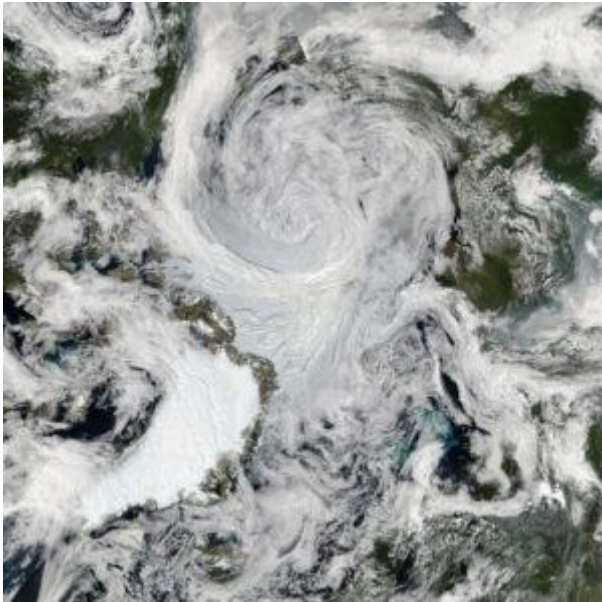


Klimatförändringar, en kortfattad information

Klimat, klimatförändringar och atmosfärens allmänna cirkulation



Vi fortsätter översättningen av broschyrerna https://klimatupplysningen.se/klimathotet_2/ , denna gång skriven av Dr. Anthony R. Lupo.

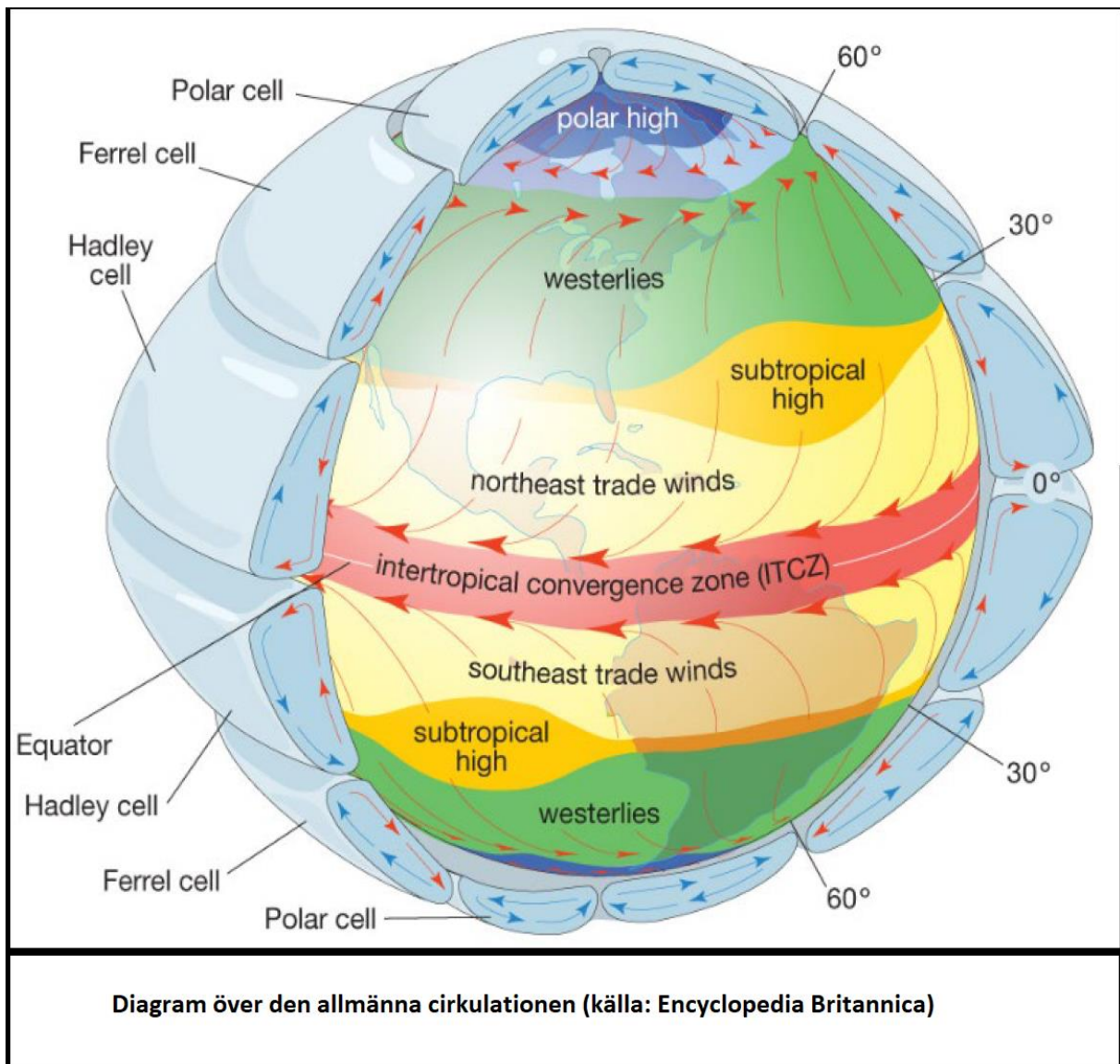
Introduktion

Klimatförändringar är en av de främsta frågorna som driver beslutsfattande hos jordbruket, den privata sektorn och regeringen på tidsskalan från några år till några decennier framåt. Forskare är knappast oeniga om att klimat förändras på olika tidsskalor, både mönsterbundet (d.v.s. cykliskt) och icke mönsterbundet. Klimatet har förändrats över tid alltsedan jorden har haft en atmosfär och hav. Klimatforskare är överens om att klimatförändringar främst återspeglas som regionala inhomogeniteter kontra att vara globalt uniforma. Det finns dock viss oenighet om huruvida klimatförändringar främst drivs av externa faktorer kontra den inre dynamiken i Jorden-Atmosfären systemet (förkortat nedan i artikeln som EA systemet efter engelska Earth-Atmosphere).

Många forskare säger att externa krafter driver klimatet. Detta uttrycks främst i idén att undersöka energibalansen som lämnar vårt EA-system jämfört med det som kommer in i EA-systemet. Enligt denna uppfattning är koldioxid som en kontrollratt som reglerar balansen mellan inkommande och utgående strålning. Med andra ord har nuvarande klimatförändringar drivits av atmosfäriska

förändringar i koldioxidkoncentrationen och processen förstärks av positiva återkopplingar. Andra forskare påstår att EA-systemet är ett komplext fysiskt system där intern dynamik och dess komplicerade beteenden får klimatet att förändras och följer diskreta tidsplaner. De anser att klimatet inte är statistiskt och att koldioxidens påverkan antingen är relativt liten jämfört med naturliga cykler eller att den är projicerad på den befintliga interna dynamiken.

Vädret är det dagliga tillståndet för atmosfären och kan representeras av mätningar som görs i ögonblicket. Klimat är å andra sidan atmosfärens tidsmedelvärde tillsammans med högre ordningsstatistik som mäter variabilitet. Det vanligaste tidsintervallet för globalt klimat är 30 år. Klimatförändringar är helt enkelt förändringen i klimatets statistiska karaktär under en period som är längre än 30 år. Den allmänna cirkulationen definieras som atmosfärens storskaliga struktur över tidsskalor från 15 dagar till mindre än 10 år. Såsom klimat kan den allmänna cirkulationen ses som en statistisk sammanställning av vädret. Liksom klimatet drivs den allmänna cirkulationen till stor del av karaktären hos den underliggande ytan. I sin tur kan karaktären av den allmänna cirkulationen påverka det dominerande vädret för en viss plats på tidsskalan från två veckor till några år.



Sedan mitten av 1800-talet citerar de flesta källor att den årliga globala genomsnittliga yttemperaturen har ökat med cirka 1°C (1,8°F). Mycket av denna ökning har skett under två tidsperioder, från ungefär 1910–1945 och 1975–2000. Dessa förändringar har dock inte varit globalt enhetliga och har associerats med förändringar i den allmänna cirkulationen. Här kommer vi att kartlägga viktiga aspekter av det nuvarande läget för den allmänna cirkulationen tillsammans med de senaste förändringarna och troliga förändringar i framtiden.

Tropikerna

De flesta studier visar att den övergripande trenden i tropisk nederbörd sedan mitten av 1900-talet är liten. Men många har visat att monsuncirkulationerna i västra Stilla havet och Indiska oceanen har försvagats under de senaste 50 åren, liksom minskningar i landbaserad nederbörd och vindhastigheter på ytan.

Under samma period finns det ingen konsekvent signal i Hadley-cirkulationernas styrka eftersom resultaten av många studier är beroende av den datamängd som används och den analyserade tidsperioden. Men studier är överens om att det finns variationer i styrkan i Hadley och Walker-cirkulationerna sett från år till år och från årtionde till årtionde, och dessa är lika starka eller starkare än observerade trender. Det har föreslagits att bredden på Hadley-regimen har ökat betydligt under de senaste decennierna (1).

Relativt enhetliga observationer av global tropisk cyklonaktivitet har endast funnits sedan omkring 1980 och de flesta studier visar ingen statistiskt signifikant ökning av den totala aktiviteten över hela världen, trots årliga och interdekadala variationer. De senaste decennierna har visat en ökning av tropiska stormar jämfört med svagare orkaner, men en statistiskt signifikant ökning av starkare orkaner. Regionalt har de starkaste ökningarna av tropisk cyklonaktivitet inträffat över Atlanten medan Stilla havsområdet har observerat statistisk (östra) eller minskande (västra) aktivitet vid alla intensitetsnivåer (2). Dessa trender i tropisk cyklonaktivitet i Atlanten och västra Stilla havet manifesterades starkt i observationerna av den tropiska säsongen 2020.

Konsensus mellan modellprojektionerna i framtida tropisk cyklonaktivitet tyder på att denna aktivitet kommer att förbli som idag, men andelen starkare stormar kan komma att öka och förknippas med större nederbörds mängder. Förtroendet för dessa prognoser är lågt och osäkert eftersom även modeller med högre upplösning fortsätter att ha svårigheter med att fånga uppkomsten och styrkan av tropiska cykloner och tillhörande konvektion (3).

El Nino och Southern Oscillation (ENSO) är en oregelbunden (vartannat till vart sjunde år) uppvärmning av havets yttemperaturer i det centrala och östra tropiska Stilla havet. Detta fenomen har en inverkan på den allmänna cirkulationen och vädret över hela världen genom att ändra fördelningen av ytvärme i Stilla havet och i atmosfären. I sin tur ändras konfigurationen av jetströmmen i mittlatituderna och detta resulterar ofta i avvikande temperatur- och nederbörds mönster för vissa områden inklusive Nord- och Sydamerika, som påverkas mest. Jordbruket på båda kontinenterna är tämligen känsligt för fas och styrka hos ENSO. Paleoklimatstudier visar att ENSO inte är någon ny utveckling, utan den har funnits i tusentals år och längre.

Nya studier har visat att frekvensen och styrkan hos ENSO har varierat sedan början av 1900-talet och detta tros vara kopplat till årlig och interdekadal variation i Stilla havsområdet. Dessutom har studier visat att det finns två varianter av ENSO där styrkan och lokaliseringen av de primära varma ytvattentemperaturanomalierna skiljer sig åt. Varje variant är förknippad med

sin egen väderpåverkan. Klimatmodeller förbättras i deras förmåga att replikera ENSO i framtida scenarier, men det finns ingen enighet om framtida förändringar i frekvensen, styrkan eller typen av ENSO-förekomst.

Mittlatituderna och polarregionerna

Polarfronten och jetströmmen vid mittlatituderna är associerade med *storm track* (stormbanan) över mittlatitudsområdet och indikerar gränsdragningen mellan mittlatitudernas Ferrelcell och Polarcellen. *Storm track* är den sammansatta aktiviteten hos mittlatitudernas ytcykloner och deras tillhörande övre luftvågor. Dessa cykloner är dynamiskt kopplade till frekvensen, uthålligheten och styrkan hos blockerande anticykloner. Blockerande anticykloner är ihållande och kvasi-stationära åsar eller vågor i mittlatitudernas jetström. Blockering är ofta förknippad med extremt och avvikande såväl varmt som kallt och vått som torrt väder över mycket stora regioner på jorden.

Dessutom har många studier visat att de årliga nederbördsmängderna har ökat över norra halvklotets mittlatituder sedan mitten av 1900-talet. Över södra halvklotets mittbreddgrader har nederbörden minskat generellt. Den förstnämnda utgången gäller i synnerhet Förenta staterna, och en del studier har visat att denna nederbördsökning är förknippad med nederbördshändelser som involverar större mängder nederbörd.

I de flesta undersökningar har cyklonaktivitet och tillhörande *storm track* på mittlatituderna visat en tendens att flytta sig mot polerna sedan mitten av 1900-talet. Detta återspeglas i ökning av individuell cyklonaktivitet vid högre breddgrader och motsvarande minskningar i mittenbreddgraderna. Några studier har indikerat att cykloner under vintersäsongen har ökat i intensitet. Det är välkänt att styrkan och lokaliseringen av *storm track* varierar kraftigt på tidsskalor från år till år och från årtionde till årtionde. Dessa förändringar i *storm track* motsvarar observerade förändringar i mittlatitudernas jetström med avseende på dess position på norra halvklotet. Signalen är mindre säker på södra halvklotet. På norra halvklotet finns det tecken på att jetströmshastigheterna har ökat under de senaste decennierna.

En undersökning av den blockerande anticyklonkaraktären under de senaste 50 åren har visat att blockering var mindre frekvent globalt under senare delen av 1900-talet än under mitten av 1900-talet. Blockering har dock blivit vanligare under början av 2000-talet (4). Dessa händelser har blivit svagare på norra halvklotet utan någon förändring i varaktighet, men på södra halvklotet har de blivit mer ihållande med ringa förändring i styrka. Liksom med cykloner i mittlatituderna är även variabiliteten hos blockering betydande sett över tidsskalor från år till år och årtionde till årtionde.

Klimatmodeller har konsekvent underskattat frekvensen och styrkan hos såväl *storm track* som blockeringar (6) och jetströmmen. Detta beror på brister i modellernas förmåga att replikera medelflödet korrekt eller på brister i modellkonstruktionen. Klimatmodeller har dock på senare tid gett prov på en förbättrad förmåga när det gäller att representera *storm track* och blockering. Oavsett detta har många studier föreslagit att förekomsten av *storm track* och blockering under det 2000-talet kommer att flytta mot polerna. Men det finns ingen konsensus hos modellerna när det gäller förändringar i frekvensen av dessa händelser, beroende på metoderna som används för att upptäcka dessa händelser. De flesta av studierna tyder på något färre blockeringshändelser mot slutet av 2000-talet. Slutligen indikerar klimatmodeller att jetströmmen kan komma att visa starkare variation i vindhastighet och mindre variation i longitudinell variabilitet (7).

Sammanfattning

Atmosfärens allmänna cirkulation är sammanställningen av väder över säsongstills årliga tidsskalor och kan i sin tur påverka förekomsten av väder på samma tidsskalor. Den allmänna cirkulationen, som klimatet, drivs av karaktären hos den underliggande mark- och havsytan.

Under 1900-talet har yt- och atmosfärstemperaturer värmts globalt, men mindre i tropikerna kontra Arktis. Tillhörande förändringar i den allmänna cirkulationen har inträffat som är fysiskt överensstämmande med ett varmare klimat, till exempel förskjutningen mot polerna av vissa allmänna cirkulationsfunktioner. För andra fenomen är det emellertid svårt att identifiera trender i deras karaktär på grund av en större storlek i årlig eller tioårlig variation eller på grund av skiljaktigheter i kriterierna som används för att identifiera dem. För de allmänna cirkulationsfenomen som undersökts här finns det i allmänhet lågt förtroende och/eller svag konsensus gällande framtidsscenarier genererade av klimatmodeller. Dessa överensstämmer i allmänhet med iakttagelserna publicerade av IPCC (8).

Dr. Anthony R. Lupo, Professor of Atmospheric Science, University of Missouri

Översättning: Stephen Wilks

- ¹ Seidel, D.J., Q. Fu, W.J. Randel, T.J. Reichler (2008): Widening of the tropical belt in a changing climate. *Nature Geosci.*, **1**, 21-24.
- ² Lupo, A.R., B. Heaven, J. Matzen, J.L. Rabinowitz (2020): The interannual and interdecadal variability in tropical cyclone activity: A decade of changes in the climatological character. *Current Topics in Tropical Cyclone Research* Intech Publishers, ISBN: 978-1-83880-361-2, 146 pp.
- ³ Roberts, M.J., P.L. Vidale, M.S. Mizieliński, M.E. Demory, R. Schiemann, J. Strachan, *et al.* (2015): Tropical cyclones in the UPSCALE ensemble of high-resolution global climate models. *J. Clim.*, **28**, 574–596.
- ⁴ Lupo, A.R., A.D. Jensen, I.I. Mokhov, A.V. Timazhev, T. Eichler, B. Efe (2019): Changes in global blocking character during the most recent decades, *Atmosphere*, **10**, 19pp Article ID 00092.
- ⁵ Eichler, T.P., N. Gaggini, and Z. Pan (2013): Impacts of global warming on Northern Hemisphere winter storm tracks in the CMIP5 model suite. *J. Geophys. Res. Atmos.*, **118**, 3919–3932.
- ⁶ Woollings, T., D. Barriopedro Cepero, J. Methven, *et al.* (2018): Blocking and its response to climate change. *Curr. Clim. Change Rep.*, **4**, 287–300.
- ⁷ Barnes, E.A., and L.M. Polvani (2013): Response of the midlatitude jets, and of their variability, to increased greenhouse gases in the CMIP5 models. *J. Clim.*, **26**, 7117-7135.
- ⁸ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2013): Climate Change 2013: The Physical Scientific Basis.