

Lindmayer Judit¹

A GLOBÁLIS KLÍMAVÁLTOZÁS MÁSODLAGOS HATÁSAI A KÁRPÁT-MEDENCE BIZTONSÁGÁRA²

A globális klímaváltozás közvetlen hatásai – a hőmérséklet növekedése és a szélsőséges időjárási jelenségek gyakoribbá válása – mellett a közvetett, másodlagos következmények hasonlóképpen fontosak, mivel az élet minden területére befolyással vannak, ez alól a biztonság dimenziói sem képeznek kivételt. Ezen írás célja röviden összefoglalni az elmúlt évtizedek során, a klímaváltozás ellen megszületett nemzetközi összefogás meghatározó lépéseit, a legfontosabb éghajlati kutatások eredményeit, illetve lehetséges jövőképeit, továbbá bemutatni a klímaváltozás másodlagos hatásait hazánk és a Kárpát-medence országainak biztonságára, így a környezeti-, katonai-, és közbiztonság, valamint a kritikus infrastruktúra védelem területére.

THE INDIRECT EFFECTS OF GLOBAL CLIMATE CHANGE ON SECURITY OF THE CARPATHIAN BASIN

Besides direct effects of global climate change – warming up and more common extreme weather events – are indirect effects similar important, because they influence all areas of life, no exceptions are the dimensions of security. The aims of this essay are in brief summarize the most important actions of international effort against climate change, as well as the main results of climate researches, possible scenarios, furthermore present the indirect, secondary effects on climate change on security of our country and the Carpathian Basin, for example the area of environmental safety, military security, public safety and critical infrastructure protection.

BEVEZETÉS

Az éghajlatváltozás napjaink egyik legfontosabb, elhúzódó jellegű problémája, hiszen hatása a bolygó minden pontján érezhető, valamint a következmények elkerülése mára szinte lehetlenné vált, legfeljebb a mértéke csökkenthető a megfelelő politikai és gazdasági lépések megtételével, illetve a társadalmi szemléletmód gyökeres megváltoztatásával.

A klímaváltozás elsődleges hatásai a már ma is tapasztalható emelkedő hőmérsékleti tendencia, vagyis a globális évi középhőmérséklet fokozatos emelkedése az elmúlt évtizedekben és évszázadokban, továbbá az egyre gyakoribbá váló szélsőséges időjárási jelenségek és ezek hirtelen váltakozás (pl. extrém viharok, aszályok stb.). A másodlagos, közvetett hatások között említhetjük az ár- és belvízi jelenségek gyakoribbá válását, az élelmiszer, illetve vízkészletekkel kapcsolatban felmerülő problémákat, az emberi egészségre gyakorolt hatásokat, vagy éppen a kritikus infrastruktúrák védelmével kapcsolatban felmerülő nehézségeket.

A klíma átalakulása az élet valamennyi szegmensére hatást gyakorol, így ez alól a biztonság dimenziói sem kivételek. A fentebb említett, főként másodlagos következmények nagyban befolyásolják a fenyegetettség nélküli állapot – vagyis a biztonság, a legegyszerűbb megközelítés alapján – elérését, annak megvalósítását egyéni, nemzeti, regionális és globális szinten

¹ lindmayerjudit@gmail.com

² Lektorálta: Padányi József, egyetemi tanár, Nemzeti Közszerződési Egyetem, padanyi.jozsef@uni-nke.hu

egyaránt. Hazánk, valamint a Kárpát-medence többi országa a földrajzi adottságok miatt fokozottan ki van téve a klímaváltozás okozta negatív következményeknek, így az komoly hatást gyakorol a környezetbiztonság, a kritikus infrastruktúrák védelme, vagy éppen a rendvédelem hatékony megvalósítására.

A következőkben az éghajlatváltozás másodlagos hatásainak hazánk és a régió többi államának biztonsági dimenzióira gyakorolt következményeit kívánom bemutatni. Annak érdekében, hogy komplex képet kaphassunk a témakörrel, elsőként a klímaváltozás elleni nemzetközi küzdelem lépéseit és eredményeit, jelenlegi helyzetét kell áttekinteni, valamint röviden összefoglalni a klímakutatások eddigi eredményeit és a jövőre vonatkozó scénáriókat.

A KLÍMAVÁLTOZÁS ELLENI NEMZETKÖZI KÜZDELEM

Már az 1930-as években felvetették egyes klimatológusok, hogy folyamatos melegedés figyelhető meg az 1860-as évekhez képest, majd 1935-ben Guy Stewart Callendar tanulmányában rámutatott, hogy 1890 és 1935 között mintegy 0,5 °C-al emelkedett az átlaghőmérséklet, melyet egy régi elmélet alapján a CO₂ kibocsátás okozta üvegházhatásnak tud be. [1] Az 1960-as és 1970-es években a korábbinál alacsonyabb átlaghőmérséklet a klímaváltozás körüli viták hevét is csökkentette némiképp, ugyanakkor a „városi hősziget” jelenség (a város központi része melegebb, mint a külterületek) megfigyelése egyértelművé tette, hogy az energiahasználat befolyásolja a klímát.

1972-ben, Stockholmban került megrendezésre egy ENSZ Konferencia az Emberi Környezetről, ahol a központi téma a természeti erőforrások fokozódó felhasználása volt, valamint azok hatása a meteorológiai folyamatokra. Első alkalommal került sor a légköri szennyeződések klimatikus következményeinek és az ember által okozott hatások vizsgálatára nemzetközi szinten. Az 1980-as évek első fele nem hozott drasztikus változást a mért hőmérsékleti adatok tekintetében, csak az északi félgömb északi részén tapasztaltak átmeneti lehülést, a Föld többi pontján nagyrészt stagnáltak az átlagok, ezzel szemben az évtized második része rekordokkal volt tele, az illetékesek mégsem merték egyelőre megkongatni a vészharangokat.

1985-ben az ausztriai Villachban tartott világkonferencián az éghajlatváltozást „elfogadható és komoly valószínűségű” jelenségként vázolták. Ezt követően 1988-ban Torontóban, majd 1990-ben Genfben tartott konferencián a szakemberek határozott kibocsátás-csökkentő energiapolitikát követeltek, valamint kimondták az „elővigyázatosság elvét”, vagyis azt, hogy nem szabad megvárni, amíg tudományos bizonyítékok támasztják alá a klímaváltozás tényét, mert addigra lehet, hogy már túl késő lesz.

Az 1988-ban létrehozták az Éghajlatváltozási Kormányközi Testületet (IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change), melynek feladata az klímaváltozás várható következményeinek vizsgálata, majd azok összefoglaló elemzésének megalkotása, ezzel tudományos és politikai iránymutatást nyújtó dokumentumok létrehozása. Az IPCC tevékenységében a világ legjobb szakemberei, több ezer kutató dolgozik, készíti el rendszeres időközönként a jelentéseit, melyet a kormányok felhatalmazott képviselői konszenzusos formában fogadnak el. Az első dokumentumot 1990-ben adták ki, majd 1996-ban, 2001-ben és legutoljára 2007-ben.

Az 1990-es években gyorsuló melegedés volt tapasztalható, így egyre több fórumon és döntésho-

zó szinten ismerték el a melegedési folyamat valós veszélyét. Vizsgálatokat végeztek a sarkokon vett jégfuratokon, kőzet és talajmintákon, valamint elemezték a fák évgyűrűit, melyekből egyértelmű bizonyítékokat kaptak a melegedő tendenciára. 1992-ben, a felmerülő problémák kezelésére Rio de Janeiro-ban megtartott ENSZ Konferencia a Környezetről és Fejlődésről komoly eredményeket ért el, mivel megalkották, majd a tagállamok aláírták az ENSZ Éghajlatváltozási Keret-egyezményét. A dokumentum kimondja, hogy minél hamarabb cselekedni kell, hiányossága azonban, hogy konkrét határidőket nem tartalmaz, jogilag nem kötelező érvényű.

A következő fordulópontot 1997 jelentette és a Kiotói Jegyzőkönyv. Az egyezmény konkrét kibocsátás szabályozást érintő kötelezettségeket állapított meg, azonban ez a fejlett országokra és az „átmeneti gazdaságú” kelet-közép európai államokra vonatkozott, a fejlődő államok nem fogadtak el semmilyen jogi kötelezettségvállalást. A megállapodás alapján a 2008-2012-es időszakra az aláíróknak az 1990-es szinthez képest 5,2%-al kell csökkentenie a kibocsátását, ugyanakkor ez a volt szocialista országok esetében annyiban módosul, hogy a viszonyítási időszak az 1985-87-es évek. Sajnálatos módon a kezdeményezés nem érte el teljesen célját, hiszen a legnagyobb kibocsátók nem vállalták a csökkentést, így például az Egyesült Államok aláírta, de a szenátusával nem ratifikáltatta a Kiotói Egyezményt, így az nem vált kötelező érvényűvé. [2] 2005 februárjában lépett életbe a jegyzőkönyv, majd ugyan azon év decemberében Montreálban konferenciát rendeztek a tagállamok, ahol elfogadásra került a végrehajtási szabályrendszer, benne többek között az eszközök és szankciók meghatározásával.

2007-ben az indonéziai Balin tartották az ENSZ következő esedékes klímacsúcsát, ahol a feladat a további egyeztetések előkészítése volt az újabb vállalások érdekében, mivel 2009-ben járt le a Kiotói Jegyzőkönyv első szakaszának teljesítése. A konferencián az Európai Unió kísérletet tett a saját maga által kitűzött 20%-os csökkentési cél elfogadtatására a többi állammal, ez azonban nem járt eredménnyel. A fejlődő államok, valamint az USA tiltakozása ellenére végül megszületett a tárgyalási tervezet, azonban ebből kimaradtak a konkrét szám adatok. [3]

A koppenhágai konferencián (2009. december) a várt egyezmény, a jegyzőkönyv továbbdolgozása elmaradt. A Koppenhágai Egyezés egy konkrét számok és határidők nélküli, jogilag nem kötelező érvényű dokumentum lett, mely csupán azt határozza meg, hogy az aláíró államoknak be kell nyújtaniuk az önkéntesen vállalt csökkentés összegére vonatkozó nyilatkozatukat, valamint konkrét összeget irányzott elő a fejlődő országoknak nyújtandó rövid, illetve hosszú távú klímavédelmi támogatásra vonatkozóan. [4] Az aláírók a záró részben 2 °C-ban maximalizálták a globális átlaghőmérséklet-emelkedést. [5]

A következő évben, mexikói Cancúnban megrendezett csúcs jelentősége rendkívül nagy volt, hiszen a sikertelenség az ENSZ klímavédelmi tevékenységének ellehetetlenülését hordozta magában. A résztvevő államok a Cancúni Megállapodásban nevesítették a kiotói vállalások második periódusát, azonban a konkrét számokról nem sikerült egyezsége jutni. Az államok egyetértettek abban, hogy létre kell hozni egy Zöld Alapot, melybe 100 milliárd dollárt gyűjtenek össze a fejlődő államok megsegítésére, valamint a korábban felajánlásra került 30 milliárd dollárt gyorssegélyként a rászorulóknak rendelkezésre bocsátják 2012-ig. [6] A dokumentumban ezen kívül szerepel egy erdővédelmi program kidolgozásának terve, illetve egy szervezet felállítása, mely a klímaváltozás hatásai által leginkább sújtott államokat segítené a védekezésben. [7]

2011 decemberében a dél-afrikai Durban adott helyet a következő csúcsnak, ahol a négy legna-

gyobb vitát kiváltó kérdés a Jegyzőkönyv további sorsáról, a kibocsátás-csökkentés mértékéről, a Cancúnban létrehozott Zöld Klíma Alap finanszírozásáról és az erdővédelmi programról való megállapodás volt. [8] A feszített tempójú, néha kissé zűrzavaros tárgyalások eredményeképpen sikerült kialakítani a közös álláspontot, mely alapján 2015-ig kialakítanak egy globális ütemtervet (Durban Platform for Enhanced Action), mely 2020-ra jogilag kötelező érvényű, minden országra érvényes és végrehajtható rendszert képez. Elemzők szerint ennek jelentősége abban rejlik, hogy a nagy kibocsátókra is érvényes lesz, illetve a COP (Conference of the Parties – ENSZ Éghajlatváltozási Konferencia) történetében először sikerült olyan dokumentumot alkotni, melyet minden fél elfogadott és jogilag kötelező vállalást foglal magába. [9] Ezen ütemterv mellett sikerült egyezsége jutni a Kiotói Jegyzőkönyv sorsáról is. További öt évvel hosszabbították meg az érvényességét, azonban a második vállalási szakasz végének pontos megállapítása a 2012-es klímacsúcs feladata lesz. Míg az EU tagállamok továbbra is kitartanak a Kiotói Jegyzőkönyv mellett, újabb országok nem csatlakoztak a megállapodáshoz, ellenben Kanada először csak fontolgatta, majd hivatalosan be is jelentette kilépését.

A LEGFONTOSABB KUTATÁSI EREDMÉNYEK ÉS SZCENÁRIÓK

A globális szintéren folyó politikai és gazdasági csatározás mellett fontos kiemelni azokat, a klímaváltozás helyzetét és lehetséges hatásait összefoglaló és elemző műveket, melyek nemzetközi kutatócsoportok az elmúlt években készítettek. Érdemes lesőként a már említett **IPCC legutóbbi jelentésével** foglalkozni, mivel ez a leginkább elismert – és egyben legtöbbször támadott – dokumentum. [10]

Az elmúlt 50 évben évtizedenként 0,13°C-al emelkedett az átlaghőmérséklet, valamint a levegő átlagos vízgőztartalma (földfelszínen, az óceán felett és a felső troposzférában) egyaránt növekedett. Az évi 3,1 mm-es tengerszint-növekedés mellett, a világóceán átlagos hőmérséklete 1961 óta minimum 3000 méter mélységig nőtt. Az elmúlt száz évben az antarktikus térség átlaghőmérséklet-növekedési üteme kétszer olyan gyors, mint a globális átlag. 1900 és 2005 között Észak- és Dél-Amerika keleti részén, Észak-Európában és Ázsia északi, illetve középső részén nőtt a csapadék mennyisége, míg száradás figyelhető meg a Száhel-övezetben (Szahara déli része), a Földközi-tenger térségében, valamint Dél-Afrikában és Dél-Ázsiában egyaránt. A tudósok megállapították, hogy mindkét féltekén erősödtek a mérsékelt övi nyugati szelek, továbbá a heves csapadékot adó események gyakorisága nőtt a szárazföldi területek nagy részén. A múlt század közepe óta ritkábbak a hideg napok, éjszakák és fagyok, míg gyakoribbá váltak a hőhullámok, forró napok és éjszakák. Ugyanakkor megállapítható, hogy a déli sarkon nincs melegedő trend, az átlagos kiterjedésben nem tapasztalható szignifikáns változás, valamint a globális napi hőmérsékleti ingás változatlan, az éjszakák és nappalok hőmérséklete azonos ütemben nőtt. Számos ökológiai rendszer alkalmazkodási képességét meghaladja a várható változás, így a fajok 20-30%-a a kihalás felé sodródik, mely magával vonzza a biológiai sokszínűség csökkenését.

Az *afrikai kontinensen* a fokozódó élelmiszer és vízhiány mellett az alacsony, sűrűn lakott partvidéki városokat sújthatja az emelkedő tengerszint veszélye, ráadásul ezen területeken a gazdasági fejlettség szintje is igen alacsony. A korallzátonyok érzékeny egyensúlyát megbont-

ja az óceánok savasodása³ és a víz hőmérsékletének növekedése, ezzel veszélybe sodorva a tőle függő fajokat, melynek hatására csökken a halászat és az idegenforgalom. *Ázsiában* a csökkenő vízkészlet – a Himalája gleccsereinek olvadása következtében – és a fokozódó árvizek mellett a hó és jég eltűnésével a hegységek állékonysága csökken, a sziklaomlások gyakoribbá válhatnak. A környezeti hatásokat megtöbbszörözi a gyors városiasodás, valamint az ezzel járó természeti erőforrások kiaknázása. *Ausztrália és Új-Zéland* szintén érintett a vízhiányban, mivel ebben a térségben is csökken a csapadék mennyisége, de a magas hőmérséklet hatására a párolgás intenzitása nő. A biológiai sokszínűség jelentős csökkenése várható 2020-ig, többek között a Nagy-Korallzátonyon és Queensland őserdei, trópusi részein. Az alacsonyan fekvő, sűrűn lakott területek a tengerszint emelkedés hatására kerülnek veszélybe, gyakoribbá válnak a viharok és az áradások.

Európában a visszahúzódó gleccserek a vízhiányt, a hóhullámok az emberek egészségügyi veszélyeztetettségét növeli. Előreláthatóan a növény és állatfajok észak felé húzódnak, hosszabbá válnak a vegetációs időszakok. Az alacsonyabban fekvő, tengerparti vidékek (pl. Hollandia) gyakoribb elöntése várható, valamint fokozódik az erózió, melyet a szélviharok és a tengervíz okoz. Számtalan növény- és állatfajt – főként az alacsony tűrőképességgel rendelkezőket – a kihalás veszélye fenyeget. Dél-Európában az aszály és a magas hőmérséklet, a vízkészlet további csökkenése okozhat problémát, valamint gyakoribbá válnak az erdő, bozóttüzek és tőzegmocsarak tüzei, ezzel a légkör további szennyezését okozva.

Az amerikai kontinens északi részén kisebb értékű változások várhatók, a nyugati hegységekben kevesebb hó valószínű, azonban nő az áradások gyakorisága. A nyári csapadékmennyiség csökken, ez vízhiányhoz és erdőtüzek kialakulásához vezethet. A nagyfokú környezetszennyezés miatt nagyobb lesz a partvidékeken a klímaváltozás hatása, illetve ezen területek sérülékenysége egyaránt megnő. *Latin-Amerikában* a hőmérséklet emelkedése mellett csökken a talajvíz mennyisége, a trópusi esőerdők helyét rövid időn belül – még az évszázadban – savanna veheti át. A biológiai sokszínűséget veszélyezteti a fajok kihalása, illetve a sivatagossá váló talajon romlanak a mezőgazdasági termelés lehetőségei. Az élelmiszerhiány nem csak a lakosságot, de az élőállat-tenyésztést is hátrányosan érinti. Az alacsonyan fekvő területeket áradások veszélyeztetik, továbbá a csendes-óceáni térség dél-keleti részén a halállomány elterjedési területének áthelyeződése komoly problémákat idézhet elő. A vízhiányt tovább növeli a gleccserek olvadása, mely jelenleg energiaforrásként is hasznára válik a régióban élőknek.

A kis szigetek idővel eltűnhetnek a parti erózió és az emelkedő tengerszint következtében, veszélybe kerülnek a helyi erőforrások – pl. halászat, idegenforgalom – és a század közepére kifogyhatnak a vízkészletek. Az emelkedő hőmérséklet miatt a nem őshonos állatfajok bevándorolnak, kiszorítva ezzel a sok helyen egyedülálló biodiverzitást.

A kutatók által modellezett jövőképek nagy része idealizált kibocsátások alapján készült, ezért az IPCC szakértői csoportja több lehetséges kibocsátási szint mellett vázolta fel a következő évtizedek éghajlati alakulását. Az úgynevezett SRES⁴ emissziós forgatókönyvek a 2000 és 2100

³ Az óceánok PH értéke 7,5-8,5 között mozog, vagyis enyhén lúgosak, így a savasság növekedésével semleges kémhatást állhat elő.

⁴ IPCC Speciális Jelentése az Emissziós Forgatókönyvekről (IPCC Special Report on Emission Scenarios)

közötti időtartam alakulását tartalmazzák. A négyféle forgatókönyv a gazdasági növekedés, energiaforrások típusai, a népesség növekedése, valamint a technológiai fejlesztések szempontjait veszi figyelembe. A négy lehetséges forgatókönyv közül a legalacsonyabb kibocsátást a B1 modell valósítja meg, ebben az esetben a várható hőmérséklet-növekedés 1,8 (1,1-2,9) °C, míg a legmagasabb kibocsátású A1FI koncepció akár 4 (2,4-6,4) °C emelkedést is előidézhet.

A fenti, sokszor sokkoló scenáriókat a publikálás óta nagyon sokan támadják, illetve a szkeptikusok kételyeit az úgynevezett „Climategate”⁵ ügy tovább növelte. A felmerülő kérdések tisztázására Richard Muller klímakutató 2010-ben elindította a *Berkeley Earth Project*-et (BEST projekt)⁶, melynek célja volt az évtizedek óta rendelkezésre álló adatok összegyűjtése és új statisztikai módszerekkel – benne a feldolgozó algoritmusok felülvizsgálatával, hibák kiküszöbölésével – való elemzése. Ennek oka az volt, hogy sokan kifogásolták, az IPCC szakemberei nem megfelelő számú és rosszul elhelyezett (légköri és nem földfelszíni hőmérsékletet mérő) állomás adataival dolgoztak. Mindezek kiküszöbölésére Muller és csapata – statisztikusok, fizikusok és klímakutatók – 39 000 ellenőrzött állomástól gyűjtötték be adataikat, majd dolgozták fel. Megállapították, hogy az 1950-es évek óta 0,911 °C-kal nőtt a globális átlaghőmérséklet, valamint a városi hőszigetek és a rossz állapotú mérőállomások elhanyagolható hatást gyakorolnak ezen értékre. Az állomások egyharmada az elmúlt 70 évben hűlést regisztrált és csak a 2/3-uk melegedést, továbbá véleményük szerint a korábban feltételezettnél kisebb az El-Nino⁷ jelenség jelentősége. A projekt eredményét a korábban megrögzött szkeptikusok nagy része elfogadta, mely hatalmas előrelépést jelent a jövőbeni kutatások szempontjából.

Fontos kiemelni a klímaváltozás hazánkra gyakorolt hatásainak vizsgálatával foglalkozó *VAHAVA* (Változás-Hatás-Válaszadás) programot, mely a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, valamint a Magyar Tudományos Akadémia közös projektje volt 2003 és 2006 között. A neves szakemberek által végzett kutatás megállapította, hogy az elmúlt száz évben hazánkban is jelentős változások álltak be a korábban megszokott éghajlatban. Változékonnyabbá⁸ 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

⁵ 2009 novemberének végén a brit University of East Anglia levelező rendszeréből nyilvánosságra kerültek amerikai és angol klímakutatók magánbeszélgetései, benne többek között olyan bizalmas információkkal, hogy mely adatokat publikálhatják, milyen statisztikai trükköket alkalmaznak, illetve a szkeptikusokat többször is „idiótáknak” nevezik. Forrás: http://news.nationalgeographic.com/news/2004/12/1206_041206_global_warming.html Letöltés ideje: 2012.01.13.

⁶ A projekt megvalósításához való pénzügyi háttérrel többek között magánszemélyek, Bill Gates alapítványa, az Innovatív klíma- és energiakutatási alap, továbbá a Getty Alapítvány és a Koch Alapítvány biztosította.

⁷ Az El Niño egy nagyskálájú óceáni-légköri éghajlati jelenség a Csendes-óceán trópusi területein, amely a tengerszín hőmérsékletének periodikus változásának meleg fázisa. Karácsony tájékán veszi kezdetét és hosszú hónapokig (9-12) tart. Forrás: http://www.atmosphere.mpg.de/enid/2__raml_si_rendszerek/_-El_Ni_o_27k.html Letöltés ideje: 2012.03.20.

⁸ Hazánk éghajlatát a kontinentális, az óceáni és a mediterrán klíma hármasa jellemzi, valamint további befolyást gyakorol a Kárpát-medence domborzata egyaránt.

XX. században jelentős mértékben csökkent, ugyanakkor az intenzitása emelkedett – jellemzővé váltak a záporok, felhőszakadások –, amivel párhuzamosan romlott a hasznosulása 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.

Az egyik legfontosabb fennálló veszély az egyedülálló biodiverzitás megszűnése, a ritka fajok kihalása, melyet elősegít az inváziós fajok (rovarok, gyomok) egyidejű elterjedése egyaránt. A néhány foknál nagyobb felmelegedést – a jelenlegi károsanyag-kibocsátással 2025-re érjük el az 1 °C-ot – az ökoszisztémák nagy része nem fogja tudni kezelni, így eltolódhatnak a természetes, adott égővre jellemző vegetációk határai, átrendeződhetnek a társulások és táplálékhálózatok, illetve hosszú távon a biológiai sokszínűség jelentős csökkenése várható. Az élőhelyek szárazabbá válásával együtt az ökoszisztémák funkcióinak károsodása is fennáll, gyakoribbá válhatnak a tüzesetek, valamint a vizes élőhelyek fennmaradása veszélybe kerülhet.

Bár jelenleg – a földrajzi adottságokból következően – Magyarország vízkészletei még jelentősek, a túlzott felhasználás és a szárazabbá váló időjárás viszont nagymértékű, gyors csökkenéshez vezethet, ezáltal módosulhat a vízkészlet és annak minősége. A csapadék-intenzitás változása miatt hosszan tartó aszályokra és árvizekre, belvizekre lehet számítani, a kisebb vízmennyiség miatt pedig csökken a vizek öntisztító képessége. Változhat az állóvizek víz-háztartása, mivel a melegebb időjárással fokozódik a párolgás, a folyók lefolyása csökken – ezáltal az utánpótlás sem biztosított kellő mértékben –, és az átlagos sótartalom növekedése várható. Hosszú távon a tavak kiszáradása, felületcsökkenése valószínűsíthető. [11]

Látható tehát, hogy hazánk fokozottan ki van téve a klímaváltozás negatív következményeinek, így a természeti értékeink, anyagi javaink és az emberi egészség merőzése kulcsfontosságú kérdés a következő évtizedekben.

A KLÍMAVÁLTOZÁS MÁSODLAGOS HATÁSAI

Az éghajlat átalakulásának hosszú távon, globálisan várható következményeinek és a változások regionális vonatkozásainak összefoglalása után szükséges foglalkozni a klímaváltozásnak a térség biztonságára gyakorolt hatásaival.

Amint az már korábban említésre került, az éghajlatváltozás elsődleges következményei közé soroljuk az átlaghőmérséklet emelkedését, valamint a szélsőséges időjárási jelenségek gyakoribbá válását. A másodlagos, ezekből származó hatások nagyban befolyásolják a biztonság dimenzióit. A biztonság komplex fogalom, messze túlmutat a katonai erőn, mindent magában foglal, ami az egyén, állam vagy szövetségek gondoktól mentes működéséhez szükséges. A klímaváltozás potenciális veszélyt jelent erre az akár idillinek is mondható állapotra, nem véletlenül nevesíti a hazai Nemzeti Biztonsági Stratégia mind a korábbi, mint pedig a nemrégiben megjelent, átdolgozott változatában egyaránt. [12]

A vizsgálat során elsőként a biztonság hagyományos értelmezésével, a katonai- és közbiztonsággal kell foglalkozni.

Katonai biztonság és rendvédelem

Az éghajlatváltozás hatására a Föld és lakóinak biztonsága több szempontból is veszélybe kerülhet, ezek közül a legkézenfekvőbb és közvetlenül tapasztalt dimenzió a környezeti változások okozta nehézségek, így például az áradások, hirtelen lecsapó viharok, extrém időjárási jelenségek. A jelenleg előrelátható változások szerint mintegy 46 országban – elsősorban Afrikában és Ázsiában –, összesen 2,7 milliárd embert érintve alakulhatnak ki konfliktusok kifejezetten a klímaváltozás hatására, illetve további legalább 56 államot veszélyeztet a politikai instabilitás. [13] Hazánk abban a szerencsés helyzetben van, hogy a jelenlegi állapotok tükrében a közeljövőben fegyveres konfliktus kialakulásától nem kell tartania a térségben.

A katonai biztonság kérdéskörének vizsgálatát az *édesvíz-készletek* rohamos fogyatkozásának problémájával kell kezdeni. A Föld felszínének ugyan 71%-át víz borítja, ebből csupán 2,5% iható édesvíz, vagyis a vízkészlet töredéke alkalmas emberi fogyasztásra, mely folyamatosan feszültséget okoz az amúgy is száraz éghajlatú, nagy lakossággal bíró országokban, régiókban. További problémát okoz, hogy a készletek jó része a sarki jégsapkákban összpontosul, így azok felmelegedés okozta visszahúzódása, és a sós tengerekbe való olvadása tovább redukálja a tartalékokat.

A földrajzi adottságok következtében mind a Kárpát-medence, mind pedig hazánk édesvíz-készletét tekintve jól ellátott, ezeket – a régió többi országának helyzetéből és adottságaiból kifolyólag – jelenleg és a közeljövőben katonai erővel támogatott veszély nem fenyegeti. Ugyanakkor figyelembe kell venni, hogy az ország területén áthaladó folyók 95%-a más országok területén ered, ezáltal erős a függőség szomszédainktól. Az áradások és szennyezések tekintetében védtelenek vagyunk, ezek megelőzése és hatékony kezelése egyrészt a nemzetek közötti együttműködéstől, másrészt a saját védelmi képességektől függ. Magyarországon stratégiai szerepet tölt be a felszíni vizeken túl a felszín alatt lévő karsztvíz-készlet, mely a lakossági ellátásnak jelenleg a 90%-át adja. A melegedés következtében megnövekedett párolgás csökkenti a víz a mennyiségét, továbbá az esetlegesen bekerülő szennyeződés végzetes hatással lehet az ivóvíz-ellátásra.

Az éghajlatváltozás hatására könnyen kiéleződhetnek a feszültségek a vizet birtokló és a vízhiányban szenvedő államok között, vagyis szélsőséges esetben fennáll a lehetősége annak, hogy a Kárpát-medencében is hasonló konfliktus eszkalálódik. Következésképpen ezen természeti adottság megóvása, valamint a regionális együttműködés szorosabbá tétele rendkívül fontos.

A katonai biztonság kérdésének vizsgálata során kiemelt figyelmet kell fordítani a *Magyar Honvédségre*, hiszen katonáink és eszközeik részvétele a hazai éghajlati változásokra való felkészülésben – az elmúlt időszak tapasztalatai alapján – elkerülhetetlen. Az egyre gyakoribbá váló katasztrófahelyzetek felszámolásának egyik fontos elemévé kell válnia a honvédség megfelelő egységeinek és azok logisztikai támogatásának, eszközrendszerének. Természetesen a katonák alkalmazása mellett a rendőrség és a katasztrófavédelmi egységek működése, fejlesztése is szükséges, csak ezen szervek hatékony együttműködésével lehet gyorsan és eredményesen kezelni a kritikus helyzeteket. Nem szabad figyelmen kívül hagyni azt a tényt, hogy hazánkban jelenleg a Magyar Honvédség az egyik – a katasztrófahelyzetek felszámolásában bevonható – olyan szervezet, mely önálló logisztikai háttérrel rendelkezik és gyorsan mozgósítható.

Nem szabad megfeledkezni arról sem, hogy a NATO tagsági kötelezettség okán a missziókban való aktív részvétel Magyarországnak is feladata. A jelenlegi célországok klimatikus viszonyai a hazaitól sok esetben teljesen eltérőek (pl. Afganisztán), az ezekre való felkészülés és felkészítés rendkívüli jelentőséggel bír mind a tevékenység végrehajtásának sikeressége, mind a magyar katonák testi és lelki épségének védelme érdekében. A megfelelő védőruházat kialakítása, a misszióban résztvevő állomány fizikai állóképességének és szervezetének megerősítése, felkészítése mellett a technikai eszközök „akklimatizálása” egyaránt szükséges.

A rendvédelem területére áttérve megállapítható, hogy súlyos következményekkel járhat a természeti jelenségek sújtotta területről elmenekülő tömegek megjelenése. Az úgynevezett „**ökológiai menekültek**”⁹ csoportja egyelőre jogilag még nem meghatározott, azonban a gyakorlatban már tapasztalható kategória. Azokról a tájakról menekülő embereket nevezik így, akik kénytelenek a jobb élet reményében elvándorolni hazájukból, amelyet az árvíz, tengeri elöntés, vagy éppen az elsivatagosodás sújt. Sok esetben ezek a hatások idézik elő az élelmiszer és vízhiányt, a gazdasági nehézségeket, melyek megélhetési problémákat okoznak. Az elsősorban illegálisan lakhelyet változtatók Afrikából, Ázsiából, Dél-Amerikából menekülnek a jobb életkörülményekkel kecsegtető Észak-Amerika és Európa irányába. A menekültek nagy létszáma több okból is problémákat von maga után. A célországokban a bevándorlók miatti többletkiadások gazdasági nehézségein túl a kulturális-társadalmi ellentétek, esetenként az idegenellenes közhangulat, ugyancsak súlyosbíthatják a helyzetet. Az elhelyezésük, élelmezésük hely és anyagi igénye komoly pénzügyi terhet ró a befogadó államra. Az illegális migráció a szervezett bűnözéssel szorosan összefonódik, amely többletproblémát jelent a kormányoknak.

A migrációs problémák jelentősége vitathatatlan, hiszen már napjainkban is számtalan konfliktust idéznek elő főként a nyugat-európai államokban¹⁰. Magyarország e tekintetben elsősorban tranzit-ország, vagyis csak ideiglenesen tartózkodnak itt, majd továbbutaznak a nyugati államok felé. Elképzelhető, hogy a későbbiekben már hazánk is célországgá válik, amennyiben a nyugat-európai államok megelégedik a menekültek beözönlését és jogszabályokban korlátozzák a beutazást. Magyarország szempontjából érdemes még figyelmet fordítani a Balkánra, hiszen az éghajlatváltozás következtében a kontinens déli részén szárazság és felmelegedés tapasztalható, így a jelenleg is mind gazdaságilag, mind pedig társadalmilag nehéz helyzetben lévő területről a megélhetés biztosításának híján migráció indulhat meg északi irányba, többek között hazánkba.

⁹ „A tengerek szintjének emelkedése, az elsivatagosodás, a tengerpartok eróziója, valamint az árvizek egyre gyakrabban kényszerítenek embereket lakhelyük elhagyására: őket nevezik ökológiai menekülteknek” Számuk napjainkban megközelítőleg 50 millió fő (Forrás: 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, 28. oldal)

¹⁰ Franciaországban és Nagy-Britanniában a volt gyarmati országokból beözönlő elsősorban afrikai és arab lakosság, Németországban a török kisebbség, míg Olaszországban a román vendégmunkások okoznak komoly társadalmi gondokat. A 2011 tavaszán Észak-Afrikában kialakult helyzet következtében humanitárius katasztrófa fenyeget, két hónap alatt közel 5500 menekült érkezett az európai kontinensre. (Forrás: http://kitekinto.hu/iszlam/2011/03/02/kovetkez_megallo_lampedusa_-_vegallomas_eu/ Letöltés ideje: 2011.03.09.)

dését, lefolyásuk intenzitását. Itt külön ki kell emelni az árvíz és belvíz sújtotta területeket, ahol amúgy is rendkívül magas a járványok kialakulásának kockázata és – a megfelelő óvintézkedések megtételének hiányában – gyors terjedésének veszélye. Az allergiát okozó pollenek kiporzási időszaka és mennyisége módosulhat a melegedő tendencia hatására. A felszín közeli ózon, a nitrogén és a dinitrogén-oxid koncentrációjának növekedése – a hosszantartó napsütés és csekély légmozgás hatására elsősorban a nagyvárosokban – szmog¹² jelenség kialakulásához, valamint a légzőszervi megbetegedések gyakoribbá válásához vezethetnek.

Kritikus infrastruktúra védelem

Az elmúlt években, évtizedekben rohamosan nőtt az úgynevezett kritikus infrastruktúrák (a továbbiakban KI) megóvása érdekében tett intézkedések száma, mely nagyrészt a fokozódó terrorcselekményeknek, valamint a természeti és mesterséges katasztrófák kialakulásának köszönhető. A kritikus infrastruktúra fogalmát többek között a „Zöld könyv a kritikus infrastruktúrák védelmére vonatkozó nemzeti programról” dokumentum írja le.

„Kritikus infrastruktúrák alatt olyan, egymással összekapcsolódó, interaktív és egymástól kölcsönös függésben lévő infrastruktúra elemek, létesítmények, szolgáltatások, rendszerek és folyamatok hálózatát értjük, amelyek az ország (lakosság, gazdaság és kormányzat) működése szempontjából létfontosságúak és érdemi szerepük van egy társadalmilag elvárt minimális szintű jogbiztonság, közbiztonság, nemzetbiztonság, gazdasági működőképesség, közegészségügyi és környezeti állapot fenntartásában.

Kritikus infrastruktúráknak minősülnek azon hálózatok, erőforrások, szolgáltatások, termékek, fizikai vagy információtechnológiai rendszerek, berendezések, eszközök és azok alkotó részei, melyek működésének meghibásodása, megzavarása, kiesése vagy megsemmisítése, közvetlenül vagy közvetetten, átmenetileg vagy hosszútávon súlyos hatást gyakorolhat az állampolgárok gazdasági, szociális jólétére, a közegészségre, közbiztonságra, a nemzetbiztonságra, a nemzetgazdaság és a kormányzat működésére.” [14]

A KI tehát felölel minden olyan ágazatot, mely az állam működőképességében kulcsszerepet játszik. A KI területei közé tartozik az energetika, vagyis a kőolaj- és földgáz kitermelés, tárolás, szállítás, elosztás, valamint a villamosenergia-termelés, átvitel és elosztás. A klímaváltozás hatására kialakuló extrém időjárási jelenségek fokozottan veszélyeztetik ezt a területet, hiszen a felsővezetékek könnyen leszakadhatnak a heves széllekedésektől, 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 elhúzó belvíz korrodálhatja. Az infokommunikációs technológiák közül ki kell emelni a távközlési és internetes szolgáltatást, melynek légvezetékes egységeit az előbbiekben vázolt módon befolyásolhatja a klíma

¹² A „londoni-típusú” vagy redukáló szmog szélcsendes, magas páratartalmú és hűvös (-3+5 °C) időjárás esetén alakul ki; a fosszilis tüzelőanyagok elégetésekor korom és por kerül a levegőbe, amely elősegíti a kondenzációs magok elszaporodását, ezek mellett jelentős kén-dioxid szennyezést is okoz. A „los angeles-i típusú” vagy fotokémiai szmog kialakulásához elengedhetetlen az erős besugárzás, a gyenge légmozgás, az anticiklonális helyzet és a közlekedés által kibocsátott szennyező anyagok jelenléte. A napsütés hatására fotokémiai folyamatok indulnak meg a légkörben, melynek eredményeképpen a nitrogén-dioxidból ózon keletkezik. (Forrás: <http://www.idokep.hu/hirek/a-szmog> Letöltés ideje:2011.03.09.)

átalakulása. A postai szolgáltatás folyamatossága könnyen veszélybe kerülhet egy szélsőséges vihar vagy havazás következtében, különösen fontos ez a nehezen megközelíthető, illetve zsáktelepülések esetén.

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. Mind a vasúti, közúti, mint 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 vízzel kapcsolatos kritikus infrastruktúra elemek között említhető az ivóvíz szolgáltatás, illetve ennek műszaki egységei, melyekre negatívan hathatnak a már felsorolt jelenségek (pl. csővezetékek). 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. Az árvízvédelmi töltések és gátak állapotát nagyban befolyásolják az időjárási jelenségek, például a heves esők fokozzák a rézsűk erózióját.

Az élelmiszer, mint kritikus infrastruktúra terület tekintetében problémák adódhatnak a termeléssel a már említett szikesedés, vagy éppen viharok, jégverések okozta terménypusztulás következtében, valamint a fogyasztókhoz való eljuttatásával a közlekedési szektor akadozása esetén. Az egészségügyi ellátás folyamatosságát, a megfelelő gyógyszer és vérkészletek fenntartását szintén nehezítik az extrém időjárási jelenségek, valamint az ezek következtében az egészségügyi ellátást igénybe vevők tömegének megjelenése, például kánikulában az ájulások esetek, ónos esők esetén a zúzódásos és töréses beteges száma megsokszorozódik. 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 jogrend és kormányzat, valamint közbiztonság- és védelem szektorokat közvetetten érinthetik a klímaváltozás másodlagos hatásai, elsősorban a komplex problémák okozhatják ezek ágazatok munkájában való fennakadást.

Összegezve tehát a rendkívül összetett kritikus infrastruktúra rendszer elemeire a klímaváltozás másodlagos hatásaként mind a hőmérséklet emelkedése, mind pedig az szélsőséges időjárási jelenségek komoly nehézségeket okoznak, ezzel veszélybe sodorva az állam működőképességét, és a lakossági, valamint gazdasági ellátó rendszerek folyamatosságát.

ÖSSZEGRZÉS

Az éghajlatváltozás kérdése nem új keletű probléma, a kezelésére és a csökkentésére tett lépések meghozatala mégis lassú folyamatok eredményeképpen születtek és születnek meg még ma is, hiába készülnek átfogó elemzések a várható következményekről és a jövőre vonatkozó scenáriókról.

A globális klímaváltozás hatása csak úgy, mint a Föld többi pontjára, a Kárpát-medencére nézve is sok hátránnyal jár. Új kihívásokkal kell megküzdenünk, melyek komoly hatást gyakorolnak a térség, és egyben hazánk biztonságára. Az éghajlati átalakulás okozta fokozódó migráció, a

stratégiaiilag fontos édesvíz-készletek, a katonai erő „akklimatizálása” és a katasztrófa-elhárítási feladatokba való nagyobb arányú bevonás igénye, valamint a természeti jelenségek (viharok, ár-és belvíz) okozta emberi és anyagi károk mind újabb és újabb nehézségek elé állítják a Kárpát-medence országainak vezetését és lakosságát. Ezen problémák – a biztonság komplexitása következtében – szorosan összefüggnek, egymástól nem választhatók szét.

A klímaváltozás hatásainak megszüntetése már nem lehetséges, csak a mértékének csökkenése, illetve a tendencia lassítása képzelhető el, ehhez azonban nemzetközi szintű együttműködés lenne szükséges. Jelenleg ilyen jellegű összefogás még nincs, és amíg nem születik tényleges cselekvésekre irányuló megállapodás a világ vezető államai között, addig csak nemzeti vagy regionális szintű terveket lehet végrehajtani. Ez Magyarország esetében nehézkes, mivel a régió államai nehezen hajlanak az együttműködésre, így a hatékony cselekvést gátolják és számtalan előnyös lehetőségtől esnek el. Következésképpen az országok – regionális szinten – egyedül maradnak a klímaváltozás mérséklésére törekvő harcban, önkéntelenül is korlátozva ezzel a mozgásterüket.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] The Discovery of Global Warming (2011. február) Forrás: <http://www.aip.org/history/climate/20ctrend.htm> (2012.01.20.)
- [2] VAHAVA projekt összefoglalása, 8-13. oldal Forrás: <http://klima.kvvm.hu/documents/14/VAHAVAosszefoglalas.pdf>. (2010.08.15.)
- [3] <http://index.hu/tudomany/kornyezet/bali071215/> (2010.10.18.)
- [4] <http://www.alternativenergia.hu/ma-kezdomdik-a-16-ensz-klimavaltozasi-konferencia/26430> (2010.12.12.)
- [5] <http://www.origo.hu/itthon/20091219-koppenhagai-klimakonferencia-zarodokumentum-nincs-komoly-egyezeseg-a-koppenhagai-egyezesmeny-szovegeben.html> (2010.10.18.)
- [6] http://index.hu/gazdasag/vilag/2010/12/11/ketszazalekos_felmelegedes_meg_belefer/ (2010.12.12.)
- [7] <http://www.portfolio.hu/tool/print/2/142764> (2010.12.12.)
- [8] Hanna GERSMANN, John VIDAL: Q&A: Durban COP17 climate talks Forrás: <http://www.guardian.co.uk/environment/2011/nov/28/durban-cop17-climate-talks> (2012.01.21.)
- [9] Eugene ROBINSON: Reason to smile about the Durban climate conference http://www.washingtonpost.com/opinions/reason-to-smile-about-the-durban-climate-conference/2011/12/12/gIQA80nZqO_story.html (2012.01.21.)
- [10] Az Éghajlatváltozási Kormányközi testület (IPCC) negyedik értékelő jelentése – a munkacsoportok döntéshozói összefoglalói: Éghajlatváltozás 2007, Forrás: http://klima.kvvm.hu/documents/92/_ghajlatv_ltoz_s_2007_.pdf. (2010.08.15.)
- [11] VAHAVA projekt összefoglalása, Forrás: <http://klima.kvvm.hu/documents/14/VAHAVAosszefoglalas.pdf> (2010.08.15.)
- [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_határozat.pdf (2012.03.13.)
- [13] Padányi J.-Kohut L.-Koller J.-Lévy 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, 28. oldal
- [14] 2080/2008. (VI. 30.) Korm. határozat a Kritikus Infrastruktúra Védelem Nemzeti Programjáról Forrás: [http://www.bm.hu/web/jog_terv.nsf/0/19659F03FD726909C12574C20034751C/\\$FILE/2080_2008_Korm-hat.pdf](http://www.bm.hu/web/jog_terv.nsf/0/19659F03FD726909C12574C20034751C/$FILE/2080_2008_Korm-hat.pdf) (2012.03.20.)