

Aineisto 2.1 Ilmastonmuutos vaikuttaa Suomen eliölajistoon

Ilmastonmuutos vaikuttaa Suomen eliölajistoon monin tavoin, ja **erityisen selvästi** vaikutukset näkyvät boreaalisissa eli **pohjoisissa havumetsissä**. Tällä hetkellä metsien kasvua rajoittavat lyhyt kasvukausi, viileät kesät ja maaperän vähäiset ravinteet. Lämpenevä ilmasto ja nouseva ilmakehän hiilidioksidipitoisuus voivat kuitenkin lisätä puuston kasvua. **Vaikutukset eivät ole kaikkialla samanlaisia**, sillä ympäristöolosuhteet vaihtelevat alueittain. Joillakin alueilla lämpeneminen ja kuivuuden lisääntyminen voivat heikentää tiettyjen puulajien kasvua, kun taas toisaalla ne saattavat parantaa toisten lajien menestymistä. Samaan aikaan lajispesifien tuhohyönteisten ja kasvitautien riskit kasvavat, mikä voi nopeasti muuttaa puulajikoostumusta laajoilla alueilla.

Suomesta ei todennäköisesti häviä yhtään nykyistä puulajia pelkästään ilmastonmuutoksen seurauksena, mutta puulajien keskinäiset **valtasuhteet todennäköisesti muuttuvat**. Erityisesti männyn, kuusen ja koivun osuuksissa voi tapahtua huomattavia alueellisia vaihteluita (Aineisto A2.2). Lämpeneminen voi myös **nopeuttaa maaperän orgaanisen aineksen hajoamista**, jolloin tyypeä vapautuu kasvien käyttöön ja puiden kasvu voi kiihtyä. Lehtipuut reagoivat ilmaston lämpenemiseen ja maaperän muutoksiin usein nopeammin kuin havupuut.

Ilmastonmuutos vaikuttaa samankaltaisesti nisäkäs- ja lintulajeihin; **pohjoiset lajit vähenevät** ja niiden levinneisyysalueet siirtyvät pohjoisemmaksi, kun taas **eteläiset lajit hyötyvät**. Vaikka pohjoisen lintulajit taantuvat, voi Suomen lintulajimäärä myös kasvaa, kun eteläisiä lajeja leviää maahan. Suomeen odotetaan saapuvan uusia metsälintuja lähialueilta. Tällaisia lajeja ovat esimerkiksi viitatiainen (*Poecile palustris*) ja tammitikka (*Dendrocopos medius*). Suomessa nyt harvalukuisina pesivät pähkinänakkeli (*Sitta europaea*) ja nokkavarpunen (*Coccothraustes coccothraustes*) todennäköisesti runsastuvat ja laajentavat levinneisyysaluettaan. Myös talitiainen (*Parus major*), sinitäinen (*Cyanistes caeruleus*) ja mustarastas (*Turdus merula*) ovat runsastuneet viime vuosikymmeninä, ja niiden menestystä tukevat sekä leudommat talvet että ihmistoiminta, kuten lisääntynyt talviruokinta. Merkittäviä muutoksia on nähty myös merilinnuissa, esimerkiksi sulavesissä talvehtivan laulujoutsenen (*Cygnus cygnus*) talvehtijamäärät ovat jo nyt yli satakertaistuneet.

Lyhenevä ja ohuempi lumipeite suosii myös eteläisiä nisäkäslajeja, jotka menestyvät huonommin paksussa lumessa. Esimerkiksi metsäkauris (*Capreolus capreolus*) hyötyy olosuhteiden leudontumisesta. Myös suuret kasvinsyöjät, kuten hirvi (*Alces alces*), voivat hyötyä vähenevästä lumesta, koska ravintokasvit ovat pidempään saatavilla ja liikkuminen on helpompaa. Jos hirvikanta kasvaa voimakkaasti etenkin Etelä-Suomessa, se voi heikentää hirven tärkeiden ravintopuiden, kuten haavan (*Populus tremula*), pihlajan (*Sorbus aucuparia*) ja raidan (*Salix caprea*), mahdollisuuksia kasvaa täysikasvuiseksi.

Pienpetoyhteisön, erityisesti ketun (*Vulpes vulpes*) ja supikoiran (*Nyctereutes procyonoides*), vahvistuminen voi **muuttaa** merkittävästi myös **tautien ja loisten esiintymistä**. Kettukannan kasvu ja kannanvaihteluiden tasaantuminen voivat luoda edellytykset ihmiselle vaarallisen myyräkinokokin (*Echinococcus multilocularis*) leviämiselle Suomeen.

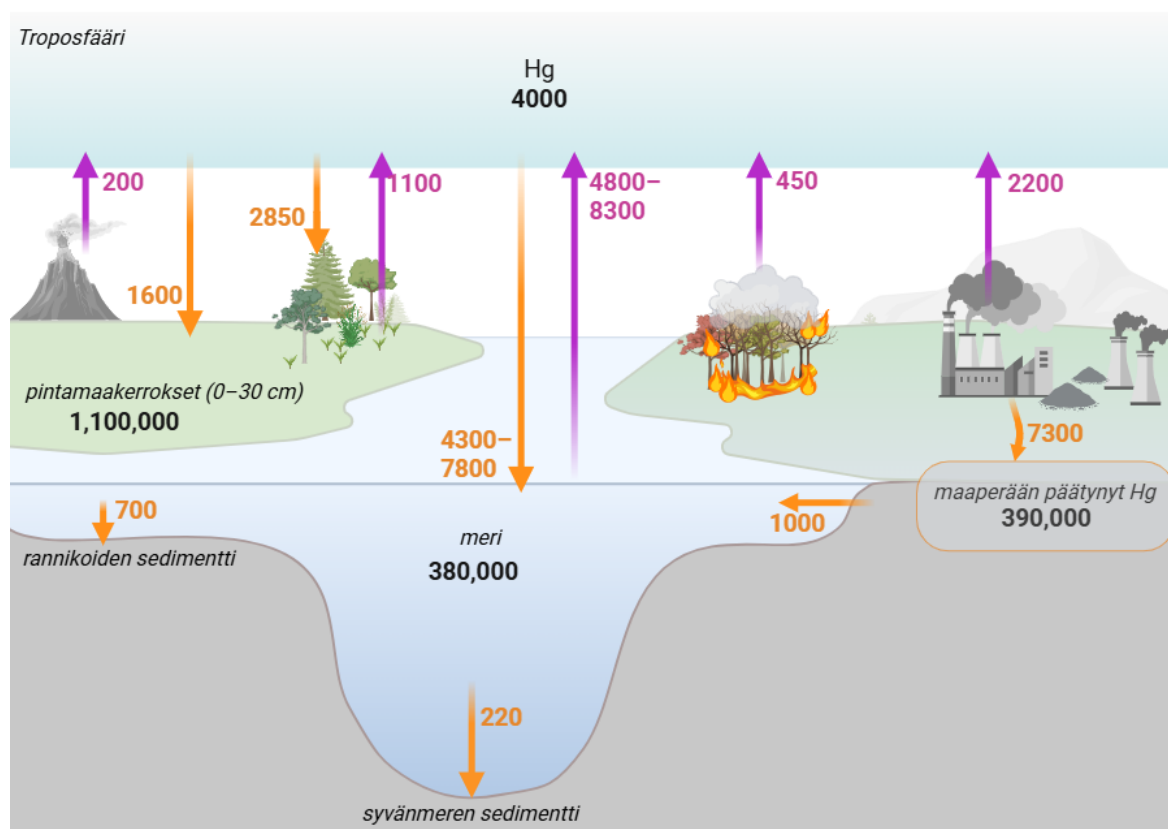
Lähteenä käytetty mukailen:

https://www.fi/app/uploads/e/e/8/nemcd2ojf64v9qtqt7rrii/ilmastonmuutos_ja_suomen_luonto.pdf

Ilmastonmuutoksen vaikutus Suomen luontoon esimerkkiympäristöissä: 26.11.2019

Aineisto 2.3 Elohopea ympäristömyrkkynä

Elohopea on ympäristömyrky, jolla on vaikutusta ihmisten terveyteen ja talouteen kaikkialla maailmassa. Tämä on johtanut kansainväliseen yhteistyöhön ja YK:n ympäristöohjelman (UNEP) johdolla aikaansaatuun Minamatan yleissopimukseen, joka on onnistunut vähentämään elohopeapäästöjä ja niiden aiheuttamia ympäristöongelmia. **Ihmistoiminnan lisäksi epäorgaanisen elohopean kiertoon vaikuttavat fyysiset ja biogeokemialliset tekijät** (kuva 1).



Kuva 1. Elohopean kiertoon vaikuttavat tekijät.

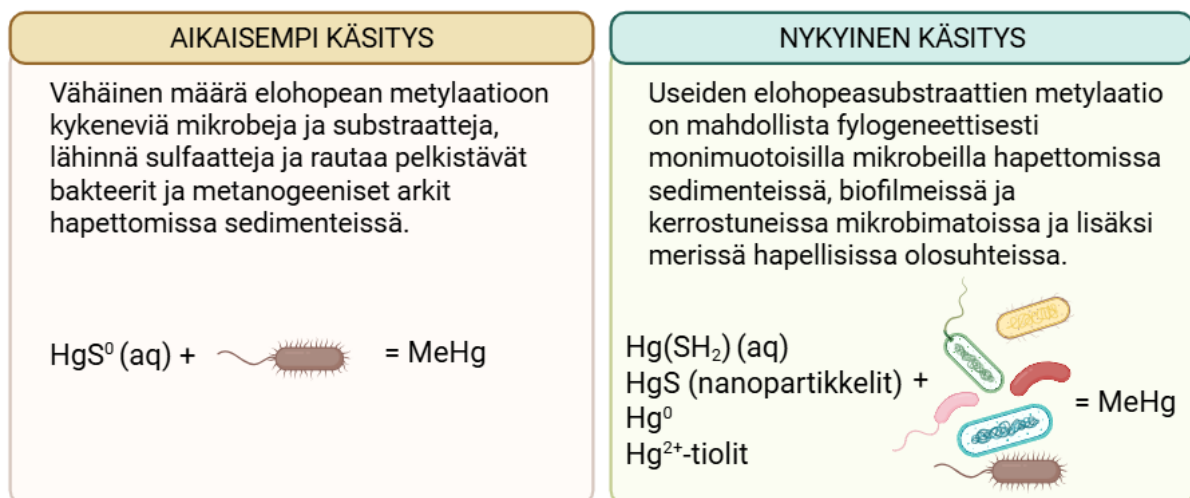
Elohopeaa on varastoituneena pintamaakerrokseen (0–30 cm) 1100 gigagrammaa (Gg), valtameriin 380 Gg ja ilmakehään 4 Gg. Viimeisen viidensadan vuoden aikana ihmistoiminnan vaikutuksesta elohopeaa on päätynyt maa- ja vesialueille ja elohopeaa on edelleen tänä päivänä maaperässä 390 000 megagrammaa (Mg). Maaperän elohopeavarasto kasvaa tällä hetkellä 7300 Mg vuosittaisilla päästöillä.

Luonnonilmiöiden ja ihmistoiminnan vaikutuksesta ilmakehään vapautuu kaasumaista elohopeaa eli elohopeahöyryä. Ilmakehään vapautuu tulivuorien toiminnan seurauksena elohopeaa 200 Mg vuosi⁻¹ ja metsäpaloissa vapautuu 450 Mg vuosi⁻¹. Näiden lisäksi maa-alueilla elohopean luonnollista vapautumista ilmakehään tapahtuu 1100 Mg vuosi⁻¹. Ihmistoiminnan elohopeapäästöt ilmakehään ovat 2200 Mg vuosi⁻¹.

Satelliittiaineistojen perusteella kasvillisuuden yhteyttämisaktiivisuuden ja ilmassa olevan elohopean määrän välillä on korrelaatio. Maa-alueilla ilmakehän elohopealla on havaittu olevan vastaava vuodenaikaisrytmi kuin hiilidioksidilla, mutta sen sijaan

avomerellä tehdyissä kaasumaisen elohopean mittauksissa ei ole havaittu vuodenaikaisvaihtelua. Maaekosysteemit toimivatkin elohopean nieluina. Kasvillisuus ja maaperä sitovat ilmakehästä elohopeaa $2850 \pm 500 \text{ Mg vuosi}^{-1}$. Syksyllä lehtien pudotessa kierto jatkuu ja lehtien elohopea siirtyy maaperään ja lopulta vesistöihin. Yhteensä elohopeaa siirtyy maa-alueilta rannikkoalueiden sedimentteihin $700 \text{ Mg vuosi}^{-1}$ ja syvänmeren sedimentteihin $220 \text{ Mg vuosi}^{-1}$. Elohopean laskeuma ilmakehästä valtameriin on $4300\text{--}7800 \text{ Mg vuosi}^{-1}$. Valtameristä ilmakehään siirtyvän elohopean määrä on $4800\text{--}8300 \text{ Mg vuosi}^{-1}$.

Pääosin anaerobiset mikrobit muuntavat epäorgaanisen elohopean orgaaniseksi metyylielohopeaksi. Ihmisille ja eliöille haitallisinta on metyylielohopea, joka rikastuu ravintoketjussa. Uusimmat tutkimukset mikrobien genomeista ja ympäristön metagenomeista ovat muuttaneet aikaisempia käsityksiämme elohopeaa metyloivista mikrobeista (kuva 2). Genomitutkimusten perusteella elohopean metylaatioon tarvittavia geenejä on löydettävissä sekä aerobisista että anaerobisista ympäristöistä, joissa hapettumisen ja pelkistymisen olosuhteet vaihtelevat. Metylaatiogeenit näyttävät liittyvän kuitenkin enimmäkseen anaerobisiin mikrobeihin. Elohopean metylaatiogeenien löytyminen myös aerobisista mikrobeista on uusi tutkimuslöytö, jonka merkitystä elohopean kierrossa ei toistaiseksi tunneta.



Kuva 2. Käsitys elohopean metylaatiosta on muuttunut.

Lähteet:

Kuvat ja teksti:

Sonke ym. (2023). *Ambio*. <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01855-y>

Teksti:

Jiskra, M., Sonke, J.E., Obrist, D. *et al.* 2018. A vegetation control on seasonal variations in global atmospheric mercury concentrations. *Nature Geosci* **11**, 244–250.

<https://doi.org/10.1038/s41561-018-0078-8>

Ilmatieteen laitos 2018. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/505447734>