

## Éghajlatváltozás – szélsőségek – biztonság

*A globális felmelegedés és az ezzel együtt járó szélsőségesebb időjárás hozzájárul az államok belső nehézségeinek erősödéséhez. Az éghajlatváltozás a világ biztonságát negatívan befolyásolja, következményei veszélyeztethetik mindennapjainkat. A következő évtizedekben, különösen a sérülékeny régiókban, számolni kell az éghajlatváltozás okozta, korábban a területre nem jellemző élelmiszerhiánnyal, vízellátási válságokkal, árvizekkel, egészségügyi problémákkal, a megváltozott éghajlattal együtt megjelenő szélsőségekkel, betegségekkel, amelyek humanitárius segítségnyújtást vagy katonai választ tesznek szükségessé. A NATO elkötelezett a folyamatok megértésében, a következmények mérséklésében a műveletek hatékonyságának növelése, a technikai felszerelés működőképességének fenntartása, valamint az állomány túlterhelésének elkerülése érdekében.*

*A tanulmányban röviden összefoglalom Európa és hazánk éghajlati szélsőségeit, kiemelve a változó, melegedő éghajlati körülmények fennállásával együttesen módosuló néhány meteorológiai paraméter (hőmérséklet, csapadék, szélsébség) megfigyelt és várható értékeit, tendenciáit. Ezek hatásai összetettek, ezért csak komplex módon, több szakterület összefogásával, interdiszciplináris gondolkodással kezelhetők az éghajlatbiztonság és az energiabiztonság növelése érdekében.*

**Kulcsszavak:** globális felmelegedés, éghajlatváltozás, biztonság, időjárási szélsőségek, megújuló energia

## Climate Change – Weather Extremes – Security

*Global warming and extreme weather phenomena could conduce to interior difficulties of states as a risk multiplier. Climate change threatens the international peace and security. Environmental degradation will cause health problems (epidemics and new, uncharacteristic diseases), floods, food and water insecurity especially in vulnerable regions in the next decades. To tackle these problems, humanitarian help or military activity is often needed. NATO remains committed to understand processes and mitigate consequences in order to maintain operability of technical equipment and avoid overload of soldiers.*

*This study shows some weather extremes in Europe and Hungary that have a close connection to the changing climate. Their effects can be really complex, therefore we should tackle this issue interdisciplinary in order to mitigate security impact and enhance climate and energy security.*

**Keywords:** global warming, climate change, security impact, weather extremes, renewable energy

## Bevezetés

A globális felmelegedés, a klímaváltozás és az ezzel gyakran együtt járó szélsőséesebb időjárás, valamint a környezeti állapotok romlása növelheti az államok belső nehézségeit, emellett elősegítheti országok közti konfliktusok kialakulását is. Az éghajlatváltozás a világ biztonságát egyértelműen negatívan befolyásolja, következményei veszélyeztetik a lakosok mindennapjait. A túlnépesedés és a fennálló társadalmi, gazdasági, szociális, ökológiai és humán krízisek az éghajlatváltozás következményeivel együtt tovább növelik a sebezhetőséget, a hatásoknak való kitettséget, gazdasági zavarokat okoznak, mezőgazdasági problémákat generálnak, növekvő védekezési költségekhez vezetnek.

A vonatkozó tanulmányok szerint<sup>1</sup> az éghajlatváltozás súlyosbítja a meglévő feszültségeket, és megsokszorozza a fenyegetéseket. Ezáltal feszültségeket, konfliktusokat, akár helyi szintű fegyveres zavargásokat is okozhat, amely összeütközések várhatóan a természeti erőforrások (édesvizek, halászterületek, erdők, termőföldek stb.), illetve a katasztrófák által kevésbé sújtott lakhelyek birtoklási igénye miatt alakulhatnak ki. A következő évtizedekben a sérülékeny régiókban, különösen a Szaharától délre fekvő afrikai országokban, a Közel-Keleten, Dél- és Délkelet-Ázsia térségében számolni kell az éghajlatváltozás okozta élelmiszerhiánnyal, vízellátási válságokkal, árvizekkel, amelyek humanitárius segítséget vagy katonai választ tesznek szükségessé. Ugyanakkor a fejlett világ országaiban is tapasztalhatunk súlyos negatív hatásokat, amelyek mérséklése érdekében előtérbe kerültek a mihamarabbi szemléletváltást sürgető nézetek, felhívva a figyelmet a megújuló energiahordozók széles körű alkalmazására, az energiahatékonyság növelésének fontosságára és a pazarló életvitel azonnali feladására.

A NATO tagországai, Magyarország is felelős és érdekelt a globális felmelegedést kiváltó okok, a katonai tevékenység általi üvegházhatású gázok kibocsátásának szükségzerű csökkentésében.<sup>2</sup> Az üvegházhatású gázok kibocsátása csökkenthető az üzemanyag- és az energia-felhasználás hatékonyságának növelésével, a fosszilis üzemanyagok felhasználásának csökkentésével, a megújuló energiák alkalmazásával. Ismeretes, hogy a katonai erő egyrészt okozója, másrészt elszenvedője az éghajlatváltozás hatásainak. Ebből kifolyólag a haderőnek arra is fel kell készülnie, hogy a megszokottnál szélsőséesebb környezetben hajtsa végre feladatait, ami mind a katonákra, mind az eszközökre nézve megterhelőbb. Nem véletlen, hogy a hadtudomány kiemelt figyelmet fordít erre a kérdésre.<sup>3</sup>

Az éghajlatváltozás folyamatainak megértéséhez, valamint a változó környezeti feltételekhez való alkalmazkodás érdekében szükség van a múlt adatainak, valamint ezzel egyidejűleg a globális és a regionális éghajlati modellek eredményeinek elemzésére. A tanulmányban a teljesség igénye nélkül bemutatom a közelmúlt kutatásainak áttekintésével Európában megfigyelt és várható változásokat, a paraméterek átlagainak

<sup>1</sup> NATO (2022a): *NATO Strategic Concept*. NATO HQ; NATO (2022b): *NATO The Secretary General's Report: Climate Change & Security Impact Assessment*. NATO HQ.

<sup>2</sup> NATO 2022b.

<sup>3</sup> PADÁNYI József (2022): *Kihívások, kockázatok, válaszok. Az éghajlatváltozás okozta kihívások és azok hatása a katonai erőre*. Budapest: Ludovika.

alakulását, valamint az extrémumok várható módosulását. Részben saját kutatásaim alapján a Kárpát-medencében várható viszonyokat is összefoglalom, valamint a mindennapi életünket és a biztonságunkat (vízbiztonság, energiabiztonság, egészségügyi biztonság, katonai biztonság stb.) is befolyásoló szélsőségeket. A természeti katasztrófák, a szélsőséges időjárási jelenségek gyakoribbá és/vagy intenzívebbé válásával a haderőre háruló feladatok – a természeti katasztrófák következményeinek felszámolása – hazánkban is növekvő tendenciát mutatnak, ráadásul a többletfeladatot szélsőségesebb körülmények között kell elvégezni.

### Az éghajlatváltozás és a biztonság kapcsolata

Az éghajlatváltozás globális probléma, hatásai nem egyenlő mértékben jelentkeznek Földünk egyes helyein. Ismeretes például, hogy nagyobb mértékű melegedés mutatható ki a sarkokon,<sup>4</sup> mint az alacsonyabb földrajzi szélességeken, az afrikai kontinensen pedig a súlyos csapadékhiány és az ezzel együtt járó elsivatagosodás, élelmiszer- és ivóvízhiány okoz további társadalmi feszültségeket. Az éghajlatváltozás következményei életünk szinte minden területét befolyásolják, bár a hatások mértéke regionálisan változó, hiszen az a környezet állapotán túl társadalmi, gazdasági, szociális, politikai tényezők függvénye is.

A világ biztonságát számos módon befolyásolja az emberi tevékenység eredményeképpen tapasztalható, rendkívül gyors változásokat mutató éghajlat, amely hatások lehetnek közvetlenek és közvetettek.

Az emelkedő hőmérséklet tehető közvetlenül felelőssé az elsivatagosodásért, lakhatatlan területek, aszályok, erdőtüzek kialakulásáért. A melegedéssel együtt jár a tengerszint emelkedése, amely veszélyezteti a parti városokat, katonai bázisokat, áradásokat, belvizeket okoz, továbbá a sós víz károsítja az infrastruktúrát, veszélyezteti az édesvízkészleteket és a mezőgazdasági területeket. A melegedő légkörben az extrém időjárási események előfordulási gyakorisága és intenzitása is megváltozhat, számítani kell szárazságra, hőhullámra, áradásra, sárcsuszamlásra, viharokra, illetve hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék okozta villámárvizek kialakulására, amelyek emberéleteket, vagyontárgyakat és a kritikus infrastruktúrát is veszélyeztethetik, időszakosan akár működésképtelenné is tehetik. A közvetett vagy másodrendű hatások közé soroljuk a komplex ökológiai, társadalmi, gazdasági, politikai hatásokat.

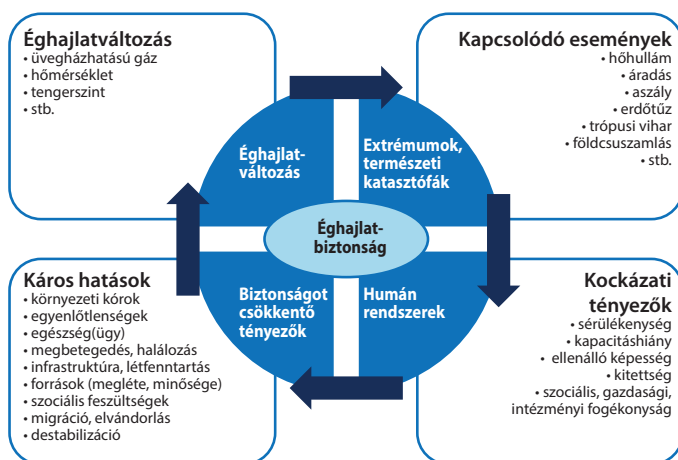
Az éghajlatváltozás a meglévő veszélyeket, feszültségeket felerősítheti, a konfliktusok eszkalálódásához vezethet a szociális és gazdasági állapotok romlásával, a munkanélküliség növekedésével, hiszen ezek révén tovább növekednek a társadalmi különbségek, a csoportok közti feszültségek.<sup>5</sup> A különösen sérülékeny régiókban (például fejlődő országok) a szűkös erőforrások az éghajlatváltozás hatására tovább csökkennek, ami

<sup>4</sup> T. J. BALLINGER et al. (2020): *Surface Air Temperature*. NOAA Arctic Report Card 2020.

<sup>5</sup> D. HELMAN – B. F. ZAITCHIK – C. FUNK (2020): Climate has contrasting direct and indirect effects on armed conflicts. *Environmental Research Letters*, 15(104017), 12.

súlyos élelmiszer-, víz- és energiahiányt generálhat.<sup>6</sup> Mindemellett a lakosság leromlott egészségi állapota miatt kialakuló betegségek, járványok (például malária), valamint az elégtelen egészségügyi ellátás, gyógyszerhiány tovább súlyosbíthatja a helyzetet, akár humanitárius katasztrófa is felléphet. Az éghajlatváltozás hatásainak kitett térségekben az elszegényedett, kiszolgáltatott lakosság könnyen radikalizálható, a szélsőséges szervezetek érdekei szerint manipulálható, ami a térség biztonságát tovább csökkenti. Mindezen folyamatok, a lakhatatlanná váló területek, a létbizonytalanság, a minimális életfeltételek hiánya vagy a terrorizmus, elősegítik a lakosság országon belüli, illetve szomszédos, esetleg távolabbi országokba történő tömeges elvándorlását, ami a katonai erők számára többletfeladatot jelent az állam belső és külső biztonságának garantálása érdekében.

Az 1. ábra szemlélteti az éghajlatbiztonságot befolyásoló tényezőket, ezek kapcsolatát. Az éghajlatváltozással együtt járó extrém időjárási események (hőhullám, áradás, aszály, erdőtűz, viharok, földcsuszamlás stb.), amelyek természeti katasztrófa-helyzetet is előidézhetnek, intenzitásának és gyakoriságának megváltozása, valamint a humán rendszerek sérülékenysége, kapacitása, ellenálló képessége, kitettsége együttesen határozza meg a biztonságot csökkentő tényezőket, a keletkezett károk jellegét, mértékét. A káros hatások meglehetősen szerteágazóak lehetnek, így kezelésük is komplex, több szakterületet átfogó gondolkodást igényel. A biztonságot csökkentő tényezők tovább súlyosbíthatják az éghajlatváltozás okozta káros folyamatokat, elmélyítve a problémát.



1. ábra: Éghajlatbiztonságot befolyásoló folyamatok

Forrás: a szerző szerkesztése Expert Group of the International Military Council on Climate and Security 2021 alapján

A szövetség elkötelezett az éghajlatváltozás folyamatainak megértésében, következményeinek mérséklésében a műveletek hatékonyságának növelése, a technikai felszerelés

<sup>6</sup> TRESZKAI Ákos (2019): Az éghajlatváltozás biztonsági hatásai a szubszaharai térségben. *Honvédségi Szemle*, (4), 65–76.

működőképességének fenntartása, valamint az állomány túlterhelésének elkerülése érdekében. Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiája<sup>7</sup> a kiemelt biztonsági kockázatok közt említi a járványokat, az ár- és belvizeket, valamint más természeti katasztrófákat (aszályok, hő- és hideghullámok, heves viharok, vegetációtüzek). Az éghajlatváltozás már nem kerülhető el, életünk része, ugyanakkor az alkalmazkodás mellett világszerte nagy hangsúlyt kap a negatív hatások mérséklése is, amely a katonai tevékenység szempontjából is kritikus. Számos példát találhatunk a katonai feladatok, műveletek során a nap- és szélenergia hasznosítására, illetve az épületek energiahatékonyságának növelésére.

### Éghajlati és időjárási szélsőségek

Az éghajlatkutatásban a múltra vonatkozó, hosszú idősorok (jellemzően több évtized), meteorológiai elemek vagy változók elemzése matematikai statisztikai módszerek alkalmazásával történik. Az éghajlati kutatások statisztikai vizsgálatai rámutattak, hogy a változó éghajlatban az egyes meteorológiai elemek eloszlása klimatológiai időskálán gyakran módosul. A megváltozott eloszlásból adódóan eltérő lehet a szélsőséges, ritkán előforduló időjárási események gyakorisága, intenzitása is a referencia-időszakhoz viszonyítva.<sup>8</sup>

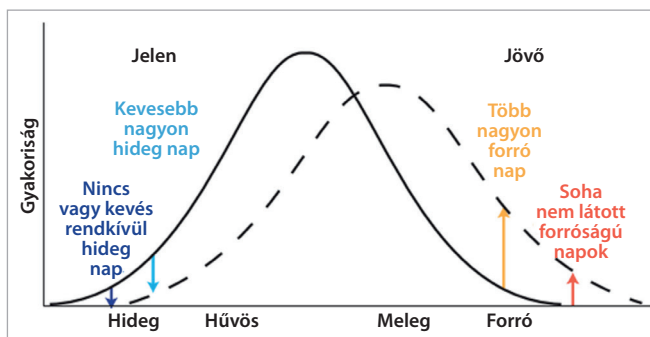
A változás többféle módon jelentkezhet az eloszlásban:<sup>9</sup> eltolódhat a maximum helye (magasabb értékű, de azonos gyakorisággal előforduló átlagérték), módosulhat a maximum gyakorisága azonos érték megmaradásával (szélsőértékek változása), illetve ezek együttesen is bekövetkezhetnek. A 2. ábra sematikusán mutatja be, hogy a megváltozott éghajlat hatására nemcsak a mért értékek átlaga (például átlaghőmérséklet), hanem a szélsőségek nagysága és előfordulási gyakorisága is változik. A példában az átlaghőmérséklet növekszik, bár kevesebbszer fordul elő, ugyanakkor a rendkívül hideg események száma minimálisra csökken, ahogy a hideg napok száma is, miközben a forró napok száma gyarapszik, sőt akár soha nem mért hőmérsékleteket is regisztrálhatunk. Több helyen hőmérsékleti rekordok dőltek az idei nyáron is, esetenként abszolút rekordok, például Angliában, ahol a mérések óta nem fordult elő 40 fok feletti hőmérséklet, most Coningsby településen 40,3 °C-ot mértek 2022. július 19-én, amely az előző, 2019-ben regisztrált abszolút rekordot jelentősen, mintegy 1,5 °C-kal meghaladta.<sup>10</sup>

<sup>7</sup> 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról.

<sup>8</sup> M. BENISTON et al. (2007): Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. *Climate Change*, (81), 71–95.; G. FORZIERI et al. (2016): Multi-hazard assessment in Europe under climate change. *Climate Change*, (137), 105–119.

<sup>9</sup> A. LAVELL et al. (2012): Climate change: new dimensions in disaster risk, exposure, vulnerability, and resilience. In C. B. FIELD et al. (szerk.): *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge – New York: Cambridge University Press. 25–64.

<sup>10</sup> M. KENDON (2022): *Unprecedented extreme heatwave, July 2022*. Met Office National Climate Information Centre.



2. ábra: A meteorológiai paraméter jelenlegi (folytonos vonal) és jövőbeni (szaggatott vonal) eloszlása az átlag helyének és értékének eltolódása mellett a változékonyság növekedését is mutatja

Forrás: Lavell et al. 2012.

A globális felmelegedés hatására tapasztalható éghajlatváltozás sok mindenben tetten érhető. Az éghajlat állapotáról az Egyesült Nemzetek (ENSZ) és a Meteorológiai Világszervezet (WMO) által kiadott tanulmány<sup>11</sup> szerint az elmúlt évtized (2011–2020) volt a valaha mért legmelegebb 10 év a meteorológiai mérések kezdete óta, mi több 2020 volt a La Niña<sup>12</sup> hűtése ellenére a harmadik legmelegebb év. A *globális átlaghőmérséklet* hét év alatt, 2015–2021 között gyorsabban emelkedett, mint bármely 50 éves periódust tekintve az utóbbi 2000 évben. 2021 már sorozatban a hetedik olyan év,<sup>13</sup> amely több mint egy fokkal meghaladta (1,09–1,16 °C) az iparosodás előtti globális átlaghőmérsékletet. A melegedésért nagymértékben az emberi tevékenység, az üvegházhatásúgáz-kibocsátás tehető felelőssé. Európa és a Kárpát-medence gyorsabban melegszik a globális átlagnál, az éves átlag Európában a szárazföldi területek felett két fokkal meghaladta az iparosodás előtti értéket, 2020 pedig a valaha volt legmelegebb év lett. Magyarországon a 2022-es év volt a harmadik legmelegebb 1901 óta.

Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) hatodik értékelő jelentésében olvasható éghajlati projekciók alapján<sup>14</sup> Európában a melegedés tovább folytatódik, amely a szárazföldi területeken nagy valószínűséggel nagyobb mértékű lesz, mint a globális átlagérték. Az optimista scenárióval futtatott modellek, amelyek feltételezik az üvegházhatású gázok kibocsátásának erőteljes csökkentését, 1,2–3,4 °C, a pesszimista projekciók 4,1–8,5 °C melegedést mutatnak a század végére (2071–2100) az 1981–2010 referencia-időszakhoz képest. A legnagyobb mértékben várhatóan Északkelet-Európa, Skandinávia

<sup>11</sup> WMO (2021): *State of the Global Climate 2020*. WMO-No. 1264.

<sup>12</sup> Az El Niño jelenséget ellensúlyozza a La Niña, amelynek során szokatlanul alacsony légnyomás alakul ki Délkelet-Ázsiában, Ausztrália csapadékosabb vidékein és a Csendes-óceán nyugati medencéje fölött. A dél-amerikai partvidéken aszályt okoz, az Atlanti-óceán északi medencéjében erősíti a hurrikántevékenységet, illetve a tájfunokat a Csendes-óceán nyugati medencéjében.

<sup>13</sup> 2021 one of the seven warmest years record, WMO consolidated data shows. WMO, 2022. január 19.

<sup>14</sup> Summary for policymakers (2021). In V. MASSON-DELMOTTE et al. (szerk.): *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Cambridge – New York: Cambridge University Press.



északi része és a mediterrán országok tengerparttól távolabb eső, belső területei melegednek, miközben Nyugat-Európa jóval kisebb mértékben.

Meteorológiai mérőállomások által rögzített, a WMO által egységesített, tehát összehasonlítható, 10 méteres magasságban végzett felszínközeli *szélmérések* adatai alapján csökkenő átlagos szélesebség figyelhető meg a melegedő klímában számos nemzetközi tanulmány alapján. A szélesebség-csökkenés mindkét féltekén, a trópusokon és a közepes szélességeken is kimutatható a vizsgált időszakokban (jellemzően a 20. század közepe óta), ugyanakkor a 70 foknál magasabb földrajzi szélességeken a kutatók növekvő trendeket találtak. Azon 148 db tanulmány figyelembevételével,<sup>15</sup> amely több mint 30 állomás legalább 30 éves idősorait elemezte, a megfigyelt változások trendje 0,014 m/s csökkenés évente, amely ötven év alatt már 0,7 m/s csökkenést jelent, feltételezve a lineáris változás folytatódását. A változás iránya összhangban van a globális éghajlati modellek eredményeivel, amelyek ugyancsak a felszíni szélesebség csökkenését mutatják a közepes szélességeken, a magasabb szélességek szélesebség-növekedésével párhuzamosan.

A Közép-Európára vonatkozó mérési adatok és modelleredmények<sup>16</sup> alapján a térségünkben megfigyelt, ciklontevékenységhöz köthető *viharok* számának növekedését mutatták ki az üvegházhatású gázok koncentrációjának emelkedésével, ami a közép-európai nyomási gradiens emelkedésével van kapcsolatban. Az IPCC hatodik jelentése szerint közepes megbízhatósággal állítható, hogy a viharok gyakorisága és intenzitása, beleértve az erős szeleket (nem trópusi viharokat), növekszik Észak- és Közép-Európában.<sup>17</sup> Dél-Európában a viharok intenzitása várhatóan ugyancsak növekszik, a viharok gyakorisága azonban csökken. Ebből kifolyólag nagy valószínűséggel erősebb szélviharokra számíthatunk a továbbiakban Magyarországon.

A Kárpát-régió hegyvidéki területeinek *átlagos szélesebsége*re vonatkozó trend-vizsgálatainak<sup>18</sup> eredményei minden hónapban csökkenést mutatnak, ami összhangban van a közepes szélességek megfigyeléseivel. Bár a modellek alapján a csökkenés a század végére is jellemző marad, ugyanakkor a viharok intenzitásnövekedése is várható. Az Európai Akadémiák Tudományos Tanácsadó Testületének tanulmánya<sup>19</sup> szerint az extrém szélesebségek Európa északi részén növekedtek, délen csökkentek. Közép-Európa átmenetet képez a térségben, ezért az itt tapasztalható változások sok esetben kicsik, és irányuk régióként változó lehet.

Hazai szélklimatológiai vizsgálatok – a CARPATCLIM<sup>20</sup> projekt adataira építve – ugyancsak kimutatták az átlagos szélesebség szignifikáns csökkenését.

<sup>15</sup> T. McVICAR et al. (2012): Global review and synthesis of trends in observed terrestrial near-surface wind speed: Implications for evaporation. *Journal of Hydrology*, 416–417, 182–205.

<sup>16</sup> G. LECKEBUSCH et al. (2008): Extreme wind storms over Europe in present and future climate: a cluster analysis approach. *Meteorologische Zeitschrift*, 17(1), 67–82.

<sup>17</sup> S. OUTTEN – S. SOBOLOWSKI (2021): Extreme wind projections over Europe from the Euro-CORDEX regional climate models. *Weather and Climate Extremes*, 33(100363), 11.

<sup>18</sup> J. SPINONI et al. (2014): Climate of the Carpathian Region in the period 1961–2010: climatologies and trends of 10 variables. *International Journal of Climatology*, (35), 1322–1341.

<sup>19</sup> EASAC (2013): *Trends in extreme weather events in Europe: implications for national and European Union adaption strategies*. EASAC Policy Report 22.

<sup>20</sup> CARPATCLIM – A Kárpát-régió éghajlata projektjének célja a Kárpát-régió (44–50° É és 17–27° K) éghajlatának részletes tér- és időbeli vizsgálata volt (2010–2013) harmonizált adatok és egységes módszertan

A szélmaximumok vizsgálata során gyakran szélindexeket definiálunk, például meghatározhatjuk az adott küszöbértéknél nagyobb szélsőségek előfordulásának (havi, évszakos, éves) számát, időbeli változását. Az órás szélmaximumok (széllökés) esetében a vizsgált mérési idősorokban általában csökkenés tapasztalható, azonban néhány esetben megjelenik növekvő tendencia is, amely változások utalhatnak a melegedés hatására bekövetkező regionális áramlási viszonyok megváltozására.<sup>21</sup>

Nem elhanyagolható problémát okoz a viharokkal, viharciklonokkal együtt járó hirtelen lezúduló nagy mennyiségű *csapadék*, amely előnti az alacsonyabban fekvő területeket, pincéket, aluljárókat. A jelentős anyagi károkat okozó viharokat kísérő jelenség a jégeső<sup>22</sup> is, amely megromlíthat tetőket, autókat, vagy megsemmisítheti a gyümölcsfák, szőlőültetvények termését. A szélviharok egész évben okozhatnak veszteségeket. Például 2020. február 4-én hazánkat gyors mozgású hidegfront érte el, amely Nyugat-Európától a Balkánon át Törökországig jelentős pusztítást okozott. Magyarországon a számottevő károk mellett sajnos halálos áldozatot is követelt. A legerősebb széllökéseket sík vidéken Sopronban (111 km/h) és a Balaton térségében, illetve a hegyi állomásokon mérték (a János-hegyen 124 km/h, a Kab-hegyen 120 km/h).<sup>23</sup>

### Az extrém időjárás hatásai a katonai tevékenységre

Az éghajlatváltozás elsősorban a szélsőséges időjárási jelenségek révén fejti ki hatását a katonai tevékenységre. A szélsőségesen magas vagy alacsony hőmérséklet, a hosszabb ideig fennálló hőhullám hat a technikai felszerelés üzemképességére, a személyzet terhelhetőségére, a logisztikai feladatok hatékonyságára. Rendszerint többletenergiát igényel a munkaterület hűtése, fűtése, klimatizálása. Az aszály, az áradás, a villámárvíz, az erős és viharos szél károkat okozhat a felszerelésben, az épületekben, az infrastruktúrában, illetve hatással van a csapatok mobilitására. Az intenzív havazás, hófúvás vagy homokvihar ugyancsak csökkenti a járművek és a személyzet helyváltoztató képességét, valamint a felderítés hatékonyságát.

Az éghajlatváltozás, a szélsőséges időjárás negatív hatással van az élet- és vagyonbiztonságra, sérüléseket okozhat, ronthatja a személyzet egészségi állapotát, ezáltal csökkenti a műveletek hatékonyságát, illetve a készenlét szintjét. A NATO-s és EU-s katonai műveletek missziós tapasztalatai egyértelműen azt mutatják, hogy a betegségek és a nem harci eredetű sérülések több kórházi ápolási napot, szolgálatmentességet okoztak, mint

alapján, illetve részletes rácsponthoz adatbázis előállítás az 1961–2010 időszakra, amely napi adatsorokat 10 km-es felbontásban tartalmaz a legfontosabb meteorológiai elemekre. CARPATCLIM–A Kárpát-régió éghajlata [é. n.]. *Met.hu*.

<sup>21</sup> PÉLINÉ N. Cs. et al. (2016): Analysis of climate change influences on the wind characteristics in Hungary. *IDŐJÁRÁS. Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 120(1), 53–71.

<sup>22</sup> Egy jelentős jégesővel járó átvonuló hidegfront okozott komoly károkat például 2021. április 22-én, amelynek hatására Szlovákiában tornádó is kialakult. Zivatarlánc, szupercella kísérte a hidegfrontot (2021). *Nemzeti Agrárgazdasági Kamara*, 2021. április 23.

<sup>23</sup> A tanulmányt az Országos Meteorológiai Szolgálat készítette: OMSZ (2020): Hosszan tartó szélvihar egy markáns hidegfront nyomában. *Met.hu*, 2020. február 10.



a harcok közben elszenvedett sérülések. Ezzel a hadrafoghatóság jelentősen csökkent, veszélyeztetve a katonai művelet sikerességét.<sup>24</sup>

A Kárpát-medencére vonatkozó regionális klímamodell-projekciók szerint a globális átlagnál nagyobb mértékű melegedés várható hazánkban. Lényeges szempont tehát, hogy tisztában legyünk a hőség okozta teljesítménycsökkentő következményekkel. A hőstressz szignifikánsan csökkenti a katonai teljesítményt, hiszen rontja a kognitív teljesítményt, a reakcióidőt, az érzékelést, növeli a kardiovaszkuláris események kockázatát. Ezen túlmenően csökkenti az éberséget, ami például őrszolgálatban vagy az irányítóberendezések kezelésekor vagy ellenőrzésekor hátrányos. A szokatlanul magas vagy alacsony hőmérséklet csökkenti a mentális és pszichomotoros teljesítményt, a kézügyességet, az állóképességet, a célzást és a célkövetést. Rontja a szimultán feladatok (például járművezetés, tűzvezető rendszerek kezelése stb.) végzését, az alvási ritmust és a szubjektív reakciókat, hatással van az érzelmekre, és csoportlélektani folyamatokat is befolyásol.<sup>25</sup>

A szélsőséges időjárási körülmények között nagy jelentősége van a megfelelő ruházatnak és az egyén edzettségének, amellyel hatékonyan csökkenthetők a hőstressz negatív hatásai. Fontos továbbá a műveletek stratégiai tervezésénél az eszközök és a berendezések minőségi és funkcionális paramétereinek olyan megválasztása, hogy az a műveleti terület klimatikus viszonyaihoz vagy a megváltozott körülményekhez illeszkedjen.

A katonai erőket a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően gyakran alkalmazzák civil társadalmi feladatok ellátására, amely többletfeladatot és terhelést jelent az állomány számára. Bevetik a katonákat árvízi védekezés, kitelepítés, a biztonság fenntartása céljából földrendezés, szökőár, hurrikán, erdőtűz vagy más természeti katasztrófa esetén. Ilyenkor szélsőségesebb körülmények közt végzik feladataikat, ami a csapatok további terhelését jelenti.

## Klímaadaptáció és a kibocsátások csökkentése

A megváltozott körülményekhez való *alkalmazkodás* szükségszerű a haderő esetében is a hatékony feladatvégzés érdekében. Ehhez megfelelő védelmi stratégiával és politikával kell rendelkezni, a problémás területek mélyreható megismeréséhez elemzéseket kell végezni. Ahhoz, hogy tisztában legyünk környezetünk aktuális állapotával, megfigyelőrendszereket szükséges üzemeltetni, méréseket végezni, feldolgozni azok adatait, ezen túlmenően elengedhetetlen a meteorológiai modellek fejlesztése is. A veszélyfigyelmeztető rendszerek kialakítása, alkalmazása jelentősen csökkentheti a környezeti károk kialakulását, hozzásegít a katasztrófahelyzetek megelőzéséhez, hatásaik mérsékléséhez azáltal, hogy időelőnnel szerzünk tudomást a jelenségek várható bekövetkezéséről, fel tudunk rá készülni.

Az alkalmazkodás mellett az *üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése* is esszenciális, hiszen általában a haderő maga is jelentős kibocsátó, és mivel feladatait

<sup>24</sup> MEGLÉCZ Katalin (2011): Missziós területek katonai szolgálatának követelményrendszere és kihívásai. *Hadtudomány*, (4), 21–32.

<sup>25</sup> MEGLÉCZ 2011.

megváltozott éghajlati körülmények között kell végeznie, ki van téve a már bekövetkezett negatív hatásoknak is. Az ökológiai lábnyom csökkentése, az úgynevezett „zöld haderő” koncepció már viszonylag korán megjelent a NATO-országokban, különösen az Egyesült Államokban,<sup>26</sup> Hollandiában, az EU-ban.<sup>27</sup> A megújuló energiák alkalmazása, elsősorban a napenergia, több haderő esetében hatékonynak bizonyult, főleg a kis energiaigényű eszközök töltése (rádiók, telefonok, éjjellátók, laptopok) esetében táborokban, művelési területen. A kevesebb fosszilis üzemanyag felhasználása miatt kevesebb üzemanyag-utánpótlást igényel a művelet, hosszabb ideig marad működőképes, ami biztonságosabb, hiszen az üzemanyag-utánpótlás sok esetben rendkívül kockázatos adott művelési területen. Belföldön a laktanyák elektromosáram-felhasználása kiegészíthető kis teljesítményű napkollektorok felszerelésével. Hazánkban például 2013-tól közcélú elektromos hálózatra termelő fotovoltaikus rendszerű, háztartási méretű kiserőművek (HMKE) – 48–50 kW – üzemelnek Budapesten, Hódmezővásárhelyen.

Manapság a védelmi beruházások, fejlesztések tervezésekor lehetőség szerint figyelembe vesznek kötelezően nem előírt klímavédelmi szempontokat is. Megjegyzem, hogy az energiahatékonyság költségcsökkentő hatása művelési szempontból nem releváns, minden esetben a feladat végrehajtás, sikere az elsődleges szempont.

Hazánkban az éghajlatváltozás várható hatásaira való felkészülés és az alkalmazkodóképesség javításának feltételei beépültek a stratégiai tervezés folyamatába (Nemzeti Környezetvédelmi Program,<sup>28</sup> Nemzeti Biztonsági Stratégia,<sup>29</sup> Élelmiszerlánc-Biztonsági Stratégia,<sup>30</sup> Nemzeti Épületenergetikai Stratégia<sup>31</sup>).

A II. Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia<sup>32</sup> az alkalmazkodás és a felkészülés témakörében említést tesz az egészségügy ágazatáról is. Stratégiai célként jelenik meg az élelmiszer- és vízbiztonság fenntartása az egészségügyi kockázatok és a járványok kiküszöbölése érdekében. Az éghajlatváltozás várható hazai hatásai közül a hóhullámokra fókuszál. Foglalkozik az aszályal, a hóhullámmal, az erdőtűzzel, a villámárvizekkel, a viharokkal mint az éghajlatváltozásból adódó problémákkal, az extrém csapadékesemények elleni védekezéssel, a vízviisszatartással, a csapadékvíz-gazdálkodási rendszerek fejlesztésével. Említi továbbá a fenntartható mezőgazdasági vízhasználatot, hazai vizeinket (például Balaton), az erdőterületeket és a természetes élőhelyeket, valamint az egészségügyi ellátórendszer klímahatásokra való felkészítését (a lakosság egészségi állapota, infrastruktúra, az ellátórendszer fejlesztése) is.

<sup>26</sup> A megújuló energia alkalmazására példák az amerikai hadseregben: Military Green (2017), Megújuló energiafelhasználás (USA) (2015) (letöltve 2022. 08. 30.)

<sup>27</sup> L. VAN SCHAİK et al. (2020): *Ready for take-off? Military responses to climate change*. Clingendael Netherland Institute of International Relations Report.

<sup>28</sup> Nemzeti Környezetvédelmi Program [é. n.]. *Magyar Állami Környezetvédelem Hivatalos Honlapja*.

<sup>29</sup> 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról.

<sup>30</sup> Élelmiszerlánc-Biztonsági Stratégia [é. n.]. *Nébih*.

<sup>31</sup> A Nemzeti Épületenergetikai Stratégiát a 1073/2015. (II. 25.) Kormányhatározattal fogadták el. Kidolgozta: ÉMI Építésügyi Minőségellenőrző és Innovációs Nonprofit Kft. a nemzeti Fejlesztési Minisztérium megbízása alapján.

<sup>32</sup> Innovációs és Technológiai Minisztérium (2018): *A 2018–2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra is kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia*. Melléklet a 23/2018. (X. 31.) OGY határozathoz.

## Energiamix és a meteorológiai előrejelzések fejlesztése

A hatások mérsékléséhez elengedhetetlen a gazdaság és a lakosság fosszilis energiahordozó-igényének csökkentése és a megújuló energiaforrások arányának növelése hazánkban is, összhangban az Európai Unió célkitűzéseivel. A British Petrol cég 2021. évi jelentése<sup>33</sup> szerint tavaly hazánkban 7,8% volt a megújuló energiák aránya, amely magasabb a globális átlagnál (6,7%), azonban elmarad az európai átlagtól (13,2%). Az energiaszektor működését a vállalt klímacélokhoz kell igazítani, ami az ágazat teljes átalakítását igényli.

A szomszédunkban zajló háború rádöbbsentette az európai országokat az energia-biztonság törékenységére az orosz gáztól való függőség révén. A Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatai szerint<sup>34</sup> 2004 óta az Európai Unióban felhasznált energia több mint 50%-a importból származott. Az uniós tagállamok többségében, 17 országban haladta meg az energiaimport-függőség mértéke az 50%-ot. A legmagasabb függőségi aránnyal jellemezhető állam Málta (97%), Luxemburg (95%) és Ciprus (93%) volt. A legalacsonyabb értékekkel Észtország (4,8%), Svédország és Románia (egyenként 30%) bírt. Figyelemre méltó, hogy Észtország gyakorlatilag önellátó energiából, Magyarország függősége 12 százalékponttal haladta meg az EU28 átlagát, tizenkettedik legmagasabb értékünkkel az uniós középmezőnyben helyezkedünk el. E függőség csökkentése mielőbbi érdekünk, amely a megújulók arányának növelésével mérsékelhető. A napeenergia hasznosítása világszerte robbanásszerű növekedést mutat, hazánkban is ilyen irányú törekvések látszanak, amelyekkel a klímasemlegesség akár a vállalt céldátum, 2050 előtt is elérhető lehet. A napelemek beépített teljesítménye 2021-ben meghaladta a 3000 MW-ot. A 2019-ben kiadott Nemzeti Energia és Klímaterv<sup>35</sup> (NEKT), szerint 2030-ig ezt megduplázza Magyarország, ugyanakkor idén új, ambiciózus célt tűzött ki a kormány, miszerint 12 000 MW teljesítmény kiépítése valósulhat meg.

A megújuló energia felhasználása egyéb, katonai előnyökkel is járhat, hiszen például napkollektorok alkalmazásával a potenciális célpontnak számító utánszállító konvojok számát egy-egy misszióban csökkenthetjük. Ugyanakkor nyilvánvalóan megfontolást igényel az energiamix változtatása, amelyet a villamosenergia-szabályzó rendszerekkel együttesen lehet csak módosítani. Ellenkező esetben az időjárásfüggő megújulók termelés kiesését nem tudja a rendszerirányítás rugalmasan, kellő időben pótolni, és mivel az így váratlanul kiesett energia piaci vásárlása magas rendszerkiegyeplési költségekkel jár, valamint ennek forrása legtöbbször nem zöld energia, ezért a szándék, azaz az üvegházhatású gázok kibocsátásának költséghatékony csökkentése nem valósul meg, sőt, drága és szennyező energiaforrást használunk a pillanatnyi energiaigények kielégítésére. Ezt elkerülendő a regionális időjárás-előrejelző modellek célirányos fejlesztése is elengedhetetlen, amelyek a villamosenergia-irányító rendszerek számára rendszerint negyedóránkénti bontásban adják meg a várható termelést a nap- és a szélenergia esetében.

<sup>33</sup> British Petrol (2021): *Statistical Review of World Energy*. London.

<sup>34</sup> Központi Statisztikai Hivatal elemzése: Energiaimport-függőség (2021). *Ksh.hu*, 2021. október 31.

<sup>35</sup> Innovációs és Technológiai Minisztérium [é. n.]: *Nemzeti Energia és Klímaterv (NEKT)*.

Egy ország energiarendszerének átalakítása, az energiamix megváltoztatása általában nagy kihívást jelent, rendkívül összetett feladat. A Nemzetközi Megújuló Energia Ügynökség (IRENA) olyan szervezet, kiválósági központ, amelynek célja, hogy segítséget nyújtson az egyes országok számára energiatermelési rendszerük fenntartható átalakításához nemzetközi együttműködési programokkal, hozzáférhetővé téve a megújuló energia irányelveit, illetve a kapcsolódó műszaki, technológiai és pénzügyi ismereteket.

Az IRENA támogatja a megújuló energia széles körű alkalmazását (bio- és geotermikus energia, vízenergia, a hullámok energiája, nap- és szélenergia) a fenntartható fejlődés, energiaellátás, az energiabiztonság és az alacsony üvegházhatásúgáz-kibocsátással járó gazdasági növekedés szem előtt tartásával.

A Német Meteorológiai Szolgálat (DWD) 2012-ben kezdett fejlesztésekbe<sup>36</sup> az IRENA támogatásával több projekten keresztül (EWeLiNE, ORKA, ORKA2, Gridcast) az időjárás-előrejelzés, valamint a nap- és szélenergia-termelés előrejelzése pontosságának, továbbá a villamosenergia-hálózat stabilitásának javítása érdekében. A fejlesztéshez felhasználták a németországi napelempanelek és szélturbinák valós idejű termelési és egyéb mérési (szélsebesség és szélirány, hőmérséklet, digitális égképek) adatait a modellek számítási algoritmusainak bemeneteként, majd a gépi tanulás módszerét alkalmazták a megújuló energia előrejelzésének kiszámításához. Az előre jelzett és a ténylegesen mért termelési adatok összehasonlítását (a verifikációs teszteket) követően a kutatók megállapították, hogy a vizsgált, továbbfejlesztett modell által előre jelzett mezők kisebb hibával terheltek nagyobb térbeli és időbeli felbontás mellett a hagyományos modellek által számított paraméterekhez viszonyítva. Az újabb modell további előnye, hogy megbízhatóbban jelezte előre a veszélyes időjárási jelenségeket, például az extrém szélsebességet, amely a villamos hálózat működtetése szempontjából különösen hasznos információ. A fejlesztések eredményeképpen a már pontosabb sugárzási adatokat 15 percenként számították ki, amelyek felhasználásával a rendszeroperátorok nagyobb időelőnnyel meg tudják becsülni a hálózati stabilitás fenntartásához esetlegesen szükséges többletenergiát, azaz olcsóbban juthatnak hozzá az erősen időjárásfüggő források kiesése esetén a villamos energiához, ily módon értelemszerűen költséghatékonyabb rendszert tudtak kialakítani.

Hazánkban az Országos Meteorológiai Szolgálatnál folynak ilyen irányú meteorológiai modellfejlesztések, válaszul a villamosenergia-ipar igényeire.<sup>37</sup> A hazai hálózati irányítási rendszerek átalakítása azonban elengedhetetlen a robbanásszerű fejlődést mutató napenergia-hasznosítás mellett, hogy a megtermelt tiszta energia hatékony felhasználása megvalósítható legyen.

<sup>36</sup> International Renewable Energy Agency (2020): *Innovation landscape brief: Advanced forecasting of variable renewable power generation*.

<sup>37</sup> 41. Meteorológiai Tudományos Napok – 2015. A megújuló energiaforrások felhasználásának meteorológiai vonatkozásai. Budapest. 2015. november 19–20.; Tóth Helga et al. (2015): Szél- és napenergia előrejelzés az Országos Meteorológiai Szolgálatnál. In 41. Meteorológiai Tudományos Napok – 2015. A megújuló energiaforrások felhasználásának meteorológiai vonatkozásai. Budapest. 2015. november 19–20.

## Összefoglalás

Az éghajlatváltozással együtt járó szélsőséges időjárási jelenségek által okozott károk mérsékléséhez elengedhetetlen tudásunk sokszempontú fejlesztése mellett az alkalmazkodás is, amelyhez szükséges a veszélyfigyelmeztető és az időjárást megfigyelő és mérő rendszerek fejlesztése, illetve a veszélyes jelenségek megfigyelésével, elemzésével, különböző időtávú előrejelzésével foglalkozó szakemberek, szolgálatok együttműködése.

Az éghajlati kutatási eredmények egy része felhasználható a hazai és nemzetközi gyakorlatok előkészítéséhez, illetve a katonai műveleti tervezéshez szükséges éghajlati összefoglalók alapját is képezi. A meteorológiai és éghajlati információ szélesebb körű alkalmazása érdekében nagy jelentőséggel bír az ilyen tárgyú ismeretek bővítése a katonai felhasználók körében is, amely hozzájárulhat a műveleti tervezés hatékonyabb szakmai (éghajlati, meteorológiai) támogatásához. Sok esetben tapasztaljuk munkánk során, hogy a felhasználó és a meteorológiai/éghajlati információ szolgáltatója közt kommunikációs problémák vannak, amelyek áthidalhatók, ha a szakemberek kölcsönösen megismerik és megértik egymás információigényét és lehetőségeit, azaz megismerik és megértik, mire is van szükség a szolgáltató és a felhasználó szempontjából.

A különböző szintű, hatékonyabb meteorológiai és éghajlati támogatással közvetlenül vagy közvetetten hazánk biztonságának növeléséhez is hozzájárulunk.

## Felhasznált irodalom

- 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról.
- 2021 one of the seven warmest years record, WMO consolidated data shows. *WMO*, 2022. január 19. Online: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/2021-one-of-seven-warmest-years-record-wmo-consolidated-data-shows>
41. Meteorológiai Tudományos Napok – 2015. A megújuló energiaforrások felhasználásának meteorológiai vonatkozásai. Budapest. 2015. november 19–20. Online: [https://met.hu/omsz/rendezvenyek/index.php?id=1487&hir=41.\\_Meteorologiai\\_Tudomanyos\\_Napok\\_%E2%80%93\\_2015](https://met.hu/omsz/rendezvenyek/index.php?id=1487&hir=41._Meteorologiai_Tudomanyos_Napok_%E2%80%93_2015)
- BALLINGER, T. J. et al. (2020): *Surface Air Temperature*. NOAA Arctic Report Card 2020. Online: <https://doi.org/10.25923/gcw8-2z06>
- BENISTON, M. et al. (2007): Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. *Climate Change*, (81), 71–95.
- British Petrol (2021): *Statistical Review of World Energy*. London. Online: <https://bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>
- CARPATCLIM–A Kárpát-régió éghajlata [é. n.]. *Met.hu*. Online: <https://met.hu/omsz/palyazatok/carpatclim/bevezeto/>
- EASAC (2013): *Trends in extreme weather events in Europe: implications for national and European Union adaption strategies*. EASAC Policy Report 22. ISBN 978-3-8047-3239-1
- Energiaimport-függőség (2021). *Ksh.hu*, 2021. október 31. Online: <https://ksh.hu/sdg/3-35-sdg-7.html>
- Expert Group of the International Military Council on Climate and Security (2021): *The World Climate and Security Report 2021*. Center for Climate and Security, an Institute of The



- Council on Strategic Risks. Online: <https://imccs.org/wp-content/uploads/2021/06/World-Climate-and-Security-Report-2021.pdf>
- Élelmiszerlánc-Biztonsági Stratégia [é. n.]. *Nébih*. Online: <https://portal.nebih.gov.hu/-/elelmiszerlanc-biztonsagi-strategia>
- FORZIERI, G. et al. (2016): Multi-hazard assessment in Europe under climate change. *Climate Change*, (137), 105–119. Online: <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-016-1661-x>.
- HELMAN, D. – ZAITCHIK, B. F. – FUNK, C. (2020): Climate has contrasting direct and indirect effects on armed conflicts. *Environmental Research Letters*, 15(104017), 12. Online: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aba97d>
- Innovációs és Technológiai Minisztérium (2018): A 2018–2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra is kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia. Melléklet a 23/2018. (X. 31.) OGY határozathoz. Online: [https://nakfo.mbfisz.gov.hu/sites/default/files/files/N%C3%89S\\_Ogy%20%C3%A1ltal%20elfogadott.PDF](https://nakfo.mbfisz.gov.hu/sites/default/files/files/N%C3%89S_Ogy%20%C3%A1ltal%20elfogadott.PDF)
- Innovációs és Technológiai Minisztérium [é. n.]: *Nemzeti Energia és Klímaterv (NEKT)*. Online: [https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-01/hu\\_final\\_necp\\_main\\_hu\\_0.pdf](https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-01/hu_final_necp_main_hu_0.pdf)
- International Renewable Energy Agency (2020): *Innovation landscape brief: Advanced forecasting of variable renewable power generation*. Abu Dhabi. ISBN 978-92-9260-179-9
- KENDON, M. (2022): *Unprecedented extreme heatwave, July 2022*. Met Office National Climate Information Centre. Online: [https://metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/metofficegovuk/pdf/weather/learn-about/uk-past-events/interesting/2022/2022\\_03\\_july\\_heatwave.pdf](https://metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/metofficegovuk/pdf/weather/learn-about/uk-past-events/interesting/2022/2022_03_july_heatwave.pdf)
- LAVELL, A. et al. (2012): Climate change: new dimensions in disaster risk, exposure, vulnerability, and resilience. In FIELD, C. B. et al. (szerk.): *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge – New York: Cambridge University Press. 25–64.
- LECKEBUSCH, G. et al. (2008): Extreme wind storms over Europe in present and future climate: a cluster analysis approach. *Meteorologische Zeitschrift*, 17(1), 67–82. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2008/0266>
- MEGLÉCZ Katalin (2011): Missziós területek katonai szolgálatának követelményrendszere és kihívásai. *Hadtudomány*, (4), 21–32.
- McVICAR, T. et al. (2012): Global review and synthesis of trends in observed terrestrial near-surface wind speed: Implications for evaporation. *Journal of Hydrology*, 416–417, 182–205. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.10.024>
- NATO (2022a): *NATO Strategic Concept*. NATO HQ. Online: <https://nato.int/strategic-concept/>
- NATO (2022b): *NATO The Secretary General's Report: Climate Change & Security Impact Assessment*. NATO HQ. Online: [https://nato.int/nato\\_static\\_fl2014/assets/pdf/2022/6/pdf/280622-climate-impact-assessment.pdf](https://nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2022/6/pdf/280622-climate-impact-assessment.pdf)
- Nemzeti Környezetvédelmi Program [é. n.]. *Magyar Állami Környezetvédelem Hivatalos Honlapja*. Online: <https://kornyeztvedelem.hu/nemzeti-kornyeztvedelmi-program>
- OMSZ (2020): Hosszan tartó szélvihar egy markáns hidegfront nyomában. *Met.hu*, 2020. február 10. Online: [https://met.hu/ismeret-tar/erdekessegek\\_tanulmanyok/index.php?id=2759](https://met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=2759)
- OUTTEN, S. – SOBOLOWSKI, S. (2021): Extreme wind projections over Europe from the Euro-CORDEX regional climate models. *Weather and Climate Extremes*, 33(100363), 11. Online: <https://doi.org/10.1016/j.wace.2021.100363>
- PADÁNYI József (2022): *Kihívások, kockázatok, válaszok. Az éghajlatváltozás okozta kihívások és azok hatása a katonai erőre*. Budapest: Ludovika.



- PÉLINÉ N. Cs. et al. (2016): Analysis of climate change influences on the wind characteristics in Hungary. *IDŐJÁRÁS. Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 120(1), 53–71.
- SPINONI, J. et al. (2014): Climate of the Carpathian Region in the period 1961–2010: climatologies and trends of 10 variables. *International Journal of Climatology*, (35), 1322–1341. Online: <https://doi.org/10.1002/joc.4059>
- Summary for policymakers (2021). In MASSON-DELMOTTE, V. et al. (szerk.): *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Cambridge – New York: Cambridge University Press.
- TÓTH Helga et al. (2015): Szél- és napenergia előrejelzés az Országos Meteorológiai Szolgálatnál. In 41. *Meteorológiai Tudományos Napok – 2015. A megújuló energiaforrások felhasználásának meteorológiai vonatkozásai*. Budapest. 2015. november 19–20. Online: [https://met.hu/doc/rendezvenyek/metnapok-2015/17\\_TothH.pdf](https://met.hu/doc/rendezvenyek/metnapok-2015/17_TothH.pdf)
- TRESZKAI Á. (2019): Az éghajlatváltozás biztonsági hatásai a szubszaharai térségben. *Honvédségi Szemle*, (4), 65–76.
- VAN SCHAİK, L. et al. (2020): *Ready for take-off? Military responses to climate change*. Clingendael Netherland Institute of International Relations Report. Online: [https://planetarysecurityinitiative.org/sites/default/files/2020-03/PSI\\_Ready\\_for\\_takeoff.pdf](https://planetarysecurityinitiative.org/sites/default/files/2020-03/PSI_Ready_for_takeoff.pdf)
- WMO (2021): *State of the Global Climate 2020*. WMO-No. 1264. ISBN 978-92-63-11264-4. Online: [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=10618](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10618)
- Zivatarlanc, szupercella kísért a hidegfrontot (2021). *Nemzeti Agrárgazdasági Kamara*, 2021. április 23. Online: <https://nak.hu/kamara/kamarai-hirek/orszag-os-hirek/103315-zivatarlanc-szupercella-kiserte-a-hidegfrontot>