

# Otsoniaukko tuli Oulun ylle ensimmäistä kertaa

**T**änä talvena pohjoisnavan ympärillä on havaittu poikkeuksellisen laaja ja pitkäikäinen otsoniaukko. Se on ulottunut muutamaa otteeseen jopa Oulun ja koko Suomen ylle. Otsoniaukko on harvinainen ilmiö pohjoisella pallonpuoliskolla: vain kerran kymmenessä vuodessa otsoniaukko muodostuu pohjoisnavan ympärille. Tämäntalvinen otsoniaukko on 40-vuotisen mittaushistorian laajin pohjoisella pallonpuoliskolla.

Talvella napa-alueen väli-ilmakehään (stratosfääriin) ei Auringon säteilyä tule, joten se viilenee. Lämpimän päiväntasaajan ja kylmän napa-alueen välinen lämpötilaero pyrkii tasoittumaan navalle suuntautuvalla virtauksella, jonka coriolis-voima kääntää oikealle eli itään päin.

Näin syntyy napoja kiertävä ilmavirtaus, niin sanottu napapyörre eli polaarivorteksi, joka hallitsee talvisen pallonpuoliskon ilmakehän dynamiikkaa.

**Pohjoinen** napapyörre on ollut tänä talvena poikkeuksellisen voimakas. Se on tehokkaasti eristänyt napa-alueen kylmän ilman lämpimämmästä ilmasta. Mitä vähemmän nämä kaksi ilmamassaa pääsee sekoittumaan, sitä kylmemmäksi arktinen ilma viilenee. Koska eteläinen ilma sisältää runsaammin otsonia, sitä ei pääse napapyörteen sisälle korvaamaan hävinnyttä otsonia. Voimakas napapyörre on otsonikadon alku.

Auringon UV-säteily tuottaa otsonia pääosin päiväntasaaja-alueella, josta sitä kulkeutuu kohti napoja.

## YLÄKERTA

KALEVIMURSULA  
kalevi.mursula@oulu.fi



*“Huolestua ei siis kannata. Tulevina talvina kannattaa seurata UV-säteilystä annettavia viranomaisilmoituksia.”*

Otsoni on tärkeä molekyyli kahdesta syystä. Sen merkitys luonnollisena UV-säteilyn suojana tunnetaan jo kauan. Otsoni on myös tärkeä molekyyli väli-ilmakehän ”termostaattina” eli lämmön ja virtausten säätelijänä. Etelämantereen yllä havaitaan otsonihäviö joka vuosi, koska eteläinen napapyörre on erittäin voimakas ja eristää antarktisen ilmassan tehokkaasti. Vuonna 1985 havaittiin, että otsonikato oli merkittävästi kiihtynyt Etelämantereella.

Teolliset kloori-fluoriyhdisteet (CFC-aineet) vahvistuivat pian syyllisiksi, mikä johti Montrealin sopimukseen vuonna 1987, jolla nämä aineet kiellettiin. Etelämantereen otsonimäärän lasku pysähtyi jo 1990-luvulla.

Merkittävä otsonituho vaatii niin

alhaisen lämpötilan, että väli-ilmakehään syntyy jääkidepilviä, helmiäispilviä, joiden pinnalla otsonia tuhoavat klooriyhdisteet aktivoituvat kevättalvella, kun Auringon UV-säteily voimistuu. Koska pohjoisen napapyörre on tuolloin varsin heikko, pohjoisnavalla ei helmiäispilviä eikä otsonikatoa esiinny kovin usein, toisin kuin Etelämantereella.

**Tänä kevättalvena** pohjoinen napapyörre on pysynyt voimakkaana pitkään, joten otsonituhokin on ollut tehokasta. Napapyörteen keskukseen sijainti ja koko ovat vaihdelleet talven aikana ja otsonikadon alue seuraa napapyörrettä. Oulu ja koko Suomi ovat olleet monena päivänä otsonikadon alueella, jopa viime viikkoina. Napapyörre häviää kuitenkin joka kevät Auringon lämmitäessä pohjoisen väli-ilmakehän.

Mikä selittää otsonikadon ja napapyörteen poikkeuksellisen voimakkuuden tänä talvena?

Lopullista selitystä ei vielä ole, mutta napapyörteen vaihteluun vaikuttaa useita tekijöitä. Tärkein tekijä ovat päiväntasaajan väli-ilmakehän tuulet, jotka vaihtavat suuntaansa noin 2,4 vuoden välein (quasibienniaali-oskillaatio, QBO).

Kun QBO-tuulet puhaltavat lännestä, napapyörre on keskimääräistä voimakkaampi, kun taas itäiset QBO-tuulet suosivat heikkoa napapyörrettä. QBO-tuulet ovatkin puhaltaneet lännestä lähes koko viime vuoden näihin kuukausiin asti.

Myös ENSO eli Tyynen valtameren virtaus- ja lämpövaihtelu vaikuttaa jonkin verran napapyörteeseen. ENSO on kuitenkin pysytel-

lyt varsin heikkona viimeisen puolen vuoden ajan, joten sen vaikutus lienee vähäinen. Toisaalta viime vuosina on saatu lisääntyvää todistetta sille, että aurinkotuulen aiheuttama varattujen hiukkasten sade yläilmakehään vaikuttaa myös napapyörteeseen.

Tätä urauurtavaa tutkimusta tehdään myös Oulun yliopistossa. Havaitut yhteydet korostavat sitä, että ilmakehä on globaali virtausverkosto, jossa eri puolilla tapahtuvat ilmiöt vaikuttavat toisiinsa eripituisilla viiveillä. Vaikuttaviin tekijöihin kuuluu ilmakehän sisäisten muutosten lisäksi sen ulkopuolisia, Auringosta riippuvia tekijöitä.

**Täytyykö tästä** kaikesta olla huolissaan? Tämän talvinen otsonikato on harvinainen tapahtuma eikä todennäköisesti toistu kovin pian. Otsonikato on nyt ohi Suomen osalta ja parin viikon kuluttua kaikkialta. Huolestua ei siis kannata.

Ei kannata huolestua myöskään niistä uutisista, joissa koronaviruksen esiintymistä on yhdistetty niin otsonikatoon kuin yleiseen ilmastomuutokseen. Nämä kaikki joutuvat disinformaation roskakoppaan.

Sen sijaan tulevina talvina kannattaa seurata UV-säteilystä annettavia viranomaisilmoituksia. Otsoniaukon esiintyminen Suomen yllä on tullut uutena ilmiönä, jota seurataan jatkossa entistä tarkemmin. **K**

*Kalevi Mursula on Oulun yliopiston avaruustieteiden professori, joka johti 2014–2019 avaruustieteiden tutkimusta Suomen Akatemian huippuyksikköä.*