


Valaisevat yöpilvet ovat

Suuvitaiivaan
taideteos



**Pohjoisen kesän
salaperäisin taivaallinen
näytös ovat yötä
valaisevat pilvet.**

Jarmo Wallenius



Englantilainen taidemaalari **Robert Leslie** lähetti kesällä 1885 *Nature*-lehteen kirjeen, jossa hän kertoi kiinnostavasta havainnostaan.

Maanantaina 6. heinäkuuta pohjoisen yötaivaan laelle oli iltakymmenen jälkeen ilmestynyt hopeisina hohtavia, aaltoilevia pilviä. Horisontin alapuolelle laskeneen auringon valaisemat pilvet olivat taiteilijan mukaan kuin fosforimaalin peittämiä valkeita pintoja.

Leslie oli löytänyt tieteelle uuden ilmiön, valaisevat yöpilvet. Tutkimus on sittemmin osoittanut, että pilvien alkuperä on sekä astrokemiallinen että atmosfäärin tapahtumiin liittyvä.

Ei ole sattumaa, että valaisevat yöpilvet huomattiin juuri vuonna 1885. Indonesiassa oli kaksi vuotta aiemmin tapahtunut Krakatau-tulivuoren purkaus, joka oli syössyt ilmakehään valtavan määrän tuhkaa, kiviainesta ja vesihöyryä.

Tämä teki maailman iltaruskoista erittäin värikkäitä, ja ihmiset innostuivat tarkkailemaan niitä aktiivisesti.

Yöpilvistä otettiin ensimmäiset valokuvat vuonna 1887. Kuvaajana oli saksalainen tähtitieteilijä **Otto Jesse**. Juuri hän nimesi ilmiön ”yötä valaiseviksi” (latinaksi *noctilucens*) pilviksi.

Kansainvälisessä tutkimuksessa pilvistä käytetään lyhennettä NLC, joka on peräisin englannin kielen termistä *noctilucens cloud*. Nykyisenä satelliititieteen aikakautena puhutaan myös napa-alueen mesosfäärisistä pilvistä.

Vuonna 1888 valaisevia yöpilviä havaittiin myös eteläisellä pallonpuoliskolla.

Salaperäinen synty, nopea hiipuminen

Otto Jesse aloitti yöpilvien tutkimusohjelman Berliinin observatoriossa. Vuonna 1896 siellä todennettiin kolmiomittauksen avulla, että pilvet syntyvät hyvin korkealla, ilmakehän mesosfäärisessä kerroksessa.

Vuonna 1926 pääteltiin, että valaisevat pilvet eivät olleetkaan pelkkiä vulkaanisia tuhkapilviä, kuten oli oletettu.

Tarvittiin kuitenkin vielä vuosikymmeniä ennen kuin vuonna 2001 voitiin varmistaa, että NLC:t koostuvat hiukasten ympärille tiivistyneistä ja kasvaneista nanokokoisista jääkiteistä.

Mannerlaattateorian esittänyt tutkija **Alfred Wegener** oli jo vuonna 1906 eh-

dottanut valaiseville yöpilville tällaista vesijäistä alkuperää.

Mesosfääri sijaitsee 76–83 kilometrin korkeudessa. Ilmakehän ylimpänä kerroksena se on harva ja hyvin kylmä (–120 celsiusastetta) ja sisältää vähän kosteutta. Juuri siellä tupakansavun ohuet öiset pilviharsot salaperäisesti tiivistyvät ja taas häviävät.

NLC:t ovat arvoituksellisen syntyänsä, harsomaisen olemuksensa ja hiipumisensa takia itsessäänkin mielenkiintoinen havainnointikohde, jonka tutkiminen ei kuitenkaan ole helppoa.

Maasta pilviä tarkkaillaan valokuvaamalla ja tutkahavaintojen pohjalta. Pilvien jääkidekoostumuksia ja kasvihuonekaasujen vaikutuksia mesosfäärin ominaisuuksiin selvitetään satelliittien, rakettien ja ilmapallojen avulla.

Pilviä on kuvattu ja seurattu myös 400 kilometrin korkeudessa lentävältä Kansainväliseltä avaruusasemalta.

Tervehdys hajoavilta meteoroideilta

Maan ilmakehään saapuu joka päivä tonneittain avaruudellista kiviperäistä ainesta, pölyä ja murikoita. Ne hajoavat tavallisesti mesopausissa, ionosfäärin ja mesosfäärin rajakerroksessa sadan kilometrin korkeudessa. Mesopausissa paine on hyvin alhainen ja pakkasta –140 celsiusastetta.

Juuri hajoavien meteoroidien pölyhiukkaset toimivat mesopausissa syntyvien jääkiteiden ytiminä. Asian todensi Yhdysvaltain avaruushallinnon Nasan AIM-satelliitti, joka lähti kartoittamaan mesosfääriä vuonna 2007.

Meteoridihiukkaset ovat vain 20–70 nanometrinen kokoisia. Ilmakehän alemmissä kerroksissa syntyvien ”tavallis-

ten” pilvien jääkiteet ovat sata kertaa suurempia.

Pikkuruiset kiteet sirottavat hyvin sähkönsinistä valoa, joka usein on yöpilvien pääväri. Pilviksi kiteet kerääntyvät, kun ne ovat pudonneet parikymmentä kilometriä alaspäin.

Mesosfäärin meteoroidipölyn määrä – 10 partikkelia kuutiokeskimetrissä – ei vielä yksinään riitä yöpilvien muodostumiseen. Jääkiteitä kuitenkin tiivistyy mesosfäärin kylmissä kesäoloissa molemmilla napa-alueilla myös vesihöyrystä itsestään.

Tiedossa on, että levymäisistä jääkiteistä syntyy kirkkaampia yöpilviä kuin sylinterimäisistä. Optimaalinen koko on 50 nanometriä.

Tutkasignaalien heijastuvuus on paras, jos kiteiden pinnoilla on ohut kalvo meteoroideista peräisin olevaa natriumia ja rautaa. Sitä ei vielä tiedetä, ovatko meteoroidien ja tähdenlentojen eli meteorien ainehiukkaset myös sähköisesti varautuneita.

Ilmastonmuutoksen kanarialinnut

Valaisevia yöpilviä kutsutaan usein ilmastonmuutoksen kanarialinnuiksi. Pilvien esiintymistiheys, määrä, laajuus ja kirkkaus ovat viime vuosikymmeninä lisääntyneet.

Nykyään tiedämme, että pilviä tuo taivaallemme astronomisten ja atmosfäärin vaikutusten lisäksi myös ihmisen toiminta.

Kesäisiä yöpilviä on alkanut näkyä yhä etelämpänä. Aiemmin niiden esiintyminen rajoittui leveysasteiden 50–65 eli suunnilleen Frankfurtin ja Oulun välille. Viime aikoina pilviä on bongattu jopa 40 leveysasteen tienoilla eli Madridin korkeudella.

KATSE KORKEUKSIIN

Kesäyön valopilvet ovat harvinaisempi ilmiö kuin esimerkiksi revontulet, mutta pohjoisella pallonpuoliskolla niiden bongaaminen on todennäköisempää kuin etelässä.

Paras mahdollisuus yöpilvien havaitsemiseen on Suomen kukkeimman suven aikaan toukokuun loppupuolelta elokuun puoleenväliin.

Pilvet näkyvät, kun aurinko on 6–16 astetta horisontin alapuolella.

Tällöin on tarpeeksi pimeää, ja auringonsäteet osuvat pilviin mesosfäärissä. Sieltä ne heijastuvat katsojan silmään tai kameraan.

Ilta- ja aamuyöllä katse kannattaa suunnata koilliseen.

Pilvirykelmän laajuus on yleensä 10 000–100 000 neliökilometriä. Pilvistä voi erottaa erilaisia rakenteita, kuten laineita, pyörteitä ja kiharoita.



Adobe Stock

Tutkijat ovat myös löytäneet jopa kolme kertaa Suomen kokoisia, miljoonan neliökilometrin laajuisia NLC-pilviä.

Yöpilvien runsastumisen taustalla ovat kasvihuonekaasut hiilidioksidi ja metaani. Hiilidioksidi lämmittää ilmakehän alinta kerrosta troposfääriä. Valtameristä vapautuu näin enemmän vesihöyrymolekyyleja, jotka kohoavat sirkulaation myötä ylöspäin.

Toisaalta korkealla mesosfäärissä hiilidioksidin vaikutus on päinvastainen. Hiilidioksidi jäädyttää ilmakehän ylintä kerrosta heijastamalla auringsäteitä takaisin avaruuteen. Tällöin jääkiteitä muodostuu siellä aiempaa enemmän.

Metaania syntyy erilaisten biologisten prosessien kautta ja myös silloin, kun ihminen jalostaa ja käyttää fossiilisia polttoaineita. Metaanin vaikutukset alkavat stratosfäärissä. Siellä metaani reagoi Auringon myötävaikutuksella hydroksyylin kanssa, ja tuloksena on vettä.

Myös nämä vesimolekyylit nousevat ilmakehän dynamiikan, sirkulaation ja Maan kiertoliikkeestä johtuvan corioliskiihtyvyyden takia mesosfääriin korkeuksiin. Siellä niistä tulee jääkiteitä. Osa metaanista päättyy jäädyttämään mesosfääriä myös sellaisenaan.

Mesosfäärin lämpötilaa on mitattu 1950-luvulta lähtien. Tänä aikana ilmakehäkerros on kylmennyt noin viisi as-

tetta jokaista vuosikymmentä kohden.

Punaisella planeetalla on omat yöpilvensä

Toisaalta Auringon ultraviolettisäteily hajottaa mesosfäärin vesimolekyyleja. NLC-pilvien lisääntymisen pitäisi siis olla käänteisesti riippuvainen kotitähtemme aktiivisuuden 11-vuotisesta kierrosta.

Edellinen auringonpilkkumaksimi eli Auringon korkein aktiivisuus osui vuosille 2011–2012. Kesällä 2013 yöpilviä havaittiin kuitenkin sekä tavanomaista runsaammin että aikaisemmin, jo 13. toukokuuta.

Syyksi on esitetty Eyjafjallajökull-tulivuoren purkausta. Islannissa vuoden 2010 keväästä syksyyn jatkunut purkaus syöksi ilmakehään huomattavan määrän vulkaanisia pienhiukkasia.

Geophysical Research Letters -tiedelehdessä oli hieman aiemmin etsitty selitystä Siperiassa vuonna 1908 tapahtuneelle valtavalle Tunguskan räjähdykselle. Artikkelin mukaan Maan ilmakehään törmäsi tuolloin kosminen kappale, mahdollisesti komeetta.

Samalla tutkijat näkivät yhteyden sukkulalentojen termosfääriin jättämien vesihöyryvanojen, Tunguskan pamauksen ja mesosfäärin valaisevien yöpilvien välillä.

Euroopan avaruusjärjestön Esan Mars Express -satelliitti havaitsi vuonna

2006, että myös punaisen planeetan yläpuolella sadan kilometrin korkeudessa on hiilidioksidista muodostuneita, Maan valaiseviin yöpilviin verrattavia pilvimuodostelmia.

Uusia satelliitteja suuntaa korkeuksiin

Raketti- ja satelliittimittaukset ovat nykyään oleellinen osa valaisevien yöpilvien tutkimusta. Ensimmäisen kerran pilvet havaittiin avaruudesta vuonna 1972. Löydön teki Nasan OGO-6-satelliitti. Rakettikokeilla oli jo yhdeksän vuotta aiemmin päästy mittaamaan mesopaussin lämpötiloja.

Utahilaisen valotutkan avulla nähtiin vuonna 1995 ensimmäisen kerran NLC-pilviä, joita ei voitu erottaa paljaalla silmällä.

Länsinaapurimme on hyvin aktiivinen NLC-tutkimuksessa. Ruotsin avaruushallinnon Odin-satelliitti on kerroittanut pilviä spektrianalyysin avulla ja selvittänyt niiden päivittäisen jakautuman ja suuret rakenteet. Ruotsalaiset laukaisevat pian tutkimusmatkalle uuden mikrosatelliittinsa Matsin.

Alan menestyksekkäin tutkimussatelliitti on kuitenkin ollut Nasan AIM, joka on tehnyt enimmäns osan avaruuden NLC-havainnoista. □

Kirjoittaja on vapaa tiedetoimittaja.
jarmowallenius@hotmail.com