
Efasemdir
um hnattræna hlýnun
**Hinn vísindalegi
leiðarvísir**



John Cook
skepticalscience.com

Þakkir

Hinn vísindalegi leiðarvísir um efasemdir hnattrænnar hlýnunnar eftir John Cook (skepticalscience.com). Þakkir til eftirfarandi, sem tóku þátt í gerð þessa skjals og lásu yfir það:

- 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

Fyrst gefið út í desember 2010

Frekari upplýsingar og athugasemdir við þennan leiðarvísi má gera á www.skepticalscience.com

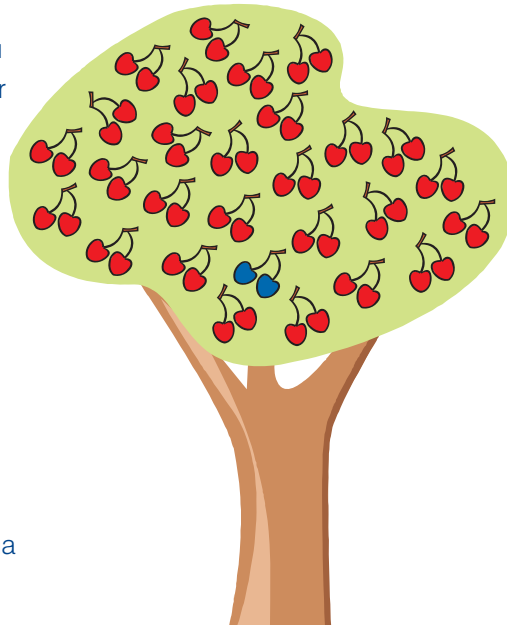


Hinn vísindalegi leiðarvísir um efasemdir hnattrænnar hlýnunar er lögverndaður samkvæmt *Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License*. Gera má útdrátt úr þessum leiðarvísi ef þess er gætt að vísa á www.skepticalscience.com

Hvað er efahyggja?

Vísindalegur efi er heilbrigður. Vísindleg nálgun er grundvölluð á efa. Eitt einkenni heilbrigðrar efahyggju er að vega og meta sönnunargögnin í heild sinni áður en komist er að niðurstöðu. Annað er upp á teningnum þegar rök efasemdamanna um loftslagsbreytingar eru skoðuð. Oft á tíðum velja þeir úr þau gögn sem styðja fyrirfram gefna niðurstöðu, en líta framhjá þeim gögnum sem falla ekki að henni. Þetta telst ekki til efasemda, heldur nefnist það að hundska vísindi og staðreyndir.

Þessi leiðarvísir sýnir gögn sem benda til þess að athafnir manna valdi hnattrænni hlýnun. Einnig er skoðað hvernig mótbárur efasemdamanna um loftslagsbreytingar gefa villandi mynd með því að sýna einungis sérvalin brot af heildarmyndinni.



Sérvalin kirsuber

Með því að sérvelja af trénu er hægt að fá þá niðurstöðu að öll kirsuberin á því séu blá.

En hvaða heildarmynd sýna gögnin okkur?

Merkjanleg áhrif mannkyns á loftslag

Vísindamenn skoða mismunandi vísbendingar sem benda þó á samkvæman hátt til einnar niðurstöðu. Saman tekið benda gögn loftslagsvísindanna til þess að athafnir mannkyns hafi á ýmsa vegu þegar breytt loftslagi á merkjanlegan hátt.

Mælingar víða um heim sýna aukningu koltvíoxíðs (CO₂) í lofthjúpnum. Mælingar á samsætum þess kolefnis sem finnst í lofthjúpnum sýna að brennsla jarðefnaeldsneytis veldur mikilli aukningu á styrk koltvíoxíðs (CO₂) í lofthjúpnum. Gervihnatta- og

yfirborðsmælingar sýna að aukinn styrkur CO₂ gleypir varma sem myndi annars sleppa út í geim. Hlýninin ber margskonar einkenni sem eru í samræmi við það sem búast má við vegna aukinna gróðurhúsaáhrifa. Uppbygging lofthjúpsins er að breytast.

Til grundvallar þeirri staðhæfingu að það séu athafnir mannkyns sem valda hlýnun jarðar liggja ekki aðeins fræðileg rök og líkanreikningar, heldur einnig margskonar óháðar mælingar á breytingum á náttúrufari.

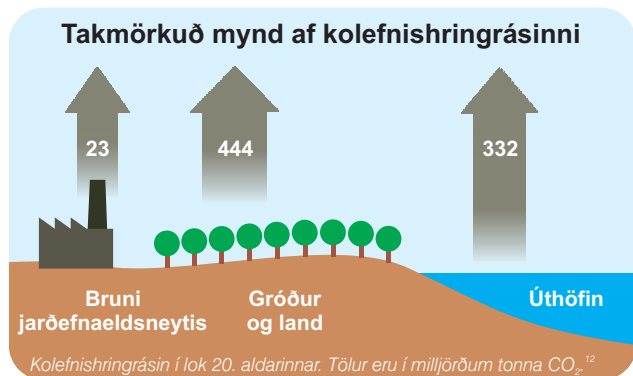
Fingraför mannkyns á loftslagsbreytingum



Styrkur CO₂ eykst af mannavöldum

Sjá má sameiginleg einkenni í þeim mótrökum sem efasemdarnum um loftslagsbreytingar tefla fram. Þeir einblína gjarnan á lítið þúsl en hundsá heildarmyndina. Gott dæmi um þetta eru rök þeirra fyrir því að losun mannkyns á CO₂ sé smávægileg í samanburði við náttúrulega losun.

Þeirra rök eru eftirfarandi: Á hverju ári losum við um 20 milljarða tonna af CO₂ út í lofthjúpinn. Náttúruleg losun frá plöntum og heimshöfunum¹¹ er um 776 milljarðar tonna á ári¹². Án frekari skýringa á hringrás kolefnis virðist losun okkar vera mjög lítil í samanburði við náttúrulega losun.

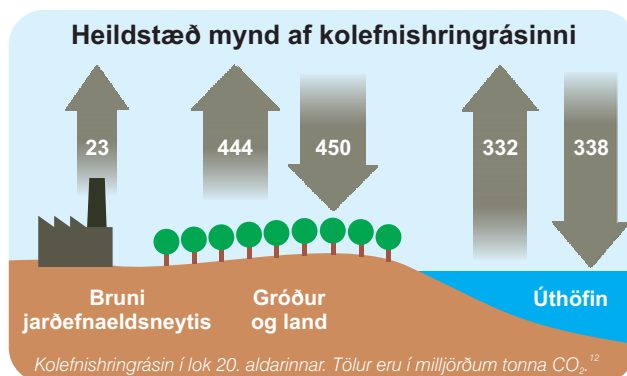


Það sem vantar í þessa röksemdafærslu er sú staðreynd að náttúran losar ekki eingöngu CO₂, - hún bindur það líka. Plöntur anda að sér CO₂ og verulegt magn af CO₂ leysist upp í heimshöfunum. Náttúran bindur því um 788

milljarða tonna á ári.

Náttúruleg losun CO₂ er því álíka og náttúruleg binding. Losun mannkyns truflar þetta jafnvægi. Hluti þess magns af CO₂ sem við losum nær náttúran að binda, en um helmingur losunarinnar verður eftir í lofthjúpnun og því eykst styrkur CO₂.

Samanlagt magn CO₂ sem við losum á hverjum degi, er á við 8 þúsund mengunarslys eins og urðu í Mexíkóflóa árið 2010.¹³



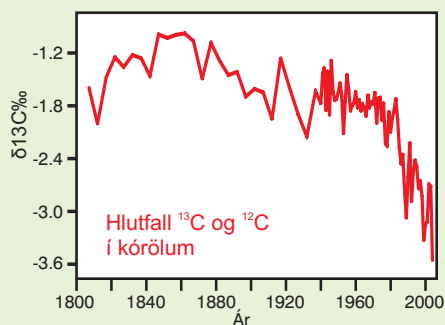
Brunni jarðefnaeldsneytis veldur því að styrkur CO₂ í lofthjúpnun er nú meiri en hann hefur verið í amk. 2 milljónir ára.¹⁴ Með því að lýsa einungis hluta heildarmyndarinnar er því fullyrðingin "losun mannkyns er lítil" misvísandi.

Fingraför mannkyns #1 Ummerki jarðefnaeldsneytis í loftinu og kórölum

Kolefni í lofthjúpnun er ekki allt eins. Það fyrirfinnst í mismunandi samsætum og er C₁₂ algengast. Þyngri samsæta er C₁₃ en plöntur vilja frekar léttari gerðina C₁₂.

Jarðefnaeldsneyti, svo sem kol og olía, myndast úr plöntuleifum og eru því rík af C₁₂. Við bruna jarðefnaeldsneytis losnar því hlutfallslega meira af C₁₂ en C₁₃, svo búast má við því að hlutfall C₁₃/C₁₂ í lofthjúpnun lækki.

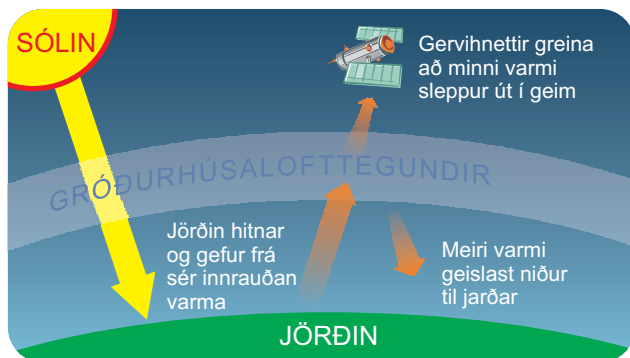
Þetta er einmitt það sem mælingar sýna þegar styrkur þessara samsæta er mældur í lofthjúpnun,⁵ kórölum⁹ og sjávarsvampdýrum.¹⁵ Það eru því fyrirbyggjandi beinharðar mælingar sem sýna að styrkukningu CO₂ má rekja til bruna jarðefnaeldsneytis.



Mælingar á $\delta^{13}\text{C}$ (hlutfalli $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) í kórölum Kóralrífsins Mikla (the Great Barrier Reef).⁹

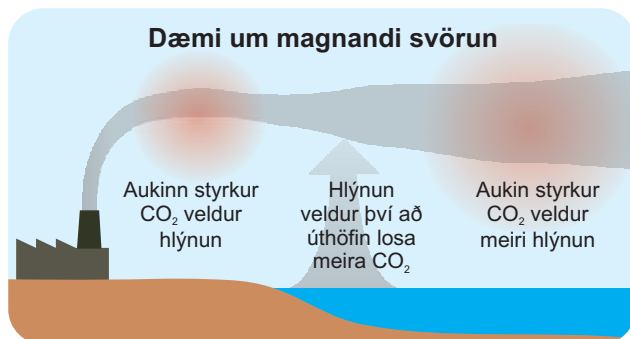
Gögn sem sýna að meira CO₂ veldur hlýnun

CO₂ gleypir varmageislun (einnig þekkt sem hitageislun). Sýnt hefur verið fram á þetta í rannsóknarstofum¹⁶ og gervihnattamælingar staðfesta breytingar á varmageislun frá lofthjúpunum undanfarna áratugi (sjá Fingraför mannkyns #2). Þetta eru beinar mælingar sem sýna að aukinn



styrkur CO₂ veldur hlýnun jarðar.⁵

Fortíðin geymir einnig áhugaverða sögu. Ískjarnar sýna að í lok jökulskeiða jókst styrkur CO₂ í kjölfar hlýnnunar. Hlýnunin hafði því áhrif á magn CO₂ í lofti. Þannig að hlýnun eykur CO₂ í lofti, og aukinn styrkur CO₂ veldur svo einnig hlýnun. Í sameiningu lýsa þessi tvö ferli magnandi svörun. Magnandi svörun (e. positive feedback) eykur þá loftslagsbreytingu sem þegar er hafin, meðan dempandi svörun dregur úr loftslagsbreytingum.



Hlýnun í lok jökulskeiða stafaði af breytingum í afstöðu jarðar og sólar og hlýnandi heimshöf losuðu meira CO₂ í lofthjúpin. Þetta varð til þess að:

- Aukinn styrkur CO₂ í lofthjúpunum magnaði þá hlýnun sem þegar var hafin (magnandi svörun).
- Þegar CO₂ blandaðist í lofthjúpunum varð hnattræn hlýnun vegna aukinna gróðurhúsáhrifa.^{17,18}

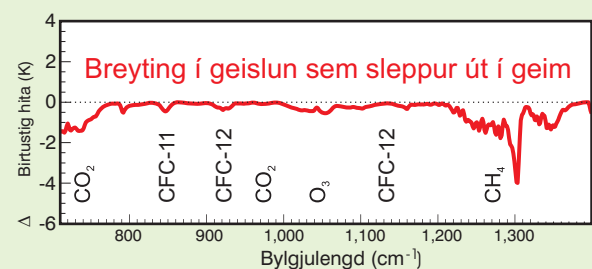
Gögnin frá Ískjörnunum eru í fullu samræmi við það að aukning CO₂ leiði til hlýnnunar. Í raun er ekki hægt að útskýra þá miklu hlýnun sem verður í lok jökulskeiða ísaldar öðru vísi en með magnandi svörun CO₂. Aukinn styrkur CO₂ í kjölfar hlýnnunar er því ekki í mótsögn við hlýnun af völdum aukinna gróðurhúsáhrifa. Þvert á móti er þetta vísbending um magnandi svörun í loftslagi.

Fingraför mannkyns #2

Breytingar á varmageislun út í geim

Gervihnettir mæla innrauða geislun frá lofthjúpunum og þau gögn sýna ótvíræð ummerki gróðurhúsáhrifa. Samanburður á gögnum frá 1970 og 1996 sýna minni varmageislun út í geiminn á þeim bylgjulengdum þar sem gróðurhúsalofttegundir gleypa orku. Vísindamenn hafa lýst þessari niðurstöðu sem „beinar mælingar sem sýna marktæka aukingu gróðurhúsáhrifa“.⁴

Þessar niðurstöður hafa verið staðfestar með mælingum fleiri gervihnatta.^{19,20}

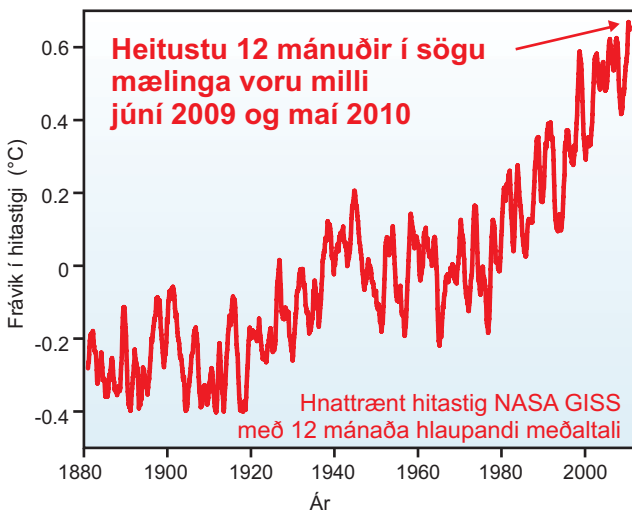


Breyting í útgeislunarlítrófi milli 1970 og 1996 vegna aukinna gróðurhúsáhrifa. Neikvæð gildi þýða að minni varmi sleppur út í geim.⁴

Gögn sem sýna að hnattræn hlýnun er raunveruleg

Ein staðhæfing efasamdamanna er það villandi að þeir þurfa að sérvelja gögn á þrjá mismunandi vegu til að styðja hana. Þetta er staðhæfingin um að „hlýnun jarðar hafi hætt eftir 1998“.

Fyrst þarf að velja hitaröð sem byggir á gögnum sem ekki ná yfir allt yfirborð jarðar, líkt og bresku Hadley gögnin.²¹ Þau gögn innihalda engar upplýsingar um hlýnun á Norðurheimskautssvæðinu, en þar hefur hlýnunin verið einna mest síðasta áratug.²² Hitaröðir sem byggja á gögnum frá öllu yfirborði jarðar sýna að árið 2005 var hlýjasta árið. Heitasta 12 mánaða tímabilið var frá Júní 2009 til Maí 2010.²³



12 mánaða hlaupandi meðaltal á hnattrænu fráviki hitastigs.²⁴

Næst þarf að sérvelja upphafs og endaár til þess að langtímaleitnin falli að fullyrðingunni. Náttúrulegar sveiflur í hnattrænum hita eru verulegar frá ári til árs, m.a. vegna sveiflna í sjávarhita eins og t.d. El Niño sem hafa áhrif á varmaskipti milli lofts og sjávar. Til að meta langtímaleitni í meðalhita nota vísindamenn aðferðir eins og hlaupandi meðaltal og aðhvarfsgreiningu og taka öll gögn með í reikninginn. Þannig greining sýnir áframhaldandi hlýnun síðan 1998.^{23,25}

Í þriðja lagi velja efasemdarmenn að horfa einungis á yfirborðshitann sem er mælikvarði á hita í neðri hluta lofthjúpsins. Aukin gróðurhúsaáhrif hafa í för með sér verulega umfram varmaorku. Um 80% af þeirri orku fer í að hita upp heimshöfin. Til að sjá hvort hlýnun jarðar hafi haldið áfram eftir 1998 er því gagnlegt að skoða

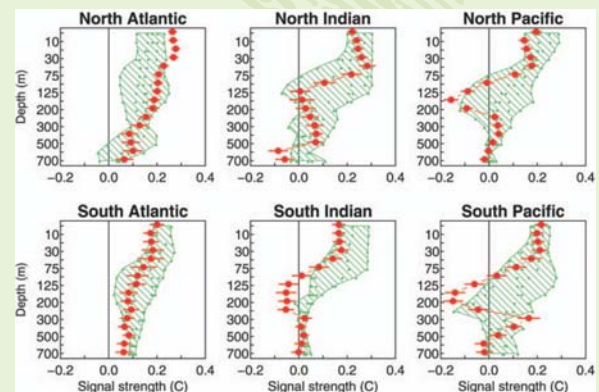
uppsafnaða varmaorku í hafi, á landi og í lofthjúpi. Þegar lagður er saman sá varmi sem fer í að hita heimshöfin, meginlöndin, lofthjúpin og jafnframt að bræða ís sést greinilega að hnattræn uppsöfnun varma heldur áfram.²⁶



Uppsafnaður hiti Jarðar frá 1950.²⁶ Hraði uppsöfnunar orku frá 1970 er jafngilt um 2,5 Hiroshima sprengingum á hverri sekúndu.²⁷

Fingraför mannkyns #3 Hlýnun sjávar

Heimshöfin hafa stöðugt safnað varma undanfarin 40 ár. Framvinduna, þar sem hlýnunin er mest efst og færast svo neðar, er einungis hægt að útskýra með auknum gróðurhúsaáhrifum.¹⁰



Mælt hitastig sjávar (rautt) samanborið við líkón sem innihalda áhrif aukina gróðurhúsaáhrifa (grænt).¹⁰

Frekari sönnunargögn um að hlýnun jarðar sé raunveruleg

Staðsetningar veðurstöðva nærri loftræstikerfum húsa og á malbikuðum bílastæðum er af sumum talið geta útskýrt stærstan hluta hnattrænnar hlýnunar. Það eru margar ástæður fyrir því að við vitum að svo er ekki. Við getum til að mynda borið saman hitamælingar frá vel staðsettum og illa staðsettum veðurstöðvum. Mælingar sýna álíka hlýnun í báðum tilvikum.²⁸

Önnur leið til að sannreyna gögn frá veðurstöðvum er samanburður við mælingar gervihnatta. Hvoru veggja sýnir sambærilega hlýnun.²⁹ Þetta staðfestir að athuganir veðurstöðva gefa réttmæta mynd af þróun lofthita á jörðinni.

Fyrir utan sannfærandi gagnaraðir frá veðurstöðvum sýna víðfeðm gögn ýmissa náttúrukerfa, breytingar sem eru í samræmi við hlýnun jarðar. Jökulbreiður bráðna um milljarða tonna á ári.³⁰ Sjávarstaða hækkar sífellt hraðar.³¹ Lífverur flytja sig um set í átt til heimskautasvæða og jöklar hörfa (sem getur ógnað stöðugleika vatnsframboðs milljóna manna).^{32,33}

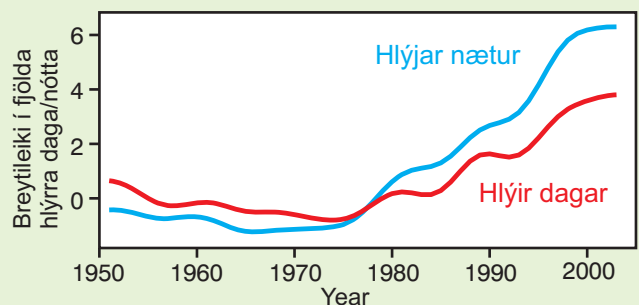
Til að öðlast skilning á loftslagi er mikilvægt að skoða gögnin í heild. Það sem þá kemur í ljós eru margskonar ólíkar athuganir sem allar hníga að sama brunni: Hnattræn hlýnun er raunveruleg.



Parnesan & Yohe 2003³², NOAA³⁴

Fingraför mannkyns #4 Nætur hlýna meira en dagar

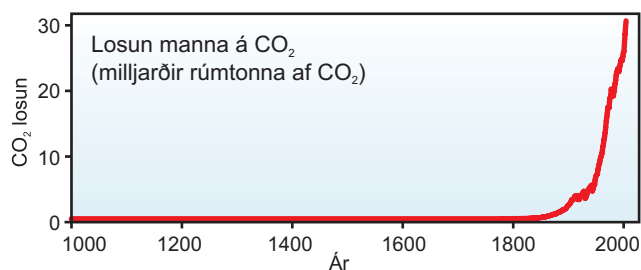
Aukin gróðurhúsáhrif þýða að nætur ættu að hlýna hraðar en dagar. Á daginn hitar sólin yfirborð jarðar. Á nóttunni kólnar yfirborð jarðar vegna útgeislunar varma út í geim. Gróðurhúsáhrifin hægja á þessari kólnun á nóttunni. Ef hnattræn hlýnun væri af völdum sólarinnar, myndum við búast við að hlýnun væri meiri á daginn. Raunin er sú að fjöldi hlýrra nótta eykst meira en fjöldi hlýrra daga.⁶



Langtímbreytingar í fjölda hlýrra daga (rauð lína) og hlýrra nótta (blá lína) á ári. (Með hlýju er átt við 10% heitustu nóttu).⁶

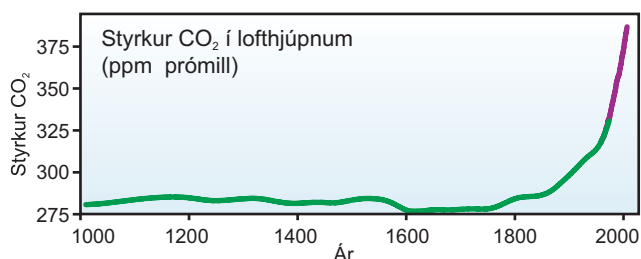
Hökkíkylfa eða hökkídeild?

Þegar rætt er um hökkíkylfuna er verið að tala um línurit sem sýnir hitastig jarðar út frá veðurvitnum síðustu þúsund ár eða svo.³⁵ Hin auknu hlýindi í seinni tíð er þá líkt við boginn kylfuendann. En það má finna fleiri hökkíkylfur þegar skoðuð eru gögn um loftslagsbreytingar. Línurit sem sýnir magn losunar CO₂ af mannavöldum, þá mest vegna bruna jarðefnaeldsneytis, hefur lögun sem minnir um margt á hökkíkylfu ef skoðuð eru síðastliðin 1000 ár.



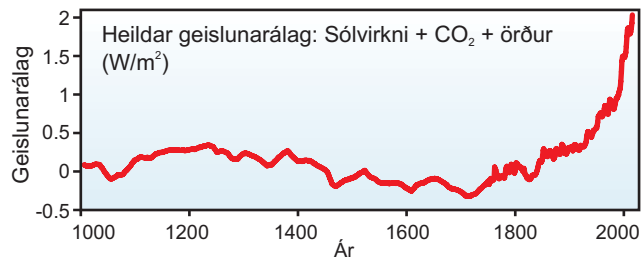
Árleg heildar losun CO₂ (milljarðar tónna).¹¹

Hin mikla aukning losunar CO₂, jafnast á við aukinn styrk CO₂ í lofthjúpunum, sem nú hefur náð styrk sem ekki hefur verið hér á jörðu í a.m.k. tvær milljónir ára.¹⁴



Styrkur CO₂, úr ískjörnum Law Dome, Austur Suðurskautinu (græn lína)³⁶ og beinar mælingar frá Mauna Loa Hawaii (fjólublá lína).³⁷

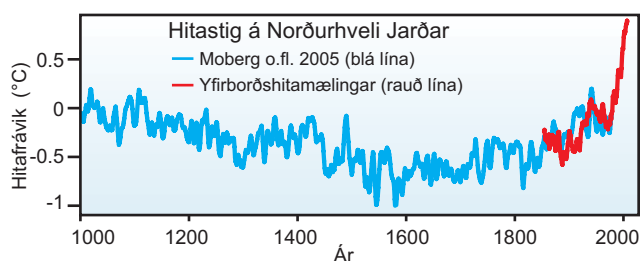
Geislunarálag loftslags er mælikvarði á breytingu í orkubúskap jarðar: hvernig varmi eykst eða minnkar í kerfinu. Ýmislegt getur orðið þess valdandi að álagið breytist, líkt og breytingar í sólvirkni, örður (smáar agnir í lofthjúpi jarðar: t.d. frá eldfjöllum), breytingar í sporbraut jarðar og styrkur CO₂. Síðastliðin 1000 ár hafa stærstu þættir í breytingu geislunarálagsins verið breytingar í virkni sólar, örðum og CO₂. Þegar þessir þættir eru settir saman fæst kunnuglegt form.



Sameiginlegt geislunarálag frá sólvirkni, CO₂ og örðum.

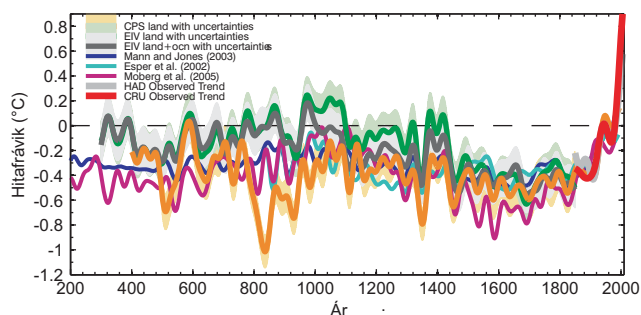
Skammtíma geislunarálag vegna eldvirkni er ekki haft með.³⁸

Þetta sýnir að varmi hefur safnast fyrir á jörðinni að undanfögnu. Samskonar hlýnun má sjá:



Hitastig á norðurhveli jarðar út frá veðurvitnum (blá lína)³⁹ og yfirborðshitamælingar frá 1850 á norðurhveli jarðar (rauð lína, 5 ára meðaltal).²¹

Á síðastliðnum áratug hafa birst ýmsar óháðar rannsóknir á hitastigi síðastliðinna þúsund ára. Þær rannsóknir hafa notað ýmskonar gögn og margskonar úrvinnsluaðferðir á gögnum.⁴⁰



Ýmis línurit sem sýna hitastig á norðurhveli jarðar síðastliðin þúsund ár, út frá veðurvitnum.⁴⁰

Allar þessar hökkíkylfur segja ákveðna mótsagnalaus sögu: mannfólkið hefur valdið umtalsverðri og skjótri röskun á loftslagi jarðar.

Hvað segja rannsóknir á fornlöftslagi okkur?

Algeng rök „efasemdamanna“ eru að „loftslagsbreytingar hafi orðið á náttúrulegan hátt áður og þar með geti hnattræn hlýnun ekki verið af mannavöldum“. Það er svipað og að segja að „skógareldar hafa orðið á náttúrulegan hátt og þar með geti þeir ekki verið af mannavöldum núna“.

Vísindamenn þekkja loftslagsbreytingar til forna. Í raun, þá veitir fortíðin okkur mikilvægar vísbendingur um það hvernig jörðin bregst við mismunandi drifkröftum í loftslagi. Þar sjáum við hvað gerist þegar varmi eykst á jörðinni, vegna meiri sólvirkni eða aukinna gróðurhúsaáhrifa. Eitt af því sem þær breytingar segja okkur, er að í gegnum alla jarðsöguna hefur magnandi svörun magnað upphaflegu hitabreytingarnar.⁴¹

Þetta er ástæða mikilla breytinga í loftslagi til forna. Magnandi svörun sér til þess að breytingar í hitastigi magnast upp. Þess vegna er loftslag okkar svona viðkvæmt fyrir gróðurhúsaáhrifunum þar sem CO₂ er öflugasti drifkraftur loftslagsbreytinga á jörðinni.⁴²

Það er því ákveðin kaldhæðni fólgin í því að telja að loftslagsbreytingar til forna afsanni þátt manna í loftslagsbreytingum. Hin ritrýndu vísindi komast að annarri niðurstöðu. Breytingar á loftslagi til forna sýna fram á hina magnandi svörun sem magnað getur upp þá hlýnun sem verður vegna styrk aukningar CO₂.

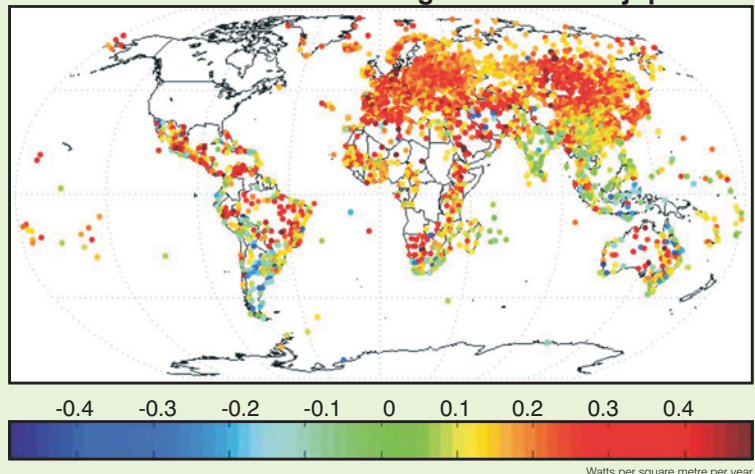


Fingraför mannkyns #5 Meiri varmi endurkastast niður að jörðu aftur

Við aukin gróðurhúsaáhrif ættum við að sjá aukningu í endurkasti innrauðrar geislunar til jarðar frá lofthjúpunum. Þetta hefur verið mælt með beinum hætti. Við grandskoðun á litrófi endurgeislunar frá lofthjúpi niður til yfirborðs er hægt að finna út hversu mikil hlýnun orsakast af hverri gróðurhúsalofttegund. Út frá þeim mælingum er hægt að gera eftirfarandi ályktun:

„Niðurstöður þessara mælinga ættu í raun að gera að engu rök efasemdamanna um að ekki séu til beinar mælingar sem sýna tengsl milli gróðurhúsalofttegunda í lofthjúpunum og hnattrænnar hlýnunar.“⁸

Leitni endurkasts innrauðrar geislunar í lofthjúpunum



Leitni innrauðrar endurgeislunar frá lofthjúpi til yfirborðs milli árunna 1973-2008. Gögn frá Norður Ameríku eru ekki sýnd vegna þess að þau ná ekki yfir allt tímabilið.⁴³

Hversu viðkvæmt er loftslagið

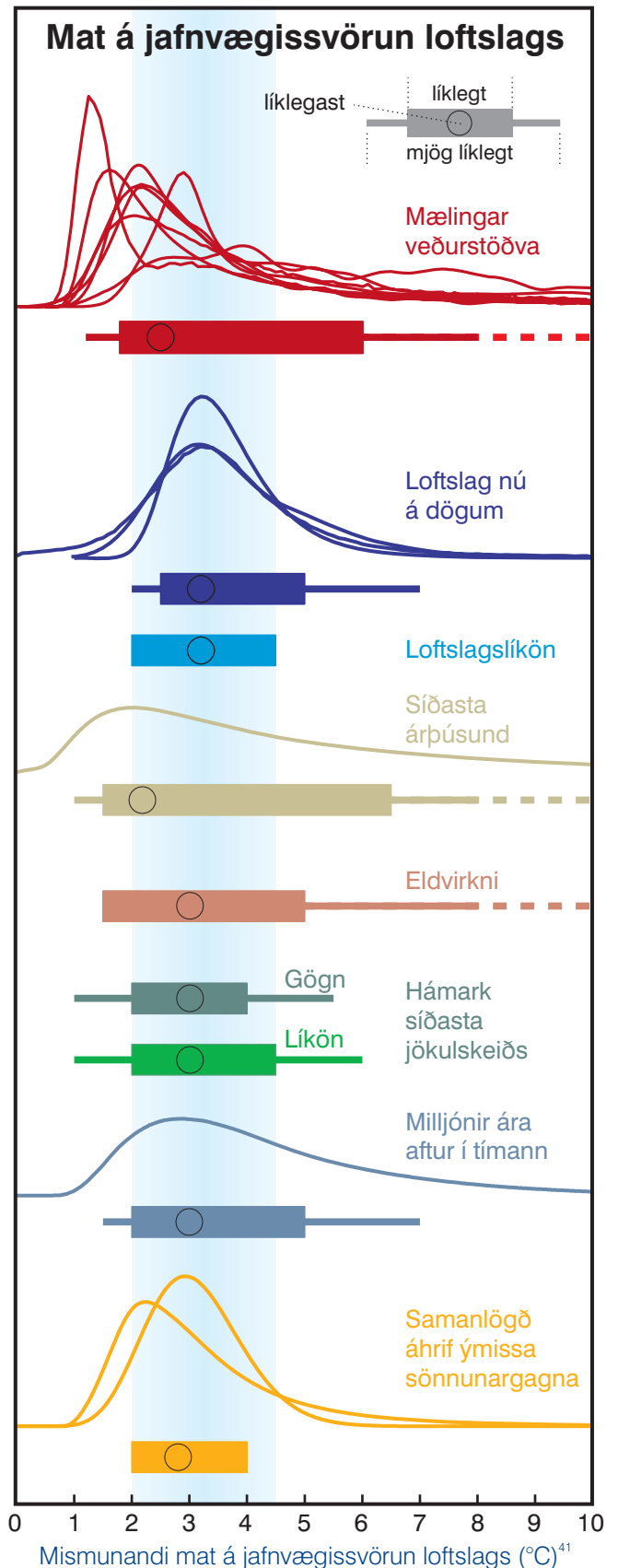
Jafnvægissvörun loftslags segir til um hversu mikið hnattrænn hiti geti aukist við tvöföldun á CO₂ í lofthjúpunum. Vel þekkt er að bein áhrif tvöföldunar á CO₂ (þ.e. án dempanði eða magnandi svörunar) er um 1,2°C. Stóra spurningin er því sú, hver svörunin verður við þeirri hlýnun. Mun magnandi svörun magna upphaflegu hlýnunina? Er dempanði svörun nægileg til að halda hlýnuninni niðri?

Jafnvægissvörun loftslags hefur verið ákvörðuð með mismunandi aðferðum. Mælingar á hnattrænum hita, gervihnattamælingar, varmi sjávar, eldvirkni, fornloftslag og keyrsla loftslagslíkana eru allt nálganir sem notaðar hafa verið til að reikna út viðbrögð við auknum varma loftslags. Margar óháðar rannsóknir hafa verið gerðar, þar sem stuðst er við mismunandi tímabil og mismunandi þætti loftslags með mismunandi úrvinnsluaðferðum.⁴¹

Þessar margvíslegu aðferðir veita samkvæma mynd af jafnvægisvörun á bilinu 2 - 4,5°C og með líklegasta gildi um 3°C. Það þýðir að magnandi svörun magnar upp hlýnunina sem verður við aukinn styrk CO₂.

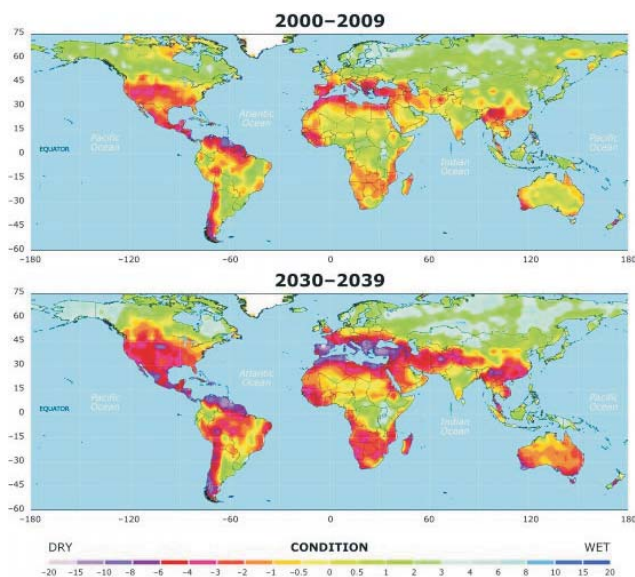
Sumir telja að jafnvægisvörun loftslags sé lægri og benda á rannsókn Lindzen og Choi.⁴⁴ Sú rannsókn notar gervihnattamælingar á innrauðri útgeislun frá jörðinni og benda þau gögn til sterkrar dempanði svörunar. Þau gögn skoða þó aðeins hitabeltið. Hitabeltið er þó ekki lokað kerfi því mikil orka dreifist frá hitabeltinu og að heittempruðu beltunum.⁴⁵ Til að reikna út hnattræna jafnvægisvörun loftslags þarf að nota hnattræn gögn. Flestar rannsóknir sem nota hnattræn gögn sýna magnandi svörun.^{46,47}

Skilningur á jafnvægisvörun loftslags fæst með því að skoða gögnin í heild. Að segja að hún sé lág út frá einni rannsókn, er sama og að hundska öll hin fjölmörgu gögn sem benda til magnandi svörunar og hárrar jafnvægisvörunar loftslags.



Áhrif hnattrænnar hlýnunar

Ef halda á því fram að hnattræn hlýnun sé góð, þarf að loka augunum fyrir neikvæðum áhrifum hennar. Ein af algengustu rökunum er að CO₂ sé „fæða planta“ og aukin losun á CO₂ sé því af hinu góða. Þau rök hundsa þá staðreynd að plöntur þurfa meira en CO₂ til að lifa af. „Áburðaráhrif CO₂“ eru takmörkuð og verða fljótlega yfirgnæfð af neikvæðum áhrifum aukins varmaálags og tíðari þurrka í framtíðinni.^{48,49} Undanfarna öld hafa alvarlegir þurrkar aukist hnattrænt og er búist við því meiri aukningu í framtíðinni.¹² Plöntur geta ekki nýtt sér aukið magn CO₂ í lofthjúpnunum ef þær eru að drepast úr þorsta.⁵⁰



Þurrkar í fortíð og framtíð með vísitölu Palmers um alvarleika þurrka. Blá litbrigði þýða blautar aðstæður og rauð þýða þurrka. Talan -4 eða lægri bendir til mjög alvarlegra þurrka⁵¹

Margar af afleiðingum hnattrænnar hlýnunar hafa engar jákvæðar hliðar. Milli 18 og 53% núlifandi plantna- og dýrategunda gætu verið í útrýmingarhættu fyrir árið 2050.⁵² Úthöfn gleypa í sig mikið af CO₂ úr lofthjúpnunum, sem veldur súrnun sjávar.⁵³ Það er talið munu hafa mikla röskun í för með sér fyrir alla fæðukeðju sjávar, til viðbótar við þau neikvæðu áhrif sem bleiking af völdum hlýnunar sjávar veldur.⁵⁴ Það er

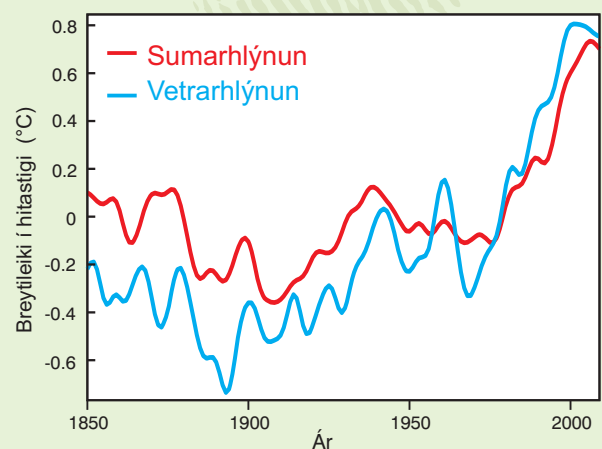
áætlað að um það bil einn milljarður manna reiði sig á sjóinn fyrir töluverðan hluta (>30%) þeirra próteina sem þeir fá úr fæðu.⁵⁵

Við hörfun jökla og minnkandi snjó í fjöllum minnkar einnig vatnsforði milljóna manna sem treysta á þann ferskvatnsforða, sérstaklega sem áveitu í landbúnaði.³³ Svipað er upp á teningnum ef skoðaðar eru sjávarstöðubreytingar og aukin tíðni sjávarflóða, en það getur haft áhrif á milljónir manna á þessari öld þegar selta eykst í hrísgrjónaökrum, fljótum og brunnum þannig að milljónir manna gætu þurft að flytja sig um set. Þeir flutningar gætu aftur orðið til þess að auka hættu á átökum.⁵⁶

Þegar einhver segir að hnattræn hlýnun sé góð og bendir á staðbundin jákvæð áhrif, er vert að hafa í huga að flest bendir til þess að í heildina verði neikvæðu áhrifin mun meiri en þau jákvæðu.

Fingraför mannkyns #6 Vetur hlýna hraðar

Við aukin gróðurhúsaáhrif, þá er búist við því að veturnir hlýni hraðar en sumrin. Það er vegna þess að gróðurhúsaáhrif hafa meira hlutfallslegt vægi yfir veturninn. Mælingar á hnattrænu hitastigi sýna þetta vel.^{7,68}



Breytileiki hitastigs að vetri og sumri, meðaltal yfir landi frá 1850-2009.²¹

Að skjóta sendiboðann

Í nóvember 2009, var brotist inn í tölvupóstþjón háskólans í Austur Anglíu og tölvupóstum stolið. Í kjölfar þess var hluti af tölvupóstunum birtur á veraldarvefnum og ákveðnar setningar teknar úr samhengi, að því er virðist í þeim tilgangi að gefa í skyn að hin hnattræna hlýnun væri í raun aðeins samsæri vísindamanna. Hið meinta samsæri fékk heitið „climategate“ meðal efasemdamanna“. Í kjölfarið fóru sex óháðar rannsóknarnefndir frá

„...engin gögn benda til vísitandi afglupa í nokkru sem Climatic Research Unit hefur unnið að.“

HÁSKÓLINN Í AUSTUR ANGLÍA Í SAMSTARFI VIÐ BRESKU VÍSINDAAKADEMÍUNNAR

58

Englandi og Bandaríkjunum yfir gögnin og tölvupóstana. Allar nefndirnar hreinsuðu loftslagsvísindamennina af öllum ásökunum.^{57,58,59,60,61,62}

Mest notaða tilvísunin og mistúlkunin var í tölvupósti frá Phil Jones, en þar er fræg setning: „að fela niðursveifluna“ (e. hide the decline). „Niðursveiflan“ vísaði í niðursveiflu í vexti trjáhringja eftir 1960.

Trjáhringir sumra trjáa endurspeglar nokkuð breytingar í hitastigi, en upp úr 1960 hverfur sú fylgni í einhverjum tegundum trjáa. Þetta vandamál hefur verið í umræðunni meðal vísindamanna í ritrýndum greinum allt aftur til ársins 1995.⁶³ Þegar tölvupóstur Phil Jones er skoðaður í samhengi við þau vísindi sem til

umfjöllunar voru, sést að þetta er tæknileg umræða um framsetningu gagna og víða aðgengileg í ritrýndum tímaritum, en ekki samsæri.

Að auki er mikilvægt að skoða stuld tölvupóstanna í samhengi. Nokkrir

vísindamenn ræða sín á milli nokkur púsl í hinna stóru mynd loftslagsgagna. Án þessarar ákveðinna púsla er heildarmyndin eigi að síður ljós og söfnuð saman af mörgum óháðum vísindateymum víðsvegar um heim.

Nokkrar samhengislausar setningar nægja mögulega til að trufla þá sem vilja hundsraunveruleika loftslagsbreytinga, en breyta engu um hina vísindalegu þekkingu á þætti manna í hinna hnattrænu hlýnun. Climategate var tilraun til að benda á vísindamenn sem sökudólg og hundsraunveruleika það sem máli skiptir: vísindin.

„Enginn vafi leikur á heiðarleika og festu vísindamannanna.“

ÓHÁÐ RANNSÓKN Á INNIHALDI TÖLVUPÓSTANNA⁵⁹

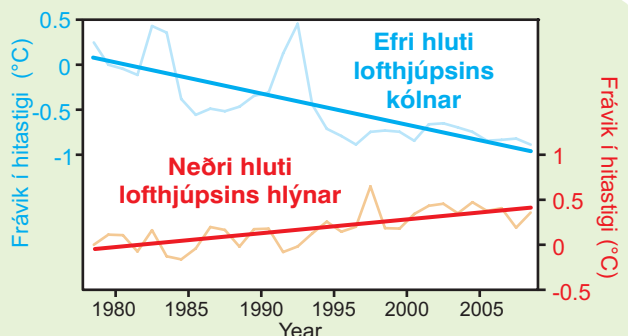
„Engin áreiðanleg gögn benda til þess að Dr. Mann hafi tengst eða tekið þátt, með beinum eða óbeinum hætti, í aðgerðum í þeim tilgangi að fela eða falsa gögn.“⁶⁰

PENN STATE HÁSKÓLINN

Fingraför mannkyns #7

Kólnun í efri hluta lofthjúpsins

Við það að gróðurhúsalofttegundir beisla meiri varma í neðri hluta lofthjúpsins fer minni varmi upp í efri hluta lofthjúpsins (heiðhvolfið og ofar). Því er búist við hlýnun í neðri hluta lofthjúpsins og kólnun í efri hluta lofthjúpsins. Þetta hefur verið staðfest með gervihnattamælingum og veðurbelgjum.¹



Frávik hitastigs (gráður á selsíus) í efri og neðri hluta lofthjúpsins, mælt með gervihnöttum (RSS).⁶⁴

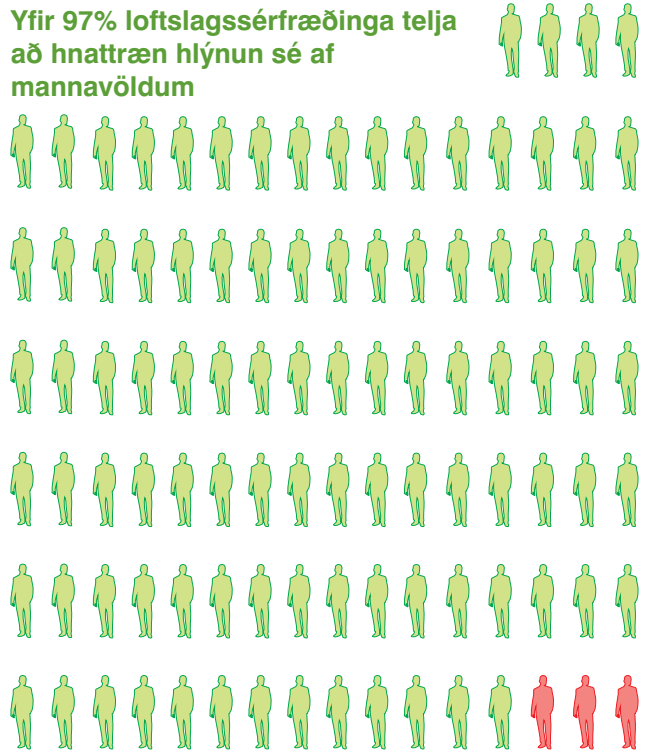
Samhljóða álit vísindamanna um hnattræna hlýnun

Þú gætir rekist á lista yfir vísindamenn sem eru efins um að hin hnattræna hlýnun sé af mannavöldum. Fæstir þeirra sem skrifa undir slíka lista eru loftslagsvísindamenn. Þar eru læknar, dýrafræðingar, eðlisfræðingar og verkfræðingar svo einhverjir séu nefndir, en fæstir hafa sérhæft sig í loftslagsfræðum.

En hvað segja loftslagsvísindamenn? Nokkrar rannsóknir hafa farið fram, þar sem álit þeirra sem eru virkir í faginu hefur verið skoðað. Niðurstaðan er sláandi: yfir 97% loftslagssérfræðinga eru sannfærðir um að mannkynið valdi breytingum á hnattrænu hitastigi jarðar.^{65,66}

Þetta hefur verið staðfest með ritrýndri rannsókn. Skoðaðar voru ritrýndar greinar frá árunum 1993 til 2003 þar sem stikkorðið „global climate change“ (ís. hnattrænar loftslagsbreytingar) er notað. Engin þeirra var í mótsögn við hið samhljóða álit, að athafnir manna valdi hnattrænni hlýnun.⁶⁷

Yfir 97% loftslagssérfræðinga telja að hnattræn hlýnun sé af mannavöldum



Gögnin segja sömu sögu

Rökin fyrir því að hin hnattræna hlýnun sé af mannavöldum er byggð á beinum athugunum. Fjöldmörg óháð og ólík sönnunargögn benda í sömu átt.

Gögn eru samhljóða um að styrkukning CO₂ í lofthjúpunum sé af mannavöldum. Það hefur verið staðfest með mælingum á samsætum kolefnis í andrúmsloftinu. Þannig sést að aukningin er tilkomin vegna bruna jarðefnaeldsneytis.

Gögn eru einnig samhljóða um að styrkukning CO₂ auki á hlýnunina. Gervihnettir mæla minni varma sem sleppur út í geim. Yfirborðsmælingar sýna að meiri varmi kemur aftur að yfirborði jarðar. Það gerist á þeirri bylgjulengd sem CO₂ beislar varma: greinilegt fingrafar manna.

Það eru ekki bara vísindamenn sem eru samhljóða: gögnin eru einnig samhljóða

Gögn eru einnig samhljóða um að hnattræn hlýnun sé staðreynd. Yfirborðsmælingar og gervihnattamælingar sýna sömu leitni hitastigs. Önnur ummerki um hlýnun finnast víða um

hnöttinn: minnkandi jökulbreiður, hörfandi jöklar, hækkandi sjávarstaða og tilfærsla árstíða.

Mynstur hlýnunnar sýnir fram á áberandi einkenni aukinna gróðurhúsaáhrifa. Nætturnar hlýna hraðar en dagarnir. Veturnir hlýna hraðar en sumrin. Neðri hluti lofthjúpsins hlýnar á sama tíma og efri hluti lofthjúpsins kólnar.

Pegar spurt er hvort menn valda loftslagsbreytingum, eru vísindamennirnir ekki bara samhljóða: gögnin eru einnig samhljóða.

Heimildir

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 Hatzioles, 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

Rökin fyrir hnattrænni hlýnun af mannavöldum eru byggð á mörgum óháðum gögnum úr mörgum áttum. Efasemdamenn um hnattræna hlýnun einblína oft á tíðum á eitt lítið púsl en afneita heildarmyndinni sem gögnin sýna.

Loftslag okkar er að breytast og við mennirnir berum ábyrgð á því með losun okkar á gróðurhúsalofttegundum. Aukin þekking er nauðsynleg til að skilja heiminn í kringum okkur og til að taka upplýstar ákvarðanir um framtíðina.



Til að nálgast frekari upplýsingar, skoðaðu:

