

Durva és kiszámíthatatlan téli hidegbetöréseket hozhat a jövő

Az MTA-ELTE Elméleti Fizikai Kutatócsoport és a Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont munkatársai újszerű szimulációs módszerekkel vizsgálták a klímaváltozás hatását a sarki légköri folyamatokra. Az eredmény: egyre durvább és egyre délebbre hatoló hidegbetörések, ugyanakkor időközben szokatlanul enyhe és csendes téli időszakok. Ráadásul Európában az eddiginél kiszámíthatatlanabbá válik az időjárás.

2020. OKTÓBER 5.

Az utóbbi évek az északi mérsékelt égövben egyre változékonyabb teleket hoztak. Nem ritkán extrém hóviharok söpörnek végig az észak-amerikai vagy az eurázsiai kontinensen, máskor pedig egészen enyhe időjárási viszonyokat tapasztalnak távoli északi vidékeken is.

Ahhoz, hogy megértsük, honnan erednek ezek a szélsőségek, érdemes kicsit közelebbről megismerkednünk a sarkvidékek meteorológiájával. Az északi pólus térsége felett a magaslégtérben állandóan egy hatalmas örvényben forgásban van a levegő. Ezt a több ezer kilométer átmérőjű forgó légtömeget hívják *poláris örvénynek*. (A bolygó kutatás kedvelőinek: ehhez hasonló poláris örvényjelenség a Szaturnusz híres hexagonja is.) Mivel a poláris örvény erősségét az Egyenlítő és sark közötti hőmérsékletkülönbség határozza meg, nyáron gyengébb, télen pedig intenzívebb. A poláris örvény határánál – az északi hideg és száraz, valamint a déli meleg és nedves légtömegek találkozásánál –, úgy 7–12 km magasságban egy erős légáramlat halad körbe-körbe az északi félteke kontinensei és óceánjai felett: ez az ún. *futóáramlás* vagy *jet stream*.

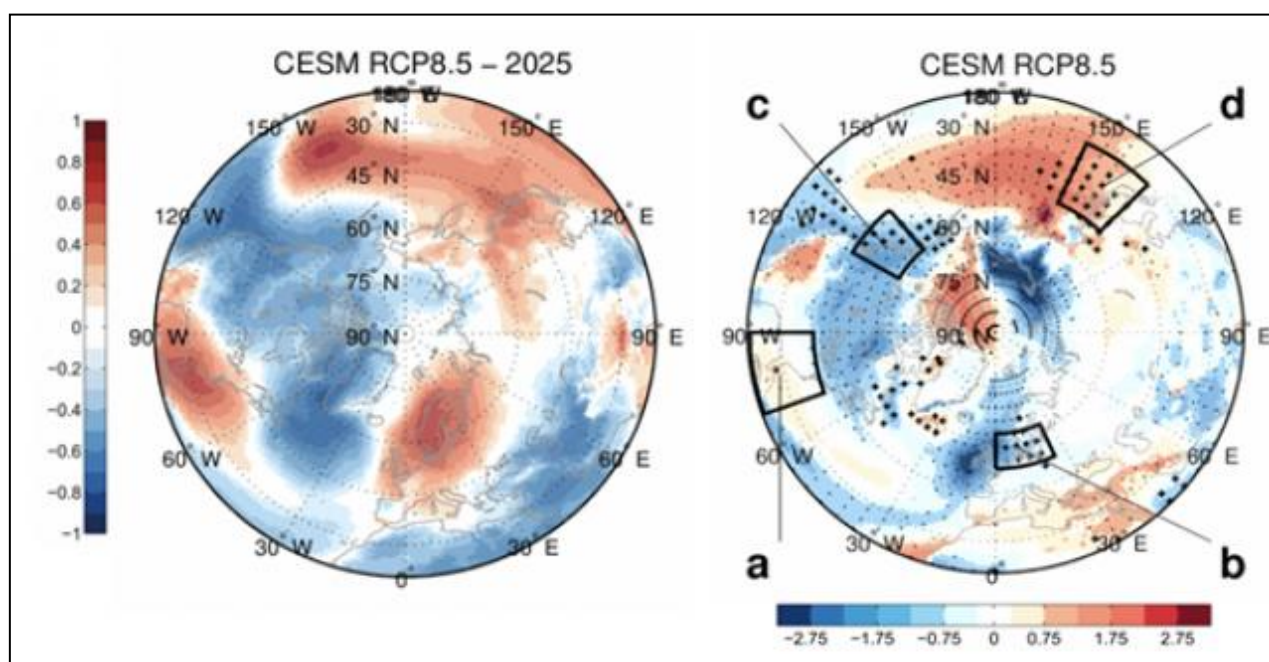
Ha a poláris örvény erős, a futóáramlás is az, nyomvonala pedig északabbra húzódik, és nem engedi kitörni az Északi-sark körzetéből a hideg légtömegeket. Ha azonban a poláris örvény gyen-

ge, a futóáramlás is gyengül, szakaszonként délebbre húzódik, és gyakran nem tudja útját állni egy-egy leszakadó hideg légtömegnek. Valahogy úgy képzelhetjük el, mintha az Északi-sark körül egy láthatatlan gumigyűrű húzódna, mely a poláris örvény erősödésével szorosra húzódik a pólus körül, gyengülésével pedig kilazul, tágabbá és hullámossá válik.

A poláris örvény erőssége, és ezzel e meteorológiai „gumigyűrű” szorossága, illetve lazasága az Északi-sark körüli légtömegek nyomásviszonyaival van összefüggésben. Ezek változását nevezik arktikus oszcillációnak. Ha az Északi-sark körüli légnyomás alacsonyabb az átlagnál – úgy mondják: az arktikus oszcilláció a pozitív fázisában jár –, a poláris örvény erősödik, a „gumigyűrű” szorosabbra húzódik, és kevesebb téli hidegbetörésre számíthatunk. Ha azonban az átlagnál magasabb a légnyomás a pólus körül – az arktikus oszcilláció a negatív fázisában jár –, a poláris örvény gyengül, a „gumigyűrű” kilazul és hullámosabbá válik, mely hullámok mentén a hideg, sarki levegő betörhet délebbi területekre, és erős hóviharokat okozhat. Pontosan ez történt 2010 telén, amikor az Egyesült Államok területén három rekorderősségű hóvihar is végigsöpört.

Az Északi-sark fölötti légnyomás ingadozása kaotikus folyamat, tehát meglehetősen nehéz előrejelezni az alakulását. Még nehezebb kérdés ezen az eleve nehéz terepen, hogyan hat a klímaváltozás a sarki légköri folyamatokra. Az MTA-ELTE Elméleti Fizikai Kutatócsoport és a Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont munkatársai újszerű szimulációs módszerekkel (lásd cikk végi keretes írásunkat) ennek a kérdésnek jártak utána.

A vizsgálat során két élvonalbeli éghajlati modell, és bennük több éghajlati forgatókönyv eredményeinek alapján elemezték az arktikus oszcilláció várható jövőbeli változásait. Az analízis eredményeképpen előállt térképből kiolvashatóvá vált, hogy a jövőben mely térségekben lesz nagyobb és hol kisebb az oszcillációhoz kapcsolódó nyomásingadozás amplitúdója.



Az arktikus oszcilláció hőmérsékleti távkapcsolatainak erőssége és előjele (bal oldali ábra, az arktikus oszcillációs index és a felszíni hőmérséklet közötti korrelációs együttható) és ezek 1950-2099 között várható változása (jobb) a december-február hónapokban.

Forrás: Haszpra et al., *J. Climate* (2020) 33 (8): 3107–3124.

A különböző modellek előrejelzései némileg eltértek egymástól, de a lényegben egyetértés mutatkozott: összességében egyre nagyobb kilengések várhatóak az Északi-sark körüli térség légnyomásában. Ez a gyakorlatra lefordítva azt jelenti, hogy egyre durvább és egyre délebbre hatoló hidegtörésekre számíthatunk, ugyanakkor időközben szokatlanul enyhe és csendes téli időszakok is várhatók.

Ezzel egyidőben az arktikus oszcillációhoz köthető ún. távkapcsolatokban, vagyis a Föld egymástól távoli területének időjárása közötti kapcsolatokban is változások várhatók. Az arktikus oszcillációhoz köthető, és a Kárpát-medence téli időjárás előrejelzésében is fontos távkapcsolatot jellemzi például *Babolcsai György* meteorológus Decemberi Anómália Indexe, amely éppen az észak-atlanti térség légnyomásának kora őszi értéke és a Kárpát-medence decemberi átlaghőmérséklete közötti kapcsolatot jellemzi. Világos, hogy a meteorológusok számára minden ilyen távkapcsolat nagy érték, hiszen ezek könnyebben kiszámíthatóvá teszik az időjárás szeszélyeit.

Nos, a magyar kutatók azt találták, hogy az arktikus oszcilláció hőmérsékleti távkapcsolatainak erőssége Európa térségében várhatóan csökken a klímaváltozással (ezt mutatja az ábrán látható b

jelű terület). Vagyis, nem elég, hogy az arktikus oszcilláció amplitúdója átlagosan növekszik, de – legalábbis itt, Európában – egyre nehezebben lehet az oszcilláció fázisát jellemző index alapján megjósolni, hogy mindez milyen konkrét időjárást jelent.

E tanulmány megjelenése óta a kutatók ugyanezt a módszert már alkalmazták az El Niño–déli oszcilláció jelenségkörre is, hasonló eredménnyel. Úgy találták, hogy a jövőben a déli oszcilláció amplitúdója, erőssége is növekedhet, valamint ebben az esetben is változások következnek be a távkapcsolatok erősségében.

Sokasági szimulációk

Haszpra Tímea Tél Tamás professzorral és kollégáival az ELTE Elméleti Fizikai Tanszéken, az MTA–ELTE Elméleti Fizikai Kutatócsoporttal együttműködve, elsőként kezdtek foglalkozni az éghajlati szimulációk úgynevezett snapshot (vagyis pillanatfelvétel) megközelítésével, amelyhez úgynevezett sokasági éghajlati szimulációkra van szükség. Ez azt jelenti, hogy számos, némiképp eltérő kezdeti feltétellel indítanak szimulációkat, amelyek predikciói egy ideig szét tartanak egymástól. Amennyiben elég hosszú ideig hagyják őket futni, akkor az

előrejelzéseik előbb-utóbb egy meghatározott sávba rendeződnek, és a sáv által kijelölt értékek megbízhatósága emiatt igen jó lesz. Fontos tehát időt hagyni a szimulációnak, hogy eljusson a megbízhatóság tartományába, és onnantól kezdve a modell már jól fogja előre jelezni a lehetséges éghajlati állapotok összességét a modell keretein belül.

Noha intuitívan azt gondolhatnánk, hogy a szimulációk kevésbé fontosak, mint a mérések, ez koránt sincs mindig így, hiszen előrejelezni csak szimulációval lehet. Minthogy az éghajlat jellemzői igen bonyolult és sokszorosan csatolt mechanizmusoktól függenek, az adott állapotban sokféle nyomás-, hőmérséklet- és egyéb érték képzelhető el adott valószínűséggel. A ténylegesen megvalósuló értékek a lehetséges állapotok sokaságának csak egyetlen szeletét mutatják meg, miközben sok másik, hasonlóan elképzelhető esetet rejtve hagynak. Azok a szimulációk, amelyek együttesen képesek vizsgálni az összes (vagy legalábbis számos) lehetőséget, pontosabb előrejelzésekre

adnak lehetőséget, mintha a mérések szemléletét követve kizárólag egyetlen lehetőséggel számolnánk.

Haszpra Tímea és kollégái (*Herein Mátyás és Topál Dániel*) viszont két éghajlati modell több mint száz, különböző kezdeti állapotból indított idősorokból álló sokaságát elemezte. Eredményeik így sokkal jobban lefedték a lehetséges éghajlati állapotok tárházát, mint az általában alkalmazott, egyszerűbb elemző módszerek. Ezáltal az oszcilláció szerkezetéről is információhoz jutottak egy adott jövőbeli időpillanatban, de arra is választ tudtak adni, hogy az adott földrajzi helyen milyen mértékű lesz az ingadozás időbeli változása.

Forrás: https://mta.hu/tudomany_hirei/durva-es-kiszamitahatatlan-teli-hidegbetoreseket-hozhat-a-jovo-110860

Válogatta: Fonyó Istvánné