

020302

Kaosforskning var högsta mode på åttiotalet. Sedan blev det tyst. Men för väderprognoser är kaosmatematiken fortfarande högaktuell, liksom för den nya nanotekniken.

Från snökaos till kvantkaos

Av **Jennie Hermansson**

Kaos i vardagen är något som människan gärna undviker. Vi vill inte ha snökaos eller något annat trafik kaos. Trafiken ska flyta på vägarna och det ska vara ordning och reda.

Kaos i matematisk mening är något helt annat. Det handlar om fenomen som blir oförutsägbara trots att de följer förutsägbara naturlagar.

Isaac Newton ville att naturen skulle inrätta sig efter hans mekanik. Han lyckades ganska bra. Men det fanns små retsamma undantag, som till exempel att månen inte rörde sig i den regelbundna bana som den borde. Först i slutet av 1800-talet upptäckte den amerikanske astronomen George William Hill varför månen inte riktigt rör sig så som Newtons rörelselagar förutspår. Han visade att både jorden och solen påverkar månen. Tidigare hade man antagit att det bara var jorden som försökte dra till sig månen.

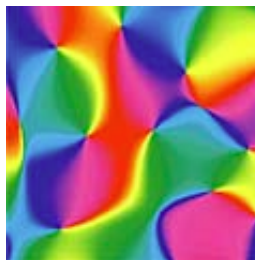
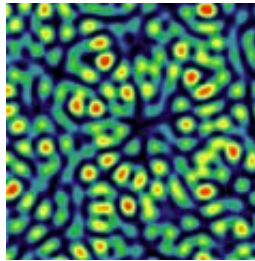
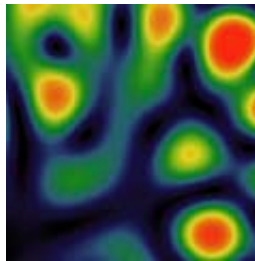
I början av 1900-talet bevisade den franske naturvetaren Henri Poincaré att månen inte var något undantag från den välordnade verkligheten. De flesta dynamiska system har liknande oregelbundenheter. Även den enklaste rörelse kan vara så känslig för hur rörelsen startade att man aldrig kan säga hur rörelsen kommer att sluta. Det går inte att förutsäga vad som kommer att hända. Det är denna oförutsägbarhet som är kaos för en naturvetare på jobbet.

Kaosforskningen slog igenom i början på 1960-talet när datorerna blev allt vanligare hjälpmedel för forskarna. De komplicerade beräkningar som följer på kaos kunde man inte göra för hand med papper och penna, utan det behövdes en maskin som hjälpte till att utföra de långa och komplicerade uträkningar.

LÄS MER HÄR

FAKTA

► [kvantkaos och fraktaler](#)



Biljardspel på atomnivå. När elektroner befinner sig i en box med oregelbunden form kommer de att röra sig kaotiskt. Matematiska uträkningar visar hur elektronen rör sig och sannolikheten för att den ska finnas på ett visst ställe vid en viss tidpunkt.

Kaos blev snabbt ett populärt område att studera, mycket för att det var så många fenomen i naturen som visade sig vara kaotiska. På 20 år hade ryktet om det nya forskningsområdet spridit sig långt utanför forskarvärlden.

Människor som annars inte var intresserade av matematik och fysik läste tjocka böcker om kaos och man ansåg att kaosteori var en lika viktig del av fysiken som relativitetsteori och kvantmekaniken.

- Vetenskapen behöver nymodigheter för att allmänheten ska bli intresserad. Kaosteori talade till människor eftersom den visade att inget är förutbestämt, säger Benoit Mandelbrot.

Den polskfödde matematikern Mandelbrot har spelat en viktig roll för kaosteori genomslagskraft. Han introducerade en ny sorts geometri 1975 som han kallade fraktalgeometri. Den visade sig vara användbar för att illustrera kaotiska förlopp. När kaosteori slog igenom kom genast förhoppningar om att den skulle gå att tillämpa på modeller även utanför naturvetenskaperna. Många hoppades att den skulle kunna förklara svåra och komplexa sociala system och man försökte se mönster som tydde på kaos inom så vitt skilda områden som ekonomi, krigsstrategier, psykologi och stadsplanering. Men Mandelbrot är övertygad om att kaos inte går att tillämpa på sådana system.

- Ekonomin styrs inte av några naturlagar och därför kan man inte förutspå vad som kommer att hända.

Att ett system styrs av lagar och matematiska ekvationer är en förutsättning för att kaos ska uppstå. De flesta system följer lagarna till punkt och pricka, men det finns system som trots att de följer lagarna ändå blir oförutsägbara.

Ett lövs dalande från trädet är ett exempel på en kaotisk rörelse. I en perfekt värld skulle lövet enbart påverkas av jordens dragningskraft och snällt lyda Newtons tyngdkraftslag. Det vore inga problem att se

in i framtiden hur lövet faller till marken. I den inte så perfekta värld vi lever i påverkas lövet av flera olika krafter. Luftmotståndet bromsar lövet i fallet och en liten vindpust kan gripa tag i det. För att få veta var lövet verkligen kommer att hamna efter fallet måste allt som påverkar det tas med i beräkningarna. Och eftersom en liten förändring av de värden man sätter in i ekvationerna ger stora förändringar i slutändan kan man aldrig gissa var lövet till slut kommer att hamna.

Ungefär på samma sätt fungerar vädret. Vädret följer ett antal fysikaliska lagar. Dessa lagar ingår i meteorologernas matematiska modeller. Från dessa modeller kan de beräkna hur vädret kommer att utvecklas. Men eftersom meteorologerna inte kan veta exakt vilka värden de ska sätta in i sina modeller blir vädret ett kaotiskt system.

- Vädret är kaotiskt på så vis att det är svårt att förutse det. Men i det långa loppet är vädret stabilt, medelvärdet uppför sig inte kaotiskt, säger Erland Källén som är professor i dynamisk meteorologi vid Stockholms universitet.

Det var den amerikanske meteorologen Edward Lorenz som först visade att vädret är kaotiskt. Hans beräkningar från början av 1960-talet är grundstommen till dagens kaosforskning. Vad han upptäckte med hjälp av noggranna beräkningar var att små, små förändringar kan ge stora förändringar av vädret. I en av sina artiklar föreslår Lorenz att till och med en sådan liten rörelse som en fjärils vingslag i Brasilien kan sätta i gång en tromb i Texas. Att Lorenz använde exemplet med en fjärils vingslag beror inte på att vingslag från fjärilar så ofta sätter i gång oväder, utan på att den fraktal som uppkommer vid denna typ av beräkningar ser ut som en fjäril.

Eftersom vädret är så känsligt för förändringar kan man inte säga vad det kommer att bli för väder om ett år eller ens om en månad, något som Lorenz kallade för fjärilseffekten.

- Kaosteorin säger att man maximalt kan göra väderprognoser för två veckor framåt.

Men vi har inte nått dit ännu, än så länge kan vi bara göra bra prognoser för sex till sju dagar, berättar Erland Källén.

Aktiemäklarens arbete påminner om meteorologens, båda försöker se in i framtiden och göra prognoser för längre tider. Men skillnaden är att mäklaren inte har några ekvationer att sätta in sina värden i. För hur sätter man upp en ekvation där människans fria vilja ska ingå?

- Det finns inte någon som kunde gissa eller räkna ut att en aktie skulle gå ner från 90 dollar till 90 cent på ett år, vilket hände i USA för några veckor sedan, säger Benoit Mandelbrot.

Han anser att det är slumpen som styr vad som kommer att hända på aktiemarknaden och inom ekonomin. Det enda sättet att titta på slumpen är att ta till statistiska metoder.

- Att det har varit så tyst om kaosteorin sedan 1980-talet beror på att den har misslyckats med att förklara de ekonomiska systemen. Ingen vill berätta om misslyckanden, säger Benoit Mandelbrot.

Man kan också säga att kaos var en modenyck och det som kom efter den grundläggande forskningen var för svårt att förklara.

Modenyck eller inte, det är inte enbart inom meteorologin som kaosteorin har varit framgångsrik och betydelsefull. Det är mycket annat i naturen som har visat sig vara kaotiskt. Som till exempel oregelbundna hjärtslag och sjukdomars spridningsmönster. Djurpopulationers utveckling är också ett kaotiskt förlopp och inom biologin är kaosteorin i dag ett vanligt verktyg för att förklara varför vissa biologiska system uppför sig som de gör. Även planeternas rörelser är kaotiska och deras lägen i solsystemet kan inte förutsägas om man tittar över så långa tidsperioder som hundratals miljoner år.

Men också de minsta systemen man kan tänka sig har visat sig vara kaotiska. År 1917 frågade sig Albert Einstein i en artikel om det även kan råda kaos bland atomerna och deras byggstenar. Hans fråga ignorerades

totalt av andra forskare. Men han hade rätt, även den minsta av världar kan uppvisa kaos och det brukar kallas kvantkaos.

- Egentligen föredrar jag att kalla kvantkaos för kvantkaologi eftersom kvantmekaniska system inte är kaotiska på samma vis som ett system som lyder Newtons mekanik, säger Michael Berry som är professor vid Bristols universitet och en av de ledande forskarna inom kvantkaos.

Michael Berry försöker förklara gamla problem inom fysiken med hjälp av kvantkaos och matematik.

- Det finns ett område inom matematiken som aldrig har varit användbart inom fysiken, och det är primtal, berättar Michael Berry.

Nu är Berry på god väg att föra in primtalen i fysiken. Han tror att de kan vara en länk mellan klassiskt kaos och kvantkaos.

Kvantkaos är ett relativt nytt forskningsområde och mycket av forskningen är grundforskning. Men det finns redan tillämpningar.

- Jag brukar säga att vi var först med att ta patent på någon tillämpning av kvantkaos, säger Jens Nöckel som är docent vid Oregons universitet i USA.

År 1998 tog han tillsammans med två andra forskare, Douglas Stone och Richard Chang, patent på en speciell typ av laser. Storleken på denna laser är nästan en tiondel av storleken på en laser i en cd-spelare.

- Det är svårt att få ut ljus med hög effekt och med rätt riktning i sådana här lasrar, berättar Jens Nöckel.

Lösningen är att göra ljuspartiklarna, fotonerna, kaotiska. Det lyckas de med genom att låta partiklarna röra sig i ett oregelbundet hålrum innan de får komma ut. På samma vis kan elektroner i små strukturer bli kaotiska. Detta är intressant inom nanoteknologin, det forskningsområde som handlar om strukturer på några miljondels millimeter.

- Det är som att spela biljard med fotoner eller elektroner. När biljardbordet är fyrkantigt blir partiklarnas rörelse ordnad. Om bordet har rundade kanter, som till exempel en ishockeyrink, blir rörelsen kaotisk, säger Jens Nöckel.

Skriv ut artikeln

▲ UPP ► SVERIGE ► EKONOMI ► SPORT ► KULTUR ► HEM

© Detta material är skyddat enligt lagen om upphovsrätt. Eftertryck eller annan kopiering förbjuden.