



AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS MELLÉKHATÁSA

# Tomboló tűzvihar

A nyári hónapok talán legpusztítóbb természeti katasztrófája az erdőtűz, amely többek között az Egyesült Államok délnyugati területeit sújtja. A térség lakóit évről évre egyre nagyobb veszély fenyegeti, ugyanis az éghajlatváltozás hatására átalakuló környezet mindinkább elősegíti a tüzek gyakoriságának és intenzitásának növekedését. Jelenleg a leghatékonyabb megoldást az előrejelzés jelenti, melyhez műholdas adatokat, és éghajlati modelleket használnak a kutatók, hogy minél jobb veszélyjelzést fejleszthessenek ki a tragédiák elkerülésére.

2018. november 8.-a száraz napnak ígérkezett a kaliforniai Butte megye életében. Az USA nyugati partvidékén fekvő állam a hatodik egymást követő évben tapasztalt meg rendkívüli mértékű aszályt. A rendkívül száraz nyár kiszáritotta a növényzetet, ősszel pedig az erős északkeleti szelek veszélyes helyzetet teremtettek, így bármely tervezett vagy spontán tűz könnyedén elszabadulhatott.

Persze a falra festett ördög most sem aludt. A kora hajnali órákban egy felsővezetékéből kipattanó szikrát az erős szél felkapott, és pillanatok alatt pokollá változtatta a környéket. Az ún. Tábortűz (Camp Fire) azóta Kalifornia történetének egyik legpusztítóbb tüzesetének hírében áll, hozzávetőlegesen 600 km<sup>2</sup>-nyi területet felperzselve, közel 14 ezer épületet romba döntve, több milliárd dolláros kárt okozva, és 88 ember életét követelve. A nap folyamán később és másutt újabb lángok csaptak fel, ezúttal Los Angeles megyében. A Woosley névre keresztelt tűzvész közel 400 km<sup>2</sup>-en tombolt, három ember életét kioltva.

## Aggályos aszályok

A szárazság ideális körülményeket teremt az erdőtüzeknek: a csapadék hiánya és az alacsony páratartalom kiszáritja a növényzetet, „tápanyagként” szolgálva a pusztító katasztrófa számára. Ilyen körülmények között egy villámlásból, elektromos meghibásodásból, vagy emberi mulasztásból származó aprócska szikra is végzetes lehet.

Az éghajlatváltozás drámaian megváltoztatja bolygónk jelenleg ismert csapadék- és párolgásmintázatait, néhány területen nedvesebb, másutt szárazabb időjárást okozva.

Az egyre súlyosabb aszályokkal sújtott területek évről évre fokozott tűzveszélynek lesznek kitéve. Számos NASA-program gyűjt értékes adatokat, hogy segítsenek a kutatóknak és a mentőszolgálatoknak a szárazság okozta tüzek felügyeletében. Néhány eszköz a talajban lévő víz megfigyelésére összpontosít annak megítélése érdekében, hogy adott terület épp a kiszáradás felé tart-e, vagy sem. Mások a tűzből származó hő és füst után nyomoznak, mind a kutatást, mind a katasztrófa-helyzet kezelését elősegítve. A tűz száraz körülmények közötti viselkedésének megismerése pedig nagyban hozzájárulhat egy forróbb, szárazabb jövőre való hatékony felkészüléshez.

A Föld felmelegedésére vonatkozó előrejelzések szerint a globális csapadékmintázatok szélsőségesé válnak, azaz a nedves területek még nedvesebbé, a szárazak még szárazabbá válnak. Az olyan régióknak, mint Észak-Amerika délnyugati része, a nagyfokú hőség hatására mind a csökkenő csapadékmennyiséggel, mind a talajnedvesség párolgásának fokozódásával számolniuk kell.

Észak-Amerika a mostanihoz hasonló, hosszú ideig elhúzódó szárazságot már az 1100-as és 1300-as évek között is megtapasztalt. *Ben Cook*, a New Yorkban található NASA Goddard Űrtudományi Intézetének (GISS) munkatársa is ilyen, ún. „mega aszályok” után nyomoz. A kutatócsoport fák évgűrűiből származó információkat használtak, hogy ezeket a száraz időszakokat összehasonlítsák az előrejelzésekkel. A szakemberek 17 különböző éghajlati forráskönyvből nyert talajnedvességi, és a szárazság

## Tűzvonalba

intenzitására vonatkozó adatokat vizsgáltak, melyek mind azt vetítették előre, hogy ha az üvegházhatást okozó gázok kibocsátása a jelenlegi ütemben folytatódik, Észak-Amerika délnyugati területein a megaaszályok kockázata az évszázad végére mintegy 80%-kal megemelkedhet. Ráadásul ezek a szárazságok az elmúlt évezreddel összehasonlítva minden bizonnyal súlyosabb formában jelentkeznek majd. Az aszályok így továbbra is szárítják a tüzeket tápláló növényzetet.

„A tűz két dologtól függ: elegendő éghető anyag, és lehetőleg csontszáraz, hogy egy apró szikra könnyedén belobbant hassa. Rövid távon minél több száraz időszak köszönt be, annál több kiszáradt növény, és így tűz keletkezik. Ha ezek az aszályok viszont hosszabb ideig folytatódnak, mint amiket mi is vizsgálunk, az tulajdonképpen idővel kevesebb tüzet jelent, mivel a vegetáció nem nő vissza erőteljesen, így elfogy az utánpótlás.” — mondta Cook.

A szakember és ugyancsak az Űrtudományi Intézetben dolgozó kollégája, *Kate Marvel* elsőként szolgáltatott bizonyítékot arra, hogy az ember okozta üvegházgáz-kibocsátás már az 1900-as évek elején hatást gyakorolt az aszályok mintázataira. Azáltal, hogy bebizonyosodott, hogy az emberi tevékenységek már régóta hatással vannak az aszályokra, a kutatásuk arra is bizonyítékkal szolgál, hogy a humán eredetű üvegházgázok kibocsátása által felfokozott éghajlatváltozás valószínűleg a jövőben is hasonlóan befolyásolja majd a száraz időszakokat.

Ha a jövő megaaszályokat tartogat az Egyesült Államok délnyugati részének lakói számára, mit jelent ez a teljes tűzszezonra nézve? „Miután némiképp módosul az éghajlat, bizonyos területeken egyre szárazabb tüzelőanyagokat kapunk, így ott hevesebb tüzekre, és fokozottabb tűzveszélyre kell számítanunk” — mondta *Adam Kochanski*, a Utah Egyetem légkörkutatója a tüzek méretére és hatására vonatkozóan. Ha az „üzemanyag” nedves, a tűz valószínűleg közelebb marad a talajhoz és kevésbé lesz romboló hatású. A száraz fák és egyéb növények nagyobb valószínűséggel teszik lehetővé, hogy a lángok elérjék az erdei lombkoronát, ami a tüzet még pusztítóbbá és fékezhetetlenebbé teszi.

Kochanski és *Jan Mandel*, a denveri Colorado Egyetem munkatársa a NASA-tól, és más forrásokból származó adatokat használtak, hogy szimulálják az erdőtüzek, a talajnedvesség és a helyi időjárás közötti kölcsönhatásokat. Részben a Nemzeti Légkörkutató Központ (NCAR) korábbi munkáira alapozva kifejlesztettek egy SFIRE névre keresztelt modult a széles körben elterjedt Időjárás-kutatási és Előrejelzési (WRF) modellhez. A modul a NASA Aqua és Terra műholdjaira szerelt közepes felbontású képalkotó spektrométer (MODIS), valamint a Suomi NPP műholdra szerelt látható és infravörös képalkotó radiométer (VIIRS) berendezés adataiból dolgozik.

Az időjárás nyilvánvalóan befolyásolja a tüzeket, viszont a tüzek is befolyásolják a helyi időjárást hő, vízgőz, és füst előállításának révén. A nagy tüzek keltette szél megváltoztatja a helyi időjárási mintákat, és szélsőséges körülmények között tűzviharokat, illetve tüztornádókat

1. ábra. A Tábortűz (Camp Fire) névre keresztelt tűzvész a Landsat 8 felvételén (Forrás: NASA)





2. ábra. A műholdképen látható, barna színű területek a Woolsey-tűz pusztítását jelzik (Forrás: NASA)

hozhat létre. Nem ritka, hogy az erdőtüzeket átélt emberek arról számoltak be, hogy bár a szél nem túl erős, a tűz nagyon gyorsan terjed. Ha nincs akkora szél, de intenzív a tűz, és rendkívül nagy hőt bocsát ki, akkor megvan az esély arra, hogy saját szélhatást hozzon létre, és ezáltal terjedjen. E kölcsönhatások jobb modellezése nem csak a tűzoltók számára jelezheti előre pontosabban, hol és hogyan terjedhet a tűz, de segít az erdőgazdálkodóknak is, hogy az adott területre tervezett égetés biztonságos-e.

### Tűz és hó dala

*„A víz rendelkezésre állása vagy hiánya fontos szerepet játszik a vegetáció visszanyerésében. A száraz körülmények ugyanis megakadályozhatják az új magok kicsírázását a leégett területeken. A növényzet elvesztése erózióhoz vezet, az üledék pedig akadályozhatja a víz szabad lefolyását, így a különféle tűzoltásra használt vegyszerek felhalmozódhatnak. A tüzek emellett hatással lehetnek a jövőbeli téli hótakaróra is”* — mondta Kelly Gleason, a Portlandi Állami Egyetem hidrológus adjunktusa. A hótakaró ez esetben nem az egyetlen hóesés alatt, hanem a teljes téli időszak során hullott csapadékot jelenti.

Itt is kulcsfontosságúak a NASA adatai az érintett folyamatok megértéséhez. Gleason és csapata a MODIS eszköz által gyűjtött 16 évnyi információt használta fel ahhoz, hogy megvizsgálja a tüzek hatását az észak-amerikai erdők hóolvadási jellemzőire. Felismerték, hogy a tűzből származó korom és törmelék következtében a hó a tűz után még legalább 15 évig elszíneződik, ami csökkenti annak fényvisszaverő képességét. *„Ez olyan hatással bír, mintha napsütéses időben fekete pólót viselnénk”*

— mondta Gleason. *„A hóréteg is több napfényt nyel el, ráadásul a felperzselődött lombkorona még több beeső energiát eredményez.”*

Egy 2000 és 2016 közötti időtartamot vizsgáló, nagyjából 850 tüzesetet magába foglaló felmérés azt mutatta, hogy a leégett erdőkben a hó átlagosan öt nappal korábban olvad el az érintetlen területekhez képest. Egyes helyeken az olvadás a szokásosnál hetekkel, vagy hónapokkal korábban kezdődik. *„Minden évben korábbi hóolvadást tapasztaltunk, mely erősen kapcsolatban áll a rákövetkező nyár hatalmas és hosszan tartó erdőtüzeivel. Ez olyan ördögi kört hoz létre, melyben az éghajlatváltozás következtében a hó hamar elolvad, ez kiterjeszti a nyári aszályos időszakot, mely következtében a talaj kiszárad, és amikor a növényzet is kiszárad, akkor keletkeznek a nagy*



3. ábra. Műholdfelvétel a két eltérő helyszínen felcsapó lángok füstjének terjedéséről (Forrás: NASA)

tüzek. Ez tovább fokozza a hóolvadást, még tovább növelve a szárazságok hosszát, valamint a tűz potenciálját, és így tovább...” — magyarázta a szakember.

A NASA kutatói is folyamatosan megfigyelik a vízkészleteket és a tüzeket, földön, vízen és levegőben egyaránt, rövid és hosszú távú adatokat gyűjtve, a Föld éghajlati rendszerének folyamatos változásait is figyelembe véve. Az olyan programok, mint a NASA természeti katasztrófákkal foglalkozó projektje műholdas adatokat használ az aktív tüzek nyomon követésére, megfigyeli azok levegőminőségre gyakorolt hatásait, emellett olyan kutatások elvégzését teszi lehetővé, mely segíti a közösségeket a katasztrófát megelőző jóval hatékonyabb felkészülésben.

SZOUCEK ÁDÁM