

Kohti sääetiikkaa

■ Sanna Joronen, Markku Oksanen ja Timo Vuorisalo

Pekingin olympialaisten avajaiset vuonna 2008 olivat mahtavat. Sama voidaan todeta kiinalaisten sääinsinöörien toiminnasta, jonka ansiosta uhkaava sade ei päässyt pilaamaan tilaisuutta. Säänmuokkaus ei kuitenkaan saa kaikkien hyväksyntää eikä ole moraalisesti ongelmatonta. Millaisia eettisiä kysymyksiä siihen liittyy? Entä milloin, jos milloinkaan, säänmuokkaus on moraalisesti hyväksyttävissä? Nämä kysymykset kuuluvat uuden tutkimusotteen alle, jota ei vielä oikeastaan ole, sääetiikan. Esittelemme tässä artikkelissa uuden ja kiinnostavan soveltavan etiikan tutkimusalueen, joka käsittelee säänmuokkaukseen liittyviä eettisiä, ympäristönsuojellisia ja poliittisia kysymyksiä.

Michael Crichtonin trillerissä *Pelon ilmasto* (2004) joukko ekoterroristeja ryhtyy tuomasta toimeen ilmastoherätyksen puolesta. Ryhmä kehittää muun muassa massiivista ukkosmyrskyä, joka aiheuttaisi ihmisiä surmaavan mutatulvan. Kyseessä on tietenkin fiktiivinen teos, mutta kysymykset tietoisesta sääolojen muokkauksesta ja ilmastoon vaikuttamisesta saavat pohtimaan niiden toteuttamismahdollisuuksia. Itse asiassa nämä mahdollisuudet ovat osin jo olemassa ja niitä käytetään ns. hyvin tarkoituksiin, kuten esimerkiksi oletettavasti tehtiin Pekingin olympialaisissa. Tietokirjailija Risto Isomäki on myös esitellyt sään- ja ilmastonmuokkaukseen liittyviä kysymyksiä sekä fiktiivisessä teoksessaan *Sarasvatin hiekkaa* (2005) että uusimmassa tietokirjassaan *34 tapaa estää maapallon ylikuumeneminen* (2008). Isomäki esittelee lukuisan joukon keinoja hillitä ilmastonmuutosta. Onko ilmaston lämpenemisen tai sen haittojen torjuminen sääoloja muokkaamalla 2000-luvun todellisuutta? Saattaa hyvinkin olla.

Säänmuokkauksen perusta ja historia

Uuden soveltavan etiikan tutkimusalueen muodostuminen ei suinkaan tarkoita sitä, että säänmuokkaus ilmiönä olisi uusi. Nykyiset visiot säähän vaikuttamisesta eroavat huomasti eri kulttuurien vuosisatojen tai -tuhansien takaisista perinteisistä yrityksistä vaikuttaa säähän. Intiaaneilla oli sadetansseja, kun taas suomalaisen kansanuskoon ovat kuuluneet säänhaltijat, joihin pidettiin hyviä suhteita yllä sadon ja saalin turvaamiseksi. Myös järkeviä kansanomaisia keinoja vaikuttaa paikallissähän on ollut olemassa. Andien ylätasangolla Titicaca-järven ympäristössä sovellettiin Tiwanaku-kulttuurin aikana viljelymenetelmää, jossa hallanaroille alueille rakennettiin lämpötiloja tasaavia kastelukanavia viljelypenkkien väleihin (Pärssinen 1992). Alueen intiaaneilla lienee siis ollut jonkinlainen ymmärrys hallan syntymekanismista. Perinteinen länsimainen, ei-myyttinen käsitys säätilojen muodostumisesta on puolestaan korostanut syiden luonnollisuutta, jolloin sen enempää mytologiset olennot kuin ihmisetkään eivät aiheuta sääoloja. Kenties suhteemme säiden muodostumiseen on muuttumassa ja yli-inhimillinen kyky muokata säää on siirtymässä poppamiehiltä ”sääinsinööreille” (Fleming 2007, 50; Schneider 1996, 291; 2001, 417).

Säätilojen syntyyn ja esiintymiseen on vaikuttettu – tai ainakin pyritty vaikuttamaan – paikallisella tasolla jo vuosisatoja. Yhdysvalloissa jo 1800-luvun alkupuolella tutkittiin säähän vaikuttamista ja uskottiin esimerkiksi, että sateita saataisiin aikaan keinotekoisesti räjähdyksillä (Fleming 2006, 4–8). Neuvostoliitossa kehitettiin 1930-luvulla säänhallintatekniikoita, erityisesti keinotekoisista pilvisyyden lisäämistä (*cloud*

seeding; Keith 2000, 250). Neuvostoliitossa pyrittiin muutenkin mahtipontisilla hankkeilla korostamaan sosialistisen yhteiskunnan ylivaltaa luonnonvoimiin nähden (Ziegler 1987; ks. myös Rusin ja Flit, ei painovuotta). Yhdysvalloissa nykyinen säänmuokkauksen idea sai tuulta purjeisiinsa vasta toisen maailmansodan jälkeen. Itseoppinut kemisti Vincent Schaefer teki vuonna 1946 New Yorkin osavaltiossa kokeen, jossa hän pudotti lentokoneesta kolme kiloa jääkiteitä pilveen ja sai sen satamaan lunta. (Steinberg 2006, 128; Fleming 2006.) Kiinassa samankaltaista säänmuokkausta on harjoitettu lähes yhtä kauan kuin muissa suurvalloissa. Kiinan Ilmatieteen laitoksen nettisivujen mukaan ensimmäinen säänmuokkaushanke toteutettiin Kiinassa vuonna 1958 (CMA 2008).

Schaefer todennäköisesti tunsu hieman aiemmin kehitetyn teoreettisen mallin sateen synnystä. Ruotsalaisen meteorologin Tor Bergeronin (1891–1977) mukaan jääkiteillä on keskeinen rooli sateen synnyssä. Niin sanotussa Bergeron-prosessissa jääkiteiden määrä pilven yläosassa alkaa nopeasti kasvaa, kun pilvessä oleva vesihöyry siirtyy jääkiteisiin. Seurauksena on usein sade. (McIlveen 1992, 168; Karttunen ym. 2008, 244.) Kuten edellä on todettu, tätä mallia alettiin soveltaa 1940-luvulla käytäntöön kylvämällä sopiviin pilvityyppeihin jääkiteitä tai niitä muistuttavia metallisuoloja, yleisimmin hopeajodidia (AgI). Menetelmä ei ole osoittautunut erityisen tehokkaaksi, sillä sen arvioidaan lisäävän keskimääräisiä sademääriä vain noin 20 prosentilla. (McIlveen 1992, 168.)

Säänmuokkauksen tutkimus juontaa juurensa myös kylmään sotaan. Meteorologia oli kilpavarustelussa tärkeä tieteenala, ja siten ajatus "klimatologisesta sodankäynnistä" oli luonteva osa suurvaltojen vastakkainasettelua. Sää oli ase ja siten osa turvallisuuspolitiikkaa. (Harper 2008, 20; Keith 2000, 250–252; Robock 2008, 14; Fleming 2007, 54–56; Weart 2003, 23; Fleming 2006.) *Turun Sanomissa* kerrottiin vuonna 1946 yhdysvaltalaisen amiraalin pohtineen mahdollisuutta muuttaa Eurooppa sotatilan syytessä jääkentäksi. Tämä voisi onnistua, jos Floridan salmen patoaminen atomipommeilla muuttaisi

pysyvästi Golfvirran suunnan! (Anon. 1946.)

Kiinnostus säänmuokkaukseen hiipui vähitellen 1970-luvulla (Keith 2000, 253). Tämä ei johtunut yksin liennytyksestä, vaan pitkälti oikeudellisista kiistoista maanomistajien ja luonnollisen sään puolestapuhujien sekä säänmuokkaajien välillä. Epäonnekseen säänmuokkaajat olivat vuonna 1972 "istuttamassa" pilviä Etelä-Dakotassa, kun alueella sijaitseva Rapid Cityn kaupunki joutui äkillisen tulvan synnyttäneen saderintaman kouriin. Yli kaksisataa ihmistä sai surmansa. Monet kyselivät, olivatko sääinsinöörit pahentaneet tilannetta. (Steinberg 2006, 127–147; ks. myös Fleming 2006, 7–8.) Toisaalta idea ei unohtunut kokonaan, ja Web of Science -viitetietokannan mukaan kiinnostus näyttää jatkuneen julkaisujen osalta 1980-luvun alkuun saakka. Idea säilyi osin siksi, että se liittyi kehitysajatteluun: säänmuokkaus antoi toivoa kuivuudesta tai liiallisista sateista kärsivien alueiden elinolojen helpottamisesta.

Ilmaston lämpenemistä koskeva keskustelu on herättänyt viime vuosina uudelleen eloon säänmuokkauksen ideat. Sään- ja ilmastonmuokkausta pidetään yhtenä, eräiden mielestä jopa ainoana keinona torjua ilmaston lämpenemisen aiheuttamia haittoja (Fleming 2007, 48). Nykyisillä säänmuokkauksen puolestapuhujilla on mielikuvituksellisia ideoita, jotka kumpuavat osin toiveesta hallita ilmaston lämpenemiseen liittyviä tai tästä lämpenemisestä voimistuvia sääilmiöitä: esimerkiksi New Orleansiin vuonna 2005 iskeneen hirmumyrsky Katrinnan kaltaiset sääilmiöt voidaan mahdollisesti estää tai ainakin siirtää sellaisille reiteille, joissa ne aiheuttaisivat vähemmän vahinkoa. On havaittu, että eräät säiden ääri-ilmiöt (kuten trooppiset myrskyt) voimistuvat ilmaston lämmitessä (esim. Elsner, Kossin & Jagger 2008), joten ei ole ihme, että jotkut tutkijat, esimerkiksi Wigley (2006) ja Crutzen (2006, 217), pitävät ilmastonmuokkausta ja hiilidioksidipäästöjen vähentämistä yhdessä perusteltuina keinoina torjua ilmaston lämpenemistä. Aktiivinen säänmuokkaus on tässä syytä pitää erillään ilmastonmuutoksen hillitsemiseen käytettävien keinojen valtavirrasta, kuten fossiilisten polttoaineiden korvaamisesta

Taulukko 1.

SÄÄN- JA ILMASTONMUOKKAUKSEN OSA-ALUEITA		
	Tahallinen vaikuttaminen	Tahaton vaikuttaminen
Suora vaikuttaminen	Säänmuokkaus: a) virkistys- ja ylellisuusmuokkaus b) suojausmuokkaus c) tarvemuuokkaus d) sotilaallinen muokkaus e) terroristimuokkaus	Teollisuuden, energiantuotannon ja maa- ja vesiliikenteen päästöt Ilmaliikenteen päästöt
Epäsuora vaikuttaminen	Metsien ja muiden hiilinielujen suojele	Maankäyttö

uusiutuville energialähteillä tai ydinenergialla. Säänmuokkaus viittaa toivottujen sääilmiöiden suunnitelmalliseen voimistamiseen tai vastavasti epätoivottujen sääilmiöiden heikentämiseen tai ehkäisyyn. Säänmuokkauksen tavoitteet ovat lisäksi yleensä paikallisia tai alueellisia.

Säänmuokkauksen tavoitelluimpia muotoja olisivat esimerkiksi sade- tai lumimäärän lisääminen, rakeiden hajottaminen, sumun hälventäminen ja hirmumyrskyn laannuttaminen (Harper 2008, 20). Säätiloihin voidaan vaikuttaa joko suoraan tai epäsuorasti (taulukko 1). Edelliset toimenpiteet kohdistuvat välittömästi siihen ilmakehän osaan, jossa meille olennaiset sääilmiöt tapahtuvat, jälkimmäiset toimenpiteet kohdistuvat ensisijaisesti muualle kuin ilmakehään, vaikuttaen kuitenkin sääoloihin. Säähän voidaan vaikuttaa maankäytöllä, jolloin esimerkiksi ilman kosteus tai hiukkaspitoisuus muuttuvat. Aktiiviselle säänmuokkaukselle rinnakkainen ilmiö on säätiloja koskevan kokemusperäisen tiedon käyttö rakennusten ja viljelysten sijoittelussa. Asuinrakennukset on perinteisesti pyritty sijoittamaan siten, että aurinko pääsee niitä sopivasti lämmittämään, kuitenkin liikaa kuumentamatta. Kaupunkisuunnittelussa sääolosuhteet, kuten lämpötila, sadanta ja ilmavirtaukset, otetaan rutiininomaisesti huomioon (Oliver 1973). Savusumuista kärsivissä kaupungeissa on tärkeää lisätä rakennussuunnittelulla kaupunkilman vaihtumista. Korkeiden kaupunkirakennusten sijoittelu vaikuttaa mm. ilman pystyvirtauksiin. Näihin esimerkkeihin ei liittynyt eettisiä ongelmia, ellei sellaisena pidetä sääilmiöiden ”luonnollisuuteen” puuttamista.

Toinen keskeinen säänmuokkaukseen liittyvä erottelu on tahaton ja tahallinen muokkaus. Esi-

merkiksi lentokoneiden päästöt yläilmakehässä ja niistä muodostuvat pilvet ovat keinotekoisia, mutta tahattomasti synnytettyjä pilvimuodostelmia. Suora säähän vaikuttaminen on usein suunniteltua eli tahallista, kun taas epäsuora vaikuttaminen on monesti suunnittelematonta eli tahatonta. Tahaton säähän vaikuttaminen ei välttämättä ole moraalisen arvioinnin ulottumattomissa, ja tahallinen säähän vaikuttaminen voi olla viatonta ja ristiriitoina välttävää. Säänmuokkausteknologioille on tulevaisuudessa varmasti kysyntää, ja keskustelu teknologian hyödyllisyydestä ja riskeistä on vilkastunut.

Sääetiikan synty

Lisääntynyt kiinnostunut säänmuokkaukseen on synnyttänyt kiinnostusta toiminnan hyväksyttävyyteen. YK:n organisaatioon kuuluvalla Maailman ilmatieteen järjestöllä (WMO) on säänmuokkausta koskeva tutkimusohjelma. Sen alaisuudessa vuonna 2007 Oslolla järjestetyssä kokouksessa sovittiin säänmuokkauksen kansainvälisistä säännöistä. Näissä säännöissä vaaditaan varsin ympäröivästi myös sosiaalisten ja oikeudellisten näkökohtien ottamista huomioon säänmuokkauksessa. (WMO 2007.) Myös yhdysvaltaisella ei-kaupallisella etujärjestöllä Weather Modification Associationilla (WMA) on oma eettinen säännöstönsä. WMA ilmoittaa kotisivuillaan missiokseen ”avustaa henkilöitä, poliittisia toimijoita ja muita yhteisöjä tekemään tietoon perustuvia päätöksiä säänmuokkauksen teknologioiden käytöstä, huolehtimaan vesivarojen riittävydestä ja ehkäisemään luonnollisten säiden vaaroja.” (WMA 2008; järjestön historiasta ks. Steinberg 2006, 127–147.)

Säänmuokkauksen hyväksyttävyyttä voi tutkia pohtimalla sen merkitystä meille. Sateiden ja myrskyjen esiintyminen on tähän mennessä ollut ihmisen näkökulmasta onnen arpapeliä; jotkut yhteisöt tai yksilöt vain sattumoisin asuttavat suotuisten säiden alueita, kun taas toisten elämä on moninaisille säähän liittyville vaaroille altis. Inhimillisten tietojen ja taitojen karttuminen sekä kyky vaikuttaa sääoloihin kuitenkin muuttavat tilanteen: siirrymme satumasta valintaan. Valinta synnyttää vastuun ja näin ollen samalla sääetiikan. Valintaa ja hallintaa kuvaavat monet uudet englanninkieliset käsitteet, joille ei vielä ole vakiintuneita suomenkielisiä vastineita. Uusimmaksi muoti-ilmaisuksi on noussut ”geoengineering”, jonka vastineena ilmakehän ilmiöiden osalta käytämme sään- tai ilmastonmuokkausta. Termi toimii sateenvarjokäsitteenä erilaisille sään ja ilmaston hallintateknikoille (ks. Schneider 2008).

Sääetiikka tarkastelee yksittäisten sääilmiöiden hallitsemiseen ja ohjaamiseen liittyviä eettisiä ja poliittisia kysymyksiä. Ilmastoetiikka kohdistaa laveammin huomion ilmastonmuutoksen eettiseen ulottuvuuteen. Ilmastoetiikan tutkimusongelmat ovat moninaisia ja liittyvät muun muassa kysymyksiin vastuun määrittämisestä ja sen mahdollisesta jakamisesta, ilmastonmuutokseen sopeutumisen ehdoista, oikeudenmukaisuudesta, kasvihuonekaasupäästöjen rajoittamisesta sekä ilmastonmuokkauksen oikeutuksesta. Ilmastoetiikkaa keskustelua käytiin jossakin määrin *Helsingin Sanomissa* kesällä 2008, kun mielipidepalstalla pohdittiin ympäristöjärjestöjen aiempaa vastahakoisuutta ottaa lainkaan huomioon ilmastonmuutokseen sopeutumisen tarvetta – järjestöjen mielestä kaikki huomio olisi tullut kohdistaa ilmastonmuutoksen torjumiseen.

Tarkkaa eroa sään- ja ilmastonmuokkauksen sekä niihin liittyvien eettisten näkökulmien välille on kuitenkin mahdotonta tehdä. Yleisesti voisi todeta, että ilmastonmuokkauksen vaikutusten oletetaan olevan alueellisesti laaja-alaisempia ja pitkäkestoisempia kuin säänmuokkauksen vaikutusten. Ilmastonmuokkauksen tunnetuin muoto on tällä hetkellä ilmaston

lämpenemisen torjuminen mitä erilaisimmilla teknisillä ratkaisuilla, joista keskustelluimpia ovat muun muassa rautahiukkasten lisääminen meriveteen (Smetacek & Naqvi 2008), avaruuteen asennettavat auringon säteitä heijastavat kilvet tai avaruusalukset (Angel 2006) sekä sulfaattiaerosolien suihkuttaminen stratosfääriin (Crutzen 2006, 212; Wigley 2006, 452). Nämä keinot ovat kuitenkin vasta kehittämisasteella niihin sisältyvien epävarmuustekijöiden ja riskien vuoksi.

Kansainvälisen ilmastopaneelin IPCC:n vuoden 2007 yhteenvetoraportissa ilmastonmuokkauskeinoja ei edes mainita mahdollisina sopeutumismekanismineina (IPCC 2007a). Yhteenvetoraporttia edeltäneissä työryhmäraporteissa nämä menetelmät kuitenkin mainitaan. IPCC:n kolmannen työryhmän raportissa, joka käsittelee ilmastonmuutoksen hillintäkeinoja, ilmastonmuokkausmenetelmiä esitellään lyhyesti. Lisäksi niistä mainitaan, että nämä keinot ovat sivuvaikutuksiltaan arvaamattomia ja niiltä puuttuvat sekä uskottavat kustannuslaskelmat että institutionaaliset rakenteet. (IPCC 2007b, 624.) Osaraportti myöntää joidenkin esitelyjen menetelmien voivan vähentää auringon säteilyä maanpinnalla mutta kaikkia hiilipäästöihin liittyviä ongelmia ne eivät ratkaisisi. Esimerkiksi valtamerien happamoituminen jatkuisi entisellään niiden menetelmien kohdalla, jotka vain vähentävät auringon säteilyä.

Erilaisia ilmastonmuokkaushankkeita on silti suunnitteilla ja jopa pienimuotoisia kokeita luonnonolosuhteissa on tehty, sillä päästövähennyksien ei uskota riittävän ilmaston lämpenemisen epätoivottujen vaikutusten torjumiseen. Tähän on kuitenkin syytä lisätä, että tahto vaikuttaa sääilmiöihin ei välttämättä ole riippuvainen ilmaston lämpenemisestä, sillä tietysti jo ennen havahtumista ilmaston lämpenemisen mahdollisuuteen on esiintynyt myrskyjä, tulvia ja kuivuutta, joita kaikkia on haluttu torjua. Niinpä kysymys kuuluu: millaisissa olosuhteissa voidaan pitää sään manipulointia moraalisesti hyväksyttävänä, jos koskaan?

Joihinkin sään- tai ilmastonmuokkausteknisiin liittyviin eettisiin erityisongelmiin.

pä voidaan kysyä, kuinka eettistä toimintaa olisi suihkuttaa ilmakehään sulfaattiaerosoleja, joiden toisaalta tiedetään olevan haitallisia ilma-saasteita. Sulfaatti- ja muiden ihmistoimin-nasta peräisin olevien aerosolien pitoisuuksia onnistuttiin pienentämään teollisuusmaissa 1900-luvun lopun aktiivisella ympäristönsuoje-lulla, mikä vaati mm. kalliita rikinpoistotekno-logian investointeja. (Vrt. Kuusisto ym. 1996, 40–44.) Saasteiden ohella väheni kuitenkin samalla aerosolien ilmakehää viilentävä vaiku-tus, mikä selittää osan pohjoisella pallonpuolis-kolla parina viime vuosikymmenenä havaitus-ta lämpenemisestä. Nyt aerosoleja haluttaisiin takaisin ilmastoa viilentämään.

Tarvitaanko säänmuokkausta?

Kirjoituksemme alkuosassa on noussut esiin eräitä syitä säänmuokkauksen tekniikoiden kehittämiseen. Eettistä analyysiä varten on tarpeen systematisoida hieman näitä perusteluja, jotta säänmuokkauksen eettinen arviointi olisi mahdollista.

Virkistys- tai ylellisyysmuokkauksen ilmei-sin muoto on, että yksinkertaisesti haluamme jonkin meille suotuisan säätilan vallitsevan tiettyssä paikassa tiettyinä aikana. Esimerkkinä käy Pekingin kesäolympialaisissa toteutettu sään-muokkaus ja sateen estäminen. Suojautumis-muokkaus puolestaan on rajujen sääilmiöiden aiheuttamien tuhojen minimoimista tai estä-mistä. Se voisi tapahtua esimerkiksi ohjaamalla hurrikaanit ja taifuunit harvaanasutuille alueil-le tai tukahduttamalla myrskyjen tuhoivoimaa. Suojautumismuokkausta on myös myrkyllisen tai muutoin haitallisen sumu- tai pilvimuodos-telman hallittu hajottaminen. Lisäksi voidaan yksilöidä ilmaston lämpenemiseen liittyvä suo-jautumismuokkaus, jonka tarkoituksena on suo-jautua erilaisilta epäsuotuisilta sääolosuhteilta. Ihmistoiminnan aiheuttama ilmaston lämpene-minen ilmenee erilaisina sopeutumista vaativi-na, muuttuvina ja mahdollisesti ihmiselle erit-täin epäsuotuisina sää- ja ilmasto-oloina, joiden torjumiseen säänmuokkausta saatetaan käyttää. Tarvemuokkaus on osaltaan myös toimijan hyö-

tyä edistävää toimintaa, mutta sen tarkoituksena on tietyllä alueella asuvien ihmisten ja/tai luon-non elinolojen hyvinvoinnin turvaaminen. Tarvemuokkauksen perustapaus on sateen synnyttäminen kuivuudesta kärsivälle alueelle.

Säänmuokkausta voidaan tehdä myös erilai-sista strategisista syistä, jolloin pyritään samaan jotakin etua toisiin ihmisiin nähden tai aiheuttamaan heille haittaa. Sotilaallisen sään-muokkauksen tavoitteena on sääolojen muok-kaaminen sopiviksi sotilasoperaatioita varten tai haitalliseksi vastapuolelle. Esimerkiksi Yhdys-vallat aiheutti keinosateita vuosina 1967–72 Vietnamissa, Kambodžassa ja Laosissa (Har-per 2008, 20, 25; Weart 2003, 45; Fleming 2006, 13–14). Viimeisenä ja ehkä eniten kauhistusta herättävänä säänmuokkauksen lajina on terro-ristinen säänmuokkaus, joka tehdään vahingoit-tamistarkoituksessa: esimerkiksi ensimmäisessä Persianlahden sodassa Kuwaitista vetäytyneet irakilaisjoukot syyttivät öljylähteitä palamaan ja siten aiheuttivat alueellisen ilmasto-ongel-man. Sotilaallista ja terroristista säänmuokkaus-ta on käytännössä mahdotonta erottaa toisistaan tarkasti. Jos yritys tähän suuntaan tehdään, on kenties hyödyllistä viitata sodankäynnin yleises-ti hyväksytyihin sääntöihin. YK:n yleissopimus ympäristön muuttamismenetelmien sotilaal-lisen tai muun vihamielisen käytön kieltämi-sestä vuodelta 1976 estää sopimusosapuolilta ympäristönmuokkaustekniikoiden vihamielisen ja ympäristölle tuhoisan käytön (Yleissopimus 1976; Bauer et al. 1999, 27; Fleming 2007, 56). Tarve tähän sopimukseen nousi Yhdysvaltojen toiminnasta Kaakkois-Aasiassa.

Säänmuokkaus eettisen suurennuslasin alla

Sään käyttö aseena ja tuhon välineenä herät-tänevät eniten kysymyksiä, mutta muutkaan säänmuokkauksen lajit eivät ole kriittisen arvi-oinnin ulottumattomissa ja näin ollen herättävät joukon kysymyksiä.

Yhdysvaltalainen ympäristöfilosofi Dale Jamieson pohdiskeli jo vuosikymmen sitten perusteita ilmaston tahallisen muokkauksen hyväksynnälle. Nämä kriteerit soveltuvat käte-

20 SYYTÄ PIDÄTTÄYTYÄ ILMASTONMUOKKAUKSESTA (Robock 2008)	
ILMASTONMUOKKAUKSEN YMPÄRISTÖHAITAT	ILMASTONMUOKKAUKSEEN LIITTYVÄT EETTISET ONGELMAT
Vaikutukset alueelliseen ilmastoon	Muutosten palautuvuus
Merien happamoituminen	Inhimillisten erehdysten mahdollisuus
Otsonikato	Päästövähennysten tarpeen aliarvioiminen
Kasvillisuusvaikutukset	Taloudelliset kustannukset
Hapan laskeuma	Teknologian kaupallisen säätelyn vaikeus
Jääkidepilvien muodostuminen alailmakehään	Teknologian sotilaskäytön säätelyn vaikeus
Taivaankannen värimuutokset (esteettiset ja psykologiset haitat)	Ristiriita nykyisten sopimusten kanssa
Aurinkovoiman tarvitsema auringon säteily vähenee	Vaikeus sopia muokkauksen yhteisistä tavoitteista ja niiden mittaamisesta
Toimeenpanon ympäristövaikutukset	Muokkaukseen liittyvät moraaliset ongelmat
Mahdollisesta muokkauksen lopettamisesta seuraava äkillinen lämpeneminen	Odottamattomat seuraukset

västi myös säänmuokkauksen moraaliseen pohdintaan. Jamieson ehdottaa neljää näkökohtaa toiminnan arvioimiselle: (1) hanke on teknisesti toteuttamiskelpoinen; (2) sen seuraukset ovat luotettavasti ennustettavissa; (3) se voi tuottaa asiointiloja, jotka ovat vaihtoehtoihin verrattuna sosio-ekonomisesti parempia; (4) hankkeen täytäntöönpano ei vahingoita vakavasti ja järjestelmällisesti tärkeitä, perusteltuja eettisiä periaatteita tai näkökohtia. (Jamieson 1996, 326.) Toisin sanoen Jamieson pohtii sään- ja ilmastomuokkauksen oikeutusta korostetun, muttei yksioikoisen, seurauseettisesti, jolloin teon hyväksyttävyyden riippuu sen aiheuttamista seurauksista.

Ensimmäisessä näkökohdassa on ongelmana teknisen toteutuksen mahdollisuuden määrittely. On olemassa eriäviä mielipiteitä ilmastomuokkauksen teknisistä toteuttamis- ja onnistumismahdollisuuksista (ks. Robock 2008; Crutzen 2006). Keskustelussa sään- ja ilmastomuokkauksen toteutusmahdollisuuksista on rintamalinjoja suurten visionäärien ja skeptikoiden välillä. Klimatologian professori Alan Robock esittää eräässä kirjoituksessaan kaksikymmentä syytä säänmuokkauksesta pidättymiseen (Robock 2008; taulukko 2).

Varovaisuusperiaatteen hengen mukaisesti sellainen toimintaan ei pidä ryhtyä, josta saattaa olla korjaamatonta haittaa. Pitäisikö myös säänmuokkauksen osalta saada aikaan tilanne, jossa teknologian kehittäjät luopuisivat sen käytöstä siihen asti, kunnes epävarmuustekijät ratkaistaisiin ja uhat kesytettäisiin? Tämän hyväksyminen ei ole selviö. Vai voisiko todellista varovaisuutta olla pyrkimys poistaa hiilidioksidia ilmakehästä sään- ja ilmastomuokkauksen avulla, sillä ilmastomuutos on jo edennyt pisteeseen, jossa se alkaa merkittävästi muuttaa ihmisten elinolosuhteita?

Myös Jamiesonin esittämä toinen ehto, ilmastomuokkaushankkeiden luotettavuus, on hankala ja kiistanalainen: esimerkiksi Robock pitää ilmastomuokkauksen muotoja tällä hetkellä epäluotettavina, sillä niiden seurausten ennustaminen on mahdotonta (Robock 2008b, 16–17; ks. myös MacCracken 2006, 240). Ilmastomuokkaus saattaa esimerkiksi vaikuttaa sateiden vähenemiseen ja aiheuttaa kuivuutta (Robock 2008, 15). Näin ollen on vielä epävarmaa, voidaanko säänmuokkauksen avulla lopultakaan parantaa paikallisia sääoloja. Siten myös kolmannen näkökohdan hyväksyminen on vaikeaa.

Ilmastonmuokkauksella saattaa olla arvaamattomia sivuvaikutuksia, joilla on puolestaan merkitystä kyseisen ilmastonmuokkaustoimenpiteen sosio-ekonomisen vaikuttavuuden määrittelyyn (Jamieson 1996, 328). Miten epävarmuuden vallitessa voidaan arvioida ilmastonmuokkauksen sosio-ekonomista vaikuttavuutta?

Mikäli säänmuokkauksen toteuttamiseen on olemassa tarvittavat varat, teknologia ja niiden toteuttamisen riskit sekä epävarmuustekijät on otettu huomioon, voidaan kysyä, onko toimijalla tai yhteisöllä siinä tapauksessa velvollisuus muokata sääitä. Pitäisikö tällöin ottaa paras mahdollinen teknologia käyttöön estämään myrskyjen tuhot, tulvat ja kuivuudet? Johdattelevan kysymyksen taustalla on intuitio, että ihmisillä on velvollisuus auttaa toisiaan silloin, kun he siihen pystyvät, tai vähintäänkin olla estämättä sellaisten keinojen käyttöä, joihin ahdingossa olevat voivat nojata lievitystä hakiessaan. Ongelman tällaista muotoilua on hankala kumota, sillä monien mielestä ahdingossa olevia on syytä auttaa. Kenties säänmuokkauksen kriitikko voisi kysyä, auttaako menetelmä lopultakaan ahdingossa olevia. Toisaalta voidaan myös kiistää kyseisen velvollisuuden olemassaolo (joskin tämä perustelu ei mielestämme ole kestävä).

Myös muita vastauksia voi tarjota ja lisäkysymyksiä esittää: Entä jos avun tarvitsija kieltäytyy humanitaarisesta tai kansainvälisestä avusta? Kuka valvoo velvollisuuksien toteuttamista, säänmuokkauksen toteutumista ja onnistumista? Vielä traagisempi kysymys koskee säänmuokkauksen epäonnistumista: mitä tällöin pitäisi tehdä ja kuka vastaisi korjausyrityksistä? Schneiderin (1996, 300; 2001, 419; 2008, 1) näkemykset kansainvälisen instituution tarpeellisuudesta sekä toisaalta tällaisen instituution olemassaolon ja luotettavan toiminnan ongelmallisuudesta pätevät myös säänmuokkauksen toteuttamisvelvollisuutta ja sen mahdollista valvojaa koskevaan ongelmaan. Kenties alussa mainitsemamme WMO:n sopimus Oslossa vuonna 2007 ajaa asiaa – toinen mahdollinen sään- ja ilmastonmuokkauksista valvova sopimus voisi olla Yhdistyneiden Kansakuntien vuonna 1992 allekirjoitettu ilmastopöytäkirja UNFCCC, jonka

tuleviin pöytäkirjoihin säänmuokkauksen sääntely voitaisiin sisällyttää.

Jamiesonin ehdottama neljäs periaate, jonka mukaan hanke ei saa vahingoittaa eettisiä periaatteita, näyttää ensi näkemältä ymmärrettävältä mutta sisältää toisaalta ongelman siitä, mitä tarkkaan ottaen eettisten periaatteiden vahingoittamisella tässä tapauksessa tarkoitetaan. Ehkä sen voisi tulkita liittyvän esimerkiksi toiminnan oikeudenmukaisuuteen ja demokraattisuuteen. Tämä synnyttää uusia kysymyksiä: Miten voitaisiin ottaa kaikkien Maan asukkaiden näkemys huomioon päätettäessä yhteisen ilmaston asioista? Entä miten oikeuttaa vauraampien valtioiden määrittämät ilmastonmuokkaukset? Päätyisikö teknologia lopulta sitä kaikkein kipeimmin tarvitsevien käyttöön? Luultavaa on, että säänmuokkaus olisi kaupallista toimintaa, joten sen saatavuus rajautuisi niille, joilla olisi varaa maksaa siitä. Vaikka tarveperustainen säänmuokkaus on hyvä idea ja kenties selkeimmin hyväksyttävissä, teknologia jäänee niiden vaurauden valtioiden maanviljelijöille, jotka saavat valtiolta tukea. Siten he saisivat edelleen itselleen etua kehitysmaiden tuotantoon nähden. Samoin voisi käydä myrskyjen hallinnan osalta: aineellisten tuhojen ehkäisemiseksi myrskyt voitaisiin yrittää ohjata alueille, jotka eivät ole vauraita eivätkä kykeneviä itsensä puolustamiseen. Erilaiset sääolot aiheuttavat kuitenkin joillekin toimijoille väistämättä haittaa: Kuka olisi halunnut joutua hirmumyrsky Katrinnan reitille? Entä onko ylipäänsä hyväksyttävää kääntää monen luonnollista epäonnea usean epäluonnolliseksi epäonneksi? Yhtä kaikki ongelmana tulisi olemaan, että suojaus- ja tarve- muokkauksen nimissä toimitaan strategisesti ja ajetaan pelkästään omaa etua.

Mikäli säämuokkauksen vaikutuksia paikallisiin elinoloihin ei tunneta tai ne tunnetaan heikosti, on vaikeaa arvioida luotettavasti niiden lopullisia ympäristövaikutuksia. Näin ollen Jamieson esittää, että esimerkiksi peruuttamat ihmis toiminnan aiheuttamat muutokset ympäristössä saattavat vaikuttaa negatiivisesti tulevien sukupolvien elinmahdollisuuksiin. Myös ihmiskunnan mahdollisuus oppia virheistään menetetään, mikäli peruuttamattomia

ympäristövahinkoja saadaan aikaan. (Jamieson 1996, 330.) Myers (1995) varoitti erillisinä pidettyjen ympäristöongelmien voivan vaikuttaa toisiinsa, ja tuottaa ennakoimattomia ”ympäristöyllätyksiä”. Ilmastonmuokkaus voi teknisesti onnistua ja olla mahdollista, mutta samalla se vahvistaa inhimillistä ylimielisyyttä siitä, että ihmisen ja luonnon suhde perustuu ensin mainitun hallintaan jälkimmäisestä. Jamieson ei innostu ilmastonmuokkauksen ajatuksesta mutta toteaa, että tulevaisuudessa ilmastonmuokkaus voi olla ”pienempi paha” verrattuna ilmaston lämpenemiseen ja sen aiheuttamiin negatiivisiin vaikutuksiin. (Jamieson 1996, 330–333.) Jamiesonin esittämät ilmastonmuokkauksen eettiset kriteerit nostavat esille monia ongelmia, joilla on merkitystä myös paikallisemman säänmuokkauksen eettisten ongelmien tarkastelulle. Näin ollen esitetyt kriteerit kyseenalaistavat myös monet säänmuokkauksen menetelmät.

Lopuksi

Sääolojen muokkaajat ja heidän uskaliaat visionsa ilmastonmuutoksen torjumisesta ja sääolojen hallinnasta ovat avanneet mielenkiintoisia ja erittäin merkittäviä kysymyksiä koskien ihmisen mahdollisuuksia hallita ja muokata sääoloja ja ilmastoa. Tämän artikkelin tarkoituksena on ollut kartoittaa sään- ja ilmastonmuokkaukseen liittyviä eettisiä kysymyksiä ja toimia eräänlaisena ponnahduslautana filosofiselle sään- ja ilmastonmuokkauksen arvioinnille sekä ilmastonmuutoksen tutkimukselle.

Minkälaisia arvoja ilmastonmuokkauksen etiikkaa pohdittaessa ja muodostettaessa siten tulisi ottaa huomioon? Taloudelliset arvot ovat keskeisessä asemassa pohdittaessa ilmaston lämpenemiseen liittyviä poliittisia kysymyksiä: päästövähennysten ja sopeutumisen sekä erilaisten tulevaisuuskenaarioiden laskelmat vaikuttavat ratkaisevasti moniin mielipiteisiin siitä, miten toimia ja minkälaiseen toimintaan katsotaan olevan varaa. Taloudellisilla pohdinnoilla oli merkittävä osuus mm. IPCC:n vuoden 2007 ilmastoraporteissa. Taloudelliset arvot ovat kuitenkin vain arvoja muiden joukossa – ilmaston lämpenemiseen liittyvissä eettisissä kysymyk-

sissä tulisi ottaa huomioon taloudellisen kustannus-hyöty-analyysin sijaan myös moraalisia arvoja siitä, miten ihmisten tulisi elää ja miten heidän tulisi suhtautua toisiinsa ja luontoon (Jamieson 1992).

Kattava sään ja ilmaston erityiskysymyksiin perehtyvä ympäristöetiikka, joka jakaantuu sääetiikkaan ja ilmastoetiikkaan, on osa soveltavan etiikan tutkimuskenttää rakentaen, tämentäen ja tuoden julki niitä ongelmakohtia, joita 2000-luvun merkittävin ympäristöongelma – ilmastonmuutos – asettaa pohdittavaksi. Kysymykset niin sanotun luonnollisen ilmakehän niin sanotusta epäluonnollisesta muokkauksesta, joko ilmastonmuutokseen liittyen tai siitä riippumatta, tarvitsevat filosofista lisätutkimusta. Tähän tarpeeseen sääetiikka pyrkii vastaamaan.

Lähteet

- Angel, Roger, P. ”Feasibility of Cooling the Earth with a Cloud of Small Spacecraft Near the Inner Lagrange Point (L1)”. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103(2006): 17184–17189.
- Anon. 1946. Eurooppa jääkentäksi. *Turun Sanomat* 15.12.1946.
- Bauer, Peter & Seboldt Wolfgang & Klimke Michael. ”Earth Weather and Climate Control: Can Space Technology Contribute?” *Space Policy* 15(1999): 27–32.
- China Meteorological Administration. ”Weather Modification.” http://www.cma.gov.cn/english/About_us/t20070627_200245.phtml. 9.9.2008.
- Crichton, Michael. *Pelon ilmasto*. Otava, Helsinki 2006. (Alkuteos 2004).
- Crutzen, P.J. ”Albedo Enhancement by Stratospheric Sulfur Injections: A Contribution to Resolve a Policy Dilemma?” *Climatic Change* 77(2006): 211–219.
- Elsner, J. B., Kossin, J. P. & Jagger, T. H.. ”The Increasing Intensity of the Strongest Tropical Cyclones.” *Nature* 455(2008): 92–95.
- Fleming, James R. ”The Pathological History of Weather and Climate Modification: Three Cycles of Promise and Hype.” *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 37(2006): 3–25.
- Fleming, James R. ”The Climate Engineers: Playing God to Save the Planet.” *Wilson Quarterly* 1(2007): 46–60.
- Harper, Kristine C. ”Climate Control: United States Weather Modification in the Cold War and Beyond.” *Endeavour* 32(2008): 20–26.
- IPCC. *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Pachauri, R.K. & Reisinger, A. (toim.) IPCC, Geneva, 2007a.
- IPCC. *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report*

- of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Metz, B. et al. (toim.). Cambridge University Press, Cambridge, 2007b.
- Isomäki, Risto. *Sarasvatın hiekkaa*. Tammi, Helsinki 2005.
- Isomäki, Risto. *34 tapaa estää maapallon ylikuumeneminen: Järkevistä vaihtoehdoista hullun tiedemiehen ratkaisuun*. Tammi, Jyväskylä 2008.
- Jamieson, Dale. "Ethics, Public Policy and Global Warming." *Science, Technology and Human Values* 17(1992): 139–153.
- Jamieson, Dale. "Ethics and Intentional Climate Change." *Climatic Change* 33(1996): 323–336.
- Karttunen, Hannu, Koistinen, Jarmo, Saltikoff, Elena & Manner, Olli. *Ilmakehä, Sää ja Ilmasto*. Tähtitieteellinen yhdistys Ursa, Helsinki 1998.
- Keith, David W. "Geoengineering the Climate: History and Prospect." *Annual Review of Energy and the Environment* 24(2000): 245–284.
- Kuusisto, Esko, Kauppi, Lea & Heikinheimo, Pirkko. *Ilmastomuutos ja Suomi*. Yliopistopaino, Helsinki 1996.
- MacCracken, Michael C. "Geoengineering: Worthy of Cautious Evaluation?" *Climatic Change* 77(2006): 235–243.
- McIlveen, R. *Fundamentals of Weather and Climate*. Chapman & Hall, London 1992.
- Myers, N. "Environmental Unknowns." *Science* 269(1995): 358–360.
- Oliver, J. E. *Climate and Man's Environment. An Introduction to Applied Climatology*. John Wiley & Sons, New York 1973.
- Pärssinen, Martti. "Ihminen ja Ympäristö Prekolumbiaanisen Ajan Keski-Andeilla." Teoksessa Kuparinen, Eero (toim.). *Muuttuva Maailmamme. Ympäristöongelmia Eilen ja Tänään*. Julkaisuja n:o 24. Turun yliopiston historian laitos, Turku. 1992: 33–46.
- Robock, Alan. "20 Reasons Why Geoengineering May Be a Bad Idea." *Bulletin of the Atomic Scientists* 64(2008): 14–18, 59.
- Rusin, N. & L. Flit. *Man versus Climate*. Moscow: Peace Publishers, ei painovuotta.
- Schneider, Stephen H. "Geoengineering: Could – or Should – We Do It?" *Climatic Change* 33(1996): 291–302.
- Schneider, Stephen H. "Earth Systems Engineering and Management." *Nature* 409(2001): 417–421.
- Schneider, Stephen H. "Geoengineering: Could We or Should We Make It Work?" *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 366(2008): 3843–3862.
- Smetacek, V. & Naqvi, S.W.A. "The Next Generation of Iron Fertilization Experiments in the Southern Ocean." *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 366(2008): 3919–3945.
- Steinberg, Ted. *Acts of God. The Unnatural History of Natural Disaster in America*. 2nd ed. Oxford University Press, Oxford 2006.
- Weart, Spencer R. *The Discovery of Global Warming*. Harvard University Press, Cambridge, Mass. 2003.
- Wigley, T.M.L. "A Combined Mitigation/Geoengineering Approach to Climate Stabilization." *Science* 314(2006): 452–454.
- Weather Modification Association. "Organization." <http://www.weathermodification.org/organization.htm>. 9.9.2008.
- World Meteorological Organization. "Executive Summary of the WMO Statement on Weather Modification." The Commission for Atmospheric Sciences Management Group, Second Session (2007). http://www.wmo.int/pages/prog/arep/wmp/documents/WMO_statement_guidelines_approved.pdf. 8.9.2008.
- Yleissopimus 1976. Yhdistyneiden kansakuntien yleissopimus ympäristön muuttamismenetelmien sotilaallisen tai muun vihamielisen käytön kieltämisestä. (Sops 60/1978).
- Ziegler, C. E. *Environmental Policy in the USSR*. Frances Pinter (Publishers), London 1987.
- Valtiotieteen maisteri Sanna Joronen on tutkija Turun yliopiston käytännöllisen filosofian laitoksella. Valtiotieteen tohtori Markku Oksanen on filosofian lehtori Kuopion yliopistossa sekä ympäristöfilosofian dosentti Turun ja Joensuu yliopistoissa. Filosofian tohtori Timo Vuorisalo on ekologian ja ympäristönsuojelun dosentti Turun yliopistossa ja toimii ympäristötieteen lehtorina Turun yliopiston biologian laitoksessa. Artikkelin on osa Maj ja Tor Nesslingin säätien rahoittamaa "Ilmaston lämpenemisen etiikka"-hanketta.**