

Somogyi Tamás<sup>1</sup>, Nagy Rudolf<sup>2</sup>

## AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS HATÁSA A LÉTFONTOSSÁGÚ RENDSZERELEMEK VÉDELME (SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS ALAPJÁN)

### THE IMPACT OF THE CLIMATE CHANGE ON THE CRITICAL INFRASTRUCTURE PROTECTION A LITERATURE REVIEW

[HTTPS://DOI.ORG/10.30583/2024-3-4-175](https://doi.org/10.30583/2024-3-4-175)

#### **Absztrakt**

*Az elmúlt két évtizedben melegebb volt, mint az ezredforduló előtti évtizedekben, és ez a trend folytatódni fog az előrejelzések szerint. Az éghajlatváltozás következményeként a szélsőséges természeti események gyakoribbá és pusztítóbbá válnak. Az éghajlatváltozás hatáseit vizsgáló kutatásunk során két kérdést tettünk fel: 1) Az éghajlatváltozás milyen kihívások elé állítja a létfontosságú rendszerelemek védelmét? és 2) Milyen válasz adható ezekre a kihívásokra?*

*Nemzetközi tudományos publikációkat elemezve megállapítottuk, hogy azok a fizikai káreseményt és az energiakimaradást tartják az éghajlatváltozás okozta legnagyobb kihívásnak. Ezekre bár választ adnak, azonban ezek nem átfogó megoldási javaslatok, ilyenekre a szakirodalomban nem találtunk példát.*

**Kulcsszavak:** éghajlatváltozás, létfontosságú rendszerelem, kritikus infrastruktúra védelme, irodalomkutatás

---

<sup>1</sup> Somogyi Tamás, doktorandusz, Biztonságtudományi Doktori Iskola, Óbudai Egyetem, [somogyi.tamas@phd.uni-obuda.hu](mailto:somogyi.tamas@phd.uni-obuda.hu), <https://orcid.org/0000-0003-1397-697X>

<sup>2</sup> Dr. habil. Nagy Rudolf, nyá. t.ú. ezredes, egyetemi adjunktus, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Óbudai Egyetem, [nagy.rudolf@bgtk.uni-obuda.hu](mailto:nagy.rudolf@bgtk.uni-obuda.hu); <https://orcid.org/0000-0001-5108-9728>

## **Abstract**

*The last 20 years were hotter than any other before 2000, and the warming is expected to continue. Due to the global warming, natural disasters will be more hazardous and will occur more frequently. This study aims to support the critical infrastructure protection by trying to answer two questions: 1) What are the challenges of climate change faced by the operators of essential services? 2) How to overcome these challenges?*

*By conducting a literature review, we were able to define the most serious two risks, the physical damage and the blackout. Regarding to the suggestions, it is clear that an appropriate end-to-end solution is missing.*

**Keywords:** climate change, critical infrastructure, critical infrastructure protection, literature review

## **Bevezetés**

Az élet és anyagi javak védelmének, valamint az alapvető szolgáltatások biztosításának keretét hazánkban a 2012. évi CLXVI. törvény<sup>3</sup> adja. E törvény 1.§ j) pontja úgy definiálja a létfontosságú rendszerelemet, mint a kiemelt ágazatok „*valamelyikébe tartozó szolgáltatás, eszköz, létesítmény vagy rendszer olyan rendszereleme, továbbá azok által nyújtott szolgáltatások, amelyek elengedhetetlenek a létfontosságú társadalmi feladatok ellátásához*“. Ezen 1.§ j) pont megadja a létfontosságú jelző magyarázatát is: az ilyen rendszerelemek kiesése az ilyen társadalmi feladatok „*folyamatos ellátásának hiánya miatt jelentős következményekkel járna*“. Ezen társadalmi feladatok közé tartozik az egészségügy, a személy- és vagyonbiztonság, a gazdasági és szociális közszolgáltatások, valamint az ország védelme.

Az említett társadalmi feladatok ellátását és a létfontosságú rendszerelemek működését több oldalról éri fenyegetés. Példaként említhető az egy-egy szolgáltatás leállítását elérni képes kibertámadás<sup>4</sup>, mely mára a hibrid hadviselés részévé vált<sup>5</sup>. További fenyegetést

---

<sup>3</sup> 2012. évi CLXVI. Törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről-

<sup>4</sup> Hankó, V. (2023) 156. o.

<sup>5</sup> Resperger, I. (2020) 110. o.

jelent a létfontosságú rendszerelemeket célzó terrortámadás<sup>6</sup>. Ezen az ember okozta eseményeken felül kétségtelenül veszélyeztető tényezők az üzemzavart, kiesést okozni képes szélsőséges természeti események<sup>7</sup>. Az infrastruktúrát, különösen a létfontosságú rendszerelemeket fenyegető tényezők a védelmet és a felkészítő polgári és katonai kutatásokat új kihívások elé állítják<sup>8</sup>. Pursiainen szerint a természeti csapások hatása és bekövetkezési valószínűsége nagyobb, mint az ember okozta eseményeké<sup>9</sup>, az éghajlatváltozás okán pedig egyre szélsőségebbé és gyakoribbá válnak az extrém időjárási események és természeti katasztrófák<sup>10</sup>, mely fenyegetésekre válaszolni kiemelkedő fontosságú.

Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2022/2557 irányelve ((2022. december 14.) a kritikus szervezetek rezilienciájáról és a 2008/114/EK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről) 1. cikk (1) e. pontja szerint „*intézkedéseket állapít meg a kritikus szervezetek magas szintű rezilienciájának elérése céljából az alapvető szolgáltatások Unión belüli nyújtásának biztosítása és a belső piac működésének javítása érdekében*”. Az alapvető szolgáltatásokat érő fenyegetések közé sorolható az éghajlatváltozás is. Ezen irányelv (3)-as pontja szerint „*a természeti katasztrófák és az éghajlatváltozás miatt megnövekedett a fizikai kockázat, az éghajlatváltozás ugyanis fokozza a szélsőséges időjárási események előfordulásának gyakoriságát és nagyságrendjét, és hosszú távú változásokat idéz elő az átlagos éghajlati viszonyokban, amelyek csökkenthetik bizonyos infrastruktúrátípusok kapacitását, hatékonyságát és élettartamát, amennyiben nem kerülnek bevezetésre az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodást célzó intézkedések*”.

Látható tehát a létfontosságú rendszerelemek jelentősége és ezek védelmének a fontossága<sup>11</sup>. Ezen belül pedig kiemelt kérdés az éghajlatváltozás miatti természeti veszélyek megfelelő kezelése és a velük szembeni hatékony védekezés. Cikkünk az éghajlatváltozás hatásainak rövid áttekintése után bemutatja, hogy a vonatkozó szakirodalom szerint milyen kihívások elé állítja az éghajlatváltozás a létfontosságú rendszerelemek védelmét. Vitathatatlan, hogy az ezen fenyegetésre adható megfelelő válasz kritikus jelentőséggel bír a létfontosságú rendszerelemek üzemeltetői, végső soron pedig az egész társadalom számára.

---

<sup>6</sup> Besenyő, J. – Sinkó, G. (2024); Nagy, R. (2016); Horváth, A. (2014)

<sup>7</sup> Bene, V. – Cimer, Zs. (2022); Somogyi, T. (2024)

<sup>8</sup> Horváth, A. (2016) 192. o.

<sup>9</sup> Pursiainen, C. (2018) 637. o.

<sup>10</sup> Lidskog, R. – Sjödin, D. (2015); Teknős, L. (2022); Nagy, R. (2017)

<sup>11</sup> Kovács, F. (2011); Lévai, Zs. (2023) 99. o.; Horváth, A. - Lévai, Zs. (2021) 131. o.

## Az éghajlatváltozás hatásai

Földi megfogalmazása szerint „*az emberi tevékenységből származó üvegházhatású gázok kibocsátása jelentősen növeli a földfelszín melegedését*”<sup>12</sup>. Ez a felmelegedés mérésekkel igazolt, hiszen az elmúlt két évtized melegebb volt, mint az ezredforduló előtti évtizedekben<sup>13</sup>. Ugyanez igaz hazánkra is. A Kárpát-medencében az elmúlt 10 ezer év összességében melegedő, ami természetesnek tekinthető folyamat, azonban ehhez hozzáadódik az a melegedés, amit az üvegházhatású gázok légkörben való növekedése okoz. Közép- és Nyugat-Európában megfigyelhető a téli és nyári időszakok minimum és maximum hőmérsékleteinek emelkedése a teljes XX. században, ráadásul egyre gyorsuló tempóban<sup>14</sup>. Ráadásul az előrejelzések szerint a forró napok éves száma Európa-szerte növekedni fog a XXI. század során<sup>15</sup>. Ebből kifolyólag növekszik az éghajlatváltozás előidézte természeti veszélyek bekövetkezésének gyakorisága, valamint pusztító ereje<sup>16</sup>. Mindez pedig növekvő kihívást jelent a létfontosságú rendszerelemek védelmére<sup>17</sup>.

A klímaváltozás hatásai között szerepelnek a tengerek emelkedő vízszintje, a gyakoribbá váló áradások, az egyre pusztítóbb viharok, valamint a hóhullámok és aszályok. Mindezen természeti veszélyek közvetlen fenyegetést jelentenek az emberéletre<sup>18</sup> és az épített környezetre<sup>19</sup>. Az éghajlatváltozás hatásai közvetett módon is hatással vannak az életünkre, elég csak a következő néhány példára gondolni. Az éghajlat-változás fenyegeti az élelmiszer-ellátás biztonságát<sup>20</sup>. A népszerű természetjáró turizmus<sup>21</sup> kapcsán felmerül a természeti környezet biztonságának kérdésköre<sup>22</sup>. A munkakörülményeknek és a munkabiztonság területének reagálni kell az éghajlatváltozás hatásaira<sup>23</sup>. Mára kutatási területté vált az éghajlatváltozás hatása a bírósági

---

<sup>12</sup> Földi, L. (2020), 35.o.

<sup>13</sup> McGuire, B. (2014) 23. o.

<sup>14</sup> Halász, L. (2019) 55. o.

<sup>15</sup> Halász, L. – Földi, L. (2019) 106. o.; Divinszi, F. – Kis, A. – Pongrácz, R. (2024) 31. o.

<sup>16</sup> Bérczi, L. – Kállai, K. (2022) 142. o.; Teknős, L. (2024) 325. o.; Pursiainen, C. - Kytömaa, E. (2023) 96. o.

<sup>17</sup> Tóth, R. (2011) 103. o.; Szabó, S. - Tóth, R. (2010) 36. o.

<sup>18</sup> Romanello, M. et al. (2021); Petrányi, Gy. (2024)

<sup>19</sup> Forzieri, G., et al. (2018); Nagy, R. – Somogyi, T. (2024)

<sup>20</sup> Nagy, R. – Vincze, Á. (2007);

<sup>21</sup> Rácz, A. (2020)

<sup>22</sup> Rácz, A. (2023)

<sup>23</sup> Kohut, L. (2019)

perekre<sup>24</sup>, a vízügyágazat biztonsági kérdéseire<sup>25</sup>, a nukleáris biztonságra<sup>26</sup> és katonai képességekre<sup>27</sup>. Kutatások foglalkoznak az energiaszükséglet csökkentésének kérdéseivel<sup>28</sup> és az energiaszektor kihívásaival<sup>29</sup>. Mindezen példákon túl, a jó állam figyel az éghajlatváltozás hatásaira<sup>30</sup>, például megfelelő klímapolitikával<sup>31</sup> vagy ökológiai tudatossággal<sup>32</sup>. Az állam szervei, például a jegybank is felismerte az éghajlatváltozás következményeit és a cselekvés szükségességét<sup>33</sup>. Ráadásul az éghajlatváltozásnak külpolitikai dimenziója is felfedezhető: a nukleáris energiára való átállás és az ehhez szükséges technológia biztosítása<sup>34</sup> vagy a nemzetközi segítségnyújtás és katonai missziókban részt vétel<sup>35</sup> mind külpolitikai kérdés is.

Padányi a témát összefoglaló könyvében<sup>36</sup> az éghajlatváltozás hatásait úgy említi, mint amik fenyegetik a vízbiztonságot, az élelmiszerbiztonságot, az egészségügyi biztonságot, az ökoszisztéma biztonságát, a gazdaság biztonságát, az infrastruktúra biztonságát, a nemzetbiztonságot, a katonai biztonságot és a nemzetközi biztonságot. Meglátása szerint a kutatásunk szempontjából fontos infrastruktúra biztonsága (beleértve a létfontosságú rendszerelemeket is) közvetett módon hatással bír a nemzetbiztonságra és a nemzetközi biztonságra is. Ugyanis egy, az infrastruktúrában és létfontosságú rendszerelemekben nagymértékű kiesést előidéző természeti csapás társadalmi instabilitáshoz, migrációhoz és az adott régióban nemzetközi feszültségekhez vezethet.

Fentiek alapján kijelenthető, hogy az életünk minden területére hatással bíró éghajlatváltozás megkérdőjelezi a biztonságunkat<sup>37</sup>, hiszen a környezetünk biztonságát fenyegeti, ami a legalapvetőbb szükséglet, még az állatvilág szintjén is megjelenik<sup>38</sup>. Egy kutatás szerint a

---

<sup>24</sup> Bögös, F. (2023)

<sup>25</sup> Báder, L. (2023)

<sup>26</sup> Csurgai, J. (2020)

<sup>27</sup> Padányi, J. (2023); Földi, L. – Padányi, J. (2022)

<sup>28</sup> Lazányi, K. (2023); Albiné Budavári, E. – Rajnai, Z. (2022)

<sup>29</sup> Berek, T. (2022)

<sup>30</sup> Besenyei, M. – Földi, L. – Hetesi, Zs. – Zsóka, Á. (2019)

<sup>31</sup> Földi, L. (2020)

<sup>32</sup> Bodzsár-Urbán, É. (2023)

<sup>33</sup> Deák, V. – Sárvári, B. (2023)

<sup>34</sup> Besenyő, J. (2021)

<sup>35</sup> Besenyő, J. (2018)

<sup>36</sup> Padányi, J. (2022) 178. o.

<sup>37</sup> Szűcs, E. – Szakali, M. (2023) 40. o.

<sup>38</sup> Kollár, Cs. (2024) 14. o.

természeti veszélyek jelentik a legnagyobb fenyegetést az infrastruktúrára<sup>39</sup>, beleértve a létfontosságú rendszerelemeket is. Mindenesetre az kijelenthető, hogy kiemelt jelentőségű terület a természeti veszélyekkel szembeni védekezési lehetőségek kutatása<sup>40</sup>, az infrastruktúra rezilienciájának kérdésköre<sup>41</sup> és a bekövetkezett csapások esetén a felszámolási képesség fejlesztése<sup>42</sup>. E kiemelt jelentőségű kérdéskörhöz járulunk hozzá: a következőkben a nemzetközi tudományos eredményeket feldolgozva mutatjuk be a létfontosságú rendszerelemek üzemeltetői előtti kihívásokat és a lehetséges válaszokat.

## Kutatási módszertan

Kutatásunk során az elérhető nemzetközi szakirodalmat tekintettük át, hogy választ kapjunk kutatási kérdéseinkre:

- 1) Az éghajlatváltozás milyen kihívások elé állítja a létfontosságú rendszerelemek védelmét? és
- 2) Milyen válasz adható ezekre a kihívásokra?

A feldolgozott lektorált, tudományos cikkek kiválasztási kritériumai az alábbiak voltak:

- 2024. május 22-én és 23-án elérhetőek voltak a <https://www.sciencedirect.com> felületen;
- angol nyelvűek;
- kutatási cikkek (research article);
- a cím (title), az absztrakt (abstract) vagy a kulcsszavak (author-specified keywords) valamelyike tartalmazza a „critical infrastructure protection” kifejezést.

A ScienceDirect a saját honlapja szerint a tudományos, lektorált folyóiratcikkek világvezető adatbázisa az Elsevier kiadó gondozásában. Így feltételezhetjük, hogy a legmagasabb minőségű nemzetközi kutatási eredményeket dolgoztuk fel. Fenti feltételeknek összesen 115 cikk felelt meg, melyből 33 említi az éghajlatváltozást és a természeti veszélyeket úgy, mint amik a létfontosságú rendszerelemeket fenyegetik. Lényeges

---

<sup>39</sup> Osei-Kyei, R. - Tam, V. - Ma, M. - Mashiri, F. (2021)

<sup>40</sup> Földi, L. – Nagy, R. (2010)

<sup>41</sup> Érces, G. – Ambrusz, J. (2022)

<sup>42</sup> Leskó, Gy. (2023); Padányi, J. - Kállai, E. (2005)

megemlíteni, hogy a tudományos cikkek kiválasztásakor nem szűkítettük a keresést ágazatokra, tehát a létfontosságú rendszerelem ágazati besorolását nem vizsgáltuk. Kutatásunk során általánosságban gondolkodtunk, abból kiindulva, hogy egyrészt országonként változhat bizonyos ágazatok kritikussága, másrészt egy-egy alkalmazott megoldás vagy felvetett probléma gondolatébresztő lehet más ágazaton belül is. Az így kiválasztott 33 cikk összehasonlító elemzésével kerestük kutatási kérdéseinkre a választ, melyet a következőkben mutatunk be.

## **Kutatási eredmény - az éghajlatváltozás és a létfontosságú rendszerelemek védelme**

Ahogy fentebb említettük, kettő kutatási kérdést fogalmaztunk meg. A nemzetközi tudományos eredmények áttekintésekor ezen kérdéseinkre az alábbi válaszokat találtuk.

### **Az éghajlatváltozás milyen kihívások elé állítja a létfontosságú rendszerelemek védelmét?**

Az elemzett cikkek közül ötben található válasz erre. Ezen öt cikk alapján az mondható el, hogy az alábbi kihívásokkal szembesülnek a létfontosságú rendszerelemek üzemeltetői az éghajlatváltozás következtében.

Gromek szerint a létfontosságú rendszerelemek védelmének és ellenálló-képességének jelentősége a XXI. században megnő, mivel az éghajlatváltozás komolyabb és hosszabb ideig tartó infrastrukturális károkat okoz<sup>43</sup>. Felhívja arra is a figyelmet, hogy az infrastruktúra sérüléseit okozhatják egymás után bekövetkező csapások is, melyek károkozó eredményüket tekintve egymást erősítik. Sellevåg az élelmiszeripar, mint létfontosságú rendszerelem példáján keresztül mutatja meg, hogy az éghajlatváltozás következményei fenyegetik az alapvető szolgáltatásokhoz való hozzáférést, azok felhasználását és végső soron a társadalmi stabilitást<sup>44</sup>.

Pursiainen - az EU északi tagállamainak létfontosságú rendszerlemeire vonatkozó legnagyobb fenyegetést keresve - a nem emberi okok között az éghajlatváltozás fokozta árvizet, szélsőséges időjárást

---

<sup>43</sup> Gromek, P. (2021) 1. o.

<sup>44</sup> Sellevåg, S.R. (2021) 9. o.

és erdőtüzet azonosította<sup>45</sup>. Dong és szerzőtársai az árvíz veszélyére hívják fel a figyelmet<sup>46</sup>. Megállapításuk szerint az árvizek okozták a legnagyobb kárt az elmúlt évtizedekben, márpedig az éghajlatváltozás miatt az extrém mennyiségű csapadék és a tengerszint emelkedése növeli az árvizek gyakoriságát és erejét. Ezzel párhuzamosan pedig növekszik az épített környezet és a vagyontömeg az ezen természeti jelenségnek kitett területeken.

Ottenburger és társai az energiaellátás szempontjából közelítették meg a kérdést<sup>47</sup>. Rávilágítottak arra, hogy az éghajlatváltozás a létfontosságú rendszerelemek energiaellátását, és így a működésüket kétféleképpen fenyegetik. Egyrészt az energiaellátás infrastruktúrájában a természeti csapások kárt tehetnek, ezzel működésüket megzavarhatják. Másrészt a hőségriadó vagy extrém hideg időszakokban az energiaszükséglet megnövekszik, aminek biztosítása kihívás elé állítja az energiaszektort és a létfontosságú rendszerek üzemeltetőit is.

### **Milyen válasz adható ezekre a kihívásokra?**

Glickman a fenyegetések legjobb priorizálási módszerét kutatta, a létfontosságú rendszerelemek védeleméért felelős döntéshozókat segítendő<sup>48</sup>. Ő az éghajlatváltozást az egyik fő fenyegetésnek tartja, melyek kezelését az üzemeltetőknek, a beszállítóknak és az ágazatoknak is megfelelően priorizálniuk szükséges. Yu és szerzőtársai hangsúlyozzák a fenyegetésekkel szembeni válaszok és a felkészülés érdekében a megfelelő kockázatelemzést<sup>49</sup>. Létfontosságú rendszerelemek esetében cikkük szerint elengedhetetlen a múltbeli tudás és tapasztalat beépítése a kockázatelemzési folyamatba és a védekezési stratégiába.

Lényeges Crowther eredménye<sup>50</sup>, aki a társadalom, és nem a létfontosságú rendszerelemek üzemeltetői szempontjából vizsgálta a kockázatokat. Crowther felhívja a figyelmet arra, hogy a fenyegetések és az egyéni válaszok egyesítése szükséges a társadalom szempontjából optimális eredmény érdekében. Sürgeti az egyes ágazatokon belüli és az ágazatok közötti kapcsolódások információjának felhasználását jogszabályokon keresztüli kötelezéssel vagy más ösztönző módszerrel. Ugyanis Crowther úgy találja, hogy az egyes létező információ-

---

<sup>45</sup> Pursiainen, C. (2018) 636. o.

<sup>46</sup> Dong, S. - Esmalian, A. - Farahmand, H. - Mostafavi, A. (2020) 1. o.

<sup>47</sup> Ottenburger, S.S. et al. (2020)

<sup>48</sup> Glickman, T.S. (2008)

<sup>49</sup> Yu, F. - Li, X. - Han, X. (2018) 133. o.

<sup>50</sup> Crowther, K.G. (2008)

megosztási lehetőségek, közösségek és platformok elsősorban ágazatspecifikusak, és az ilyen hatóságok közötti információ-megosztásra nincsen jól bevált gyakorlat.

Crowther hangsúlyozza, hogy ha a létfontosságú rendszerelemek védelmekor az ágazatspecifikus szabályozások és szervek nem veszik figyelembe a kapcsolódásokat, egymásra hatásokat, az nem megfelelő gyakorlat. Ugyanis a természeti veszélyekkel szembeni védekezés tervezésének első szinten földrajzi alapon kell történnie, például egy ország vagy országrész szintjén. Ezt követően a védekezés feladatát ágazatokra kell bontani, majd az ágazatokon belül ismét földrajzi alapra kell helyezni (az ágazatokon belül egy konkrét országrészben kik érintettek). Végül az országos szintű szervek tudják összegyűjteni az így előállt információkat.

Crowther meglátása szerint így lehet biztosítani azt, hogy földrajzi régióként megértsék a rendszerelemek közötti összefüggéseket, megosszák egymással az információkat, és ennek megfelelően optimalizálják a felkészültségüket. A rendszerelemek közötti összefüggések meghatározása után felrajzolható hálózat vizsgálatához illeszkedik a Faramondi és szerzőtársai bemutatta módszer, mely célja meghatározni egy hálózatban a pontok kritikusságát<sup>51</sup>.

Módszerüket létfontosságú rendszerelemekre és azok hálózatára alkalmazták a szerzők, támogatva az üzemeltetőket a kritikus elemek feltárásában.

Nan és szerzőtársai a technikai felkészültségre térnek ki tanulmányukban<sup>52</sup>. Négy pontot emelnek ki:

- a meglévő technikai eszközök rendelkezésre állásának növelését az eszközök többszörözésével, illetve különböző típusú eszközök bevezetésével, valamint az eszközök rendszeres ellenőrzésével;
- monitorozó rendszerek bevezetését az esetleges leállás, kiesés minél korábbi észlelése, esetleg előrejelzése érdekében;
- az irányító- és az elhárítás során alkalmazandó rendszerek tápellátásának biztosítását, felkészülve esetleges áramkimaradásokra;

---

<sup>51</sup> Faramondi, L. - Oliva, G. - Setola, R. (2020)

<sup>52</sup> Nan, C. - Eusgeld, I. - Kröger, W. (2013) 91. o.

- egy, a természeti csapás sújtotta területtől földrajzilag távol lévő irányítóközpont kiépítését, mely maximálisan üzemképes, és ahova a szükséges információk eljuttatása biztosított.

Stefanou és szerzőtársai megfogalmazása szerint<sup>53</sup> a védelemben érintettek képzése és közös gyakorlata elengedhetetlen a felkészültség, reziliencia és egy biztonsági kultúra megteremtéséhez. Hangsúlyozzák a speciálisan a létfontosságú rendszerelemek üzemeltetői számára készült képzés és gyakorlat hasznosságát és szükségességét, valamint a számukra kifejlesztett kommunikációs és információmegosztást biztosító eszközök bevezetését. A létfontosságú rendszerelemek üzemeltetői számára készült képzések és gyakorlatok fontosságát állapítja meg Gromek is<sup>54</sup>, aki különösen fontosnak tartja ezeket a stratégiai vezetés szintjén. Emellett a nemzeti szintű közös gyakorlatokat is szorgalmazza, melyek során a katasztrófavédelmi szervek és az államigazgatás vezetői, a katonai vezetők és a létfontosságú rendszerelemek üzemeltetői közösen készülnek fel a létfontosságú feladatok folyamatos ellátásának a biztosítására.

## Következtetések

A Bevezető részben bemutattuk, hogy a társadalom szempontjából a létfontosságú rendszerelemek védelme esszenciális. Ezen elemeket több veszély is fenyegeti, melyek közül jelentősek az éghajlatváltozás fokozta természeti csapások. Ezen fenyegetések kezelésével foglalkozó szakirodalmat áttekintve az alábbi megállapításokat tehetjük.

Az első és talán legfontosabb megállapításunk az, hogy a létfontosságú rendszerelemek védelmével foglalkozó nemzetközi tudományos publikációk 29%-a (33 a 115-ből) említi az éghajlatváltozást és a szélsőséges természeti eseményeket úgy, mint veszélyt. A tanulmányozott publikációk a fenyegetést elsősorban a természeti csapások okozta fizikai károkban látják, melyek veszélyeztetik az alapvető szolgáltatásokhoz való hozzáférést, azok felhasználását és végső soron a társadalmi stabilitást. Másodszor pedig hangsúlyozzák, hogy az éghajlatváltozás okozta szélsőséges természeti események során az energia-ellátásban fellépő zavarok más szektorok létfontosságú rendszerlemeiben okozhatnak fennakadást vagy kiesést.

---

<sup>53</sup> Stefanou, N. et al. (2022) 15. o.

<sup>54</sup> Gromek, P. (2021) 9. o.

Látható, hogy a nemzetközi publikációk az éghajlatváltozás kihívásaira válaszokat is adnak. Azonban ezek a válaszok csak egy-egy elemre koncentrálnak, mint például a kockázatelemzésre vagy a képzésekre. Megkérdőjelezhetetlen ezek jelentősége a védelemben, azonban ezek koránt sem jelentik a védelem teljességét. Hangsúlyozzuk, hogy kutatásunk során nem találtunk olyan átfogó, minden területet lefedő javaslatot, mely teljes választ adna a fenyegetésre. Az éghajlatváltozás hatásaként a természeti fenyegetés növekedését valószínűsíti a hivatkozott szakirodalom, következésképpen a létfontosságú rendszerelemek üzemeltetői számára kiemelt jelentőségű egy átfogó megoldási javaslat bevezetése. Megállapítható ezek alapján, hogy további tudományos kutatás szükséges egyrészt a téma jelentősége miatt a fenyegetés jobb megértése érdekében, másrészt olyan átfogó megoldási javaslatokért, melyek a felkészülés és védekezés teljes folyamatát lefedik.

## Összegzés

Cikkünkben bemutattuk az éghajlatváltozás hatását a biztonságra, azon belül is a létfontosságú rendszerelemek működésére. Ezután ismertettük, hogy a nemzetközi tudományos cikkek milyen válaszokat adnak két kutatási kérdésünkre: 1) Az éghajlatváltozás milyen kihívások elé állítja a létfontosságú rendszerelemek védelmét? és 2) Milyen válasz adható ezekre a kihívásokra? Első megállapításunk, hogy a kutatott publikációk 29%-a említi az éghajlatváltozást és a szélsőséges természeti eseményeket, mint amik két szempontból jelentenek fenyegetést. Egyfelől az infrastruktúra, mint épített környezet fizikai károsodását okozhatják, másfelől az üzemeléshez szükséges energiaellátásban okozhatnak fennakadásokat. Kijelenthetjük, hogy a nemzetközi publikációk az éghajlatváltozás kihívásaira válaszokat is adnak, azonban ezek a válaszok csak egy-egy elemre koncentrálnak. Hiányoznak az olyan átfogó megoldási javaslatok, melyek a felkészülés és védekezés teljes folyamatát lefedik, így a témában további tudományos kutatások szükségesek.

## Hivatkozások

Albininé Budavári, E. – Rajnai, Z. (2022) The energy importance of additional information", *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, 20(1), online: <https://doi.org/10.7906/indec.20.1.6>

Báder, L. (2023) Magyarország vízmérlege és az éghajlatváltozás, Hidrológiai Közlöny, 103(1), online: <https://doi.org/10.59258/hk.10410>

Bene, V. – Cimer, Zs. (2022) A globális klímaváltozás hatása az ipari balesetekre, Polgári Védelmi Szemle, XIV, online: [https://mpvsz.hu/pv\\_szemlek/pvszemle2022/index.html](https://mpvsz.hu/pv_szemlek/pvszemle2022/index.html)

Bérczi, L. – Kállai, K. (2022) A klímaváltozás következtében megjelenő természeti katasztrófák kezelése a Sendai Keretegyezmény által megfogalmazott irányelvek alapján, Védelem Tudomány, 7(1), online: <https://ojs.mtak.hu/index.php/vedelemtudomany/article/view/13670>

Berek, T. (2022) Challenges for the Energy Sector in the Light of Climate Change, In: Anna Kovács, Tünde; Nyikes, Zoltán; Fürstner, Igor (szerk.) Security-Related Advanced Technologies in Critical Infrastructure Protection: Theoretical and Practical Approach, Heidelberg, Németország: Springer Netherlands (2022) pp. 195-204.

Besenyei, M. – Földi, L. – Hetesi, Zs. – Zsóka, Á. (2019) Fenntartható jövőképünk, In: Kaiser Tamás (szerk.) A Jó Állam mérhetősége III., Budapest, Magyarország: Dialóg Campus Kiadó (2019) pp. 125-139.

Besenyő, J. (2018) Hungarian Participation in the EU-Led African Military Operations, Academic And Applied Research in Military and Public Management Science, 17(1), online: <https://doi.org/10.32565/aarms.2018.1.7>

Besenyő, J. (2021) Oroszország és az afrikai országok nukleáris energiával kapcsolatos együttműködése, Biztonságtudományi Szemle, III. évfolyam 1. különszám, online: <https://biztonsagtudomanyi.szemle.uni-obuda.hu/index.php/home/article/view/119>

Besenyő, J. – Sinkó, G. (2024) Terrorist Organizations' Activities Against Crucial Installations: Al-Shabaab's Attacks on Critical Infrastructure in Kenya, In: Besenyő, János; Khanyile, Moses B.; Vogel, David (szerk.) Terrorism and Counter-Terrorism in Modern Sub-Saharan Africa, Cham, Svájc: Springer Nature Switzerland (2024) pp. 169-193.

Bodzsár-Urbán, É. (2023) Az ökológiai lábnyom, mint összetett fogalom, Polgári Szemle, 19(1-3), <https://doi.org/10.24307/psz.2023.0926>

Bögös, F. (2023) Az éghajlatváltozással kapcsolatos perek jelene és jövőjének lehetséges irányai, KözigazgatásTudomány, 3(1), online: <https://doi.org/10.54200/kt.v3i1.52>

Crowther, K.G. (2008) Decentralized risk management for strategic preparedness of critical infrastructure through decomposition of the

inoperability input–output model", *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 1,

online: <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2008.08.009>

Csurgai, J. (2020) Az éghajlatváltozás által jelentkező kihívások a nukleáris biztonságban, In: Földi László; Hegedűs Hajnalka (szerk.) *Éghajlatváltozás okozta kihívások és lehetséges válaszok*, Budapest, Magyarország: Ludovika Egyetemi Kiadó (2020) pp. 319-335.

Deák, V. – Sárvári, B. (2023) A jegybanki zöld mandátum és gyakorlati aspektusai *Polgári Szemle*, 19(4-6), online:

<https://doi.org/10.24307/psz.2023.1205>

Divinszi, F. – Kis, A. – Pongrácz, R. (2024) Hőmérsékleti extrémumok Európában várható alakulásának elemzése az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület Interaktív Atlasza alapján, *Légkör*, 69(1), online: <https://doi.org/10.56474/legkor.2024.1.4>

Dong, S. - Esmalian, A. - Farahmand, H. - Mostafavi, A. (2020) An integrated physical-social analysis of disrupted access to critical facilities and community service-loss tolerance in urban flooding, *Computers, Environment and Urban Systems*, 80, online:

<https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2019.101443>

Érces, G. – Ambrusz, J. (2022) Természeti csapásoknak ellenálló épületek, *Polgári Védelmi Szemle*, XIV,

online: [https://mpvsz.hu/pv\\_szemlek/pvszemle2022/index.html](https://mpvsz.hu/pv_szemlek/pvszemle2022/index.html)

Faramondi, L. - Oliva, G. - Setola, R. (2020) Multi-criteria node criticality assessment framework for critical infrastructure networks, *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 28, online: <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2020.100338>

Földi, L. (2020) Klímapolitika Magyarországon, In: Földi László; Hegedűs Hajnalka (szerk.) *Éghajlatváltozás okozta kihívások és lehetséges válaszok*, Budapest, Magyarország: Ludovika Egyetemi Kiadó (2020) pp. 35-54.

Földi, L. – Nagy, R. (2010) Klímaváltozás-infrastruktúra, katasztrófavédelem", In: Bozó, L (szerk.) *Környezeti Jövőkép: Környezet- és Klímabiztonság*, Budapest, Magyarország: Magyar Tudományos Akadémia (MTA) (2010) pp. 43-46.

Földi, L. – Padányi, J. (2022) Climate change as a challenge to the armed forces", *Contemporary Military Challenges*, 24(4), online: <https://doi.org/10.33179/bsv.99.svi.11.cmc.24.4.2>

Forzieri, G., et al. (2018) Escalating impacts of climate extremes on critical infrastructures in Europe, *Global environmental change*, 48, online: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.11.007>

Glickman, T.S. (2008) Program portfolio selection for reducing prioritized security risks, *European Journal of Operational Research*, 190, online: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.06.006>

Gromek, P. (2021) Strategic training and exercises for critical infrastructure protection and resilience: A transition from lessons learned to effective curricula, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 65, online: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102647>

Halász, L. (2019) Climate Change and Extreme Weather Events, In: Földi L., Hegedűs H. (szerk). *Effects of Global Climate Change and Improvement of Adaptation Especially in the Public Service Area*, Dialóg Campus, Budapest, 2019, pp 55-86. ISBN 978-615-6020-09-3

Halász, L. – Földi, L. (2019) New tendencies in global climate change and their effects on the climate of Hungary, *Hadmérnök*, 14(1), online: <https://doi.org/10.32567/hm.2019.1.9>

Hankó, V. (2023) SCADA-rendszerek kiberbiztonsága a létfontosságú rendszer elemek tekintetében 1., *Hadmérnök*, 18(3), online: <https://doi.org/10.32567/hm.2023.3.10>

Horváth, A. (2014) A terrorizmus jellemzői, *Honvédségi Szemle*, 142(3), 28-38., online: <https://kiadvany.magyarhonvedseg.hu/index.php/honvszemle/issue/view/64/64>

Horváth, A. (2016) A létfontosságú rendszer elemek és a technológiai fejlődés új kockázatai I. rész, *Hadtudomány*, 26, online: <https://doi.org/10.17047%2FHADTUD.2016.26.E.189>

Horváth, A. - Lévai, Zs. (2021) A magyarországi vasúthálózat létfontosságú elemeinek azonosítása In: Földi, László (szerk.) *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I.* Budapest, Magyarország: Ludovika Egyetemi Kiadó (2021), pp. 131-146.

Kohut, L. (2019) The effect of climate change on occupational heat stress and its impact on human health, In: Földi L., Hegedűs H. (szerk). *Effects of Global Climate Change and Improvement of Adaptation Especially in the Public Service Area*, Dialóg Campus, Budapest, 2019, pp 243-262. ISBN 978-615-6020-09-3

Kollár, Cs. (2024) A biztonság megjelenése a humán tudományokban (1. rész), *Biztonságtudományi Szemle*, 6(2), online: <https://biztonsagtudomanyi.szemle.uni-obuda.hu/index.php/home/article/view/464>

Kovács, F. (2011) Repülőterek és légiirányítás a kritikus infrastruktúra részeként, Repüléstudományi Közlemények, 23(2), online: [https://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2011\\_cikkek/Kovacs\\_Ferenc.pdf](https://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2011_cikkek/Kovacs_Ferenc.pdf)

Lazányi, K. (2023) Are we ready for smart cities?, Interdisciplinary Description of Complex Systems, 21(4), online: <https://doi.org/10.7906/indecs.21.4.7>

Leskó, Gy. (2023) Hidrológiai vészhelyzeteket támogató, kutatás fejlesztési és innovációs tevékenység, a dunamenti partner országok közös reziliencia gyakorló hálózatának kialakításával, Polgári Védelmi Szemle, XV, online: [https://mpvsz.hu/pv\\_szemlek/pvszemle2023/index.html](https://mpvsz.hu/pv_szemlek/pvszemle2023/index.html)

Lévai, Zs. (2023) The Complex Requirement Model for the Defence Preparation of the Railway Infrastructure, Katonai Logisztika, 31(1-2), 96-126., online: [https://real-j.mtak.hu/25795/1/KatLog\\_2023\\_1-2.pdf#page=97](https://real-j.mtak.hu/25795/1/KatLog_2023_1-2.pdf#page=97)

Lidskog, R. – Sjödin, D. (2015) Extreme events and climate change: the post-disaster dynamics of forest fires and forest storms in Sweden, Scandinavian Journal of Forest Research, 31(2), online: <https://doi.org/10.1080/02827581.2015.1113308>

McGuire, B. (2014) Global catastrophes, Oxford University Press, 2014. ISBN 978-0-19-871593-1

Nagy, R. (2016) A kritikus infrastruktúrák elleni lehetséges radiológiai terrortámadások, Védelem Tudomány, 1(4), online: <https://ojs.mtak.hu/index.php/vedelemtudomany/issue/view/1032>

Nagy, R. (2017) A természeti katasztrófák, mint globális kihívások, Védelem Tudomány, 2(3), online: <http://www.vedelemtudomany.hu/articles/10-nagy.pdf>

Nagy, R. – Somogyi, T. (2024) Városi villámárvizek egyes infrastrukturális hatásainak elemzése, Polgári Védelmi Szemle, XVI, online: [https://mpvsz.hu/pv\\_szemlek/pvszemle2024/index.html](https://mpvsz.hu/pv_szemlek/pvszemle2024/index.html)

Nagy, R. – Vincze, Á. (2007) Az élelmiszer-biztonság a környezetbiztonság szemszögéből, Hadmérnök, 2(4), online: [http://hadmer-nok.hu/archivum/2007/4/2007\\_4\\_nagyr.pdf](http://hadmer-nok.hu/archivum/2007/4/2007_4_nagyr.pdf)

Nan, C. - Eusgeld, I. - Kröger, W. (2013) Analyzing vulnerabilities between SCADA system and SUC due to interdependencies, Reliability

Engineering and System Safety, 113, online:  
<https://doi.org/10.1016/j.ress.2012.12.014>

Osei-Kyei, R. - Tam, V. - Ma, M. - Mashiri, F. (2021) Critical review of the threats affecting the building of critical infrastructure resilience, International Journal of Disaster Risk Reduction, 60, online:  
<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102316>

Ottenburger, S.S. et al. (2020) A novel optimization method for urban resilient and fair power distribution preventing critical network states, International Journal of Critical Infrastructure Protection, 29, online:  
<https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2020.100354>

Padányi, J. (2022) Kihívások, kockázatok, válaszok, Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2022. ISBN 978-963-531-813-1

Padányi, J. (2023) Éghajlatváltozás, természeti katasztrófák, környezeti hatások, katonai képességek, Hadtudomány, 33, online:  
<https://ojs.mtak.hu/index.php/hadtudomany/article/view/12268>

Padányi, J. - Kállai, E. (2005) A vízellátás új technikai berendezése, Katonai Logisztika, 2,  
online: <https://www.mkle.net/products/a2005-2-szam/>

Petrányi, Gy. (2024) Környezeti változások hatása az élő szervezetekre, Polgári Védelmi Szemle, XVI,  
online: [https://mpvsz.hu/pv\\_szemlek/pvszemle2024/index.html](https://mpvsz.hu/pv_szemlek/pvszemle2024/index.html)

Pursiainen, C. (2018) Critical infrastructure resilience: A Nordic model in the making?, International Journal of Disaster Risk Reduction, 27, online: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.08.006>

Pursiainen, C. - Kytömaa, E. (2023) From European critical infrastructure protection to the resilience of European critical entities: what does it mean?“ Sustainable and Resilient Infrastructure, 8(S1), online:  
<https://doi.org/10.1080/23789689.2022.2128562>

Rácz, A. (2020) A magyar lakosság utazási szokásai 2018 májusa és 2019 júniusa között, Turizmus Bulletin, 20(2), online:  
<https://doi.org/10.14267/TURBULL.2020v20n2.5>

Rácz, A. (2023) Magyarország országgépe és a turizmusbiztonsággal kapcsolatos attitűdök empirikus vizsgálata 2018-ban, In: Rácz, Attila (szerk.) Terepen: tanulmányok az alkalmazott társadalomkutatásokról

tárgyköréből, Szeged, Magyarország: Belvedere Meridionale (2023) pp. 165-180.

Resperger, I. (2020) A hibrid hadviselési mód jellemzői korunk konfliktusaiban, Rendőrségi Tanulmányok, 3(2), online: [https://bm-tt.hu/rtt/wp-content/uploads/2022/08/2020\\_2\\_resperger.pdf](https://bm-tt.hu/rtt/wp-content/uploads/2022/08/2020_2_resperger.pdf)

Romanello, M. et al. (2021) The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future, The Lancet, 398(10311), online: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01787-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01787-6)

Sellevåg, S.R. (2021) Changes in inoperability for interdependent industry sectors in Norway from 2012 to 2017, International Journal of Critical Infrastructure Protection, 32, online: <https://doi.org/10.1016/j.ij-cip.2020.100405>

Somogyi, T. (2024) Wildfire partners - Az erdőtűz elleni védekezés egy amerikai módja, Biztonságtudományi Szemle, 6(1. különszám), online: <https://biztonsagtudomanyi.szemle.uni-obuda.hu/index.php/home/article/view/413>

Stefanou, N. et al. (2022) Training and exercises for Critical Infrastructure – A Hellenic computer-assisted exercise use case analysis", International Journal of Disaster Risk Reduction, 69, online: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102729>

Szabó, S. - Tóth, R. (2010) A 2010. tavaszi Borsod megyei árvízi védekezés logisztikai támogatásának hiányosságai, okai, javaslatok azok jövőbeni kiküszöbölésére, Műszaki Katonai Közlöny, 20(1-4), 21-37., online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2847>

Szűcs, E. – Szakali, M. (2023) Complex security challenges - complex responses, Strategic Impact (Romania), 87(2), online: <https://doi.org/10.53477/1842-9904-23-10>

Teknős L. (2022) A természeti eredetű katasztrófák és események növekvő tendenciáinak vizsgálata, elemzése, katasztrófavédelmi szempontú értékelése, Védelem Tudomány, 7(2), online: <https://ojs.mtak.hu/index.php/vedelemtudomany/article/view/13621>

Teknős, L. (2024) Természeti katasztrófák tendenciális változásainak elemzése, értékelése, Belügyi Szemle, 72(2), online: <https://doi.org/10.38146/BSZ.2024.2.7>

Tóth, R. (2011) Az árvizek elleni védekezés új logisztikai, ellátási kérdései, Polgári Védelmi Szemle, 6(1), 101-127., online: [https://mpvsz.hu/pv\\_szemlek/2011/index.html](https://mpvsz.hu/pv_szemlek/2011/index.html)

Yu, F. - Li, X. - Han, X. (2018) Risk response for urban water supply network using case-based reasoning during a natural disaster, Safety Science, 106, online: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.03.003>

2012. évi CLXVI. Törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről; <https://net.jogtar.hu/jog-szabaly?docid=a1200166.tv>

Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2022/2557 irányelve (2022. december 14.) a kritikus szervezetek rezilienciájáról és a 2008/114/EK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről (EGT-vonatkozású szöveg); <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:32022L2557>  
Letöltve: 2024.12.18