

alleine nå at det skjer  
av klimaet over tid?

I fall Mills har rett, tyder det at vi i dag er i ein lokal oppoverbakke temperaturnessig, og at temperaturen for ellers sidan vil gå ned att. Dette scenarioet finst det faskiskt øg støtte for i rekonstruerte temperaturseriar av same typen som nemnd ovenfor. Moberg med fleire har nytta informasjon fra årringar, i tillegg til sediment frå innsjøar, til å rekonstruera temperaturdata frå år 1 til 1979, jamfør figur 2.

Fra denne figuren ser ein nettopp at det er svært lange lokale trendar. Ifølgje desse dataa var det i mellomalderen nesten like *høg* temperatur som no. Seinare viser derimot figuren at temperaturen *søkk* mot et minimum i den såkalla vesle istida, på 1400-, 1500- og 1600-talet. Det er til dømes kjent at på denne tida var Themsen islagd ein god del vinstrar.

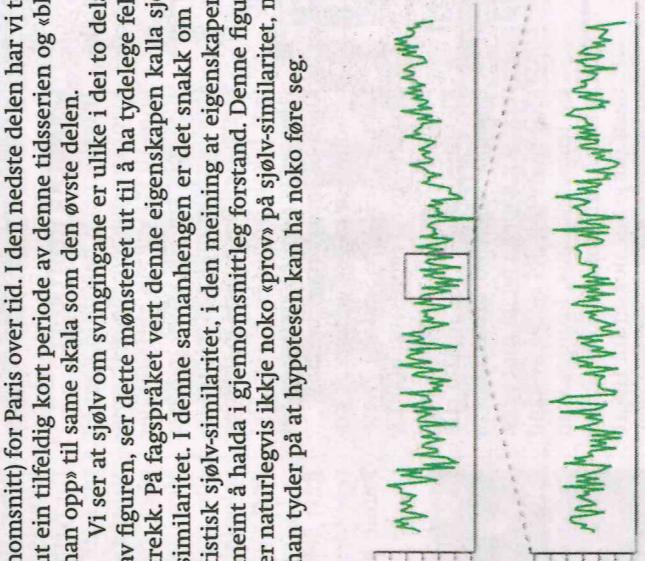


**Figur 3: Temperaturopbservasjonar for Paris, 1757–2009 (årsgeomnomsnitt).**

År	Temperatur (°C)
1757	~10
1800	~12
1850	~14
1900	~15
1950	~16
2000	~17
2009	~18

I fall Mills har rett, tyder det at vi i dag er i ein lokal oppoverbakke temperaturnessig, og at temperaturen før eller sidan vil gå ned att. Dette scenarioet finst det falktisk øg støtte for i rekonstruerte temperaturseriar av same typen som nemnd ovenfor. Moberg med fleire har nytra informasjon frå årringar, i tillegg til sediment frå innsjøar, til å rekonstruera temperaturdata frå år 1 til 1979, jamfør figur 2.

Fra denne figuren ser ein nettopp at det er svært lange lokale trendar. Ifolge desse dataa var det i mellomlarlen nesten like **høg** temperatur som no. Seinare viser derimot figuren at temperaturen **søkk** mot eit minimum i den sakkalla vesle istida, på 1400-, 1500- og 1600-talet. Det er til dømes kjent at på denne tida var Themsen islagd ein god del vintrar.



Det var den britiske ingenøren Harold E. Hurst som først anseide sjølv-similærhetsbegrepet i sine studiar av vassfløringa i Nilen (1951). Men det var først på grunn av Benoit B. Mandelbrot, kjend mellom anna for arbeida sine med fraktalgeometri og kaosteori, at sjølv-similærhetsbegrepet først vart kjent og diskutert (1982). Han har ved seinleire høve hevdå at dette ser ut til å vera ein typisk eigen-skap ved geofysiske prosesser og andre naturfenomen.

I statistisk faglitteratur er det vist at dei tre hypotesane vi har nemnt ovenfor, fører til sterke restriksjonar på svigningsmønsteret til temperaturseriane. Til dømes vil ein konsekvens vera at samvariasjonen i temperatur

(nomsnitt) for Paris over tid. I den nedste delen har vi teke ut ein tilfeldig kort periode av denne tidsserien og «blase han opp» til same skala som den øvste delen.

Vi ser at sjølv om swingane er ulike i dei to delane av figuren, ser dette mønsteret ut til å ha tydelege felles-trekk. På fagspråket vert denne eigenskapen kalla sjølv-similariitet. I denne sammenhengen er det snakk om statistisk sjølv-similariitet, i den meining at eigenskapen er meint å halda i gjennomsnittleg forstand. Denne figuren er naturlegvis ikkje noko «prov» på sjølv-similariitet, men han tyder på at hypotesen kan ha nok føre seg.

Sakana vestre Isalda, på 1700-, 1800- og 1900-talet. Det er til dømes kjent at på denne tida var Themsen islagt ein god del vintrar.

**Figure 3: Temperaturopbservasjonar for Paris, 1757–2009 (års gjennomsnitt).**

I vår analyse tek vi utgangspunkt i eit sett av hypotesar som vi testar ved hjelp av data.

Den første hypotesen er at temperaturtidsseriane, sett på som tilseldige prosessar over tid, er stasjonære. Med dette meiner vi at temperaturen varierer på ein meir eller mindre tilseldig måte rundt eit konstant nivå der mønstret i variasjonane gjennomgående ikkje endrar seg over tid. Dette kan synast som ein restriktiv hypotese, sidan det for dei fleste observere dataseriane ser ut til at det meir eller mindre er ein gjennomgåande positiv trend dei siste hundre åra.

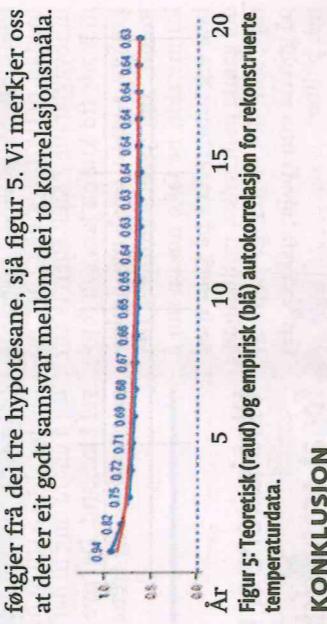
Dei rekonstruerte dataa kan òg tyda på at det er eit mein dramatisk forlopp i temperaturutviklinga frå og med 1200-talet og fram til i dag, men denne måten med det 1200-års

Den andre hypotesen er at dei tilfeldige svingingane i temperaturane er normalfordelte.  
Den tredje hypotesen er at svingningsmønsteret i temperaturtidsserien inneheld trekk som er uavhengige av tidsskalaen ein nyttar. I figur 4 har vi freista å illustrera denne eigenskapen ved temperaturserien for Paris. Den

Sjølv om det er monaleg variasjon i temp til å vera grunnlag for å påstå at det har vært en temperaturnivået i til dømes dei siste 60

(nomsnitt) for Paris over tid. I den nedste delen har vi teke ut ein tilfeldig kort periode av denne tidsserien og «blase han opp» til same skala som den øvste delen.

Vi ser at sjølv om swingane er ulike i dei to delane av figuren, ser dette mønsteret ut til å ha tydelege felles-trekk. På fagspråket vert denne eigenskapen kalla sjølv-similariitet. I denne sammenhengen er det snakk om statistisk sjølv-similariitet, i den meining at eigenskapen er meint å halda i gjennomsnittleg forstand. Denne figuren er naturlegvis ikkje noko «prov» på sjølv-similariitet, men han tyder på at hypotesen kan ha nok føre seg.



fra gitt innmåling av en omstanslære materiale kan observertes og rekonstruerte temperaturdata har vi nytta ulike statistiske testar og funne at våre hypoteser er i samsvar med desse dataa. Med andre ord finn vi et høyesteset om stra-

Men andre blir inn i hypotesene our statsjonaritet, sjølv-similiter og normalfordelte temperatur-svingningar ikke blir forkasta ved bruk av våre statistiske testar. Som vi har omtala ovenfor, medfører hypotesane at den impliserte modellen har ein dynamikk som gjer at autokorrelasjonsmønsteret (autokorrelasjonsfunksjonen) er uavhengig av tidseininga som vert nytta.

det same som i dei korte bølgjene, medan storleiken på swingane gjennomgående er mindre i dei lange bølgjene enn i dei korte.

Vidare følger det frå våre analysar at sjølv om det er monaleg variasjon i temperaturtilhøve over tid, ser det ikkje ut til å vera grunnlag for å påstå at det har vore ei systematisk endring i temperaturnivået i til dømes dei siste 60 åra.

Dette gjevd vel å merka når ein berre nytta informasjon frå dei observerte og rekonstruerte temperaturseriane. Som nemnt ovenfor, er dette i samsvar med Mills som konkluderer sine analysar (baserte på observerte data) med å hevda at reine statistiske analysar av temperaturdata ikkje vil vera tilstrekkeleg til å kunne slå fast om temperaturen endrar seg systematisk.

Det er dermed ikkje sagt at temperaturdata kopla med annan informasjon, og modellar baserte på fysiske prosessar i naturen, ikkje skulle kunne gje eitt anna bilde. Det kan altså godt tenkjaast at ei systematisk endring i temperaturnivået er på gang, men at våre statistiske metodar ikkje er i stand til å skjija ei slik endring frå naturleg temperaturvariasjon.

John K. Dagsvilk jobbar i Statistisk sentralbyrå. Mariachiara Fortuna er franskspråklig fra Torino og Sigmund Hov Moen er sivilingeniør og lærer ved Westerdals Oslo ACT.

Referanser:

Dagsvik, J.K., M. Fortuna og S.H. Moen (2015): How does the temperature vary over time? Evidence on the stationary and fractal nature of temperature fluctuations. (<http://www.johnkiddagsvik.altervista.org>)

Hurst, H.E. (1951): Long-term Storage Capacity of Reservoirs. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 116, 770–808.

Kaufmann, R.K., H. Kauppi og J.H. Stock (2010): Does Temperature Contain a Stochastic Trend? Evaluating Conflicting Statistical Results. *Climatic Change*, 101, 395–405.

Mandelbrot, B.B. (1982): *The Fractal Geometry of Nature*. Freeman, New York.

Mills, T.C. (2010): Skinning a cat: Alternative models of representing temperature trends. *Climatic Change*, 101, 515–426.

Moberg, A., D.M. Sonechkin, K. Holmgren, N.M. Datsenko og W. Karlen (2005): Highly variable northern hemisphere temperatures reconstructed from low-resolution proxy data. *Nature*, 432,