



meteor

Mitől volt idén ismét sok világító felhő?

A 2020-as nyárközép két dologról lesz emlékezetes: a fantasztikus látványt nyújtó üstököséről és a hasonlóan fantasztikus világító felhőről. Ez utóbbiak tartoznak rovatunk témájába (bár a megfigyelését idén az üstökös jelenléte is erősen elősegítette), így erről szeretnék, kicsit rendhagyó módon, a legújabb kutatási eredmények tükrében írni.

Azt talán tudják az észlelőink is, hogy a világító felhők (NLC) jelenléte a napciklussal összefügg, azon okból kifolyólag, hogy az erős naptevékenység idején az extrém UV tartományú sugárzás lebontja a légkör magasabb részein, így az NLC-k otthonát adó mezoszférában is a vízmolekulákat. Mivel jelenleg még mindig mélyponton van a naptevékenység, a sok-sok látványos NLC-t részben ennek is köszönhetjük, azonban távolról sem elegendő feltétel az alacsony naptevékenység.

Ahhoz, hogy egyáltalán kialakuljon az NLC, a víznek oda is kell jutnia a mezo-

szférába, és a víz legfőbb forrásának egyre inkább a metánt tartja a tudományos közvélemény. A metán légköri szintje jelenleg az ember által okozott klímaváltozás egyik velejárójaként folyamatosan emelkedik – és teszi ezt az iparosodás kezdete óta. Július közepén látott napvilágot egy tanulmány Environmental Research Letters folyóiratban, miszerint a metán-kibocsátási arány az elmúlt két évtizedben több mint 9 százalékkal emelkedett a 2000–2006 közti átlaghoz képest. Ezenkívül jelenleg a légköri metán mennyisége 2019-es adat szerint az ipari forradalom előtti érték 2,5-szerese. A világító felhők szempontjából persze mindegy, hogy mezőgazdasági vagy fosszilis energiaforrásból eredetű-e ez a többletkibocsátás.

Ehhez az értékhez lassan érdemes lenne hozzászámolni azt is, ami a sarkvidékek egyre olvadó permafrosztja alól szabadul fel, sajnos e metánforrásból eredő mennyiségekről egyelőre nincsenek jól mért adatok,



Szalai Péter július 8-án készült felvétele





50. évfolyam

de a rendszerszintű becslések szerint itt is emelkedő a tendencia.

Az NLC-k első bizonyított észlelése 1885-ből, a Krakatau kitörése utáni második évből való, ezt megelőzően mindössze egyetlen egy gyanús leírás szerepel egy ír obszervatórium naplójában, így valószínűleg bátran kijelenthetjük, hogy a jelenség maga igencsak fiatal. Leginkább emiatt már elég korán az iparosodáshoz köthető emberi közreműködést sejtettek a kialakulása

planetáris hullámok szerepéről születtek új következtetések. A 24 év alatt, 87 km-es magasságban elvégzett, összesen 600 000 egyedi hőmérsékleti adat eredményező, éjszaka végzett mérés az e légköri szintről valaha készült legnagyobb hőmérsékleti adatbázist hozta létre! A hőmérsékleti adatokat a hidroxilgyökök infravörös spektruma alapján kapták a hétpercenként lefolytatott mérésekből. Mire jutottak ezzel a hatalmas adatbázissal?



Szakály Nikoletta felvétele július 5-én született a horvát tengerparton, ahol pár évtizede még ismeretlen volt az NLC látványa

háttérben, kevésbé ismert mechanizmusok révén. Apránként azonban feltárulnak azok a kis részletek, amelyek alapján egyre több bizonyíték születik az NLC és az ember okozta klímaváltozás közti összefüggésre.

Egy 24 éves megfigyelésen, mérésen és reanalízisen alapuló kutatás eredményét szintén idén nyáron közölte az Atmospheric Chemistry and Physics szakfolyóirat. Ezekben a tanulmányokban a mezoszféra alsó régióját, vagyis az NLC helyszínét is érintő hőmérsékleti változásokról, annak kb. négyéves oszcillációjáról, valamint a

Azt tudjuk, hogy a mezopauza régiójának hőmérséklete fordított arányban áll a felszínnel, ennek köszönhető az, hogy az NLC a nyári éjszakákon jelenik meg. Azonban a hőmérsékleti trend egyúttal azt is jelenti, hogy míg ideleln fokozatosan nő a felszíni hőmérséklet, a mezoszféra alsó határán fokozatosan csökken, az üvegházgázok hatására adott válaszként. Míg az alsó lég rétegeket fűti az egyre több szén-dioxid, a magas légköri rétegeket, mint a mezoszféra is, már hűti, mivel itt olyan ritka a légkör, hogy a CO₂ nem csapdába ejti a hőt, hanem





meteor

a világűr felé kisugározza. A hidroxilgyökök megfigyelése révén elképesztően fontos adatbázis született tehát, amelyben a légköri szén-dioxid szintjének változása követhető a magaslégköri hőmérséklet-csökkenésben is. Számszerűsítve az értéket: a 24 éves időszak alatt a mezopauza hőmérséklete 3 °C -t csökkent 1995-től kezdve, amikor munkába állították az antarktisi Davis Kutatóbázison a méréseket végző infravörös spektrométert, amelynek a kalibrációjára különös figyelmet fordítottak az ausztrál kutatóbázis szakemberei. A trend összhangban van a műholdas mérésekkel és a klímamodellekben előrejelzett változással is, amellett, hogy a széndioxid szintjét is tükrözi. Találtak az adatokban egy kb. négyéves oszcillációt is, amelyet mind a déli, mind az északi sarkvidék hőmérsékleti viszonyaiban igazolni tudtak. Ez az oszcilláció a légkör és az óceánok közti kölcsönhatások eredménye, és a négyéves ciklus során $3\text{--}4\text{ °C}$ -fokos változással jár a mezopauza térségében. Ez az oszcilláció tehát szintén hozzájárul ahhoz, hogy egyes időszakokban az NLC mennyisége nagyobb, máskor kisebb lesz. Ez azt is jelentheti a kutatás szerzői szerint, hogy az NLC-k megjelenésében, mind fényességében mind kiterjedésében látott változások tükrözik azokat a hőmérsékleti trendeket, amelyek a magaslégköri régióra jellemzőek. A fokozatosan egyre hidegebbé váló mezopauza régiójában egyre ideálisabbak a feltételek az NLC-k kialakulásához tehát, így maguk az NLC-k a klímaváltozás jelzői lehetnek valóban. A most közzétett két tanulmány méréseinek helyszíne, a Davis kutatóállomás egy globális hálózat része, az NDMC, vagyis a Mezoszféra Változásait Detektáló Hálózat egy olyan, a világ számtalan országában dolgozó kutatókból álló együttműködés, amelynek célja a mezoszféra vizsgálatának, műszeres méréseinek összehangolása, az eredmények megosztása, s ezáltal a változások hatékony és gyors felismerése. A hálózat következő célja, hogy a következő napciklust végigkísérje a méréseivel, és az úridőjárás és a mezoszféra közti kapcsolatot is jobban feltárja.

A gyönyörű világító felhőink tehát, egyre inkább úgy fest, valóban a klímaváltozás, és az ember tevékenysége miatt egyre nagyobbak és egyre fényesebbek. Ez azonban nem jelenti azt, hogy nem is érdemes őket megnézni, megfigyelni, vagy fotózni! Ahogy egy vulkánkitörés vagy egy vihar is lehet varázslatosan szép, az NLC is hasonlóképp esztétikus, függetlenül attól, hogy nem tekinthető örömtelinek a szépsége. Ahogy észlelőink is beszámoltak az idei nyáron ismét hatalmas kiterjedésű világító felhőről, úgy a világ más részein is újra szokatlanul déli fekvésű területeken sikerült megfigyelni (pl. tavaly is és idén is megjelent Kaliforniában). Elmondhatjuk, hogy, amikor nem észleltünk itthon NLC-t, az jelentős részben az időjárásnak volt köszönhető idén is.

Nézzük meg, kik vették a fáradságot, hogy beküldjék az észleléseiket! Az első idei észlelés Keszthelyi Sándortól (Bucsu) érkezett, június 16-i, akkor még felhőréssben látott NLC-ről, majd az igazi nagy élményt nyújtó július 5-i eseményről így számolt be: „Az ég valamivel sötétebb lett, több csillag (Cassiopeia, Göncölszékér) látszott – és alul az északi ég már kékesfehér fényben pompázott. 21:55-re legalább $20\text{--}25$ fok magasan feljötték a horizont fölé. Nem teljesen párhuzamosan, de nagyjából vízszintes csíkozásúan derengtek, sőt már fényltek. Egy adott pillanatban nem látszott a mozgásuk, de egy-két perc elteltével már más alakzatot, fényességet és magasságot vettek fel. A legfelső részei csaknem a Polarisig jöttek fel, azaz 40 foknyira. Kissé az északponttól balra volt a jelenség közepe, de attól $30\text{--}40$ foknyira balra és $10\text{--}15$ fokkal jobbra terültek el. Mindettől függetlenül még ott volt a jobbra először megjelent és magasabbra nyúló furcsa szakadozott felhő, a Sarkcsillagnál is magasabban. Nem érte el a Denebet, de a csillag alatt jobbra is elnyúltak csücskei. Az idő teltével ez a furcsa északkeleti felhőkomplexum gyengült. Az északi-északnyugati felhők viszont nem. Feljebb már nem nyomultak, de fényességük még erősödött is. Kékesfehér alapszínükbe





50. évfolyam

kékes részek, sőt halványzöld területek is keveredtek. Mindez különös, neonos, sőt gyöngyházszerű fényléssel tették, amelyet a normál felhők nem mutatnak.” A július 5-i látványosságról beszámolt még Leitold Zsófia (Budapest), Piriti János (Szepetnek), Balázs Gábor (Dabas), Szakály Nikoletta és Szendrői Gábor Horvátországban, Privlaka közelében észlelték az Adriáról is nagyon

ra néző ablakon kitekintettem és láttam, hogy ismét különös fények vannak. A július 5-i esti jelenség után azonnal felismertem, hogy ismét NLC-t látok... Egy kis digitális fényképezőgéppel kattintottam az NLC-re, részben kézben tartva, részben egy kerítésfalhoz támasztva. Meglepetésemre, már az első expozíciónál kép jelent meg a kis masina hátoldalán: ott fénylett kékesen az északi



Cseh Viktor július 10-én hajnalban készült felvételén a NEOWISE-üstökössel látjuk az NLC-t – ez az év utolsó NLC-észlelése

jól megfigyelhető jelenséget. Július 6-án hajnalban folytatódott a műsor: Cseh Viktor (Kisvarsány) a kelő üstökössel fotózta a világító felhőket, Balázs Gábor ismét megörökítette őket.

Július 8-án újabb nagy kiterjedésű és nagy fényességű NLC jelent meg hazánk egén, ezt Szalai Péter (Kisunyom) így élte meg: „Eddig ez volt a leglátványosabb, amit életemben láttam. Kicsit ez rontotta az üstökös megfigyelését, de nem bántam.” Küldött még észlelést Kocsis Richárd (Kengyel), Klajnik Krisztián (Budapest), illetve Keszthelyi Sándor, akit olyannyira lenyűgözött a látvány, hogy szokásával ellentétben le is fotózta. „Az észak-

látóhatár egy része. Maga a teljes jelenség 90 fokos sávot érintett, így egyszerre nem fért a látómezőbe.” Július 10-én Cseh Viktor (ezúttal Debrecenben) ismét üstökös vadászat során találkozott a jelenséggel, Balázs Gábor is sikeresen észlelte az ekkor alacsonyan látható világító felhőket, ő küldte az utolsó NLC észlelést idén nyáron.

Mi lesz jövőre? Egyelőre nem tudjuk, talán a naptevékenység beindul, és ez visszafogja majd az NLC-eket, attól azonban nem kell tartani, hogy az emberiség térne jó útra és visszafogná a metánkibocsátást.

Landy-Gyebnár Mónika

