

Numeriska klimatmodeller

The climate system is a coupled non-linear chaotic system, and therefore the long-term prediction of future climatic states is not possible [IPCC report 2001]

De (grund-) ekvationer som beskriver väder/klimatsystemen är dessa:

$$\begin{aligned} \frac{du}{dt} &= f_v - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + F_x \\ \frac{dv}{dt} &= -f_u - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + F_y \\ 0 &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} - g \\ \frac{c_p}{T} \frac{dT}{dt} - \frac{R}{p} \frac{dp}{dt} &= Q \\ p &= \rho RT \\ \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} + \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} &= 0 \end{aligned}$$

Det här är i princip, den matematiska formuleringen av atmosfären

Newton's 2:a lag

Termodynamikens 2:a huvudsats

Gaslagen

Kontinuitets-ekvationen (massan av 1 kg luft = konstant)

u = vindkomponent i ost-västlig riktning (x-led) >0 för riktning mot öster

v = vindkomponent i nord-sydlig riktning (y-led) >0 för riktning mot norr

w = vertikalvind >0 för uppåt (z-led)

T = luftens temperatur

$f = 2\Omega \sin \phi$, Coriolisparametern, där Ω är jordens rotationshastighet och ϕ är latituden

ρ = luftens densitet

p = luftens tryck

c_p = luftens specifika värme

R = gaskonstanten för luft

Edward Lorenz (1917, 2008) var kaosteoriens fader, men samtidigt forskare inom meteorologi. Han skapade en tidig vädersimulator med tre kopplade ekvationer och förvånades över att, efterhand som simuleringen fortskred i tiden, uppförde sig resultaten på ett oförutsett sätt. Han började då söka belägg för att vädret i verkligheten varierade på samma oförutsägbara sätt, och kunde bekräfta att detta var fallet, varefter han fortsatte studera egenskaperna hos kaotiska system.

Ingen meteorologisk forskare motsäger hans analys att vädret har kaotiska egenskaper.

Edward Lorenz beräknade att det globala vädret hade en Lyapunov-exponent¹ motsvarande en informationsbit var fjärde dag. Detta avser ett medelvärde över tid och hela jordens yta. Det finns tider och platser där vädret är mycket mer kaotiskt, vilket alla som bor i England kan intyga. Vad det betyder, är emellertid att om man kan förutsäga morgondagens väder på en grad när, då blir noggrannheten av förutsägelsen för vädret fem dagar senare i medeltal ± 2 °C, nio dagar senare ± 4 °C och 13 dagar senare ± 8 °C, så att efter 9-10 dagar är förutsägelsen i stort sett utan värde. Om man kan förutsäga morgondagens väder med en noggrannhet på $\pm 0,1$ °C minskas de efterföljande felen i motsvarande grad, men eftersom felen ändå växer exponentiellt, skulle det inte dröja länge innan felen har vuxit så att förutsägelsen åter är meningslös. Det är intressant att notera att väderprognoserna som görs av organisationer som UK Met Office avtar i tillförlitlighet precis på detta sätt. Detta kan tas som intäkt för att en positiv Lyapunov-exponent, och därmed av kaos i vädret, verkligen existerar. [Översättning av artikel av Anthony Watts i

<https://wattsupwiththat.com/2011/06/13/the-chaos-theoretic-argument-that-undermines-climate-change-modelling/>]

¹ Beskriver förutsägbarheten hos ett dynamiskt system. En positiv Lyapunovexponent tolkas vanligtvis som att vi har ett system med kaotiska egenskaper

Arnoldy Watts avslutar sitt inlägg:

I sammanfattning: Klimatforskare har byggt modeller baserade på deras förståelse av klimatet, gällande teorier och ett antal antaganden. De kan inte testa modellerna på korta tidsskalor, vilket är väl känt, på grund av vädrets kaotiska egenskaper. De hade emellertid hoppats kunna kalibrera, korrigera och modifiera modellerna baserat på långa tidsserier. Vi vet emellertid nu att även dessa uppvisar kaotiska egenskaper. De vet inte, och kan inte veta, om deras modeller är alltför enkla, alltför komplexa, eller helt enkelt rätt, eftersom, även om de skulle vara perfekta, är vädret kaotiskt på denna skala, kan de inte hoppas att få överensstämmelse mellan modellerna och den verkliga världen, det minsta fel i begynnelsedata skulle resultera i helt olika resultat.

Allt de i ärlighetens namn kan säga är: Vi har skapat modeller som vi efter bästa förmåga har fått att efterlikna verkligheten, men vi kan inte visa att de är korrekta. Vi inser att små avvikelser i våra modeller skulle kunna resultera i dramatiskt olika prognoser, och vi kan inte avgöra om vi har fel eller inte.

Det är min (Arnoldy Watts) uppfattning att politiker inte bör fatta beslut som vilar på prognoser från dessa modeller. Sannolikheten tycks vara att de har lika mycket samband med verkligheten som The Sims (Simpsons) eller Half-life (dataspel)

*Originaltexten: It is my view that **governmental policymakers should not act on the basis of these models**. The likelihood seems to be that they have as much similarity to the real world as The Sims, or Half-life.*