

## Forfejlet kritik fra Center for Is og Klima

Dette indlæg følger op på diskussionen i Aktuel Naturvidenskab nr. 4-2015 omkring Jens Morten Hansen og kollegers artikel om *Månen og havniveauet* bragt i nr. 3-2015.

En kort version er trykt i Aktuel naturvidenskab nr. 5-2015.

Af Jens Morten Hansen,  
statsgeolog og adj. professor i naturfilosofi  
jmh@geus.dk

Klimatopmødet i Paris (december 2015) tager det udgangspunkt, at nutidens klimaforandringer primært er menneskeskabte, herunder ændringer i havets højde. Blandt andet her i Aktuel Naturvidenskab har jeg modsætningsvis tilladt mig at argumentere for, at de observerede ændringer i havniveauet er resultat af naturlige svingninger. Det kommer derfor ikke bag på mig, at vores resultater søges miskrediteret. I sidste nummer af Aktuel Naturvidenskab fik jeg lejlighed til at svare Aslak Grinsted, Jørgen Peder Steffensen og Bo M. Vinther (alle Center for Is og Klima) på deres kritik af en afhandling af mig, Troels Aagaard og Antoon Kuijpers (alle Geocenter Danmark) i Journal of Coastal Research (refereret i forrige nummer af AN). Jeg fik imidlertid ikke mulighed for at svare på Grinsted m.fl.s replik. Det sker derfor her.

Endvidere kan jeg oplyse læserne om, at vi i mellemtiden også har givet svar på en kritik fra tre DMI-ansatte. Vores svar til dem udgives i næste nummer af Journal of Coastal Research. Jeg er selvfølgelig bæret over, at der sættes så store ressourcer ind i forsøget på at pille vores resultater fra hinanden. Det er langt bedre end den sædvanlige attitude (fortielse) til kritik af FN's internationale klimapanel (IPCC).

Imidlertid er kritikken fra Center for Is og Klima (ligesom kritikken fra DMI) af rent statistisk art. Kritikken bygger på den velkendte omstændighed, at selv om man kan påvise en meget høj korrelation (i dette tilfælde 0,997) mellem en model og virkeligheden, kan man ikke beregne *realistiske konfidensniveauer*, når korrelationen udtrykker en eller flere cykliske svingninger, der overlejrer en generel stigning.

Hertil er blot at sige, at denne generelle mangel på metoder i statistisk videnskab hverken kan styrke eller svække en hypotese. Derfor er kritikken stort set tom, fordi statistikken af principielle grunde hverken kan bekræfte eller afvise vores hypotese. Det afgørende er derfor i hvor høj grad, vores model kan rekonstruere naturvidenskabeligt relevante observationer, der ikke er indbygget i modellens præmisser. Ligeledes er det afgørende om modellens resultater – modsat de fagligt helt irrelevante eksempler, som Grinsted m.fl. underholder læserne med – kan tillægges naturvidenskabeligt plausible årsagsforklaringer.

Vandstand kan rekonstrueres præcist

Vores hypotese<sup>1</sup> siger, at vandstanden gennem de sidste 160 år i verdens bedst undersøgte region (østlige Nordsø til centrale Østersøen) kan rekonstrueres meget præcist ved at dekomponere den målte gennemsnitskurve til det lavest mulige antal harmoniske svingninger (5), der løber gennem hele den 160 år lange måleperiode, og som sammen med en generel havstigning kan rekonstruere de målte vandstandsdata (Figur 1).

Tilsammen giver summen af de fem identificerede svingninger og den identificerede generelle stigning den lavest mulige middeldifference (2,5 mm) mellem målinger og model. Såvel flere som færre svingninger giver langt større middeldifferencer mellem målinger og model, og det gælder uanset hvordan disse flere eller færre svingninger moduleres. Der er således ikke, som Grinsted m.fl. hævder, tale om et vilkårligt antal svingninger, der kan frembringe en hvilken som helst kurve. Hverken flere eller færre harmoniske svingninger med periodelængder, der er større end Månens nord-syd bevægelse (nodal-oscillationen på 18,6 år) og amplituder, der er større end den mindste af de fem identificerede oscillationer, kan rekonstruere den målte kurve uden mange gange større middeldifferencer mellem målinger og model.

## Elementær bølgeteori

Ifølge klassisk bølgeteori vil svingninger i det samme medium (hvad enten det er en violinstreng, en skibsskrue, en flyvinge, et højhus, en bro eller et vandfyldt bassin) gradvist blive synkroniseret således, at alle svingningerne tvinges til at antage de periodelængder, der ligger nærmest rationelle faktorer ( $\frac{1}{2}$ , 1,  $1\frac{1}{2}$ , 2, 3, 4, 5, 6 osv.) af hinandens periodelængder. Det påviste Christiaan Huygens allerede i 1600-tallet på basis af pendulure. Efter nogen tid ville urene gå i takt, halvtakt, dobbelt takt, tredobbelt takt osv. Når der endnu er ganske små forskelle på havbølgenes periodelængder og fuldstændig synkroniserede perioder er forklaringen, at synkronisering er en tvangsproces (forcering), der foregår over et stort antal svingninger og aldrig bliver helt restløs. Forcering af bølger resulterer endvidere (som vi også har påvist i vores artikel) i en bestemt fordeling af differencerne i  $\frac{1}{2}$ -perioder af svingningernes repetitionsmønster. Dvs. i  $\frac{1}{2}$ -perioder af hhv. kaotiske og rytmiske ("kimære") småtoppe i residualerne. Derudover følger det af mere moderne bølgeteori, at højderne af de enkelte bølger gradvist bliver tvunget til også at antage de bølgehøjder, der ligger nærmest rationelle brøker af hinandens bølgehøjder.

I fuldstændig samklang hermed siger vores beregningsresultater, at effekten på havniveauet af Månens nodal-oscillation (LNO, 70 mm, 18,6 år) er i færd med at synkronisere havniveau-effekterne af den Nordatlantiske Oscillation (NAO, ideelt 56 år =  $3 \times \text{LNO}$ , 23 mm =  $\text{LNO}/3$ ), den Atlantiske Multidekadale Oscillation (AMO, ideelt 74 år =  $4 \times \text{LNO}$ , 35 mm =  $\text{LNO}/2$ ) samt to væsentligt mindre svingninger med periodelængder på hhv.  $1\frac{1}{2}$  og 6 gange LNO. I en anden afhandling har jeg fornylig vist, at denne tvang (forcering) også gælder bølgehøjderne af de fem svingninger, der er meget nær ved fuldstændig at opfylde forceringsloven om, at bølgehøjderne gradvist tvinges til at udgøre rationelle brøker af hinanden.

Tilsammen rekonstruerer de fem svingninger samt den identificerede generelle stigning (som vist i Figur 1, fornedet) den målte kurve med meget stor præcision. Bl.a. finder vi, at effekten af Månens nodal-oscillation er en svingning på 70 mm hvert 18,6 år. Da denne rekonstruerede bølgehøjde ligger i centerområdet for, hvad andre forskere har fundet med rent empiriske metoder i havene omkring De Britiske Øer, langs Hollands nordkyst, i Østersøen og i Nordatlanten, har vi grund til at antage, at den udførligt beskrevne beregningsmetode er i orden. Det samme kan siges om de bølgeparametre, som vi har fundet af både NAO'en og AMO'en, der passer fint med empiriske bestemmelser foretaget af andre forskere i den nordatlantiske region og i Østersøen.

De identificerede svingninger kan med andre ord forklares med elementær bølgeteori anvendt på velkendte oceanografiske svingninger.

## Måleperiodens længde

"Festens genstand" er formentlig, at vores beregningsresultater også viser, at den havstigning, som er observeret siden 1970, og som har givet betydelig næring til forestillingen om en menneskeskabt havstigning, er fuldstændig indeholdt i de ovennævnte, naturlige forhold og minimale residualer, herunder den generelle stigning på 1,18 mm/år, der løber gennem hele observationsperioden. Den nuværende havstigning har derfor ikke noget med menneskabt global opvarmning at gøre. Da dette er et vigtigt punkt for at forstå kritikens ihærdighed, vil jeg gøre opmærksom på, at også en anden beregningsmetode (invers modellering af de samme vandstandsdata) fører til samme resultat.

En del af kritikken er, at måleseriens længde (160 år) er for kort. Hertil er blot at sige, at bedre ikke findes i denne verden uden at anvende fx geologiske proxy-data (det har vi også gjort, se nedenfor). Her er det derfor værd at bemærke, at vores måleperiodes længde langt overgår de efterhånden mange, opskræmmende vandstandsmodeller og -prognoser, som fabrikeres på basis af satellitmålinger, og som allerhøjest går tilbage til 1992-93, dvs. maksimalt dækker en periode på 23 år. En kritik af nogle af disse kort-tidsbaserede studier havde været noget mere på sin plads.

Men når man nu efterlyser længere tidsserier, forstå jeg ikke, hvorfor man undlader at fortælle, at fortidens veldokumenterede, naturlige klimaforandringer bl.a. gennem de sidste 1000-2000 år har omfattet væsentligt større naturlige havniveauændringer, end de såkaldte menneskeskabte ændringer, som man påstår, skulle foregå i nutiden.

### Hvad fortiden fortæller

Jeg vil derfor gerne tilføje, at detaljerede geologiske data fra de seneste århundreder peger i samme retning som vores forståelse af vandstandsmålingerne i verdens bedst undersøgte region. Således har vi i en afhandling fra 2012 på basis af mere end 1000 linjekilometer af gamle strandlinjers højde- og aldersforhold vist, at der var klare maksima i havniveauet omkring 1790 og 1850. Disse tidspunkter svarer godt til de tidspunkter, hvor summen af de 5 svingninger skal kulminere, hvis de forlænges bagud i tid. Ligeledes har vi i samme afhandling samt i en ny afhandling vist, at der – efter et betydeligt fald i havniveauet ved begyndelsen af Lille Istid omkring år 1200 – er sket en gennemsnitlig havstigning gennem de sidste 700 år (siden år 1300) på 1,1-1,2 mm/år, dvs. svarende til den generelle havstigning på 1,18 mm/år, som vores beregninger af de sidste 160 års vandstandsdata kommer frem til. Også alle andre nyere geologiske undersøgelser af Skagerrak, Kattegat og Østersøens vandstandsændringer viser en generel havstigning på ca. 1,2 mm/år gennem de senere århundreder.

Endelig vil jeg nævne en afhandling fra 2010, der bygger på en ca. 450 år lang tidsserie over den omfattende saltproduktion på Læsø frem til år 1652, hvor produktionen ophørte. Deri har jeg ved hjælp af den nye og meget præcise højdemodel for Danmark påvist, at et 20 kvadratkilometer stort, fredet strandengsområde (Rønnerne) rummer ca. 900 ruiner af små saltfabrikker, og at de alle ligger på gamle strandlinjer, der hvert 19. år er rykket 50-200 m nærmere øens nuværende og ekstremt flade sydkyst, svarende til en effekt af Månens nodal-periode på 18,6 år. Øens landhævning på godt 2,3 mm/år har bevirket, at den relative vandstand i de 450 år fra ca. 1200 til 1652 er faldet ca. 1,0 m. Dette fald er udtrykt i 23 ryk af den til enhver tid værende strandlinje gennem den pågældende 450 års periode. Det er således sket med ca. 19 års mellemrum, svarende til nodal-periodens varighed og vandstandsminima.

### Hypotese passer med observationerne

Min konklusion er derfor, at kritikken er forfejlet. Der er fin overensstemmelse mellem vores hypotese og alle de relevante empiriske observationer, vi har kendskab til.

Modsat andre studier forudsætter vores arbejde *ikke*, at den nuværende havstigning er et menneskeskabt resultat af global opvarmning, men står frit til at styrke eller svække fx Grinsteds og meningsfællers hypotese om, at den nuværende havstigning skulle være menneskeskabt (begrænset til den industrielle ekspansion i sidste halvdel af 1900-tallet og senere). Vores hypotese og beregningsmetode forudsætter udelukkende, at Månens nord-syd bevægelse i forhold til Jorden varer 18,6 år og er harmonisk. Sådan som både klassisk og moderne bølgeteori foreskriver, vil effekten på havet af denne rytmiske flytning af Månens tyngdefelt, gradvist resultere i synkroniserede vandstandssvingninger (hvor de enkelte svingningers periodelængde udgør rationelle faktorer af hinanden) og gradvis, tvungen afstemning af bølgehøjderne (hvor de enkelte svingningers bølgehøjde udgør rationelle brøker af hinanden). Den mindste periodelængde og største bølgehøjde for dette "entrainment" (tvungne afstemning af bølgetog) svarer nøje til den i klimaforskningen oftest oversete nodal-oscillation for Månens nord-syd bevægelse (18,6 år).

Det nye er således egentlig kun, at både klassisk og moderne bølgeteori ikke kun virker i musikteori og små og store tekniske installationer såsom propeller, elmotorer, fly- og møllevinger, højhuse og hængebroer, men også gælder havets langbølgede svingninger.

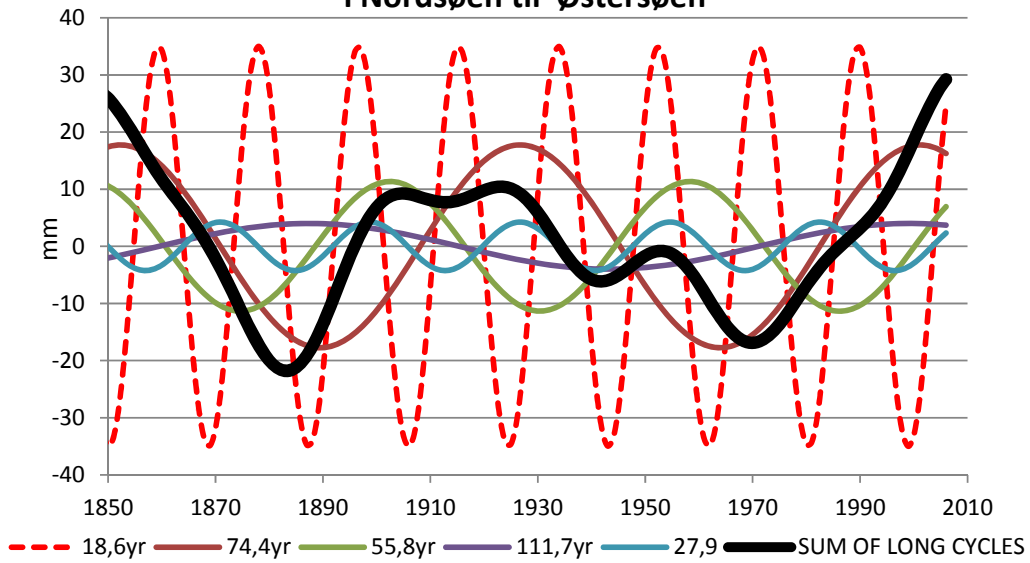
### Citeret litteratur

Hansen, J.M., Aagaard, T. & Kuijpers, A. (2015). Sea-level forcing by synchronization of 56- and 74-year oscillations with Moon's nodal tide on the Northwest European shelf (Eastern North Sea to Central Baltic Sea). *Journal of Coastal Research*, 31(5), 1041-1056.

Hansen, J.M. (2015). *Sea-level effects of NAO and AMO: Synchronization and amplitude locking by the Lunar Nodal Oscillation in the North Sea and Baltic embayment*. In: N.-A. Mörner (ed.): *Planetary Influence on the Sun and the Earth, and a Modern Book-Burning*. Nova Publishers, New York, p. 51-70.

- Yndestad, H. (2006). The influence of the lunar nodal cycle on Arctic climate. *ICES Journal of Marine Science*, 63, 401-420.
- Yndestad, H., Turrell, W.R. & Ozhergin, V. (2008). Lunar nodal tide effects on variability of sea level, temperature, and salinity in the Faroe-Shetland Channel and the Barents Sea. *Deep-Sea Research I*, 55, 1201-1217.
- Nielsen, L. et al (2014). Simultaneous estimation of lithospheric uplift rates and absolute sea level change in southwest Scandinavia from inversion of sea level data. *Geophysical Journal International*, 199, 1018-1029.
- Hansen, J.M., Aagaard, T. & Binderup, M. (2012). Absolute sea levels and isostatic changes of the eastern North Sea to central Baltic region during the last 900 years. *Boreas*, 41(2), 180-208.
- Hansen, J.M. et al (under udgivelse). Continuous Holocene sea-level records and successions of coastal types of the Kattegat island of Læsø (4.900 years BP to present). *Bulletin of the Geological Society of Denmark*.
- Hansen, J.M. (2010). The salt industry on the Danish Kattegat island of Læsø (1150-1652): Hypersaline source, climatic dependence, and environmental impact. *Danish Journal of Geography*, 110 (1), 1-24.
- Baart, F., van Gelder, P.H.A.J.M., de Ronde, J., van Koningsveld, M. & Wouters, B. (2012). The effect of the 18.6-year Lunar nodal cycle on regional sea-level rise estimates. *Journal Coastal Research*, 28(2), 511-516.

### De fem svingninger, der er identificeret i Nordsøen til Østersøen



### Sammenligning af modellerede og målte havniveauændringer

