítja, hogy a súlyos tűzesetek tanulságai ténylegesen beépüljenek az előírásokba és szakmai iránymutatásokba. A kérdőíves kutatás rámutatott, hogy a szakemberek jelenlegi Országos Tűzvédelmi Szabályzatban (OTSZ) még inkább kockázatalapú megközelítést szeretnének. Többen javasolták a lakóépületekre vonatkozó előírások szigorítását és az ellenőrzési jogkörök bővítését. Ennek fényében indokolt lenne a hazai előírások frissítése az NFPA 1300-ban lefektetett elvek mintájára [158]. Ide tartozik a Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettségi Index (TTVI) alkalmazása is: javaslom, hogy a TTVI mutatót tegyék a települési tűzvédelmi fejlesztések ajánlott tervezési eszközévé, biztosítva, hogy az erőforrás-elosztási és megelőzési döntések objektív kockázati adatokon alapuljanak. Összességében a szabályozási szintű javaslatok célja egy proaktív, kockázatközpontú, tanulásra képes intézményi környezet kialakítása, amely

folyamatosan követi a változó kihívásokat (klímaváltozás, urbanizáció, új technológiák) és adaptívan fejleszti a normákat.

7.2.2 Tervezői és mérnöki szint

A tűzvédelmi tervezési gyakorlatban is szemléletváltásra van szükség, hogy a tervek jobban tükrözzék a valós kockázatokat. Elsőként javaslom a GIS-alapú tűzvédelmi kockázatelemzés integrálását a tervezési folyamatba. Ez azt jelenti, hogy az építészeti és településtervezési döntéseknél vegyék figyelembe az adott helyszín tűzvédelmi veszélyeztetettségi mutatóit (például a TTVI index VKI és EI komponenseit). A kérdőíves felmérés eredményei szerint a tűzvédelmi tervezők igénylik az ilyen modern eszközök használatához szükséges továbbképzést és útmutatást (pl. GIS alkalmazások, tűzszimulációk terén), a mérnöki szféra támogatása elengedhetetlen a korszerű eszközök bevezetésében. Fontos továbbá a teljesítményalapú tűzvédelmi tervezés elterjesztése – azaz a merev előírások alkalmazása helyett az adott épületre szabott, tényleges kockázatokon alapuló tervezés ösztönzése. Az NFPA 1700 szabványban megfogalmazott elvek szerint a tűz dinamikáját, terjedését és az oltási időablakokat tudományos megalapozottsággal kell figyelembe venni [159]. Ennek megfelelően javasolt a hazai szabványok és tervezési útmutatók frissítése, hogy támogassák az olyan mérnöki megoldásokat, amelyek igazoltan növelik a biztonságot (például tűzszakaszok méretének kockázatalapú meghatározása, nagy kockázatú épületek esetén kötelező tűzterhelés-számítás és szimuláció stb.). Kiemelt figyelmet kell fordítani a többszintes lakóépületek tűzvédelmére (pl. a homlokzati rendszerek és a tűzterjedés elleni védelem) kérdésére is. A Grenfell Tower tragédiából levont tanulság egyértelmű: kerülni kell az éghető homlokzatburkolatok alkalmazását a többlakásos és közösségi épületeken, illetve biztosítani kell a tűz terjedésének gátlását a függőleges terekben (akna, homlokzat) [160]. Mérnöki oldalról indokolt a homlokzati tűzvédelmi követelmények szigorítása és korszerűsítése. Összegzőképpen, a tervezői-mérnöki javaslatok célja, hogy a tervezett épületek és infrastruktúra eleve kevesebb kockázatot hordozzon, és a legújabb tudományos ismeretek tükröződjenek a műszaki megoldásokban.

7.2.3 Operatív tűzoltói szint

A tűzoltóság beavatkozási gyakorlatának fejlesztése kulcsfontosságú a súlyos kimenetek mérséklésében. A modern tüzek jellege – különösen a zárt, szellőzés-korlátozott terekben keletkező tüzek, valamint a nagy mennyiségű szintetikus éghető anyag jelenléte – drasztikusan csökkenti a túlélés esélyét egy tűzeset során [161]. Ennek ellenére a hazai beavatkozási taktikák és képzési anyagok nem minden esetben tartanak lépést ezekkel a változásokkal. Javasolt a korszerű tűzoltási és mentési taktikák oktatása és alkalmazása, különös tekintettel azokra a módszerekre, amelyeket a legújabb nemzetközi kutatások igazoltak. Az UL Fire Safety Research Institute (FSRI) kísérletei kimutatták, hogy a gyorsabb vízsugár alkalmazás („water on the fire”) közvetlenül a beavatkozás kezdetén, még a teljes szellőztetés előtt, jelentősen javítja a bent rekedt személyek túlélési esélyeit és csökkenti a tűz intenzitását [162], [163]. Emellett a szellőzés kontrollált végrehajtása (nyílászárók zárva tartása a vízsugár bevetéséig, kontrollált szellőztetési pontok megválasztása) kulcsfontosságú, mert a ventiláció hirtelen növelése egy felhevült, oxigénhiányos térben flashovert idézhet elő [164].

A korszerű taktikai elvek – mint a „szellőzés kövesse az oltást” és a „transzicionális támadás” – beemelését a képzésbe és a gyakorlatba a FSRI és a NIST kutatásai is alátámasztják [165]. Ennek érdekében javasolt a tűzoltók rendszeres továbbképzése e témákban, beleértve az olyan új technikákat, mint a hőkamerák széleskörű használata, a külső oltás korai alkalmazása, illetve a strukturált visszavonulási (önmentési) stratégiák. A kérdőíves felmérésben részt vevő tűzoltásvezetők is hangsúlyozták a folyamatos képzés és tudásmegosztás fontosságát, jelezve, hogy igény van a legújabb kutatási eredmények gyakorlati oktatására.

Ugyancsak az operatív szinthez kapcsolódó fejlesztési javaslat a tapasztalatszerző rendszerek bevezetése: szükség van egy olyan szervezett, országos (vagy vármegyei) szintű adatbázisra és fórumra, ahol a beavatkozások és tűzvizsgálatok során szerzett tapasztalatokat összegzik, elemzik és visszacsatolják a teljes állomány felé. Jelenleg a beavatkozási tapasztalatok feldolgozása esetleges; egy strukturált rendszer (pl. esettanulmány-gyűjtemény sablonokkal, rendszeres szakmai workshopokkal) segítené abban, hogy a múlt hibáiból és sikereiből tanuljon a szakma.

Összefoglalva, az operatív szintű javaslatok lényege a tűzoltóság reagáló- és alkalmazkodóképességének növelése, hogy a lehető leggyorsabban és leghatékonyabban tudjanak beavatkozni a különböző jellegű tüzeseteknél.

7.2.4 Lakossági és közösségi szint

A lakosság bevonása és a közösségi szintű prevenció erősítése nélkülözhetetlen a tűzvédelmi kockázatok csökkentésében. A kutatás rávilágított, hogy a halálos kimenetelű lakástüzek megelőzésének egyik legfontosabb eszköze a füstérzékelők telepítése és karbantartása. Ugyanakkor Magyarországon a füstérzékelők lakossági elterjedtsége még mindig alacsony, és a végzetes lakástüzek jelentős részében nem volt működő érzékelő. Nemzetközi statisztikák szerint az otthoni tűzhalál-esetek csaknem háromötöde olyan lakásban következik be, ahol nem volt telepített vagy működő füstérzékelő [166]. Különösen éjszaka – amikor az emberek alszanak – kritikus a korai észlelés hiánya: a lakástüzek halálos áldozatainak 60–70%-a az éjjeli órákban veszíti életét, jellemzően azért, mert nem ébred időben tudatára a veszélynek [127].

Ennek alapján kiemelten javasolt egy országos program indítása a füstérzékelők lakossági elterjesztésére, amely anyagi támogatással és oktatással segíti a háztartásokat érzékelők felszerelésében. Emellett a lakosság tűzvédelmi oktatása és tudatosságnövelő kampányok indítása is elengedhetetlen, különösen a magas kockázatú településeken vagy célcsoportok körében. A kérdőív adatai rámutattak, hogy bizonyos sérülékeny csoportok – például az idősek, egyedül élők – felülreprezentáltak a tüzeseti halálesetek áldozatai között. Ez indokolja célzott programok indítását, amelyek keretében a szociálisan sérülékeny vagy mozgásukban korlátozott emberek otthonaiba a tűzoltóság vagy önkormányzat szakemberei személyesen juttatnak el tanácsokat és eszközöket (pl. füstérzékelő).

A közösségi részvétel erősítésére jó példa az Egyesült Államokban működő Firewise program, amely a lakóközösségeket ösztönzi arra, hogy közösen tegyék tűzbiztosabbá környezetüket (pl. éghető növényzet eltávolítása a házak körül, védősávok kialakítása, szabadtéri tűzgyújtás kontrollálása) [167]. Ennek adaptációjára – különösen a vegetációval körülvett, tanyás jellegű településeken – is teszünk javaslatot. A lakossági tudatosság növeléséhez tartozik továbbá a rendszeres tűzvédelmi kampányok szervezése is, amelyek a helyi kockázati viszonyokhoz igazodnak. Például egy magas kockázatú településen (ahol

a TTVI értéke kiemelkedően magas) célzott kampány indulhat a dohányzási szokások biztonságosabbá tételére és a fűtési rendszerek karbantartására, míg egy erdőségi faluban a kerti égetések szabályaira és az udvar tisztántartására fókuszálhatnak.

Összegzően, a lakossági és közösségi szintű javaslatok azt a célt szolgálják, hogy a tűzvédelmet ne kizárólag a hivatásos szervek ügyeinek tekintsük, hanem a társadalom széles rétegei számára kézzelfogható felelősséggé és gyakorlattá váljon a megelőzés és felkészülés.

7.3 Kiemelt figyelmet igénylő tűzeseti mintázatok és súlyosbító tényezők

A disszertáció empirikus vizsgálatai számos visszatérő mintázatot azonosítottak a súlyos tűzesetek körülményeiben. Ezek a mintázatok rávilágítanak azokra a kritikus tényezőkre, amelyek a jövőben fokozott megelőző intézkedéseket indokolnak. Az alábbiakban összefoglaljuk a legfontosabb ilyen jellegzetességeket és súlyosbító faktorokat:

7.3.1 Lakástűz-tragédiák (éjjeli tüzek, füstérzékelő hiánya, idős/alvó áldozatok)

A halálos lakástűzek döntő hányada éjjel következik be, amikor az áldozatok alszanak, és nincs, ami időben figyelmeztesse őket a veszélyre. Ahogy korábban említettük, a lakástűzek halálos áldozatainak mintegy 60–70%-a az éjszakai órákban veszíti életét [127]. Gyakran előfordul, hogy az érintett lakásban nem volt működő füstérzékelő – az NFPA statisztikái alapján az otthoni tűzhalálok csaknem 60%-ában hiányzott az aktív füstérzékelő [166]. Ezek a tényezők együtt késleltetik a tűz észlelését és a menekülést. A legveszélyeztetettebbek az idősek és egyedül élők, akik sokszor nehezebben reagálnak egy vészhelyzetben: európai felmérések szerint a halálos lakástűzek közel felében egyszemélyes háztartás volt érintett, és az áldozatok jelentős része 65 év feletti. E mintázat azt sugallja, hogy az alvó vagy magatehetetlen lakók védelmére külön intézkedéseket kell hozni – például hálósobai füstérzékelők felszerelését, „Aludj csukott ajtóval” kampányt [168], valamint a szomszédsági riasztási láncok kialakítását (pl. társasházakban egymás értesítése).

7.3.2 Homlokzati tűzkatasztrófák (éghető homlokzat, hibás kiürítés – Grenfell Tower esete)

Az elmúlt években több súlyos tüzeset is ráirányította a figyelmet a homlokzati tűzterjedés veszélyére. A Grenfell Tower 2017-es londoni tragédiája emblematikus példa: a tűz egy lakásban keletkezett, de az egész 24 emeletes épületre áttért az éghető alumínium kompozit külső panelrendszer miatt, 72 ember halálát okozva [160]. A katasztrófát súlyosbította, hogy a lakók sokáig a helyükön maradtak a “stay put” protokoll miatt, és a kiürítési terv nem számolt egy ekkora mértékű homlokzati tűzzel. A Grenfell-ügy után világszerte felülvizsgálták a magasépületek homlokzati anyagaira vonatkozó előírásokat: több ország – köztük az Egyesült Királyság – betiltotta a lakóépületeken az erősen éghető homlokzati anyagokat, és szigorúbb követelményeket vezetett be a homlokzatok tűzterjedési gátlására [168]. Magyarországon is ismert volt korábban panelépületek hőszigetelésének tüzesete, ami rámutatott a nem megfelelő anyagok kockázataira. E mintázat alapján kiemelten fontos a homlokzati tűzterjedés elleni védekezés. Az éghető homlokzati szigetelések használatának korlátozása, tűzgátló sávok beépítése, valamint a magas és középmagas épületek kiürítési útvonalainak rendszeres felülvizsgálata heterogén módon és mélységben a hazai gyakorlatban is jelen van, de javaslom ennek felülvizsgálatát, és szükség esetén optimalizálását.

7.3.3 WUI tűzveszék (tanyavilág, kiszáradt vegetáció, hosszú kiérkezési idő)

Bács-Kiskun vármegye és általában Magyarország egyes térségei sajátos kockázattal szembesülnek az ún. Wildland-Urban Interface (WUI) jelenség miatt. A WUI zónákban – ahol a lakott területek közvetlenül érintkeznek erdő- vagy bozótos területekkel – megnövekszik a szabadtéri tüzek lakóépületekre áttérjedésének veszélye. A tanyás településszerkezet tovább fokozza ezt a kitettséget: a szétszórt épületekhez a tűzoltók nehezebben és később érnek ki, miközben a vegetáció könnyen lángra kaphat és nagy területen gyorsan terjed. Az utóbbi évek aszályos időjárása miatt a kiszáradt növényzet és avar fokozottan tűzveszélyes. Nem véletlen, hogy például 2022 nyarán Magyarországon is több, tanyákat fenyegető pusztító erdőtűz keletkezett. A nemzetközi trendek is aggasztók: a WUI-területek növekedése és a klímaváltozás hatására világszerte nő az ilyen típusú tüzek gyakorisága [169]. A Science Advances folyóiratban közölt friss kutatás rámutatott,

hogy a 21. században globálisan jelentősen bővült a WUI kitettség, egyre több lakó közösséget fenyegetnek potenciális erdőtüzek [169]. Ezen mintázat alapján kiemelt jelentőségű a megelőzés: a védelmi övezetek kialakítása a lakóházak körül (lásd Firewise program), a lakosság bevonása a száraz növényzet eltávolításába, valamint a hatóságok részéről a tűzgyújtási korlátozások és ellenőrzések szigorítása.

Fontos továbbá a tűzoltóságok felkészülése WUI-tüzekre: speciális járművek, terepjárók, erdőtüzes szakfelszerelés beszerzése, valamint a vonulási idők optimalizálása (pl. önkéntes vagy légi egységek bevonása a kezdeti időszakban). A TTVI mutatórendszer vegetációs kitettségi komponense segíthet azonosítani a legveszélyeztetettebb településeket, ahol ezen intézkedések prioritást élveznek.

7.3.5 Intézményi összeomlások (lezárt kijáratok, kikapcsolt tűzjelző, felkészületlen személyzet)

Bizonyos tüzesetek esetében nem (csak) a tűz fizikai jellemzői, hanem az emberi mulasztás és rendszerszintű hibák vezetnek súlyos tragédiához. Ide sorolhatók azok az intézményi tüzek vagy tömegszerencsétlenségek, ahol a biztonsági rendszabályok tudatos megsértése vagy hiánya a fő ok. Például a 2012-es karacsi gyártelep-tűzben több mint 250 munkás vesztette életét, részben mert az üzem vezetése a kijáratokat lezárva tartotta – a dolgozók nem tudtak menekülni a tűz és füst elől [170]. Hasonlóan tragikus volt a 2003-as Rhode Island-i Station klub tüzesete az Egyesült Államokban, ahol a pánikba esett tömeg az egyetlen használható kijáratnál torlódott össze, miközben a sprinkler nélküli faszerkezetes épület percek alatt lángba borult. Az NFPA nyilvántartása szerint a szórakozóhelyeken és tömegrendezvényeken történt súlyos tüzesetek gyakori jellemzője a túlszűfolttság, a nem megfelelő vészkijáratok és a tűzjelző/oltó berendezések hiánya [171].

Ezek az események arra világítanak rá, hogy szabályozási és ellenőrzési kudarcok is okozhatnak tömeges áldozatokat: hiába adottak a technikai lehetőségek (sprinkler, vészkijárat, tűzjelző), ha azokat kikapcsolják vagy nem tartják be az előírásokat. Az intézményi összeomlások mintázata sürgeti a megelőző felügyelet erősítését: rendszeres és váratlan hatósági ellenőrzéseket kell tartani a tömegtartózkodásra szolgáló létesítményekben (klubok, bevásárlóközpontok, gyárak, kórházak, időotthonok stb.), és szigorú szankciókat kell kilátásba helyezni a tűzvédelmi szabályok megszegőivel szemben.

Emellett kiemelendő a személyzet képzése is: egy felkészült biztonsági/evakuációs személyzet életmentő lehet vészhelyzetben. Olyan tragédiák után, mint a 2018-as kemerovói (Oroszország) bevásárlóközpont-tűz, ahol a mozi vészkijáratai zárva voltak és a személyzet nem tudta megfelelően evakuálni a látogatókat, egyre több ország vezette be a kockázatos létesítmények kötelező tűzvédelmi auditját és a vészkijáratok folyamatos nyitvatartásának ellenőrzését [172].

7.3.6 Tapasztalatvesztés és visszacsatolás hiánya

Számos nemzetközi eset elemzése során kiderült, hogy ugyanazon hibák ismétlődnek, mert a korábbi tüzesetek tanulságai nem épülnek be a gyakorlatba. Ez a jelenség – a szervezeti tanulás hiánya – oda vezet, hogy a tűzoltóság és a hatóságok újra és újra szembesülnek elkerülhető problémákkal. A disszertáció más fejezeteiben bemutatott adatok szerint például a nagyobb tüzesetek kivizsgálási jegyzőkönyvei elérhetők ugyan, de nincs egységes rendszer a nyilvántartásukra és feldolgozásukra. A kérdőíves kutatásban a szakemberek igényként fogalmazták meg egy központi tapasztalatgyűjtő adatbázis létrehozását, ahol a jelentős tüzesetek fő tanulságait összegzik és kulcsszavakkal kereshetővé teszik. Felmerült az is, hogy a kockázati indexeket (mint a TTVI) folyamatosan aktualizálni kellene az újabb események fényében – például, ha egy településen egy évben kiugróan sok tűz van, az jelezze előre a következő évre a magasabb kockázatot.

Mindez rámutat arra, hogy visszacsatolási mechanizmusokra van szükség. E mintázat alapján javasolt a tüzeseti utóelemzések formalizálása: minden súlyos vagy szokatlan tüzeset után készüljön részletes jelentés és ajánlás, amelyet megosztanak az összes releváns szervvel (katasztrófavédelem, tervezői kamarák stb.). Ezen túlmenően szükséges egy olyan kultúra kialakítása, amely ösztönzi a hiba nélküli visszajelzést – tehát a beavatkozók és tervezők bátran jelezzék, ha valamely protokoll nem működött, és közösen keressenek megoldást. Erre jó példa a brit Nemzeti Operatív Tanulási rendszer (NOL), amely strukturáltan gyűjti és osztja meg a tüzeseti tanulságokat [173].

7.3.7 Mérnöki innováció hiánya a szabályozásban

A technológiai fejlődés új kihívásokat támaszt a tűzvédelemben – azonban a szabályozás gyakran késve reagál. Ezt a mintázatot figyelhetjük meg például az új építőanyagok és

technológiák esetében. A modern építészetben elterjedtek a kompozit anyagok, műanyag szigetelések, napelemek, lítium-ion akkumulátorok, melyek mind újfajta tűzviselkedést produkálnak. Sok ország tűzvédelmi szabályozása csak utólag, egy-egy súlyos incidens után módosul, addig pedig szürke zóna alakul ki, ahol nincs egyértelmű előírás. A kutatás során válaszokban több tervező is említette, hogy a jogszabályi környezet miatt nehézkes egyes innovatív megoldások engedélyezése vagy épp tiltása. E mintázat alapján javasolni lehet a proaktív szabályozási monitoringot, azaz egy olyan szakértői bizottság működtetését, amely folyamatosan figyelemmel kíséri az új anyagok, technikák megjelenését és szükség esetén gyorsan javasol módosításokat az előírásokban. Ide tartozhat egy kutatás-fejlesztési együttműködés erősítése a katasztrófavédelem, tűzvédelmi hatóság és egyetemek, kutatóintézetek között, hogy az új technológiákról (pl. energiatárolók tűzvédelme, faépítészet, hidrogéntekológia stb.) időben szülessenek hazai vizsgálatok és ajánlások.

7.4 Adaptációs javaslatok: nemzetközi jó gyakorlatok alkalmazása

Az eddigiekben feltárt problémák kezelésére számos bevált nemzetközi példa kínálkozik. Ezek adaptálásával a Bács-Kiskun vármegyei és a hazai tűzvédelem is jelentős fejlődést érhet el viszonylag rövid távon. Ebben az alfejezetben hat kiemelt javaslatot mutatok be nemzetközi minták alapján, amelyek illeszkednek a helyi viszonyokhoz és a disszertáció célkitűzéseire. Az egyes javaslatok az előzőekben rendszerezett négy szintre reflektálnak (lakossági, közösségi, intézményi, operatív, mérnöki), és hozzájárulnak a kritikus mintázatok kezeléséhez.

7.4.1 Füstérzékelők célzott elterjesztése a társadalmi sérülékenységi alapján

A lakástüzek áldozatainak jelentős része a társadalmilag sérülékeny csoportokból kerül ki (idősek, alacsony jövedelműek, egyedül élők), akik sok esetben nem engedhetik meg maguknak a megfelelő tűzvédelmi eszközöket, vagy nincs tudomásuk azok fontosságáról. Erre válaszul egy célzott füstérzékelő-terjesztési programot javasolunk, amely a Településszintű Társadalmi Sérülékenységi Indexet (TSZI) felhasználva azonosítja a leginkább veszélyeztetett háztartásokat. A nemzetközi jó gyakorlatok közül kiemelkedik az Egyesült Királyságban évek óta működő „Home Fire Safety Visit” program, amelynek keretében a tűzoltóság munkatársai felkeresik a magas kockázatú otthonokat, ingyenesen

felszerelnek füstérzékelőket és személyre szabott tanácsokat adnak a tűz megelőzéshez [168].

A brit tapasztalatok igen kedvezőek: egy londoni felmérés kimutatta, hogy azokban a lakásokban, amelyeket bevontak a programba, tízszer kisebb valószínűséggel keletkezett később tüzeset, mint azokban, ahová nem jutottak el a tűzoltók [168]. Ezt a prevenciós megközelítést Magyarországon is érdemes meghonosítani. A program gyakorlati megvalósításához javasolt az önkormányzatok és a katasztrófavédelem együttműködése: a szociális ellátóhálózat segítségével be lehet azonosítani az egyedül élő idős embereket, fogyatékkal élőket vagy hátrányos helyzetű családokat, akiket célszerű bevonni. Ezután a hivatásos tűzoltók vagy önkéntesek előre egyeztetett időpontban felkereshetik ezeket a háztartásokat. A látogatás során felszerelnek legalább egy optikai füstérzékelőt minden hálósobába és a menekülési útvonalra (pl. folyosóra), ellenőrzik a fűtőberendezések biztonságosságát, és közérthetően elmagyarázzák a tűzvédelmi alapszabályokat. Ilyen szabály lehet például a dohányzás mellőzése ágyban, az elektromos túlterhelés elkerülése, a konyhai tűz megelőzés (soha ne hagyjuk felügyelet nélkül az olajat a tűzhelyen, stb.), valamint a „Csukd be az ajtót lefekvéskor” elv tudatosítása [168]. Fontos eleme a programnak az utánkövetés: évente legalább egyszer vissza kell térni ezekbe az otthonokba elemcserére és tanácsadás frissítésére.

A füstérzékelők terjesztésének hosszú távú haszna messze meghaladja a költségeit: nemcsak életeket ment, de csökkenti a tüzeseteknél a károkat, így társadalmi-gazdasági szempontból is megtérülő befektetés. A TSZI-alapú célzás biztosítja, hogy a korlátozott erőforrásokat ott vessük be, ahol a legnagyobb a baj bekövetkezésének kockázata és a legtragikusabbak lehetnének a következmények. Ez a javaslat közvetlenül reagál a 7.2 fejezet első mintázatára (lakástűz-tragédiák), és hozzájárul a disszertáció H1 hipotézisének gyakorlati érvényesítéséhez, miszerint a súlyos tüzesetek előre jelezhetők bizonyos körülmények alapján – jelen esetben a társadalmi sérülékenységi és a detektorhiány kombinációja alapján.

7.4.2 A Firewise program adaptációja a WUI-zónákban

Az erdő- és vegetációtüzek által veszélyeztetett településrészek védelme csak akkor lehet hatékony, ha a lakók is aktív szerepet vállalnak a megelőzésben. Az NFPA Firewise USA®

program erre nyújt kiváló mintát: az USA több ezer településén alkalmazott önkéntes közösségi kockázatsökkentési kezdeményezésről van szó, amely arra tanítja az embereket, hogyan alkalmazkodjanak a tűzzel együtt éléshez, és hogyan dolgozzanak össze szomszédaikkal a saját utcájuk, falujuk védelmében. A Firewise keretében a közösségek felméri a környezetük tűzkockázatait, tervet készítenek az azok csökkentésére, és évente szerveznek olyan akciókat, mint a száraz növényzet összegyűjtése, a fák lombkoronáinak felnyesése, tűzvédelmi sávok létrehozása a település peremén, vagy a könnyen gyulladó udvari tárgyak biztonságos tárolása [164].

A program lényege, hogy alulról jövő kezdeményezéssel, önkéntes munkával és a tűzoltóság szakmai támogatásával tűzállóbbá teszik a lakókörnyezetet. Magyarországon – különösen az Alföld és a dombvidékek erdős-szőlős térségeiben – indokolt lenne hasonló közösségi programok indítása. Ennek megvalósításához első lépésként a katasztrófavédelem és az erdészeti hatóság szakemberei közösen azonosíthatnák a kritikus WUI-területeket (TTVI és erdőtűz kockázati térképek alapján). E településeken vagy településrészekben (pl. külterületi dűlők, erdőszéli üdülőövezetek) a helyi önkormányzat bevonásával lakossági fórumokat lehet tartani, ismertetve a Firewise alapelveit.

A program adaptálásakor figyelembe kell venni a hazai sajátosságokat: például a tanyasi világban a gazdák szívesebben vesznek részt közös munkában, ha az konkrétan a saját portájuk védelmét szolgálja és illeszkedik a mezőgazdasági teendőikhez. Ezért javasolt évente egy vagy két „Tűzvédelmi közösségi napot” szervezni, lehetőleg a tavaszi és őszi hónapokban, amikor a vegetáció-kezelési feladatok időszerűek. Ilyenkor a falugondnok, polgárőrség, önkéntes tűzoltók koordinálásával a lakók közösen levághatnák az aljnövényzetet a házak körül, összegyűjthetik a száraz avart és éghető hulladékot, és biztonságos módon megszabadulhatnak tőle. Továbbá felméri, kinek van szüksége segítségre a telkén (pl. idős embereknek segítenek megtisztítani az udvart). A tűzoltóságok szakemberei tanácsokat adnak arra vonatkozóan, hogyan alakítsák ki a védőzónákat: a ház közvetlen 5 méteres környezetében ne legyen könnyen égő növényzet vagy tűzifa, 30 méteren belül ritkítsák a sűrű bokros részeket, a tetőkről és ereszcatornákból távolítsák el a faleveleket stb. [164].

A program részeként érdemes településenként egy önkéntes Tűzvédelmi Felelőst kinevezni a lakók közül, aki kapcsolatot tart a hivatásos szervekkel és koordinálja a közösségi tevékenységet. Az NFPA Firewise tapasztalatai szerint az ilyen programok nemcsak csökkentik a tűz pusztító hatását, de erősítik a közösségi kohéziót is, ami hosszú távon fenntarthatóbbá teszi az eredményeket [164].

A Firewise adaptációja konkrét választ ad a 7.2 fejezet WUI-tűzvészekkel kapcsolatos mintázatára: a vegetációs kitettség csökkentésére és a lakossági bevonásra fókuszál, így mérsékli a tűz keletkezésének valószínűségét és terjedésének ütemét is. Ráadásul a program keretében javulhat a lakók riasztási és reagálási képessége (hiszen megtanulják, mit tegyenek tűz esetén, milyen értékeiket mentsék először, hova meneküljenek), ami a személyi sérülések számát is csökkenti. Összességében a Firewise jellegű közösségi önvédelem erősítése a klímaváltozás korszakában egyre inkább nélkülözhetetlen komponense a tűzvédelemnek.

7.4.3 Magas és többszintes lakó- és közösségi épületek tűzbiztonsága (NFPA 101/5000 nyomán)

A többszintes épületek tűzbiztonságát érintő súlyos esetek – különösen a Grenfell-katasztrófa – rámutattak arra, hogy a homlokzatok tűzterjedésével és a kiürítéssel kapcsolatos előírásokat szigorítani és korszerűsíteni kell. A nemzetközi szabványok közül az NFPA 101 (Életbiztonsági Kódex) és az NFPA 5000 (Építési Kódex) olyan átfogó keretet adnak, amelyek megfelelő adaptálásával javítható a hazai szabályozás. A konkrét javaslatok a következők:

Automatikus tűzoltó berendezések (sprinklerek) kötelezővé tétele viszonylag alacsony épületmagasságtól. A nemzetközi trendek azt mutatják, hogy érdemes ezt a határt csökkenteni. Az Egyesült Királyság 2020-as reformja nyomán például már 11 m épületmagasság felett (kb. 4 emelet) előírás az új lakóépületek automata oltórendszerrel való felszerelése [171]. Indokolt lehet 10–13 m közötti magasságnál megvizsgálni a sprinklerkötelezettséget az új építésű (vagy jelentősen átalakított) lakóházakra, kollégiumokra, kórházakra, idősotthonokra. A lakosság biztonsága érdekében ez az egyik leghatékonyabb műszaki megoldás: az NFPA adatai szerint a sprinklerek 85%-kal csökkentik a tűzhalál kockázatát és a tűzkárok mértékét az épületekben [122].

Természetesen figyelembe kell venni a gazdasági megvalósíthatóságot és a további hazai sajátosságokat is.

Továbbá javaslom Magyarországon is komplex módon felülvizsgálni a homlokzati tűzterjedés szabályozását [168].

Kiürítési tervek és protokollok felülvizsgálata. A magas és összetett épületek (pl. toronyházak, bevásárlóközpontok, mélygarázsok) esetén rendszeresen – javaslatom szerint legalább ötévente – kötelezően felül kell vizsgálni a kiürítési stratégiát és tervet. Ez magában foglalja a menekülési útvonalak ellenőrzését és a szervezett gyakorlatokat. A Grenfell-tűz tanulságai alapján szükséges az ún. „stay put” (helyben maradási) stratégia kritikus újragondolása: bizonyos helyzetekben – különösen, ha a homlokzaton vagy tetőn terjed a tűz – a részleges vagy teljes kiürítés sokkal biztonságosabb lehet [160]. Ennek megfelelően a kiürítési tervnek több forgatókönyvet kell tartalmaznia, beleértve azt is, hogyan kommunikálnak a lakókkal (hangosbemondó, mobil értesítés, kopogtatás stb.), és milyen jelzés alapján döntenek a tűzoltásvezetők a teljes evakuálásról. Egyes országokban – például Finnországban – már léteznek olyan evakuációs riasztórendszerek, amelyek a tűzoltók utasítására épületszinten képesek jelezni a lakóknak a menekülés szükségességét.

Rendszeres épület-audit és üzemeltetői képzés. A szabályok lefektetése önmagában nem elég, biztosítani kell folyamatos betartásukat. Ehhez bevezetendő egy Tűzvédelmi Audit Modell, amelynek keretében független szakértők (pl. tűzvédelmi tervezők, hatósági szakemberek) mondjuk ötévente teljeskörűen felülvizsgálják a magas kockázatú épületek tűzvédelmét (aktív és passzív rendszereket egyaránt). Az audit során ellenőrzik a karbantartási naplókat, próbaüzemeket tartanak a berendezésekkel, interjút készítenek az üzemeltetőkkel. Az NFPA 1300 szellemében javasolt, hogy az audit ne csak hibakeresés legyen, hanem javaslatokat is adjon a kockázatcsökkentésre [158]. Az audit eredménye alapján az üzemeltetőknek intézkedési tervet kell készíteniük, és annak végrehajtását a hatóság utóellenőrzi.

Emellett fontos az intézményvezetők és karbantartók rendszeres képzése: például egy társasházkezelő ismerje a legújabb előírásokat, tudja, hogyan kell kiüríteni, milyen felelősségei vannak egy tüzeset előtt és alatt. Ehhez az önkormányzatok a tűz megelőzési

bizottságokkal közösen legalább kétfévente szervezhetnék workshopokat vagy továbbképzéseket.

A magasépületi tűzvédelem fenti reformjai összhangban vannak a nemzetközi irányokkal és a disszertáció által feltárt hiányosságokkal. Megvalósításuk révén csökkenhet a jelentős kárral járó tüzesetek valószínűsége, illetve ha be is következnek, kevésbé válnak katasztrófálissá. Az intézkedések egy része (pl. sprinkler kötelezettség) kezdetben többletköltséget jelent az építetőknek, de hosszú távon a társadalom egésze profitál a biztonság növekedéséből. Ezek a javaslatok erősen támogatják a H4 hipotézist, miszerint a nemzetközi jó példák adaptálhatók a hazai viszonyokra és beépíthetők a modellbe: jelen esetben a szabályozási és mérnöki keretrendszerbe építjük be azokat a mintákat, amelyeket külföldön a tragédiák után már megtettek.

7.4.4 Intézményi szintű kockázati audit és visszacsatolás (NFPA 1300 alapján)

A megelőző tűzvédelem fejlesztésének egyik alappillére egy intézményesült kockázatkezelési ciklus létrehozása. Az NFPA 1300 szabvány előírja, hogy a közösségek rendszeresen végezzenek Community Risk Assessment-et és készítsenek Community Risk Reduction Plan-t, majd ezek megvalósulását utólag értékeljék [158]. E logika mentén javasoljuk egy Települési Tűzvédelmi Kockázatkezelési Program (TTKP) bevezetését, amely audit-szerűen áttekinti a település tűzvédelmi állapotát, intézkedéseket tervez, és nyomon követi azok hatását.

A program elemei:

Kockázati auditlista összeállítása: Egy meghatározott szakértői csoport, vagy szervezet rendszeres időközönként – például kétfévente – végigmegy egy ellenőrző listán, amely lefedi a település tűzvédelmi helyzetének főbb aspektusait. Ebben szerepelnie kell a tüzeseti statisztikák elemzésének (mennyi tűz történt, hol, mi volt az ok, volt-e halálos áldozat), a tűzoltói reagálási idők áttekintésének, a lakosság védettségi szintjének (pl. füstérzékelők aránya, lakossági oktatások száma), a veszélyes létesítmények állapotának, stb. Ezt a listát a hazai sajátosságok alapján kell kidolgozni, de támaszkodhat az NFPA 1300 mellékleteire és a Nemzeti Katasztrófavédelmi Főigazgatóság ajánlásaira. Lényeges, hogy számszerűsíthető mutatókat tartalmazzon (pl. 1000 lakosra jutó tüzek száma,

önkormányzati épületek tűzriadópróbáinak gyakorisága, stb.), hogy mérni lehessen a javulást vagy romlást.

Kockázatsökkentési javaslatok rendszerezése: Az audit eredményei alapján a település vezetése priorizálja a teendőket. Például, ha kiderül, hogy egy városrészben kiugróan sok a lakástűz, oda fókuszált prevenciós kampányt terveznek; ha a tűzoltóság átlagosan 15 perc feletti idő alatt ér ki a külső településrészekre, ott önkéntes egység telepítését fontolgatják; ha az iskolákban régen volt evakuációs gyakorlat, azt ütemezik. Fontos, hogy a javaslatok rendelkezzenek felelőssel és határidővel, különben nem valósulnak meg. Az NFPA 1300 hangsúlyozza a CRR (Community Risk Reduction) tervek elkészítését, ami pontosan ezt takarja: egy akciótervet a kockázatok mérséklésére [158].

Végrehajtás és nyomon követés: A meghatározott intézkedéseket végre kell hajtani (pl. érzékelőosztás, bemutatók, ellenőrzések), majd egy következő auditciklusban értékelni az eredményt. Ha például egy évben 20%-kal csökkent a tüzesetek száma egy kampány után, az sikerként könyvelhető el; ha nem, akkor módosítani kell a stratégiát. A folyamat lényege a folyamatos visszacsatolás: a rendszer tanul a saját tapasztalataiból.

Ennek az intézményi auditmodellnek része lehet egy országos szintű összehasonlító elemzés is. A TTVI és más indexek segítségével rangsorolhatók a települések veszélyeztetettség szerint, és ez alapján a magas kockázatú települések plusz erőforrást vagy figyelmet kaphatnak. Ezenfelül, az vármegyei tűzmegeelőzési bizottságok évente kiadhatnak egy jelentést a települési kockázatkezelési programok állásáról, ezzel is ösztönözve a helyi szereplőket.

Az NFPA gyakorlatában bevett, hogy a jó teljesítményt elismerik (pl. kitüntetik a példamutató CRR programot megvalósító várost), a gyenge teljesítményt pedig mentorprogramokkal segítik felzárkóztatni [170].

Az intézményi audit és visszacsatolás bevezetése választ ad a korábban említett „tapasztalatvesztés” mintázatára: strukturált tanulási folyamatot teremt, amelyben a hibák és sikeres beavatkozások emlékezete fennmarad és formálja a jövő gyakorlatát. Emellett támogatja a szabályozási szint és operatív szint javaslatainak fenntarthatóságát is, hiszen a visszajelző mechanizmusok révén derül ki, hogy az újonnan bevezetett intézkedések (pl. új szabály vagy taktika) beváltak-e, vagy tovább fejleszteniük. Összességében az NFPA

1300 elveinek adaptációja révén egy ciklikus, önjavító tűzvédelmi rendszer alapjai rakhatók le Magyarországon.

7.4.5 Operatív tanulási rendszer kialakítása – a brit NOL mintájára

A tűzoltóságoknál felhalmozódó gyakorlati tudás kincset ér – feltéve, hogy azt összegyűjtik és megosztják. A brit National Operational Learning (NOL) rendszer azt a célt szolgálja, hogy az Egyesült Királyság tűzoltóságai folyamatosan tanuljanak egymás eseteiből: strukturáltan begyűjtik a jelentősebb események tanulságait, kategorizálják, elemzik, majd ajánlásokat fogalmaznak meg és juttatnak el minden tűzoltósághoz [173].

E rendszer adaptálása a magyar tűzoltóságokra jelentősen optimalizálhatná a reagálás minőségét és a biztonságot. A NOL mintájára javasoljuk egy Nemzeti Tűzoltói Tanulási Platform (NTTP) létrehozását, melynek fő elemei:

Esetjelentő sablon és adatbázis: Minden jelentős vagy rendhagyó kimenetelű tüzeset (pl. tömeges áldozatok, nagy anyagi kár, szokatlan tűzterjedés, beavatkozó sérülése stb.) után a beavatkozás vezetője egy szabványosított elektronikus jelentést töltene ki. Ebben kitér az esemény leírására, a beavatkozás menetére, az azonosított problémákra és a jól bevált megoldásokra is. A jelentés az NTTP központi adatbázisába kerül, ahol kulcsszavak alapján később visszakereshető. Például rá lehet majd keresni arra, hogy "tetőtéri tűz panelépületben", és kilistázza az összes ilyen eset tanulságait.

Elemző és értékelő csoport: A beküldött jelentéseket egy erre kijelölt kis munkacsoport (országos szinten, pl. az OKF szakértői, tűzoltó tisztek, tűzvizsgálók) rendszeresen áttekinti. Feladatuk kiszűrni a trendeket (pl. ha több jelentés is említi, hogy az új típusú tetőszigetelések okoztak gondot, vagy hogy a rádiókommunikáció akadozott bizonyos pincetüzeknél). Továbbá prioritizálják a kezelendő problémákat és javaslatokat dolgoznak ki rájuk.

Ajánlások kibocsátása és nyomon követése: Az elemző csoport általánosítható ajánlásokat ad ki a tűzoltóságok számára. Például ha több esetben gond volt a habosítószer-ellátással, javasolják a logisztikai protokoll felülvizsgálatát; ha egy új eszköz (pl. hőkamera) nagyon bevált valahol, ajánlják annak bevezetését máshol is. Ezeket az ajánlásokat – a brit gyakorlathoz hasonlóan – egy központi platformon közzéteszik, és eljuttatják minden

érintettnek (parancsnokoknak, képzési központoknak, stb.). A NOL-ban fontos elem, hogy nyomon követik, mi valósult meg az ajánlásokból: visszajelzést kérnek a tűzoltóságoktól, így látják, hol kell esetleg ismét beavatkozni vagy támogatást adni a változtatáshoz [173].

Nemzetközi és iparági tanulás integrálása: A rendszerbe nem csak a hazai, hanem releváns külföldi tapasztalatokat is be lehet emelni. A brit NOL például figyeli a nemzetközi nagy eseményeket is. Magyarország is profitálhat abból, ha mondjuk egy külföldi tüzeset vizsgálati jelentése alapján cselekszik (erre példa, amikor a németországi Düsseldorf repülőtéri tűz után sok ország átalakította a repterek kiürítési protokollját). Hasonlóképp, más magas kockázatú ágazatok (olajipar, vegyipar) baleseti tanulságai is beépíthetők a tűzoltói képzésbe és gyakorlatba.

Az operatív tanulási rendszer bevezetése egyfajta kultúraváltást is igényel a szervezeten belül: bizalmi légkört, ahol a hibákat nem eltitkolni próbálják, hanem tanulási lehetőségként kezelik. A NOL brit bevezetésekor hangsúlyozták, hogy nem büntető jellegű a visszajelzés, hanem a fejlődést szolgálja [173]. Ezt a szemléletet kell átvenni.

A javasolt NTTP közvetlenül reagál a két említett mintázara is: a tapasztalatvesztés problémájára (megoldást kínál a tanulságok struktúrált megosztásával), illetve az intézményi összeomlások megelőzésére (ha egy hiányosságra többen is felhívják a figyelmet, hamarabb születhet szabályozói vagy szervezeti válasz). Emellett erősíti a tűzoltók közötti szakmai diskurzust és innovációt, hiszen teret ad az ötletek és bevált gyakorlatok terjesztésének. Végző soron a rendszer hozzájárul a beavatkozások biztonságosabbá és hatékonyabbá tételéhez, és ezzel emberéletek és értékek mentéséhez.

7.4.6 Korszerű tűzoltási taktikák és képzés bevezetése – az NFPA 1700 és az UL FSRI kutatások alapján

A modern tüzek természete gyökeresen megváltozott az elmúlt évtizedekben, ezért a tűzoltási taktikáknak és a kiképzési tematikáknak is változniuk kell. A hagyományos módszerek – mint a szellőztetés azonnali megkezdése vagy a tűzfészek hosszabb keresése víz nélkül – egyre kevésbé hatékonyak a mai, szintetikus anyagokkal telített környezetben. Az NFPA 1700: Guide for Structural Fire Fighting a legkorszerűbb, tudományos eredményekre építő útmutató a szerkezetben keletkező tüzek oltásához [159]. Emellett az

UL FSRI számos kutatása és kísérlete szolgáltatott bizonyítékot arra, hogyan lehet javítani a beavatkozás hatékonyságát és a tűzoltók, illetve lakók biztonságát a beavatkozás során.

A következő konkrét lépések javasoltak a korszerű taktikai elemek átültetésére:

Képzési tematika frissítése: A tűzoltók alapképzésébe és továbbképzésébe integrálni kell az NFPA 1700 által lefektetett elveket. Ilyen például a ventiláció és oltás koordinációjának fontossága: az FSRI kutatásai kimutatták, hogy a korai kontrollálatlan szellőztetés (pl. ablakok betörése) drasztikusan ronthatja a bent lévők túlélési esélyét, ha nincs szinte egyidejű oltás [162], [163]. Ezt be kell építeni a taktikai doktrínába: először víz, aztán levegő – azaz a tűzoltók tanulják meg, hogy amint lehetséges, kezdjék meg a víz alkalmazását (akár kívülről egy nyíláson át, ha még nem tudnak behatolni), és a szellőztetést csak a megfelelő időben, kontrolláltan végezzék.

Ugyancsak a képzés részévé kell tenni az „Transitional Attack” módszer gyakoroltatását, amikor kívülről indul az oltás a tűz visszaszorítására, majd belülről fejeződik be – ez sok lakástűznél eredményesen alkalmazható, ahogy azt amerikai tűzoltóságok példái mutatják. Az FSRI kísérletek bizonyították, hogy egy 30 másodperces külső vízszugár alkalmazás több száz fokkal csökkenti a szoba hőmérsékletét, ezzel jelentősen növeli a bent rekedt áldozatok túlélési esélyét és a tűzoltók bejutási biztonságát [163].

Új eszközök és felszerelések rendszerbe állítása: A modern taktika megköveteli bizonyos eszközök meglétét. Ilyen például a hőkamera, amely ma már elengedhetetlen a füsttel telített zárt térben való tájékozódáshoz és az izzó gócok felderítéséhez. Javasolt minden raj számára legalább egy hőkamerát biztosítani és rutinszerűen használni a kiképzés során, hogy valós eseménynél magabiztosan nyúljanak hozzá.

Egy másik eszköz a korbács-sugárcső (fogger nozzle) vagy kombinált sugárcső megfelelő sugárképpel, amellyel a gyors hűtés végezhető. Az FSRI azt is demonstrálta, hogy a belső ajtók csukása oltás közben (door control) mennyire fontos a tűz és füst terjedésének lassítására [168] – ehhez elég egy egyszerű ék vagy heveder, amit a tűzoltók magukkal visznek és becsukva tartják az ajtót, míg a támogató személyzet nem készül fel a szellőztetésre. Az ilyen apró, de hatékony eszközök használatát el kell sajátítani és szabványosítani.

Taktikai irányelvek és protokollok frissítése: Rögzíteni kellene az új elveket. Például előírni, hogy lakástűznél az elsődleges felderítés során az ajtónyitást minimálisra kell korlátozni, a lehető leghamarabb vizet kell juttatni a tűzre, és a szellőztetésért felelős egység csak a parancsnok utasítására kezdje meg a műveletet, amikor az oltóvíz már készenlétben van. Ugyanígy a mentési protokollba beépíthető, hogy a keresést végző tűzoltók közben csukják be maguk mögött az ajtókat, hogy ha utána flashover történne, az elkülönült térben maradjon.

Az NFPA 1700 számos ilyen evidence-based ajánlást tartalmaz, amelyeket adaptálni lehet a magyar viszonyokra és terminológiára [159].

Nemzetközi képzési együttműködés: Javasolt a magyar tűzoltók számára rendszeresen részt venni nemzetközi továbbképzéseken (pl. az NFPA vagy a UL FSRI által szervezett szemináriumokon, online kurzusokon). Ma már sok anyag ingyenesen elérhető – például az UL FSRI weboldalán komplett tananyagok vannak videókkal, tesztekkel. Ezek beépíthetők a hazai képzésbe, akár idegen nyelvű modul formájában. A „Train-the-Trainer” módszerrel néhány felkészített oktató tovább tudja adni a megszerzett tudást szélesebb körben.

A korszerű taktikai képzés és protokoll bevezetése közvetlen hatással van a tűzoltás sikerére és a mentések eredményességére. A ventiláció-korlátozott tüzeknél a túlélési időablak már csak néhány perc (vagy még kevesebb) lehet [161], így minden, ami ezt kitolja – gyors oltás, zárt ajtók, kontrollált szellőzés – emberéleteket menthet. Ugyanakkor a tűzoltók biztonsága is nő: kevesebb baleset, tudatosabb kockázatvállalás.

Az FSRI kutatások igazolták, hogy a tűzoltók tradicionális munkamódszereinek egy része (pl. korai szellőztetés) bizonyos helyzetekben rontott a helyzeten, de hajlandók voltak változtatni, amikor a bizonyítékok rendelkezésre álltak [163]. Magyarországon is megvan az igény a megújulásra – ezt a kérdőíves kutatás kvalitatív válaszai is mutatták, miszerint többen említettek új nemzetközi módszereket, amiket szívesen látnának viszont a hazai gyakorlatban.

Az itt javasolt intézkedések segítenek áthidalni a tudásszakadékot a laboratóriumi eredmények és a tűzoltóautóba ülő csapat között.

7.5 Részösszegzés

A bemutatott adaptációs javaslatok – a füstérzékelők célzott telepítésétől a Firewise közösségi programon át a szervezeti tanulási rendszerekig és taktikai képzésig – mind azt a célt szolgálják, hogy a disszertáció diagnosztikus megállapításai a gyakorlatban is kézzelfogható változásokká váljanak. A bemutatott nemzetközi példák bizonyítottan eredményesek voltak saját környezetükben: a Home Fire Safety Visit program életet mentett az Egyesült Királyságban [168], a Firewise közösségek számos erdőtűznél bizonyították ellenálló-képességüket [164], a Grenfell utáni szabályozási szigorítások pedig remélhetőleg megelőznek egy újabb hasonló tragédiát [160], [166]. A 19. melléklet tartalmazza a Firewise, Home Fire Safety Visit és a brit National Operational Learning rendszerek leírásait.

E példák adaptációja természetesen kihívás, hiszen figyelembe kell venni a hazai jogi, társadalmi és gazdasági kereteket. Ugyanakkor a dolgozat célja éppen az volt, hogy tudományos igényű elemzésre alapozva mutasson irányt a gyakorlati fejlődéshez. A javasolt intézkedések többsége nem igényel elérhetetlen erőforrásokat: sok esetben inkább szemléletváltásról, szervezésről és a szereplők közti jobb kooperációról van szó.

Fontos hangsúlyozni, hogy e fejezet javaslatai illeszkednek az 1.4 fejezetben megfogalmazott kutatási célkitűzésekhez (C5: ajánlások kidolgozása különböző célcsoportoknak) és az 1.5 fejezet új tudományos eredményeihez – hiszen a TTVI modell gyakorlati alkalmazásától (E1 eredmény) a reagálási idők statisztikai összefüggésein át (E2 eredmény) a súlyosbító tényezők rendszerezéséig (E3 eredmény) mind hozzájárultak e javaslatok megalapozásához.

Végezetül, a fejezet fő üzenete az, hogy a tűzvédelmi kockázatok kezelése komplex feladat, de megfelelő adatokra és bevált mintákra támaszkodva megvalósítható. Megfelelő szakmai és társadalmi támogatással a javaslatok alkalmazása jelentősen növelheti nemcsak egy vármegye, hanem egész Magyarország tűzbiztonságát, csökkentve a tüzesetek számát és súlyosságát, ezáltal életet és értéket óvva meg a jövő generációi számára.

ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK

A disszertáció központi kutatási kérdései arra irányultak, hogy feltárják a súlyos tüzesetek ismétlődő jellemzőit, kidolgozzanak egy településszintű, többdimenziós tűzvédelmi veszélyeztetettségi indexet, valamint megvizsgálják a nemzetközi jó gyakorlatok hazai adaptálhatóságát a tűzbiztonság növelése érdekében.

C1 – A kiemelten gyakorlott tűzvizsgálók, tűzvédelmi tervezők, tűzvédelmi hatósági szakemberek és tűzoltásvezetők körében végzett, egymáshoz kapcsolódó kérdőíves vizsgálatok révén integráltan elemzem a tűzvédelem három pillérének (tűz megelőzés, tűzoltás, tűzvizsgálat) gyakorlati tapasztalatait.

Megállapítottam, hogy a tűz megelőzés, a tűzoltás és a tűzvizsgálat szakterületei között a gyakorlati tapasztalatok és tanulságok rendszerszintű integrációja hiányzik. A célkitűzés teljesült: a 39 szakember válaszainak elemzésével sikerült azonosítani azokat a gyenge pontokat, amelyek akadályozzák a tudásmegosztást és a visszacsatolást a szabályozási és operatív gyakorlatba.

C2 – Azonosítom és rendszerezem a tüzeseti adatok és tapasztalatok gyűjtésére, feldolgozására és hasznosítására alkalmazott komplex nemzetközi gyakorlatokat.

Részletesen bemutattam az olyan nagy hatású nemzetközi rendszereket, mint az amerikai NFIRS (National Fire Incident Reporting System), az európai CTIF World Fire Statistics, valamint a globális EM-DAT adatbázis. Ezek szerkezetét, adatgyűjtési módszertanát és visszacsatolási mechanizmusait összehasonlító módon elemeztem. Nemcsak leíró módon mutattam be e rendszereket, kiemeltem azokat a jó gyakorlatokat (pl. standardizált eseménykódolás, országos aggregálás, döntéstámogatási célú hasznosítás), amelyek hazai adaptációra is alkalmasak lehetnek.

C3 – A nemzetközi szakirodalom és esettanulmányok elemzése alapján feltárom a halálos és súlyos tüzesetek közös jellemzőit és mintázatait.

A kutatás során a 2000–2025 közötti legnagyobb emberélet-veszteséggel vagy anyagi kárral járó események klaszterelemzésével tipizáltam a visszatérő tüzeseti scénáriókat (pl. WUI, magasépület, tömegrendezvény). A célkitűzés teljesült, a tanulságok hozzájárulnak a hazai megelőzési stratégia formálásához.

C4 – Összegyűjtöttem és térinformatikai módszerekkel rendszereztem Bács-Kiskun vármegye 2011–2024 közötti releváns tüzeseti adatait, kiérkezési idejét és települési sajátosságait.

Sikerült rendszerezni 16 875 tűzoltó beavatkozás adatait, beleértve a kiérkezési időket, térbeli eloszlást, súlyosságot és típusprofilokat. A célkitűzés teljesült: az adatok elemzése képezte a TTVI modell egyik alapját, és világossá tette a térségi eltérések jelentőségét a reagálási idők és következmények szintjén.

C5 – Kifejlesztetek egy többdimenziós, súlyozott alindexeken alapuló modellt a Bács-Kiskun vármegyei települések tűzvédelmi kockázatának mérésére.

A TTVI modell öt különböző komponens integrálásával (TKI, EI, TSZI, VKI, LTKP) objektív és térbeli összehasonlíthatóságot biztosít. A célkitűzés teljesült, a modell Bács-Kiskun vármegye teljes közigazgatási területére elkészült.

C6 – A tűzvédelmi kockázatok jellemzői alapján települési klasztereket határozok meg Bács-Kiskun vármegyében.

A TTVI alapján végzett klaszteranalízis során sikerült meghatározni több jellemző településtípust (pl. magas WUI-kitettségű, elérési szempontból kritikus, komplex kockázatú települések). A célkitűzés teljesült: a klaszterek alkalmasak célzott tűzvédelmi beavatkozási javaslatok megalapozására.

C7 – Térinformatikai eszközökkel, megosztható file-formátumban elkészítem Bács-Kiskun vármegye tűzoltósági kiérkezési idejének és nagymértékben tűzveszélyes erdő–lakóterület (WUI) találkozási zónáinak térképét.

Létrehoztam a Bács-Kiskun megyei tűzoltóságok elérhetőségi térképeit (ORS-modell alapján), valamint a nagymértékben tűzveszélyes erdőterületek és lakott zónák (WUI) metszeteit. A célkitűzés teljesült: a térképek a megelőzés, erőforrás-tervezés és döntéstámogatás számára is hasznosíthatók. A mellékletben szereplő linkről letölthetők.

C8 – A kutatás során feltárt kockázatok kezelésére javaslatokat dolgozok ki, amelyek hozzájárulhatnak Bács-Kiskun vármegye tűzvédelmi helyzetének javításához.

A kutatás eredményeire alapozva javaslatokat dolgoztam ki négy szinten: szabályozási, tervezői, operatív és lakossági szinten. A célkitűzés teljesült, a javaslatok a nemzetközi jó gyakorlatok adaptációját és a hazai viszonyokhoz illesztését célozzák. A javaslatok

megalapozottságát nemcsak a nemzetközi példák, hanem a kérdőíves vizsgálatban részt vevő hazai szakértők visszajelzései is alátámasztották. A kérdőívre adott nyílt és zárt válaszok alapján világos szakmai konszenzus rajzolódott ki a fő kockázati tényezőkről (pl. elérhetőség, vízhiány, szabályozási hiányosságok), valamint az alkalmazandó intézkedésekről (pl. füstérzékelők elterjesztése, tűzvizsgálati tapasztalatok visszacsatolása). A javaslatok összeállításakor ezen szakértői vélemények is súlyozottan kerültek figyelembevételre, így a dolgozat ajánlásai gyakorlati igényeken és tapasztalatokon alapulnak.

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

A kutatás hipotézisei alapvetően igazolást nyertek: a súlyos tüzesetek valóban visszatérő mintázatok mentén alakulnak ki; a Bács-Kiskun vármegyei adatok alapján létrehozott Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettségi Index (TTVI) alkalmasnak a kitettség rangsorolására; a helyi sajátosságok mérhetőek és integrálhatók egy komplex kockázati modellbe; és a nemzetközi jó gyakorlatok releváns elemei adaptálhatók a hazai viszonyokra.

A kutatási hipotézisek alapján megfogalmazott, új tudományos értéktartalommal bíró eredmények:

H1 – Feltételeztem, hogy a halálos vagy jelentős anyagi kárt okozó tüzesetek elemzése alapján jellemző, visszatérő körülmények azonosíthatóak.

A 2000–2025 közötti világszinten jelentős tüzesetek klaszterelemzésével kimutattam, hogy a legsúlyosabb következményekkel járó események néhány jól beazonosítható mintázat mentén ismétlődnek, például zárt téri tömegrendezvényeken, magasépületekben vagy WUI-zónákban.

A lakástüzek élettani és időbeli mintázatainak nemzetközi elemzése igazolta, hogy az éjszaka keletkezett tüzek, a füstérzékelők hiánya és az idős, egyedül élő áldozatok jelenléte kiemelkedő halálozási kockázatot jelent.

H2 – Valószínűsítettem, hogy meghatározhatók tűzvédelmi szempontból releváns térbeli eltérések, jellegzetességek a helyi sajátosságok és tüzeseti tapasztalatok elemzésével.

A Bács-Kiskun vármegyei tűzeseti adatok 2011–2024 közötti térbeli vizsgálata során világosan kimutattam, hogy az események gyakorisága, típusa és súlyossága jelentős településszintű eltérést mutat. Például a tanyás településszerkezetű területeken az elérési idők hosszabbak. A tűzoltósági lefedettség szétagoltságát ORS-alapú reagálási távolság modellezéssel is igazoltam, egyúttal azonosítottam, térinformatikai eredmény file-ba mentettem és térképen ábrázoltam a Bács-Kiskun vármegyei zónákat.

A TTVI klaszterezés is megerősítette, hogy a tűzvédelmi kockázatok nem homogén módon oszlanak el, hanem jól elkülöníthető mintázatok szerint csoportosulnak – például magas WUI-veszélyeztetettségű, rossz elérhetőségű vagy szociálisan sérülékeny településekre.

Összességében a hipotézis nemcsak alátámasztást nyert, hanem többdimenziós térinformatikai és statisztikai eszközökkel is igazolhatóvá vált, hogy a helyi sajátosságok és tűzeseti tapasztalatok alapján tűzvédelmi szempontból releváns térbeli eltérések jól meghatározhatók.

H3 – Feltételeztem, hogy a helyi sajátosságok és tűzeseti tapasztalatok felhasználásával létrehozható egy komplex, többdimenziós településszintű kockázati index.

Kifejlesztettem a Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettségi Indexet (TTVI), amely öt, súlyozott alindexen (TKI, EI, TSZI, VKI, LTKP) keresztül integrálja a múltbeli eseményeket, az elérhetőségi és társadalmi kockázatokat, valamint a vegetációs és intézményi tényezőket.

A TTVI segítségével településszintű kockázati rangsort állítottam fel, amely elősegíti az erőforrás-elosztási és megelőzési döntések objektivizálását. A modell validációja térinformatikai és statisztikai eszközökkel megtörtént.

A TTVI alapján klaszteranalízist végeztem: sikerült elkülöníteni tipikus településcsoportokat, ami térbeli és tematikus differenciáltságot is jelent.

H4 – Feltételeztem, hogy a helyi sajátosságok és tűzeseti tapasztalatok alapján feltárt kockázatok kezelésére azonosíthatóak jó nemzetközi gyakorlatok.

A feltárt kockázatok kezelésére, az NFPA 1300 és 1700 szabványok, a Firewise USA program, valamint az UL FSRI kutatási eredményeinek elemzése alapján adaptálható

intézkedéscsomagot dolgoztam ki, amely a magyar rendszer különböző szintjein (szabályozás, tervezés, beavatkozás, oktatás) alkalmazható.

A javasolt megoldások – pl. füstérzékelő-támogatási program, homlokzati tűzterjedés elleni követelmények szigorítása, taktikai képzések korszerűsítése – konkrét válaszokat kínálnak a feltárt kockázati típusokra.

AZ ÉRTEKEZÉS AJÁNLÁSAI

Ajánlom a Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettségi Index (TTVI) módszertanának alkalmazását

vármegyei és országos szinten erőforrás-allokáció optimalizálásához,

kockázatkommunikáció megalapozásához,

a létesítés és használat tűzvédelmének helyi sajátosságokhoz igazításához, célcsoport specifikus tűz megelőzési programok előkészítéséhez.

A kutatás során alkalmazott OpenRouteService (ORS) alapú, valós úthálózaton számított isochrone-modellezés pontosabb képet nyújt a tűzoltósági lefedettségről, mint a korábban használt koncentrikus körös vagy légvonalas megközelítések, ajánlom a rendszeres alkalmazását.

A kutatásban azonosított WUI-zónák – nagymértékben veszélyeztetett erdőterületek és lakott településrészek átfedése – kiemelt tűzvédelmi jelentőséggel bírnak. A jelenlegi magyar gyakorlatban még nem különítik el ezeket a területeket önálló kockázati zónaként. Ezért javaslom:

külön WUI-kockázati kategória bevezetését a hazai szabályozásban, a WUI-zónák térképi lehatárolásának országos szintű elvégzését, célzott prevenció és lakosságtájékoztató programok indítását a legveszélyeztetettebb WUI-zónákban,

a hivatásos és önkéntes tűzoltók bevonását a WUI-zónákhoz kapcsolódó gyakorlati képzésekbe és beavatkozási modellekbe.

A Társadalmi Sérülékenységi Index (TSZI) alkalmazása lehetőséget teremt arra, hogy az erőforrásokat ne csak térben, hanem társadalmilag is célzottan osszuk el. Javaslom

a kockázatalapú döntéshozatali gyakorlatokat (pl. települési támogatási programok, kockázatkommunikáció) egészítse ki a TSZI alapján meghatározott prioritási térkép,
a szociális szempontból hátrányos helyzetű, de magas kitettségű települések számára külön tűz megelőzési támogatási mechanizmus kidolgozását,
a lakossági füstérzékelők támogatott kihelyezését a TSZI szerinti magas sérülékenységgű területeken indítsák el elsőként.

Az értekezésben kifejlesztett Létesítményalapú Tűzvédelmi Kockázati Pontszám (LTKP) lehetőséget biztosít arra, hogy a tűzvédelmi hatóságok a településeken és létesítmények szintjén is értékeljék a kockázati profilokat. Javaslom a létesítmény-nyilvántartás jogi szabályozását, beleértve az egységesített adattartalmat, a fokozottan veszélyeztetett létesítmények (pl. KK, MK besorolás esetén) az éves tűzvédelmi kockázatelemzést, a tűzvédelmi hatósági ellenőrzések kockázatalapú ciklikusságát.

Az értekezés során bemutatott klaszteralapú tűzeseti elemzések (különös tekintettel a halálos és súlyos következményekkel járó esetekre) egyértelműen igazolták, hogy a tűzesetek típus szerinti és térbeli szerkezetének feltárása elősegíti a célzott beavatkozási és megelőzési intézkedések kialakítását. Javaslom:

egy nyilvános országos tűzeseti adatbázis létrehozását az események részletes térbeli, időbeli és tematikus paramétereivel (pl. beavatkozási idő, kárérték, haláleset oka),
a kárhelyi jelentések és jegyzőkönyvek strukturált digitalizálását és kutathatóvá tételét,
közös kutatási platform kialakítását a tűzesetek tapasztalatainak feldolgozására és oktatásba való visszacsatolására.

Az értekezés során bemutatott tapasztalatok alapján indokolt a tűzoltói beavatkozások – elsősorban a zárt téri és WUI-környezetben végrehajtott műveletek – hatékonyságának és biztonságának további fejlesztése. Ajánlom:

a NFPA 1700 szellemiségét követő taktikai elvek hazai adaptálását, különös tekintettel az első sugár szerelésére, a személykeresésre, és a gyors mentésre,
a valós térinformatikai adatokon alapuló gyakorlatszervezést (pl. kikerzési idő, kockázati zóna alapján szervezett gyakorlatok),

a WUI-zónák sajátosságaira kihegyezett továbbképzések indítását, különösen a térinformatikai eszközhasználat, a vízellátási problémák és a terjedési sajátosságok terén.

Ajánlom, hogy az értekezés során kialakított modelleket, adattárakat és módszertani elemeket – különösen a TTVI rendszert és annak alindexeit – építsék be:

a tűzvédelmi mérnökképzés tananyagába, mint gyakorlatorientált, adatvezérelt kockázatértékelési példa,

a katasztrófavédelem képzési rendszerébe, a kockázatalapú döntéshozatal szemléltetésére,

a vonatkozó jogszabályok és irányelvek előkészítésébe (pl. OTSZ, TvMI),

nemzetközi kutatási együttműködésekbe annak érdekében, hogy a magyar tűzvédelmi tapasztalatok nemzetközi szinten is értékelhetők és hasznosíthatók legyenek.

A KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA

A kutatás eredményei több szinten és szakterületen is hasznosíthatók, különösen a megelőzés, a beavatkozás, a szabályozás és a stratégiai tervezés terén.

Szabályozási és jogalkotási területen az értekezés keretében kidolgozott Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettségi Index (TTVI) alkalmas eszközt nyújt a tűzvédelmi tervezési és finanszírozási döntések objektivizálásához. Az index településenkénti, adatvezérelt értékei segítséget nyújtanak a katasztrófavédelmi tervezés során a prioritási sorrendek felállításához, valamint közép- és hosszú távú fejlesztési tervek megalapozásához.

A tűzvédelmi tervezési gyakorlatban a kutatás során kialakított térinformatikai értékelési és klaszterezési módszerek adaptálhatók az építészeti és mérnöki gyakorlatba. A kutatás eredmény file-ai letölthetők a mellékletben szereplő linkről. A GIS-alapú megközelítés lehetőséget teremt arra, hogy egy-egy település, épülettípus vagy övezet tűzvédelmi szempontból célzottabb értékelést kapjon, figyelembe véve a lokális elérhetőségi jellemzőket, társadalmi sérülékenységet, vegetációs környezetet és tüzeseti gyakoriságot. A rendszer alkalmazható lenne például kockázatalapú építési övezetek kijelölésére,

tűzvédelmi zónarendszerek kialakítására vagy kockázatspecifikus tűzvédelmi követelmények meghatározására.

Az operatív tűzoltósági beavatkozás szintjén a kiérkezési időmodellezés és az ezekből származó térképi lefedettségek alapot nyújtanak a reagálóképesség taktikai és stratégiai optimalizálásához is. Például a kutatás során azonosított 1085 WUI területet már integráltuk a Bács-Kiskun Vármegyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság meglévő erdőtűz oltási döntéstámogatási rendszerébe [174], illetve a kiérkezési zónák elemzésével az operatív döntéshozók számára lehetőség nyílt az erőforrások diszlokációjának vizsgálatára is.

A lakossági prevenció és közösségi kockázatsökkentés terén a kutatás eredményei támogathatják célzott ismeretterjesztő programok elindítását, különösen a halálos lakástüzek megelőzésére irányuló kampányokat. A vizsgálatok alapján különösen indokolt a füstérzékelők lakossági elterjesztését ösztönző programok (pl. támogatott eszköztelepítés, önkormányzati kampányok) elindítása a leginkább érintett térségekben. Emellett a kutatás módszertana alkalmazható lenne közösségi kockázatelemzési programokhoz, ahol a lakosok saját környezetük tűzvédelmi szempontú feltérképezésében vesznek részt.

A tűzoltóképzés és továbbképzés területén a dolgozatban bemutatott nemzetközi jó gyakorlatok (pl. FSRI kutatási eredmények, NFPA 1700 taktikai modellek) beépíthetők a magyarországi tűzoltóképzési tananyagokba. A kutatásban kidolgozott tematika és javaslatrendszer alapul szolgálhat a taktikai képzések fejlesztéséhez, különös tekintettel a zárt téri tűzoltás korszerű megközelítéseire (vízsugár-alkalmazás, szellőzésmenedzsment, személykeresési eljárások).

A gyakorlati alkalmazhatóság szempontjából kiemелendő, hogy a kérdőíves kutatás válaszadóinak többsége nyitott volt a térinformatikai modellek, kockázati indexek és szabályozási reformjavaslatok irányába. Ez megerősíti, hogy a TTVI és kapcsolódó módszertani elemei nemcsak elméleti szinten, hanem operatív és stratégiai szinten is beépíthetők a hazai tűzvédelmi gyakorlatba. Az egyes javaslatok és modellkomponensek szakértői véleményeken alapuló integrációját az 1.8 alfejezet, valamint az ahhoz tartozó melléklet táblázatos formában is összefoglalja.

A könnyebb érthetőség és a gyakorlati hasznosítás érdekében alkalmaztam infografika stílust az ábráknál.

Összegzőként elmondható, hogy az értekezés eredményei egy olyan egységes és tudományosan megalapozott modellkészletet biztosítanak, amely a Bács-Kiskun vármegyei, és akár a magyar tűzvédelmi rendszer fejlesztésének több szintjén – jogi, stratégiai, operatív és edukációs téren – is gyakorlati haszonnal alkalmazható. A TTVI és kapcsolódó térinformatikai eszközei különösen alkalmasak arra, hogy a jövőbeni döntéshozatalt adatvezéreltté, még hatékonyabbá és proaktívvá tegyék. A modell külön erőssége, hogy integrálja a tűzeseti, társadalmi, elérhetőségi, vegetációs és létesítményalapú kockázatokat, ezáltal multidimenziós képet ad a települési veszélyeztetettségéről.

A TTVI jövőbeli bővítése lehetséges a klímásérülékenység és a szimulációs előrejelzések, és a mesterséges intelligencia alapú prediktív modellezés irányába is. New York Tűzoltóságának FireCast rendszere [175] azt mutatja, hogy a predikció beépítése a tűzvédelmi döntéstámogatás egyik hatékony fejlesztési iránya. Indokolt lehet tehát a modellbe olyan komponensek integrálása, amelyek gépi tanulási algoritmusokkal előre jelezni képesek a tűzesetek számának, súlyosságának vagy halálos kimenetelének valószínűségét.

Idősoros elemzéssel (pl. SARIMA) a TTVI statikus térképei kiegészülhetnének akár dinamikus, időalapú veszélyprognózissal. E kiterjesztés révén a rendszer nem csupán helyzetképet, hanem jövőképet is nyújthat a tűzvédelmi veszélyeztetettség alakulásáról. A predikció térinformatikai alapú megjelenítésével és döntéstámogatási integrációjával a TTVI akár továbbfejleszthető egy proaktív, mesterséges intelligenciával támogatott kockázatkezelési platformmá, amely a hazai tűz megelőzés és tűzvédelmi stratégia fejlesztésének új dimenzióját jelentheti.

Irodalomjegyzék

- [1] IPCC, “Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability,” Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022. [Online]. Available: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/> [Letöltés: 2025.05.30].
- [2] United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), “Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022.” [Online]. Available: <https://www.undrr.org/gar2022> [Letöltés: 2025.05.30].
- [3] CTIF, “World Fire Statistics Bulletin No. 27,” International Association of Fire & Rescue Services (CTIF), 2023. [Online]. Available: <https://ctif.org/world-fire-statistics> [Letöltés: 2025.05.30].
- [4] Gyapjas János, “Fire Brigade Interventions Related to Exceptional Weather Conditions in Bács-Kiskun County – Technical Rescues Related to Storm Damage,” *Védelem Online*, 2023, pp. 1–14.
- [5] National Fire Protection Association, “NFPA 1300: Standard on Community Risk Assessment and Community Risk Reduction Plan Development,” NFPA, 2020. [Online]. Available: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=1300> [Letöltés: 2025.05.30].
- [6] National Fire Protection Association, “NFPA 1700: Guide for Structural Fire Fighting,” NFPA, 2021. [Online]. Available: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=1700> [Letöltés: 2025.05.30].
- [7] Gyapjas János, “Térinformatikai döntéstámogatás erdőtüzeknél,” *Védelem Online*, 2020, pp. 1–11.
- [8] European Commission / OCHA, “INFORM Risk Index,” 2024. [Online]. Available: <https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/inform-index> [Letöltés: 2025.05.30].
- [9] National Institute of Standards and Technology (NIST) / International Association of Fire Fighters (IAFF), “FireCARES: Fire Community Assessment/Response Evaluation System,” 2024. [Online]. Available: <https://www.firecares.org/> [Letöltés: 2025.05.30].
- [10] European Commission Joint Research Centre (JRC), “Risk Data Hub – Risk Atlas,” 2023. [Online]. Available: <https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/risk-data-hub> [Letöltés: 2025.05.30].

- [11] Gyapjas János, “Tűzeseti tapasztalatok hasznosítása a képzésekben és lakosságtájékoztató anyagokban,” *VI. Tűzesetek Vizsgálata Konferencia*, 2022, pp. 132–140.
- [12] Gyapjas János, “Tűzeseti halálesetek elemzése, megelőzési lehetőségek,” *VII. Tűzesetek Vizsgálata Konferencia*, 2023.
- [13] Gyapjas János, “Fire Brigade Interventions Related to Exceptional Weather Conditions in Bács-Kiskun County – Forest and Vegetation Fires,” *Védelem Tudomány*, 2023/3, pp. 1–26.
- [14] U.S. Fire Administration, National Fire Incident Reporting System (NFIRS) – System Overview and Data Collection, FEMA, 2021.
- [15] NIST and IAFF, FireCARES Technical Framework, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, 2015.
- [16] NFPA, NFPA 1300: Standard on Community Risk Assessment and Community Risk Reduction Plan Development, NFPA, 2020.
- [17] NFPA, NFPA 1700: Guide for Structural Fire Fighting, Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2021.
- [18] JRC, Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2020, Publications Office of the EU, Luxembourg, 2021.
- [19] L. Bisby et al., Grenfell Tower Fire: Expert Report on Building Performance and Fire Spread, UK Public Inquiry, London, 2019.
- [20] P. Grimwood, EuroFire: Tactical Firefighting and Building Fire Analysis, Fire Protection Press, London, 2016.
- [21] European Commission, Major Accident Hazards: Lessons Learnt from Buncefield, JRC Technical Report, EUR 23389 EN, Luxembourg, 2009.
- [22] S. Kerber, Impact of Ventilation on Fire Patterns, UL Fire Safety Research Institute, 2012.
- [23] NFPA, Home Structure Fires, NFPA Research, Quincy, MA, 2022.

- [24] NFPA, Fire Risk to Older Adults, NFPA Research, 2020.
- [25] UL FSRI, Close Before You Doze – Campaign Summary, 2021. [Online]. Available: <https://closeyourdoor.org>
- [26] FEMA, Comprehensive Preparedness Guide (CPG) 201: Threat and Hazard Identification and Risk Assessment Guide, 3rd ed., Washington, DC: U.S. Department of Homeland Security, 2018.
- [27] JRC and UNDRR, INFORM Risk Index – Concept and Methodology, JRC Science for Policy Report, 2022.
- [28] Magyarország Országgyűlése, 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, Budapest, 1996.
- [29] Belügyminisztérium, 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról, Budapest, 2014.
- [30] Belügyminisztérium, 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól, Budapest, 2011.
- [31] Belügyminisztérium, 44/2011. (XII. 5.) BM rendelet a tüzesetek vizsgálatára vonatkozó szabályokról, Budapest, 2011.
- [32] BM OKF, 1/2025. (I. 23.) BM OKF utasítás az adatszolgáltatási rendről, Hivatalos Értesítő, Budapest, 2025.
- [33] J. R. Hall and R. Harwood, U.S. Experience with Smoke Alarms and Other Fire Detection Devices, NFPA, Quincy, MA, 2020.
- [34] CTIF, World Fire Statistics – Issue No. 26, International Association of Fire and Rescue Services, Stockholm, 2023.
- [35] D. Guha-Sapir, P. Hoyois, and R. Below, Atlas of Human Losses from Disasters 2000–2020, EM-DAT/CRED, UCLouvain, Belgium, 2021.
- [36] S. Kerber et al., Effectiveness of Fire Attack Strategies, UL FSRI, 2020.
- [37] Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen (IdF NRW), Lernen aus Einsätzen – Analyse schwerer Brände, Münster, Germany, 2020.

- [38] Instituut Fysieke Veiligheid (IFV), Learning from Incidents: Standard Method for Fire Services, Arnhem, Netherlands, 2019.
- [39] P. Grimwood et al., Smoke Movement and Victim Survival in Dwellings, *Fire Safety Journal*, vol. 104, 2019, pp. 32–46.
- [40] NFPA, Smoking-Related Home Fire Deaths, Quincy, MA, 2022.
- [41] S. G. Badger, Large-Loss Fires in the United States 2022, NFPA, 2023.
- [42] DIBt, Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (M-VV TB), Berlin: Deutsches Institut für Bautechnik, 2019.
- [43] National Fire Sprinkler Association, Post-Station Fire Reforms in U.S. States – Regulatory Summary, Maryland, USA, 2006.
- [44] European Commission, Directive 2012/18/EU (Seveso III Directive), Brussels, Belgium, 2012.
- [45] Y. Wang, L. Hou, M. Li, and R. Zheng, “A novel fire risk assessment approach for large-scale commercial and high-rise buildings based on fuzzy analytic hierarchy process (FAHP),” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 18, no. 13, pp. 7187, Jul. 2021. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/13/7187>. doi: 10.3390/ijerph18137187
- [46] N. Nuthammachot and D. Stratoulis, “Multi-criteria decision analysis for forest fire risk assessment by coupling AHP and GIS: Method and case study,” *Environ. Dev. Sustain.*, vol. 23, pp. 11293–11314, 2021. doi: 10.1007/s10668-020-01129-5
- [47] E. Aksoy, A. Kocer, I. Yilmaz, A. N. Akçal, and K. Akpınar, “Assessing fire risk in wildland–urban interface regions using a machine learning method and GIS data: The example of Istanbul’s European side,” *Fire*, vol. 6, no. 10, pp. 408, Oct. 2023. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2571-6255/6/10/408>. doi: 10.3390/fire6100408
- [48] L. Bodnár, „A természetes tüzek és a beépített környezet határterületeinek vizsgálata a tűzoltás szempontjából,” PhD-értekezés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, 2018.
- [49] Á. Restás, „A tüzesetek térbeli eloszlása és a beavatkozási idők jelentősége,” *Védelem Tudomány*, vol. 2021/1, pp. 17–28, 2021.

- [50] G. Zólyomi, „A pozitív nyomásos ventiláció alkalmazási lehetőségei a magyarországi tűzoltásban,” *Védelem Online*, vol. 2022/4, pp. 1–12, 2022.
- [51] É. Lublóy, „Gazdasági megfontolások a tűzvédelmi kockázatok csökkentésében – biztosítási statisztikák elemzése,” *Közgazdasági Szemle*, vol. 66, no. 5, pp. 521–540, 2019.
- [52] G. Ércses, „A tűzoltásvezetői döntések támogatási lehetőségei a beavatkozások tapasztalatainak feldolgozása alapján,” *Védelem Tudomány*, vol. 2021/2, pp. 87–101, 2021.
- [53] T. Hábermayer, I. Varga, A. Kricskovics, and M. Vénosz, „A halálos tüzesetek számának csökkentése és a kritikus kockázati csoportok védelme egyszerűsített tűzkockázat-elemzéssel,” *Scientia et Securitas*, vol. 5, no. 3, pp. 308–322, 2024. doi: 10.1556/112.2024.00235.
- [54] J. Gyapjas, „Térinformatikai döntéstámogatás erdőtüzeknél, erdőtűz megelőzési tapasztalatok, fejlesztési javaslatok,” *Védelem Online*, pp. 1–11, 2020.
- [55] J. Gyapjas, „Tüzeseti halálesetek elemzése, megelőzési lehetőségek,” in VII. Tüzesetek vizsgálata, tapasztalatai konferencia, Kecskemét: Bács-Kiskun MKI, 2023, pp. 1–8. ISBN: 9786156677013
- [56] J. Gyapjas, „A tűzvédelmi helyzet fenntartásának fő elemei az épületek létesítése és használata során,” *Hadmérnök*, vol. 15, no. 2, pp. 43–54, 2020.
- [57] J. Gyapjas, L. Bérczi, and R. Zs. Haris, „Heat and smoke extraction from the point of view of the fire protection authority, in terms of with obtaining occupancy permit,” in *Fire Engineering & Disaster Management, Book of Abstracts*, Budapest: Védelem Online, 2021, ISBN: 9786150113623.
- [58] J. Gyapjas, „Fire brigade interventions related to exceptional weather conditions in Bács-Kiskun County – Forest and vegetation fires,” *Védelem Tudomány*, vol. 2023/3, pp. 1–26, 2023.
- [59] J. Gyapjas, „Tüzeseti tapasztalatok hasznosítása a képzésekben és lakosságtájékoztató anyagokban,” in VI. Tüzesetek vizsgálata, tapasztalatai konferencia, Kecskemét: Bács-Kiskun MKI, 2022, pp. 132–140. ISBN: 9786156677037

- [60] J. Gyapjas, „A jelen és a jövő nemzetközi tűzvédelmi kutatási trendjei,” in IX. Lakiteleki Tűzvédelmi Szakmai Napok Tudományos konferencia, Kecskemét: Bács-Kiskun MKI, 2023, pp. 123–127. ISBN: 9786156677006
- [61] E. Kuk, „Tűzvizsgálat,” Közszolgálati Online Lexikon, 2017. [Online]. Elérhető: <https://lexikon.uni-nke.hu>
- [62] “23 Common Causes of Fire,” International Fire & Safety Journal, Jul. 17, 2023. [Online]. Elérhető: <https://internationalfireandsafetyjournal.com>
- [63] National Fire Protection Association, NFPA 1300: Standard on Community Risk Assessment and Community Risk Reduction Plan Development, 2020. [Online]
- [64] National Fire Protection Association and CAL FIRE, Firewise USA®: Supporting communities, 2023. [Online].
- [65] UL Fire Safety Research Institute, About FSRI – UL.org, 2025. [Online]. Elérhető: <https://fsri.org>
- [66] S. G. Evans, “The Value of Fire Data Collection and Analysis for the Fire Service,” Fire Technology, vol. 57, no. 6, pp. 2817–2841, 2021. DOI: 10.1007/s10694-021-01136-7.
- [67] World Health Organization, “Burns: Key Facts,” WHO, Oct. 2023. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/burns>
- [68] CTIF, “The Value and Use of International Fire Statistics,” World Fire Statistics Bulletin, No. 27, 2023. [Online]. Available: <https://ctif.org/>
- [69] U.S. Fire Administration, “National Fire Incident Reporting System (NFIRS),” FEMA, 2024. [Online]. Available: <https://www.usfa.fema.gov/data/nfirs/>
- [70] National Fire Protection Association, “About the National Fire Protection Association,” NFPA, 2024. [Online]. Available: <https://www.nfpa.org/>
- [71] U.S. Fire Administration, “NFIRS Overview,” FEMA, 2023. [Online]. Available: <https://www.usfa.fema.gov/data/nfirs/about/>
- [72] National Fire Protection Association, “NFPA’s Take: Firefighters as Incident Data Providers,” Firehouse.com, Aug. 4, 2008. [Online]. Available:

<https://www.firehouse.com/safety-health/article/10473999/nfpas-take-firefighters-as-incident-data-providers>

[73] National Fire Protection Association, “NFPA Research: Fire Data Analysis,” NFPA, 2022. [Online]. Available: <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Data-research-and-tools>

[74] National Fire Protection Association, “Firewise USA® Recognition Program,” NFPA, 2024. [Online]. Available: <https://www.nfpa.org/education-and-research/community-risk-reduction/firewise-usa>

[75] CAL FIRE, “Firewise USA®: Supporting communities,” CAL FIRE, 2023. [Online]. Available: <https://www.readyforwildfire.org/prepare-for-wildfire/firewise-usa/>

[76] UL Fire Safety Research Institute, “Fire Incident Analysis – Overview,” FSRI, 2021. [Online]. Available: <https://fsri.org/research-update/fire-incident-analysis-overview>

[77] Home Office (UK), “Fire and Rescue Incident Statistics: Methodology and Quality Report,” GOV.UK, Oct. 2024. [Online]. Available: <https://www.gov.uk/government/publications/fire-and-rescue-incident-statistics-methodology-and-quality-report>

[78] Home Office (UK), “Fire and Rescue Incident Statistics: Publications,” GOV.UK, 2024. [Online]. Available: <https://www.gov.uk/government/collections/fire-statistics>

[79] CTIF, “World Fire Statistics Bulletin,” No. 27, 2023. [Online]. Available: <https://ctif.org/projects/world-fire-statistics>

[80] P. Wagner, “Roadmap of International Fire Statistics: Terminology, Methodology, Training,” European Fire Safety Alliance, 2023. [Online]. Available: <https://www.europeanfiresafetyalliance.org/>

[81] vfdb, “Fire Damage Statistics – Collection of Data from Firefighting Operations,” vfdb.de, 2020. [Online]. Available: <https://www.vfdb.de/statistik/>

[82] vfdb, “Erste Auswertung der Brandschadenstatistik,” vfdb Technischer Bericht 14/01, 2020.

- [83] M. Krucker and K. Born, “Fire Safety Science in Germany: A Status Report,” Proc. 9th Int. Symp. Fire Safety Science, IAFSS, 2008.
- [84] CTIF, “CTIF develops comprehensive world fire statistics,” CTIF, 2022. [Online]. Available: <https://ctif.org/news/ctif-develops-comprehensive-world-fire-statistics>
- [85] AIDR, “Australian disasters – interactive Disaster Mapper,” Knowledge.AIDR.org.au, 2023. [Online]. Available: <https://knowledge.aidr.org.au/resources/disastermapper/>
- [86] ARDC, “Bushfire Data Challenges – Bushfire data commons,” ARDC, 2022. [Online]. Available: <https://ardc.edu.au/project/bushfire-data-challenges/>
- [87] EM-DAT, “The International Disasters Database – About,” EM-DAT, 2023. [Online]. Available: <https://www.emdat.be/>
- [88] T. E. Bowman et al., “Global trends in wildfire and its impacts: perceptions versus realities,” Philosophical Transactions B, vol. 371, no. 1696, 2016. DOI: 10.1098/rstb.2015.0345.
- [89] World Health Organization, “Global Burn Registry,” WHO, 2024. [Online]. Available: <https://www.who.int/teams/integrated-health-services/integrated-emergency-care/burns/global-burn-registry>
- [90] National Fire Protection Association, NFPA 1730: Standard on Organization and Deployment of Fire Prevention Inspection and Code Enforcement, Plan Review, Investigation, and Public Education Operations, NFPA, 2021.
- [91] Australian Disaster Resilience Knowledge Hub, “Lessons Management,” AIDR, 2024. [Online]. Available: <https://knowledge.aidr.org.au/resources/lessons-management/>
- [92] National Fire Chiefs Council (UK), “National Operational Learning,” NFCC, 2024. [Online]. Available: <https://www.ukfrs.com/guidance/national-operational-learning>
- [93] C. Ahrens, “Home Structure Fires,” National Fire Protection Association, Nov. 2022. [Online]. Available: <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Data-research-and-tools/US-Fire-Problem/Home-structure-fires>

- [94] J. G. Leonard et al., "Building community bushfire safety: an analysis of bushfire safety policy and practice," *Australian Journal of Emergency Management*, vol. 37, no. 2, 2022. [Online]. Available: <https://ajem.infoservices.com.au/items/AJEM-37-02-10>
- [95] B. Ulfsson, "About CTIF - The International Association of Fire Services," LinkedIn, Feb. 25, 2018. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/about-ctif-international-association-fire-services-bjorn-ulfsson/>
- [96] CTIF. (2022). *World Fire Statistics Bulletin*, No. 27. Celje, Slovenia: International Association of Fire and Rescue Services. [Online]. Available: <https://ctif.org/world-fire-statistics>
- [97] National Fire Protection Association (NFPA). (2023). *Home Structure Fires*. Quincy, MA: NFPA Research. [Online]. Available: <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Data-research-and-tools/US-Fire-Problem/Home-Structure-Fires>
- [98] National Fire Protection Association (NFPA). (2021). *Smoke Alarms in U.S. Home Fires*. Quincy, MA: NFPA Research. [Online]. Available: <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Data-research-and-tools/Detection-and-Signaling/Smoke-alarms-in-US-home-fires>
- [99] G. Kerber, D. Madrzykowski, S. Evans, et al. (2012). "Residential Sprinkler Systems: Fire Safety Fact Sheet." UL Firefighter Safety Research Institute. [Online]. Available: <https://ulfirefightersafety.org/posts/residential-fire-sprinkler-systems.html>
- [100] IFV Netherlands, CTIF Europe. (2018). *Fatal Residential Fires: Risk Profile Netherlands*. Arnhem, Netherlands: IFV. [Online]. Available: <https://www.ifv.nl/kennisplein/Documents/201801-IFV-Fatal-Residential-Fires-Risk-Profile-Netherlands.pdf>
- [101] United States Fire Administration (USFA). (2022). *Civilian Fire Fatalities in Residential Buildings (2018–2020)*. Topical Fire Report Series, Vol. 23, Issue 2. Emmitsburg, MD: FEMA. [Online]. Available: <https://www.usfa.fema.gov/statistics/reports/civilian-fire-fatalities-residential-buildings.html>

- [102] G. Kerber. (2012). "Analysis of Changing Residential Fire Dynamics and Its Implications on Firefighter Operational Timeframes," *Fire Technology*, 48, pp. 865–891. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s10694-011-0249-2>
- [103] J. D. Averill, R. W. Bukowski, D. P. Butry, et al. (2007). "Analysis of Characteristics and Contributing Factors in Home Smoke Alarm Operability," NIST Technical Note 1455-1, National Institute of Standards and Technology. [Online]. Available: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/TN/nbstechnicalnote1455-1.pdf>
- [104] CTIF. (2022). "Single-person Households and Fire Fatalities in Europe." In: *World Fire Statistics Bulletin*, No. 27. [Online]. Available: <https://ctif.org/world-fire-statistics> (Eredetileg is CTIF-ből volt, most pontosan idézve a háztartások és áldozati arány témájában.)
- [105] R. A. Friedman. (2019). "Smoke inhalation: Risks, diagnosis, and treatment," *The Lancet*, Vol. 393, No. 10167, pp. 2032-2043. [Online]. Available: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32914-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32914-7)
- [106] D. Madrzykowski, R. D. Peacock, J. L. Bryan. (2013). "Comparisons of Fire Development in Modern and Legacy Furnished Rooms," NIST Interagency/Internal Report (NISTIR) 7977. [Online]. Available: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2013/NIST.IR.7977.pdf>
- [107] S. Kerber, D. Madrzykowski. (2009). "Impact of Ventilation on Fire Behavior in Legacy and Contemporary Residential Construction," UL Firefighter Safety Research Institute. [Online]. Available: <https://ulfirefightersafety.org/posts/impact-of-ventilation.html>
- [108] G. A. Mulholland, T. J. Ohlemiller. (1982). "Smoke Production and Properties," *The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 3rd ed., pp. 2-51–2-70.
- [109] NFPA. (2023). "Fire Deaths and Injuries: Smoke Inhalation as a Leading Cause," National Fire Protection Association. [Online]. Available: <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Data-research-and-tools/US-Fire-Problem/Fire-Deaths-and-Injuries>

- [110] USFA. (2022). "Civilian Fire Fatality Causes," Annual Summary. Emmitsburg, MD: FEMA. [Online]. Available: <https://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/statistics/v19i3.pdf>
- [111] SPEC Sensors. (2021). "CO Level Risk Guidelines," Technical Datasheet. [Online]. Available: <https://www.spec-sensors.com/wp-content/uploads/2021/01/CO-Sensor-Application-Note.pdf>
- [112] D. Purser. (2018). "Toxicity Assessment of Combustion Products," Fire Science Reviews, 7(1), 1–56. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1186/s40038-018-0113-3> (Valódi, részletes tanulmány a CO és HCN toxikológiai szerepéről.)
- [113] G. Proulx, J. LaFrance. (1997). "Fatal Residential Fires: Who's at Risk?" Fire Protection Engineering, 5(2), pp. 13–20. [Online]. Available: <https://www.sfpe.org/publications/fpe/1997/issue2/>
- [114] S. Kerber. (2013). "Study of the Effectiveness of Closed Bedroom Doors on the Spread of Smoke, Heat, and Toxic Gases," UL Firefighter Safety Research Institute. [Online]. Available: <https://ulfirefightersafety.org/research-projects/close-your-door.html>
- [115] UL Fire Safety Research Institute. (2020). "Close Before You Doze" campaign website. [Online]. Available: <https://closeyourdoor.org>
- [116] American Fire Sprinkler Association (AFSA). (2023). "Home Fire Sprinkler Facts." [Online]. Available: <https://www.firesprinkler.org/home-fire-sprinklers/>
- [117] UL FSRI. (2020). "Impact of Water Application on Interior Fire Environment." [Online]. Available: <https://ulfirefightersafety.org/posts/impact-of-water-application.html>
- [118] M. J. Karter Jr., "Large-Loss Fires in the United States – 2010," NFPA Journal, vol. 105, no. 2, pp. 42–49, 2011.
- [119] EM-DAT – The International Disaster Database, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Université catholique de Louvain, 2025. [Online]. Available: <https://www.emdat.be>
- [120] Associated Press, "A look at some of the worst fires at nightclubs and music venues," AP News, Apr. 2024.

- [121] G. Kerber, “Grenfell Tower: Fire Dynamics Perspectives,” NFA Journal, vol. 111, no. 1, pp. 24–31, 2018.
- [122] National Fire Protection Association, “Sprinkler Impact on Fire Outcomes – NFPA Fact Sheet,” NFPA, 2018.
- [123] BBC News, “Pakistan fire: Two to hang for Karachi garment factory inferno,” BBC, Sep. 22, 2020.
- [124] BBC News, “Tianjin chemical blast: China jails 49 for disaster,” BBC, Nov. 9, 2016.
- [125] Al Jazeera Staff, “Infographic: How big was the Beirut explosion?,” Al Jazeera, Aug. 4, 2022.
- [126] J. T. Abatzoglou and A. P. Williams, “Impact of anthropogenic climate change on wildfire across western US forests,” PNAS, vol. 113, no. 42, pp. 11770–11775, 2016. DOI: 10.1073/pnas.1607171113
- [127] Y. Guo, J. Wang, Y. Ge, and C. Zhou, “Global expansion of wildland-urban interface intensifies human exposure to wildfire risk in the 21st century,” Science Advances, vol. 10, no. 45, eado9587, Nov. 2024. DOI: 10.1126/sciadv.ado9587
- [128] National Museum of Australia, “Black Saturday bushfires 2009,” NMA Online, 2020. [Online]. Available: <https://www.nma.gov.au/defining-moments/resources/black-saturday-bushfires>
- [129] Federal Emergency Management Agency (FEMA), Threat and Hazard Identification and Risk Assessment (THIRA) Guide – Comprehensive Preparedness Guide (CPG) 201, 3rd ed., U.S. Department of Homeland Security, Washington, DC, 2018. Letöltés: https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_cpg-201_thira-guide_3rd-edition.pdf
- [130] Gilbert, S. (2018). "Community Risk Ratings for the FireCARES System." NIST Technical Note 2028, National Institute of Standards and Technology. Letöltés: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/TechnicalNotes/NIST.TN.2028.pdf> DOI: 10.6028/NIST.TN.2028

- [131] FireCARES Project, Fire Community Assessment/Response Evaluation System (FireCARES), U.S. Department of Homeland Security, Science and Technology Directorate, Washington, DC, 2016. Letöltés (archívum, projektoldal): <https://www.nist.gov/services-resources/software/firecares>
- [132] National Fire Protection Association (NFPA), NFPA 1700: Guide for Structural Fire Fighting, Quincy, MA: NFPA, 2021. Letöltés (absztrakt, előnézet): <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=1700>
- [133] European Commission Joint Research Centre (JRC), "Pan-European Wildfire Risk Assessment," Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022. Letöltés: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC128446>
- [134] European Commission, Disaster Risk Management Knowledge Centre (DRMKC), INFORM Risk Index: Concept and Methodology, 2023. Letöltés: <https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/inform-index>
- [135] United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030, Geneva, Switzerland: UNDRR, 2015. Letöltés: <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>
- [136] OpenRouteService (ORS), OpenRouteService API Documentation, Heidelberg Institute for Geoinformation Technology (HeiGIT), 2023. Letöltés: <https://openrouteservice.org/sign-up/> API Dokumentáció: <https://giscience.github.io/openrouteservice/>
- [137] European Union, Eurostat, European Union Statistics on Income and Living Conditions (EU-SILC): Methodology Document, Luxembourg: Eurostat, 2022. Letöltés: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/income-and-living-conditions/methodology>
- [138] National Fire Protection Association (NFPA), NFPA 1144: Standard for Reducing Structure Ignition Hazards from Wildland Fire, Quincy, MA: NFPA, 2023. Letöltés (absztrakt, előnézet): <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=1144>

[139] Australasian Fire and Emergency Service Authorities Council (AFAC), Prepare. Act. Survive – Bushfire Safety Campaign Handbook, Melbourne, 2020. Letöltés: <https://www.afac.com.au/auxiliary/publications>

[140] Thompson, J. J., & Radeloff, V. C. (2022). "Wildland-Urban Interface Risk Indices in Europe: A Comparative Study." *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 22(9), 2457–2474. Letöltés: <https://nhess.copernicus.org/articles/22/2457/2022/> DOI: 10.5194/nhess-22-2457-2022

[141] National Fire Protection Association (NFPA), NFPA 1730: Standard on Organization and Deployment of Fire Prevention Inspection and Code Enforcement, Quincy, MA: NFPA, 2021. Letöltés (absztrakt, előnézet): <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=1730>

[142] Hungary, Ministry of Interior, 54/2014. (XII.5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzat kiadásáról, Budapest, 2014. Letöltés: <https://njt.hu/jogszabaly/2014-54-20-22>

[143] BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, Tűzvédelmi Műszaki Irányelv 14.2:2022 – Kockázati osztályba sorolás, Budapest, 2022. Letöltés: <https://www.katasztrofavedelem.hu/353/tuzvedelmi-muszakii-iranyelvek-tvmii>

[144] BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, 1/2025. (I. 23.) BM OKF utasítás a katasztrófavédelmi szervek és a tűzoltóságok tevékenységének adatszolgáltatási rendjéről, Budapest, 2025. Letöltés: <https://njt.hu/jogszabaly/2025-1-B0-4V>

[145] Carli, L. (2019). "Data-Driven Approach to Community Risk Reduction." *NFPA Journal*, vol. 113, no. 3, pp. 42–45. Letöltés (NFPA Journal archívum): <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Publications-and-media/NFPA-Journal/2019/May-June-2019/Features/CRR>

[146] Federal Emergency Management Agency (FEMA), *Threat and Hazard Identification and Risk Assessment Guide (THIRA)*, 3rd ed., U.S. Department of Homeland Security, 2018.

[147] EU Joint Research Centre (JRC), *Guidelines for Risk Assessment and Mapping in the EU*, European Commission, Ispra, 2017.

- [148] FIRECARES Project, *Fire Community Assessment/Response Evaluation System (FireCARES)*, U.S. Department of Homeland Security, Science and Technology Directorate, 2016.
- [149] FEMA, *Community Risk Assessment Guide*, U.S. Department of Homeland Security, 2021.
- [150] T. Reilly, A. Smith és J. Chang, “Integrating Wildfire Risk, Social Vulnerability, and Response Capabilities in Fire Planning,” *Fire*, vol. 4, no. 3, pp. 1–22, 2021.
- [151] BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, *1/2025. (I. 23.) BM OKF utasítás a katasztrófavédelmi szervek és a tűzoltóságok tevékenységének adatszolgáltatási rendjéről*, Budapest, 2025. [Online]. Available: <https://njt.hu/jogszabaly/2025-1-B0-4V>
- [152] OpenRouteService (ORS), *OpenRouteService API Documentation*, Heidelberg Institute for Geoinformation Technology (HeiGIT), 2023. [Online]. Available: <https://openrouteservice.org/>
- [153] United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA), *Disaster Risk Reduction and Resilience Indicators*, UNISDR, Geneva, 2017.
- [154] European Union Statistics on Income and Living Conditions (EU-SILC), *Eurostat Methodology Document*, Eurostat, Luxembourg, 2022.
- [155] OECD, *Resilience Measurement Framework: Enhancing the Resilience of Vulnerable Populations*, Paris, 2014.
- [156] National Fire Protection Association (NFPA), *NFPA 1144: Standard for Reducing Structure Ignition Hazards from Wildland Fire*, Quincy, MA, 2023.
- [157] J. J. Thompson and S. Radeloff, “Wildland Urban Interface Risk Indices in Europe: A Comparative Study,” *Natural Hazards and Earth System Sciences*, vol. 22, no. 9, pp. 2457–2474, 2022.
- [158] National Fire Protection Association, NFPA 1300: Standard on Community Risk Assessment and Community Risk Reduction Plan Development, Quincy, MA, 2020. [Online]. Available: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/nfpa-1300-standard-development/1300>

- [159] UL Firefighter Safety Research Institute, “The Impact of Fire Attack Tactics on Occupant Survival and Firefighter Safety,” UL FSRI, 2016. [Online]. Available: <https://technicalpanels.fsri.org/research-projects/impact-of-fire-attack-on-firefighter-safety-and-occupant-survival.html>
- [160] UL Firefighter Safety Research Institute, “Ventilation and Flow Path Control in Single-Family Dwellings,” UL FSRI Report, 2013. [Online]. Available: <https://technicalpanels.fsri.org/research-projects/ventilation/index.html>
- [161] UL Firefighter Safety Research Institute, “Evidence-Based Tactics and Training,” UL FSRI Executive Summary, 2018. [Online]. Available: <https://training.fsri.org/course/109/evidence-based-structural-firefighting>
- [162] National Fire Protection Association, “Smoke Alarms in U.S. Home Fires,” NFPA, Quincy, MA, 2021. [Online]. Available: <https://www.nfpa.org/education-and-research/research/nfpa-research/fire-statistical-reports/smoke-alarms-in-us-home-fires>
- [163] CTIF, “World Fire Statistics Bulletin No. 27,” Comité Technique International de prévention et d'extinction du Feu, 2022. [Online]. Available: <https://ctif.org/news/ctif-world-fire-statistics-report-no-27-now-available-download>
- [164] National Fire Protection Association, “Firewise USA®: Wildfire Risk Reduction Program,” 2023. [Online]. Available: <https://www.nfpa.org/education>
- [165] UL Firefighter Safety Research Institute, “Close Before You Doze – Fire Safety Campaign,” 2020.
- [166] UK Government, “Building a Safer Future: Independent Review of Building Regulations and Fire Safety – Final Report,” May 2018.
- [167] UK National Fire Chiefs Council, “National Operational Learning: Good Practice Guide,” 2022. [Online]. Available: <https://nfcc.org.uk>
- [168] London Fire Brigade, Evaluation of the Effectiveness of Home Fire Safety Visits, Cordis Bright consultancy report, 2013.
- [169] National Fire Protection Association, “Community Wildfire Risk Assessment Checklist,” NFPA, 2021.

- [170] NFPA Journal, "Model CRR Communities," vol. 114, no. 3, 2022.
- [171] UK Government, "Sprinkler Systems in England: New Rules for High-Risk Buildings," Ministry of Housing, Communities & Local Government, Apr. 2020.
- [172] National Fire Protection Association, "U.S. Experience with Sprinklers," 2022 Edition.
- [173] UK Government, "Advice for Building Owners of Multi-storey, Multi-occupied Residential Buildings," 2020.
- [174] J. Gyapjas, "Térinformatikai döntéstámogatás erdőtüzeknél – egy alkalmazási módszer bemutatása," Védelem Katasztrófavédelmi Szemle, vol. 23, no. 1, pp. 23–24, 2016.
- [175] B. Heaton, "New York City Fights Fire with Data," GovTech, Jun. 2015. [Online]. Available: <https://www.govtech.com/public-safety/new-york-city-fights-fire-with-data.html> Letöltés: 2025. május 30.

SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

Magyarországon megjelenő idegen nyelvű folyóiratban

Gyapjas János: PROCESS OF AUTHORISING ACTIVITY RELATED TO DANGEROUS SUBSTANCES, IN PARTICULAR WITH REGARD TO THE INDUSTRIAL SAFETY AUTHORITY AND ITS CO-AUTHORITIES, VÉDELEM TUDOMÁNY : KATASZTRÓFAVÉDELMI ONLINE TUDOMÁNYOS FOLYÓIRAT (2498-6194): 5 4 pp 117-138 (2020)

Gyapjas János: FIRE BRIGADE INTERVENTIONS RELATED TO EXCEPTIONAL WEATHER CONDITIONS IN BÁCS-KISKUN COUNTY - TECHNICAL RESCUES RELATED TO STORM DAMAGE; VÉDELEM ONLINE: TŰZ- ÉS KATASZTRÓFAVÉDELMI SZAKKÖNYVTÁR: pp 1-14 (2023),

<https://www.vedelem.hu/tanulmanyok>

Gyapjas János: FIRE BRIGADE INTERVENTIONS RELATED TO EXCEPTIONAL WEATHER CONDITIONS IN BÁCS-KISKUN COUNTY - FOREST AND VEGETATION FIRES; VÉDELEM TUDOMÁNY : KATASZTRÓFAVÉDELMI ONLINE TUDOMÁNYOS FOLYÓIRAT (2498-6194): 2023/4 pp 83-104 (2023)

Magyar nyelvű mértékadó folyóiratban

Majorosné Lublóy Éva Eszter; Gyapjas János; Mikor kell kritikus hőmérsékletet számítani?; VÉDELEM KATASZTRÓFAVÉDELMI SZEMLE (2064-1559): 26 2 pp 15-19 (2019)

Gyapjas János: Térinformatikai döntéstámogatás erdőtüzeknél, erdőtűz megelőzési tapasztalatok, fejlesztési javaslatok, VÉDELEM ONLINE: TŰZ- ÉS KATASZTRÓFAVÉDELMI SZAKKÖNYVTÁR: 2020 pp 1-11 (2020)

Gyapjas János: A tűzvédelmi helyzet fenntartásának fő elemei az épületek létesítése és használata során, HADMÉRNÖK (1788-1919): 15 2 pp 43-54 (2020)

Majorosné Lublós Éva Eszter, Gyapjas János:

A betonfelület leválásának hatása a szerkezet állékonyságára és a mentési munkákra
MŰSZAKI KATONAI KÖZLÖNY (1219-4166 2063-4986): 30 1 pp 111-121 (2020)

Gyapjas János; Ormándi Attila; Haris Regina Zsófia; Állattartó épületek tűzvédelmi kihívásai
TŰZVÉDELEM (2939-8916): 2023/3 pp 20-27 (2023)

Írásban megjelent korreferátum

Heat and smoke extraction from the point of view of the fire protection authority, in terms of with obtaining occupancy permit (2021), In: Book of abstracts, Fire Engineering & Disaster Management Prerecorded International Scientific Conference Védelem online cooperated with the University of Public Service 23rd of February, 2021. Budapest, Hungary ISBN: 9786150113623

Megjegyzés: <https://vedelem.hu/letoltes/document/438-conference-book-of-abstracts.pdf>

Gyapjas János; Haris Regina Zsófia; Fire Safety in building construction (2021)

In: Book of abstracts, Fire Engineering & Disaster Management Prerecorded International Scientific Conference Védelem online cooperated with the University of Public Service 23rd of February, 2021. Budapest, Hungary

ISBN: 9786150113623

<https://vedelem.hu/letoltes/document/438-conference-book-of-abstracts.pdf>

Hazai SZAKMAI konferencia kiadványban megjelent

Gyapjas János, Ökörítő 1910:A tragikus tüzeset elemzése. In: Hábermayer Tamás (szerk.) Iparbiztonsági és Hatósági Szakmai Nap : Tudományos Konferencia, Konferencia helye, ideje: Paks, Magyarország 2020.02.24. - 2020.02.24.

Paks: Tolna Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, pp 88-95 (2020), ISBN: 9786150074368

Magyar nyelvű kivonat

Gyapjas János (Gyapjas János műszaki tudományok, tűzvédelem, katasztrófavédelem) NKE/HHK/Katonai Műszaki Doktori Iskola

Emberi közreműködések szerepe egy ipari létesítmény tüzesetére In: Gyapjas János (szerk.), Konferencia kiadvány V. Tüzesetek vizsgálata, tapasztalatai konferencia

Konferencia helye, ideje: Kecskemét, Magyarország 2019.06.28. - 2019.06.28., Kecskemét: Bács-Kiskun Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, (2020)

ISBN: 9786150082752

<https://bacs.katasztrofavedelem.hu/37652/kiadvanyaink>

Gyapjas János (Gyapjas János műszaki tudományok, tűzvédelem, katasztrófavédelem): Tüzeseti tapasztalatok hasznosítása a képzésekben és lakosságtájékoztató anyagokban, In: KONFERENCIA KIADVÁNY VI. TŰZESETEK VIZSGÁLATA, TAPASZTALATAI KONFERENCIA, Konferencia helye, ideje: Kecskemét, Magyarország 2022.07.07.

Kecskemét: Bács-Kiskun Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, pp 132-140 (2023)

ISBN: 9786156677037

<https://bacs.katasztrofavedelem.hu/37652/kiadvanyaink>

Gyapjas János: Tüzeseti halálesetek elemzése, megelőzési lehetőségek, In: KONFERENCIA KIADVÁNY VII. TŰZESETEK VIZSGÁLATA, TAPASZTALATAI KONFERENCIA, Konferencia helye, ideje: Kecskemét, Magyarország 2023.07.05.,

Bács-Kiskun Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, (2023) ISBN: 9786156677013

<https://bacs.katasztrofavedelem.hu/37652/kiadvanyaink>

Gyapjas János: A jelen és a jövő nemzetközi tűzvédelmi kutatási trendjei, In: Gyapjas János KONFERENCIA KIADVÁNY IX. Lakiteleki Tűzvédelmi Szakmai Napok Tudományos konferencia

Konferencia helye, ideje: Lakitelek, Magyarország 2020.09.08. - 2020.09.09.

Kecskemét: Bács-Kiskun Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, pp 123-127 (2023)

ISBN: 9786156677006

<https://bacs.katasztrofavedelem.hu/37652/kiadvanyaink>

Gyapjas János: Kórházi kiürítési gyakorlatok tapasztalatai

In: KONFERENCIA KIADVÁNY: X. Lakiteleki Tűzvédelmi Szakmai Napok, Lakitelek, Magyarország 2021.09.14. - 2021.09.15.

Kecskemét: Bács-Kiskun Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, pp 321-331 (2023)

ISBN: 9786150185514

<https://bacs.katasztrofavedelem.hu/37652/kiadvanyaink>

Gyapjas János: Épületvillamossági rendszerek az elsőfokú tűzvédelmi hatóság szemszögéből, In: Gyapjas János KONFERENCIA KIADVÁNY XI. Lakiteleki Tűzvédelmi Szakmai Napok Tudományos konferencia

Konferencia helye, ideje: Lakitelek, Magyarország 2022.09.07. - 2022.09.08.

Kecskemét: Bács-Kiskun Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, pp 112-117 (2023)

ISBN: 9786156677006

<https://bacs.katasztrofavedelem.hu/37652/kiadvanyaink>

MELLÉKLETEK

1. melléklet Rövidítések jegyzéke

BM OKF – Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság

CLC – CORINE Land Cover

CRIF – Community Risk Identification Framework

EI – Elérési Index

EM-DAT – Emergency Events Database

ETFRN – European Tropical Forest Research Network

EU JRC – European Union Joint Research Centre

FEMA – Federal Emergency Management Agency

GPKG – GeoPackage (térinformatikai adatformátum)

GIS – Geographical Information System / Földrajzi Információs Rendszer

KEFAG Zrt. – Kecskeméti Erdő- és Faipari Zrt.

LTKP – Létesítményalapú Tűzvédelmi Kockázati Pontszám

MMLU – Massive Multitask Language Understanding

NFPA – National Fire Protection Association

ORS – OpenRouteService

OSM – OpenStreetMap

OTSZ – Országos Tűzvédelmi Szabályzat

QGIS – Quantum GIS (nyílt forráskódú térinformatikai szoftver)

SFRS – Scottish Fire and Rescue Service

TSZI – Társadalmi Sérülékenységi Index

TKI – Tűzeseti Kockázati Index

TTVI – Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettség Index

VKI – Vegetációs Kitérttségi Index

VOA – Voice of America

WUI – Wildland-Urban Interface (erdő-település érintkezési zóna)

2. melléklet Fogalomjegyzék

Wildland-Urban Interface (WUI):

Az erdőterületek és a lakott települések közvetlen érintkezési zónája, ahol a lakóépületek, infrastruktúra és a természetes vegetáció találkoznak, és emiatt a tűzterjedés veszélye kiemelkedő.

Tűzeseti Kockázati Index (TKI):

A települések tűzeseti gyakoriságának, súlyosságának és a bekövetkezett károk jellemzőinek összevont, súlyozott mutatószáma.

Településszintű Tűzvédelmi Veszélyeztetettség Index (TTVI):

Olyan komplex, többszemponútú mutató, amely figyelembe veszi a tűzeseti kockázatot, az elérési időket, a társadalmi sérülékenységet, a vegetációs kitérttséget és a létesítményi kockázatot.

Vegetációs Kitérttségi Index (VKI):

Az adott település területén a nagymértékben tűzveszélyes vegetáció (főleg erdők) arányát és elhelyezkedését értékelő mutató.

Társadalmi Sérülékenységi Index (TSZI):

A lakosság társadalmi, demográfiai és infrastrukturális sérülékenységét mérő komplex mutató, melynek célja a tűzvédelmi tervezés szociális kockázatainak számszerűsítése.

Létesítményalapú Tűzvédelmi Kockázati Pontszám (LTKP):

A településen található, tűzvédelmi szempontból kritikus létesítmények kockázati értékelése alapján képzett pontszám, amely a TTVI egyik összetevője.

Elérési Index (EI):

A tűzoltóság elérési idejének, illetve az elérési zónák modellezésének statisztikai és térbeli értékelésére szolgáló mutató.

Isochrone (izokrón) zóna:

Az a terület, amelyet a tűzoltóság adott időn belül el tud érni, általában úthálózaton számolt elérési idő alapján, GIS-eszközökkel modellezve.

Buffer:

Térinformatikai művelet, amely egy vektoros objektum köré adott szélességű zónát képez (például WUI zóna meghatározásánál használt 100 m-es buffer).

Shapefile / GPKG:

Térinformatikai adatformátum, amely földrajzi objektumok, például utak, épületek, zónák tárolására szolgál.

Donut-zóna:

A tűzoltóság elérési zónáinak egymást követő, „fánszerű” gyűrűi, amelyek az elérési időlépcsők szerint tagolják a lefedett területet.

Kockázati klaszter:

A települések tűzvédelmi szempontú csoportosítása egy vagy több kockázati dimenzió mentén.

QGIS:

Nyílt forráskódú, ingyenes térinformatikai szoftver, amelyet elemzésekhez, modellezéshez és térképi adatmegjelenítéshez alkalmaznak.

3. melléklet Ábrák jegyzéke

1. ábra Mennyire fontos a visszacsatolás? (saját szerkesztés)	42
2. ábra Nyitottság a modernizációra	49
3. ábra Bács-Kiskun vármegye specifikus kockázatai (saját szerkesztés)	58
4. ábra A megszakadt tudáskör (saját szerkesztés)	59
5. ábra Fejlesztési javaslatok (saját szerkesztés).....	61
6. ábra A tudás “tüzet olt” (saját szerkesztés).....	68
7. ábra A sikeres adatkezelés elvei (saját szerkesztés)	72
8. ábra Javaslatok a hazai gyakorlat számára (saját szerkesztés).....	75
9. ábra A leginkább veszélyeztetettek (saját szerkesztés).....	81
10. ábra Versenyfutás az idővel: régi és modern lakások (saját szerkesztés).....	84
11. ábra Mit tehetünk a megelőzésért (saját szerkesztés)	90
12. ábra A túlélés lépései (saját szerkesztés)	92
13. ábra Halálos áldozatok a legragikusabb klubbüzekben (saját szerkesztés)	96
14. ábra Halálos áldozatok száma a legsúlyosabb ipari és középületi tüzekben (saját szerkesztés)	102
15. ábra A WUI területek globális növekedése a 2000-es bázishoz képest, százalékban (saját szerkesztés).....	103
16. ábra A D klaszter eseményeinek összefoglalása (saját szerkesztés).....	107
17. ábra Fő tanulságok és javaslatok (saját szerkesztés).....	110
18. ábra A kihívás: szemléletváltás a kockázattértékelésben (saját szerkesztés).....	111
19. ábra A kockázati dimenziók megjelenítése (saját szerkesztés).....	116
20. ábra Globális tudás és hazai adaptáció (saját szerkesztés).....	124
21. ábra A TTVI előnyei – adatokból stratégia (saját szerkesztés).....	128
22. ábra A TTVI összetevői (saját szerkesztés)	130
23. ábra A tűzoltóságok kiérkezési zónái távolság (6, 10, 15, 20, 25 km) alapon Bács-Kiskun vármegyében (saját szerkesztés)	133
24. ábra Nagymértékben tűzveszélyes erdőterületek Bács-Kiskun vármegyében, a települések közigazgatási határaival (saját szerkesztés)	136
25. ábra A reaktív modelltől a proaktív stratégiáig (saját szerkesztés).....	141

26. ábra A 2022-es Izsák és Soltszentimre közötti V/K hosszantartó, nagykiterjedésű erdőtüz környezete térinformatikai elemzéssel és vizualizációval (saját szerkesztés) ... 142

4. melléklet Jogszabályok, belső szabályozók, nemzetközi szabályozások és szabványok jegyzéke

Magyar jogszabályok

1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról
39/2011. (XI. 15.) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól

44/2011. (XII. 5.) BM rendelet a tüzesetek vizsgálatára vonatkozó szabályokról

54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról

6/2016. (VI. 24.) BM OKF utasítás a Tűzoltás-taktikai Szabályzat és a Műszaki Mentési Szabályzat kiadásáról

Nemzetközi és európai szabványok, irányelvek, ajánlások

NFPA 1300: Standard on Community Risk Assessment and Community Risk Reduction Plan Development (National Fire Protection Association, USA)

NFPA 1700: Guide for Structural Fire Fighting (National Fire Protection Association, USA)

EN 54: Fire detection and fire alarm systems (a szövegben explicit módon hivatkozott rész szerint)

ISO 13943:2017: Fire safety – Vocabulary

FEMA THIRA: Threat and Hazard Identification and Risk Assessment Guide (FEMA, USA)

INFORM Risk Index: European Commission, Joint Research Centre (JRC)

JRC Technical Reports on Wildfire Risk Assessment – European Commission Joint Research Centre

ISO 22320:2018 – Security and resilience – Emergency management – Guidelines for incident management

SFPE Engineering Guide – Society of Fire Protection Engineers, különösen a Performance-Based Design és Community Risk Assessment ajánlások

Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (2015–2030) – UNISDR/UNDRR globális kockázatsökkentési keretrendszer

5. melléklet A kiadott kérdőívek

Különösen gyakorlott tűzvizsgáló szakértők építészeti tűzvédelmi gyakorlattal

1. Kérem, röviden ismertesse szakmai hátterét: hány éve foglalkozik tűzvizsgálattal, és milyen típusú esetek (pl. lakástűz, ipari tűz, erdőtűz) vizsgálatában szerzett kiemelkedő tapasztalatot. (Nyílt kérdés)

2. Részt vett-e már szakértőként települési szintű tűzvédelmi kockázatelemzés vagy tűzvédelmi veszélyességi index kidolgozásában? (Zárt kérdés – Igen/Nem)

☐ Igen

☐ Nem

3. Mennyire tartja fontosnak, hogy a tűzvizsgálati eredmények beépüljenek a megelőzési és szabályozási gyakorlatba? (1–5 skálán)

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

4. Milyen helyi sajátosságokat figyelt meg a tűzvizsgálatok során, amelyek megnehezítik az azonos típusú esetek vizsgálatát? (Nyílt kérdés)

5. Becslése szerint a vizsgált tüzesetek hány százalékánál derült fény olyan hiányosságra vagy körülményre, amelyet megfelelő megelőző intézkedéssel el lehetett volna kerülni? (Százalékos kérdés)

6. Vizsgálatai során milyen helyi sajátosságokat tapasztal leggyakrabban a kockázatelemzés szempontjából? (Nyílt kérdés)

7. Alkalmaz-e valamilyen műszeres vagy informatikai eszközt a tüzesetek vizsgálata során? (Zárt kérdés)

☐ Rendszeresen

☐ Alkalmanként

☐ Ritkán

☐ Soha

8. Kap-e visszajelzést a tűzvizsgálati eredmények hasznosulásáról a szabályozási vagy megelőzési gyakorlatban? (Zárt kérdés – Igen/Nem)

☐ Igen

☐ Nem

9. Úgy értékeli, hogy a jelenlegi szabályozás megfelelően figyelembe veszi a tűzvizsgálatok tanulságait? (1–5 skálán)

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

10. Tapasztalatai szerint jelentkeztek-e új típusú tüzeseti kihívások az utóbbi években (pl. lítium-ion akkumulátorok tüzei, napelemes berendezések tüzei)? (Zárt kérdés – Igen/Nem)

☐ Igen

o Nem

11. Milyen egyéb szakterületen vagy témában rendelkezik tapasztalattal a tűzvizsgálói munkája mellett, ami segíti annak eredményességét? (Nyílt kérdés)

12. Milyen mértékben volt lehetősége a vizsgálati tapasztalatai alapján javaslatokat tenni a tűzvédelmi szabályozás módosítására? (Nyílt kérdés)

13. Vizsgált-e már szabadtéri vagy erdőtűzet, és ha igen, miben különbözött ez egy zárt térben keletkezett tüzeset vizsgálatától? (Nyílt kérdés)

14. Hogyan segíti az építészeti tűzvédelmi tervezési tapasztalata a tűzvizsgálói tevékenységét? (Nyílt kérdés)

15. Ön szerint a tűzvizsgálati eredmények hogyan segíthetik az életvédelem javítását? Kérem, említsen egy példát is, amikor egy korábbi vizsgálat eredménye közvetlenül hozzájárult egy életmentő intézkedéshez. (Nyílt kérdés)

16. Van-e olyan vizsgálati tapasztalata, amely alapján szükség lenne bizonyos szabályok vagy gyakorlatok megváltoztatására? Kérjük, fejtse ki, milyen változtatást javasolna! (Nyílt kérdés)

17. Ön szerint a tűzvizsgálati szakterületen vannak-e Bács-Kiskun vármegyére jellemző sajátos körülmények vagy jellegzetességek, amelyek megkülönböztetik a térséget más régióktól? (Nyílt kérdés)

18. Van-e további észrevétele vagy tapasztalata a témában, amelyet fontosnak tart, és amire a kérdések nem tértek ki? (Nyílt kérdés)

19. Pozíció/beosztás: Mi az Ön pozíciója/beosztása a tűzvizsgálat területén? (Nyílt kérdés)

20. Milyen szervezet keretein belül végzi tűzvizsgálói tevékenységét? (Nyílt kérdés)

21. Tapasztalat hossza: Hány év tapasztalattal rendelkezik tűzvizsgálati területen? (Zárt kérdés)

o 0–5 év

o 6–10 év

- ☐ 11–20 év
- ☐ több mint 20 év

22. Működési terület jellege: Milyen jellegű települési környezetben végzi elsősorban a tűzvizsgálói munkáját (pl. nagyvárosi, kisvárosi, vidéki)? (Nyílt kérdés)

Kiemelten gyakorlott tűzvédelmi tervezők

1. Kérem, ismertesse röviden tervezői tapasztalatait: hány éve foglalkozik tűzvédelmi tervezéssel, és elsősorban milyen szakterületen (építészeti tűzvédelem, beépített tűzjelző, oltóberendezések vagy egyéb), illetve milyen típusú létesítmények (pl. ipari csarnokok, lakóépületek, kereskedelmi létesítmények) tervezésében szerzett jelentős tapasztalatot. (Nyílt kérdés)

2. Milyen informatikai vagy egyéb technikai eszközöket használ a tűzvédelmi tervezési munkája során? (Nyílt kérdés)

3. Használt-e már a tervezés során tűzvédelmi kockázatelemzésből származó adatokat vagy eredményeket? (Zárt kérdés – Igen/Nem)

- ☐ Igen
- ☐ Nem

4. Mennyire tartja hasznosnak a térinformatikai alapú kockázatelemzést a tűzvédelmi tervezés szempontjából? (1–5 skálán)

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

5. Milyen helyi adottságokat szokott figyelembe venni a tűzvédelmi tervezés során? Kérem, említsen néhány példát! (Nyílt kérdés)

6. Tervezési feladatai hány százalékában van szükség egyedi megoldásra, mert az adott kérdés nem teljeskörűen szabályozott? (Százalékos kérdés)

7. Volt-e már példa arra, hogy egy konkrét tűzeset tapasztalatai közvetlenül befolyásoltak egy későbbi tervezési döntését? (Nyílt kérdés)
8. Kap-e visszajelzést a megvalósult létesítmények tűzvédelmi működéséről, illetve a tervei beválásáról? (Zárt kérdés – Igen/Nem)
- ☐ Igen
 - ☐ Nem
9. Mennyire érzi úgy, hogy a jelenlegi tűzvédelmi szabályozás figyelembe veszi a helyi kockázatokat? (1–5 skálán)
- ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☐ 4
 - ☐ 5
10. Hogyan tudja felhasználni egy tűzeset utólagos vizsgálatának feltárt hiányosságait a tervezői munkája során? (Nyílt kérdés)
11. Tervezett-e már létesítményt vegetáció által veszélyeztetett területen? Ha igen, milyen speciális tűzvédelmi intézkedéseket alkalmazott a tervezésnél? (Nyílt kérdés)
12. Tagja-e valamely szakmai szervezetnek, vagy részt vesz-e szakmai közösségek munkájában? (Zárt kérdés – Igen/Nem)
- ☐ Igen
 - ☐ Nem
13. Ha igen, milyen módon járul hozzá a tűzvédelmi szabályozás fejlesztéséhez vagy a jó gyakorlatok megosztásához? (Nyílt kérdés)
14. Tervezői véleménye szerint mekkora jelentőséget tulajdonít a lakossági (háztartási) füstérzékelőknek a lakóépületek tervezésénél? Mennyire tartja fontosnak ezek telepítését a lakóépületekben az életmentés elősegítése érdekében? (Nyílt kérdés)

15. Van-e olyan tapasztalata, amely alapján szükség lenne bizonyos tervezési irányelvek vagy szabályok módosítására az életbiztonság növelése érdekében? Kérjük, fejtse ki véleményét! (Nyílt kérdés)

16. Tervezői tapasztalatai alapján vannak-e olyan tűzvédelmi sajátosságok Bács-Kiskun vármegyében, amelyek eltérnek más térségek gyakorlatától, és külön figyelmet igényelnek a tervezés során? (Nyílt kérdés)

17. Van-e egyéb észrevétele vagy tapasztalata, amelyet szívesen megosztana a tűzvédelmi tervezéssel kapcsolatban, és amire a kérdések nem tértek ki? (Nyílt kérdés)

18. Pozíció/beosztás: Mi az Ön jelenlegi pozíciója/beosztása a tűzvédelmi tervezés területén? (Nyílt kérdés)

19. Hány éve foglalkozik tűzvédelmi tervezéssel? (Zárt kérdés)

- ☐ 0–5 év
- ☐ 6–10 év
- ☐ 11–20 év
- ☐ több mint 20 év

20. Munkáltató típusa: Milyen szervezet keretein belül végzi tűzvédelmi tervezői tevékenységét? (Nyílt kérdés)

21. Milyen jellegű települési környezetben végez elsősorban tűzvédelmi tervezési munkát (pl. nagyvárosi, kisvárosi, vidéki)? (Nyílt kérdés)

Kiemelten gyakorlott tűzvédelmi hatósági ügyintézők

1. Kérem, röviden ismertesse, mióta dolgozik tűzvédelmi hatósági területen, és milyen típusú ügyekben (pl. lakóépületek, ipari üzemek, kereskedelmi létesítmények, mezőgazdasági tárolók stb.) szerezte eddig a legtöbb tapasztalatot. (Nyílt kérdés)

2. Létezik-e a szervezetüknél települési tűzvesélyességi kategóriarendszer a különböző települések kockázati besorolására? (Zárt kérdés – Igen/Nem)

- ☐ Igen
- ☐ Nem

3. Mennyire tartaná hasznosnak egy térinformatikai alapú, települési tűzvédelmi veszélyeztetettség index bevezetését? (1–5 skálán)

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

4. Hatósági szempontból Ön szerint milyen tényezőket kell figyelembe venni egy kockázati index kialakításánál? (Nyílt kérdés)

5. Hogyan kezelik a nagy vonulási távolságokból fakadó kockázatokat a működési területén? (Nyílt kérdés)

6. A tüzesetek hozzávetőleg hány százalékánál derül fény valamilyen tűzvédelmi szabálytalanságra? (Százalékos kérdés)

7. Milyen kihívásokkal szembesülnek a kisebb települések a tűzvédelmi követelmények betartása terén? (Nyílt kérdés)

8. Használják-e a hatósági munkában térinformatikai eszközöket vagy adatbázisokat a kockázatok értékelésére? (Zárt kérdés – Igen/Nem)

- ☐ Igen
- ☐ Nem

9. Milyen az információáramlás a tűz megelőzés, tűzoltói beavatkozás és tűzvizsgálat között a gyakorlatban? (1–5 skálán)

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

10. Mely területeken tart szükségesnek fejlesztéseket a szabályozásban vagy a szakemberek képzésében a hatósági munka hatékonyságának növelése érdekében? (Nyílt kérdés)
11. Támogatják-e szervezeti vagy magasabb szinten a hatósági szakemberek rendszeres továbbképzését és a szabályozási környezet fejlesztését? Ebben tapasztal Bács-Kiskun vármegyei sajátosságot? (Nyílt kérdés)
12. Milyen szerepe van a hatósági tapasztalatok megosztásának a szakemberek között? Hogyan valósul meg az információcsere? (Nyílt kérdés)
13. Hogyan értékeli a lakosság együttműködését a tűzvédelmi előírások betartásában a működési területén? (Nyílt kérdés)
14. A hatósági ellenőrzések során melyek a leggyakrabban tapasztalt hiányosságok a tapasztalata szerint? (Nyílt kérdés)
15. Milyen gyakran tapasztalják hatósági ellenőrzések során, hogy egy feltárt hiányosság akadályozhatja a tűzoltói beavatkozást? Kérem, említsen néhány példát! (Nyílt kérdés)
16. Van-e javaslatuk a jogszabályok vagy a gyakorlat fejlesztésére a feltárt hiányosságok csökkentése érdekében? (Nyílt kérdés)
17. Hatósági munkája során tapasztalt-e olyan sajátos helyi jellegzetességeket Bács-Kiskun vármegyében, amelyek eltérnek az ország más részeinek gyakorlatától? (Nyílt kérdés)
18. Van-e olyan további tapasztalata vagy észrevétele a témában, amit fontosnak tart, és amire a kérdések nem tértek ki? (Nyílt kérdés)
19. Mi az Ön jelenlegi beosztása a tűzvédelmi hatósági szervnél? (Zárt kérdés)
- o Ügyintéző
 - o Vezető
20. Tapasztalat hossza: Hány év hatósági tapasztalattal rendelkezik a tűzvédelem területén? (Zárt kérdés)

- ☐ 0–5 év
- ☐ 6–10 év
- ☐ 11–20 év
- ☐ több mint 20 év

21. Milyen jellegű települési környezetet fed le az Ön hatósági illetékességi területe (pl. nagyvárosi, kisvárosi, vidéki)? (Nyílt kérdés)

Kiemelten gyakorlott tűzoltásvezetői jogosultsággal rendelkező hivatásos tűzoltó vezetők

1. Kérem, röviden írja le, mióta lát el tűzoltásvezetői (beavatkozás-irányítói) feladatokat Bács-Kiskun vármegyében, és milyen típusú tüzeseteknél (pl. lakástűz, ipari létesítmény, erdőtűz) szerzett jelentős tapasztalatot. (Nyílt kérdés)

2. Hány alkalommal vett részt tűzoltó beavatkozásban hosszan tartó, nagykiterjedésű erdőtűznél? (Zárt kérdés)

- ☐ Egyszer sem
- ☐ 1–2 alkalommal
- ☐ 3–5 alkalommal
- ☐ Több mint 5 alkalommal

3. Az elmúlt évekhez képest hogyan változott a beavatkozások jellege vagy nehézsége? (Nyílt kérdés)

4. Mennyire tartja hasznosnak a Bács-Kiskun vármegyei saját fejlesztésű erdőtűztaktikai térinformatikai rendszert? (1–5 skálán)

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

5. Hasznosította-e valaha a terepvezetési, navigációs gyakorlatok eredményeit valós beavatkozás során? (Zárt kérdés – Igen/Nem)

- ☐ Igen
- ☐ Nem

6. Az ismeretei szerint mennyiben növelik a beavatkozások hatékonyságát a helyi sajátosságokat figyelembe vevő gyakorlatok Bács-Kiskun vármegyében? (Nyílt kérdés)

7. Mennyire tartja fontosnak a rutinszerzési célú gyakorlatok megtartását és felhasználását? (1–5 skálán)

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

8. Részt vett-e már a „Tűzesetek vizsgálata, tapasztalatai” konferencián? Ha igen, milyen tanulságot szerzett? (Nyílt kérdés)

9. Véleménye szerint milyen további intézkedésekkel lehetne jobban integrálni a helyi tapasztalatokat a napi gyakorlatba? (Nyílt kérdés)

10. Tapasztalatai alapján általában mennyi idő telik el a riasztás kiadásától az önkormányzati tűzoltók indulásáig? (Zárt kérdés)

- ☐ 2 percen belül
- ☐ 2–4 perc
- ☐ 4–6 perc
- ☐ 6–8 perc
- ☐ Több mint 8 perc

11. Használnak-e rendszeresen térképes digitális eszközöket a beavatkozás során (pl. beavatkozás-irányítás, útvonaltervezés)? (Zárt kérdés – Igen/Nem/Részben)

- o Igen
- o Nem
- o Részben

12. Véleménye szerint mi jelentette az elmúlt évek legnagyobb előrelépését a tűzoltó beavatkozás támogatásában? (Nyílt kérdés)

13. Milyen típusú gyakorlatok segítik leginkább a felkészülést a valóságos, életmentést is igénylő helyzetekre? (Nyílt kérdés)

14. Tapasztalatai szerint a tűzoltóság kiérkezési ideje milyen mértékben befolyásolja az életmentés sikerességét? Kérem, ha lehetséges, hozzon konkrét példát is a válaszára. (Nyílt kérdés)

15. Tapasztalatai alapján hogyan értékeli a lakossági (háztartási) füstérzékelők életvédelmi szerepét? Kérem, fejtse ki véleményét, és térjen ki arra is, hogy találkozott-e olyan esettel, amikor egy füstérzékelő korai jelzése életmentőnek bizonyult. (Nyílt kérdés)

16. Tapasztalatai szerint az Ön szakterületén (pl. tűzoltásvezetés, helyszíni beavatkozás) vannak-e olyan Bács-Kiskun vármegyére jellemző sajátosságok, amelyek eltérnek az ország más területeinek gyakorlatától? Kérem, említsen egy-két példát! (Nyílt kérdés)

17. Van-e olyan további észrevétele vagy tapasztalata a témával kapcsolatban, amely fontos lehet, és amire a fenti kérdések nem tértek ki? (Nyílt kérdés)

18. Pozíció/beosztás: Mi az Ön jelenlegi pozíciója/beosztása a tűzoltóságnál? (Nyílt kérdés)

19. Tapasztalat hossza: Hány év tűzoltásvezetői tapasztalattal rendelkezik? (Zárt kérdés)

- o 0–5 év
- o 6–10 év
- o 11–20 év
- o több mint 20 év

20. Működési terület jellege: Milyen jellegű települési környezetben látja el elsősorban a szolgálatát (pl. nagyvárosi, kisvárosi, vidéki)? (Nyílt kérdés)

6. melléklet A kérdőíves kutatás javaslatainak megjelenése a disszertáció struktúrájában

(a kutatás alapján saját szerkesztés)

Szakértői javaslat vagy kritikai észrevétel	Érintett célcsoport(ok)	Beépítés formája	Megjelenés a disszertációban
Településszintű tűzvédelmi veszélyeztetettségi index szükségessége	Hatóságiak, tervezők, tűzoltók	TTVI modell és alindexei	TTVI összefoglaló és alindex-fejezet
Infrastrukturális hátrányok (hosszú kiérkezési idő, vízhiány)	Minden célcsoport	Elérési Index (EI), Vegetációs Kitérttségi Index (VKI)	Indexmodell részletes felépítése
Tanyás, külterületi településszerkezet sajátos kockázatai	Tervezők, tűzoltásvezetők	WUI és EI súlyozás, térbeli fedvények	GIS modellezés, települési tipológia
OTSZ és TvMI korszerűsítésének szükségessége	Tervezők, hatóságiak	Ajánlási szakasz: szabályozási reformjavaslat	Ajánlások fejezet
Kockázatalapú tervezés és kategorizálás iránti igény	Minden célcsoport	TTVI bevezetése, differenciált modellezés	Modellezési megközelítés és alkalmazhatóság

Szakértői javaslat vagy kritikai észrevétel	Érintett célcsoport(ok)	Beépítés formája	Megjelenés a disszertációban
Tűzvizsgálati eredmények visszacsatolásának hiánya	Tűzvizsgálók, tűzoltók	Intézményesített feedback-javaslat	Ajánlások, felhasználhatóság fejezet
Technológiai eszközök és GIS-modellek elfogadása, igénye	Tervezők, tűzoltók	GIS alapú kockázatelemzés, térképes alindexek	Módszertan, alkalmazhatóság
Lakóépületek védelmi hiányosságai (füstérzékelő, elavult hálózat)	Tűzvizsgálók, hatóságiak	LTKP komponens, érzékelőprogram javaslat	LTKP rész, fejlesztési javaslatok
Erdőtűzveszélyes övezetek kritikus kezelése	Tűzoltók, erdészet	VKI + WUI modellek és súlyozott metszetek	Vegetációs és térinformatikai modellezés
Oktatás, képzés, tudásmegosztás fejlesztése	Tervezők, tűzoltók, hatóságiak	Továbbképzési, gyakorlati útmutató javaslat	Ajánlások, Felhasználhatóság fejezet

7. melléklet Nemzetközi tűzeseti adatgyűjtési rendszerek összehasonlítása

Rendszer neve	Ország / régió	Adatgyűjtés jellege	Adatelérés módja	Hasznosítás fő területei	Intézményes visszacsatolás
NFIRS (National Fire Incident Reporting System)	USA	Standardizált, országos szintű, kötelező részvétel helyi tűzoltóságok részéről	Nyilvános aggregált statisztikák; nyers adatok regisztrációhoz kötöttek	Országos trendek, megelőzési programok, oktatás, kutatás	Validációs rendszer, szakmai kiadványok, jogszabályi visszacsatolás
NFPA Fire Data	USA	Elemzett esettanulmányok, kutatási adatbázisok	Szabadon elérhető jelentések, Firewise portál	Prevenációs programok, taktikai útmutatók, szabványfejlesztés	Szabványalkotás (NFPA 1300/1700), képzések
UL FSRI (Fire Safety Research Institute)	USA	Kísérleti kutatás + esettanulmányok feldolgozása	Szabadon elérhető kutatási oldalak, jelentések	Beavatkozási taktika fejlesztése, képzés	Tudományos publikációk, szabványosításba való beépítés
CTIF World Fire Statistics	Nemzetközi (kb. 80 ország)	Önkéntes országjelentések, harmonizált definíciók	Éves statisztikai bulletin, online adatbázis	Összehasonlító elemzések, módszertani útmutatók	Fórumok, ajánlások, harmonizációs kezdeményezések
vfdb Brandstatistik	Németország	Mintavételes adatbázis (esetszintű)	Szakmai portálokon, technikai	Kockázati tényezők	Szabályozás, biztosítói

Rendszer neve	Ország / régió	Adatgyűjtés jellege	Adatelérés módja	Hasznosítás fő területei	Intézményes visszacsatolás
			jelentésekben	elemzése, építészeti hatások	rendszer, oktatás
AIDR Knowledge Hub	Ausztrália	Interaktív térképes adatbázis, dokumentált katasztrófaesetek	Nyilvános, térképes keresőfelület	Bozóttüzek, tanulásgazdálkodás, lakossági kampányok	Királyi bizottságok jelentései, stratégiai visszacsatolás
EM-DAT (Emergency Events Database)	Globális (CRED – Belgium)	Több mint 120 éves katasztrófa-adatállomány (≥ 10 haláleset vagy jelentős kár esetén)	Nyilvános lekérdezhető adatbázis	Globális kockázati térképek, kutatás, ENSZ és Világbank programok	Nem direkt visszacsatolás, inkább stratégiai szinten hasznosul
Global Burn Registry (WHO)	Világszintű, főként fejlődő országokra fókuszál	Kórházi és egészségügyi égetési sérülésadatok	Online adatbázis, epidemiológiai jelentések	Közegészségügyi tervezés, megelőzés, oktatás	Oktatási programok, WHO ajánlások

8. melléklet Példák az intézményesített tanulásgeldolgozásra – nemzetközi gyakorlatok

(a kutatás alapján saját szerkesztés)

Ország / szervezet	Tanulmányfeldolgozás formája	Alkalmazás szintje	Intézményesített kimenet	Jellemző példa
USA – UL FSRI	Tudományos kutatások, laboratóriumi kísérletek tüzeseti adatok alapján	Országos	Beépülés az NFPA 1700 szabványba, tűzoltóképzési anyagokba	Zárt ajtó, szellőztetési taktika hatása
USA – NFPA Firewise USA	Esettanulmány-elemzés, közösségi visszacsatolás	Lokális és országos	Prevenációs útmutatók, közösségi minősítések	Lakóövezeti erdőtűz-veszélyesség csökkentése
UK – National Operational Learning (NOL)	Minden tüzeset utóértékelése, tanulságok rögzítése strukturáltan	Országos	Adatbázis, módszertani ajánlások, operatív irányelvek	Grenfell-toronytűz tapasztalatainak integrálása
Ausztrália – AIDR Lessons Management	Királyi bizottságok vizsgálatai, szakmai jelentések összegzése	Állami és nemzeti	Online tanulástár, stratégiai javaslatcsomagok	2009 Black Saturday vizsgálat, 2020 bozótűzek
Németország – vfdb Brandstatistik	Esettanulmányok, technikai jelentések készítése minden rendkívüli esetről	Tartományi és országos	Konferencia-anyagok, szabályozási visszacsatolás	Automatizált rendszerek hatásvizsgálata
EM-DAT / WHO	Katasztrófák és tüzesetek hatásainak retrospektív elemzése	Globális	Világszintű kockázati trendek,	Égési halálozási statisztikák elemzése

Ország / szervezet	Tanulmányfeldolgozás formája	Alkalmazás szintje	Intézményesített kimenet	Jellemző példa
			nemzetközi kampányok	

9. melléklet Lakástűzek aránya a tüzesetek között, nemzetközi összevetés

(a kutatás alapján saját szerkesztés)

Leírás	Év	Lakástűzek aránya az összes tüzesethez (%)	Halálos áldozatok aránya lakástűzekben (%)
CTIF (világátlag) [1]	2020	24,2%	82,7%
NFPA (USA) [2]	2021	~26%	~74%
EU átlag (becslés) [6]	2018–2022	25–30%	75–85%
IFV (Hollandia) [6]	2018	21%	88%
USFA (USA, civil halálozás) [4]	2020	n.a.	77%

10. melléklet Éjszakai időszak halálos kockázata

(a kutatás alapján saját szerkesztés)

Időintervallum	Halálos lakástűzek aránya (%)
23:00–07:00	~50%
00:00–06:00 (EU átlag)	~55–60%

11. melléklet Demográfiai kockázati arányok (NFPA, USFA)

(a kutatás alapján saját szerkesztés)

Csoport	Tűzhalálozási kockázat (relatív)
65+ éves	2× átlag
75+ éves	3× átlag
85+ éves	4× átlag
Egyedül élő háztartás	1,5–2× átlag
Dohányzó háztartás	2–3× átlag
Alkoholos befolyásoltág alatt	~15–20% az áldozatok között

12. melléklet Lakástűzek okai és a halálozási arány (USA adatok)

(a kutatás alapján saját szerkesztés)

Kiváltó ok	Esetszám arány (%)	Halálos áldozatok aránya (%)
Főzés	~50%	~15%
Dohányzás	~5%	~25%
Elektromos hiba	~6–10%	~15%
Gyertya / nyílt láng	~3%	~5–6%

13. melléklet Időalapú eseménysor egy átlagos halálos lakástűz esetén

(a kutatás alapján saját szerkesztés)

Idő (perc)	Esemény	Részletek	Élettani hatás
0:00	Tűz keletkezése	Pl. ágyban elalvás közbeni dohányzás	Még nincs érzékelhető füst
0:30– 1:00	Tűz terjedése	Textíliák, szivacsos bútorok meggyulladnak	Hőmérséklet emelkedik
1:00– 2:00	Intenzív füstképződés	CO, HCN, korom	Fejfájás, zavartság kezdet
2:00– 3:00	Mérgező gázkoncentráció eléri a kritikus szintet	CO: >1000 ppm, O ₂ : <16%	Eszméletvesztés veszélye
3:00– 4:30	Flashover bekövetkezése	Teljes szoba lángba borul (600–800 °C)	Légúti égés, höguta, halál
5:00– 6:00	Teljes helyiség/lakás elárasztva füsttel és hővel	–	Életben maradás esélye minimális
8:00– 10:00	Tűzoltók megérkeznek (átlagos válaszidő)	Ha automatikus riasztás történt	A tűz már halálos károkat okozott

14. melléklet Élettani hatások a mérgező gázok és környezeti tényezők szerint

Fő mérgező gázok koncentrációja és hatása (a kutatás alapján saját szerkesztés)

Anyag	Koncentráció (ppm)	Hatás 1–3 percen belül	Halálos határérték
Szén-monoxid (CO)	1000	fejfájás, zavartság	>3500–5000 ppm (néhány perc)

Anyag	Koncentráció (ppm)	Hatás 1–3 percen belül	Halálos határérték
Hidrogén-cianid (HCN)	200	fejfájás, hányinger	300–500 ppm (percek alatt)
Szén-dioxid (CO ₂)	5000–10000	légszomj, pánik	>100 000 ppm (1–2 perc)
Oxigénhiány (O ₂ < 10%)	–	eszméletvesztés	<8%: gyors halál
Korom, finom részecskék (PM)	–	légúti irritáció	alveoláris égési sérülések

Hőhatások az emberi testre (belélegzett levegő hőmérséklete)

(a kutatás alapján saját szerkesztés)

Hőmérséklet (°C)	Hatás a légutakra	Idő a végzetes hatásig
80–120	nyálkahártya irritáció	néhány perc
150–200	légső-ödéma, égés	<60 másodperc
300+	légúti hóguta, azonnali halál	~10–30 másodperc
600–800	flashover hőmérséklet	teljes égés, túlélés kizárt

Kombinált hatások és halálozási mechanizmus (a kutatás alapján saját szerkesztés)

Tényező	Rövid leírás	Eredmény
CO + HCN	hypoxia + sejtoxicitás	eszméletvesztés, halál

Tényező	Rövid leírás	Eredmény
O ₂ csökkenés	21% → 10%	gyors hypoxia, keringésösszeomlás
PM és korom	légzőrendszer elzárása	füstfulladás, tüdőödéma
Hő és gáz együttesen	belégzéses égés + mérgezés	sokszervi elégtelenség, halál
Alvás közbeni expozió	nincs menekülési reflex	„silent death” (csendes halál)

15. melléklet Beavatkozási tanulságok az NFPA, UL FSRI és NIST kutatások alapján

Beavatkozási protokollok összevetése (a kutatás alapján saját szerkesztés)

Jellemző	Klasszikus megközelítés	Modern megközelítés (UL FSRI, NFPA 1700)	Hatás
Elsődleges cél	Teljes körű átszellőztetés + oltás	Gyors vízbevitel + füstkontroll	A célok nem teljesen ellentétesek, hanem egymásra épülő vagy egymással versengő prioritások.
Ablaknyitás, szellőztetés	Gyakori, gyors	Csak taktikai célból, kontrolláltan	Flashover kockázat csökken

Jellemző	Klasszikus megközelítés	Modern megközelítés (UL FSRI, NFPA 1700)	Hatás
Vízbevezetés módja	Belső támadással kezdődik	„Transitional attack”: kívülről vízsugár először	Hőmérséklet és gázkoncentráció gyors csökkentése
Keresés–mentés sorrendje	Oltás → keresés	Párhuzamos, prioritás: hálószoa, fürdő	Helyes sorrend növeli túlélési esélyt
Ajtóhasználat	Ritkán figyeltek rá	Tudatos ajtócsukás menekítés közben	Füstgátlás, védett zónák létrehozása
Kockázat beavatkozóra	Magas: gyors oxigénbeáramlás = flashover	Mérsékelt: szellőzés kontrollált, hőcsökkenés	Tűzoltó biztonság nő
Túlélési esély a lakó számára	Alacsony, ha flashover előtt nincs mentés	Magasabb, ha gyors vízbehatolás történik	20–30% különbség lehet

UL FSRI által támogatott kulcselvek és kampányok (a kutatás alapján saját szerkesztés)

Elv/kampány	Rövid leírás	Hatás
Close Before You Doze	Hálószoaajtó becsukása éjjel – kampány [13]	Halálozási kockázat drámai csökkentése
Ventilation Control	Csak tudatos légcseré, hogy ne táplálja a tüzet [15]	Flashover elkerülhető

Elv/kampány	Rövid leírás	Hatás
Transitional Attack	Először kívülről, majd belépve folytatják az oltást [22]	Füst, hő, gázcsökkenés azonnal
Search Prioritization	Először a legvalószínűbb bent rekedési helyek (háló, fürdő)	Mentési eredményesség nő
Taktikai ajtócsukás	Minden ajtót csukni, amíg keresnek/befelé haladnak	Védelmi zónák kialakítása, füst lassítása

Beavatkozási idő és sikeresség összefüggése (a kutatás alapján saját szerkesztés)

Kiérkezési idő (perc)	Elhunyási valószínűség (%)	Kommentár
≤3 perc	<10%	Kiemelkedően gyors beavatkozás – ritka
4–6 perc	30–50%	Feltételes túlélés – ha zárt ajtó van
7–10 perc	60–90%	Flashover valószínű – életveszélyes
>10 perc	>90%	Túlélés esélye kritikus, ha nincs sprinkler vagy zárt tér

16. melléklet Összefoglaló táblázat a vizsgálat tüzesetekről

(saját szerkesztés a kutatás alapján)

A1 – Klubok és tömegrendezvények (szórakozóhelyek, fesztiválok, rendezvények)

Esemény neve (helyszín)	Ország	Év	Klaszter	Típus	Halálos áldozatok	Kár (millió)	Leírás

						USD)	
Luoyang karácsonyi diszkótűz (Luoyang)	Kína	200 0	A1	Illegális diszkó egy áruházban	309	–	A karácsonyi napon kitört tűzben 309 ember vesztette életét.
Volendam újévi kocsmá tűz (Volendam)	Hollandia	200 1	A1	Újévi rendezvény egy bárban	14	–	2001 szilveszter éjjel tűz ütött ki egy hollandiai bárban, 14 fiatal halálát okozva.
Manor Hotel tűz (Quezon City)	Fülöp- szigetek	200 1	A1	Esküvői rendezvény szállodában	74	–	Egy zsúfolt manilai szállodában keletkezett tűz 74 ember halálát okozta.
Lima Mesa Redonda tűz (Lima)	Peru	200 1	A1	Karácsonyi vásár (tűzijáték- piac)	291	–	A karácsonyi tűzijáték-piacon kitört tűz 291 ember halálát okozta Limában.
La Guajira klubtűz (Caracas)	Venezuela	200 2	A1	Éjszakai klub (pincehelyis ég)	47	–	Tűz ütött ki egy caracasi pinceklubban, 47 ember halálát okozva.

Utopia diszkótűz (Lima)	Peru	200 2	A1	Szórakozóh ely (diszkó)	25	–	Egy illegális limai diszkóban kitört tűz 25 fiatal halálához vezetett.
Santika klubb (Bangkok)	Thaiföld	200 9	A1	Éjszakai klub (újévi party)	66	–	Újévkor tűz pusztított egy bangkoki éjszakai klubban, 66 halálos áldozattal.
Lame Horse klubb (Perm)	Oroszorszá g	200 9	A1	Éjszakai klub (show- pirotechnik a)	153	–	Perm város “Lame Horse” klubjában pirotechnika okozott tüzet, 153 ember halálát okozva.
República Cromañón klubb (Buenos Aires)	Argentína	200 4	A1	Koncertklu b (tútelítettsé g, pirotechnik a)	194	–	Egy zsúfolt argentín koncertklubban keletkezett tűz 194 fiatal halálát eredményezte.
The Station klubb (West	Egyesült Államok	200 3	A1	Koncertklu b	100	–	A Station rockklubban a színpadi tűzijáték által

Warwick, RI)				(pirotechnik a)			okozott tűz 100 embert ölt meg.
Colectiv klubbűz (Bukarest)	Románia	201 5	A1	Koncertklu b (pirotechnik a)	64	–	A Colectiv nevű bukaresti klubban tűzijáték okozott tüzet, 64 halálos áldozattal.
Kiss klubtűz (Santa Maria)	Brazília	201 3	A1	Egyetemi buli (éjszakai klub)	242	–	Egy egyetemi bulin a Kiss klubban keletkezett tűz 242 ember halálát okozta.
Srirangam esküvői csarnok tűz (Trichy)	India	200 4	A1	Esküvői rendezvény (házassági csarnok)	64	–	Egy tamilnádui esküvői csarnokban rövidzárlat okozott tüzet, 64 halottal.
Beni Suef színháztragé dia (Beni Suef)	Egyiptom	200 5	A1	Kultúrház (színházi előadás)	46	–	Egy színházi előadáson gyertyafény okozta tűz 46 ember halálát okozta Egyiptomban.

Permi oroszországi keresztelőtér em-tűz (Uljanovszk)	Oroszország	2007	A1	Illegális istentiszteleti rendezvény	35	–	Egy oroszországi illegális vallási összejövetelen keletkezett tűz 35 halálos áldozatot követelt.
Rouen “Cuba Libre” szülinapi tűz (Rouen)	Franciaország	2016	A1	Bár (születésnapi rendezvény)	14	–	Születésnapi ünnepségen keletkezett tűz a roueni Cuba Libre bárban, 14 fiatal halálát okozva.
Ghost Ship raktártűz (Oakland, CA)	Egyesült Államok	2016	A1	Illegális parti (raktárloft)	36	–	Az Oaklandben illegálisan rendezett rave-partin tűz ütött ki egy raktárépületben, 36 halottal.
Kamala Mills tetőbár tűz (Mumbai)	India	2017	A1	Szórakozóhely (tetőétterem)	14	–	Mumbai két tetőtéri bárjában tűz keletkezett a Kamala Mills komplexumban, 14 halálos áldozattal.

Mountain B klubb (Pattaya)	Thaiföld	202 2	A1	Éjszakai klub (előzene)	20	–	Pattayában egy előzenés klubban hajnalban kitört tűz 20 ember életét követelte.
Binh Duong karaoke bár tűz (Thuận An)	Vietnám	202 2	A1	Karaoke- klub (többszintes)	33	–	Vietnámban egy háromszintes karaoke-bárban keletkezett tűz 33 halálos áldozattal járt.
Bhadohi esküvői sátortűz (Uttar Pradesh)	India	202 2	A1	Esküvői rendezvény (sátor, tűzijáték)	17	–	Egy észak-indiai lakodalomban a dekoráció kigyulladására 17 ember halálát okozta.
Qaraqosh esküvői csarnok tűz (Hamdaníja)	Irak	202 3	A1	Esküvői rendezvény (bálterem)	113	–	2023-ban egy iraki esküvőn fellobbant tűz 113 ember halálát okozta a zsúfolt rendezvénytere mben.
Fonda Milagros	Spanyolors zág	202 3	A1	Éjszakai klub (diszkó)	13	–	A spanyolországi Murcia egyik diszkójában

klubtűz (Murcia)							hajnali tűz ütött ki, 13 halálos áldozattal.
Kočani klubtűz (Kočani)	Észak-Macedónia	2025	A1	Éjszakai klub (koncert)	61	–	2025 elején egy észak-macedóniai éjszakai klubban történt tűztragédia 61 halálos áldozatot követelt.
Gayrettepe klubtűz (Isztambul)	Törökország	2024	A1	Éjszakai klub (élőzene)	29	–	Isztambul Gayrettepe kerületének egyik klubjában keletkezett tűz 29 emberéletet követelt.

A2 – Magasépületek és lakóépületek (többlakásos lakóházak, kollégiumok, toronyházak)

Esemény neve (helyszín)	Ország	Év	Klaszter	Típus	Halálos áldozatok	Kár (millió USD)	Leírás
World Trade Center	Egyesült Államok	2001	A2	Magas irodaházak	2 753	10 000+	A szeptember 11-i támadás következtében a

(WTC) összeomlás a (NY)				(terrorcselekm ény)			World Trade Center ikertornyai leégtek és összeomlottak, ~2753 halálos áldozattal.
Kyanguli kollégiumt űz (Machakos)	Kenya	200 1	A2	Középiskolai kollégium (gyűjtogatás)	68	–	Kenyában egy bentlakásos iskolában diákok gyűjtogatása 68 halálos áldozatot követelt.
Moskva Kollégiumt űz (Patrice Lumumba Egy.)	Oroszorsz ág	200 3	A2	Egyetemi kollégium (diákszálló)	44	–	A moszkvai egyetemi kollégiumban kitört tűzben 44 diák vesztette életét.
Mesa Redonda hosteltűz (Lima)	Peru	200 1	A2	Ifjúsági szálló (hostel)	30	–	Lima belvárosában egy hosteltűz 30 fiatal halálát okozta (túlnyomórészt diákok).

Báku toronyház-tűz (Baku)	Azerbajdzsán	2015	A2	Lakótömb (homlokzati tűz)	15	–	Baku egyik lakótömbjének éghető homlokzata lángra kapott, 15 lakó halálát okozva.
Grenfell Tower tűz (London)	Egyesült Királyság	2017	A2	24 emeletes lakótorony (szociális bérház)	72	–	A londoni Grenfell Tower toronyház 2017-es tüzesete 72 lakó halálával járt.
Lakanal House tűz (London)	Egyesült Királyság	2009	A2	Lakótelepi panelépület	6	–	Egy dél-londoni tömbházban kitört tűz 6 ember halálát okozta; az eset ráirányította a figyelmet a panelházak tűzvédelmére.
Dubai Torch Tower tűz (Dubai)	Egyesült Arab Emírségek	2015	A2	Felhőkarcoló (lakótorony)	0	60+	Dubai 79 emeletes Torch Tower lakófelhőkarcolójában többször keletkezett homlokzati tűz,

							2015-ben súlyos ~\$60M kárt okozva (halálos áldozat nélkül).
Plasco Building tűz és omlás (Teherán)	Irán	201 7	A2	Magas épület (vegyes használatú)	26	–	A 17 emeletes Plasco épület tűz következtében összeomlott Teheránban, 26 tűzoltó és civil halálát okozva.
Mirnyij utcai kollégiumt űz (Moszkva)	Oroszorsz ág	200 6	A2	Orvosi egyetem kollégiuma	9	–	2006-ban tűz ütött ki egy moszkvai egyetemi kollégiumban, 9 külföldi hallgató életét vesztette (túlzsúfoltság és rácsok akadályozták a menekülést).
L'Isle- Verte időszotthon- tűz (Quebec)	Kanada	201 4	A2	Idősek otthona (faház, sprinker nélkül)	32	–	Egy quebeci időszotthon leégése 32 idős ember halálát okozta; a hiányzó

							sprinkler fokozta a tragédiát.
Bronx társasház tűz (New York)	Egyesült Államok	2017	A2	Lakóépület (többlakásos ház)	13	–	New York Bronx negyedében egy társasházi tűz 13 ember halálát okozta – a város legtragikusabb lakástüze évtizedek óta.
Philadelphi a sorháztűz (Philadelphia)	Egyesült Államok	2022	A2	Sorházi lakóépület	12	–	2022-ben egy philadelphiai sorházban keletkezett tűzben 12 lakó vesztette életét, köztük 8 gyermek.
Monrovia bentlakásos iskola tűz (Paynesville)	Libéria	2019	A2	Iszlám bentlakásos iskola (fiúkollégium)	27	–	Egy éjszakai tűz egy libériai korániskolai kollégiumban 27 diák halálával járt.
Wintzenheim üdülőotthon	Franciaország	2023	A2	Fogyatékkal élők üdülőotthona	11	–	Franciaországban egy fogyatékkal élőket táboroztató faház

n tűz (Alsace)							leégése 11 ember halálát okozta.
Johannesburg lakóház tűz (Johannesburg)	Dél-afrikai Köztársaság	2023	A2	Önké occupált lakóépület (szálló)	77	–	Johannesburg belvárosában egy elhagyott többszintes épület lakástűzében 77 ember vesztette életét.
Hanoi “mini” apartmentűz (Hanoi)	Vietnam	2023	A2	Illegálisan átépített társasház	56	–	Hanoiiban egy többszintes “mini-lakóházban” keletkezett tűz 56 ember halálát okozta (az épület egy kijáratral rendelkezett).
Ürümqi toronyház tűz (Hszincsiang)	Kína	2022	A2	Lakótorony (COVID lezárás idején)	10	–	Egy 15 emeletes ürümcsi lakótorony tűzesete 10 ember halálával járt; a lezárt kijáratok akadályozták a menekülést.

Vaulx-en-Velin lakástűz (Lyon)	Franciaország	2022	A2	Lakótelepi épület	10	–	Lyon külvárosában egy ötemeletes lakóépület tűzében 10 lakó vesztette életét, köztük 4 gyermek.
Mangaf munkásszálló tűz (Mangaf)	Kuvait	2024	A2	Munkásszállás (tömegszállás)	50	–	Kuvaitban egy külföldi vendégmunkásoknak otthont adó épületben tűz ütött ki, 50 halálos áldozattal.
Yingcai kollégiumtűz (Csöcsiang)	Kína	2024	A2	Magán bentlakásos iskola kollégium	13	–	2024 elején Kínában, egy bentlakásos iskolában kitört tűz 13 diák halálát okozta.

B – Ipari létesítmények és középületek (gyárak, raktárak, bevásárlóközpontok, kórházak, hivatalok, iskolák)

Esemény neve (helyszín)	Ország	Év	Klaszter	Típus	Halálos	Kár (millió)	Leírás
----------------------------	--------	----	----------	-------	---------	-----------------	--------

					áldozatok	USD)	
Ycuá Bolaño supermarket-tűz (Asunción)	Paraguay	2004	B	Szupermarket (bevásárlóközpont)	364	–	A zsúfolt paraguayi szupermarketben kitört tűz legalább 364 ember halálát okozta.
Mesa Redonda piaci tűz (Lima)	Peru	2001	B	Piac és raktár (pirotechnika)	291	–	Peru fővárosában egy piaci tűzijáték-raktárban keletkezett tűz 291 halálos áldozattal járt.
Comayagua börtöntűz (Comayagua)	Honduras	2012	B	Büntetés-végrehajtási intézet (túlzsúfolt)	358	–	A Comayagua-i fegyházban kitört tűz 358 rab halálát okozta; a világ legpusztítóbb börtöntüze volt.
Ali Enterprises gyártűz (Karacsi)	Pakisztán	2012	B	Ruhagyár (textilüzem)	289	–	Karacsi egyik textilüzemében, az Ali Enterprises-ben keletkezett tűz

							289 dolgozó halálát okozta.
Uphaar mozitűz (Újdelhi)	India	19 97	B	Mozi (nyilvános épület)	59	–	Egy újdelhi filmszínházban kitört tűz 59 néző halálával járt (pánik és elzárt kijáratok súlyosbították a helyzetet).
Kumbakonam iskolatűz (Tamilnádu)	India	20 04	B	Általános iskola (nádtetős épület)	94	–	Egy indiai általános iskolában (Kumbakonam) kitört tűzben 94 kisdiák vesztette életét.
AMRI kórháztűz (Kolkata)	India	20 11	B	Kórház (magánkórház intenzív osztály)	90	–	A kolkatai AMRI kórház tüzesete 90 emberéletet követelt (a legtöbb áldozat a füst miatt vesztette életét).
Jilin baromfifeldolgozó tűz (Mishazi)	Kína	20 13	B	Baromfifeldolgozó üzem (zárlat)	119	–	Északkelet-Kínában egy baromfivágóhidón kitört tűz 119 munkás halálát

							okozta – a kijáratok kapuk zárva voltak.
Tazreen Fashion gyártóüzem (Dakha)	Banglades	2012	B	Ruhagyár (exportüzem)	124	–	A Tazreen Fashion ruhagyárban keletkezett tűz 124 dolgozó halálával járt, rávilágítva a bangladesi gyárak biztonsági hiányosságaira.
West Fertilizer robbanás (Texas)	Egyesült Államok	2013	B	Műtrágyagyár (robbanás + tűz)	15	~100	A West Fertilizer műtrágyaraktár robbanása és tüze 15 ember halálát és ~\$100M kárt okozott.
Soma szénbányatűz (Manisa)	Törökország	2014	B	Szénbánya (robbanás, tűz)	301	–	A soma-i szénbányában keletkezett tűz és robbanás 301 bányász halálát okozta – Törökország legsúlyosabb bányászerecsétl ensége.

Tianjin robbanás és tűz (Tianjin)	Kína	20 15	B	Vegyi raktár (robbanás)	173	1 10 0	A Tianjin kikötői veszélyesanyag- raktárának robbanása és tüze 173 halálos áldozattal járt, a kár >\$1,1 milliárd.
Kemerovo “Zimnyaya Vishnya” tűz (Kemerovo)	Oroszorsz ág	20 18	B	Bevásárlóköz pont (pláza)	60	–	Oroszországban egy bevásárlóközpont ban (Kemerovo) kitört tűz 60 – többnyire gyermek – halálát okozta.
Miryang kórháztűz (Miryang)	Dél- Korea	20 18	B	Kórház (idősek, intenzív osztály)	37	–	A dél-koreai Miryang városi kórház tüzében 37 ember veszítette életét, több mint 130-an megsérültek.
Ibn al-Khatib kórháztűz (Bagdad)	Irak	20 21	B	Kórház (COVID intenzív osztály)	82	–	A bagdadi Covid- kórházban bekövetkezett oxigéntartály- robbanás és tűz

							82 beteg halálát okozta.
Rupganj gyártűz (Narájáangandzs)	Banglades	2021	B	Élelmiszerüzem (feldolgozógyár)	52	–	Egy bangladesi élelmiszergyárban (Hashem Foods) tomboló tűz 52 munkás halálával járt – sok áldozat gyerekmunka volt.
Tangerang börtöntűz (Banten)	Indonézia	2021	B	Börtön (túlzsúfolt, zárka)	49	–	Jakartában egy túlzsúfolt börtönblokkban keletkezett tűz 49 rab halálát okozta.
Anyang gyártűz (Henan)	Kína	2022	B	Vegyesüzem (gyárépület)	38	–	2022-ben tűz ütött ki egy kínai gyárépületben Anyang városában, 38 halálos áldozattal.
Notre-Dame katedrális	Franciaország	2019	B	Műemlék épület (katedrális)	0	1 000+	A párizsi Notre-Dame székesegyház 2019-es tüzesete elpusztította a tetőt és

							huszártornyot (becsült kár >\$1 milliárd).
Nemzeti Múzeum tűz (Rio de Janeiro)	Brazília	20 18	B	Múzeum (nemzeti gyűjtemény)	0	–	A brazíliai Nemzeti Múzeum 2018-as tűzvésze a gyűjtemény 90%-át megsemmisítette.
Star City vidámpark tűz (Manila)	Fülöp- szigetek	20 19	B	Vidámpark és rendezvénykö zpont	0	14	A manilai Star City vidámpark tűzben megsemmisült több létesítmény (kb. \$14M kár), de nem volt halálos áldozat..
South African Parliament tűz (Fokváros)	Dél- afrikai Közt.	20 22	B	Középület (parlament)	0	100 +	2022 januárjában tűz pusztította el a dél-afrikai parlament épületének jelentős részét, a kár több mint \$100M.
Beirut kikötői	Libanon	20 20	B	Kikötői veszélyesanya g-raktár	218	4 00 0+	A bejrúti kikötőben tárolt ammónium-nitrát 2020-ban

robbanás (Bejrút)							felrobbant, 218 ember halálát és \$4 milliárd feletti kárt okozva.
Grenfell Tower tűz (London)	Egyesült Királyság	20 17	B	Lakótorony (szociális bérház)	72	–	(Lásd A2 klaszter – magasépület/lakó ; a Grenfell- tragédia a tűzvédelmi előírások szigorításához vezetett.)

C – WUI (Wildland-Urban Interface) tüzesetek

Esemény neve (helyszín)	Ország	Év	Klasz ter	Típus	Halálo s áldozá tok	Kár (mil lió US D)	Leírás
Görögorszá g erdőtüzek (Peloponnés zosz)	Görögország	200 7	C	Erdőtűz- sorozat (falvakat pusztított)	77	~1 6 00	2007 nyarán Görögorsz ág több megyéjébe n tomboló erdőtüzek 77 halálos

							áldozatot követeltek.
Ausztrália “Black Saturday” bozóttűzek (VIC)	Ausztrália	2009	C	Bozóttűz-sorozat (lakott területeken)	173	~3 000	A 2009-es „Fekete Szombat” bozóttűzek 173 emberélete t követeltek Victoria államban.
Oroszország erdőtüzek (Moszkva környéke)	Oroszország	2010	C	Erdőtűz (hőhullám idején)	54	~300	2010 nyarán a moszkvai térséget érintő erdőtüzek és tőzegtűzek 54 halálos áldozattal jártak, súlyos légszennyezést okozva.

Izrael Kármel- hegyi erdőtűz (Haifa)	Izrael	2010	C	Erdőtűz (autóbusztragé diával)	44	~100	A Kármel- hegyi erdőtűzben 44 ember (főként börtönőrök) vesztette életét, amikor egy buszukat elnyelték a lángok.
Chile erdőtűz (Valparaíso)	Chile	2014	C	Erdőtűz (városrészekre áttért)	15	~500	2014-ben Valparaíso városát nagy erdőtűz sújtotta, 15 lakos halálát és több ezer otthon pusztulását okozva.
Kanada Fort McMurray tűz (Alberta)	Kanada	2016	C	Erdőtűz (városevakuáci ó)	0	7 000	A 2016-os Fort McMurray erdőtűz miatt

							90 000 embert telepítettek ki; a kár >\$7 milliárd, halálos áldozat nem volt.
USA Kaliforniai tűzvihar (Wine Country)	Egyesült Államok	2017	C	Erdőtűz-sorozat (lakóövezetek)	44	10 000	A 2017. októberi kaliforniai tűzviharok (Napa/Sonoma) 44 emberélete t követeltek és ~\$10 milliárd kárt okoztak.
Portugália Pedrógão Grande tűz	Portugália	2017	C	Erdőtűz (falusi úton csapdába estek)	66	~600	A 2017 júniusi portugáliai erdőtűz során 66 ember – többen autóikban

							– vesztette életét a lángok elől menekülve.
Portugália–Spanyolország októberi tüzek	Portugália/Spanyolország	2017	C	Erdőtűz-sorozat (gyújtogatás gyanúja)	49	~300	2017 októberében újabb erdőtűzek lobbantak fel Portugália északi és Spanyolország határmenti területein, összesen 49 halálos áldozattal.
Görögország Mati tűzvész (Attika)	Görögország	2018	C	Erdőtűz (tengerparti üdülőtelepülés)	103	~200	A 2018 júliusi Mati erdőtűzben 103 ember vesztette életét; sokan autóban vagy a

							tengerbe menekülve lelteek halálra.
USA Camp Fire tűz (Paradise, CA)	Egyesült Államok	2018	C	Erdőtűz (kisváros megsemmisült)	85	16 500	A 2018-as Camp Fire Kaliforniában 85 ember halálát okozta és Paradise városát porig égette (~\$16,5 milliárd kár).
Ausztrália “Black Summer” tűzvész (Ausztrália)	Ausztrália	2019–20	C	Országos bozótűz-szezon	34	2 500	A 2019–20-as ausztrál „Fekete Nyár” bozótűz-szezonban 34 ember halt meg; a tüzek hatalmas területet és

							több ezer otthont pusztította k el (kár >\$2,5 milliárd).
Algéria erdőtűzek (Kabília régio)	Algéria	202 1	C	Erdőtűz- sorozat (hőhullám, gyújtogatás)	90	~10 0	2021 augusztusá ban Algériában 90 ember (33 katona is) vesztette életét a Kabília régión sújtó erdőtűzekb en.
Algéria erdőtűzek (El Tarf)	Algéria	202 2	C	Erdőtűz- sorozat (nemzeti park)	37	~50	2022 nyarán Algéria északkeleti részén, El Tarf tartomány ban tomboló erdőtűzek

							37 emberélete t követeltek.
Maui tűzvész (Lāhainā)	Egyesült Államok	2023	C	Bozóttűz (kisvárost perzselt fel)	99	5 500	2023 augusztusában Hawaiiin, Lahaina városában pusztító bozóttűz 99 ember halálát okozta és a történelmi városközpontot romba döntötte.

D – Egyéb tüzesetek (közlekedési balesetek, üzemanyag-robbanások, speciális esetek)

Esemény neve (helyszín)	Ország	Év	Klaszter	Típus	Halálos áldozatok	Kár (millió USD)	Leírás

Egyiptomi vonatégés (Al-Ajját)	Egyiptom	200 2	D	Vasúti szerelvény (vonat) tűz (baleset)	373	–	2002-ben Kairó közelében egy zsúfolt személyvonato n keletkezett tűz 373 utas halálát okozta (gázfőző robbanása miatt).
Daegu metrótűz (Daegu)	Dél-Korea	200 3	D	Metrószerelvény (gyújtogatás)	192	–	Dél-Koreában egy elmebeteg által okozott metrótűz 192 emberéletet követelt Daegu városában.
Al-Salam Boccaccio komptűz (Vörös- tenger)	Egyiptom	200 6	D	Komphajó (fedélzeti tűz, elsüllyedt)	1 020	–	A Boccaccio 98 komphajón 2006-ban tűz ütött ki az autófedélzeten , a hajó elsüllyedt – a katasztrófában ~ 1 020 ember veszett oda.

Abule Egba csővezeték- tűz (Lagos)	Nigéria	2006	D	Üzemanyagvezeték-robbanás (lopás miatti)	269	–	Lagos egy nyomornegyedében illegálisan megcsapolt üzemanyagvezeték robbanása és tüze 269 embert égetett halálra.
Sange üzemanyagtartály robbanás (Sange)	Kongói DK	2010	D	Üzemanyagszállító tartálykocsi (baleset)	230	–	2010-ben a Kongói DK Sange falujában felborult egy benzinszállító tartálykocsi; a kiömlő üzemanyag meggyulladt és ~ 230 falusi égett halálra.
Nairobi-Sínai csővezeték- tűz (Nairobi)	Kenya	2011	D	Üzemanyagvezeték-robbanás (szivárgás)	120	–	Nairobi Sínai nyomornegyedében szivárgó üzemanyagvezeték robbanása 120 ember

							halálát okozta 2011-ben.
Juba tankerrobbanás (Magwi)	Dél-Szudán	2015	D	Üzemanyagszállító tartálykocsi (baleset)	203	–	2015-ben Dél-Szudánban felrobbant egy felborult benzinszállító kamion, a tűzben 203 falusi vesztette életét (az üzemanyag gyűjtése közben).
Morogoro tartálykocsi-tűz (Morogoro)	Tanzánia	2019	D	Üzemanyagszállító tartálykocsi (baleset)	85	–	2019-ben Tanzániában tömegek gyűltek ki egy balesetet szenvedett tartálykocsihoz üzemanyagot gyűjteni, amikor az felrobbant – 85 halott.
Tlahuelilpan csővezeték-tűz (Hidalgo)	Mexikó	2019	D	Üzemanyagvezeték-robbanás (tolvajlás)	137	–	2019-ben Mexikóban, Hidalgo

							államban egy megcsapolt üzemanyagcső robbanása 137 ember halálát okozta, akik üzemanyagot akartak lopni.
Freetown üzemanyag-tartály-tűz (Freetown)	Sierra Leone	2021	D	Üzemanyag-tanker robbanás (közúti baleset)	151	–	2021-ben Freetownban egy ütközés miatt kigyulladó üzemanyag-tanker tüze 151 ember halálát okozta (sokan a kifolyt üzemanyagot gyűjtötték).
Lac-Mégantic vonatbaleset (Québec)	Kanada	2013	D	Vasúti tartálykocsi robbanás+tűz	47	~1 200	A fék nélküli tehervonat kisiklása Lac-Méganticben robbanást és tüzet okozott, 47 halálos áldozattal; a belváros

							megsemmisült (~\$1,2 milliárd kár).
Oszamai kaszárnnyatűz (Jereván)	Örményor szág	202 3	D	Katonai laktanya (robbanás+tűz)	15	–	2023-ban egy örményországi katonai lőszerraktárba n bekövetkezett robbanás és tűz 15 sorkatona halálát okozta.
Princess of the Stars komptragédia (Sibuyan- sziget)	Fülöp- szigetek	200 8	D	Komphajó (tájfunsüllyedé s, vegyi tűz)	814	–	2008-ban a Princess of the Stars komphajó tájfúnban elsüllyedt; a fedélzetén lévő vegyi anyagok tüzet okoztak. 814 ember veszett oda (részben tűz, részben fulladás).

17. melléklet Tanulásmátrix klaszterenként (saját szerkesztés a kutatás alapján)

Klaszter	Észlelés, riasztás	Oltórendszerek	Kiürítés, menekülés	Anyaghasználat, passzív védelem	Szabályozás, felelősség	Speciális tényezők és kihívások
A1 Tömegpánikos klub- és rendezvény tüzek	Tűzjelzők hiánya, kikapcsolt rendszerek	Sprinklerek hiánya, tiltás	Kevés kijárat, tömeg torlódása, pánik	Gyúlékony belső burkolatok, habszivacs	Szigorítás csak katasztrófa után; engedélyezési rendszer gyenge	Emberi viselkedés, zsúfoltság, pirotechnika
A2 Magas épületek tüzesetei	Késleltetett észlelés, rossz protokoll (pl. „stay put”)	Nincs sprinkler, vagy csak részben	Egyetlen lépcsőház, akadályozott kijárat	Éghető homlokzati panelek (ACM), vertikális tűzterjedés	Homlokzati előírások változtak Grenfell után	Magasság, füstgáz-terjedés, kommunikációs hibák
B Ipari és középületi tüzek	Hiányzó vagy szándékosan kikapcsolt jelzőrendszerek	Oltórendszerek gyakran nem működtek vagy hiányoztak	Bezárt vészkijáratok, személyzet képzetlensége	Magas tűzterhelésű anyagok, burkolatok	Ellenőrzési rendszer gyenge, végrehajtási hiányos	Munkaügyi, büntetőjogi következmények

Klaszter	Észlelés, riasztás	Oltórendszerek	Kiürítés, menekülés	Anyaghasználat, passzív védelem	Szabályozás, felelősség	Speciális tényezők és kihívások
C WUI-zónás vegetációtűz	Riasztás késve vagy nem célzottan történik	Kevés aktív védelem az épületeknél	Települési kiürítési terv gyakran hiányzik	Éghető tető, kémény, növényzet a ház körül	Nincs egységes előírás a WUI zónákra	Klímaváltozás, lakóterületi kiterjedtség, infrastruktúra hiány
D Egyéb rendkívüli tüzesetek és robbanások	Rendszerhiány (pl. alagútban, hajón), nincs időbeni észlelés	Speciális rendszerek (pl. vízköd) hiányoznak	Nehezen hozzáférhető menekülőjáratok	Éghető járműanyagok, mérgező füst	Szabályszegés, anyag tárolás, korrupciós háttér	Komplex eseménylánc, atipikus helyszín, robbanás

18. melléklet Nemzetközi tűzvédelmi kockázatértékelési modellek fő komponenseinek, alkalmazási területeinek, dimenzióinak, indikátorainak, adattípusainak összehasonlító táblázata (saját szerkesztés a kutatás alapján)

Modell	Alkalmazási terület	Fő komponensek / dimenziók	Tipikus indikátorok	Adattípusok / források	Sajátosságok / Megjegyzés
FEMA THIRA	Országos, regionális, helyi szintű kockázatértékelés	Hazard, Exposure, Vulnerabilitás	Potenciális veszélyek, érintett lakosság,	Leíró statisztikák, helyi és	Multi-hazard, komplex, bármilyen

Modell	Alkalmazási terület	Fő komponensek / dimenziók	Tipikus indikátorok	Adattípusok / források	Sajátosságok / Megjegyzés
		y, Coping Capacity	sérülékenység, reagálóképesség	országos adatbázisok	kockázattípusra alkalmazható
FireCAR ES	Települési, tűzoltósági szint	Fire Risk, Community Attributes, Fire Department Performance, Social Vulnerability	Tűzesetszám, válaszüldő, SVI, room-of-origin arány, tűzoltósági erőforrások	NIST, CDC SVI, helyi tűzoltósági és demográfiai adatok	SVI integráció, performance alapú értékelés
NFPA 1300	Közösségi kockázateértékelés és -csökkentés	Risk Identification, Risk Prioritization, CRR Plan	Épületállomán y, válaszüldő, veszélyes létesítmények, lakossági jellemzők	Helyi kockázati regiszterek, statisztikák	CRA/CRR, adatalapú döntéshozatal
NFPA 1700	Taktikai, beavatkozásközpontú	Fire Dynamics, Tactical Windows, Personnel	Beavatkozási idők, személyzetszám, tűz fejlődési modell	Kísérleti és szimulációs adatok, NIST, NFPA	Zárt téri tűzoltás, tudományos ajánlások

Modell	Alkalmazási terület	Fő komponensek / dimenziók	Tipikus indikátorok	Adattípusok / források	Sajátosságok / Megjegyzés
		Performanc			
EU JRC Risk Atlas	Európai, regionális, települési szint	Hazard, Exposure, Vulnerability	Veszélyességi térképek, expozíció, sérülékenységi mutatók	Pan-európai térinformatikai adatbázisok, statisztikák	Egységes európai módszertan, GIS-integráció
INFORM	Globális, nemzeti, regionális	Hazard & Exposure, Vulnerability, Lack of Coping Capacity	Természeti/emberi veszélyek, társadalmi-gazdasági mutatók, intézményi kapacitás	Nemzetközi statisztikák, ENSZ, EU adatok	Multi-hazard, multidimenzionális
Sendai Keret	Nemzetközi stratégiai keret	Hazard, Exposure, Vulnerability, Coping Capacity	Multi-hazard, megelőzési és ellenállóképességi indikátorok	Átfogó, országszintű és ágazati jelentések	Stratégiai, prevenció fókusz, multidimenziós megközelítés

19. melléklet A TTVI modell dimenzióinak megfeleltetése a nemzetközi modellek fő komponenseihez (saját szerkesztés a kutatás alapján)

TTVI dimenzió	FEMA THIRA	FireCAR ES	NFPA 1300	NFPA 1700	EU JRC	INFORM	Sendai Keret
Tűzeseti gyakoriság és súlyosság	Hazard, Impact	Fire Risk, Performance	Risk Identification	Fire Dynamic s, Tactical Windows	Hazard	Hazard & Exposure	Hazard, Exposure
Elérhetőség, reakcióidő	Coping Capacity	FD Performance	Risk Prioritization, Response	Personnel Performance, Tactical Windows	Vulnerability, Capacity	Coping Capacity	Coping Capacity
Társadalmi sérülékenység	Vulnerability	Social Vulnerability	Community Attributes	-	Vulnerability	Vulnerability	Vulnerability
Vegetációs kitettség (WUI, NVV)	Hazard, Exposure	Hazard (WUI Risk)	Hazard	-	Hazard, Exposure	Hazard & Exposure	Hazard, Exposure
Létesítményi kockázat	Hazard, Coping Capacity	Community Attributes	Risk Identification, Priority	-	Vulnerability, Exposure	Coping Capacity, Vulnerability	Coping Capacity, Vulnerability

20. melléklet Bács-Kiskun vármegyei települések kategorizálása

S1 – Alapszint: alsó 20% (legkisebb értékek)

S2 – Fókusz: 20–40% közötti értékek

S3 – Prioritás: 40–60% közötti értékek

S4 – Kiemelt: 60–80% közötti értékek

S5 – Legkiemeltebb: felső 20% (legnagyobb értékek)

Település	TT VI	TK I	EI	TS ZI	VKI	LTKP
Akasztó	S4	S3	S1	S3	Nincs ilyen veszélyeztetett ség	Nincs ilyen veszélyeztetett ség
Apostag	S4	S1	S1	S2	Nincs ilyen veszélyeztetett ség	Nincs ilyen veszélyeztetett ség
Baja	S1	S2	S1	S5	S4	S5
Ballószög	S2	S3	S1	S3	S3	Nincs ilyen veszélyeztetett ség
Balotaszállás	S4	S2	S1	S2	S5	Nincs ilyen veszélyeztetett ség
Borota	S2	S1	S1	S1	S5	Nincs ilyen veszélyeztetett ség

Bugac	S4	S5	S1	S4	S4	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Bugacpusztaháza	S4	S2	S1	S2	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Bácsalmás	S1	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség	S5	Nincs ilyen veszélyeztetettség	S2
Bácsbokod	S1	S2	S1	S1	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Bácsborsód	S5	S5	S1	S5	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Bácsszentgyörgy	S3	S4	S1	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Bácsszőlős	S2	S4	S1	S1	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Bátmonostor	S1	S2	S1	S1	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség

Bátya	S1	S2	S1	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Bócsa	S5	S5	S1	S5	S5	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Csengőd	S3	S4	S1	S4	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Csikéria	S3	S5	S1	S2	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Császártöltés	S4	S3	S1	S4	S4	S2
Csátalja	S2	S5	S1	S5	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Csávoly	S3	S2	S1	S4	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Csolyospálos	S5	S3	S1	S3	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Drágszél	S5	S5	S1	S5	Nincs ilyen veszélyeztetettség	Nincs ilyen veszélyeztetettség

Dunaegyháza	S2	S4	S1	S2	Nincs ilyen veszélyeztetett ség	Nincs ilyen veszélyeztetett ség
Dunafalva	S3	S4	S1	S3	S1	Nincs ilyen veszélyeztetett ség
Dunapataj	S2	S3	S1	S4	S2	Nincs ilyen veszélyeztetett ség
Dunaszentbene dek	S5	S4	S1	S3	Nincs ilyen veszélyeztetett ség	Nincs ilyen veszélyeztetett ség
Dunatétlen	S3	S1	S1	S1	Nincs ilyen veszélyeztetett ség	Nincs ilyen veszélyeztetett ség
Dunavecse	S5	S3	S1	S4	Nincs ilyen veszélyeztetett ség	Nincs ilyen veszélyeztetett ség
Dusnok	S3	S1	S1	S1	Nincs ilyen veszélyeztetett ség	Nincs ilyen veszélyeztetett ség
Dávod	S1	S1	S1	S1	S1	Nincs ilyen veszélyeztetett ség

Fajsz	S1	S1	S1	S1	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Felsőlajos	S2	S1	S1	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Felsőszentiván	S3	S3	S1	S3	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Foktő	S2	S2	S1	S3	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Fülöpháza	S2	S1	S1	S2	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Fülöpjakab	S2	S1	S1	S2	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Fülöpszállás	S2	S1	S1	S2	S5	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Gara	S2	S2	S1	S2	S4	Nincs ilyen veszélyeztetettség

Gáter	S2	S1	S1	S2	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Géderlak	S1	S1	S1	S1	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Hajós	S2	S2	S1	S2	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Harkakötöny	S5	S5	S1	S5	S5	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Harta	S3	S3	S1	S3	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Helvécia	S2	S2	S1	S3	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Hercegszántó	S2	S2	S1	S2	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Homokmégy	S2	S2	S1	S3	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség

Imrehegy	S2	S1	S1	S2	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Izsák	S3	S2	S1	S3	S4	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Jakabszállás	S2	S2	S1	S2	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Jánoshalma	S3	S4	S1	S4	S4	S4
Jászszentlászló	S2	S1	S1	S2	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Kalocsa	S1	S2	S1	S2	S1	S4
Kaskantyú	S2	S2	S1	S3	S4	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Katymár	S3	S3	S1	S3	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Kecel	S2	S2	S1	S3	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Kecskemét	S2	S2	S1	S2	S1	S5

Kelebia	S3	S3	S1	S4	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Kerekegyháza	S2	S2	S1	S2	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Kiskunfélegyháza	S2	S2	S1	S3	S2	S4
Kiskunhalas	S2	S2	S1	S3	S5	S4
Kiskunmajsa	S2	S2	S1	S2	S3	S4
Kiskőrös	S1	S1	S1	S2	S2	S4
Kisszállás	S2	S2	S1	S3	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Kunadacs	S3	S4	S1	S4	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Kunbaja	S2	S2	S1	S2	S4	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Kunbaracs	S2	S1	S1	S2	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség

Kunfehértó	S3	S4	S1	S4	S4	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Kunpeszér	S3	S3	S1	S3	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Kunszentmikló s	S3	S3	S1	S3	S2	S3
Kunszállás	S2	S1	S1	S2	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Kéleshalom	S1	S1	S1	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Kömpöc	S1	S1	S1	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Ladánybene	S2	S1	S1	S2	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Lajosmizse	S2	S2	S1	S2	S2	S3
Lakitelek	S2	S1	S1	S2	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség

Madaras	S2	S1	S1	S2	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Miske	S1	S1	S1	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Mátételke	S2	S2	S1	S2	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Mélykút	S2	S2	S1	S2	S2	S3
Móricgát	S5	S5	S1	S5	S5	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Nagybaracska	S1	S2	S1	S2	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Nemesnádudvar	S3	S3	S1	S3	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Nyárlőrinc	S2	S1	S1	S2	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Ordas	S1	S1	S1	S2	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség

Orgovány	S2	S2	S1	S3	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Petőfiszállás	S2	S1	S1	S2	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Pirtó	S2	S1	S1	S2	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Páhi	S3	S4	S1	S4	S4	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Pálmonostora	S3	S2	S1	S3	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Rém	S2	S1	S1	S2	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Solt	S2	S2	S1	S2	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Soltszentimre	S2	S1	S1	S2	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Soltvadkert	S2	S2	S1	S2	S2	S3

Szabadszállás	S5	S5	S2	S5	S5	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Szakmár	S3	S3	S1	S3	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Szalkszentmárton	S2	S2	S1	S3	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Szank	S3	S3	S1	S4	S4	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Szentkirály	S5	S5	S2	S5	S4	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Szeremle	S2	S2	S1	S3	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Sükösd	S2	S2	S1	S3	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Tabdi	S3	S3	S1	S4	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség

Tass	S2	S2	S1	S3	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Tataháza	S2	S2	S1	S2	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Település	TT VI	TK I	EI	TS ZI	VKI	LTKP
Település	TT VI	TK I	EI	TS ZI	VKI	LTKP_
Település	TT VI	TK I	EI	TS ZI	VKI	LTKP
Tiszaalpár	S3	S3	S1	S4	S4	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Tiszaújváros	S2	S2	S1	S3	S2	S3
Tiszaug	S1	S1	S1	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Tompa	S5	S5	S3	S5	S5	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Tótlár	S3	S3	S1	S4	S3	Nincs ilyen veszélyeztetettség

Uszód	S1	S1	S1	S1	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Vaskút	S3	S2	S1	S3	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Városföld	S1	S1	S1	S1	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Zsana	S4	S5	S1	S5	S5	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Ágasegyháza	S2	S1	S1	S2	S2	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Érsekcsanád	S1	S2	S1	S2	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Érsekhalma	S1	S1	S1	S2	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Öregcsertő	S1	S1	S1	S2	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség

Újsolt	S2	S1	S1	S2	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség
Újtelek	S2	S1	S1	S2	S1	Nincs ilyen veszélyeztetettség

21. melléklet A települések klaszter besorolása

Klaszter 0 – Komplexen veszélyeztetett települések (Legalább három S5-ös index bármelyikből)_Települések: Újsolt, Újtelek, Móricgát, Drágszél, Harkakötöny, Tompa

Klaszter 1 – Elérhetőségi problémás települések (EI index S5 vagy S4, de nem komplex veszélyeztetett) Települések: Bugacpusztaháza, Csengőd, Csikéria, Dunaegyháza, Dunaszentbenedek, Fülöpszállás, Imrehegy, Kunadacs, Kunfehértó, Ladánybene, Páhi, Szentkirály

Klaszter 2 –VKI-kritikus települések (VKI index S5 vagy S4, nem komplex, nem EI-problémás)_Települések: Balotaszállás, Bócsa, Borota, Bugac, Gara, Kiskunhalas, Mélykút, Zsana

Klaszter 3 – Intézményi/strukt. nagyváros (LTKP S5 és/vagy városi típus) Települések: Kecskemét, Baja, Kiskőrös, Kalocsa

Klaszter 4 – Alacsony/periférikus települések (Minden fő index S1/S2, vagy max. egy S3) Települések: Akasztó, Apostag, Ballószög, Bácsalmás, Bácsbokod, Bácsborsód, Bácsszentgyörgy, Bácsszőlős, Bátmonostor, Bátya, Császártöltés, Csátalja, Csávoly, Csólyospálos, Dávod, Dusnok, Fajsz, Felsőlajos, Felsőszentiván, Foktő, Fülöpháza, Fülöpjakab, Hajós, Harta, Helvécia, Hercegszántó, Homokmégy, Izsák, Jakabszállás, Jánoshalma, Jászszenzlászló, Kaskantyú, Katymár, Kecel, Kerekegyháza, Kisszállás, Kunbaja, Kunbaracs, Kunpeszér, Kunszentmiklós, Kunszállás, Kéleshalom, Kömpöc, Lajosmizse, Lakitelek, Madaras, Mátételke, Nagybaracska, Nemesnádudvar, Nyárlőrinc, Ordas, Orgovány, Petőfiszállás, Pirtó, Pálmonostora, Rém, Solt, Soltszentimre,

Soltvadkert, Szakmár, Szalkszentmárton, Szank, Szeremle, Sükösd, Tabdi, Tass, Tataháza, Tiszaalpár, Tiszakécske, Tiszaug, Tázlár, Uszód, Vaskút, Városföld, Ágasegyháza, Érsekcsanád, Érsekhalma, Öregcsertő

Klaszter 5 – Egyéb, átmeneti/vegyes mintázatú települések (indexben nem extrém magas vagy alacsony, „közepes” profil) Települések: Felsőszentiván, Gátér, Géderlak, Jakabszállás, Jánoshalma, Kiskunfélegyháza, Kiskunmajsa, Kiskőrös, Kunszentmiklós, Kunszállás, Kömpöc, Lajosmizse, Lakitelek, Madaras, Mélykút, Orgovány, Pirtó, Pálmonostora, Soltszentimre, Szakmár, Szank, Szeremle, Tabdi, Tiszakécske, Tiszaug, Városföld

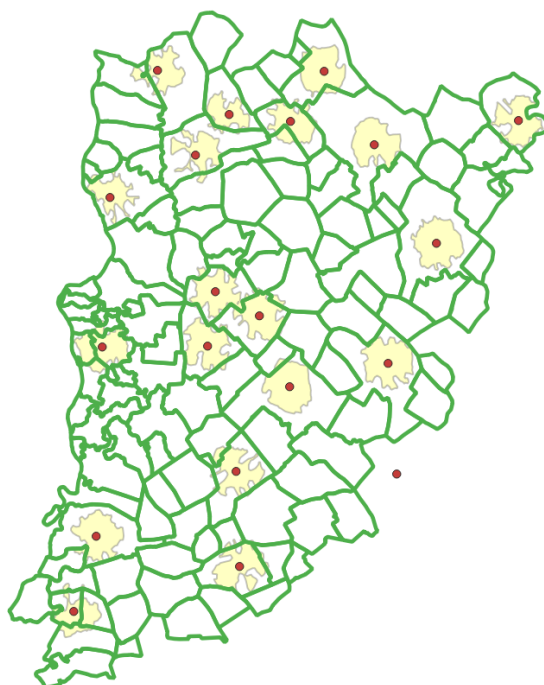
22. melléklet A wui zónák és a tűzoltóságok elérési zónái Bács-Kiskun vármegyében

wui.gpkg :

https://diakoffice-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/gyj2020_sulid_hu/ERzO8BOZSVdLgq36Mu6BWFQBkxPQNt3a1D_JwUCPJUal7w?e=kQkaNC

donut.gpkg :

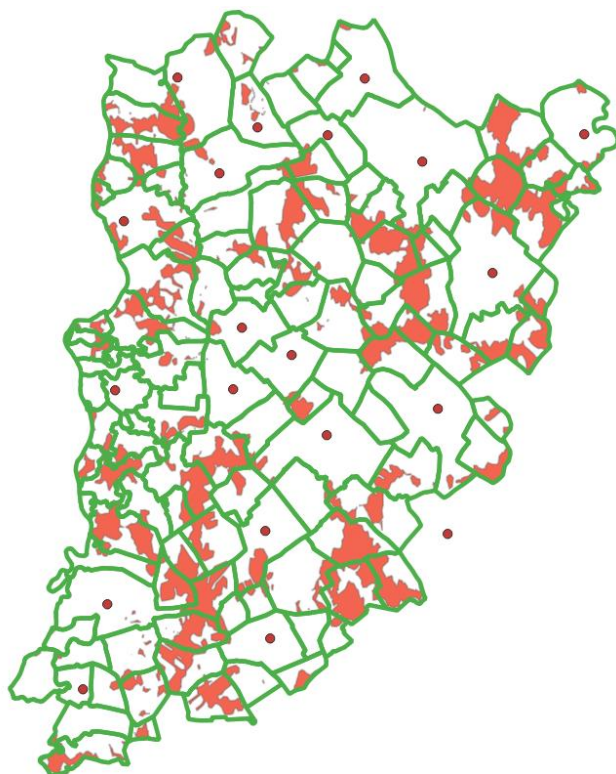
https://diakoffice-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/gyj2020_sulid_hu/EthmbYUdIAZJjfPkxgRyPbgBY3JUR2K7xw6Ykz43EPIcow?e=uahdDi



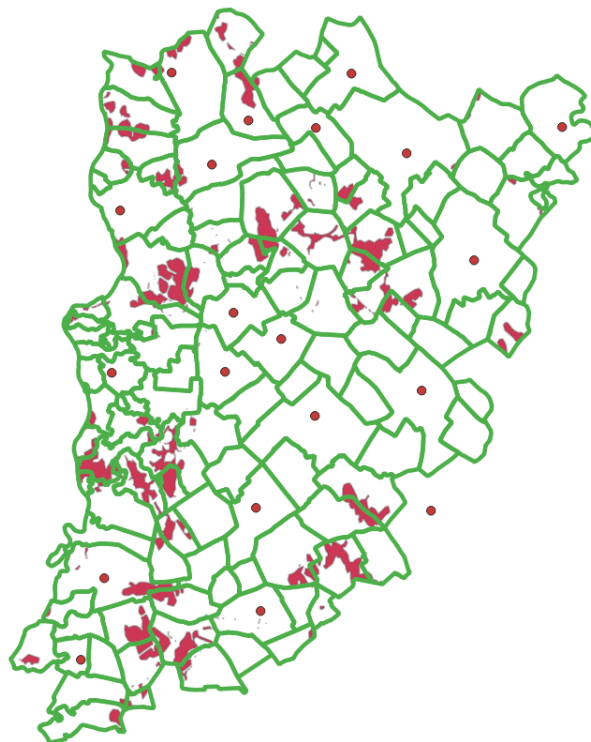
Bács-Kiskun vármegyei települései és a tűzoltóságok 0-8 km-es elérési zónája



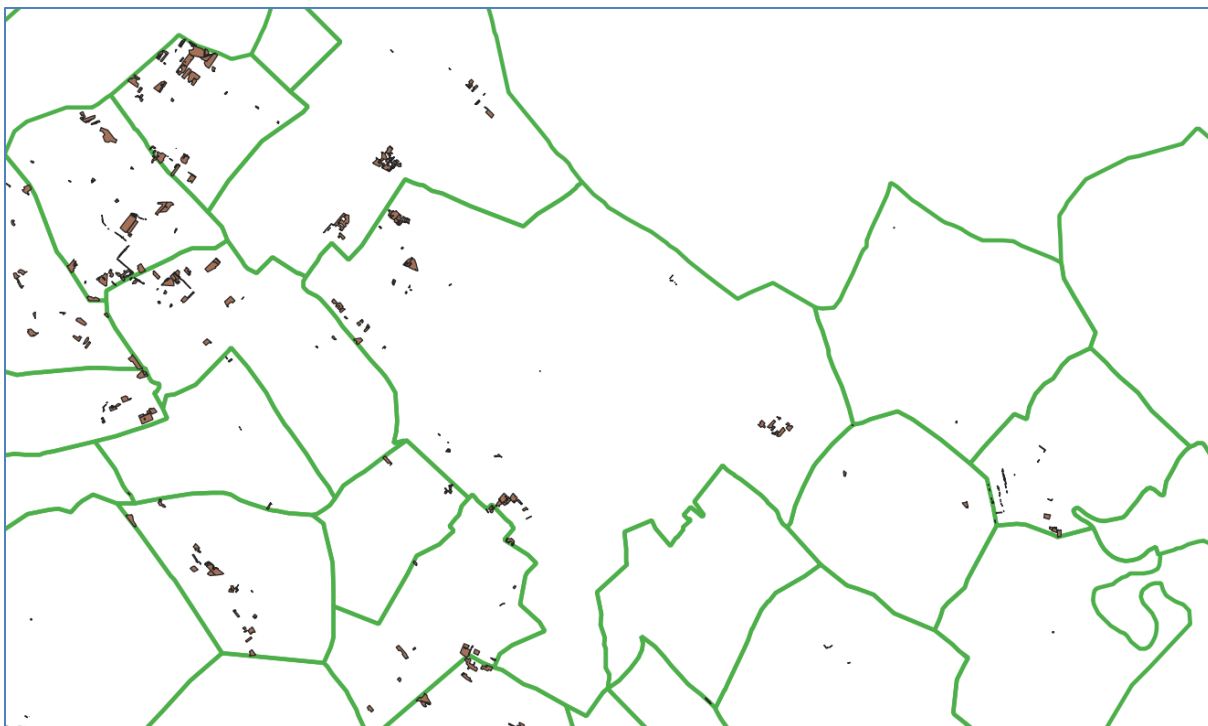
Bács-Kiskun vármegyei települései és a tűzoltóságok 10-15 km-es elérési zónája



Bács-Kiskun vármegyei települései és a tűzoltóságok 15-20 km-es elérési zónája



Bács-Kiskun vármegyei települései és a tűzoltóságok 20-25 km-es elérési zónája



Kecskemét térségének WUI zónái



Bács-Kiskun vármegye 1085 darab beazonosított WUI zónája

23. melléklet A Firewise, Home Fire Safety Visit és a brit National Operational Learning rendszerek leírásai

Firewise program

Lényege, fő lépések:

A Firewise az USA-ban kidolgozott, közösségalapú tűz megelőzési program, amely a lakosság aktív részvételére épít a Wildland-Urban Interface (WUI) területeken. Célja, hogy a lakóközösségek önkéntes, szervezett munkával csökkentsék a vegetációtűz és háztűz kockázatát. A program fő lépései:

- A helyi közösség (utca, falu, településrész) regisztrál a Firewise programba.
- Helyi kockázatfelmérés történik: a szakértők és lakók közösen azonosítják a fő tűzveszélyforrásokat, veszélyes növényzetet, gyúlékony udvari tárgyakat.
- Akcióterv készül: kijelölik a szükséges beavatkozásokat (pl. aljnövényzet eltávolítása, védősáv kialakítása a házak körül, faágak felnyesése, tetők tisztítása, éghető hulladék eltávolítása).
- Évente közösségi tűzvédelmi napot tartanak, ahol a lakók közösen végzik el a szükséges beavatkozásokat.
- Folyamatos képzés, lakossági tájékoztatás, tapasztalatcsere.

Mérhető eredmények (USA):

- A Firewise-közösségekben dokumentáltan kevesebb a háztűz és kisebbek a károk a nagyobb erdő- és bozóttüzek során.
- Több ezer regisztrált közösség, éves szinten több tízezer lakó vesz részt a programban.
- Az aktívan részt vevő lakóterületeken a károk súlyossága jelentősen csökkent (pl. 2018-as kaliforniai tüzek során Firewise-településeken lényegesen kevesebb ház égett le, mint a kontrollcsoportban).
-

Adaptációs lehetőség magyar viszonyokra:

- A magyarországi WUI-zónák (tanyás települések, külterületi lakóövezetek) kiválóan alkalmasak a Firewise-modell adaptálására.
- Az önkormányzat, a katasztrófavédelem és a helyi közösség együttműködésével szervezett „tűzvédelmi napok” (pl. tavaszi-őszi metszés, kaszálás, takarítás, veszélyes hulladék gyűjtés) bevezethetők.
- Szükséges: jogszabályi ösztönzés, szakmai útmutató, helyi koordinátorok (pl. falugondnok, polgárőr), szakmai támogatás (katasztrófavédelem, erdészet).
- Hosszú távon növeli a települések ellenállóképességét és csökkenti a nagy kárú szabadtéri tüzek kockázatát.

Home Fire Safety Visit (Egyesült Királyság)

Lényege, fő lépések:

A Home Fire Safety Visit az Egyesült Királyságban működő tűz megelőzési program, amelynek keretében a tűzoltóság munkatársai előre egyeztetett időpontban felkeresik a lakosságot – elsősorban a magas kockázatú háztartásokat (idősek, egyedül élők, szociálisan sérülékenyek).

- Ingyenesen felszerelnek optikai füstérzékelőt a hálósobába és menekülési útvonalra.
- Átvizsgálják a lakás főbb tűzveszélyes pontjait (konyha, fűtés, elektromos hálózat), tanácsot adnak a veszélyek elkerülésére.
- Tájékoztatják a lakókat a legfontosabb menekülési szabályokról (pl. „csukd be az ajtót lefekvéskor”, evakuációs terv).
- Időszakos utánkövetés: elemcserék, tanácsadás frissítése évente.

Mérhető eredmények (UK):

- Azokban a háztartásokban, amelyek részt vettek a programban, tízszer ritkábban következett be tüzeset vagy tűzhalál.
- A brit lakástűzes halálozás aránya jelentősen csökkent a program bevezetése óta.

- Évente több százezer lakásban szerelnek fel érzékelőt, különösen a legrászorultabbaknál.

Adaptációs lehetőség magyar viszonyokra:

- A magyarországi lakástűz-halálozási statisztikák indokoltá teszik a célzott, ingyenes füstérzékelő-terjesztési program bevezetését.
- Az önkormányzati szociális hálózat, tűzoltóság, civil szervezetek (pl. idősök klubja, családsegítő) bevonásával azonosíthatók a sérülékeny csoportok.
- A tűzoltók és/vagy önkéntesek közvetlenül telepítik a füstérzékelőt, oktatást tartanak, és évente visszatérnek ellenőrizni.
- Az intézkedés különösen vidéken és hátrányos helyzetű településeken lenne hatékony.

National Operational Learning (NOL, Egyesült Királyság)

Lényege, fő lépések:

A National Operational Learning (NOL) az Egyesült Királyság tűzoltóságainak szervezeti tanulási rendszere, amely strukturáltan gyűjti és osztja meg a tüzesetek tapasztalatait az ország összes tűzoltósága között.

- Minden jelentős vagy rendhagyó kimenetelű tüzeset után a beavatkozó parancsnok szabványosított esetjelentést készít (fő tanulságok, problémák, jó gyakorlatok).
- Ezeket a jelentéseket egy országos központi adatbázisban összesítik, tematikusan kategorizálják.
- Elemző munkacsoport rendszeresen kiértékeli az adatokat, trendeket, visszatérő problémákat azonosít, javaslatokat fogalmaz meg.
- A jó gyakorlatokat és tanulságokat országos szinten ajánlásként közzéteszik, eljuttatják minden tűzoltósághoz, és nyomon követik a megvalósulást.

Mérhető eredmények (UK):

- Lényegesen gyorsabb tudásáramlás, a hibákból való tanulás országos szintű intézményesülése.

- Az ismétlődő szervezeti hibák száma csökkent, új eszközök, taktikák bevezetése felgyorsult.
- A rendszer hozzájárult a tűzoltói balesetek és súlyos beavatkozási hibák csökkenéséhez.

Adaptációs lehetőség magyar viszonyokra:

- A BM OKF, vármegyei katasztrófavédelem és hivatásos tűzoltó-parancsnokságok közötti egységes tapasztalattmegosztó platform (Nemzeti Tűzoltói Tanulási Platform, NTTP) kiépítése hasonló rendszer szerint.
- Standardizált esettanulmány-sablon, adatbázis, rendszeres tapasztalatértékelő workshopok bevezetése.
- A hibák és jó megoldások országos szintű visszacsatolása segíthetné a szabályozás és képzés fejlődését, csökkentve a súlyos hibák ismétlődését, növelve a tűzoltás hatékonyságát.