
Tieteellinen opas ilmastoskeptismiin



John Cook
skepticalscience.com

Kiitokset

Tieteellisen oppaan ilmastoskeptismiin on kirjoittanut John Cook, skepticalscience.com. Kiitämme dokumentin tekemiseen ja tarkastamiseen osallistuneita:

- Dr. John Abraham, Associate Professor of Engineering, University of St. Thomas, St. Paul, Minnesota
- Paul Beckwith, Laboratory for paleoclimatology and climatology, Department of Geography, University of Ottawa, Canada
- Prof. Andrew Dessler, Department of Atmospheric Science, Texas A&M University
- Prof. Ove Hoegh-Guldberg, Director, Global Change Institute, University of Queensland
- Prof. David Karoly, School of Earth Sciences, University of Melbourne
- Prof. Scott Mandia, Physical Sciences, Suffolk County Community College
- Dana Nuccitelli - Environmental Scientist, Tetra Tech, Inc.
- James Prall, The Edward S. Rogers Sr. Department of Electrical and Computer Engineering, University of Toronto
- Dr. John Price, www.grandkidzfuture.com
- Corinne Le Quéré, Professor of Environmental Sciences, University of East Anglia, UK
- Prof. Peter Reich, Sr. Chair in Forest Ecology and Tree Physiology, University of Minnesota
- Prof. Riccardo Reitano, Department of Physics and Astronomy, University of Catania, Italy
- Prof. Christian Shorey, Geology and Geologic Engineering, Colorado School of Mines
- Suffolk County Community College MET101 students
- Glenn Tamblyn, B Eng (Mech), Melbourne University, Australia
- Dr. André Viau, Laboratory for paleoclimatology and climatology, Department of Geography, University of Ottawa, Canada
- Dr. Haydn Washington, Environmental Scientist
- Robert Way, Department of Geography, Memorial University of Newfoundland, Canada
- Dr. Ray Weymann, Director Emeritus and Staff Member Emeritus, Carnegie Observatories, Pasadena, California; Member, National Academy of Sciences
- James Wight
- Bärbel Winkler, Germany

Alkuperäisjulkaisu, joulukuu 2010.

Lisätiedot ja palaute, katso www.skepticalscience.com

Suomennos: Ari Jokimäki, Kaj Luukko, Esko Pettay, Janne Tuukkanen



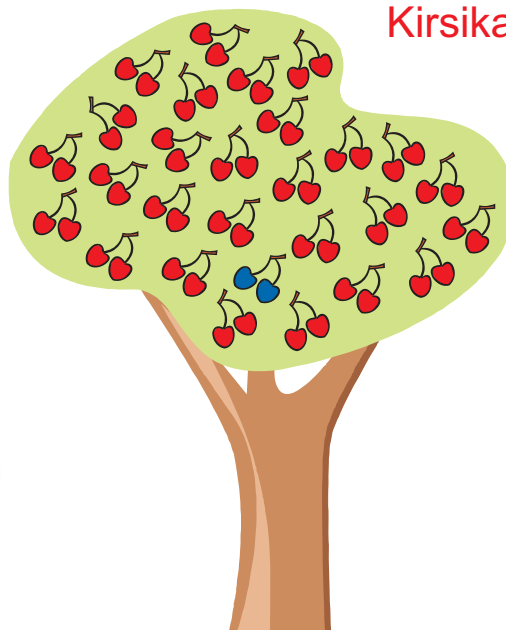
Tämä teos on lisensoitu Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported -lisenssillä. Lainauksissa mainittava lähde: Skeptical Science - www.skepticalscience.com

Mitä skeptisyys tarkoittaa?

Tieteellinen skeptisyys on hyvä asia. Skeptisyys itse asiassa kuuluu tieteen luonteeseen. Aito skeptisyys merkitsee kaikkien todisteiden ottamista huomioon ennen lopullisen johtopäätöksen tekemistä.

'Ilmastoskeptismiä' lähemmin tarkastellessamme huomaamme kuitenkin, että todisteita käytetään valikoiden halutun johtopäätöksen perustelemiseksi. Muut todisteet hylätään. Tämä ei ole skeptisyyttä, vaan tieteen ja tosiasioiden ylenkatsomista.

Tässä oppaassa tarkastellaan todisteita ihmisen aiheuttamasta ilmastomuutoksesta, sekä sitä, miten ilmastoskeptikoiden väittämät voivat johtaa harhaan esittämällä vain valikoituja todisteita ottamatta kokonaisuutta huomioon.



Kirsikanpoimintaa

Valikoiva kirsikanpoiminta voi antaa mielikuvan, että tämän puun kirsikat ovat sinisiä.

Mutta mitä kaikki todisteet yhdessä kertovat?

Ihmiskunnan sormenjälki ilmastomuutoksessa

Tutkijat etsivät johdonmukaisuutta - toisistaan riippumattomia yhdenmukaisia todisteita. Ilmastotutkimuksen koko todistusaineisto paljastaa useita erillisiä, näkyviä ihmistoiminnan vaikutuksia ilmastoon.

Ilmakehän hiilen mittaukset osoittavat fossiilisten polttoaineiden käytön dramaattisesti lisäävän ilmakehän hiilidioksidin (CO₂) pitoisuutta. Satelliiteista ja maanpinnalta tehdyt mittaukset

osoittavat ylimääräisen hiilidioksidin sitovan lämpöä, joka muuten karkaisi avaruuteen. Useista ilmiöistä nähdään lisääntyvän kasvihuoneilmion kanssa yhdenmukaista lämpenemistä. Koko ilmakehän rakenne on muuttumassa.

Todisteet ihmisen aiheuttamasta ilmaston lämpenemisestä eivät perustu pelkkiin teorioihin ja tietokonemalleihin, vaan useisiin toisistaan riippumattomiin, suoriin mittauksiin todellisesta maailmasta.

Ihmisen sormenjäljet ilmastomuutoksessa

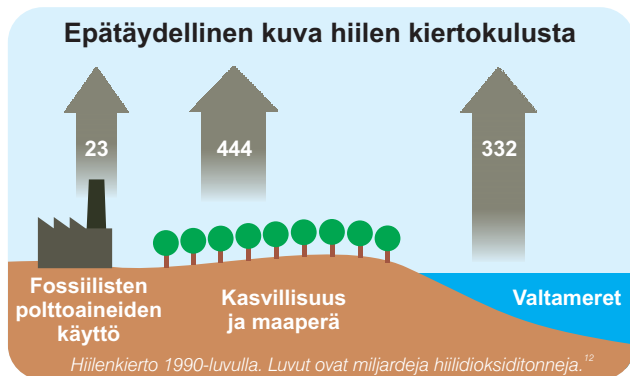


Ihmiset lisäävät hiilidioksidin määrää

Kun tarkastellaan ilmastoskeptikoiden väittämiä, niistä paljastuu tietty kaavamaisuus. He keskittyvät palapelin yksittäisiin paloihin ja jättävät kokonaisuuden huomiotta. Hyvä esimerkki tästä on väite, että ihmisen hiilidioksidipäästöt ovat pieniä verrattuna luonnollisiin päästöihin.

Väite menee näin: Joka vuosi päästämme yli 20 miljardia tonnia hiilidioksidia ilmakehään. Luonnolliset päästöt ovat peräisin kasvillisuudesta ja valtameristä. Ne ovat yhteensä jopa 776 miljardia tonnia vuodessa. Ilman täyttä ymmärrystä hiilen kiertokulusta meidän päästöimme näyttävät pieniltä verrattuna luonnon osuuteen.

Puuttuva osa tässä ajattelutavassa on se, että luonto ei ainoastaan tuota hiilidioksidipäästöjä, vaan myös sitoo

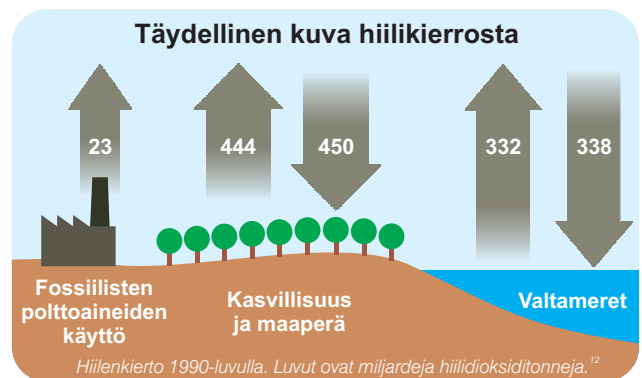


hiilidioksidia. Kasvit sitovat hiilidioksidia (fotosynteesissä) ja sitä liukenee valtava määrä valtameriin. Luonto sitoo

hiilidioksidia vuosittain 788 miljardia tonnia, joka osapuilleen kumoo luonnon omat päästöt. Ihmistoiminta horjuttaa tätä tasapainoa. Vaikka osa päästöistämme sitoutuukin luonnon nieluihin, kuten kasveihin ja valtameriin, noin puolet jää ilmakehään.

Ihmisten päivittäisten hiilidioksidipäästöjen paino vastaa 8000 Meksikonlahden öljyvuotoa

Fossiilisten polttoaineiden käytön takia ilmakehän



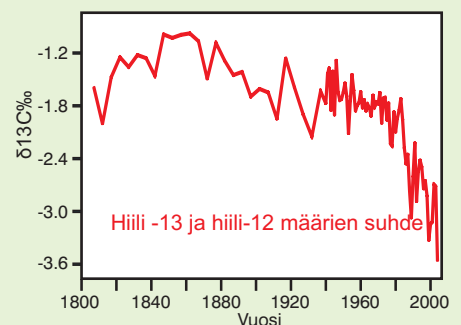
hiilidioksidipitoisuus on korkeampi kuin kertaakaan kahteen miljoonaan vuoteen ja pitoisuus kasvaa yhä! Väite "ihmisen hiilidioksidipäästöt ovat pieniä" johtaa harhaan, koska se on vain puolet totuudesta.

Ihmisen sormenjälki 1 Fossiilisten polttoaineiden jäljet ilmassa ja koralleissa

Ilmassa on hiiltä erilaisissa muodoissa, joita kutsutaan isotoopeiksi. Yleisin on hiili-12 -isotooppi. Raskaampi muoto on hiili-13. Kasvit suosivat kevyempää hiili-12 -isotooppia.

Fossiiliset polttoaineet, kuten kivihiili ja öljy, ovat peräisin muinaisista kasveista. Polttamalla niitä voimme siis olettaa hiili-12:n suhteellisen osuuden lisääntyvän ilmakehässä.

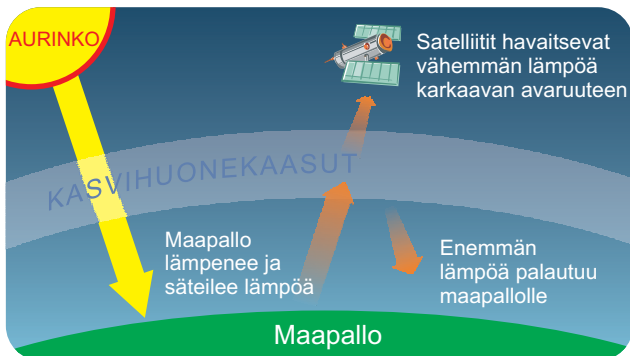
Mittaukset ilmakehästä, koralleista ja sienieläimistä vahvistavat oletuksemme. Meillä on siis vahva todiste siitä, että ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden kasvu johtuu ihmistoiminnasta.



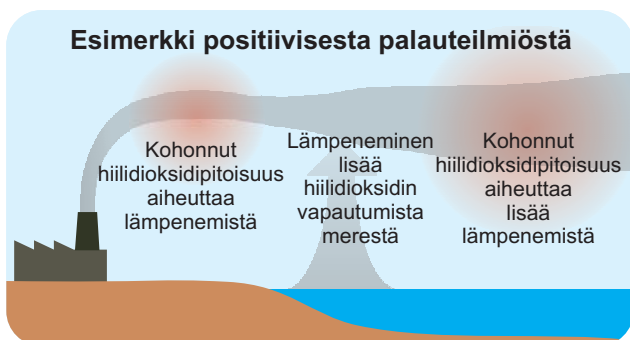
Ison valliriutan koralleista mitattuja hiili-13:n arvoja (hiili-13:n suhde hiili-12:een).

Todisteet hiilidioksidin lämmitysvaikutuksesta

Hiilidioksidi absorboi infrapunasäteilyä (eli lämpösäteilyä). Tämä on osoitettu laboratoriokokein sekä satelliittimittauksin, jotka osoittavat, että avaruuteen karkaa aiempaa vähemmän lämpöä (katso ihmisen sormenjälki #2). Tämä on suora todiste nousevan hiilidioksidipitoisuuden aiheuttamasta lämpenemisestä.



Voimme oppia myös menneestä. Jääkairaukset osoittavat, että muinoin hiilidioksidipitoisuus lähti nousuun vasta sitten, kun lämpötila oli ensin alkanut nousta. Tämä viive tarkoittaa sitä, että lämpötila vaikuttaa ilman hiilidioksidipitoisuuteen. Lämpeneminen siis nostaa hiilidioksidipitoisuutta ja hiilidioksidin lisäys nostaa lämpötilaa. Kyseessä on siis positiivinen palauteilmiö. Positiiviset palauteilmiöt voimistavat ilmastonmuutoksia ja negatiiviset palauteilmiöt heikentävät ilmastonmuutoksia.



Muinoin ilmasto lämpeni maapallon kiertoradan muutosten seurauksena ja lämpeneminen aiheutti hiilidioksidipitoisuuden nousua, mistä seurasi:

- Noussut hiilidioksidipitoisuus voimisti

lämpenemistä (positiivinen palauteilmiö).

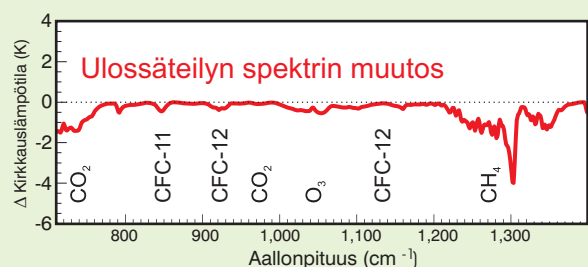
- Hiilidioksidi sekoittui koko ilmakehään levittäen lämmittävän vaikutuksen koko maapallolle.^{17,18}

Jääkairauksista saadut tulokset ovat täysin linjassa hiilidioksidin lämmittävän vaikutuksen kanssa. Maapallon nopeaa lämpenemistä jääkauden päättyessä ei itse asiassa pystytty selittämään ilman hiilidioksidin aiheuttamaa palauteilmiötä. Hiilidioksidipitoisuuden seuraaminen lämpenemistä viiveellä ei osoita hiilidioksidin lämmittävää vaikutusta vääräksi, vaan päinvastoin. Se on osoitus ilmaston yhdestä positiivisesta palauteilmiöstä.

Ihmisen sormenjälki 2 Vähemmän lämpöä karkaa avaruuteen

Satelliitit mittaavat maapallolta karkaavaa infrapunasäteilyä havaiten kasvihuoneilmion selvästi. Satelliittimittausten vertailu vuosien 1970 ja 1996 välillä osoittaa, että yhä vähemmän lämpöä karkaa juuri niillä aallonpituuksilla, joita kasvihuonekaasut absorboivat. Tutkijoiden mukaan tämä on "suora kokeellinen todiste maapallon kasvihuoneilmion voimistumisesta".⁴

Nämä mittaukselliset tulokset on sittemmin varmistettu useiden muiden satelliittien mittauksilla.^{19,20}

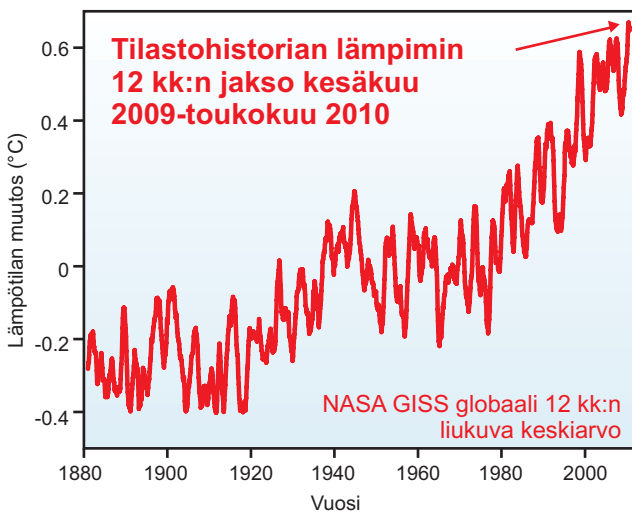


Kasvihuonekaasujen aiheuttama muutos ulossäteilyn spektrissä vuosien 1970 ja 1996 välillä. Negatiivinen luku tarkoittaa vähenevää ulossäteilyä.⁴

Ilmaston lämpenemisen todisteet

Yksi ilmastoskeptikkojen väite on niin harhaanjohtava, että se on vaatinut kolminkertaista kirsikanpaimintaa. Kyseessä on väite ilmaston lämpenemisen pysähtymisestä vuonna 1998.

Ensimmäinen kirsikanpaiminta on se, että tarkastellaan lämpötila-analyysiä, joka ei käsitä koko maapalloa (esimerkiksi Ison-Britannian Hadley Centre). Hadley Centren aineisto ei sisällä arktisia alueita, jotka ovat lämmenneet erittäin nopeasti. Koko maapallon kattavassa lämpötila-analyysissä vuosi 2005 oli mittaus historian lämpimin. Lämpimin 12 kuukauden jakso oli kesäkuusta 2009 toukokuuhun 2010.²³

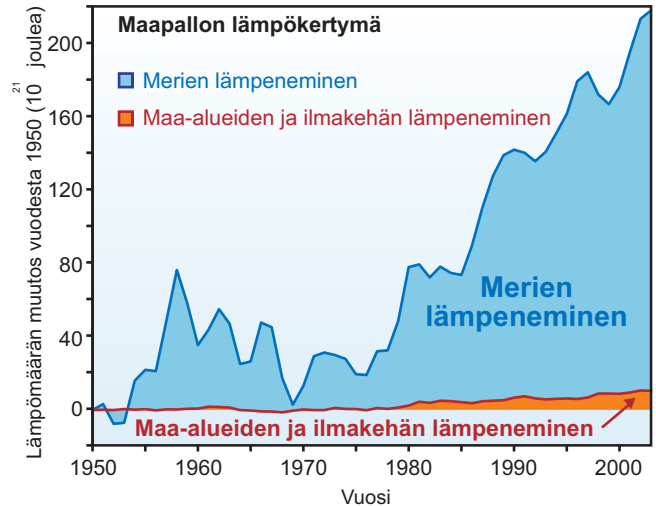


Globaalin lämpötilan muutoksen 12 kuukauden liukuva keskiarvo.²⁴

Toinen kirsikanpaiminta on se, että valitaan tarkastelulle sopivat aloitus- ja lopetusvuodet. Merien kiertoliikkeet, kuten El Niño, siirtävät valtavia määriä lämpöä meren ja ilmakehän välillä, jolloin pintalämpötila vaihtelee vuosittain. Pitkän aikavälin muutoksen havaitsemiseksi tutkijat käyttävät liukuvan keskiarvon tai lineaarisen regression kaltaisia menetelmiä, jotka ottavat huomioon kaiken aineiston. Nämä osoittavat, että pintalämpötilat ovat jatkaneet nousuaan vuoden 1998 jälkeen.

Kolmas kirsikanpaiminta on katsoa vain pintalämpötilaa, mikä kertoo ilmakehän tilanteen. Yli 80% maapallolle kertyvästä voimistuvan kasvihuoneilmiön aiheuttamasta ylimääräisestä lämpöenergiasta sitoutuu meriin. On tarkasteltava kaikkea ilmastojärjestelmään kertynyttä lämpöä, jotta voidaan selvittää, onko vuoden 1998

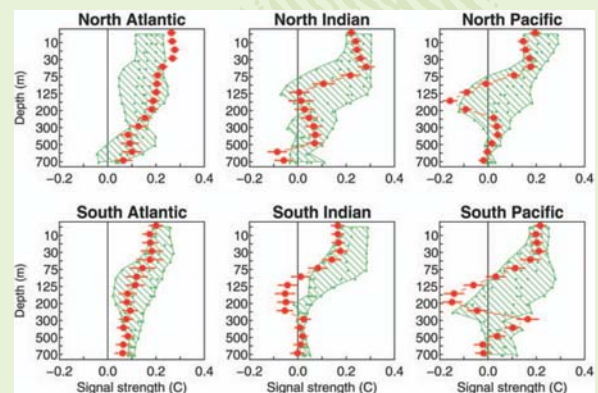
jälkeen lämmennyt. Laskettaessa yhteen meriin menevä lämpö, maa-alueiden ja ilmakehän lämpeneminen sekä jään sulaminen, huomataan lämmön kertymisen maapallolle jatkuvan edelleen.²⁶



Maapallon lämpökertymä vuodesta 1950. Energiakertymä vuoden 1970 jälkeen vastaa 2,5 Hiroshiman ydinpommia joka sekunti.²⁷

Ihmisen sormenjälki 3 Merien lämpeneminen

Maailman meriin on kertynyt lämpöä tasaisesti viimeisten 40 vuoden aikana. Merien lämpenemisen syvyysjakauma (lämpö kulkeutuu pinnan kautta) pystytään selittämään vain kasvihuoneilmiön voimistumisen avulla.¹⁰



Havaittu merien lämpötila (punainen) verrattuna mallituloksiin jotka ottavat kasvihuonevaikutuksen huomioon (vihreä).¹⁰

Lisää todisteita ilmaston lämpenemisen todellisuudesta

Jotkut väittävät suuren osan mitatusta ilmaston lämpenemisestä johtuvan liian lähelle ilmastointilaitteita ja pysäköintipaikkoja asennetuista sääasemista. Tämä ei ole totta monesta syystä. Lämpötiloja voidaan vertailla hyvin sijoitettujen ja huonosti sijoitettujen asemien kesken. Sekä hyvin sijoitetut että huonosti sijoitetut asemat näyttävät saman verran lämpenemistä.²⁸

Toinen tapa tarkistaa lämpömittareilla tehdyt mittaukset on verrata niitä satelliittimittauksiin. Satelliittimittaukset näyttävät suunnilleen samansuuruisia ilmaston lämpenemistä. Tämä vahvistaa sen, että lämpömittarit antavat meille tarkan kuvan tilanteesta.

Vakuuttavien lämpötilamittaussarjojen lisäksi meillä on lämpenevän maailman kanssa yhdenmukainen laaja havaintomateriaali eri järjestelmistä. Mannerjäätiköt sulavat menettäen miljardeja tonneja jäätä joka vuosi. Maailman merien pinta nousee kiihtyvällä vauhdilla. Eliölajit muuttavat napoja kohti ja vuoristojäätiköt pienenevät (uhaten miljoonien ihmisten veden saantia).^{32,33}

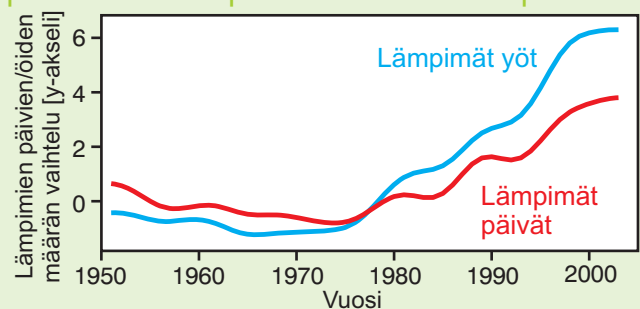
Jotta voimme ymmärtää ilmastoa kunnolla, meidän on katsottava kaikkia todisteita. Näemme monen riippumattoman havainnon osoittavan samaan johtopäätökseen - ilmasto on lämpenemässä.



Parnes & Yohe 2003³², NOAA³⁴

Ihmisen sormenjälki 4 Yöt lämpenevät nopeammin kuin päivät

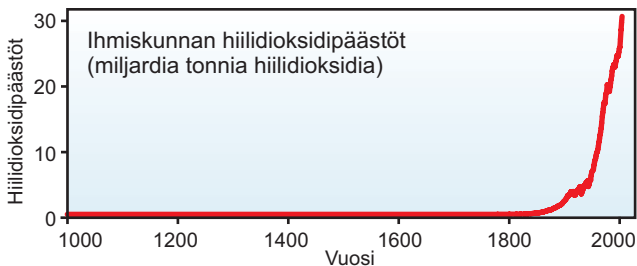
Kasvihuoneilmion voimistuessa öiden pitäisi lämmetä nopeammin kuin päivien. Päivän aikana Aurinko lämmittää maapallon pintaa. Yön aikana pinta jäähtyy säteilemällä lämpöä avaruuteen. Kasvihuonekaasut hidastavat tätä viilenemistä. Jos ilmaston lämpeneminen johtuisi Auringosta, voimakkaimman lämpenemisen pitäisi tapahtua päivällä. Sen sijaan lämpimien öiden määrä lisääntyy nopeammin kuin lämpimien päivien määrä.⁶



Pitkän ajan vuotuinen vaihtelu lämpimien päivien (punainen) ja lämpimien öiden (sininen) määrässä. Lämmin on määritelty lämpimimpään 10 prosenttiin kuuluvaksi⁶

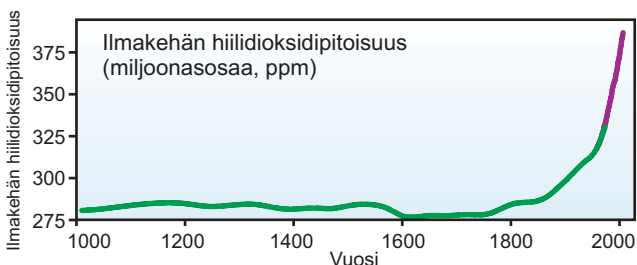
Lätkämaila vai lätkäliiga

“Lätkämaila” viittaa yleensä viimeisen vuosituhannen kattavaan lämpötilan rekonstruktioon. Viime aikojen nopea lämpeneminen nähdään mailan lapana. Ilmastotieteestä löytyy kuitenkin monia lätkämailoja. Pääasiassa fossiilisten polttoaineiden käytöstä syntyneet hiilidioksidipäästöt muodostavat selkeän lätkämailan muodon viimeisen tuhannen vuoden aikana.



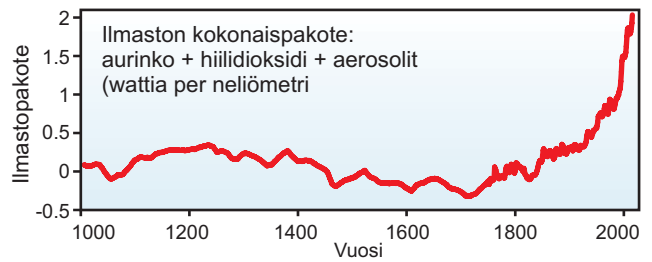
Vuotuiset hiilidioksidin kokonaispäästöt (miljardia tonnia).¹¹

Hiilidioksidipäästöissä näkyvä dramaattinen nousu näkyy myös ilmakehän hiilidioksidin pitoisuudessa, joka on nyt saavuttanut tason, jollaista ei ole ollut vähintään kahteen miljoonaan vuoteen.¹⁴



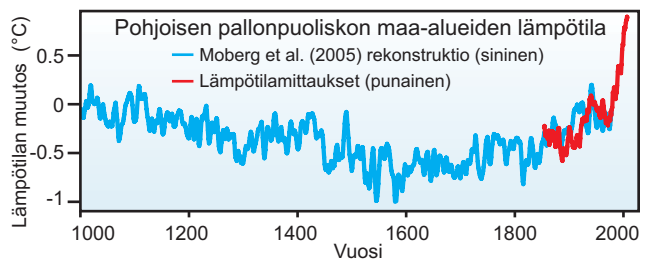
Hiilidioksidipitoisuus (miljoonasosaa) jääkairanäytteistä Itä-Antarktisen Law Domesta (vihreä) ja suorista mittauksista Havaijin Mauna Loasta (violetti).³⁷

Ilmastopakote on muutos planeetan energiataseessa - lämmön kertyminen ilmastoon tai lämmön poistuminen ilmastosta. Tällaisia muutoksia aiheuttavat monet tekijät, kuten vaihtelut Auringon aktiivisuudessa, aerosolit (ilmakehässä olevat pienet hiukkaset), muutokset maapallon radassa ja hiilidioksidi. Näiden tekijöiden yhteisvaikutuksena syntyvä kokonaispakote näyttää tutulta.



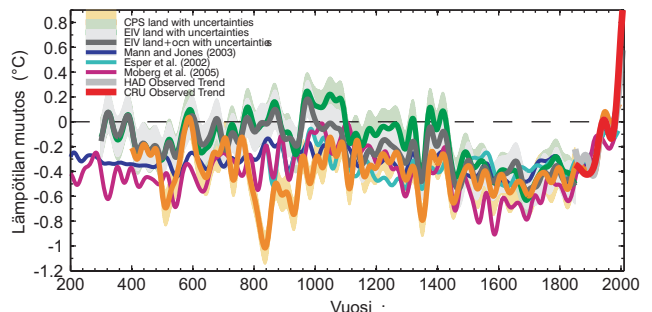
Yhdistetty ilmastopakote auringosta, hiilidioksidista ja pienhiukkasista tulivuorten lyhytaikainen vaikutus poistettu.³⁸

Tämä osoittaa sen, että maapallon ilmastoon on kertynyt lämpöä viime aikoina. Näemme myös vastaavan lämpenemisen:



Pohjoisen pallonpuoliskon lämpötilarekonstruktio (sininen) sekä pohjoisen pallonpuoliskon maa-alueiden lämpötilamittaukset (punainen).²¹

Viimeisen vuosikymmenen aikana useat riippumattomat tutkimukset ovat rekonstruoineet lämpötilan viimeisen tuhannen vuoden ajalta käyttäen monenlaista mittausdataa ja erilaisia datan analysointitekniikoita.⁴⁰



Pohjoisen pallonpuoliskon lämpötilan eri rekonstruktioita.⁴⁰

Kaikki nämä lätkämailat kertovat samanlaisen ja yhtenevän tarinan - ihmiset ovat aiheuttaneet merkittävän ja nopean häiriön maapallon ilmastojärjestelmään.

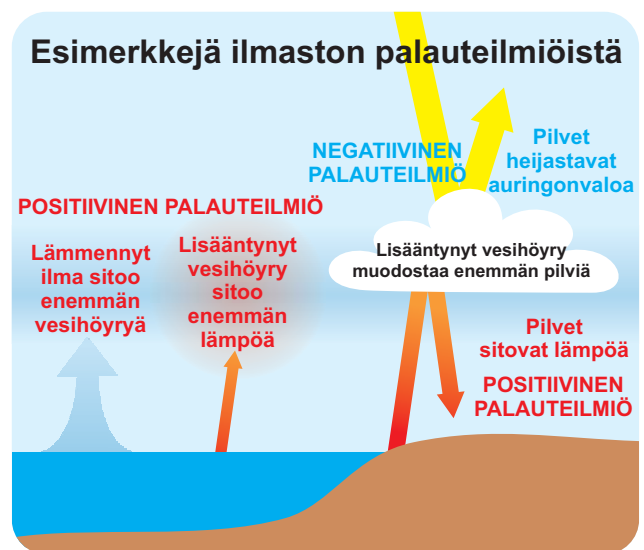
Mitä menneet ilmastonmuutokset kertovat

Yleinen skeptikkoväittäjä on se, että ”ilmasto on vaihdellut ennenkin, eikä nykyinen ilmastonmuutos siksi voi olla ihmisen aiheuttama”. Yhtä hyvin voitaisiin sanoa, että ”menneisyydessä kaikki metsäpalot syttyivät luonnollisista syistä, eivätkä siten viimeaikaiset metsäpalotkaan voi olla ihmisten aiheuttamia.”

Tiedemiehet tietävät hyvin, että ilmasto on muuttunut ennenkin. Menneet ilmastonmuutokset antavat tärkeitä vihjeitä siitä, miten planeettamme reagoi erilaisiin ilmastopakotteisiin. Historiasta nähdään, mitä tapahtuu lämpötilan noustessa ja johtuuko se Auringosta vai lisääntyneistä kasvihuonekaasuista. Keskeinen havainto Maan historiasta on se, että positiiviset palauteilmiöt vahvistavat alkuperäistä lämpenemistä.⁴¹

Tämän takia ilmasto on vaihdellut niin rajusti menneisyydessä. Positiiviset palauteilmiöt reagoivat kaikkiin lämpötilan muutoksiin vahvistaen niitä. Palauteilmiöiden takia ilmastomme on niin herkkä kasvihuonekaasuille, joista hiilidioksidi on tärkein ilmastonmuutoksen aiheuttaja.⁴²

Nykyisen ilmastonmuutoksen kieltäminen menneiden ilmastonmuutosten perusteella sisältää siis suurta ironiaa. Vertaisarvioitu tieteellinen kirjallisuus päättyy päinvastaiseen johtopäätökseen. Menneet ilmastonmuutokset tarjoavat vahvan todisteen positiivisesta palauteilmiöstä, joka vahvistaa hiilidioksidipäästöjemme lämmittävää vaikutusta.

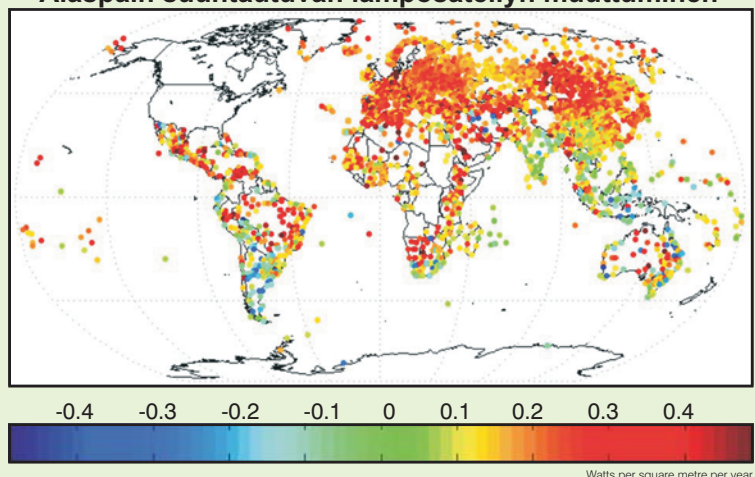


Ihmisen sormenjälki 5 Enemmän lämpöä palaa Maahan

Kasvihuoneilmiön voimistuessa meidän tulisi havaita Maahan palautuvan lämpösäteilyn voimistumista. Tämä on todettu suurin mittauksin. Tutkimalla alaspäin suuntautuvan säteilyn spektriä nähdään kunkin kasvihuonekaasun vaikutus. Tuloksista on tehty seuraava johtopäätös:

”Tämän kokeellisen aineiston tulisi käytännössä lopettaa skeptikoiden väitteet siitä, että mitään kokeellista tietoa kasvihuonekaasujen lisääntymisen vaikutuksesta ilmaston lämpenemiseen ei ole olemassa.”⁸

Alaspäin suuntautuvan lämpösäteilyn muuttuminen



Alaspäin suuntautuvan lämpösäteilyn muutos vuosien 1973 ja 2008 välillä. Pohjois-Amerikka on tyhjä, koska sieltä ei ole tietoja koko aikaväliltä.⁴³

Kuinka herkkä ilmastomme on?

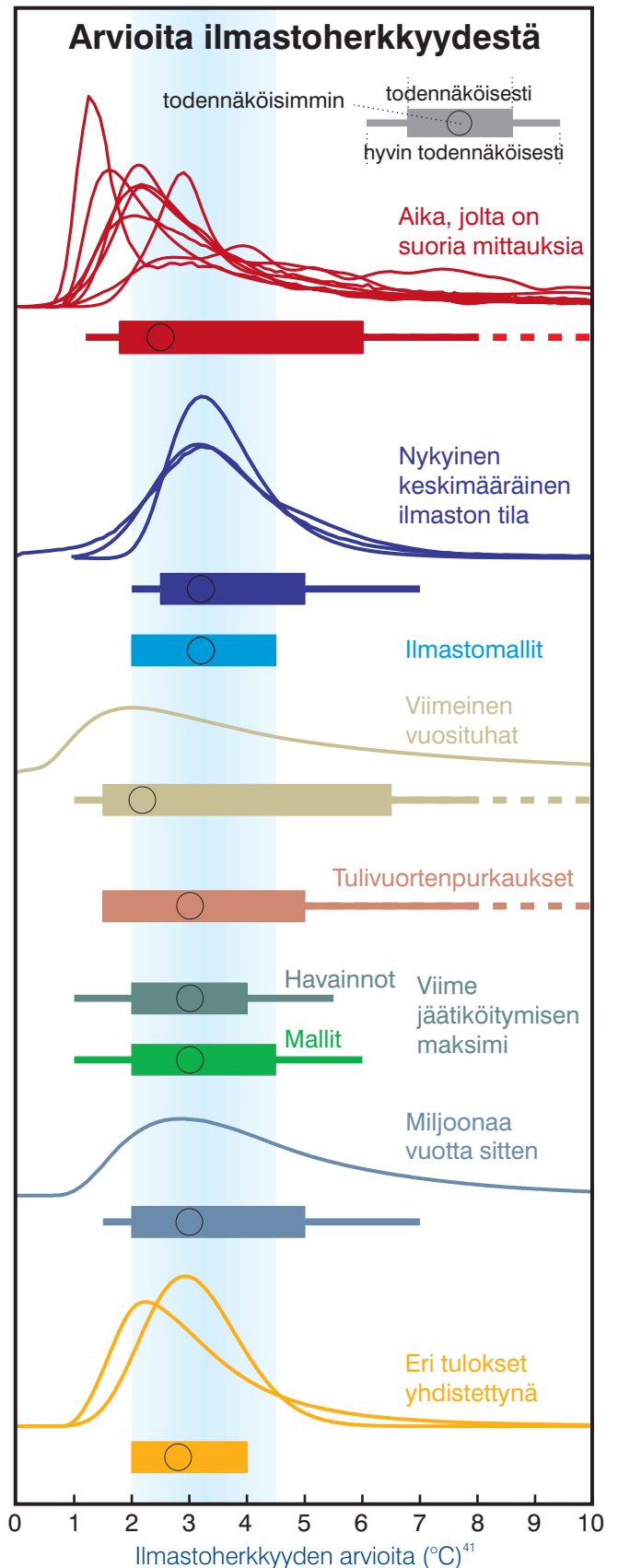
Ilmastoherkkyydellä tarkoitetaan sitä, kuinka paljon ilmasto lämpenee, jos ilmakehän hiilidioksidipitoisuus kaksinkertaistuu. On yleisesti hyväksyttyä, että hiilidioksidin suora lämmitysvaikutus (olettaen, että palauteilmiöitä ei ole) on noin 1,2 °C. Oleellinen kysymys kuuluu, kuinka paljon palauteilmiöt reagoivat tähän muutokseen? Voimistavatko positiiviset palauteilmiöt lämpenemistä, vai heikentävätkö negatiiviset palauteilmiöt sitä?

Ilmastoherkkyyttä on määritetty useilla eri menetelmillä. Suorien mittausten, satelliittimittausten, valtamerien lämpösisällön, tulivuortenpurkauksen, menneiden aikojen ilmastomuutosten sekä ilmastomallien avulla on selvitetty ilmaston reagointia lämpötilan muutokseen. Käytävissä on koko joukko toisistaan riippumattomia, eri lähtökohdista tehtyjä tutkimuksia eri aikakausilta.⁴¹

Eri tutkimusmenetelmät johtavat yhdenmukaiseen lopputulokseen - ilmastoherkkyyks on välillä 2...4,5 °C todennäköisimmän arvon ollessa 3 °C. Tämän perusteella positiiviset palauteilmiöt voimistavat hiilidioksidin käynnistämää lämpenemistä.

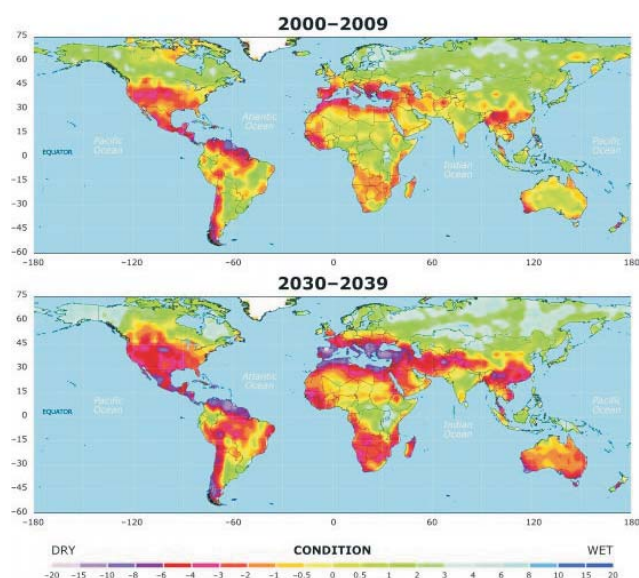
Jotkut vakuuttelevat ilmastoherkkyyden olevan selvästi tätä alempi vedoten tutkimukseen tekijöiltä Lindzen ja Choi. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan satelliiteista mitattua ulospäin suuntautuvaa säteilyä ja esitetään ilmastonherkkyyden olevan voimakkaasti negatiivinen. Tutkimus on kuitenkin tehty vain tropiikin alueelta. Tropiikki ei ole suljettu ilmastojärjestelmä - suuria energiamääriä siirtyy trooppisen ja subtrooppisen alueen välillä. Ilmastoherkkyyden määrittämiseksi on tarkasteltava Maapallon pintaa kokonaisuutena.^{46,47}

Ilmastoherkkyyden ymmärtäminen edellyttää koko todistusaineiston huomioon ottamista. Ilmastoherkkyyden väittäminen pieneksi yhden tutkimuksen perusteella sivuuttaa lukuisat muut todisteet suuresta ilmastoherkkyydestä.



Ilmaston lämpenemisen vaikutukset

Väitteissä, joiden mukaan ilmaston lämpeneminen on hyödyksi, ei oteta huomioon lukuisia haittoja. Yksi yleinen väittämä on se, että hiilidioksidi on ”kasvien ruokaa” ja siksi hiilidioksidipäästöt olisivat hyvä asia. Väitteessä unohdetaan, että kasvit tarvitsevat muutakin kuin hiilidioksidia. Hiilidioksidilisäyksen hyöty on rajallinen ja kalpenee negatiivisten vaikutusten, kuten lämpöstressin ja kuivuuden rinnalla, joiden ennustetaan voimistuvan tulevaisuudessa. Kasvit eivät voi hyödyntää ylimääräistä hiilidioksidia, jos on liian kuivaa.⁵⁰



Menneet ja tulevat kuivuudet (Palmerin kuivuusindeksi, jossa alle -4 lukema kertoo äärimmäisestä kuivuudesta).⁵¹

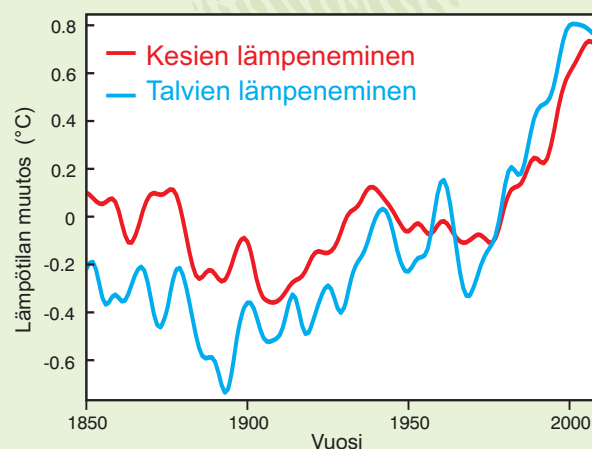
Monilla ilmastonmuutoksen vaikutuksilla ei ole myönteisiä puolia. Kasvi- ja eläinlajeista 18 - 35 prosenttia arvellaan ajautuvan sukupuuttoon vuoteen 2050 mennessä. Meret sitovat ison osan hiilidioksidia, jolloin merivesi happamoituu. Tällä ennustetaan olevan vakavia koko meren ravintoketjua häiritseviä vaikutuksia. Tämän lisäksi meriveden lämpeneminen vaurioittaa koralleja ja heikentää näin monille lajeille tärkeitä elinympäristöjä. Noin miljardin ihmisen eläinproteiinin saanti on suoraan meristä riippuvainen.⁵⁵

Kun jäätiköt ja lumipeite hupenevat, niin samalla heikkenee myös veden saanti niiltä miljoonilta ihmisiltä, jotka ovat riippuvaisia näistä makean veden lähteistä. Vastaavasti merenpinnan nousu ja voimistuvat myrskyt vaikuttavat miljoonien ihmisten elämään tällä vuosisadalla. Rannikon riisiviljelmää ja jokisuistoja uhkaa suolavesi, kaivovedet saastuvat ja miljoonien ihmisten on muutettava uusille alueille, jolloin konfliktien riski kasvaa.⁵⁶

Kun joku väittää ilmaston lämpenemisen olevan hyvä asia viitaten muutamiin positiivisiin vaikutuksiin, kannattaa muistaa, että kokonaisuudessaan tutkimusaineisto osoittaa negatiivisten vaikutusten olevan paljon mittavampia kuin positiivisten.

Ihmisen sormenjälki 6 Talvet lämpenevät nopeammin

Kun kasvihuonekaasujen lämmittävä vaikutus voimistuu, talvien ennustetaan lämpenevän nopeammin kuin kesien. Tämä johtuu siitä, että kasvihuoneilmiöllä on suurempi vaikutus talvisin. Tästä on jo mittauksiin perustuvia havaintoja.^{7,68}



Maa-alueiden tasoitettu kesän ja talven aikainen lämpötilan muutos vuodesta 1850 vuoteen 2009.²¹

Ammutaan viestintuoja

Marraskuussa 2009 East Anglian yliopiston palvelimille murtauduttiin ja sähköpostiviestejä varastettiin. Valikoima näistä viesteistä julkaistiin internetissä ja viesteistä otettiin asiayhteydestä irrotettuja lauseita, joilla pyrittiin osoittamaan ilmaston lämpeneminen vain salaliitoksi. Jotkut kutsuvat tätä tapahtumaa nimellä "climategate". Väitettyjen väärinkäytösten arvioimiseksi sähköposteista on tehty kuusi itsenäistä arviointia Englannissa ja USA:ssa. Jokainen näistä arvioinneista tuli siihen tulokseen, että tutkijat eivät ole syyllistyneet väärinkäytöksiin.^{57,58,59,60,61,62}

"...ei mitään näyttöä tahallista väärinkäytöksistä ilmastotutkimusyksikön toiminnassa."

EAST
ANGLIAN
YLIOPISTO
JA ROYAL
SOCIETY
(Kuninkaallinen tiedeseura)⁵⁸

Viitatuin sähköpostivarkauksissa esille tullut lause oli "hide the decline" (piilottaa aleneminen), joka tulkittiin yleisesti väärin. Sillä viitataan puiden vuosirenkaiden kasvun vähenemiseen vuoden 1960 jälkeen. Lämpötila vaikuttaa puiden kasvuun, joten

puiden vuosirenkaiden leveys vastaa lämpötilaa vuosirenkaan kasvuvuonna. Joissain aineistoissa puiden vuosirenkaat eivät vuoden 1960 jälkeen täsmää lämpötilamittausten kanssa. Tämä asia on ollut esillä tieteellisessä kirjallisuudessa jo vuodesta 1995 lähtien. Kun Phil Jonesin sähköpostia katsotaan

keskusteltavana olevan tieteen näkökulmasta, ei kyseessä olekaan salaliiton suunnitteleminen, vaan keskustelu mittausten käsittelytekniikoista, jotka on esitelty tieteellisessä kirjallisuudesta.

On tärkeää laittaa varastetut sähköpostit oikeaan perspektiiviin. Muutama tiedemies keskustelee ilmastoaineiston pienistä yksityiskohdista. Ilman tätä aineistoakin meillä olisi aivan riittävät todisteet ilmastonmuutoksesta lukuisten muiden tutkimusryhmien toimesta. Asiayhteydestä irrotetut vihjailevat lauseet pyrkivät hämäämään niitä, jotka eivät halua ymmärtää ilmastonmuutoksen todellisuutta, mutta kyseiset lauseet eivät muuta tieteellistä käsitystä ihmisen roolista ilmaston lämpenemisessä. Climategatessa yritetään syyttää tutkijoita ja siirtää huomio pois itse tieteestä.

"Tutkijoiden perusteellisuutta ja rehellisyyttä ei ole syytä epäillä."

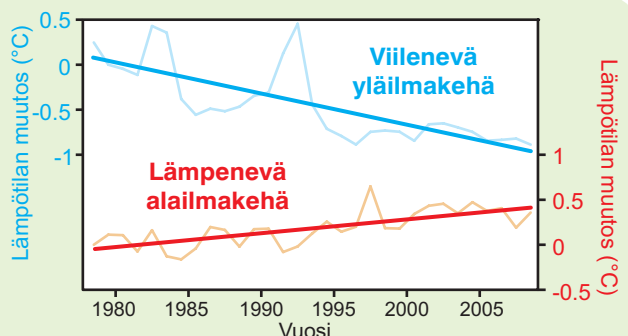
RIIPPUMATON
SÄHKÖPOSTIKOHUA
ARVIOINUT RYHMÄ⁵⁹

*"Ei ole mitään uskottavaa näyttöä siitä, että tohtori Mann olisi koskaan osallistunut suoraan tai epäsuorasti toimintaan, jonka tarkoituksena on tutkimusaineiston piilottelu tai vääristely."*⁶⁰

PENN STATE -
YLIOPISTO

Ihmisen sormenjälki 7 Yläilmakehän viileneminen

Kasvihuonekaasujen pidättäessä enemmän lämpöä alailmakehässä, ylemmäs ilmakehään (stratosfääriin ja ylempiin kerroksiin) kulkeutuu vähemmän lämpöä. Voidaan siis odottaa alemman ilmakehän lämpenemisen ja ylemmän jäähtyvän. Tämä on havaittu satelliittien ja sääpallojen mittauksissa.¹



Lämpötilan muutos (°C) ylä- ja alailmakehässä satelliittimittausten mukaan (RSS).⁶⁴

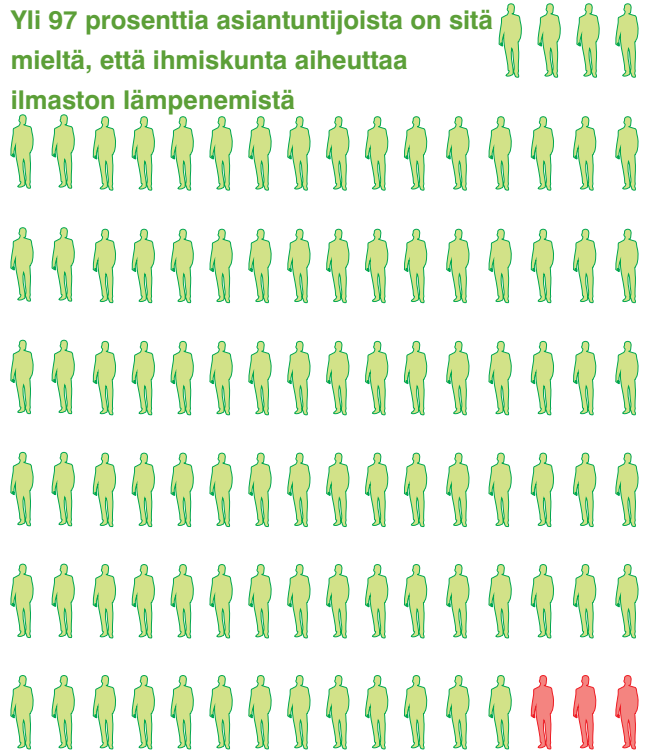
Tieteellinen konsensus ilmaston lämpenemisestä

Silloin tällöin näkyy vetoomuksia, joissa listataan ihmisen aiheuttamaa ilmaston lämpenemistä epäileviä tiedemiehiä. Näiden listojen allekirjoittajista kuitenkin vain hyvin harvat tekevät ilmastotutkimusta. Niistä löytyy lääketieteen harjoittajia, eläintieteilijöitä, fyysikoita ja insinöörejä, mutta vain hyvin harvoja, joiden erikoisalana on ilmastotiede.

Mitä mieltä todelliset asiantuntijat ovat? Useassa tutkimuksessa on tehty kysely aktiivisesti ilmastosta julkaiseville tutkijoille. Jokaisessa tutkimuksessa saatiin sama vastaus - yli 97 prosenttia ilmaston asiantuntijoista ovat vakuuttuneita siitä, että ihminen muuttaa maapallon lämpötilaa.^{65,66}

Tieteellinen tutkimus vahvistaa tämän. Tutkimus kaikesta vuosien 1993 ja 2008 välillä julkaistusta vertaisarvioidusta tieteestä koskien maailmanlaajuisia ilmastomuutosta havaitsi, että löydettyjen 928 tutkimuksen joukosta yksikään ei ollut sitä konsensusta vastaan, että ihmisten toiminta aiheuttaa ilmaston lämpenemistä.⁶⁷

Yli 97 prosenttia asiantuntijoista on sitä mieltä, että ihmiskunta aiheuttaa ilmaston lämpenemistä



Todisteiden konsensus

Ihmisen aiheuttaman ilmaston lämpenemisen todellisuus ei perustu viittausäänestykseen, vaan suoriin havaintoihin. Monet toisistaan riippumattomat todisteet osoittavat kaikki samaan vastaukseen.

Todisteiden joukossa vallitsee konsensus siitä, että ihmiskunta nostaa ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta. Ilmassa olevan hiilen tyypin mittaaminen vahvistaa sen, että ilmassa oleva hiili on yhä enenevässä määrin peräisin fossiilisista polttoaineista.

Todisteiden joukossa vallitsee konsensus siitä, että lisääntyvä hiilidioksidipitoisuus aiheuttaa lämpenemistä. Satelliiteista mitataan vähemmän lämpöä karkaavan avaruuteen. Pintamittauksissa havaitaan enemmän lämpöä palaavan maan pinnalle. Tämä tapahtuu juuri niillä

aallonpituuksilla, joilla hiilidioksidi pysäyttää lämpöä. Tämä on selvä ihmiskunnan sormenjälki.

Todisteiden joukossa vallitsee konsensus siitä, että ilmasto on lämpenemässä.

Lämpömittareissa ja satelliittimittauksissa näkyy sama lämpenevä trendi. Ympäri maailman nähdään muita lämpenemisen merkkejä - kutistuvia manner- ja vuoristojäätikköjä, merenpinnan nousua sekä vuodenaikojen siirtymistä.

Se tapa, jolla lämpeneminen tapahtuu, on juuri sellainen kuin kasvihuoneilmiön voimistumiselta odotetaan. Yöt

lämpenevät nopeammin kuin päivät. Talvet lämpenevät nopeammin kuin kesät. Ilmakehän alaosat lämpenevät, kun taas ilmakehän yläosat viilenevät.

Ihmisen aiheuttamasta ilmastomuutoksesta ei ole konsensus vain tutkijoiden joukossa - siitä on konsensus todisteiden joukossa

Lähteet

1. Jones, G., Tett, S. & Stott, P. (2003): Causes of atmospheric temperature change 1960-2000: A combined attribution analysis. *Geophysical Research Letters*, 30, 1228
2. Laštovička, J., Akmaev, R. A., Beig, G., Bremer, J., and Emmert, J. T. (2006). Global Change in the Upper Atmosphere. *Science*, 314(5803):1253-1254.
3. Santer, B. D., Wehner, M. F., Wigley, T. M. L., Sausen, R., Meehl, G. A., Taylor, K. E., Ammann, C., Arblaster, J., Washington, W. M., Boyle, J. S., and Braggemann, W. (2003). Contributions of Anthropogenic and Natural Forcing to Recent Tropopause Height Changes. *Science*, 301(5632):479-483.
4. Harries, J. E., et al (2001). Increases in greenhouse forcing inferred from the outgoing longwave radiation spectra of the Earth in 1970 and 1997. *Nature*, 410, 355-357.
5. Manning, A.C., Keeling, R.F. (2006). Global oceanic and land biotic carbon sinks from the Scripps atmospheric oxygen flask sampling network. *Tellus*. 58:95–116.
6. Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Tank, A. M. G. K., Haylock, M., Collins, D., Trewin, B., Rahimzadeh, F., Tagipour, A., Kumar, K. R., Revadekar, J., Griffiths, G., Vincent, L., Stephenson, D. B., Burn, J., Aguilar, E., Brunet, M., Taylor, M., New, M., Zhai, P., Rusticucci, M., and Vazquez-Aguirre, J. L. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research*, 111(D5):D05109+.
7. Braganza, K., D. Karoly, T. Hirst, M. E. Mann, P. Stott, R. J. Stouffer, and S. Tett (2003), Indices of global climate variability and change: Part I—Variability and correlation structure, *Clim. Dyn.*, 20, 491–502.
8. Evans W. F. J., Puckrin E. (2006), Measurements of the Radiative Surface Forcing of Climate, P1.7, AMS 18th Conference on Climate Variability and Change.
9. Wei, G., McCulloch, M. T., Mortimer, G., Deng, W., and Xie, L., (2009), Evidence for ocean acidification in the Great Barrier Reef of Australia, *Geochim. Cosmochim. Ac.*, 73, 2332–2346.
10. Barnett, T. P., Pierce, D. W., Achutarao, K. M., Gleckler, P. J., Santer, B. D., Gregory, J. M., and Washington, W. M. (2005), Penetration of Human-Induced Warming into the World's Oceans. *Science*, 309(5732):284-287.
11. Boden, T.A., G. Marland, and R.J. Andres. (2009). Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. doi 10.3334/CDIAC/00001
12. IPCC, (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (AR4). S. Solomon et al. eds (Cambridge University Press, Cambridge, UK & New York, NY, USA).
13. Mandia, S. (2010), And You Think the Oil Spill is Bad?, <http://profmandia.wordpress.com/2010/06/17/and-you-think-the-oil-spill-is-bad/>
14. Tripathi, A. K., Roberts, C. D., Eagle, R. A., (2009), Coupling of CO₂ and ice sheet stability over major climate transitions of the last 20 million years. *Science* 326 (5958), 1394-1397.
15. Swart, P. K., L. Greer, B. E. Rosenheim, C. S. Moses, A. J. Waite, A. Winter, R. E. Dodge, and K. Helmle (2010), The 13C Suess effect in scleractinian corals mirror changes in the anthropogenic CO₂ inventory of the surface oceans, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L05604, doi:10.1029/2009GL041397.
16. Burch, D. E., (1970), Investigation of the absorption of infrared radiation by atmospheric gases. *Semi-Annual Tech. Rep.*, AFCRL, publication U-4784.
17. Cuffey, K. M., and F. Vimeux (2001), Covariation of carbon dioxide and temperature from the Vostok ice core after deuterium-excess correction, *Nature*, 412, 523–527.
18. Caillon N, Severinghaus J.P, Jouzel J, Barnola J.M, Kang J, Lipenkov V.Y (2003), Timing of atmospheric CO₂ and Antarctic temperature changes across Termination III. *Science*. 299, 1728–1731.
19. Griggs, J. A., Harries, J. E. (2004). Comparison of spectrally resolved outgoing longwave data between 1970 and present, *Proc. SPIE*, Vol. 5543, 164.
20. Chen, C., Harries, J., Brindley, H., & Ringer, M. (2007). Spectral signatures of climate change in the Earth's infrared spectrum between 1970 and 2006. Retrieved October 13, 2009, from European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (EUMETSAT) Web site: http://www.eumetsat.eu/Home/Main/Publications/Conference_and_Works_hop_Proceedings/groups/cps/documents/document/pdf_conf_p50_s9_01_harries_v.pdf . Talk given to the 15th American Meteorological Society (AMS) Satellite Meteorology and Oceanography Conference, Amsterdam, Sept 2007
21. HadCRUT3 global monthly surface air temperatures since 1850. <http://hadobs.metoffice.com/hadcrut3/index.html>
22. Simmons, A. J., K. M. Willett, P. D. Jones, P. W. Thorne, and D. P. Dee (2010), Low-frequency variations in surface atmospheric humidity, temperature, and precipitation: Inferences from reanalyses and monthly gridded observational data sets, *J. Geophys. Res.*, 115, D01110, doi:10.1029/2009JD012442.
23. Hansen, J., Ruedy, R., Sato, M., Lo, K., (2010), *Rev. Geophys.*, doi:10.1029/2010RG000345, in press
24. NASA GISS GLOBAL Land-Ocean Temperature Index, (2010), <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/tabledata/GLB.Ts+dSST.txt>
25. Fawcett, R., Jones, D. (2008), Waiting for Global Cooling, *Australian Science Medical Centre*, <http://www.aussmc.org/documents/waiting-for-global-cooling.pdf>
26. Murphy, D. M., S. Solomon, R. W. Portmann, K. H. Rosenlof, P. M. Forster, and T. Wong, (2009), An observationally based energy balance for the Earth since 1950. *J. Geophys. Res.*, 114 , D17107+. Figure redrawn on data from this paper supplied by Murphy
27. Malik, J., (1985). The Yields of the Hiroshima and Nagasaki Nuclear Explosions, *Los Alamos, New Mexico: Los Alamos National Laboratory*, LA-8819.
28. Menne, M. J., C. N. Williams Jr., and M. A. Palecki (2010), On the reliability of the U.S. surface temperature record, *J. Geophys. Res.*, 115, D11108
29. Karl, T. R., Hassol, S. J., Miller, C. D. and Murray, W. L. (2006). Temperature Trends in the Lower Atmosphere: Steps for Understanding and Reconciling Differences. *A Report by the Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research*, Washington, DC.
30. Velicogna, I. (2009). 'Increasing rates of ice mass loss from the Greenland and Antarctic ice sheets revealed by GRACE', *Geophys. Res. Lett.*, 36
31. Church, J., White, N., Aarup, T., Wilson, W., Woodworth, P., Domingues, C., Hunter, J. and Lambeck, K. (2008). Understanding global sea levels: past, present and future. *Sustainability Science*, 3(1), 922.
32. Parmesan, C., Yohe, G. (2003), A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421 (6918), 37-42.
33. Immerzeel, W. W., van Beek, L. P. H., and Bierkens, M. F. P. (2010). Climate change will affect the Asian water towers. *Science*, 328(5984):1382-1385

34. NOAA National Climatic Data Center, State of the Climate: Global Analysis for September 2010, published online October 2010, retrieved on October 30, 2010 from <http://www.ncdc.noaa.gov/bams-state-of-the-climate/2009.php>
35. Mann, M., Bradley, R. and Hughes, M. (1998), Global-Scale Temperature Patterns and Climate Forcing Over the Past Six Centuries, *Nature*, 392:779-787
36. Etheridge, D.M., Steele, L.P., Langenfelds, R.J., Francey, R.L., Barnola, J.-M. and Morgan, V.I. (1998), Historical CO₂ records from the Law Dome DE08, DE08-2, and DSS ice cores. In Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.
37. Tans, P., (2009), Trends in Atmospheric Carbon Dioxide - Mauna Loa, NOAA/ESRL. www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends.
38. Crowley, T.J., (2000), Causes of Climate Change Over the Past 1000 Years, IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology Data Contribution Series #2000-045. NOAA/NGDC Paleoclimatology Program, Boulder CO, USA.
39. Moberg, A., et al. (2005), 2,000-Year Northern Hemisphere Temperature Reconstruction. IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology Data Contribution Series # 2005-019. NOAA/NGDC Paleoclimatology Program, Boulder CO, USA.
40. Mann, M., Zhang, Z., Hughes, M., Bradley, R., Miller, S., Rutherford, S. and Ni, F. (2008), Proxy-based reconstructions of hemispheric and global surface temperature variations over the past two millennia, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(36):13252-13257
41. Knutti, R., Hegerl, G. C., (2008), The equilibrium sensitivity of the earth's temperature to radiation changes. *Nature Geoscience*, 1 (11), 735-743.
42. Lacis, A. A., Schmidt, G. A., Rind, D., and Ruedy, R. A., (2010). Atmospheric CO₂: Principal Control Knob Governing Earth's Temperature. *Science*, 330(6002):356-359
43. Wang, K., Liang, S., (2009), Global atmospheric downward longwave radiation over land surface under all-sky conditions from 1973 to 2008. *Journal of Geophysical Research*, 114 (D19).
44. Lindzen, R. S., and Y.-S. Choi (2009), On the determination of climate feedbacks from ERBE data, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L16705, doi:10.1029/2009GL039628.
45. Trenberth, K. E., J. T. Fasullo, C. O'Dell, and T. Wong (2010), Relationships between tropical sea surface temperature and top-of-atmosphere radiation, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L03702, doi:10.1029/2009GL042314.
46. Murphy, D. M. (2010), Constraining climate sensitivity with linear fits to outgoing radiation, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L09704, doi:10.1029/2010GL042911.
47. Chung, E.-S., B. J. Soden, and B.-J. Sohn (2010), Revisiting the determination of climate sensitivity from relationships between surface temperature and radiative fluxes, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L10703, doi:10.1029/2010GL043051.
48. Challinor, A. J., Simelton, E. S., Fraser, E. D. G., Hemming, D., and Collins, M., (2010). Increased crop failure due to climate change: assessing adaptation options using models and socio-economic data for wheat in China. *Environmental Research Letters*, 5(3):034012+.
49. Tubiello, F. N., Soussana, J.-F., and Howden, S. M. (2007). Crop and pasture response to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50):19686-19690.
50. Zhao, M. and Running, S. W. (2010). Drought-Induced Reduction in Global Terrestrial Net Primary Production from 2000 Through 2009. *Science*, 329(5994):940-943.
51. University Corporation for Atmospheric Research. <http://www2.ucar.edu/news/2904/climate-change-drought-may-threaten-much-globe-within-decades>
52. Thomas, C. D. et al. (2004), Extinction risk from climate change. *Nature*, 427: 145/148.
53. Hoegh-Guldberg, O., Mumby, P. J., Hooten, A. J., Steneck, R. S., Greenfield, P., Gomez, E., Harvell, C. D., Sale, P. F., Edwards, A. J., Caldeira, K., Knowlton, N., Eakin, C. M., Iglesias-Prieto, R., Muthiga, N., Bradbury, R. H., Dubi, A., and Hatzioiols, M. E. (2007), Coral Reefs Under Rapid Climate Change and Ocean Acidification. *Science*, 318(5857):1737-1742.
54. Hoegh-Guldberg, O. & Bruno, J. (2010). Impacts of climate change on the world's marine ecosystems. *Science*, 328, 1523-1528.
55. Tibbets, J. (2004). The State of the Oceans, Part 1. Eating Away at a Global Food Source. *Environmental Health Perspectives*, 112(5):A282-A291
56. Dasgupta, S., Laplante, B., Meisner, C., Wheeler, D. and Yan, J. (2007) The impact of sea-level rise on developing countries: a comparative analysis, World Bank Policy Research Working Paper No 4136, February
57. Willis, P., Blackman-Woods, R., Boswell, T., Cawsey, I., Dorries, N., Harris, E., Iddon, B., Marsden, G., Naysmith, D., Spink, B., Stewart, I., Stringer, G., Turner, D. and Wilson, R. (2010), The disclosure of climate data from the Climatic Research Unit at the University of East Anglia, *House of Commons Science and Technology Committee*, see: <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200910/cmselect/cmsstech/387/387i.pdf>
58. Oxburgh, R. (2010), Report of the International Panel set up by the University of East Anglia to examine the research of the Climatic Research Unit, see: <http://www.uea.ac.uk/mac/comm/media/press/CRUstatements/SAP>
59. Russell, M., Boulton, G., Clarke, P., Eyton, D. and Norton, J. (2010), The Independent Climate Change E-mails Review. See: <http://www.cce-review.org/pdf/FINAL%20REPORT.pdf>
60. Foley, H., Scaroni, A., Yekel, C. (2010), RA-10 Inquiry Report: Concerning the Allegations of Research Misconduct Against Dr. Michael E. Mann, Department of Meteorology, College of Earth and Mineral Sciences, The Pennsylvania State University. See http://theprojectonclimatescience.org/wp-content/uploads/2010/04/Findings_Mann_Inquiry.pdf
61. Secretary of State for Energy and Climate Change, (2010). Government Response to the House of Commons Science and Technology Committee 8th Report of Session 2009-10: The disclosure of climate data from the Climatic Research Unit at the University of East Anglia. See <http://www.official-documents.gov.uk/document/cm79/7934/7934.pdf>
62. Assmann, S., Castleman, W., Irwin, M., Jablonski, N., Vondracek, F., (2010). RA-10 Final Investigation Report Involving Dr. Michael E. Mann. See http://live.psu.edu/fullimg/userpics/10026/Final_Investigation_Report.pdf
63. Jacoby, G. and D'Arrigo, R. (1995), Tree ring width and density evidence of climatic and potential forest change in Alaska, *Glob. Biogeochem. Cycles*, 9:22734
64. Mears, C., Wentz, F. (2009), Construction of the Remote Sensing Systems V3.2 atmospheric temperature records from the MSU and AMSU microwave sounders. *J. Atmos. Ocean. Tech.*, 26: 1040-1056.
65. Doran, P. and Zimmerman, M. (2009), Examining the Scientific Consensus on Climate Change, *Eos Trans. AGU*, 90(3)
66. Anderegg, W., Prall, J., Harold, J. and Schneider, S. (2010), Expert credibility in climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(27):12107-12109
67. Oreskes, N. (2004), Beyond the ivory tower: the scientific consensus on climate change, *Science*, 306: 1686
68. Braganza, K., D. J. Karoly, A. C. Hirst, P. Stott, R. J. Stouffer, and S. F. B. Tett (2004), Simple indices of global climate variability and change: Part II: Attribution of climate change during the twentieth century, *Clim. Dyn.*, 22, 823– 838, doi:10.007/s00382-004-0413-1

Kysymys ihmisen aiheuttamasta ilmaston lämpenemisestä perustuu moniin toisistaan riippumattomiin todisteisiin. Ilmaston lämpenemisen “skeptismi” keskittyy usein vain pieneen palapelin osaan, kun se samalla kieltää todistusaineiston kokonaisuudessaan.

Ilmastomme muuttuu ja me olemme sen pääaiheuttaja kasvihuonekaasupäästöjemme kautta. Ilmastonmuutokseen liittyvät tosiseikat ovat oleellisia ympäröivän maailmamme ymmärtämiseksi ja sen tulevaisuudesta päätettäessä.



Lisätietoja:

 **Skeptical Science**
www.skepticalscience.com
