

Lindmayer Judit  
[lindmayerjudit@gmail.com](mailto:lindmayerjudit@gmail.com)

## A GLOBÁLIS KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSA A KRITIKUS INFRASTRUKTÚRÁK VÉDELME

### *Absztrakt*

*Az éghajlat átalakulása az élet más területei mellett a kritikus infrastruktúrák védelmére is komoly hatással lehet, ezzel veszélyeztetve a társadalmi igények kiszolgálását, valamint a gazdaság működőképességét egyaránt. Ezen írás célja röviden bemutatni az alapfogalmakat és az egységes uniós szabályozás kialakulását, továbbá vázolni a klímaváltozás várható következményeit a hazai és a kanadai kritikus infrastruktúra védelmi szektorokra, az adott országokra jellemző természeti eredetű veszélyeztetések számbavételével.*

*Global climate change, beside other parts of our life, has significant effects to critical infrastructure protection with this risk the satisfaction of social needs and the operability of economy. The aims of this essay are shortly present the basic terms and the evolving of the unified EU regulations, furthermore describe the potential implications for Hungarian and Canadian sectors with the enumeration of characteristic environmental threats.*

**Kulcsszavak:** *Kritikus infrastruktúrák, klímaváltozás, Kanada, időjárási jelenségek ~ Critical infrastructure, climate change, Canada, weather phenomena*

## BEVEZETÉS

A globális éghajlatváltozás napjaink és a jövő egyik legkomplexebb környezeti kihívása. Hatásai már jelenleg is megfigyelhetők életünk szinte minden területén. Ez alól a fejlett társadalmakat kiszolgáló infrastruktúrák, szűkebben értelmezve pedig a kritikus infrastruktúrák (a továbbiakban: KI) sem jelentenek kivételt.

Jelen tanulmány célja rávilágítani a kritikus infrastruktúra elemek azon pontjaira, amelyek a klíma átalakulásával sebezhetőbbé válnak, ezáltal csökkentve a lakosság ellátásának biztonságát. Ennek céljából be kívánom mutatni hazánk, valamint Kanada KI rendszerét veszélyeztető kihívásokat és az azokra adható válaszokat. Annak érdekében, hogy a két teljesen különböző földrajzi adottságokkal és biztonságértelmezéssel rendelkező ország lehetőségeit össze lehessen hasonlítani, elsőként az infrastruktúra és a kritikus infrastruktúra definíciójának, illetve az adott országra érvényes jogszabályi háttér bemutatása szükséges.

## FOGALMI MEGHATÁROZÁSOK ÉS AZ UNIÓS SZABÁLYOZÁS

Az infrastruktúrák az emberi történelemmel egyidősek, a társadalmi és gazdasági fejlődéssel párhuzamosan alakultak, majd a XX. század rohamléptékű urbanizációja és technológiai előrehaladása komoly lökést adott ennek a folyamatnak. Az infrastruktúra rendkívül széleskörű fogalom, amelynek elemei nagymértékben meghatározzák a társadalom létfenntartásának lehetőségeit. Fő jellemzői a hálózatos jelleg, a nagy kiterjedés, valamint a kapacitás korlátozottsága. Általában közhasznú, állami tulajdonban lévő, tömeges igénybevételre tervezett elemekről beszélhetünk.

Korábban elsősorban a háborúk jelentettek fenyegetést ezekre a rendszerekre, azonban napjainkban ennek veszélye – főként a hidegháborús időszak lezárulásával – nagymértékben csökkent, ugyanakkor az ártó szándékú, illetve a terrorcselekmények kockázata jelentősen nőtt. Emellett kockázatot jelentenek továbbá a természeti eredetű események (pl. árvíz, földrengés, szökőár), az ipari (nukleáris baleset, veszélyes áruszállítás) és civilizációs veszélyeztetések (élelmiszer és vízhiány, kiberterrorizmus stb.) egyaránt.

Mindezekből látszik, hogy az infrastruktúra rendszereket komoly kihívások fenyegetik, ennek következtében veszélybe kerülhet a lakosság ellátásának folyamatos biztosítása, amely magával hozta a kritikus infrastruktúrák kialakításának, definiálásának igényét.

Elsőként az Amerikai Egyesült Államok az informatikai és távközlési hálózatok védelmét az 1990-es években erősítette meg, majd a 2001. szeptember 11-i terrortámadás minden fejlett államban komoly hatást gyakorolt a KI kijelölésére és fokozott védelmének kialakítására. Az egységesítés hiánya következtében a KI definiálása országonként eltérő, mivel a nemzeti adottságok és a földrajzi helyzet következtében az egyes nemzetek másként értelmezik a kritikusságot.

Az Európai Unió Zöld Könyvének definíciója alapján „*azok a fizikai eszközök, szolgáltatások, információs technológiai létesítmények, hálózatok és vagyontárgyak tekinthetők kritikus infrastruktúrának, melyek megrongálása vagy elpusztítása súlyos hatással lenne az európaiak egészségére, békéjére, biztonságára, vagy gazdasági jólétére illetve az EU és a tagállamok kormányainak hatékony működésére [1].*”

A KI meghatározó jellemzői a biztonság – a rendszerek működőképességének szinten tartása –, az üzemeltetési folyamatosság, az infrastruktúra és a társadalom közötti, valamint az infrastruktúrák egymástól való kölcsönös függősége, a szolgáltatásokhoz való hozzáférhetőség, továbbá a teljesítőképesség és annak állandó fejlesztése, illetve a hatékony működés [2]. A bekövetkezett üzemzavar, leállás következtében a dominó elv kialakulását folyamatosan szem előtt kell tartani, mivel ez esetben a lokális problémákból rövid idő alatt regionális katasztrófa alakulhat ki a kritikus infrastruktúrák egymással való kölcsönös

függőségéből eredően. Kiemelt hangsúlyt kell fektetni a KI működésével és tevékenységével kapcsolatos információk védelmére, hiszen az ártó szándékú cselekmények nagyrészt ezekből táplálkoznak.

Annak érdekében, hogy a KI védelme hatékonyabb legyen az öreg kontinensen, az Európai Unió 2004-től egységesítési törekvéseket tett a közös szabályozásra. A folyamatot a 9/11-es támadás indította el, majd a 2004-es madridi terrorcselekmények tették világossá az uniós szabályozás igényét. Abban az évben az Európai Bizottság átfogó stratégia kidolgozását tűzte ki célul, majd a 2005-ös londoni robbantások felgyorsították a folyamatokat és végül 2005 novemberében az Unió kiadta a Zöld Könyvet, a KI védelmének átfogó dokumentumát, amelyben a témával kapcsolatos elméletek, definíciók, valamint az egységes szabályozásra vonatkozó időszakok kerültek rögzítésre. A dokumentum célja a KI folyamatos működőképességét biztosító védelem kialakítása, a sebezhető pontok csökkentése, valamint az azonnali beavatkozási és helyreállítási eljárások egységesítése. Alapelvként a szubszidiaritást – vagyis a zavarok lehető legalacsonyabb, helyi szinten való kezelését –, a kiegészítő jelleget, az együttműködést, a titkosságot (minősített adatok megfelelő védelmét), illetve az arányosságot fogalmazták meg. A Zöld Könyv megkülönbözteti a nemzeti (NCI – national critical infrastructure) és az európai (ECI – european critical infrastructure) KI-kat, továbbá a harmadik országokban lévő KI-kat, amelyek hatással lehetnek valamelyik tagállamra vagy akár az egész szervezetre.

Az uniós szabályozás egyértelmű célja – a tagállami szintű egységesítésen túl – a megelőzés képességének erősítése, amely megvalósításához a Zöld Könyv előírja az egységes riasztási és értesítési rendszer (CIWIN) felállításának igényét.

Mindezek eredményeként 2008 decemberében adta ki az Európai Unió a KI védelmére vonatkozó Irányelvet [3], amely a KI azonosítására és kijelölésére vonatkozó eljárásokat, elveket és eszközöket foglalja össze. Az emellett közzétett, úgynevezett „nem kötelező iránymutatás” a tagállami feladatok célszerű megvalósításának módjait tartalmazza, de nem kötelező érvényű, hiszen a nemzeti sajátosságok eltérőek lehetnek.

A korábban már említett külső vagy harmadik országbeli KI általi veszélyeztetettség 2006-tól kapott nagyobb hangsúlyt a szervezetben. Ide értendők az önálló KI védelmi rendszerrel rendelkező, fejlett nyugati országok, mint az Amerikai Egyesült Államok és Kanada, vagy az ázsiai térség (Japán, Oroszország stb.). Az Unió szakértői fontosnak tartották az ezen országokkal való szorosabb együttműködést, hiszen az esetlegesen előforduló meghibásodások, leállások, katasztrófák határokon átnyúló hatásokkal bírhatnak. Ennek értelmében erősítették a tapasztalatcserét, a kooperációt az ECI-vel, illetve a harmadik országbeli KI-val kapcsolatban [4].

Az alapfogalmak és szabályozások áttekintése után rá kell térni arra az igen fontos kérdésre, hogy a klímaváltozás miképpen veszélyezteti nagymértékben a kritikus infrastruktúrákat? Az éghajlat gyorsuló átalakulását már az 1930-as években megfigyelték a kutatók, azonban komolyabb figyelmet csak az 1980-as 1990-es években kapott a probléma. Az elmúlt évtizedekben sorra alakultak tudományos kutató- és munkacsoportok, nemzetközi és kormányzati szervek annak érdekében, hogy reális jövőképet fessenek a klímaváltozás várható hatásairól. A különböző számításokon és modellezésen alapuló jelentések sokszor eltérő scénáriókat vázolnak fel, abban azonban szinte minden szakember egyetért, hogy a közeljövőben jelentős klímaátalakulás várható, amelynek felgyorsulásában az emberi tevékenység – pl. az üvegházhatású gázok nagy mennyiségű kibocsátása – jelentős szereppel bír. Várhatóan emelkedni fog az évi átlaghőmérséklet, ennek hatására többek között felgyorsul a sarki jegek és a gleccserek hóolvadása, emelkedni fog az óceánok és tengerek szintje, amely magában hordozza az alacsonyan fekvő területek elöntés veszélyét. Sűrűsödni fognak az extrém időjárási jelenségek, mint a rövid ideig tartó, de heves esőzések, hóviharak, ezek pedig megnövelik a természeti katasztrófák (földcsuszamlás, sárlavina, ár- és belvízi

jelenségek) kialakulásának kockázatát. Várhatóan sok helyen csökkenni fog a terméshozam és az emberi fogyasztásra alkalmas ivóvíz mennyisége, amit éhínség és vízhiány követ. Komoly biztonsági kihívást fog jelenteni az ebből adódó konfliktusok kialakulása, illetve a sérülékenyebb területekről menekülő tömegek kezelése [5] [6]. Látható tehát, hogy nagyon széleskörű és nehezen kezelhető kihívásokkal kell majd szembenéznünk, amelynek megoldása csak globális összefogással valósítható meg.

Ezek a változások, főként az időjárási jelenségek szélsőségesse válása komoly veszélyeket rejt a kritikus infrastruktúra elemekre nézve. Az elsősorban fizikai berendezésekben okozott károk (pl. vezetékszakadás, közlekedési útvonalak sérülése stb.) a KI működőképességét és egyben a szolgáltatások folyamatos biztosítását fenyegetik. Az éghajlati extrémítások gyakoribbá válása egyrészt a természeti katasztrófák sűrűsödését okozza (pl. áradások, jégeső), másrészt szükségessé teszi a KI elemek hosszú távú alkalmazkodását a változásokhoz. Többek között a műtárgyak az időjárási viszonyokkal szembeni ellenálló képességének növelése válhat nélkülözhetetlenné (pl. nagyobb hőmérsékletváltozásoknak is ellenálló anyagok és megoldások használata), vagy éppen a KI földrajzi helyének változtatása, például az alacsonyan fekvő tengerparti vagy folyóparti infrastruktúrák magasabb, biztonságosabb helyre való áttelepítése. Mindezek mellett a melegebb tendencia következtében várható a kapacitási maximumok megközelítése elsősorban az energetika – a téli fűtési, valamint a nyári hűtési igény következtében –, valamint az ivóvízellátás területén.

Még nagyobb hangsúlyt kell kapnia az alternatívák kialakításának, mivel a gyakoribbá váló káros események a megszokottnál többször okozhatnak fennakadást a működésben és a szolgáltatásban, ezzel veszélybe sodorva a társadalmi szükség kielégítését és a gazdaság működőképességét.

Jól látszik tehát, hogy a klímaváltozás rendkívül komplex kihívást jelent a kritikus infrastruktúrák védelmére, amelynek kiküszöbölése – de legalábbis a kockázatok csökkentése – hasonlóképpen összetett feladat. A társadalmi, gazdasági és földrajzi sajátosságok következtében minden országnak önállóan kell megtalálnia a számára leginkább megfelelő megoldásokat, ugyanakkor – ahogy az az Európai Unió esetében is megvalósulni látszik – egy egységes, irányvonalakat tartalmazó stratégia és az ezáltal együttműködés, tapasztalatcserék jelentősen megkönnyíti az államok helyzetét.

## **A HAZAI KRITIKUS INFRASTRUKTÚRÁK VESZÉLYEZTETETTSÉGE**

Hazánk, mint az Európai Unió tagja részese az előző részben bemutatott uniós KI védelmi szabályozásnak, ennek értelmében a nemzeti sajátosságoknak megfelelően kívánja integrálni jogrendjébe és gyakorlatába az uniós normatívákat. A 2000-es évek eleje óta egyre nagyobb hangsúlyt kap a hazai létfontosságú szolgáltatások és létesítmények megóvása, azonban az EU-hoz való 2004-es csatlakozásunk adott először lendületet a KI védelem megvalósításhoz. 2007-ben kezdődött a nemzeti program kidolgozása, majd 2008-ban megszületett a magyar Zöld Könyv [7]. A 2080/2008. (VI. 30.) Korm. határozat a Kritikus Infrastruktúra Védelem Nemzeti Programjáról ennek kihirdetése mellett elrendelte az ágazati konzultációt, előírta a szabályozási koncepció kidolgozását, valamint meghatározta a CIWIN-hez történő csatlakozás lehetőségeinek vizsgálatát. Az 1249/2010. (XI. 19.) kormány határozat<sup>1</sup> rögzítette az uniós jogszabályi elvárásokat. Jelenleg hazánkban nincs azonosított potenciális ECI – az EU a közlekedési és energetikai szektorokat emelte ki elsősorban –, ugyanakkor ennek rendszeres felülvizsgálata szükséges a veszélyeztetettség, valamint a gazdasági-társadalmi

---

<sup>1</sup> 1249/2010 (XI.19.) kormány határozat: Az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről szóló, 2008. december 8-i 2008/114/EK tanácsi irányelvnek való megfelelés érdekében végrehajtandó kormányzati feladatokról

környezet folyamatos változása miatt. Mindeközben megtörtént a nemzeti KI szektorok kijelölése, amelyeket a hazai Zöld Könyv tartalmazza, ezek a következők: [8]

Ágazat	Alágazat	Felelős
I. Energia	1. kőolaj kitermelés, finomítás, tárolás és elosztás	KHEM
	2. földgáz termelés, szállítás és rendszerirányítás, elosztás	
	3. villamosenergia-termelés, átvitel és rendszerirányítás, elosztás	
II. Infokommunikációs technológiák	4. információs rendszerek és hálózatok	MeH EKK, KHEM
	5. eszköz-, automatikai és ellenőrzési rendszerek	
	6. internet infrastruktúra és hozzáférés	
	7. vezetékes és mobil távközlési szolgáltatások	
	8. rádiós távközlés és navigáció	
	9. műholdas távközlés és navigáció	
	10. műsorszórás	
	11. postai szolgáltatások	
	12. kormányzati informatikai, elektronikus hálózatok	
	III. Közlekedés	
14. vasúti közlekedés		
15. légi közlekedés		
16. vízi közlekedés		
17. logisztikai központok		
IV. Víz	18. ivóvíz szolgáltatás	KvVM
	19. felszíni és felszín alatti vizek minőségének ellenőrzése	
	20. szennyvízelvezetés és -tisztítás	
	21. vízbázisok védelme	
	22. árvízi védművek és gátak	
V. Élelmiszer	23. élelmiszer-előállítás	FVM
	24. élelmiszer-biztonság	
VI. Egészségügy	25. kórházi ellátás	EüM
	26. mentésirányítás	
	27. egészségügyi tartalékok és vérkészletek	
	28. magas biztonsági szintű biológiai laboratóriumok	
	29. egészségbiztosítás	
VII. Pénzügy	30. fizetési, értékpapírkiríng- és elszámolási infrastruktúrák és rendszerek	PM
	31. bank és hitelintézeti biztonság	
VIII. Ipar	32. vegyi anyagok előállítása, tárolása és feldolgozása	KHEM, HM, ÖM (OKF), IRM (OAH), NFGM
	33. veszélyes anyagok szállítása	
	34. veszélyes hulladékok kezelése és tárolása	
	35. nukleáris anyagok előállítása, tárolása és feldolgozása	
	36. nukleáris kutatóberendezések	
	37. hadiipari termelés	
	38. oltóanyag és gyógyszergyártás	
IX. Jogrend - Kormányzat	39. kormányzati létesítmények, eszközök	IRM, ÖM, HM
	40. közigazgatási szolgáltatások	
	41. igazságszolgáltatás	
X. Közbiztonság - Védelem	42. honvédelmi létesítmények, eszközök és hálózatok	IRM, HM, ÖM (OKF)
	43. rendvédelmi szervek infrastruktúrái	

**1. ábra.** A hazai kritikus szektorok (Forrás: 2080/2008. (VI. 30.) Korm. határozat a Kritikus Infrastruktúra Védelem Nemzeti Programjáról)

A KI tehát felölel minden olyan ágazatot, amely az állam és a nemzetgazdaság működőképességében kulcsszerepet játszik. Következésképpen rendkívül fontos ezen elemek védelme rövid és hosszú távon egyaránt annak érdekében, hogy az ellátás és a szolgáltatások folyamatossága biztosítva legyen.

Hazánk, mint a Kárpát-medence egyik országa, fokozottan érintett a klímaváltozás hatásai által. A térség egyedülálló éghajlati, illetve földrajzi sajátosságai és biodiverzitása következtében nagyon érzékenyen reagál a legkisebb változásokra is. A VAHAVA projekt<sup>2</sup> összefoglaló jelentése megállapította, hogy változékonyabbá<sup>3</sup> vált az időjárás és az elmúlt 30 évben gyorsult a felmelegedés: 1975 és 2004 között a napi maximum hőmérséklet 2,3°C-al nőtt. A hőmérséklet emelkedése az ország keleti és észak-nyugati felén volt erősebb, illetve ezeken a területeken csökkent a csapadék mennyisége leginkább. Nőtt a nyári forró, valamint a 20°C feletti minimumhőmérsékletű napok száma. Mind a négy évszakban egyaránt nőtt a hőmérséklet, legnagyobb mértékben nyáron – körülbelül 4-5°C-kal –, legkevésbé pedig tavasszal, 3-3,5°C-kal. Az éves csapadék mennyisége a XX. században jelentős mértékben csökkent, ugyanakkor az intenzitása emelkedett – jellemzővé váltak a záporok, felhőszakadások, a villámárvizek –, amivel párhuzamosan romlott a hasznosulása (növények és talaj általi megkötés) és nőtt a lefolyás. A szárazabbá váló időjárás következtében a folyók nyaranta az egyharmadukra apadhatnak. Szintén változás állt be a csapadékok eloszlásában, a téli csapadék mennyisége emelkedett, míg a nyárié csökkent. A szélsőséges időjárási jelenségek aránya megnőtt, gyakoribbá vált az erős széllel és felhőszakadással kísért viharok kialakulása [9].

A már jelenleg is fennálló, hazánkban leggyakrabban előforduló katasztrófa jellegű események

- az ár- és belvízi jelenségek,
- az elhúzódo aszályok,
- az extrém időjárási jelenségek (szélsőséges viharok, felhőszakadás, hóvihár, jégeső, orkán erejű szél),
- illetve a földmozgások (földcsuszamlás, sárlavina).

A következőkben ezek hatását kívánom bemutatni a különböző KI szektorokra.

A KI egyik kiemelt szektora az *energetika*. A klímaváltozás hatására kialakuló extrém időjárási jelenségek fokozottan veszélyeztetik ezt a területet, hiszen a felsővezetékek könnyen leszakadhatnak a heves szellőkésektől, a hó vagy ónos eső okozta terheléstől, míg a csővezetékek földfelszín feletti részei ki vannak téve a szélsőséges hőmérsékleti viszonyoknak, a felszín alatti részeket pedig az elhúzódo belvív korrodálhatja. Az éghajlatváltozás okozta hőmérsékletemelkedés az elsősorban lakossági áramfogyasztás növekedését okozhatja (pl. légkondicionálók, hűtő rendszerek folyamatos működtetése), amelyet a rendelkezésre álló energetikai ellátórendszer nem, vagy nem teljes körűen lehet képes kiszolgálni, így komoly ellátási zavarok, áramszünetek léphetnek fel.

Az *infokommunikációs technológiák* közül ki kell emelni a távközlési és internetes szolgáltatást, amelynek légvezetékes egységeit az előbbieken vázolt módon befolyásolhatja a klíma átalakulása. Az áramellátási gondok esetén ez a szektor is könnyen megbénulhat, akadozhat a szolgáltatások ellátása. A postai szolgáltatás folyamatossága könnyen veszélybe kerülhet egy szélsőséges vihar vagy havazás következtében, különösen fontos ez a nehezen megközelíthető, illetve zsáktelepülések esetén.

---

<sup>2</sup> A klímaváltozás hazánkra gyakorolt hatásainak vizsgálatával foglalkozó VAHAVA (Változás-Hatás-Válaszadás) program a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, valamint a Magyar Tudományos Akadémia közös projektje volt 2003 és 2006 között.

<sup>3</sup> Hazánk éghajlatát a kontinentális, az óceáni és a mediterrán klíma hármasa jellemzi, valamint további befolyást gyakorol a Kárpát-medence domborzata egyaránt.

A közlekedési szektort mindenképp negatívan befolyásolja az átlaghőmérséklet megváltozása, mivel a szerkezeti elemek és alapanyagok megválasztása kulcsfontosságú szerepet játszanak a biztonságos és hosszú távú működés szempontjából. Az úthálózatok gyors romlása egyrészt hatalmas anyagi ráfordítást igényelnek – mind a javítás, mind pedig a teljes felújítás esetén –, másrészt balesetveszélyessé, lassabbá és ezáltal költségesebbé teszik a közlekedést, következésképpen a szállítás és az ezekhez kapcsolódó szolgáltatásokat. A közlekedési útvonalak teherbírásának csökkenése vagy esetleges működésképtelenné válása komoly zavarokat okozhat az ettől függő kritikus infrastruktúra elemekben, többek között a szállításban, élelmiszer ellátásban, sürgősségi ellátásban stb.

Hazánkban a közúti építkezések során kétféle burkolattípust használnak, az aszfaltot és a betonburkolatot. Az előbbi kötőanyaga a bitumen, amely termoplasztikus anyag, vagyis magasabb hőmérsékleten folyóssá válik. Lehűlése után ellenálló felületet képez, azonban a nyári időszakban a folyamatos napsugárzás hatására 50-60°C-ra felmelegedő aszfalt kötőanyaga újra meglágyul, ennek következtében a réteg eldeformálódhat. Ezen deformációs lehetőség és a nagy tengelyterhelésű gépjárműforgalom következtében az aszfalt utak hamar nyomvályússá válhatnak, amely nem csak rendkívül balesetveszélyes, de jelentős anyagi terhet is ró a fenntartóra, hiszen a kopóréteget rendszeresen fel kell újítani.

Jellegzetes romlási lánc, amikor az aszfaltréteg burkolófelületéről a zúzalékszemek kezdenek kiperegni, majd nagyobb felületen hámlás tapasztalható. Ezzel párhuzamosan hajszálrepedések jelennek meg, mely az időjárási és mechanikai hatások következtében hosszabbak és szélesebbek lesznek, mígnem teljesen kátyússá, ezzel pedig fokozottan balesetveszélyessé válik az útszakasz. Ez a jelenség fokozottan igaz ott, ahol a szükségesnél kevesebb bitument használtak fel az útépitéshez. A másik jellegzetes romlási típus, amikor a burkolat felületén egyre több bitumenes habarcsfolt jelenik meg, vagyis „izzad” az aszfalt. Ez abban az esetben fordulhat elő, ha a keverékben többletbitumen van, mely a forgalom szivattyúzó hatására a hozzákötött finom szemcsékkel együtt a felszínre nyomódik. Az emelkedő hőmérsékleti tendenciák arra kényszerítik a szakembereket, hogy a változó viszonyokhoz jobban alkalmazkodó megoldásokat válasszanak. Az úgynevezett keményebb útépitési bitumentípusok viszonylag magas hőmérsékleten lágyulnak, viszont a hőmérséklet csökkenésével az anyag hamar túl merevvé, törékennyé válhat, vagyis az aszfalt téli repedezése lehet gyakoribb ezen típus alkalmazásánál. A lágy bitumentípusok jól bírják az alacsonyabb hőmérsékletet, de hamarabb lágyulnak meg a melegben. Egy másik alternatívát jelenthet a betonburkolatokra való szélesebb körű áttérés. Ebben az esetben kötőanyagként a hidraulikus kötésű cementet alkalmazzák, amely a víz elpárolgása után lassan szilárdul meg, azonban a későbbiekben állapotát nem befolyásolja sem a hőmérséklet változása, sem pedig a lehulló csapadék mennyisége vagy minősége. Hazánkban a 2000-es évek óta a nagyforgalmú újabb autópálya-szakaszokat már ezzel a technikával építik, így hézagolt betonburkolattal készültek az M0-s autópálya egyes szakaszai is.

Röviden ki kell még térni a közlekedési biztonságát befolyásoló tényezőknél az útpályák síkosság-mentesítésének kérdésére. Az extrém időjárási viszonyok gyakoribbá válásával számítanunk kell a hirtelen érkező lehűlésekre, havazásokra és ónos esőzésekre, melyek során a közúti, vasúti és légi közlekedés folyamatosságát egyaránt biztosítani kell. A legelterjedtebb eljárás az olvasztósózás és a szemcsés anyagok felületre való szórása a mechanikai eltávolítással párhuzamosan. Annak következtében, hogy a klórtartalmú anyagok hatékonysága a legnagyobb, ezek komoly környezetkárosító hatások lehetőségét hordozzák magukban. Egyrészt az út menti növényzetet és a talajfaunát kipusztítja, a felszíni és felszín alatti vizeket károsítja, másrészt a járművek alvázának, a vasbeton műtárgyak acélbetéteinek, illetve a betonburkolat korrózióját gyorsítja [10].

Összességében elmondható, hogy az éghajlatváltozás következtében gyakoribbá váló szélsőséges alacsony és magas hőmérsékletek, a napsugárzás, a csapadékok minden formája

és hirtelen, nagy mennyiségben való megjelenése, valamint a fagyási és olvadási ciklusok egyaránt hozzájárulnak az útburkolatok leromlásának meggyorsulásához. Tovább súlyosbítja a helyzetet, ha a földmű, vagy a pályaszerkezet hosszabb ideig víz alá kerül. Mindezek mellett a vasúti, közúti, mind pedig a légi közlekedés zavartalanságát érinthetik az időjárási viszonyok, amely akár a teljes közlekedés lebénulásával, ezzel párhuzamosan pedig az alapvető szolgáltatások (egészségügy, élelmiszer és vízellátás stb.) akadozásával járhatnak. A nagy hőmérsékletváltozások kikezdehetik a vasúti pályát és a váltókat, míg a felsővezetékben az erősebb szelek, extrém viharok és az ónos eső tehet kárt. A légi közlekedésben elsősorban a jelentős széllel és villámlással kísért viharok, valamint a látótávolságot csökkentő jelenségek (sűrű hóesés, köd, felhőszakadás) okozhatnak fennakadásokat. Hosszú távon a melegedés okozta folyami és tavi vízszint-változás a belvízi közlekedés akadozását eredményezheti.

A vízzel kapcsolatos kritikus infrastruktúra elemek között említhető az *ivóvíz szolgáltatás*, illetve ennek műszaki egységei, melyekre negatívan hathatnak a már felsorolt jelenségek (pl. csővezetékek korróziója). Az áramszolgáltatás akadozása ezen szektorban is okozhat gondokat, például az átemelők és szivattyúk működésében. Szintén veszélyforrásként kell kezelni a lakossági fogyasztásra szánt készletekbe bekerülő esetleges szennyeződések vagy egy jelentősebb fertőzés lehetőségét, amely az átalakuló klímával megjelenő és elterjedő baktériumok és vírusok, illetve ezek vektorai által valósulhat meg. A *szennyvízelvezetés- és tisztítás* szempontjából az extrém hőmérsékletek kiemelten fontosak, hiszen a biológiai szennyvíztisztítók működési hatékonysága egy meghatározott hőmérsékleti intervallumban a legnagyobb, túl hidegben befagyhat a bioreaktor, valamint lelassul a mikroorganizmusok tevékenysége, míg túl melegben oxigénhiány léphet fel. A reaktormedencék, továbbá a szennyvíztisztításhoz szükséges egyéb műtárgyak fizikai védelméről ugyancsak gondoskodni kell, mivel az extrém időjárási jelenségek (szélviharok, felhőszakadás, ónos esőzések) jelentős kárt tehetnek ezekben, következésképpen csökkenhet a tisztítási kapacitás és veszélybe kerülhet a lakossági vízellátás. Az árvízvédelmi védművek állapotát nagyban befolyásolják az időjárási jelenségek, például a heves esők és erős szellőkések fokozzák a rézsűk erózióját.

Az *élelmiszer*, mint kritikus infrastruktúra elem tekintetében problémák adódhatnak egyrészt a termeléssel a termőtalajok degradációjának következtében (pl. szikesedés miatt), másrészt a viharok, jégverések, aszályos és belvizes időszakok okozta terménypusztulás következtében. Az átalakuló klímával gyakoribbá váló fertőzések (pl. gombák) és rovarinváziók (pl. sáskák, csigák stb) szintén veszélyeztetik a termelés hatékonyságát és nagyban növelik a gazdálkodási tevékenység költségeit. A megtermelt alapanyagok fogyasztókhöz való eljuttatásának biztonsága a közlekedési szektor akadozása esetén kerülhet veszélybe.

Az *egészségügyi ellátás* folyamatosságát, a megfelelő gyógyszer és vérkészletek fenntartását szintén nehezítik az extrém időjárási jelenségek, valamint ezek következtében az egészségügyi ellátást igénybe vevők tömegének megjelenése, például kánikulában az ájulások esetek, ónos esők esetén a zúzódásos és töréses betegek száma megsokszorozódik. A jövőben számítani lehet bizonyos betegségek és tünetek gyakoribbá válására, fel kell készülni ezek kezelésére a megfelelő vizsgálati módszerek, ellenszerek beszerzésével, valamint az ellátó személyzet létszámának esetleges növelésével.

Az *ipari egységek* fizikai biztonságát veszélyeztetik a nagy viharok, tornádó erejű szél, a heves esőzések hatására kialakuló ár- és belvízi jelenségek, illetve sárlavinák, földcsuszamlások. A folyók mentén fekvő nagyvárosok ipari központjait ezen nehézségek még komolyabban érinthetik, főként az árvízi jelenségek következtében fenyegető elöntések. Egyes ipari létesítmények termelésből való kiesése megbéníthatja a város, a régió, de akár az egész állam működését abban az esetben, ha nincs alternatív termelő, amely képes átvenni a sérült helyét az ellátásban.



Bár az *épületek, az épületszektor* csak a szélesen értelmezett kritikus infrastruktúrák körébe tartozik, ugyanakkor jelentős problémákat okozhatnak az államnak a tömeges épületpusztulások, így itt kell röviden kitérni ezen terület várható változásaira. A klímaváltozás következtében nő az épületek szélsőséges viszonyoknak való kitettsége, ezzel párhuzamosan pedig csökken az építőelemek és egyéb szerkezeti egységek élettartama. A jövőben még nagyobb figyelmet kell fordítani az épületek alapanyagainak kiválasztására és a statikai megvalósításra, továbbá ügyelni kell arra, hogy ez a folyamat ne váljon egy „ördögi körré”, vagyis minél több és jobb anyagot használunk fel, annál több erőforrást vonunk el a természettől és annál több hulladékot termelünk. Mindezek mellett ügyelni kell az épülő házak energiahatékony megvalósítására, mivel a fokozódó energiafelhasználás a korábbiakban ismertettek alapján önmagában is komoly nehézségeket hordoz. Fontos tehát az anyagok körültekintő és környezettudatos megválasztása, az alapvetően önfenntartó energiagazdálkodás megvalósítása – többek között a széles körben elterjedt „passzív házak” építésével –, valamint a zöld területek térnyerése az építészeti megoldások segítségével (pl. tetőkertek) [11].

A *jogrend és kormányzat, valamint közbiztonság- és védelem* szektorokat közvetetten érinthetik a klímaváltozás másodlagos hatásai, elsősorban a komplex problémák okozhatják ezek ágazatok munkájában való fennakadást. Több infrastruktúra elem egymást követő vagy együttes kiesése komoly ellátási zavarokat okozhatnak, amelyek kiküszöbölése többek között a központi kormányzati és a közigazgatási szervek feladata. Az ellátás nélkül maradtak szükségleteinek ellátása, esetleg ideiglenes szállásának biztosítása és fenntartása összetett szervezői munkát igényel, illetve a résztvevők közti szoros együttműködést teszi szükségessé. A kritikus helyzetek kezelésében részt vesznek a rendvédelmi, a katasztrófavédelmi, illetve az egészségügyi szervek, súlyos esetben a Magyar Honvédség, valamint a központi kormányzati, a közigazgatás és az önkormányzati szervek, esetleg önkéntes segítő szervezetek.

A kritikus infrastruktúra elemeinek fenyegetése a klímaváltozás hatásai által szinte sosem egyforma, ugyanakkor rendkívül sokrétű, hiszen a nehézségek komplexitásával kell szembenézni. Következésképpen az ezekre való felkészülés az esetleges elhárítási, kárfelszámolási tevékenységeket is összehangolt módon kell megvalósítani.

A biztonság kérdésének vizsgálatakor nem szabad figyelmen kívül hagyni a terrorizmus kérdéskörét. A terrorakciók elsődleges célpontjai – a motivációtól és elérendő céltől függően – legtöbbször nagyforgalmú központok, kormányzati intézmények vagy kritikus infrastruktúra elemek. A terrorcselekmények végrehajtóinak a megfélemlítés és az ország, régió működésének megbénítása gyakran a célja, ezért kiemelt figyelmet kell fordítani a kritikus infrastruktúrák fizikai védelmére és a működés zavartalanságára. Különösen nagy problémát okozhat, ha egy katasztrófavédelemben hajtják végre a terrorista akciót akár a sérült létesítmény, akár az azt helyettesítő elem ellen.

A témához csak közvetlen kapcsolódva, de röviden meg kell említeni a kritikus infrastruktúrák védelmének egyik új dimenzióját, a kiberbiztonság kérdéskörét. Ugyan a klímaváltozás ezen területre nem gyakorol hatást, azonban a meggyengült vagy működésképtelenné vált elemek ilyen típusú támadásnak való kitettsége nagyobb lehet, illetve előfordulhat, hogy pont ennek következtében esik ki az adott egység a termelésből. A Nemzeti Biztonsági Stratégia önálló, a hazai biztonságot fenyegető kihívásként említi meg a kiberbiztonság kérdését. A következőket olvashatjuk erről: „Az állam és a társadalom működése – a gazdaság, a közigazgatás, vagy a védelmi szféra mellett számos más területen is – mind meghatározóbb módon a számítástechnikára épül. Egyre sürgetőbb és összetettebb kihívásokkal kell számolnunk az informatikai- és telekommunikációs hálózatok, valamint a kapcsolódó kritikus infrastruktúra fizikai és virtuális terében [12].” Vagyis a kritikus infrastruktúra elemek ellen végrehajtott kibertámadások képesek megbénítani a létesítményeket, ezzel veszélybe sodorva a szektor vagy akár az állam működőképességét. Ez

komoly eszköz lehet az ártó szándékú személyek kezében, valamint az államok hadviselésének új dimenzióját is megnyitja. Ahogy a korábbiakban, a terrorizmus esetén, itt is megemlíthetjük, hogy a katasztrófa sújtotta, vagy az azt helyettesítő létesítmény ellen elkövetett kibertámadás végzetes lehet az ellátás és a működés szempontjából.

A klímaváltozás közvetlen és közvetett hatásait egyaránt súlyosan megszenvedő, sebezhető térségek elmenekülő lakossága – azaz a klímamenekültek – ugyancsak komplex problémával állítják szembe a befogadó országokat. A közbiztonsági kihívások – illegális menekültek, emberkereskedelem, fegyver- és drogcsempészet – mellett jelentős a társadalmi-kulturális különbségek okozta társadalmi feszültség, a befogadottak ellátásának, oktatásának és egészségügyi ellátásának pénzügyi terhe, rendszerszemléletben nézve pedig az infrastruktúrák és KI-k kihasználtságának növekedése. A menekülttömeg hatására a helyi infrastruktúrák elérhetik a maximális kapacitásukat (pl. egészségügyi ellátás, szennyvízrendszer, élelmiszer és ivóvízellátás stb.), amely lokális – dominóhatással pedig regionális szintű – összeomláshoz vezethet. Hazánk jelenleg tranzitországként szerepel a menekültek térképén, mivel elsődleges célállomásaik Észak-Amerika, illetve a nyugat-európai országok. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni a már ma is tapasztalható bevándorlási politikában bekövetkezett változásokat, szigorításokat. Amennyiben a hazánkba – mint Európa kapujába – bejutott menekülteket nem engedik tovább utazni, úgy Magyarországon lesznek kénytelenek letelepedni, ezzel növelve a korábban felsorolt nehézségek mértékét.

Összességében tekintve a KI-ra a klímaváltozás elsősorban fizikai szempontból jelent veszélyt, azonban nem szabad elfeledkezni a forrásoldal – alapanyagok, nyersanyagok, termékek – minőségének romlásáról, esetleges megsemmisüléséről. Az üzemszerű működés biztosítása komplex kihívás, a passzív védelem mellett hangsúlyt kell fektetni a megelőzésre, úgy mint az új viszonyok hátrányait kiküszöbölő technológiák bevezetésére, a társadalom környezettudatos nevelésére vagy a további szükségkapacitások kialakítására [13].

## **A KRITIKUS INFRASTRUKTÚRA VÉDELEM KÜLSŐ DIMENZIÓJA: KANADA**

Kanada az európai rendszeren kívül álló, önálló KI védelmi koncepcióval rendelkező ország, amely a hazaitól eltérő földrajzi és geopolitikai viszonyokkal rendelkezik. A korábbiakban taglalt magyar koncepcióval való összehasonlítása értelmetlen lenne az eltérő sajátosságok következtében, azonban kiváló példát mutat a független KI védelmi rendszerekre.

Csak úgy, mint a nyugati világ többi államában, úgy Kanadában is a 2001-es amerikai terrortámadás adta az első komolyabb lökést a kritikus infrastruktúrák fokozott védelmének kialakításához. A Kanadai Közbiztonsági és Veszélyhelyzeti Készültségi Hivatal (Office of CI Protection and Emergency Preparedness, a továbbiakban: Hivatal) 2003-as életre hívását követően megkapta a feladatot, hogy felmérje a potenciális veszélyeket és azonosítsa a KI elemeket, majd alkossa meg a nemzeti stratégia alapját képező dokumentumot. Ennek koncepcionális elemei a következők voltak:

- a veszélyeztetettség átfogó megközelítése,
- a megfelelő biztonsági kultúra kialakítása,
- az egységes kockázatkezelés,
- az érintettek széleskörű bevonása,
- a kötelezettségek teljesítésének kikényszeríthetősége [14].

Ezek alapján 2004-ben megszületett a kanadai Nemzeti Stratégia, amely tíz kritikus szektort és annak tíz alszektorát azonosítja:

1. Bank és pénzügyi szektor
2. Energiatermelés és elosztás
3. Élelmiszer-ellátás
4. Ipar
5. Infokommunikációs technológiák
6. Kormányzati működés
7. Közegészségügy
8. Szállítás és közlekedés
9. Veszélyhelyzeti szolgáltatások
10. Vízellátás

Mindezek mellett előírta a védelmi tervek kidolgozását és a hálózatok kölcsönös függőségeinek feltérképezését, valamint a közigazgatás feladatait és az állami szerepvállalást a kockázatok kezelésében. Fontos kiemelni, hogy a kanadai KI nagy része magánkézben van, így az állam és a privát szektor közötti együttműködés szorosabbá tétele rendkívül fontos feladat annak érdekében, hogy hatékonyan valósulhasson meg a KI védelme.

A Hivatal 2003-as elemzése alapján [15] a kanadai KI-t legnagyobb mértékben a klímaváltozás – és az annak hatására sűrűsödő természeti katasztrófák –, valamint a szándékos ártó cselekmények fenyegetik. Ezen tanulmányban az utóbbival nem kívánok részletesen foglalkozni, mivel csak közvetetten kapcsolódik a témához.

Statisztikai adatok alapján a klímaváltozás a 2000-as évek elejéig Kanadában jelentős átlaghőmérséklet-emelkedést okozott, valamint sűrűbbé váltak a természetik katasztrófák, úgy mint az árvizek vagy az extrém viharok. A következőkben a leginkább valószínű, az éghajlatváltozás hatására komolyabban fenyegető természeti jelenségeket mutatom be, valamint azok KI-t veszélyeztető hatásait.

Az elemzés szerint a legfőbb környezeti fenyegetések az árvíz, a súlyos viharok, a geomágneses viharok, a földrengés, a cunami, az erdőtüzek, valamint az epidémia. A klímaváltozás hatására a sarki jég olvadásnak indul, valamint várható a tengerszint emelkedése, ez pedig jelentősen fenyegeti az alacsonyan fekvő, parti területeket és szigeteket. A melegedés hatására változik a hőeloszlás, amely az óceáni és légköri körfolyamatok változását, valamint a hidrológiai ciklus módosulását idézi elő. A hőmérséklet emelkedése a fizikai folyamatokra is hatást gyakorol, amely extrém időjárási viszonyok generálódását segíti elő. Várhatóan nő a tornádók aktivitása, a hóolvadás és a jeges ár kockázata. Mivel a melegebb légkör több nedvességet tárol, várhatóan nagyobb lesz a csapadék mennyisége, amely az intenzívebb olvadással komoly áradásokat okozhat. Előre láthatólag a párolgás fokozódása és a melegedés következtében sűrűsödni fognak az aszályok, amelynek következtében csökken a talaj nedvességtartalma is.

1990 és 2002 között 204 *árvízi jelenséget* regisztráltak országszerte, ebből a legtöbbit, 44-et, Ontario tartományban. Kanadában szinte bármelyik hónapban kialakulhat árvíz, ezen jelenségek 40%-a április és május hónapokra tehető. A XX. század árvizeinek mintegy 78%-a 1959 után következett be, amelyet a jelentés készítői a melegedésnek és a fokozódó urbanizációnak tudnak be. Az árvizek kialakulásának kockázata azonban tovább nő, mivel sok ember él a nagyobb, de kevésbé urbanizált területeken, ahol az infrastruktúra nem elég fejlett, valamint a fő megélhetési forrásuk a mezőgazdaság, így a terménypusztulás komoly károkat okozhat. Ugyancsak kockáztnövelő tényező a változó éghajlati minta, a szélsőségek megjelenése és a várható csapadéknövekedés, mivel a kisebb vízgyűjtőkön az intenzív csapadékhullás jelentős károkat okozhat. Szintén probléma, hogy az infrastruktúra elemek (hidak, utak, városi rendszerek, szennyvíz hálózatok stb.) nagy része már 30-45 éves, és a karbantartás hiánya mellett nehezen finanszírozható ezek cseréje vagy teljes felújítása.

Összességében elmondható, hogy az áradások a közlekedési, szállítási, valamint a kommunikációs és szolgáltató szektort érintik leginkább, továbbá az élelmiszer termelést és szállítást ugyancsak nehezíti.

Kanada területének több mint 2/5-ét erdő borítja, így az *erdőtüzek* kialakulása komoly kockázatot jelent. Az ország az egyik legnagyobb fa és papírtermék exportőr, ez az iparág százazatoknak ad megélhetési lehetőséget (főként Brit-Columbia, Új-Brunswick és Ontario tartományokban), ezért dollármilliókat költenek évente a faállomány megóvására. Ennek ellenére évente kb. 10 ezer erdőtűz esetet regisztráltak, amelyeknek száma a jövőben tovább nőhet a melegedés, valamint az erdőtűzszezon meghosszabbodásának következtében. A legtöbb eset gondatlanság és a villámcsapások következménye, ugyanakkor a szárazság fokozódása következtében a keletkező tüzek nagysága egyaránt nőhet. Ezen tüzek nagyban veszélyeztetik az ország nyugati felén lévő olajvezetéseket, továbbá a villamos energia és távközlési rendszert az egész országban. Összességében közvetett hatást gyakorol a szolgáltatásokra, illetve a biztonság (veszélyhelyzeti szolgáltatások) területére.

Az elemzés a *rendkívüli viharok* fenyegetéseit több alkategóriára bontva, külön kezeli. Az Amerikai Egyesült Államok után Kanadában alakulnak ki leggyakrabban tornádók (évente kb. 80), amelyeket konventív időjárási viszonyok kísérhetnek, ezzel jelentős – több tízmillió dolláros – károkat okozva. A klímaváltozás következtében ezen jelenségek száma valószínűsíthetően nőni fog a jövőben, elsősorban a kanadai préríken.

A jégesők szintén komoly anyagi károkat és számottevő pusztítást okoznak a terményekben. Elsősorban a meleg évszakban, általában május és szeptember között fordulnak elő jelentős zivatarok kíséretében. Évente kb. a kanadai prérík növényeinek 3%-át pusztítja el, ezzel mintegy 100 millió dolláros kárt okozva. A leginkább érintett tartományok Quebec, Alberta, Brit-Columbia és Saskatchewan.

A jéges viharok Kanada természetes fenyegetései közé tartoznak, ugyanakkor a XXI. század végére kb. 30%-al nőhet ezen viharok száma. Kanada eddigi egyik legnagyobb természeti katasztrófája az 1998 januárjában kialakult jéges vihar volt, amely érintette Nyugat-Quebecet, Ontariót, Új-Brunswickot, Új-Skóciát és a Prince Edward-szigetet. Közel 5,4 milliárd dolláros kár keletkezett, valamint az elhúzódó áramellátási problémák következtében több százezer embert kellett kitelepíteni az érintett városokból, összesen mintegy 3,3 millió ember maradt áram nélkül akár 4 hétig is. Tizenöt ezer katona segített a bajbajutottak ellátásában és a károk elhárításában. Fák milliói pusztultak el, 120 ezer km-nyi energetikai és telefonvezeték szakadt le, 130 főátviteli torony szenvedett károkat, Quebecben pedig a teljes elektromos hálózatot újjá kellett építeni, mivel a javítások nem lettek volna elegendők. Ezen különleges természeti esemény kialakulásához több jelenség egybeesése szükséges, egyik fő komponense a nedves levegőtömeg kissé fagyponthoz közel emelkedése és hideg légtömeg felszín közelében való megjelenése. Az éghajlatváltozás következtében Dél-Kanadában várhatóan nőni fog a nedves légtömegek gyakorisága télen, amely növeli a jéges viharok kialakulásának valószínűségét.

Összességében elmondható, hogy a rendkívüli viharok ugyan nagyrészt előre jelezhetőek, mégis komoly károkat okozhatnak a KI elemekben, mivel korlátozottak a velük szembeni védekezési lehetőségek. Elsősorban a távközlést, az energetikai szolgáltatást, a szállítást és a veszélyhelyzeti szolgáltatást érintik ezek az események. A közlekedési hálózatok a nagyvárosok központjaiban összeomolhatnak, míg vidéken a párhuzamosságok hiányában történhet hasonló. A sürgősségi szolgáltatások hiánya miatt csak lokális katasztrófa-elhárítás, illetve mentés és beavatkozás valósulhat meg.

A *geomágneses viharok* kialakulásáért a napkitörések felelősek, tekintettel arra, hogy azok hatással vannak a Föld magnetoszférájára és ennek következtében csökken a globális mágneses tér. Ezen jelenségek rendkívül komoly károkat okozhatnak, többek között áramkimaradást, a csővezetékek fokozott korrózióját, a vezetékrendszerek

működésképtelenné válását, a navigációs rendszerek pontatlanságát, a műholdak, továbbá a telefon és kábelvonalak zavarását. Ennek következtében a szolgáltatások akadozása, leállása, illetve bevételkiesés tapasztalható.

Bár a *földrengések* gyakoriságára a klímaváltozás nincsen hatással, röviden mégis ki kell térni ezekre a jelenségekre, figyelemmel arra, hogy jelentős mértékben fenyegetik a kanadai KI rendszereket. A nyugati part ebből a szempontból az ország leveszélyeztetettebb területe, évente mintegy 1000 földrengést regisztrálnak. Jelenleg a Juan de Fuca és az Észak-Amerikai lemez összezárt állapotban van, azonban szétnyílásuk szubdukciós rengéseket okozhatnak. A rengés okozta károk mellett számolni kell a másodlagos hatásokkal, mint a földcsuszamlás, szökőár és az alacsonyan fekvő területek elárasztása, kifejezetten veszélyeztetettek a meredek partfalakra és instabil talajokra épített magas épületek, illetve közlekedési infrastruktúrák. Megoldást stabil talajra, a földrengés-biztosan épített infrastruktúrák, illetve a párhuzamosan kialakított elosztó hálózatok és alternatív ellátási utak kialakítása jelenthetnek.

A *szökőár* vagy *cunami* kialakulását a földrengések, földcsuszamlások és vulkánkitörések okozhatják. A nyílt vízen induló kis hullámok a sekély parton felerősödnek, ezzel komolyan veszélyeztetve a parton fekvő településeket, azok – elsősorban tengeri – infrastruktúráját (kikötők, tengeri útvonalak stb.). Kanadában 1964 óta nem volt szökőár, így a ritka előfordulás következtében a fenyegetettség meglehetősen alacsony, de nem elhanyagolható. A tengeri infrastruktúra sérülése ellátási nehézségeket okozhat, valamint veszélyezteti a közlekedési, szállítási és távközlési szektort egyaránt.

*Epidémia* az észak-amerikai országban legutóbb az I. világháború után fordult elő, amikor kb. 50 ezer kanadai halt bele a spanyolnátha járványba. Jelenleg két potenciális egészségügyi problémával kell szembenéznie az államnak, a nyugat-nílusi vírussal, valamint az állatállományt támadó száj- és körömfájással. Az előbbi rendkívül aktuális nehézség, mivel a klímaváltozás következtében egyre több fertőzéses eset fordul elő Európában és Észak-Amerikában egyaránt. A betegséget nőtény szúnyogok terjesztik, amelyek a fertőzött vándormadaraktól kapják el a kórt, majd adják tovább az embereknek. A legtöbb esetben enyhe tünetekkel – láz, izomfájdalom, fejfájás – gyors felépülés jellemző, azonban szövődményei veszélyesek (pl. agyhártyagyulladás) és akár halálos kimenetelűek is lehetnek. A betegséget Kanadában először 2001 szeptemberében fedezték fel egy madár szervezetében, majd egy év múlva már emberi megbetegedés is tapasztalható volt. Annak következtében, hogy a szúnyog szezon jelenleg elég rövid, egyelőre kicsi az epidémia kockázata, ugyanakkor a jövőben a melegedés hatására ez változhat.

A száj- és körömfájás nagyon súlyos, fertőző betegség, amely elsősorban a patásokra (szarvasmarha, juh, sertés, kecske) jelent veszélyt, ezzel pedig az élelmiszerellátásban és a húsexportnál okozhat nehézségeket. Bár a fertőzött állatok csupán 5%-a pusztul el, ugyanakkor a fertőzött állatokat legtöbbször levágják, ezzel pedig tartós negatív hatások tapasztalhatók, mint a tejtermelés csökkenése, a szaporulat csökkenése vagy az állatok súlyvesztése stb. Az epidémia kialakulását oltások és szigorú ellenőrzések segítségével akadályozzák meg, ezzel biztosítva a kanadai hústermékek iránti bizalmat, mivel egy 2000-ben készült számítás alapján az országot érintő húsembargó mintegy 5,4 milliárd dolláros veszteséget okozna.

Az epidémia kialakulása veszélyezteti a közlekedési szektort, az állami szolgáltatásokat, a veszélyhelyzeti szolgáltatásokat, továbbá lakossági pánikhoz vezethet és a termékekkel szembeni bizalomvesztés komoly pénzügyi károkat okozhat.

A természeti katasztrófák elsősorban fizikai károkat, a szolgáltatás leállítását okozzák főként az energia, a kommunikációs és a közlekedési hálózatok esetén, valamint megnehezítik a veszélyhelyzeti szolgáltatások zavartalan működését. Az elmúlt évtizedekben nőtt a természeti katasztrófák által okozott károk mértéke, míg a halálos áldozatok száma csökkent. Ez utóbbi a megelőzési módszertanok fejlődésének, az egyre jobban összehangolt és

kifinomult beavatkozásoknak köszönhetőek, míg az előbbi a technológiai fejlődés és az ellátási igények következtében kiépített infrastruktúra elemek bonyolultsága és érzékenysége miatt változott. A komplex rendszerek hatására a tovaryűrűző problémák egész területeket érintő leállásokat okozhatnak, míg az okozott károk értéke jelentősen növekedik.

A XXI. században előre láthatólag gyorsul a klímaváltozás, amely a szélsőségek gyakoribbá válását vonhatja maga után. Az előbbieken bemutatott fenyegetések valószínűségének növekedésével párhuzamosan problémát fog okozni az infrastruktúrák maximális kapacitásának megközelítése (pl. növekvő fűtési igény, nyári energiafogyasztás emelkedése, fokozott vízigény stb.), amelyek csak komoly anyagi ráfordítással kerülhetők el. Fontos kialakítani az alternatív ellátási rendszereket, továbbá fokozni a vezeték nélküli technológiákra való átállást (távközlés, informatikai szektor), illetve a távolabbi vidékeken a bővülő gazdasági tevékenységekkel együtt ki kell építeni az ehhez szükséges infrastruktúra elemeket.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az éghajlat fokozódó átalakulása az élet szinte minden területére, így a kritikus infrastruktúrák védelmére is jelentős hatást gyakorol. Közvetlen – a fizikai rendszerben keletkező károk – és közvetett hatások – vagyis a fogyasztói szokások olyan gyors átalakulása, amelyhez az infrastruktúra már nem tud alkalmazkodni – figyelhetők meg már ma is, amelyek a jövőben valószínűleg fokozódni fognak [16].

Annak ellenére, hogy az országok eltérően értelmezik a kritikusságot és ehhez más-más védelmi koncepciót dolgoznak ki, egy dolog közös bennük, a fő cél az állam működőképességének fenntartása és a várható károk, következmények csökkentése.

Bemutatásra került az Európai Unió által kezdeményezett közös szabályozás, amelyhez hazánk is csatlakozott és ennek tükrében alakítjuk a nemzeti stratégiánkat. A Kárpát-medence egyedülálló földrajzi adottságai miatt fokozottan ki van téve a klímaváltozás okozta változásoknak, főként az ár- és belvízi jelenségek, az extrém viharok, jégesők, valamint az aszályok okozzák a legtöbb problémát.

Kanada, mint a KI védelem „külső dimenziójának” képviselője önálló értelmezést és stratégiát dolgozott ki a nehézségek kezelésére. Az általunk megszokottól eltérően az észak-amerikai országban a rendkívüli viharok (tornádó, jéges vihar) és a szökőár okozhatnak károkat a KI elemekben, ugyanakkor a nálunk is tapasztalt árvizek, jégesők, erdőtüzek problémájával nekik is meg kell küzdeniük.

Jól látszik, hogy az eltérő földrajzi adottságok más-más problémákkal állítják szembe az államokat, ezért is nehéz egy közös koncepciót kialakítani, azonban a különböző megoldások és kockázatcsökkentő védelmek – a hazai viszonyokhoz való adaptálást követően – hozzásegíthetik a nemzeteket a saját kritikus rendszerük hatékonyabb védelméhez. Ezért is fontos a globális szintű együttműködés szorosabbá tétele, valamint a közös uniós szabályozás minden tagországban való megvalósítása, hiszen a klímaváltozás, illetve az annak hatására kialakuló természeti jelenségek okozta károk, ellátási problémák nem „állnak meg” az országhatárokon, akár teljes régiókra is kiterjedhet a hatásuk.

## Felhasznált irodalom

- [1] Zöld Könyv a létfontosságú infrastruktúrák védelmére vonatkozó európai programról, COM(2005) 576, 2005. november  
[http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/hu/com/2005/com2005\\_0576hu01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/hu/com/2005/com2005_0576hu01.pdf)  
Letöltés ideje: 2012.09.10.
- [2] [13] [14] NAGY Rudolf: A kritikus infrastruktúra védelme elméleti és gyakorlati kérdéseinek kutatása (Doktori értekezés), Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2011.
- [3] A Tanács 2008/114/EK Irányelve (2008. december 8.) az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről
- [4] BONNYAI Tünde: A kritikus infrastruktúra védelem fogalmi rendszere, hazai és nemzetközi szabályozása, Katasztrófavédelmi Tudományos Tanács Pályázata, 2011,  
<http://www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan382.pdf> Letöltés ideje: 2012.09.06.
- [5] LINDMAYER Judit: A globális klímaváltozás másodlagos hatásai a Kárpát-medence biztonságára, In: Repüléstudományi Közlemények, XXIV. évfolyam, 2012. 2. szám  
[http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012\\_cikkek/19\\_Lindmayer\\_Judit.pdf](http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012_cikkek/19_Lindmayer_Judit.pdf)  
Letöltés ideje: 2012.09.09.
- [6] Padányi J.-Kohut L-Koller J-Lévay G.: Az éghajlatváltozás hatása a biztonságra és a katonai erő alkalmazására, Védelmi tanulmányok No. 63., ZMNE SVKI, Budapest, 2010. ISBN:978-963-7060-97-7
- [7] [8] 2080/2008. (VI. 30.) Korm. határozat a Kritikus Infrastruktúra Védelem Nemzeti Programjáról
- [9] VAHAVA projekt összefoglalása,  
<http://klima.kvvm.hu/documents/14/VAHAVAosszefoglalas.pdf>  
Letöltés ideje: 2012.09.06.
- [10] GÁSPÁR László: Az útburkolatok és a klímaváltozás, In: „Agro-21” Füzetek, 2006.48. szám, 48. oldal, ISSN:1218-5329
- [11] ZÖLD András: Épületszektor, épületek, In: „Agro-21” Füzetek, 2006.48. szám, 39. oldal, ISSN:1218-5329
- [12] A Kormány 1035/2012. (II. 21.) Korm. határozata Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról Forrás:  
[http://www.kormany.hu/download/f/49/70000/1035\\_2012\\_korm\\_hatarozat.pdf](http://www.kormany.hu/download/f/49/70000/1035_2012_korm_hatarozat.pdf)  
(2012.03.13.)
- [15] Office of CI Protection and Emergency Preparedness: Threats to Canada’s Critical Infrastructure 2003. március 12.  
[http://www.publicsafety.gc.ca/prg/em/ccirc/\\_fl/ta03-001-eng.pdf](http://www.publicsafety.gc.ca/prg/em/ccirc/_fl/ta03-001-eng.pdf)  
Letöltés ideje: 2012.09.02.
- [16] Móroczné Cecei Katalin – Mórocz Attila: Klímaváltozás és a kritikus infrastruktúra, In: „Agro-21” Füzetek, 2004. 36. szám, 32-63. oldal, ISSN: 1218-5329