

Vulkanar i drivhuset

Det nest største vulkanutbrotet i det forrige hundreåret fann stad på Filippinane i 1991 då Mount Pinatubo gjekk til himmels. Utbrotet og dei klimamessige verknadane er godt observert og kan følgjeleg nyttast som ein realistisk test av klimamodellane.

ODD HELGE OTTERÅ
forskar ved Nansensenteret og
Bjerknessenteret
(oddho@nersc.no)

Ein klimamodell inkluderer samspelet mellom tilført energi frå sola, verknadane av klimagassar og partiklar i atmosfæren samt prosessar i atmosfæren, i havet og på land. Klimamodellar av ulik kompleksitet vert nytta til gje venta klimautvikling i dette hundreåret, og dei er eit nyttig verktøy for å forstå klimaendringar attende i tid. Sjølv om klimamodellane vert stadig betre, er det framleis mange prosessar som er mykje forenkla.

Ein test dei fleste klimamodellane må gjennom, er å sjå på kor realistisk dei simulerer observerte klimaendringar etter store vulkanutbrot. 1991-utbrotet av Mount Pinatubo var det største utbrotet som nokon gong er observert av satellittar. Målingar av innhaldet av aerosolar i stratosfæren - eller over 10 km høgd i atmosfæren - etter utbrotet kan leggjast inn i ein klimamodell. Dersom modellen simulerer eit klima som liknar på det som vart observert i etterkant av utbrotet, vil det auka tiltrua til modellen. Eit eksempel på ein slik test er gjeven her for den atmosfæriske klimamodellen ARPEGE.

«Disen av aerosolar reflekterer noko av den innkomande solinnstrålinga og fører såleis til ei avkjøling ved jorddyta.»

Vulkanar og klima

Vulkanutbrot er særskild viktig for endringar i vær og klima, og då særleg dei første par åra etter utbrotet. Styrken på utbrotet, kor langt vulkanen ligg frå ekvator og den kjemiske samansetninga av røyksøyla er alle faktorar som spelar inn på klimaef-



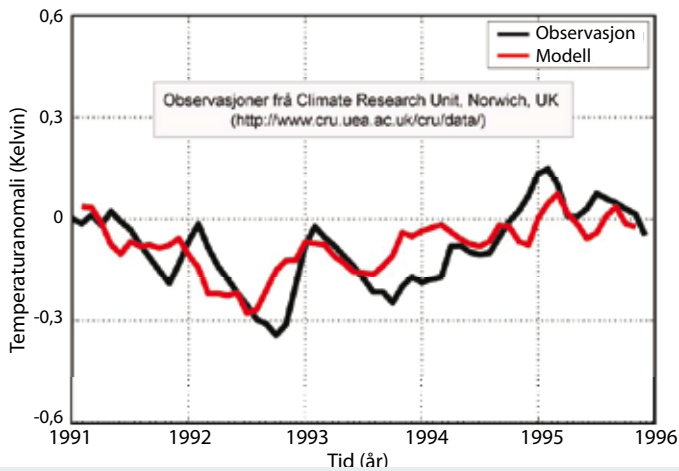
VULKAN. Vulkanutbrot er særskild viktig for endringar i vær og klima, og då særleg dei første par åra etter utbrotet.

Foto: Stockxpert

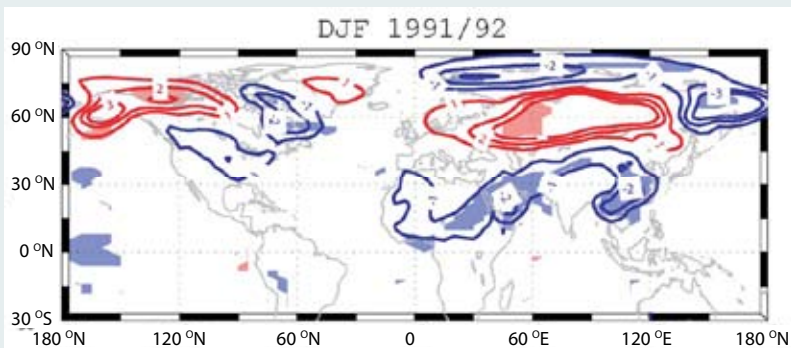
ekten av utbrotet. Den viktigaste klimaeffekten av vulkanutbrot skuldast utslepp av svovelgassar til stratosfæren, der dei raskt vert omdanna til aerosolar. Disen av aerosolar reflekterer noko av den innkomande solinnstrålinga og fører såleis til ei avkjøling ved jorddyta. I tillegg fører disen av aerosolar til auka fanging av langbølga stråling og såleis ei sterk oppvarming av den nedre stratosfæren (mellom ti til 20 kilometer høgd).

Klimaeksperiment

Etter å ha vore sovande i over 500 år, hadde vulkanen Mount Pinatubo på øya Luzon på Filippinane eit eksplosivt utbrot 15. juni 1991. Utbrotet gjorde at 20 millionar tonn svovelgassar



Figur 1. Simulert (raud linje) og observert avvik i globalt midla lufttemperatur ved overflata for åra 1991-1996. Dei observerte verdiane er gitt som avvik frå ein klimatologi basert på åra 1961-90, og null avvik indikerer inga endring samanlikna med perioden januar til mai 1991. Dei simulerte verdiane er rekna som differansen mellom dei to køyringane (køyring med aerosolar minus køyring utan aerosolar).



Figur 2. Simulert temperaturavvik (°C) ved overflata for vinteren 1991/92. Fargelegginga indikerer 90% konfidensnivået basert på ein lokal t-test.

maksimal global avkjøling på 0,3 grader i juni/juli 1992. Dette er noko mindre og om lag to månader tidlegare enn kva observasjonane syner.

Eit interessant fenomen som vart funne i modellen, er ei klar oppvarming av landmassane på den nordlege halvkula dei første par vintrane etter utbrotet. Dei simulerte temperaturendringane vinteren og sommaren 1992 er synt i figur 2. Det er varmare over store delar av Eurasia og Nord-Amerika vinterstid, medan det er kaldare over Newfoundland, Midtausten og Kina. Om sommaren simulerer modellen ei meir jamn avkjøling for landområda på den nordlege halvkula. Oppvarminga dei fyrste vintrane etter utbrotet er i samsvar med observert temperaturendring.

Endringar i atmosfæresirkulasjonen

Den simulerte vinteroppvarminga etter Mount Pinatubo-utbrotet skuldast endringar i det simulerte

værmønsteret over Nordatlanteren. Dette mønsteret vert i stor grad styrt av den såkalla Arktiske svinginga (AO). Dette er eit sirkulasjonsmønster der det atmosfæriske trykket over dei polare områda varierer motsatt til trykket over midlere breiddegrader, altså omkring 45 grader nord. Dette skjer på tidsskalaer frå veker til tiår. Svinginga gjev seg gjeldande i heile den nedre atmosfæren, som kallast troposfæren. Vinterstid strekker strukturen seg også opp i den øvre atmosfæren og er med på regulere styrken på vestavindane som omgjev den Arktiske regionen. Vi seier at vi har ein positiv fase av den Arktiske svinginga når trykket over midlere breiddegrader er høgare enn normalt og trykket over dei polare områda er unormalt låge.

I modellen fører aerosolane i stratosfæren til ein kraftigare jetstraum i stratosfæren. Den kraftige stratosfæriske jetstraumen gjev opphav til eit karakteristisk sirkulasjonsmønster i den nedre atmosfæren som har ein klår likskap med den positive fasen av den Arktiske svinginga. Generelt vil eit slikt sirkulasjonsmønster føra til ei oppvarming over landmassane på den nordlege halvkula. Om vinteren har såleis endringane i sirkulasjonen, som fører til ei lokal oppvarming, større innverknad på temperaturen enn den strålingsdrevne nedkjølinga som dominerer ved lågare breiddegrader og om sommaren.

Framtidig perspektiv

Det er også vertd å nemna at den observerte langsiktige endringa i temperatur dei siste tiåra inneheld ein komponent som er samfallande med ein positiv fase av den Arktiske svinginga. Ein analyse av IPCC-modellane konkluderer med at sjølv om modellane i middel viser ein meir positiv fase av den Arktiske svinginga med auka innhald av klimagassar, er det store variasjonar mellom modellane. Spørsmålet om kor realistisk den Arktiske svinginga vert simulert i klimamodellane er viktig for truverdige klimascenarier for nordområda. Effekten av vulkanutbrot og andre pådriv i klimaet på den Arktiske svinginga er difor ei sentral utfordring. På sikt vil auka forståing av dette, saman med betre modellar, gje meir presise klimascenarier for midlere og høgare breiddegrader på den nordlege halvkula.

Referansar

- Reichler, T. og Kim J. 2008. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **89**, 303-311.
- Miller m. fl. 2006. *J. Geophys. Res.*, **111**, D18101, doi:10.1029/2005JD006323.
- Otterå, O. H. 2008. *Adv. Atmos. Sci.*, **25**(2), 213-226.
- IPCC 2007; <http://www.ipcc.h/ipccreports/ar4-wg1.htm>