

# ClimateClock Kronikk: Nr 3

Av: Harald Yndestad

Dato: 12.06.2021

## THE TIDE PREDICTOR MACHINE

### Målingenes signatur

Baron Jean-Baptiste-Josept Fourier (1768-1830), en fransk matematiker, var med i Napoleons felttog til Egypt i 1798. Når Napoleon reiste videre til Palestina og kjempet mot assyrerne, ble Fourier værende i Kairo for å studere arabisk matematikk. Da han kom tilbake til Paris, så han en smed som laget en anker ring. Han undret seg over at ringen hadde en merkelig termisk bølge. På ett sted var det et skarpt skille mellom det varmeste og kaldeste område på ringen. Han kom til at dette kan forklares ved at temperaturfordelingen ringen var summen av flere sinusformede periodiske bølger med ulik fase. Resonans mellom summen av temperabølger, kunne fremkalle et skarpt temperaturskille i ankerringen.

Fourier hadde oppdaget at alle dataserier kan representeres som en sum av periodiske bølger. Summen av bølgene kalles et frekvensspekter, og representerer dataseriens signatur. Signaturen er et "fingeravtrykk" av dataserien, som avslører kilden til de periodiske endringene i en dataserier. Det er f.eks. derfor vi kan høre forskjellen på din stemme, og stemmen til f.eks. Elvis Presley.

Etter Fourier, fikk vitenskapen en ny retning. Vi fikk et skille mellom fagdisipliner som anvendte en modellbasert vitenskap etter Newtons metode, og de som studerte målinger basert på Fourier's metode. Fourier sin metode benyttes nå i hundrevis av nye vitenskapelige artikler og i laboratorier over hele verden. Typiske anvendelser er å identifisere gasser, materialer, stemme-gjenkjenning osv. I klimaforskning benyttes metoden til å identifisere perioder som kan tilbakeføres til periodiske endringer i solsystemet.

### Currie's fenomen

I 1960-årene kom digitale datamaskiner og nye algoritmer for å beregne frekvensspekter. RG Currie, fra USA, begynte å bruke metoden til å analysere klima dataserier. Han analyserte nedbør i USA, vannføring i Nilen, vinproduksjon i Frankrike, økosystemet osv. Her fant han en periode på 18.6 år i en rekke dataserier. Dette var signaturen til jordrotasjonens periode på 18.6 år. Der var altså en ukjent sammenheng mellom jordrotasjon og klimaendringer på 18.6 år. Resultatene fra Currie ble betraktet som et fenomen, siden ingen hadde en fysisk forklaring. I 1980-90 åra, begynte en å ta iskjerneprøver fra Grønland. Ved å studere radioisotoper i kjerneprøvene kunne en lage dataserier over temperatur og stråling, som omfatte tidsperioder på 1000-vis av år. Når en analyserte dataseriene med Fouriers metode, begynte en å oppdage signaturen til periodiske endringer i solsystemet. Der var en kobling mellom planetenes baner, og klima på jorden.

### Lord Kelvin's Tide Predictor Machine

haraldyndestad@mac.com

<https://www.climateclock.no>

Lord Kelvin (1824-1907) begynte å studere tidevannstabeller for innsegling til London. Ved å bruke Fouriers metode, fant han at tidevanntabellene hadde periodiske endringer, i samsvar med periodiske endringer i forholdet mellom jorden, solen og månen. Med forutsigbare periodiske endringer fra solsystemet, kunne han beregne fremtidige endringer i tidevannet. Basert denne oppdagelsen, laget han i 1872 en mekanisk datamaskin som beregnet tidevannet for innseglingen til London over et helt år. Denne Tide Predictor Machine var i bruk helt frem 1960-årene. Lord Kelvin hadde oppdaget at dersom signaturen til en dataserie har en stasjonær kilde, kan en forutsi noe i fremtiden, for så å kontrollere noe i fremtiden. Det betyr at dersom klima dataserier har signaturen periodiske endringer i solsystemet, kan en forutsi kommende klimaendringer.

### **Jaean Morlet wavelets**

Med Fourier's metode kunne en finne kilden til periodiske endringer i en dataserie. Problemet var å finne periodenes fase, tidspunktet for når periodene har et maksimum eller et minimum. I midten av 1980-årene arbeidet matematikeren Yves Meyer fra universitetet i Marseille og petroleumsingeniøren Jaean Morlet med analyse av data fra petroleumsundersøkelser ved Elf-Aquitaine. I arbeidet med å finne fram til bedre metoder for frekvensanalyse, gjenoppgadet de en ny type transformasjoner som de kalte Wavelets. Fourier's metode var basert på en kryss-korrelasjon mellom dataserien og sinusperioder. Wavelets var basert på en kryss-korrelasjon mellom en dataserie og en bevegelig klokkeformet puls over dataserien. En fikk da fram tidspunkter for maksimum og minimum i dataserier. Da Morlet presentert metoden, fikk han kommentaren, "en metode som ikke er beskrevet i lærebøker, kan ikke være særlig viktig". Rekkevidden av oppdagelsen, var at en nå kunne avsløre tidspunktet for når endringene kommer på flere dataserier. En kan da studere hvordan en kjedereaksjon av hendelser brer seg framover i tid. Har periodene en stasjonær kilde, kan en beregne når en kan forvente kalde og varme klimaperioder i framtiden.

### **Klimaets signatur**

Jeg begynte å bruke wavelet analyse av dataserier for 20 år siden. Med Morlet's metoden kunne jeg studere sammenhengen mellom klimavariasjoner og variasjoner i økosystemer. Det ble mulig å følge hvordan periodiske endringer i jordrotasjonen skapte lange tidevannperioder i Atlanterhavet og hvordan periodene forplantet seg videre til temperaturendringer i Atlanterhavet, nedbør i Skandinavia, vindretninger i Atlanterhavet, utbredelse av Arktisk is, og hvordan det til slutt påvirker næringskjeden og fiskebestander i Barentshavet. Dette avslørte at klimaendringene, siden 1800-tallet, hadde vært styrt av lange tidevannsbølger, styrt av månen. Når kilden til klimaendringenes signatur er forutsigbare periodiske endringer, kunne jeg lage min egen Climate Predictor Machine, som beregnet framtidige tidevannsbølger, og framtidige klimaendringer.