

Hábermayer Tamás

Az éghajlatváltozás jövőbeli hatásai a települési csapadékvízre – tudatos tervezés a rendkívüli események elhárítása kapcsán

Bevezetés

Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testületet (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) az ENSZ Környezetvédelmi Programja (UNEP) és a Meteorológiai Világszervezet (WMO) 1988-ban alapította meg, célként tűzve ki azt, hogy a tudomány segítségével a világ vezetői számára a leghitelesebb információkat és értékelést biztosítsák az éghajlatváltozás mindenkori állapotáról. Az IPCC munkásságát tagként belépve a szervezetbe a világ 195 állama ismeri el, és több ezer, a kormányzatok vagy nemzetközi szervezetek részéről elismert tudós támogatja. A szakértők folyamatosan elemzik és értékelik a megjelenő tudományos kutatások eredményeit, vizsgálják az összefüggéseket, keresik az éghajlatváltozást gyorsító vagy lassító okokat, alkalmazkodási és kockázatsökkentési lehetőségeket.

A tevékenység elismeréseként a szervezet és Al Gore 2007. október 12-én közösen megosztott Nobel-békedíjat kapott. Az éghajlatváltozásról az első értékelő jelentés (First Assessment Report – FAR) 1990-ben készült, ez akkor az éghajlatváltozás világszintű kihatására hívta fel a figyelmet. Öt évvel később, 1995-ben megjelent a második jelentés (Second Assessment Report – SAR) a kiotói egyezmény elfogadásának előkészítésére, majd 2001-ben a harmadik (Third Assessment Report – TAR), amely a várható kockázatokra és az alkalmazkodásra fókuszált. Ezt a negyedik jelentés (Assessment Report 4 – AR4) követte 2007-ben a 2 °C-os korláttal, majd hosszabb szünet után 2018-ban az ötödik (Assessment Report 5 – AR5), amely a párizsi egyezményt készítette elő. A legfrissebb, hatodik értékelő jelentés kiadását eredetileg 2022-re tervezték, azonban annak fontosságára és sürgösségére tekintettel a publikálást előrehozták, és 2021. augusztus 9-én elfogadták. Az AR5 és AR6 már nagy valószínűséggel állítja és világít rá arra, hogy a hirtelen áradások kockázata, a tengerparti részek

 https://doi.org/10.36250/01137_06

 <https://orcid.org/0000-0002-6677-9163>

előltéseinek várható gyakorisága az éghajlatváltozás miatt megnövekedett. Európát érintően arra lehet majd számítani, hogy a középső és keleti régiókban a nyári csapadék mennyiségének, délen a hasznosítható vízkészleteknek a csökkenése és emiatt aszályok várhatóak. Az északi területeken először a magasabb hőmérséklet miatt pozitív hatások is jelentkeznek (csökkenő fűtési költség télen), amelyeket viszont a gyakoribb téli árvizek és növekvő talajinstabilitás követ. A jövő kiszámíthatatlansága pedig meglehetősen nagy gondokat okoz a települések csapadékvíz-elvezetésének szakszerű megtervezésében és a védelmi rendszerek, védekezés kialakításában.

Az AR6 döntéshozói összefoglaló megállapításai

Az IPCC hatodik értékelő jelentésének döntéshozók számára készített összefoglalására önálló dokumentumot adtak ki *Headline Statements from the Summary for Policymakers* [1] címmel. Ez az irat a következő pontok szerint rögzíti a tényeket és következtetéseket:

a) Az éghajlat jelenlegi állapota

Kétségtelen, hogy az ember okozta hatások miatt melegszik az atmoszféra, az óceánok és a szárazföld. Kiterjedt és gyors változások zajlottak le az atmoszférában, az óceánokban, a krioszférában és a bioszférában is. Az éghajlati rendszerben történt jelenlegi módosulások több száz évtől több ezer évig visszatekintve példa nélküliek. Az ember által indukált éghajlatváltozás számos területen befolyásolja az időjárást, és szélsőségeket okoz. A megfigyelhető extrém változások: hőhullámok, rendkívüli csapadékhullás, aszály, trópusi ciklonok. Ezen elemek hatásai az AR5 jelentéshez képest csak növekedtek. Az egyre növekvő tudás és a paleoéghajlati bizonyítékok alapján az éghajlati folyamatok egyensúlya a becslések alapján 3 °C körüli egyensúlyi értéket fog elérni.

b) A lehetséges éghajlati jövő

Minden lehetséges kibocsátáscsökkentési változatot figyelembe véve a globális földfelszíni hőmérséklet az évszázad közepéig bizonyosan növekedni fog. Az 1,5 és 2 °C értékeket meg fogjuk haladni a 21. században, hacsak nem csökkentjük rendkívüli mértékben a szén-dioxid és az üvegházhatású gázok kibocsátását az eljövendő évtizedekben. A melegedés miatt az éghajlati rendszer változik, aminek során a következő események gyakorisága és intenzitása növekszik:

- extrém meleg időszakok;
- hóhullámok;
- rendkívüli csapadékhullás;
- mezőgazdasági és ökológiai aszályok bizonyos területeken;
- trópusi ciklonok.

Ezzel egy időben viszont csökkenni fog a sarki tengeri jég, a hótakaró és az állandóan fagyott altalaj kiterjedése. Ezeken felül az éghajlatváltozás fokozni fogja a víz körforgása során bekövetkező eseményeket, világszinten monszunszerű csapadékokat, valamint a száraz és nedves időjárási események rendkívülivé válását eredményezve. Amennyiben a káros gázok kibocsátásának mértéke növekszik, akkor az óceán és a szárazföld azon „elnyelőképessége” romlik, amely lassítaná a szén-dioxid feldúsulását a légkörben. Számos változás a múltbeli és jövőbeli üvegházhatásúgáz-kibocsátásnak köszönhetően évszázadokig, évezredekig visszafordíthatatlan. Különösen azok, amelyek az óceánokban, a sarki jégtakaróban vagy a világ tengerszintjeiben következtek be.

c) *Éghajlati információ a kockázatok értékeléséhez és a régiós alkalmazkodáshoz*

A természeti folyamatok és a belső környezeti viszonyok árnyalhatják az ember által okozott változások hatását, különösen régiós szinten, rövid távon. Ugyanakkor a további melegedés hatására minden régió kivétel nélkül tapasztalni fogja ezeket. Az alacsony valószínűséggel bekövetkező folyamatok, mint például a jéglemez-leszakadás vagy az óceáni körforgás hirtelen változása, az extrém események bekövetkezése és a melegedés mértékének jelentős növekedése a nagyon valószínű kategóriába kerültek, ezért nem lehet ezeket kihagyni a jövőbeli kockázateértékelések közül.

d) *Az éghajlatváltozás mértékének korlátozása*

Kizárólag a tudomány szemszögéből nézve, az ember okozta globális felmelegedés megállításához szükséges lenne a zéró szén-dioxid-kibocsátás elérése és az üvegházhatású gázok légkörbe jutásának drasztikus csökkentése. A gyors és hatékony metánkibocsátás-csökkentés tovább korlátozná a melegedést és a levegőbe kerülő káros gázok hatását, valamint javítaná a levegő minőségét. Amennyiben ez megtörténik, akkor éveken belül érzékelhetővé válna a levegő minőségének javulása, és világszinten körülbelül 20 év után a hatása a melegedési folyamatokra.

Az éghajlatváltozás okozta HILP-események hatásai 2021-ben

A jövőbeli védelmi tervezések során a rendkívüli hatást kiváltó, alacsony valószínűséggel bekövetkező események (high-impact, low-probability events – HILP) figyelembevételének szükségességét Bernice, Felix és Gemma már 2012-ben kimondta [2], a katasztrófavédelmi veszélyelhárítási tervezésre vonatkoztatva pedig disszertációmban [3] részletesen kifejtettem.

Jelenleg Magyarországon, hasonlóan a legtöbb EU-tagállamhoz, a hagyományos alapokon nyugvó veszélyelhárítási tervezést vesszük alapul, amely viszont csak részben (az erőforrás-elosztás, felkészülési és védekezési feladatok eltérő volta miatt) alkalmazható az események felszámolására. Ezzel szemben ha csak a 2021-es évet vizsgáljuk meg, akkor a veszélyhelyzetek adatbázisa (EM-DAT) adatai alapján megállapíthatjuk, hogy a 2021. október 30-áig terjedő időszakban még a fejlett nyugati országokban is halálesettel járó árvizek következtek be az 1. táblázatban szereplő helyszíneken.

1. táblázat: A nyugati országokban bekövetkezett árvizek emberi veszteségei (a szerző szerkesztése)

Időpont	Ország	Helyszín	Halálose- tek száma	Sérültek száma
2021. 01. 08.	Spanyolország	Madrid, Malaga, Zaragoza	4	–
2021. 06. 24.	Csehország	Dél-Morávia	6	213
2021. 07. 12.	Németország	Berchtesgaden, Heilbronn, Szász-ország, Szász-Anhalt, Ahrweiler, Euskirchen, Rhein-Sieg, Heinsberg, Köln, Märkischer Kreis, Düsseldorf, Solingen, Unna, Rhein-Erf; Hessen, Sachsen, Thüringen	205	766
2021. 07. 14.	Belgium	Liège, Namur, Luxembourg, Limbourg, Brabant Wallon, Hainaut	43	–
2021. 07. 17.	Ausztria	Alsó-Ausztria	1	–
2021. 10. 23.	Algéria	Algiers, Boumerdes, Chlef, Tizi Ouzou	2	–
2021. 10. 23.	Tunézia	Thala, Borj Chakir, Manouba, Béja	3	–
2021. 10. 25.	Olaszország	Scordia, Catania	2	–

A táblázatból emeljük ki először a Németország területén történt eseményeket. A Világ Időjárás Hivatala (World Weather Attribution) számos más intézménnyel és társszerzővel közösen készített egy 51 oldalas tudományos jelentést [4], amelyben többek között megállapítja, hogy az árvizet a lehulló csapadék

történelmi mértékű mennyisége okozta. A hasonló katasztrófák előfordulását átlagosan egy 400 éves időperiódusra teszi, és megállapítja, hogy más európai területeken is bekövetkezhetett volna. Az éghajlatváltozásnak köszönhetően viszont az ilyen jellegű események növekvő gyakoriságot fognak mutatni. Sokan egyértelműen a katasztrófák elleni tervezés és védekezés kudarcának tekintik a történeteket, viszont Fekete és Sandholz, a kölni és bonni egyetem tudósai nem erre a következtetésre jutnak [5]. Saját maguk, valamint a védekezésben részt vevő hivatásos és önkéntes erők megállapításai alapján a tervezésben, a helyzet felismerésében, az észlelésben, az értékelésben és az építésekben voltak a legnagyobb hiányosságok [5 p16]. Ezenfelül az eset további tapasztalataként négy kulcsterületet határoznak meg, amelyek egyértelműen további vizsgálatot igényelnek: kommunikáció, adatok megosztása a hivatalok és a lakosság között, kritikus infrastruktúrák zavara és a lakosság figyelme, a vészhelyzeti intézkedések befogadása.

A Belgiumban bekövetkezett események kapcsán a belügyminiszter, Annelies Verminden a sajtónak azt nyilatkozta, hogy az esemény „[a] legnagyobb természeti katasztrófák egyike, amelyet az országban valaha is tapasztaltak. Senkinek se legyen illúziója, hogy mindent meg lehet tervezni, vagy fel lehet készülni.” [6] A nyilatkozat alapján az esemény HILP volta egyértelműen érzékelhető. A halálesetekkel járó események sora azonban még nem ért véget. Pár hónap elteltével Algéria, Tunézia és Olaszország váltak hasonló jelenségek áldozataivá [7], a lehullott csapadék 24 órán belüli maximális mennyisége 140 mm, 166 mm és 312,2 mm volt. A heves esőzés a településeken városi árvizeket eredményezett, mint ahogyan az 1. ábrán is látható.



1. ábra: Catania településen keresztülpör az árvíz [8]

A csapadék mennyisége azonban nem ezen helyszíneken volt a legtöbb a 2021-es évben. Októberben az olaszországi Rossiglione településen ugyanis 24 óra alatt 883,6 mm-t mértek, amelyből 740 mm 12 óra alatt hullott le [9]. Ezeket az adatokat Európában történelmi mértékűeknek tekinthetjük.

Települési csapadékvíz, tudatos tervezés, rendkívüli események

Az éghajlatváltozás hatásai egyértelműen növelik az extrém mennyiségű csapadékhullással járó események gyakoriságát, intenzitását. Ha egy ilyen kategóriájú rendkívüli esemény érint egy települést, akkor elsősorban annak csapadékelvezető rendszerén, annak állapotán és a hatékonyságon fog múlni, hogy lehetséges-e egyáltalán védekezni a káros hatások ellen. A magyarországi előrejelző rendszerek alapvetően jól működnek, és a katasztrófák elleni védekezéshez szükséges időelőnyt egy nagy kiterjedésű káreseménynél képesek nagy pontossággal előre jelezni. A riasztáshoz és a katasztrófavédelmi műveletek végrehajtásához így várhatóan elegendő beavatkozó erő áll majd rendelkezésre. A legnagyobb gondot ugyanakkor az okozhatja, ha valamely településen olyan műszaki beavatkozást követel a káros víz lefolyásának, elvezetésének irányítása, amely időigényes építési, bontási munkákkal jár. A beavatkozáshoz ugyanis hiába érkeznek oda megfelelő létszámban az erők, ha már nem lesz elegendő idő a védekezés megvalósításához.

Éppen ezért ilyen esetekben már a tervezés során a következő felsorolás szerinti helyszínek áttekintését, majd szükség szerinti azonnali kimenekítését vagy védelmét célszerű elvégezni, ha tartósan lehet a víz fennmaradására számítani a belterületi részeken, ingatlanokban:

1. A település mélyen fekvő vagy medenceként feltöltődni képes területei, kezdve elsősorban az árvizek esetén különösen veszélyeztetett lakosság (életkor szerint: 14 év alatt és 60 éves életkor felett; valamint mozgásképtelen betegek) tömeges tartózkodási helyéül szolgáló, elsősorban egyszintes ingatlanokkal. Ide kell érteni az alagsorral rendelkező, többszintes épületeket, bevásárlóközpontokat is, különösen ha parkolás céljára kialakított helyiségeik vannak.
2. A település mélyen fekvő vagy medenceként feltöltődni képes területeire épített lakóingatlanok (különösen a vályogtéglá és vert falazatúak) és létfontosságú üzemek, létesítmények.

3. A csapadékvíz levezetését szolgáló utak, csatornák. Külön kell vizsgálni esetükben a megerősítési, gyors bontási, megnyitási lehetőségeket.
4. Ha vannak, akkor a település magasabban fekvő részein lévő, tömegtartózkodásra alkalmas helyiségek vizsgálata (ideiglenes befogadóhely funkció), amelyeket várhatóan nem érint majd semmilyen városi árvíz.
5. A település kritikus pontjai esetén a többirányú vízelvezetési lehetőségek tervezése és biztosítása – akár lezárt lakórészekon keresztül is.

Felhasznált irodalom

1. IPCC [Internet]. AR6 WGI Headline statements from the summary for policymakers; 2021 [cited 2021 Oct 11]. Available from: www.ipcc.ch/report/ar6/wgi/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Headline_Statements.pdf
2. Lee B, Preston F, Green G. Preparing for high-impact, low-probability events: lessons from Eyjafjallajökull [Internet]. London: The Royal Institute of International Affairs Chatham House; 2012 [cited 2021 Oct 10]. 61 p. Available from: www.chatham-house.org/sites/default/files/public/Research/Energy,%20Environment%20and%20Development/r0112_highimpact.pdf
3. Hábermayer T. Az ár- és belvíz elleni katasztrófavédelmi feladatok korszerű megoldásának lehetőségei. Doktori (PhD-) értekezés [Internet]. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Katonai Műszaki Doktori Iskola; 2020 [letöltve 2021. október 10.]. 239 p. Elérhető: https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/16211/habermayer_tamas_doktori_ertekezés.pdf;jsessionid=9661603CE9260A87CCCF6131BB60B542?sequence=1
4. World Weather Attribution [Internet]. Rapid attribution of heavy rainfall events leading to the severe flooding in Western Europe during July 2021; 2021 [cited 2021 Oct 26]. 51 p. Available from: www.worldweatherattribution.org/wp-content/uploads/Scientific-report-Western-Europe-floods-2021-attribution.pdf
5. Fekete A, Sandholz S. Here comes the flood, but not failure? Lessons to learn after the heavy rain and pluvial floods in Germany. Water [Internet]. 2021 [cited 2021 Oct 26];13(21):3016. Available from: www.mdpi.com/2073-4441/13/21/3016/html
6. 'This is one of the greatest natural disasters Belgium has ever known', says Verlinden. The Brussels Times [Internet]. 2021 July 19 [cited 2021 Oct 26]. Available from: www.brusselstimes.com/news/belgium-all-news/178091/this-is-one-of-the-greatest-natural-disasters-belgium-has-ever-known-says-verlinden/

7. Algeria, Tunisia and Italy – floods leave 5 dead, 2 missing. Floodlist.com [Internet]. 2021 Oct 25 [cited 2021 Oct 27]. Available from: <https://floodlist.com/africa/algeria-tunisia-italy-medicane-floods-october-2021>
8. Fierce cyclonic storm turns squares into lakes in southern Italy. Reuters [Internet]. 2021 Oct 26 [cited 2021 Oct 28]. Available from: www.reuters.com/business/environment/fierce-cyclonic-storm-turns-squares-into-lakes-southern-italy-2021-10-26/
9. Catastrophic floods and tornadoes hit Italy and France! Genoa cyclone brought 883,6 mm / 24 hours and 11 tornado reports! Mkweather.com [Internet]. 2021 Oct 5 [cited 2021 Oct 29]. Available from: <https://mkweather.com/catastrophic-floods-and-tornadoes-hit-italy-and-france-genoa-cyclone-brought-859-mm-24-hours-and-11-tornado-reports/>