

Kirovne Racz Reka Magdolna

Az éghajlatváltozás hatása a katasztrófavédelmi műszaki képességekkel szemben támasztott követelményekre, különös tekintettel a műszaki innovációkra

Az éghajlatváltozás következtében világszerte növekszik a szélsőséges időjárási események gyakorisága és intenzitása, ideértve az önzivízszerű esőzéseket, a hőhullámokat, az aszályokat, a viharokat és az árvizeket. Ezek a jelenségek nagy kihívások elé állítják a katasztrófavédelmet, nem csupán a beavatkozási szakaszban, hanem a felkészülés, a megelőzés és a következményfelszámolás időszakában egyaránt. A hatékony védekezés és a gyors reagálás megfelelő műszaki képességeket igényel, amelyek magukban foglalják az infrastruktúra, az eszközrendszer, az információtechnológia, valamint a humán erőforrás-bázis technikai tudásának fejlettségét. A tanulmány célja bemutatni, hogy az éghajlatváltozás miként alakítja át a katasztrófavédelmi műszaki képességek rendszerét, továbbá milyen technikai és műszaki stratégiai fejlesztések szükségesek a jövőbeli kockázatok kezeléséhez. A műszaki innovációk – úgymint az automatizált monitoringrendszerek, a drónalapú adatgyűjtés, a moduláris eszközpark, valamint az energiafüggetlen mobil eszközök – integrációja elengedhetetlen feltételévé válik annak, hogy a katasztrófavédelem hatékonyan reagáljon az éghajlatváltozással összefüggő komplex veszélyhelyzetekre. A tanulmány arra keresi a választ, hogy miként bővíthetők és fejleszthetők a hazai katasztrófavédelmi műszaki képességek úgy, hogy azok a 21. század éghajlati kihívásaihoz hatékonyan alkalmazkodjanak.

Kulcsszavak: katasztrófavédelem, műszaki képességek, műszaki innovációk, éghajlatváltozás

A hazai éghajlati sérülékenység és az éghajlatváltozás hatása a katasztrófavédelmi feladatokra

Az éghajlatváltozás hatásainak értékelése hazánkban – az európai uniós kollektív követelményeknek való megfelelés érdekében – a *nemzeti katasztrófakockázat-értékelés*, valamint a kockázatbecslési eljárások és a kockázatazonosítási folyamatok prioritást élvező szempontjává vált az elmúlt évtizedben. A különböző katasztrófák kockázatának azonosítása a katasztrófavédelmi szervezetrendszer legalapvetőbb

feladata annak érdekében, hogy a valós kockázatokra és veszélyeztető tényezőkre történhessen meg a személyi állomány és a technikai eszközök felkészítése.

Magyarország az éghajlatváltozás hatásaival kapcsolatban az egyik leginkább sérülékeny európai országnak számít. A hőmérséklet emelkedése, a csapadék szélsőséges eloszlása és az extrém események gyakoriságának növekedése miatt a katasztrófavédelmi rendszer intenzívebb terhelésnek néz elébe. Ez érvényes a rendszer minden elemére, a civil-katonai együttműködésben érintett állami és magánszervezetekre, valamint a polgárokra egyaránt (FARKAS et al. 2017).

Az éghajlatváltozás napjaink egyik legösszetettebb és legsokrétűbb kihívása (KIROVNÉ RÁCZ 2019), amely nem csupán környezeti, hanem társadalmi, gazdasági és biztonsági vonatkozásaiban is alapjaiban változtatja meg a modern államok működését. Az éghajlati rendszerben tapasztalható gyors ütemű változások – így a hőhullámok, a szélsőséges időjárási események, a hirtelen lezúduló csapadék, valamint az aszályos időszakok meghosszabbodása – közvetlenül hatnak a természeti katasztrófák gyakoriságára és intenzitására (European Academies' Science Advisory Council 2014).¹ Ennek következtében a katasztrófavédelem szervezeti és technológiai rendszereit új kihívásokkal szembesítik, amelyek kezelése már nem pusztán operatív feladat, hanem stratégiai jelentőségű közfeladat is.

A katasztrófavédelem műszaki képességeit hagyományosan úgy alakították ki, hogy a múltbeli kockázati mintázatokra és a már ismert veszélyforrásokra tudjanak hatékonyan reagálni. Az éghajlatváltozás miatt fellépő új típusú és intenzitású természeti veszélyek – úgymint a települési elöntések, a villámárvizek, a hosszan elhúzódó hőségriadók, az erdőtüzek, a jégverések – már olyan dinamikus alkalmazkodást és technológiai újratervezést igényelnek, amely túlmutat a hagyományos műszaki infrastruktúrán (FARKASINSZKI 2020). A beavatkozások gyakoriságának növekedése, az eszközök fokozott terhelése, valamint az alkalmazási környezet komplexitása komoly követelményeket támaszt a beavatkozó egységek felszereltségével, energiafüggetlenségével, mobilitásával és digitalizáltságával szemben.

Az éghajlatváltozás légköri és hidrológiai hatásai Magyarországon

Az éghajlatváltozás következtében a globális klímaviszonyok gyors ütemben változnak, ami különböző extrém légköri és hidrológiai jelenségeket okoz.

¹ EASAC – Európai Akadémiák Tudományos Tanácsadó Testülete.

Magyarország mint közép-európai ország különösen érzékeny ezekre a változásokra, hiszen az éghajlati viszonyok alapvetően meghatározzák a társadalmi és gazdasági struktúrákat, a vízgazdálkodást, a mezőgazdaságot és a katasztrófavédelmi rendszerekkel szemben támasztott követelményeket.

A klimatológiai modellek előrejelzései szerint Magyarországon az éghajlat átlaghőmérséklete az elkövetkező évtizedekben jelentősen emelkedhet, és a hőhullámok gyakorisága is növekedhet. Az elmúlt évtizedekben a hőmérsékleti rekordok folyamatosan megdőlték, és az ország területén a nyári hónapok hőmérsékletei évről évre emelkednek (*Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia* 2018). Az ilyen típusú szélsőséges hőmérsékleti jellemzők egyre inkább kihívást jelentenek a katasztrófavédelem számára, különösen a lakosság biztonságának, az energiaszolgáltatás fenntartásának és az egészségügyi ellátás működtetésének szempontjából.

A hőhullámok és a megnövekedett nappali hőmérsékletek hatással vannak az energiagazdálkodásra is: az elektromos hálózatok túlterhelődhetnek, különösen, amikor a légkondicionálás igénye is jelentősen megnövekszik. Emiatt a katasztrófavédelemnek fel kell készülnie a hőhullámok kezelésére, például a kritikus infrastruktúrák védelme érdekében.

Ezen túlmenően a szélsőséges időjárási jelenségek között növekvő számban figyelhetők meg az intenzív zivatarok, amelyek extrém mennyiségű, hirtelen lezúduló csapadékkal járnak. Ezek a jelenségek különösen veszélyeztetik a mezőgazdaságot, az épített környezetet, és növelhetik a katasztrófavédelmi beavatkozások gyakoriságát és komplexitását.

Vízhiány és víztöbblet: aszály és intenzív csapadékhullás

A hidrológiai szempontból leginkább aggasztó következmény az éghajlatváltozás miatt megváltozó csapadékeloszlás és az aszályos időszakok meghosszabbodása. Az utóbbi évtizedekben a csapadék összegének éves eloszlása egyre inkább szélsőségesé vált. A csapadék mennyisége ugyan nem csökkent számottevően, azonban a csapadékos időszakok egyre rövidebbek és intenzívebbek, míg a száraz időszakok hosszabbak lettek, ami a vízgyűjtők vízkészleteinek csökkenéséhez vezet.

A leginkább érintett terület Magyarországon az Alföld, ahol az aszályos időszakok hossza növekvő tendenciát mutat (*Az aszály kezelésének hosszú távú koncepciójáról* [é. n.]). Az aszályok nemcsak a mezőgazdaságot, hanem a vízgazdálkodást és az ivóvízellátást is súlyosan veszélyeztetik, különösen a csökkent

vízhozamú folyókon és tavakon, valamint a vízbázisok szűkülésével. Ez a helyzet már évtizedekkel ezelőtt is nagy biztonsági kihívást jelentett, amely több területen is jelentős fejlesztéseket generált (KÁLLAI et al. 2005a; 2005b).

A másik végletet a hirtelen lezúduló, intenzív csapadék jelenti, amely villám-árvizeket, települési elöntéseket okozhat, különösen az urbanizált területeken. Az elmúlt évek tapasztalatai azt mutatják, hogy az ilyen jelenségek kezelésére nem megfelelően felkészültek a városok, így a többletvizek gyors elvezetése és a vízelvezető rendszerek felkészítése, bővítése különösen fontos szemponttá vált. Az éghajlatváltozás hatására tehát az extrém csapadékhullás nemcsak gyakoribbá vált, hanem a mértéke is növekedett, aminek következtében a településeknek egyre korszerűbb vízelvezető rendszerek és eszközök bevezetésére kell törekedniük.

A katasztrófavédelem alkalmazkodási feladatai

A magyarországi katasztrófavédelem számára különösen fontos, hogy felismerje azokat a területeket, amelyek az éghajlatváltozás következtében fokozott kockázatnak vannak kitéve. A leginkább veszélyeztetett régiók közé tartoznak az alacsonyan fekvő folyóvölgyek, az Alföld és a főváros környéke, ahol a csapadékintenzitás növekedésével a települési elöntéses helyzetek egyre gyakoribbá válhatnak. Ezenkívül az erdős területek, különösen a tűzveszélyes erdőterületek – például a Dél-Dunántúlon – is fokozott kockázatot jelentenek, mivel a hosszú, száraz nyári hónapok a tűzveszélyt is növelhetik [4/2008. (VIII. 1.) ÖM rendelet].

A katasztrófavédelemnek tehát nem csupán reagálnia kell a fenti jelenségekre, hanem előre kell jeleznie és meg kell előznie azokat. A jövőben kiemelt szerepet kapnak a digitalizált rendszerek, az intelligens eszközök és a prediktív modellek, amelyek képesek lesznek valós időben előrejelezni a viharokat, árvizeket, villámárvizeket, aszályokat és egyéb szélsőséges időjárási eseményeket, lehetővé téve ezzel a hatékonyabb beavatkozást.

A katasztrófavédelem műszaki képességei Magyarországon

Magyarország katasztrófavédelmi rendszere az éghajlatváltozás okozta új kihívások hatására folyamatos fejlesztést és adaptációt igényel. A katasztrófavédelem

egyik legfontosabb célja, hogy hatékonyan reagáljon a különböző természeti és civilizációs katasztrófákra. A műszaki képességek fejlesztése kulcsfontosságú ahhoz, hogy a különböző veszélyhelyzetekre gyorsan és szakszerűen lehessen reagálni.

A Magyarországon működő katasztrófavédelem alapvető technikai és szervezeti rendszerei között szerepelnek a tűzoltó- és mentőgépjárművek, a vízi mentési és vízkárelhárítási eszközök és berendezések, a különböző monitoring-rendszerek, a lakosság tájékoztatásával, a kommunikációval és az információ-áramlással, adatcserével – például hazai és nemzetközi adatszolgáltatási rendszerek – összefüggő rendszerek, valamint a logisztikai háttérrel biztosító infrastruktúrák. Ezen túlmenően a légi katasztrófavédelmi eszközök is, mint például a helikopterek és a drónok, egyre inkább hozzájárulnak a katasztrófavédelmi műszaki eszköztárhoz.

A vízügyi védekezés és a vízmentési munkálatok szempontjából a folyók és patakok mentén elhelyezett vízvezető rendszerek, a szivattyúállomások, valamint az áramfejlesztő és vízszivattyúzó eszközök kulcsfontosságúak a vízkárok kezelésében.

A katasztrófavédelem számára elengedhetetlen a zökkenőmentes kommunikáció – szélsőséges időjárási helyzetben az áramszolgáltatás kiesése esetén is –, amelyet elsősorban a modern kommunikációs rendszerek biztosítanak. A rádiós és digitális kommunikációs platformok lehetővé teszik az információ gyors áramlását a beavatkozó erők között, amivel támogatják a valós idejű döntéshozatalt és a védekezés irányítását.

Ezenkívül egyre nagyobb szerepet kapnak a mobilizálható, önálló energiaforrással rendelkező eszközök, mint a napelemes generátorok és akkumulátorok, amelyek a katasztrófák elleni védekezés során segítik a kommunikációt, az eszközök működtetését, és biztosítják az energiaellátást. Az ilyen típusú eszközök különösen fontosak a hosszú távú beavatkozások során, amikor az elektromos hálózatok megszakadhatnak, és a hagyományos energiatermelési rendszerek nem állnak rendelkezésre.

*A védekezésben részt vevők
műszaki képzése és felkészültsége*

A műszaki rendszerek és eszközök mellett kiemelten fontos a személyi tényező, azaz a katasztrófavédelemben részt vevők felkészültsége a műszaki rendszerek

működtetésére. A gyakorlati képzés, a szimulációs gyakorlatok, valamint a szakmai továbbképzések lehetővé teszik, hogy a beavatkozók folyamatosan alkalmazkodjanak az új típusú kihívásokhoz. A katasztrófavédelmi szervezetek számára fontos az interdiszciplináris együttműködés erősítése is, amely az egyes szakterületek, társszervek közötti hatékony információáramlást és erőforrás-elosztást segíti elő.

A gépjárműpark fejlesztése

A tűzoltó gépjárműpark – beleértve a műszaki mentő gépjárműveket is – folyamatos modernizálása és az új technológiai igényeknek való megfeleltetése elengedhetetlen. Az éghajlatváltozás hatásai miatt a gépjárműveknek működőképesnek és hatékonyaknak kell lenniük forróság, aszály, hirtelen lezúduló esőzés és áradás során is. A járműveknek fokozottan alkalmazkodniuk kell a szélsőséges időjárási körülményekhez, így például nagyobb vízszállító kapacitással és a járművek gyorsabb, szélsőséges időjárási körülmények között is megbízható mozgásának lehetőségével kell rendelkezniük.

Az elektromos és hibrid meghajtású járművek alkalmazása a jövőben növelheti az energiahatékonyságot, csökkentheti az üzemeltetési költségeket, valamint hozzájárulhat a fenntartható működéshez. A járműpark fenntartásának és korszerűsítésének támogatása érdekében az állami és uniós finanszírozási források is fontos szerepet játszanak.

Speciális technológiák és eszközök alkalmazása

A katasztrófavédelem számára különösen fontos, hogy alkalmazzon olyan speciális technológiai eszközöket, amelyek növelik a beavatkozások hatékonyságát. Például a drónok, amelyek légi felvételek készítésére, katasztrófa helyszínek felmérésére és gyors helyzetfelmérésre alkalmazhatók, hatékonyan kiegészíthetik a hagyományos beavatkozásokat. Ezen túlmenően az automatizált vízelvezető rendszerek és az intelligens technológiák, mint a vízminőség-monitorozó szenzorok, egyre fontosabb szerepet kaphatnak az ár- és belvízi védekezés során.

Az intelligens technológiai megoldások, mint például a mesterséges intelligenciát alkalmazó előre jelző rendszerek, a géptanulás-alapú modellek és a

prediktív algoritmusok, lehetővé teszik a katasztrófák pontosabb előrejelzését és a gyorsabb beavatkozást. A mesterségesintelligencia-alapú rendszerek alkalmazása a jövőben segítheti a katasztrófavédelem gyors reagálását, és előre jelezheti a katasztrófa várható következményeit, így a katasztrófákra történő felkészülés hatékonyabb lehet.

Fenntarthatóság és energiahatékonyság a katasztrófavédelemben

Az éghajlatváltozás hatásai, mint a hőhullámok, a szárazságok és a hirtelen esőzések, nemcsak a katasztrófavédelmi beavatkozásokat nehezítik meg, hanem az eszközök és az infrastruktúrák fenntarthatóságát is folyamatosan tesztelik. Ezért a jövőben fontos szerepet kapnak az energiahatékony megoldások.

A katasztrófavédelem számára elengedhetetlen a környezeti szempontok figyelembevételével történő fejlesztés, ideértve a fenntartható üzemeltetést, az alternatív energiaforrások – például napenergia és szélenergia – alkalmazását a működtetésben és az energiafelhasználás csökkentését. Az önálló energiaellátással rendelkező mobil eszközök, mint például a napelemes töltőállomások és az akkumulátoros rendszerek, előremutatók lehetnek a jövőben a katasztrófavédelem működtetésében, különösen olyan helyzetekben, amikor az elektromos hálózatok nem állnak rendelkezésre.

A fenntarthatóság biztosításához az eszközpark és az infrastruktúra mellett a katasztrófavédelemben részt vevők képzésének és tudatos felkészítésének is szerepe van. A fenntarthatóságra és az energiahatékonyságra vonatkozó ismeretek integrálása az oktatásba és a gyakorlatba hozzájárulhat a jövőbeli katasztrófák hatékony kezeléséhez.

Innovatív technológiai megoldások: drónok, IoT és mesterséges intelligencia

A katasztrófavédelem jövőbeli fejlesztési irányai között kiemelkedő szerepet kapnak a legújabb technológiai vívmányok, mint például a drónok, az *Internet of Things* (IoT) és a mesterséges intelligencia (MI). A drónok képesek valós időben monitorozni a katasztrófa károsító hatása által érintett, például árvizek, erdőtüzek vagy aszály által sújtott területeket. Az általuk készített légi felvételek

gyors adatgyűjtést és helyzetfelmérést biztosítanak, ami segíti a döntéshozatalt és a beavatkozás pontos irányítását.

Az IoT-alapú rendszerek az eszközök, szenzorok és egyéb digitális eszközök hálózatba kapcsolásával lehetővé teszik a katasztrófák és veszélyhelyzetek dinamikus monitorozását. Az IoT-eszközök segíthetnek például a vízszint mérésében, a szélsébség követésében vagy az erdőtüzek korai jeleinek észlelésében. A gyűjtött adatok valós időben hozzáférhetőek lesznek, így a katasztrófavédelem gyorsabban reagálhat a kritikus helyzetekre.

A mesterséges intelligencia és a gépi tanulás alkalmazása is hozzájárulhat a pontosabb előrejelzésekhez, segítve a katasztrófavédelmet a megfelelő időpontban és helyen történő beavatkozásban. A mesterséges intelligencia által vezetett elemzési rendszerek képesek előre jelezni a viharokat, extrém esőzéseket vagy egyéb szélsőséges időjárási eseményeket, így megelőzve azok káros hatásait és csökkentve a károkat.

Nemzetközi együttműködés és jó gyakorlatok

Az Európai Unió polgári védelmi mechanizmusa lehetőséget biztosít arra, hogy a tagállamok közös erővel reagáljanak a határokon átnyúló katasztrófavédelempontokra. A mechanizmus keretében a tagállamok eszközeit és erőforrásait megosztják, és közösen koordinálják a beavatkozásokat, valamint az erőforrásokat. Ezek a nemzetközi együttműködések különösen fontosak lehetnek a jövőben, amikor az éghajlatváltozás hatására egyre gyakoribbá válhatnak az olyan katasztrófák, amelyek több országot is érintenek – például az árvizek (PADÁNYI 2001).

A NATO keretében is zajlanak közös katasztrófavédelmi gyakorlatok, amelyek az interdiszciplináris együttműködést és a gyors reagálást hivatottak erősíteni. Az Észak-atlanti Szerződés Szervezetén belül a legnagyobb nem katonai program a *Polgári Veszélyhelyzeti Tervezés*. A tapasztalatok és az esettanulmányok megosztása nemcsak a műszaki fejlesztésben segít, hanem a szakmai felkészültség és a reagálási idő csökkentése terén is hasznos, és segíti a nemzetközi reagálást abban az esetben, ha az érintett nemzet nem képes megbirkózni a bekövetkezett katasztrófával. Az Egyesült Királyság éghajlatváltozási programjának alapelvei között szintén szerepel a technológiai újítások ösztönzése (KIROVNE RÁ CZ 2008).

A nemzetközi együttműködések a tudásmegosztás és a különböző szakértők bevonásával hozzájárulnak a katasztrófavédelem folyamatos fejlődéséhez. Emellett lehetőség van a legújabb technológiák és kutatási eredmények integrálására

is, amelyeket más országok már sikeresen alkalmaznak saját katasztrófavédelmi feladataik során.

A nemzetközi példák és a közös fejlesztések segítségével Magyarország katasztrófavédelmi rendszere nemcsak a helyi igényekhez igazodhat, hanem a globális éghajlati trendekkel szemben is erősebb és rugalmasabb válaszokat tud adni.

Technikai és operatív megoldási javaslatok a katasztrófavédelem fejlesztésére az éghajlatváltozás tükrében

Az éghajlatváltozás hatásainak kezelésében a katasztrófavédelem számára a technikai és operatív megoldások alapvető szerepet játszanak. A gyorsan változó környezethez való alkalmazkodás, az extrém időjárási események megelőzése és a gyors reakálás érdekében innovatív technológiákra és jól koordinált operatív intézkedésekre van szükség.

Intelligens szenzorhálózatok és IoT-rendszerek

A szenzorok és az IoT-alapú rendszerek alkalmazása forradalmasíthatja a katasztrófavédelem operatív működését. Az IoT-technológia lehetővé teszi, hogy valós időben monitorozzuk a különböző környezeti paramétereket, például a vízállásokat, a hőmérsékletet, a levegő minőségét vagy a talajnedvességet. Ezen adatok folyamatos monitorozása lehetővé teszi a katasztrófavédelem számára a korai figyelmeztetőrendszerek működtetését, amelyek azonosítani tudják a veszélyes trendeket, például a fokozódó aszályt vagy a várható villámárvizeket. Az ilyen rendszerek lehetőséget adnak arra, hogy a lakosságvédelmi intézkedésekre és a lakosságtájékoztatásra időben sor kerüljön.

Mesterségesintelligencia-alapú előrejelzési rendszerek

Az MI-rendszerek képesek nagy mennyiségű adatot elemezni, és előre jelezni a katasztrófahelyzeteket, azokat az eseményeket, amelyek a legnagyobb kockázatot hordozzák, valamint az optimális reakálási időt. Az MI alkalmazása a következő területeken növelheti a hatékonyságot: a katasztrófahelyzetek előrejelzése során a mesterséges intelligencia képes hosszú távú éghajlati adatokat elemezni, és

előre jelezni a természeti katasztrófákat, például a meteorológiai vagy hidrológiai káreseményeket vagy az erdőtűzeket. Az optimalizált erőforrás-kiosztás terén a gépi tanulás segítségével optimalizálhatók a beavatkozásokhoz szükséges erőforrások, például a tűzoltójárművek és a mentőegységek területi elosztása során. Az adatvezérelt döntéshozatal javíthatja a katasztrófavédelmi intézkedések időbeli és térbeli hatékonyságát, minimalizálva a károkat és a veszteségeket.

Drón- és robotikai alkalmazások

Az automata drónok és robotok alkalmazása új dimenziókat nyithat a katasztrófavédelemben, különösen a nehezen elérhető területeken. A drónok a következő feladatokat végezhetik el hatékonyan:

- Helyszíni felmérés és elemzés során a drónok képesek gyorsan bejárni az érintett területeket, és valós idejű képeket vagy videókat készíteni a katasztrófhelyzetekről, például erdőtűzek vagy árvizek esetén.
- A kártérkép készítése során a drónok segítségével a katasztrófavédelem gyorsan felmérheti a katasztrófa károsító hatása által érintett területet, és prioritásokat állíthat fel a beavatkozásokhoz.
- Robotok és drónok használhatók a felderítés és a mentés során is, például olyan területeken, ahol a hagyományos emberi beavatkozás kockázatos vagy lehetetlen.

Ezek a technológiai eszközök különösen hasznosak lehetnek az olyan helyzetekben, ahol a mentésben részt vevő beavatkozók élete és biztonsága veszélyben van.

Integrált kommunikációs és irányítási rendszerek

A különböző katasztrófavédelmi rendszerek és eszközök közötti interoperabilitás biztosítása alapvető ahhoz, hogy a különböző mentési és segítségnyújtó egységek hatékonyan tudjanak együttműködni. Az integrált rendszerek lehetővé teszik, hogy az eszközparkok és az információs rendszerek zökkenőmentesen kommunikáljanak egymással, legyen szó a tűzoltóságról, a rendőrségről, a mentőszolgálatról vagy a katonai egységekről.

Az ilyen integrált rendszerek magukban foglalhatnak valós idejű kommunikációt, amelynek segítségével az összes érintett fél azonnali tájékoztatást kaphat a

katasztrófavédeletről és a szükséges beavatkozásokról. A központi irányítási rendszer keretében az operatív irányítást támogató központi adatbázisok és rendszerek lehetővé teszik, hogy a döntéshozók valós időben figyelhessék a katasztrófavédeletről alakulását, és hatékonyan irányíthassák az erőforrások felhasználását.

Digitális lakosságtájékoztatási rendszerek

A lakosság gyors tájékoztatása és a polgári védelem megerősítése kulcsfontosságú szerepet játszik a katasztrófavédelem sikerében. A digitális tájékoztatási rendszerek és a mobilalkalmazások segítségével a lakosság azonnali információkhoz juthat a veszélyhelyzetekről és a szükséges védekezési intézkedésekről (LAKATOS 2022: 114).

Az SMS-alapú riasztórendszerek azonnali figyelmeztetéseket küldhetnek a lakosság számára a várható veszélyekről, például árvíz, vihar vagy egyéb katasztrófa esetén. A mobilalkalmazások segítségével a lakosság folyamatos tájékoztatást kaphat a katasztrófavédelmi intézkedésekről, valamint a közvetlenül érintett területek helyzetéről.

Összefoglalás

A tanulmány elemezte az éghajlatváltozás hatásait a katasztrófavédelem műszaki és operatív képességeire vonatkozó követelményekre. A következtetések azt mutatják, hogy az új technológiai megoldások, például az IoT-rendszerek, a mesterséges intelligencia, a drónok és a robotikai eszközök alkalmazása alapvető fontosságú a jövőbeli katasztrófavédelmi stratégiákban. A valós idejű adatgyűjtés, az automatizált rendszerek és az integrált irányítási struktúrák fejlesztése jelentős mértékben javíthatja a reakcióidőt, a helyzetek pontos előrejelzését és a következmények felszámolásának folyamatait.

A javasolt megoldások nemcsak a katasztrófák megelőzésében és enyhítésében, hanem a lakosság tájékoztatásában is szerepet játszanak. Az SMS-alapú riasztórendszerek, a digitális tájékoztatás és a közvetlen információáramlás biztosítása elengedhetetlen a hatékony polgári védelemhez. A jövő katasztrófavédelmi rendszereinek egyik legfontosabb jellemzője az interoperabilitás és az integrált működés, ahol a különböző szintű és típusú védelmi rendszerek zökkenőmentesen együttműködnek.

A tanulmányban bemutatott operatív javaslatok és technikai megoldások nemcsak az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodást szolgálják, hanem az olyan hosszú távú, fenntartható védelmi infrastruktúra megteremtését is elősegítik, amely képes a jövőben még sikeresebben reagálni a változó környezeti és társadalmi kihívásokra. A további kutatásokat és fejlesztéseket ezen új technológiák, valamint azok integrálása és alkalmazása köré kell építeni. A katasztrófavédelem hatékonysága és a lakosság biztonsága szoros összefüggésben áll az alkalmazott innovatív megoldásokkal és a megfelelő, gyors reagálóképességgel.

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE REQUIREMENTS
FOR DISASTER MANAGEMENT TECHNICAL CAPABILITIES,
WITH PARTICULAR REGARD TO TECHNICAL INNOVATIONS

Climate change is causing extreme weather events such as torrential rains, heat waves, droughts, storms, and floods to become more frequent and intense worldwide. These phenomena pose significant challenges for disaster management, not only during intervention phases but also during preparation, prevention, and consequence management periods. Effective defense and rapid response require appropriate technical capabilities, including the development of infrastructure, equipment systems, information technology, and technical knowledge of human resources. This study aims to demonstrate how climate change is transforming the system of disaster management technical capabilities and what technical and strategic developments are necessary to manage future risks. The integration of technical innovations – such as automated monitoring systems, drone-based data collection, modular equipment parks, and energy-independent mobile devices – is becoming an essential condition for disaster management to respond effectively to complex emergencies related to climate change. The study seeks to answer how domestic disaster management technical capabilities can be expanded and developed to effectively adapt to the climate challenges of the 21st century.

Keywords: disaster management, technical capabilities, technical innovations, climate change

Felhasznált irodalom

- 4/2008. (VIII. 1.) ÖM rendelet az erdők tűz elleni védelméről.
- Az aszály kezelésének hosszú távú koncepciójáról* [é. n.]. Online: <https://2010-2014.kormany.hu/download/7/0a/90000/Aszalystrategia.pdf>
- DIKMENER, Gokham et al. (2024): *Innovation in Disaster Management*. UNDP–OCHA. Online: <https://www.undp.org/policy-centre/istanbul/publications/innovation-disaster-management-leveraging-technology-save-more-lives>
- Európai Akadémiák Tudományos Tanácsadó Testülete (EASAC) (2014): *Szélsőséges időjárási jelenségek Európában és hatásuk a nemzeti, valamint az uniós alkalmazkodási stratégiákra*. EASAC 22. sz. szakpolitikai jelentés. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia.
- FARKAS Ádám et al. (2017): A Magyar Honvédség feladatai, szerepének és helyzetének jogi aspektusai a tömeges migráció kapcsán. In TÁLAS Péter (szerk.): *Magyarország és a 2015-ös európai migrációs válság*. Budapest: Dialóg Campus, 159–177.
- FARKASINSZKI Lóránt (2020): A műszaki feltételrendszer kiemelt szerepe a katasztrófavédelmi feladatellátásban. *Védelem Tudomány: Katasztrófavédelmi online tudományos folyóirat*, 5(3), 191–206.
- KÁLLAI Ernő et al. (2005a): A vízellátás új technikai berendezései. *Katonai Logisztika*, (2), 190–201.
- KÁLLAI Ernő et al. (2005b): Új víztisztító berendezés a Magyar Honvédségben. *Haditechnika*, 39(2), 65–66.
- KIROVNE RÁCZ Réka (2019): Az extrém csapadékhullás katasztrófavédelmi vonatkozásai. *Védelem Katasztrófavédelmi Szemle*, 26(5), 35–37.
- LAKATOS Bence Roland (2022): A katasztrófavédelmi hatósági feladatrendszer műszaki, technológiai hátterének az elemzése, a továbbfejlesztési lehetőségek vizsgálata. *Védelem Tudomány Katasztrófavédelmi online tudományos folyóirat*, 7(1), 101–121.
- Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (2018). Innovációs és Technológiai Minisztérium. Online: https://vizeink.hu/wp-content/uploads/2022/10/VGT3/hatteranyagok/1_6_hatteranyag_NES_Ogy_alta_elfogadott.pdf
- PADÁNYI József (2001): *Polgári-katonai együttműködés a békefenntartó műveletek során*. Kutatási jelentés, 1–76.
- RÁCZ Réka Magdolna (2008): Az Egyesült Királyság éghajlatváltozási programjáról. *Hadtudományi Szemle*, 1(1), 75–84.

