

A biztonságtudatosság szerepe a kiskunsági erdő- és vegetációtüzek megelőzésében

Absztrakt

A 21. században felgyorsult klímaváltozás, illetve a rohamos, gyakran környezetpusztító, és az emberi közösségek és a természet szimbiózisát nélkülöző társadalmi, ipari változások eredményeként megnövekedett az emberiséget közvetlenül fenyegető természeti katasztrófák kockázata. Az egymást erősítő hatások eredményeként Bács-Kiskun vármegye magyarországi és európai szinten is kiemelten fenyegetett színterévé vált az emberi közösségeket közvetlenül érintő erdő- és vegetációtüzeknek. A Neumann János Egyetem Biztonságtudatossági Tudásközpont kezdeményezésének egyik kiemelt célja a hasonló jellegű fenyegetettségek kockázatának csökkentése. Ennek keretében kezdődött meg egy MI alapú előre jelző rendszer kifejlesztése. Jelen tanulmány az eddig elvégzett munka összegzése.

Kulcsszavak: biztonságtudatosság, erdőtűz, mesterséges intelligencia, előrejelzés

Abstract

As a result of accelerated climate change in the 21st century, as well as rapid, often environmentally destructive social and industrial changes that lack a symbiotic relationship between human communities and nature, the risk of natural disasters directly threatening humanity has increased. As a result of these mutually reinforcing effects, Bács-Kiskun County has become a particularly vulnerable area – both in Hungary and at the European level – for wildfires and vegetation fires that directly affect human communities. One of the primary goals of the initiative launched by the János Neumann University Security Awareness Knowledge Center is to reduce the risk of such threats. Within this framework, the development of an AI-based early warning system has begun. This study summarizes the work carried out to date.

Keywords: security awareness, wildfire, AI, early warning system

Bevezetés

A 21. század második évtizedében egyértelművé vált, hogy a korábban általánosan elfogadott biztonsági dimenziók olyan szintű átalakuláson és változáson mennek keresztül, amelynek következtében minden korábbi, a tárggyal és témakörrel kapcsolatban született tudományos állásfoglalás átértékelésére, illetve jelentős kiegészítésére kényszerülnek. A megállíthatatlan technológia és technikai változások, és a mesterséges intelligencia terjedésének következményeként előttünk álló technológiai korszakhatár, (Trautman et. al., 2025) által felgyorsított globalizációs, világgazdasági és társadalmi folyamatok, és az ezek által is generált klímaváltozások minden egyes biztonsági szegmensben átformálják az emberiség mindennapjait, új lehetőségek egész sorát nyitva meg az egyén, illetve a közösségek előtt, ugyanakkor egyben az új kihívások tárházát is eredményezik, amelyekre azonban a világ társadalmi jelenleg a legkevésbé sincsenek felkészülve. A változásokhoz, annak ellenére nehezen idomul a társadalom, hogy alapvetően általános az a feltételezés, hogy a biztonságukra az emberek minden felkészítés nélkül, maguktól figyelnek, (Drusza, et al., 2025) vagyis felismerik és helyes választ adnak az őket érő fenyegetettségekre. Holott, a modern kihívásokkal kapcsolatos tudás, ugyanúgy, mint a modernizációt eredményező tudás nem önmagából adódik. (Forman, 2023) A változás ugyanis gyakorlatilag olyan gyorsasággal megy végbe, amely pillanatok alatt erodálja a korábbi kihívásokkal szemben kifejlesztett és elsajátított biztonsági válaszmechanizmusokat.

A célzott válaszreakciók, vagyis a védelmi intézkedések (Jasenszky, et al., 2021) hiánya azonban olyan súlyos következménnyel jár, amely az egyéni és közösségi, objektív és szubjektív biztonságérzet csökkenéséhez, vagy akár jelentős sérüléséhez is vezethet. Ennek következményei rendkívül összetettek és súlyosak; alapvetően érinthetik a rendészettudomány területét, de ezen túlmenően az interdiszciplináris vetületek eredményeként kulturális, gazdasági, politikai kihatásokkal is bír, miközben mélyen ágyazott, kiterjedt veszélyforrásokkal teli társadalmi folyamatok kiindulópontjává válhat.

Mára, magának a biztonságnak, továbbá az ahhoz tartozó különböző alrendszereknek olyan komplex struktúrája alakult ki – mind a nemzetközi, mind a nemzeti, mind szervezeti szinten – , amelyben az egymásra gyakorolt kölcsönhatások egyre közvetlenebb és erőteljesebb jellegűek. A biztonság fogalma a 21. századra alapjaiban változott meg, amely a változásnak a folyamata során jelentősen bővült és összetettebbé vált, miközben magába foglalta az annak elérése érdekében nélkülözhetetlen teendőket is.

A globális gazdasági és társadalmi változások egyértelművé tették a kiterjedt biztonságtudatos felkészítés széleskörű alkalmazásának szükségességét. Felismerve az új típusú kihívások jelentette veszélyhelyzeteket a jövőben törekedni szükséges arra, hogy a különböző szakterületek avatott képviselőinek bevonásával olyan, a mindennapok során használható tudással vértézzék fel a magyar társadalom mind szélesebb részét, amelynek segítségével sikeres lehet a modern, aszimmetrikus kihívásokkal szembeni ellenállás.

Jelen tanulmány, a Neumann János Egyetem biztonságtudatossági programjának keretében futó, a biztonság és a biztonságtudatosság speciális területére fókuszáló témával, az erdő- és vegetációtüzek megelőzésének lehetőségével foglalkozik. Az erdő- és vegetációtüzek megelőzésének és kezelésének lehetőségeit pedig földrajzi határok között, Bács-Kiskun vármegyére szűkítve vizsgálja. Ennek oka kettős, egyrészt, mivel a program a vármegyét mint inkubátort tekinti, másrészt viszont a sajátos klímaváltozásból és vízháztartás-változásból eredő súlyos érintettségéből eredő példa szerep betöltésére való alkalmasság.

A tanulmány módszertana szakirodalmi áttekintésre, korábbi Bács-Kiskun vármegyei erdő- és vegetációtűz-elemzések szintézisére, jogszabályi és szakigazgatási források értelmezésére, valamint doktori kutatásban kidolgozott WUI- és tűzvédelmi veszélyeztetettség megközelítés tanulságainak beépítésére épül. A tanulmány nem egy modellt teljes technikai ismertetését adja, hanem a probléma szakmai pozicionálását, a helyi alkalmazási környezet indoklását és az AI/LLM-alapú döntéstámogatás lehetséges tűzvédelmi szerepének bemutatását célozza. A vizsgálat fókusza Bács-Kiskun vármegye, mivel a térség jogszabályi besorolása, tűzeseti múltja, vízháztartási és településszerkezeti adottságai alapján alkalmas mintaterület az erdő- és vegetációtűz-kockázat komplex értelmezésére.

Klímaváltozás, WUI-kitettség és tűzvédelem Bács-Kiskun vármegyében

A klímaváltozás okozta változások Magyarországon, illetve Bács-Kiskun vármegyében az erdő- és vegetációtüzek kialakulásában, terjedésében és következményeiben nem önálló, a tűzvédelemtől elkülöníthető környezeti problémaként, hanem közvetlen tűzvédelmi kockázati tényezőként értelmezhetők. A tűz keletkezéséhez továbbra is gyújtóforrás, éghető anyag és megfelelő oxigénellátás szükséges, azonban a klímaváltozás éppen az éghető anyag állapotát, a gyulladás és tűzterjedés feltételeit, valamint a beavatkozási környezetet alakítja kedvezőtlen irányba. Ezért szakmailag pontosabb nem azt állítani, hogy a klímaváltozás önmagában erdőtüzeket okoz, hanem azt, hogy növeli az erdő- és vegetációtüzek kialakulásának

valószínűségét, gyorsítja azok terjedését, növeli az oltás erő- és eszközigényét, továbbá fokozza a lakott, gazdasági, természeti és infrastrukturális értékek veszélyeztetettségét.

Magyarországon a mért éghajlati adatok egyértelmű melegedési folyamatot mutatnak. A HungaroMet adatai szerint az országos éves és évszakos középhőmérsékletek emelkedése az 1901–2020, illetve az 1981–2020 közötti időszakban szignifikánsnak tekinthető. (HungaroMet) Ez a vegetációtűz-kockázat szempontjából azért lényeges, mert a magasabb hőmérséklet, a tartós csapadékhiány, az alacsonyabb relatív páratartalom és a fokozódó párolgási veszteség együttesen csökkentik a finom éghető anyagok nedvességtartalmát. Márpedig a száraz fű, avar, nádas, aljnövényzet, erdei hulladék, boróka és fiatal fenyőállomány a vegetációtűz gyors kezdeti fejlődésének meghatározó közege.

A 2022-es év különösen jól mutatta a tűzvédelmi szempontból kedvezőtlen meteorológiai együttállások jelentőségét. A HungaroMet agrometeorológiai értékelése a 2022-es évet történelmi aszályévként írta le; az év első hónapjaiban kevés csapadék hullott, májustól augusztus közepéig a csapadék területileg erősen változékony és elégtelen volt, az Alföldet nagyfokú aszály sújtotta, amelyet több hóhullám is fokozott. (HungaroMet, 2023) Tűzvédelmi szempontból ennek nem csupán az a következménye, hogy több helyen válik gyúlékonyra a vegetáció, hanem az is, hogy a tűz terjedése nehezebben korlátozható, nő a visszagyulladás, a parázslás, a rejtett izzás és a nagyobb távolságú vízszállítás jelentősége.

A hazai klímapolitikai keret is ebbe az irányba mutat. A második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia az éghajlatváltozást olyan környezeti és társadalmi-gazdasági kihívásként kezeli, amely közvetlenül befolyásolja az emberek létfeltételeit, az infrastruktúra biztonságát és a közszolgáltatások működését. A stratégia külön hangsúlyozza, hogy az alkalmazkodást az éghajlatváltozás mérséklésével együtt kell kezelni, különösen a sérülékeny ágazatokban és térségekben. (NÉS-2, 2018) Ez a tűzvédelem oldaláról azt jelenti, hogy az erdő- és vegetációtűzek megelőzése nem kizárólag hatósági tiltások, ellenőrzések és beavatkozási kapacitások kérdése, hanem éghajlatváltozási alkalmazkodási feladat is. A területi sérülékenység vizsgálata, a kockázati zónák azonosítása, a helyi közösségek felkészítése és a döntéstámogató rendszerek fejlesztése ennek a logikának a része.

Bács-Kiskun vármegye ebből a szempontból különösen érzékeny mintaterület. A vármegye földrajzi, vízháztartási, vegetációs és településszerkezeti sajátosságai miatt az erdő- és vegetációtűz-kockázat nem pusztán természeti veszélyként jelentkezik. A Homokhátság szárazodása, a rossz vízmegtartó képességű homoktalajok, a tűzveszélyes fenyő- és borókás

állományok, a tanyás külterületek, a mezőgazdasági és erdőgazdálkodási tevékenység, a turisztikai és rekreációs jelenlét, valamint az úthálózati és vízellátási korlátok együttesen alakítanak ki összetett veszélyeztetettséget. A korábbi helyi tapasztalatok alapján a nagy kiterjedésű, hosszan tartó erdőtüzek kialakulása nem esetleges jelenség, hanem visszatérő, a térség adottságaiból következő tűzvédelmi probléma. (Gyapjas, 2016a; Gyapjas, 2023)

Bács-Kiskun vármegye erdőtűzvédelmi szempontból nem csupán tapasztalati és földrajzi alapon tekinthető kiemelten sérülékeny területnek, hanem jogszabályi és szakigazgatási besorolása alapján is. Az erdők tűz elleni védelméről szóló 4/2008. (VIII. 1.) ÖM rendelet az erdők tűzvédelmi besorolását nagymértékben, közepesen és kismértékben veszélyeztetett területi kategóriákba sorolja, míg a vármegyék erdőtűz-veszélyeztetettségi besorolását nagymértékben, közepes mértékben és kismértékben veszélyeztetett vármegyei kategóriák szerint határozza meg. A rendelet alapján a vármegyei besorolás szempontrendszerében szerepet kapnak többek között a biomassa-dinamikai és tűzőkológiai viszonyok, a közepesen és nagymértékben veszélyeztetett erdőterületek aránya, a korábbi évek tűzkár-statisztikai adatai, a regionális szocio-ökonómiai tényezők, a geológiai és talajtani viszonyok, valamint az időjárási adottságok. (4/2008. (VIII. 1.) ÖM rendelet) Az Országos Erdőtűzvédelmi Terv Bács-Kiskun vármegyét a nagymértékben veszélyeztetett kategóriába sorolt vármegyék között nevesíti, amelynek indoka a jelentős erdei- és feketefenyő állományok, azok termőhelyi okokból korlátozott átalakíthatósága, továbbá a természetvédelmi és erdőtűzvédelmi szempontból is kiemelten veszélyeztetett borókás állományok jelenléte. (Országos Erdőtűzvédelmi Terv, 2008) Ez a jogszabályi és szakigazgatási besorolás megerősíti, hogy a Bács-Kiskun vármegyei erdő- és vegetációtűz-kockázat nem alkalmi, hanem strukturális tűzvédelmi probléma, amely a klímaváltozásból eredő szárazodási és szélsőséges időjárási folyamatokkal együtt fokozott megelőzési, felkészülési és döntéstámogatási igényt eredményez.

A klímaváltozás tűzvédelmi hatásainak Bács-Kiskun vármegyei értelmezéséhez különösen alkalmas keretet ad az erdő–lakóterület határzóna, vagyis a WUI fogalma. A WUI-zónákban a lakott, gazdasági vagy infrastrukturális elemek közvetlenül érintkeznek erdővel, bozóttal, gyepterülettel, mezőgazdasági területtel vagy más éghető vegetációval. A doktori értekezésben alkalmazott helyspecifikus megközelítés szerint ezek azok a közvetlen érintkezési övezetek, ahol az épített környezet és a vegetációs kitézettség térben összekapcsolódik. A Bács-Kiskun vármegyei vizsgálatban azonosított 760 WUI-zóna azt mutatja, hogy a vegetációtűz-kockázat nem kizárólag erdészeti vagy külterületi probléma, hanem közvetlenül érinti a tanyákat,

külterületi lakóépületeket, gazdasági épületeket, állattartó telepeket és a települések peremi részeit is. (Gyapjas, 2025)

A WUI-szemlélet alapján a klímaváltozás tűzvédelmi jelentősége abban ragadható meg, hogy a hőhullámok, az aszályos periódusok, a csökkenő vegetációs nedvességtartalom és a szélsőséges szélviszonyok nem önmagukban, hanem a lakott területekkel érintkező éghető növényzeti környezetben válnak közvetlen élet- és vagyónvédelmi kockázattá. A tanyás településszerkezet, a nagy vonulási távolságok, a korlátozott oltóvízellátás és a nehéz terepi megközelíthetőség tovább növeli ezt a kitétséget. Ezért a WUI-zónák azonosítása és kezelése nem csupán térinformatikai vagy tervezési kérdés, hanem biztonság tudatos feladat is: a lakossági magatartás, a védősávok kialakítása, a száraz növényzet eltávolítása, a tűzveszélyes időszakokra vonatkozó célzott tájékoztatás és a korai figyelmeztetés együttesen képezhetik a hatékony megelőzés alapját. (Gyapjas, 2025; NFPA)

A Bács-Kiskun vármegyei erdő- és vegetációtűzek 2011–2022 közötti elemzése alapján a tüzesetek száma és súlyossága érzékelhető kapcsolatot mutat az időjárási viszonyokkal. A vizsgált időszakban az erdő- és vegetációtűzek éves átlaga megközelítette az 500 esetet, és ezek a tüzesetek a teljes tüzesetszám jelentős részét adták. A kiemelt évek között 2012 és 2022 különösen fontos, mert mindkét évben a meteorológiai feltételek kedveztek a vegetációtűzek kialakulásának. Ugyanakkor a 2022-es esetszám és az égett terület nagysága a 2012-es értékekhez képest kedvezőbb képet mutatott, ami arra utal, hogy a megelőzés, a felkészítés, a logisztikai fejlesztések, a térinformatikai támogatás, a drónfelderítés, az erdészeti gépek bevonása és a szervezetek közötti együttműködés érdemben javíthatja a beavatkozások hatékonyságát. (Gyapjas, 2023)

A vármegye erdőtűzvédelmi kitétségét tovább növeli, hogy a nagyobb kockázatú erdőterületek nem elszigetelt pontokként, hanem több járást és települést érintő térségi problémaként jelennek meg. A Bács-Kiskun vármegyei erdőtűzvédelmi adatok alapján a veszélyeztetett erdőterületek megközelítőleg 550 km²-t tesznek ki, döntően fenyő- és borókás állományokkal. A települési érintettség is jelentős: a vármegye 119 településéből 81 érintett, 40 településen a veszélyeztetett erdőterület meghaladja a mintegy 3 km²-es mediánértéket, 19 település esetében pedig a veszélyeztetett erdőterület meghaladja a 15 km²-t. Kiskunhalas és környezete különösen érintett, ahol a 10 km²-t meghaladó erdőtömbök is jellemzőek. (Gyapjas, 2023) Ez a térbeli eloszlás tűzvédelmi szempontból azért fontos, mert a veszélyeztetettség nem csak erdészeti kérdés: közvetlenül kapcsolódik a külterületi lakottsághoz, a tanyás térségekhez, a

mezőgazdasági létesítményekhez, az állattartó telepekhez, a közlekedési kapcsolatokhoz és a vízellátási lehetőségekhez.

A nagy kiterjedésű, hosszan tartó erdő- és vegetációtüzek közös jellemzője, hogy nem kizárólag nagyobb égett területet jelentenek, hanem komplex műveletirányítási és logisztikai helyzetet hoznak létre. A Bócsán, Ágasegyházán, Kunfehértó–Kéleshalom térségében, Bugacon, Kaskantyú és Kiskunhalas környezetében, valamint a 2022-ben Izsák, Kecskemét és Kiskunhalas térségében bekövetkezett események tapasztalatai azt mutatják, hogy a kedvezőtlen időjárási feltételek mellett a nehéz terep, a gyenge feltártság, a víznyerő helyek távolsága, a kommunikációs korlátok, a párhuzamos események, a tanyák és gazdasági létesítmények veszélyeztetettsége, valamint a természetvédelmi területek érintettsége együttesen növelik a beavatkozás bonyolultságát. (Gyapjas, 2016a; Gyapjas, 2023)

A klímaváltozás tűzvédelmi hatásai ezért nem kizárólag az esetszámok növekedésében ragadhatók meg. Legalább ilyen fontos a tűzterjedés intenzitása, a beavatkozási időablak rövidülése, a párhuzamos káresemények valószínűsége, a vízellátási igény növekedése és a lakossági kitettség erősödése. A Bács-Kiskun vármegyei tapasztalatok szerint a halálos kimenetelű vegetációtüzek több esetben gondatlan szabadtéri égetéshez, illetve idős személyek érintettségéhez kapcsolódtak. (Gyapjas, 2023) Ez közvetlenül kapcsolja össze a klímaváltozásból fakadó környezeti kockázatot a biztonságtudatosság kérdésével: ugyanaz a magatartás, amely nedvesebb, kedvezőbb meteorológiai környezetben nem vezetne jelentős káreseményhez, szélsőségesen száraz, szeles, hőterhelt időszakban életveszélyes helyzetet teremthet.

Nemzetközi szinten ugyanez a tendencia figyelhető meg. Az UNEP értékelése szerint a klímaváltozás és a területhasználat változása együttesen növeli a rendkívüli vegetációtüzek kockázatát, és a tüzesemények egyre gyakrabban érintenek korábban kevésbé veszélyeztetett térségeket is. (UNEP, 2022) Európában a 2022-es év különösen figyelmeztető volt: a Copernicus Atmosphere Monitoring Service szerint az Európai Unióban és az Egyesült Királyságban a 2022. nyári vegetációtüzekből származó szénkibocsátás 2007 óta a legmagasabb volt. (Copernicus Atmosphere Monitoring Service, 2022) Ezek a megállapítások a Bács-Kiskun vármegyei tapasztalatokkal együtt arra utalnak, hogy a vegetációtűz-kockázat a mérsékelt égövi térségekben sem kezelhető többé kizárólag hagyományos, múltbeli tapasztalatokra épített veszélyhelyzeti logikával.

A klímaváltozás, a szárazodás, a tűzveszélyes állományok és a területhasználati sajátosságok együttese miatt a megelőzés hagyományos eszközei önmagukban már nem elegendők. Továbbra is szükség van az erdőtűzvédelmi tervek, a tűzpázták, a megközelítési utak, a víznyerő helyek, az erdőművelési és erdőtervezési szempontok, a hatósági ellenőrzések és a lakossági tájékoztatás fejlesztésére. (Gyapjas, 2016a) Ezeket azonban ki kell egészíteni olyan térinformatikai, meteorológiai, vegetációs és humán tényezőket együttesen értelmező döntéstámogatással, amely a veszélyes állapotváltozásokat még a káresemény bekövetkezése előtt képes azonosítani. A korábbi térinformatikai döntéstámogatási fejlesztések már igazolták, hogy a valós idejű vagy közel valós idejű helyzeti információk, a járművek, utak, erdőtagok, víznyerő helyek, veszélyeztetett tanyák és létesítmények együttes megjelenítése érdemben támogatja a beavatkozási döntést. (Gyapjas, 2016b)

Bács-Kiskun vármegyében az erdő- és vegetációtűz-kockázat a klímaváltozás hatására nem csupán gyakoribb eseményekben, hanem összetettebb, gyorsabban romló és nagyobb döntési terhet jelentő művelési helyzetekben jelenik meg. A megelőzés középpontjába a helyi sajátosságokra épített biztonságtudatosságot, a többforrású kockázatértékelést és az előrejelző döntéstámogatást kell állítani. Ebből következik, hogy az AI- és LLM-alapú prediktív rendszer nem technológiai öncélként, hanem a klímaváltozással súlyosbított vegetációtűz-kockázat kezelésének egyik lehetséges szakmai válaszaként értelmezhető. A cél nem a tüzesetek determinisztikus megjóslása, hanem a döntési idő növelése, a szakmai figyelem célzottabb allokációja, a lakossági és intézményi felkészültség erősítése, végső soron pedig az elkerülhető károk csökkentése.

A biztonságtudatosság szerepe a vegetációtűz-megelőzésben

A Bács-Kiskun vármegyei erdő- és vegetációtűz-kockázat kezelésében a biztonságtudatosság nem általános szemléletformálási kérdés, hanem a megelőzés egyik közvetlen eszköze. A klímaváltozás, a szárazodás, a tűzveszélyes vegetáció, a tanyás-külterületi településszerkezet és a WUI-zónák együttes jelenléte miatt a tűzvédelmi biztonság jelentős része már a tüzeset bekövetkezése előtt eldőlt. A kockázat mérséklése ezért nem korlátozható a hatósági tiltásokra, a tűzoltói beavatkozásra vagy az időszakos figyelmeztetésekre; szükség van az érintett lakosság, gazdálkodók, önkormányzatok, erdőgazdálkodók és helyi közösségi szereplők tudatos, helyzethez igazodó cselekvésére is.

Ebben az összefüggésben a biztonságtudatosság három egymásra épülő elemből áll: a veszély felismeréséből, a kockázat helyes értelmezéséből és a megfelelő magatartási válasz

megválasztásából. A tartós csapadékhiány, az erős szél, a kiszáradt aljnövényzet, az elhanyagolt külterületi ingatlan, az erdőszegélyhez közeli éghető anyag vagy a felügyelet nélkül végzett szabadtéri tűzgyújtás önmagában is kockázati tényező lehet, együttes megjelenésük pedig gyorsan súlyos tüzeseti helyzethez vezethet. A megelőzés ezért csak akkor lehet eredményes, ha az érintettek nem pusztán tudomásul veszik a tűzveszélyre vonatkozó jelzéseket, hanem képesek azok alapján saját tevékenységüket módosítani.

Különös jelentősége van ennek a WUI-zónákban, ahol a lakott, gazdasági vagy infrastrukturális elemek közvetlenül érintkeznek éghető vegetációval. A Bács-Kiskun vármegyei vizsgálatok alapján az azonosított WUI-zónák arra utalnak, hogy a vegetációtűz-kockázat nem kizárólag erdészeti vagy külterületi szakmai probléma, hanem közvetlenül érinti a tanyákat, külterületi lakóépületeket, gazdasági épületeket, állattartó telepeket és településperemi területeket is. (Gyapjas, 2025) Ezekben a térségekben a lakossági és tulajdonosi magatartás közvetlenül befolyásolja a tűz kialakulásának, terjedésének és épületekre történő áttérjedésének valószínűségét.

A biztonságtudatosság gyakorlati tartalma ezért elsősorban a tűzveszélyes magatartások mérséklésében, az ingatlanok környezetének rendezésében, a védősávok kialakításában, a száraz növényzet eltávolításában, az éghető anyagok épületektől való távol tartásában, a megközelítési utak járhatóságának biztosításában és a vízvételi lehetőségek ismeretében ragadható meg. A megelőzés eredményessége szempontjából különösen fontos a célcsoportok szerinti differenciálás: más tartalmú tájékoztatás szükséges a külterületi lakosság, a mezőgazdasági szereplők, az erdőgazdálkodók, a természetvédelmi kezelők, az önkormányzatok és az önkéntes közreműködők számára.

A nemzetközi gyakorlatban a WUI-zónák közösségi kockázatcsökkentésének egyik ismert példája az NFPA Firewise USA® program, amely az erdőtűzzel együtt élő közösségek felkészítésére, a helyi együttműködésre és az ingatlankörnyezeti kockázatok csökkentésére épít. (NFPA) A program hazai alkalmazhatósága nem annak mechanikus átvételében, hanem szemléleti adaptációjában ragadható meg: a lakosság és a helyi közösség nem passzív címzettje, hanem aktív szereplője a vegetációtűz-megelőzésnek.

A korai figyelmeztetés csak akkor bír tényleges megelőzési értékkel, ha értelmezhető és végrehajtható cselekvést vált ki. Ezért a biztonságtudatossági kommunikáció nem merülhet ki abban, hogy „fokozott a tűzveszély”. A figyelmeztetésnek meg kell határoznia, hogy az adott célcsoportnak milyen tevékenységet kell mellőznie, milyen területet kell ellenőriznie, milyen

éghető anyagot kell eltávolítania, milyen útvonalat kell szabadon tartania, illetve milyen feltételek esetén kell a munkavégzést vagy szabadtéri tevékenységet felfüggeszteni.

Az AI- és LLM-alapú döntéstámogatás ebben a rendszerben nem önálló megelőzési eszközként, hanem a biztonságtudatosági és operatív döntési folyamatokat támogató réteggént értelmezhető. Jelentősége abban állhat, hogy a meteorológiai, vegetációs, térinformatikai, tűzeseti és humán jellegű adatokat célcsoport-specifikus, érthető és cselekvésorientált üzenetökké alakítja. Így ugyanazon kockázati háttérből eltérő tartalmú, de egymással összhangban álló kimenet készülhet a vármegyei döntéshozó, az önkormányzat, az erdőgazdálkodó, a természetvédelmi kezelő vagy a külterületi lakos számára.

A biztonságtudatosság tehát a vegetációtűz-megelőzésben közvetítő szerepet tölt be a kockázati adatok, az előrejelzések, a helyi sajátosságok és a tényleges megelőző cselekvések között. Ebből következően nem kiegészítő kommunikációs elemként, hanem a preventív tűzvédelmi rendszer egyik alapvető pilléréként indokolt kezelni. A megelőzés eredménye sok esetben nem látványos beavatkozásban, hanem a káresemény elmaradásában, enyhébb lefolyásában vagy gyorsabb kezelhetőségében jelenik meg.

Preventív feladatok és előrejelzési lehetőségek - AI- és LLM-alapú prediktív döntéstámogatás az erdő- és vegetációtűzek megelőzésében

Az erdő- és vegetációtűzek megelőzése a 21. században már nem értelmezhető kizárólag hagyományos tűzvédelmi, meteorológiai vagy hatósági kommunikációs kérdésként. A klímaváltozás, a vízháztartási viszonyok átalakulása, az egyre szélsőségesebb időjárási mintázatok, a területhasználati változások, a turisztikai terhelés, valamint az emberi magatartásformák együttesen olyan komplex kockázati környezetet hoznak létre, amelyben a korábbi, döntően reaktív logikájú rendszerek önmagukban már nem biztosítanak elegendő döntési időt. A nemzetközi katasztrófakockázat-csökkentési gondolkodásban ezért egyre hangsúlyosabbá válik a korai figyelmeztető rendszerek fejlesztése, különösen az olyan többveszélyes, emberközpontú megközelítéseké, amelyek nem pusztán adatot szolgáltatnak, hanem a cselekvéshez szükséges döntési helyzetet is előkészítik. A korai figyelmeztetés nemzetközi keretét jól mutatja az ENSZ főtitkári kezdeményezésére indított Early Warnings for All program, amelynek célja, hogy 2027-re minden ember hozzáférjen életmentő korai figyelmeztető rendszerekhez. (United Nations)

A World Meteorological Organization és az ENSZ kapcsolódó kezdeményezései az elmúlt években különösen erőteljesen hívták fel a figyelmet arra, hogy a korai előrejelzés nem

kizárólag technológiai kérdés. A hatékony rendszernek egyszerre kell rendelkeznie veszélyismerettel, monitoring- és előrejelző képességgel, riasztási és kommunikációs csatornákkal, valamint olyan társadalmi és intézményi felkészültséggel, amely a figyelmeztetést tényleges cselekvéssé képes alakítani.¹ (United Nations) Ez az elv különösen fontos az erdő- és vegetációtüzek esetében, ahol a kockázat nem egyetlen tényezőtől fakad, hanem meteorológiai, földrajzi, biológiai, infrastrukturális és humán faktorok egymást erősítő együttállásából.

A jelen kutatás kiindulópontja ezért nem az, hogy a mesterséges intelligencia önmagában „megoldja” az erdő- és vegetációtüzek megelőzésének problémáját. Ilyen állítás szakmailag túlzó és tudományosan nehezen védhető lenne. A kutatás alapfeltevése ennél óvatosabb, ugyanakkor stratégiaileg jelentősebb: a különböző adatrétegek, szakterületi tapasztalatok és operatív döntési igények összehangolása révén növelhető az a döntési idő, amely a megelőző vagy kárminimalizáló beavatkozásokhoz rendelkezésre áll. Másként fogalmazva: a cél nem a jövő determinisztikus megjósolása, hanem a veszélyes állapotváltozások korábbi felismerése.

Nem állítható, hogy az AI-alapú tűzmelegelőzés vagy katasztrófavédelmi előrejelzés teljesen új kutatási irány lenne. A NASA FIRMS rendszere például régóta biztosít közel valós idejű, műholdas aktív tűz- és hőanomália-adatokat MODIS és VIIRS² megfigyelések alapján. (NASA) Európai szinten a Copernicus Emergency Management Service keretében működő European Forest Fire Information System, valamint a globális kitekintést adó Global Wildfire Information System ugyancsak fontos operatív és kutatási alapot jelentenek a tűzveszély, az aktív tüzesemények és a tűzmeteorológiai mutatók értelmezésében. (Copernicus EFFIS és GWIS) Ezek a rendszerek igazolják, hogy a vegetációtűz-kockázat digitális és térinformatikai támogatása már jelenleg is fejlett nemzetközi gyakorlatra épül.

A kérdés tehát nem az, hogy „feltaláltuk-e” a mesterséges intelligenciára épülő katasztrófavédelmi előrejelzést. Nem erről van szó. A kérdés sokkal inkább az, hogy a már létező előrejelzési, monitoring- és döntéstámogató irányokat miként lehet magasabb integrációs szintre emelni. A klasszikus tűzveszélyességi indexek, meteorológiai modellek, műholdas megfigyelések, térinformatikai rétegek és helyi operatív információk önmagukban is értékesek. A modern katasztrófavédelmi döntéshelyzetben azonban az érték gyakran nem egyetlen

¹ Az Early Warnings for All négy pillére: veszélykockázati tudás, észlelés-monitoring-elemzés-előrejelzés, riasztási kommunikáció, valamint válaszkészség.

² NASA FIRMS közel valós idejű aktív tűzadatokat szolgáltat MODIS és VIIRS műholdas érzékelők alapján, globálisan jellemzően a megfigyeléstől számított néhány órán belül.

adatforrás pontosságából, hanem a források közötti összefüggések időben történő felismeréséből származik. A WMO 2025-ös jelentése külön hangsúlyozza, hogy a megbízható, jó minőségű megfigyelési adatok a korai figyelmeztető rendszerek gerincét jelentik. (WMO, 2025)

Az elmúlt évek nemzetközi kutatásai is ebbe az irányba mutatnak. A gépi tanuláson alapuló vegetációtűz-előrejelző rendszerek egyre gyakrabban dolgoznak többmodalitású adatokkal:³ meteorológiai, vegetációs, topográfiai, történeti tüzesemény-, infrastruktúra- és humán aktivitási adatok együttesével. (Bhowmik et. al., 2023) A modern modellek egyik lényeges felismerése, hogy a tűzkockázat nem pusztán időjárási jelenség. A hőmérséklet, a szél, a páratartalom vagy a csapadékhiány mellett fontos szerepe lehet a növényzet állapotának, a gyúlékonyságnak, a terepviszonyoknak, az úthálózatnak, a népsűrűségnek és az emberi jelenlét⁴ mintázatainak is. (Kondylatos et. al, 2022)

A gépi tanulási alapú tűzveszély-előrejelzés egyik fontos példája az ECMWF Probability of Fire modellje, (ECMWF) amely az időjárási tényezőkön túl több adatforrást is integrál a potenciális gyújtási kockázatok becsléséhez.⁵ A modell jelentősége nem abban áll, hogy minden korábbi módszert kiváltana, hanem abban, hogy a hagyományos tűzveszélyességi indexekhez képest összetettebb, adatvezérelt megközelítést kínál. Ez a nemzetközi irány jól illeszkedik ahhoz a kutatási felismeréshez, hogy a katasztrófavédelmi előrejelzés jövője várhatóan nem egyetlen modell, hanem különböző adat- és tudásrétegek integrációja lesz.⁶ (Di Giuseppe et. al., 2025)

A jelen kutatás által vizsgált AHA-alapú⁷ megközelítés ebben a nemzetközi fejlődési irányban helyezhető el, ugyanakkor attól sajátos hangsúlyokkal tér el. Az AHA-modell nem kizárólag tűzmeteorológiai vagy műholdas detekciós logikában gondolkodik, hanem a kockázati állapot többdimenziós értelmezésére törekszik. A modell szemléleti újdonsága abban ragadható meg, hogy a veszélyhelyzetet nem csupán eseményként, hanem rendszerállapotként kezeli. Ebben a

³ Bhowmik és munkatársai többmodalitású, tér-időbeli gépi tanulási architektúrát mutattak be vegetációtűz-előrejelzésre és korai figyelmeztetésre.

⁴ Kondylatos és munkatársai meteorológiai, vegetációs és humán jellegű adatokat is felhasználtak másnapi tűzveszély-előrejelzésre, ami jól mutatja, hogy a modern wildfire-predikció túlmutat a tisztán meteorológiai megközelítésen.

⁵ Az ECMWF ismertetése szerint a Probability of Fire modell több adatforrást használ az időjárási előrejelzéseken túl, és holisztikusabb megközelítéssel azonosítja a gyújtási kockázatnak kitett területeket.

⁶ Di Giuseppe és munkatársai adatvezérelt modellt mutatnak be, amely a tűzaktivitás valószínűségét közvetlenül előrejelezhető változóként kezeli, probablisztikus keretben validálható módon.

⁷ A jelen tanulmányban AHA-modellként hivatkozott megközelítés alatt a kutatásban fejlesztett, többforrású kockázati állapotfelismerésre és figyelemallokációra épülő döntéstámogató logikát értjük; részletes algoritmikus és architektúrális ismertetése jelen közleménynek nem tárgya.

felfogásban a tűz nem önmagában, előzmény nélkül megjelenő pontszerű történés, hanem egy olyan állapotváltozási folyamat lehetséges végpontja, amelyet meteorológiai, környezeti, infrastrukturális és humán tényezők együttes mozgása előz meg.

Ez a megközelítés közelebb áll a korai figyelmeztetés logikájához, mint a szűken vett predikcióhoz. A rendszer nem azt állítja, hogy egy adott koordinátán és időpontban bizonyosan tűzesemény következik be. Ehelyett azt kívánja jelezni, hogy egy adott térben, időablakban vagy operatív környezetben a stabilitási állapot romlik, és a szakmai figyelem célzottabb allokációja indokoltá válhat. Ez a különbségtétel lényeges: a predikció könnyen kelthet túlzott bizonyosságérzetet, míg a korai figyelmeztetés a döntéshozói figyelmet szervezi.

A nagyméretű nyelvi modellek szerepe ezen a ponton válik különösen érdekessé. A katasztrófavédelmi adatkörnyezet jelentős része nem tisztán strukturált numerikus adat. Jelentések, eseménynaplók, közösségi média-jelzések, helyszíni beszámolók, operátori megjegyzések, lakossági bejelentések, helyi sajtóinformációk, önkormányzati kommunikációs elemek, közlekedési és forgalmi visszajelzések, valamint különböző OSINT-jellegű információk egyaránt szerepet játszhatnak a helyzetkép kialakításában. Az LLM-ek egyik jelentős potenciálja éppen abban áll, hogy strukturálatlan vagy félig strukturált szöveges információk értelmezését, osztályozását és összefoglalását képesek támogatni.⁸ (Xu et. al., 2025)

A disaster informatics területén már megjelentek olyan kutatások, amelyek kifejezetten a közösségi média válsághelyzeti információinak LLM-alapú osztályozásával foglalkoznak. A CrisisSense-LLM például katasztrófákkal kapcsolatos közösségi média-szövegek többcímkes osztályozását vizsgálja,⁹ a cél pedig a válsághelyzeti helyzetismeret támogatása. (Yin et. al., 2024) Más kutatások a nagyméretű nyelvi modellek katasztrófamenedzsmentben betöltött szerepét rendszerezik,¹⁰ különös tekintettel az információfeldolgozásra, a döntéstámogatásra, a kommunikációra és az operatív munkafolyamatokba történő beilleszthetőségre. (Tuazon et. al., 2024)

Ezek a kutatások ugyanakkor arra is figyelmeztetnek, hogy az LLM-ek alkalmazása katasztrófavédelmi környezetben csak szigorú szakmai kontroll mellett képzelhető el. A

⁸ Xu és munkatársai 70 LLM-fókuszú tanulmány alapján értékelték a nagyméretű nyelvi modellek katasztrófamenedzsmentben betöltött szerepét.

⁹ Yin és munkatársai a CrisisSense-LLM keretében disaster informatics célú, többcímkes közösségimédia-szövegosztályozást vizsgáltak LLM-finomhangolással

¹⁰ A CIMA Research Foundation és az IE University közös jelentése az LLM-ek disaster risk management munkafolyamatokba illeszthetőségét, képességeit és korlátait vizsgálja.

nagyméretű nyelvi modellek nem tekinthetők önálló műveleti döntéshozóknak. Kimeneteik ellenőrzést, validációt, kontextusba helyezést és felelősségi rendbe illesztést igényelnek. A jelen kutatás ezért nem az LLM-et mint autonóm „okos döntéshozót” értelmezi,¹¹ hanem mint olyan szemantikus integrációs és információsűritési réteget, (Tuazon et. al., 2024) amely segíthet a különböző forrásokból érkező jelzések áttekinthetőbbé tételében.

A katasztrófavédelmi döntéshozatal egyik állandó problémája ugyanis nem csupán az információhiány, hanem az információtúlterhelés. Egy műveletirányító, vármegyei vezető, helyi önkormányzati döntéshozó vagy terepi egység nem ugyanazt az információs mélységet igényli. A vezetői szintnek aggregált, térképes, prioritásalapú helyzetképre van szüksége. A terepi egységnek rövid, egyértelmű, végrehajtható adatsomagra. A helyi közösségi partnernek célzott figyelmeztetésre és kapcsolattartási információkra. Az LLM-alapú kimenetképzés egyik gyakorlati előnye éppen az lehet, hogy ugyanabból az információs háttérből eltérő célcsoportok számára eltérő részletességű, de konzisztens üzeneteket képes előállítani.¹² (Linardos et. al., 2025)

A fejlesztés értéke ebben az értelemben nem abban áll, hogy „okosabb” lenne a humán szakértőnél. A katasztrófavédelem, a tűzoltói beavatkozás, a helyismeret, a természetvédelmi szakértelem és az önkormányzati tapasztalat olyan tudáselemeket hordoznak, amelyek nem helyettesíthetők pusztán algoritmikus eszközökkel. Az AI-rendszer feladata nem a szakember kiváltása, hanem az, hogy a szakember figyelmét támogassa, a beérkező információkat rendezze, a kockázati együttállásokat kiemelje, és az operatív döntéshez szükséges időt növelje.

A vegetációtűz-megelőzésben ez különösen fontos, mert a beavatkozási érték sokszor nem a láng megjelenésekor, hanem azt megelőzően keletkezik. Ha egy rendszer képes akár rövid idővel korábban jelezni, hogy adott térségben a meteorológiai, vegetációs, közlekedési és humán tényezők kedvezőtlenül kapcsolódnak össze, akkor lehetőség nyílik célzottabb járőrözésre, helyi figyelmeztetésre, természetvédelmi vagy polgárőri jelenlét megerősítésére, vízvételzési pontok ellenőrzésére, kommunikációs csatornák aktiválására vagy a beavatkozási erőforrások előzetes átgondolására.¹³

¹¹ A CIMA Research Foundation összefoglalója külön kiemeli, hogy az LLM-ek katasztrófakockázat-kezelésben való alkalmazása lehetőségeket és korlátokat egyaránt hordoz, ezért operatív workflow-ba illesztésük kontrollált keretben igényel.

¹² Linardos és munkatársai az LLM-ek és klaszterezési módszerek felhasználását vizsgálják nagy mennyiségű katasztrófával kapcsolatos közösségimédia-tartalom strukturálására és címkézésére.

¹³ Az IFRC Early Warnings for All anyaga hangsúlyozza, hogy a figyelmeztetés önmagában nem elegendő; a pillérek közötti integráció és a korai cselekvésre való felkészültség alapvető.

Az ilyen rendszer hasznosságát ezért nem kizárólag az alapján kell mérni, hogy minden jelzett helyzetből tényleges tüzesemény lesz-e. Egy korai figyelmeztető rendszer esetében a preventív érték abban is megjelenhet, hogy a jelzés hatására olyan intézkedés történik, amely miatt a káresemény elmarad, enyhébbé válik, vagy gyorsabban kezelhető. Ez módszertani szempontból is lényeges, mert a siker gyakran nem látványos eseményben, hanem a káresemény hiányában mérhető. A megelőzés eredménye sokszor negatív történés: az, ami nem következik be.

A nemzetközi szakirodalom egyik visszatérő tanulsága, hogy a tűzveszély-előrejelző AI-rendszerek gyakorlati alkalmazhatóságát nem csupán a modell teljesítménye határozza meg. Ugyanilyen fontos az adatok hozzáférhetősége, minősége, térbeli és időbeli felbontása, a kimenetek értelmezhetősége, a helyi validáció, valamint az intézményi munkafolyamatokba történő beilleszthetőség.¹⁴ (Caron et. al., 2025) Egy technológiailag kifinomult rendszer is korlátozott értékű marad, ha a felhasználói szint nem érti, nem bíz benne, vagy nem tudja a napi döntési rendbe illeszteni.

Az AHA-alapú megközelítés ezért döntéstámogató architektúraként értelmezhető. A modell nem egyetlen algoritmus, nem egyetlen térkép, nem egyetlen riasztási küszöb, hanem olyan moduláris logika, amely a beérkező információkat kockázati figyelem-allokációs rendszerbe rendezi. Ebben a keretben a hangsúly nem az abszolút bizonyosságon, hanem a relatív prioritásképzésen van: hol indokolt a figyelem sűrítése, hol célszerű emberi ellenőrzést kérni, hol szükséges a helyi szereplők riasztási vagy készenléti állapotának pontosítása.

Ez a szemlélet a katasztrófavédelemben különösen értékes lehet, mert a rendelkezésre álló erőforrások minden rendszerben végesek. Egy vármegyei vagy járási szintű helyzetben nem lehetséges minden potenciális kockázati pontot azonos intenzitással figyelni. A döntéstámogatás egyik legfontosabb funkciója ezért nem az, hogy mindent megmutasson, hanem az, hogy a legfontosabb eltéréseket láthatóvá tegye. A jó rendszer nem elárasztja a döntéshozót információval, hanem csökkenti a zajt.

Az AHA-modell ebben az értelemben nem szakít a meglévő tűzvédelmi, meteorológiai és katasztrófavédelmi gyakorlatokkal. Éppen ellenkezőleg: azokra épít. A meglévő monitoring-, előrejelzési és beavatkozási rendszerek nem feleslegessé válnak, hanem magasabb szintű integrációs keretbe kerülhetnek. A modell akkor működik jól, ha képes tiszteletben tartani a

¹⁴ Caron és munkatársai áttekintése szerint az AI wildfire-menedzsmentben való gyakorlati alkalmazását több tényező korlátozhatja, köztük az adatminőség, az értelmezhetőség, a validáció és az operatív beilleszthetőség.

szakmai felelősségi rendet, az adatminőségi korlátokat, a helyismereti tudást és a műveleti valóságot.

A rendszer fejlesztése során ezért alapelveként kell kezelni az emberi felügyeletet, a szakértői validációt, az auditálhatóságot és a visszacsatolást.¹⁵ Az AI-alapú jelzés nem parancs, hanem kockázati indikáció. Az LLM-alapú összefoglaló nem szakhatósági állásfoglalás, hanem döntés-előkészítő réteg. A dashboard nem irányítóközpont-helyettesítő, hanem vezetői figyelmi felület. Ez a megkülönböztetés nem csökkenti a rendszer jelentőségét, hanem éppen növeli annak szakmai védhetőségét. (Howard, 2025)

A kiskunsági, illetve Bács-Kiskun vármegyei alkalmazási környezet különösen alkalmas lehet a módszertan vizsgálatára. A térség sajátos földrajzi, vízháztartási, vegetációs, településszerkezeti és társadalmi adottságai miatt az erdő- és vegetációtűz-kockázat nem pusztán természeti, hanem komplex társadalmi-természeti kérdésként jelenik meg. A Homokhátság szárazodása, a külterületi településrészek, a tanyás térségek, a turisztikai és rekreációs aktivitás, valamint a természeti értékek jelenléte együttesen olyan inkubációs környezetet alkot, amelyben a korai figyelmeztető logika gyakorlati haszna jól vizsgálható.

Nemzetközi összehasonlításban is látható, hogy a vegetációtűzek kezelése egyre inkább a prevenció, a korai felismerés, a gyors validáció és az erőforrás-allokáció kérdésévé válik. Az Egyesült Államokban, Ausztráliában és Európában egyaránt megjelentek AI-alapú kamerarendszerek, műholdas detekciós platformok, gépi tanulásra épülő tűzveszély-előrejelző modellek és döntéstámogató eszközök. (Caron et al., 2025; NASA FIRMS; Copernicus EFFIS) Ezekből a példákból ugyanakkor az is látható, hogy az operatív sikerhez nem elegendő az algoritmus.¹⁶ Szükség van intézményi beágyazásra, humán validációra, helyi felelősségi rendre és társadalmi elfogadottságra.

Az AHA-alapú kutatási irány ezért nem technológiai divatprojektként, hanem biztonságtudatosági és döntéstámogató innovációként értelmezendő. Kapcsolódik a gépi tanulás, az LLM-alapú információfeldolgozás, a crisis informatics, a korai figyelmeztető rendszerek és a tűzveszély-előrejelzés nemzetközi szakirodalmához, de sajátos fókusza a

¹⁵ A GAO 2025-ös technológiai értékelése szerint az AI eszközök javíthatják a wildfire forecasting és response modellezést, ugyanakkor a hagyományos modellek korlátainak kezelése mellett az alkalmazás kockázatait is figyelembe kell venni.

¹⁶ A wildfire AI-alkalmazások nemzetközi példái a detekciótól a predikción át a szimulációig és hatáselemzésig terjednek; a szakirodalom ugyanakkor folyamatosan hangsúlyozza a labormetrikák és a valós validáció közötti különbséget

humán, helyi és operatív dimenziók integrációja. Ez adja azt a hozzáadott értéket, amely túlmutat egy klasszikus tűzvesélyességi térképen vagy egy egyszerű adatintegrációs felületen.

A fejlesztés jelenlegi szakaszában nem indokolt és nem is célszerű a modell részletes matematikai, algoritmikus vagy architekturális leírása. A kutatás tárgya ebben a publikációban nem a technikai implementáció teljes feltárása, hanem a szakmai probléma, a döntéstámogatási igény és a lehetséges innovációs irány tudományos pozicionálása. Ez különösen fontos olyan fejlesztés esetében, amely később szellemi tulajdonvédelmi, iparjogvédelmi vagy intézményi hasznosítási kérdéseket is felvethet.

A tudományos állítás ezért a következőképpen foglalható össze: az AI- és LLM-alapú előrejelzés önmagában nem új jelenség, az erdő- és vegetációtüzek digitális monitoringja pedig szintén nem előzmény nélküli. Az AHA-alapú megközelítés újdonsága abban állhat, hogy a meglévő előrejelzési, monitoring- és információfeldolgozási irányokat egy humán döntéstámogatásra optimalizált, moduláris, többforrású és skálázható kockázati figyelem-allokációs modellbe rendezi.

Ez a megközelítés egyszerre illeszkedik a nemzetközi korai figyelmeztetési trendekhez és a hazai katasztrófavédelmi, önkormányzati, rendészeti és közösségi szereplők gyakorlati információigényeihez. Értéke nem abban áll, hogy kiváltja a meglévő rendszereket, hanem abban, hogy a meglévő adatokat, szakmai tapasztalatokat és operatív jelzéseket döntéshozói szinten jobban használható állapotképpé alakítja. A cél végső soron nem technológiai öncél, hanem preventív képességnövelés: több idő, jobb figyelem, pontosabb prioritás és kevesebb elkerülhető kár.

Összegzés

A tanulmány, a Neumann Biztonságtudatossági Program keretében, a Neumann János Egyetem Biztonságtudatos Tudásközpont tevékenységét elősegítő szakspecifikus innovációs kutatómunka eredményeinek összefoglalójaként készült, vizsgálta az erdő- és vegetációtüzek megelőzésének lehetőségeit Bács-Kiskun vármegye példáján. A feldolgozott szakirodalmi, jogszabályi, tüzeseti és WUI-alapú tapasztalatok alapján megállapítható, hogy a térség vegetációtűz-kockázata nem kizárólag természeti jelenségként, hanem klímaváltozással, településszerkezettel, külterületi lakottsággal, emberi magatartással és beavatkozási feltételekkel összefüggő komplex tűzvédelmi problémaként értelmezhető.

A Bács-Kiskun vármegyei sajátosságok - különösen a nagymértékben veszélyeztetett erdőtűzvédelmi besorolás, a szárazodó homokhátsági környezet, a tűzveszélyes fenyő- és borókás állományok, valamint a WUI-zónák jelenléte - indokoltá teszik a hagyományos megelőzési eszközök kiegészítését adatvezérelt, térinformatikai és korai figyelmeztetési megoldásokkal.

A biztonság tudatosság ebben a rendszerben nem kiegészítő kommunikációs elem, hanem a preventív tűzvédelem egyik alapvető pillére. Feladata, hogy a kockázati adatokat, az előrejelzéseket és a helyi sajátosságokat tényleges megelőző cselekvéssé alakítsa a lakosság, az önkormányzatok, az erdőgazdálkodók, a természetvédelmi szereplők és a beavatkozó szervezetek szintjén.

A kutatás eredményeként az a következtetés vonható le, hogy a különböző vegetációs tüzek előrejelzése, megelőzése és a káresemények kezelése során is jól alkalmazhatók a nyelvi modellek. A korábban kidolgozott AHA modellt felhasználó, kibernetikai alapú rendszer ennek megfelelően alkalmas lehet a tüzeseményekkel kapcsolatos előre jelző feladatok ellátására. A rendszer által kínált, nem alapvető, hanem stratégiai jellegű újdonság, a flexibilitást alkalmazó rugalmas változékonyság olyan előnyt jelent, amelyet más, előre jelző és válság kezelő rendszerek nem tudnak nyújtani. Ezáltal, alkalmazása jelentős nemzetgazdasági egyben nemzetbiztonsági haszonnal járhat.

Irodalomjegyzék

4/2008. (VIII. 1.) ÖM rendelet az erdők tűz elleni védelméről. Nemzeti Jogszabálytár. (letöltve: 2026. 06. 09)

<https://njt.hu/jogszabaly/2008-4-20-2L>

Bhowmik, R. T., Youn S. J., Aguilera, J. A., Prunicki, M. & Nadeau, K. (2023): A multi-modal wildfire prediction and early-warning system based on a novel machine learning framework. *Journal of Environmental Management*, Volume 341, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117908>.

Caron, N., Noura, H. N., Nakache, L., Guyeux, C., & Aynes, B. (2025). AI for Wildfire Management: From Prediction to Detection, Simulation, and Impact Analysis—Bridging Lab Metrics and Real-World Validation. *AI*, 6(10), 253. <https://doi.org/10.3390/ai6100253>

Copernicus Atmosphere Monitoring Service (2022): Europe's summer wildfire emissions highest in 15 years. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts. (letöltve: 2026. 06. 09)

<https://atmosphere.copernicus.eu/europes-summer-wildfire-emissions-highest-15-years>

Copernicus – European Forest Fire Information System (EFFIS). <https://forest-fire.emergency.copernicus.eu/> (letöltve: 2026. 05. 29)

Di Giuseppe, F., McNorton, J., Lombardi, A. et al. Global data-driven prediction of fire activity. Nat Commun 16, 2918 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41467-025-58097-7>

Drusza T., Mezei J., Solti I. & Regényi K. (2025): A biztonság tudatosítása mint titkosszolgálati funkció. NEMZETBIZTONSÁGI SZEMLE, 13/3, 108-126 o. doi: 10.32561/nsz.2025.3.7

ECMWF: Scientists present new ML tool for improved fire prediction. <https://www.ecmwf.int/en/about/media-centre/news/2025/scientists-present-new-ml-tool-improved-fire-prediction> (letöltve: 2026. 06. 03)

Forman B. (2023): Globalizáció és modernizáció. Neumann Lapkiadó és Kommunikációs Kft., Budapest, I. kötet 52. o.

Gyapjas J. (2016a): Erdőtűz megelőzés – fejlesztési javaslatok. Védelem Katasztrófavédelmi Szemle, 23/1, 19–21. o.

Gyapjas J. (2016b): Térinformatikai döntéstámogatás erdőtüzeknél – egy alkalmazási módszer bemutatása. Védelem Katasztrófavédelmi Szemle, 23/1, 23–24. o.

Gyapjas J. (2023): Rendkívüli időjárási körülményekkel kapcsolatos tűzoltó beavatkozások Bács-Kiskun vármegyében – erdő- és vegetációs tüzesetek. Védelem Tudomány, 8/4, 83–103. o. doi: 10.61790/vt.2023.14959

<https://ojs.mtak.hu/index.php/vedelemtudomany/article/view/14959>

Gyapjas J. (2025): Mérnöki módszerek a tűzvédelemben, különös tekintettel a helyi sajátosságokra és tüzeseti tapasztalatokra. Doktori (PhD) értekezés. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, Budapest.

GWIS – Global Wildfire Information System. <https://gwis.jrc.ec.europa.eu/> (letöltve: 2026. 06. 03)

Howard, K. (2025): GAO: WILDFIRE MANAGEMENT Technologies for Forecasting, Detection, Mitigation, and Response. United States Government Accountability Office. <https://www.congress.gov/119/meeting/house/118309/witnesses/HHRG-119-II10-Wstate-HowardK-20250626.pdf>

HungaroMet: Éves és évszakos középhőmérsékletek változása. (letöltve: 2026. 06. 09) https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_hazai_valtozasok/homerseklet_es_csapadektrendek/kozephomerseklet/index.php

HungaroMet (2023): 2022. a történelmi aszály éve – az év agrometeorológiai áttekintése. (letöltve: 2026. 06. 09) https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3261

Jasenszky N., Regényi K. & Lippai Zs. (2021): A biztonságtudatosság fogalma, fejlődése nemzetbiztonsági, terrorelhárítási és magánbiztonsági szempontból. NEMZETBIZTONSÁGI SZEMLE, 9/4, 3-17. o. doi: 10.32561/n.sz.2021.4.1

Kondylatos, S., Prapas, I., Ronco, M., Papoutsis, I., Camps-Valls, G., Piles, M., et al. (2022). Wildfire danger prediction and understanding with Deep Learning. Geophysical Research Letters, 49, e2022GL099368. <https://doi.org/10.1029/2022GL099368>

Linardos, V., Drakaki, M., & Tzionas, P. (2025). Utilizing LLMs and ML Algorithms in Disaster-Related Social Media Content. GeoHazards, 6(3), 33. <https://doi.org/10.3390/geohazards6030033>

NASA Lance Firms. <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/> (letöltve: 2026. 05. 29)

NÉS-2 (2018): 23/2018. (X. 31.) OGY határozat a 2018–2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiáról. (letöltve: 2026. 06. 09) <https://njt.hu/jogszabaly/2018-23-30-41>

NFPA: Firewise USA® resources. National Fire Protection Association. (letöltve: 2026. 06. 09) <https://www.nfpa.org/education-and-research/wildfire/firewise-usa/firewise-usa-resources>

Országos Erdőtűzvédelmi Terv (2008): MGSZH Központ Erdészeti Igazgatóság – Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, Budapest. (letöltve: 2026. 06. 09) <https://www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2021-05/75173.pdf>

- Trautmann, L., Csáki, Cs., Szabó, Cs. (2025). A mesterséges intelligencia politikai gazdaságtani szerepe és a biztonság kérdése. In: Kenedli, T., Magyar, S. (szerk.). A mesterséges intelligencia hatásainak specifikus vizsgálata. Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat, Budapest.
- Tuazon, V., Gao, X., Gahre, N. Y. (2024). Developing a framework for the Integration and Use of Large Language Models in Disaster Risk Management. IE University. <https://www.cimafoundation.org/wp-content/uploads/2024/07/CIMA-Capstone-Report-MID-2023-2024.pdf>
- UNEP (2022): Spreading like Wildfire – The Rising Threat of Extraordinary Landscape Fires. United Nations Environment Programme, Nairobi. (letöltve: 2026. 06. 09)
<https://www.unep.org/resources/report/spreading-wildfire-rising-threat-extraordinary-landscape-fires>
- United Nations – Early Warnings for All. <https://www.un.org/en/climatechange/early-warnings-for-all>. (letöltve: 2026. 06. 03)
- WMO (2025): Early Warnings for All in Focus: Hazard Monitoring and Forecasting. <https://library.wmo.int/records/item/69643-early-warnings-for-all-in-focus-hazard-monitoring-and-forecasting>
- Xu, F., Ma, J., Li, N., Cheng, J. C. P. (2025) Large language model applications in disaster management: An interdisciplinary review. International Journal of Disaster Risk Reduction. Volume 127, 2025). <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2025.105642>.
- Yin, K., Liu, C., Mostafavi, A., & Hu, X. (2024). CrisisSense-LLM: Instruction Fine-Tuned Large Language Model for Multi-label Social Media Text Classification in Disaster Informatics. Cornell University. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.15477>