

Sateen tekijät

■ Sään manipulointi on ajatuksena kiehtonut ihmiskuntaa jo kauan. Nykyisin menetelmin voidaan vaikuttaa pilviin ja sateisiin, mutta toiminta ei välttämättä kestä eettistä tarkastelua.

Näillä rinteillä laskettelevat helmikuussa 2014 olympia-alpinistit – poutasäässä, jos ennakkoarvioihin on uskomista.



Arja-Leena Paavola

Historian 22. talviolympialaiset Venäjän Sotšissa starttaavat 7. helmikuuta 2014 mainiossa kisäsäässä.

Näin ainakin ounastellaan, sillä mahditapahtuman järjestäjien on huhuttu turvautuvan samaan konstiin kuin muutamien aiempienkin kisaisäntien: sateiden häätämiseen pois kilpailualueilta.

Kun Moskovan vuoden 1980 kesäolympialaisten avajaiset uhkasivat mennä sateen takia pilalle, ilmaan nousivat lentokoneet, jotka suihkuttivat lähestyvään pilvirintamaan annoksen hopeajodidia. Näin pilvet saatiin purkamaan vesilastinsa ennen kisakaupunkiin saapumistaan.

Sama toistui vuonna 2008, kun olympialaiset pidettiin Kiinan Pekingissä, jossa sateen todennäköisyys on elokuussa suuri. Myös kiinalaiset sadettivat pilvet jo pääkaupungin ulkopuolella kylvämällä niihin reilun määrän samaista hopeajodidia.

Kansainvälisten uutistoimistojen levittämistä kuvista selvisi, että Pekingissä oli

valmiusasemissa myös kymmeniä ilmatorjuntatykkejä, jotka voisivat tarvittaessa ampua taivaalle lisää kemikaaleja.

Viiniviljelmien varjelijat

Pilviin ja sateisiin vaikuttaminen on pääasiallinen tapa muokata säätä keinotekoisesti. Toiminta ei ole entisten tai nykyisten kommunistivaltioiden yksinoikeus, vaan esimerkiksi arabimaissa yritetään sen avulla saada sateet osumaan kuivalla alueella mahdollisimman otollisiin kohteisiin.

Euroopassa tekniikka on käytössä Balkanilla, jossa esiintyy ukkosten yhteydessä voimakkaita raekuuroja. Jopa golfpallon kokoiset rakeet voivat alas syöksyessään aiheuttaa suuriakin tuhoja. Niille on alttiina etenkin viiniviljely, joka on alueella merkittävä elinkeino.

Muun muassa Kroatiassa on siksi jo vuosia hyödynnetty hopeajodidia keinona, jonka avulla pilvet saadaan satamaan vetenä ennen kuin rakeet ehtivät muodostua. Toimenpiteen onnistumisen edellytyksenä on, että sateentekijät ovat liikkeellä riittävän ajoissa.

Kemikaalin kuljettaa taivaalle useimmiten lentokone, joka löytää oikeaan paikkaan säätilannetta mittaavan säätukan avulla.

”Säätutkaa käytetään sateen olomu-

don tunnistamiseen sekä sademäärän ja intensiteetin seurantaan”, kertoo sovellusasiatuntija **Heikki Pohjola** ympäristömittausratkaisuja tarjoavasta Vaisala Oyj:stä.

Kun lentokoneen reittitiedot ja säätutkakuva yhdistetään, lentäjälle voidaan antaa varsin tarkat ohjeet siitä, minne kemikaali on yläilmoissa sijoitettava.

Takuuta lopputuloksesta ei kuitenkaan ole.

”Hopeajodidin kylväminen pilviin on sadeprosessin monimutkaisuudesta ja ilmakehän dynamiikasta johtuen hyvin hankalaa”, Pohjola sanoo.

Jos kemikaali ei osu maaliinsa, seurausena on hukkareissu – ja joskus silloinkin, kun osoite on ollut oikea, sillä tekniikka ei kaikissa tapauksissa tehoa.

Pilvien sadettamisen hyödyt ovat muutenkin kiistanalaisia. Vaikka menetelmällä ei suuren mittakaavan ilmasto-vaikutuksia olekaan, myrkyllisen aineen pääsy sateen mukana luontoon voi olla ympäristölle hyvinkin haitallista.

Tekniikalla on rajoituksensa

Hopeajodidin vaikutusmekanismi pilvessä perustuu siihen, että rakenteeltaan jääkiteiden kaltainen aine toimii siellä pisaroiden tiivistymisytiminä. Ytimet voivat olla joko luonnollisia tai ihmisen aikaansaamia epäpuhtauksia.

Pikkuruisten pilvipisaroiden halkaisija on vain muutamia, korkeintaan joitakin kymmeniä mikrometrejä. Pisaroita muodostuu ja haihtuu koko ajan, ja vain osa niistä kasvaa tarpeeksi suuriksi pudotakseen alas sateena.

► ► ►



Pienet pisarat viilentämään maailmaa?

Maailman ilmasto lämpenee. Varmimpana keinona hidastaa prosessia pidetään hiilidioksidipäästöjen vähentämistä.

Muistakin ratkaisuista keskustellaan. Ilmastomalleihin pohjaavissa tutkimuksissa on esitetty, että esimerkiksi pilvien valkaisu eli meriveden ruiskuttaminen pilviin valtameren yllä voisi pudottaa maapallon keskilämpötilaa jopa useita asteita.

Ilmatieteen laitos ja brittiläinen Leedsin yliopisto julkaisivat vuonna 2010 globaaliin ilmakehämalliin perustuvan tutkimuksen. Sen mukaan merisuolapäästöt eivät lisää pilvipisaroiden määrää eivätkä pilvet heijastaisi auringon säteilyä takaisin avaruuteen läheskään odotetusti. Joissakin tapauksissa menetelmä voisi jopa johtaa pisaroiden määrän merkittävään vähentymiseen.

Samaan johtopäätökseen tultiin myöhemmässä, tänä vuonna julkaistussa tutkimuksessa.

Monimutkaiset hiukkaset

Nature-lehti esitteli lokakuussa tuloksia Euroopan hiukkasfysiikan tutkimuskeskuksen Cernin Cloud-projektista, johon Suomesta osallistui Ilmatieteen laitoksen lisäksi Helsingin ja Itä-Suomen yliopistot.

Tutkimuksessa osoitettiin, että luonnollisilla ja ihmisperäisillä amiinipäästöillä on vaikutuksia hiukkasmuodostukseen ja sitä kautta kenties myös pilvipisaroiden syntyyn.

Amiinit ovat ammoniakkia muistuttavia emäksisiä yhdisteitä, joita vapautuu ilmakehään esimerkiksi karjankasvatuksesta ja biomassan poltosta sekä luonnollisista lähteistä, kuten valtameristä ja maaperästä.

Voitaisiinko amiineja hyödyntää ilmaston muokkauksessa?

”Ajatus on mielenkiintoinen, mutta asiaa ei ole selvitetty”, sanoo professori

Pinatubo-tulivuori syöksi vuonna 1991 rikkipurkauksen, joka viilensi maapalloa vuosien ajan. Ilmaston voitaisiin ehkä vaikuttaa myös keinotekoisella rikkilisäyksellä ilmakehään.

Ari Laaksonen Ilmatieteen laitoksesta.

”Amiinit auttavat rikkihappoa muodostamaan uusia hiukkasia, mutta hiukkas-ten pitäisi kasvaa yli sadan nanometrin luokkaan, jotta niillä olisi ilmasto-vaikutuksia esimerkiksi pilvien muodostamisen kautta.”

”Hiukkasten kasvamisessa kestäisi vähintään vuorokausi, jona aikana ne ehtivät kulkeutua pitkiä matkoja, ja osa niistä poistuu sateen mukana. Ilmiö on siten monimutkainen hallittava.”

Mallia tulivuorilta

Suuret tulivuorenpurkaukset ovat kautta historian pudottaneet maapallon lämpötilaa silloin, kun purkaus on ulottunut yläilmakehään. Viime vuosisadan rajuin purkaus koettiin Filippiineillä, jossa Pinatubo vuonna 1991 syöksi sisuksistaan valtavan määrän rikkipitoista kaasua.

Stratofääriissä rikkijhdisteistä syntyy rikkipisaroita, jotka heijastavat auringon säteilyä pois ja viilentävät siten ilmastoa. Esimerkiksi Pinatubon purkauksen on laskettu alentaneen Maan keskilämpötilaa puolen celsiusasteen verran. Väikutus kesti muutamia vuosia.

Rikkiä voitaisiin periaatteessa viedä ilmakehään tarkoituksellisesti. Yläilmakehässä aine myös säilyisi verraten pitkään.

”Ensin pitäisi selvittää, minkä kokoisia hiukkasia saataisiin tehtyä ja miten hyvin ne heijastaisivat auringonvaloa”, Laaksonen toppuuttelee.

Hiukkasten koon kontrolloinnissa voitaisiin periaatteessa käyttää vaikkapa juuri amiinia.

”Ilmakehän voimakas ultraviolettisäteily tosin hajottaa orgaanisia yhdisteitä tehokkaasti. En lähtisi kokeilemaan menetelmää ainakaan ennen kuin asiaa on tutkittu mallintamalla.”

►►► Poikkeuksena on tilanne, jossa ilman-
kosteus on lähes sata prosenttia.

”Silloin pilvet voivat tiivistyä suoraan vesihöyrystä pisaroiksi”, kertoo pääme-
teorologi **Petri Takala** sääpalveluyritys
Forecasta.

Pilvipisaroita kannattelevat korkeuk-
sissa ilmakehän virtaukset. Kun pisa-
rat kasvavat riittävän suuriksi tiivisty-
misytimensä ympärille, pilvi pullistuu

paksummaksi, kunnes maan vetovoima
voittaa ilmavirran, ja pisarat putoavat
alas sateena.

”Jos pilvi ei jaksa paksuuntua omia
aikojaan, se voidaan saada satamaan
hopeajodidin avulla”, Takala kuvailee
menetelmää, johon hän tosin suhtautuu
varauksin.

”Meteorologina en hyväksy sään
manipuloimista missään yhteydessä”,

hän korostaa.

”Inhimillisesti ajateltuna se voisi kui-
tenkin olla hyväksyttävää, mikäli sen
avulla pystyttäisiin vähentämään ihmis-
ten kärsimystä.”

Kemikaalin kylväminen pilveen tar-
joaa kuitenkin aina vain paikallisen, pie-
nellä alueella toimivan ratkaisun. Mene-
telmällä on myös muut rajoituksensa.
Sadettaminen ei onnistu esimerkiksi

Kotikemisti kosteuskiihdyttimenä

Luonnon hallitseminen ja säähän vaikuttaminen ovat olleet jo kymmenien sukupolvien unelma. Esimerkiksi Amerikkoihin lähteneet varhaiset uudisasukkaat suhtautuvat ympäristöön ”villinä”, joka oli kesytettävä.

Siitä huolimatta ihminen kykeni kunnolla horjuttamaan luonnon herkkää tasapainoa vasta koneellistumisen myötä. Yhdysvaltain Keskilännessä peittyi 1930-luvulla jopa 40 miljoonaa hehtaaria toistuviin pölymyrskyihin sen jälkeen, kun valtava alue oli valjastettu vehnän viljelyyn.

Peltoja raivattaessa oli tuhatta pree-rian ruohokasvillisuus, joka sitoi ma-aineeksi kuivanakin kautena. Viljely-maa katosi sananmukaisesti taivasiin, ja siellä leijuessaan pöly muutti ilmakehän säteilytasapainoa. Kuivuus paheni sen seurauksena entisestään.

Niin vakava kuin tilanne olikin,

viranomaiset eivät kääntyneet ajan kuuluisimman kotikemistin, sateentekijänä toimineen kalifornialaisen **Charles Hatfieldin** (1875–1958) puoleen.

Itseään ”kosteuskiihdyttimeksi” kutsunut Hatfield oli kehittänyt 23 kemikaalista koostuneen seoksen, jonka hän lupasi synnyttävän sateita kuivuuden vaivaamille alueille. Aineen tarkka resepti on jäänyt salaisuudeksi.

Yksityisiltä asiakkailta sadetilauksia sen sijaan riitti. Kun vettä joskus todellakin saatiin, Hatfieldin maine vain kasvoi. Lopulta oltiin jopa tilanteessa, jossa Hatfield istui leivättömän pöydän ääressä syytettynä rankkasateiden aiheuttamasta tuhosta.

Jälkipolvet ovat arvioineet sademiehen salaisuuden perustuneen ensisijaisesti säätilan tarkkailuun ja kokemuksen tuomaan sään muutosten ennakkointiin.



”Sateentekijä” Charles Hatfieldin tarina päättyi valkokankaalle asti. Vuonna 1956 valmistuneessa Hollywood-filmissä *Sateentekijä (Rainmaker)* kotikemistin roolin näytteli Burt Lancaster.

Kroatian viiniviljelmiä suojellaan raekuuroilta kylvämällä pilviin hopeajodidia, joka saa niihin kertyneen kosteuden purkautumaan vaarattomina sadepisaroina.



Scanstockphoto

autiomaan yläpuolella, eikä sen avulla voida sammuttaa metsäpaloja, jotka yleensäkin riehuvat kuivassa tilassa.

Lisäksi sade on suorassa yhteydessä ilmakehän kosteuteen. Jos jossakin sataa, vesi on vastaavasti muualta pois.

Ilmasto on kokonaisuus

Maapallolla kulloinkin vallitseva sää

määräytyy ilmastojärjestelmän eri osien keskinäisestä vuorovaikutuksesta yhdistettynä ulkoisiin tekijöihin. Yhteen seikkaan kajoaminen heijastuu kokonaisuuteen ja saattaa johtaa myös ennalta arvaamattomiin muutoksiin.

Yhden pilven sadettamisella ei ilmeisesti ole suurta merkitystä. On kuitenkin mahdotonta tietää varmasti, miten sään manipulointi vaikuttaa ja kuinka laajalla alueella.

Kaikki ihmisen toiminta saattaa tietää pidemmällä aikavälillä ongelmia.

”Tällä hetkellä on käynnissä laajamittainen, hallitsematon kokeilu, jossa ilmaan syötetään hiilidioksidia. Emme tiedä, onko seurauksena vain lyhytaikainen ilmastomuutos vai katastrofi”, Takala sanoo. □

Kirjoittaja on vapaa toimittaja.
arjaelena.paavola@gmail.com