

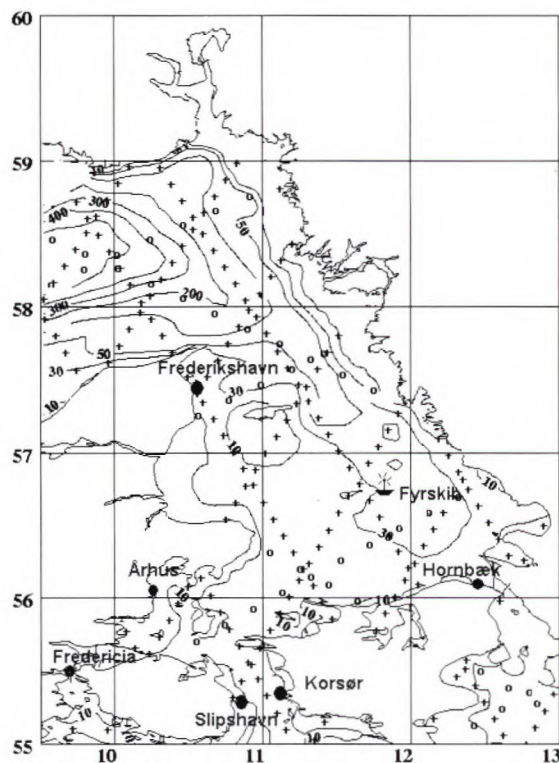
Ændringer i havniveau – et sikkert klimategn

Niels K. Højerslev, *Geofysisk Afdeling, Niels Bohr Institutet for Astronomi, Fysik og Geofysik, og Ole B. Andersen, Geodæsikontoret, Kort og Matrikelstyrelsen.*

Der er noget så sjældent som 100% enighed om, at en forøgelse i den globale middeltemperatur vil foranledige generelle vandstandsøgninger. Helt lokalt i f.eks. den nordlige del af østersøområdet vil vandstanden dog kunne falde, fordi landet her hæver sig med omkring en centimeter om året, men det er bestemt undtagelsen, der bekræfter den helt overordnede regel om, at når temperaturen går op, så følger vandstanden efter. En omhyggelig gennemgang af i princippet al tilgængelig faglitteratur på området bekræfter denne bemærkelsesværdige konsensus. Der er ligeledes fuld konsensus om, at ca. halvdelen af den samlede vandstandsstigning i verdenshavet skyldes den steriske effekt, dvs. det forhold at sædvanligt havvand i modsætning til ferskvand altid udvider sig, når temperaturen øges fra frysepunktet op mod kogepunktet. Det er således velkendt, at ferskvand krymper når temperaturen øges fra 0 til 4 grader, men næppe almindelig kendt at brakvand med et saltindhold op til 25 gram havsalt pr liter udviser den samme krympetendens. Sædvanligt havvand, som udgør 99% af alt havvand har imidlertid et typisk saltindhold på omkring 35 gram per liter, og opfører sig "normalt".

Øges den globale temperatur ved jorden med en enkelt grad, kan man anlægge et groft skøn på vandstandsøgningen i verdenshavet som følge af den steriske effekt. Verdenshavet udgøres af forbundne kar, dvs. oceaner, middelhav, randhave etc., således at havvandet ikke kan advekteres væk fra verdenshavsbassinet. Havvandet bliver i al væsentlighed hvor det er, så havvandsmassen kan antages konstant. Samme bassin kan antages at have en flad havbund med en konstant dybde på 3800 m og lodrette vægge, som er kontinentalskrænten der danner overgangen fra fladsøen til dybhavet. Det kan antages, at verdenshavsbassinet beholder dets form efter en opvarmning, hvilket er opfyldt i meget høj grad, fordi bjergarter har en ti gange mindre varmeudvidelseskoefficient end oceanvand. Med denne havmodel og brug af sædvanlige hydrografiske data finder man, at den globale vandstandsstigning som følge af den steriske effekt alene vil ligge på en værdi omkring 3 cm under den meget vigtige forudsætning, at overfladevandmasserne ned til 200 m overalt er øget med en grad Celsius. Antages det fuldstændig urealistisk at hele vandsøjlen er opvarmet med en grad, kommer den steriske effekt op på en halv meter. Eksemplet viser tydeligt, at det er en kombination af opvarmning og varmenedtrængning i havet, der giver anledning til den steriske effekt i verdenshavet. Sædvanlig satellit-altimetri, som vil blive omtalt nedenfor, måler

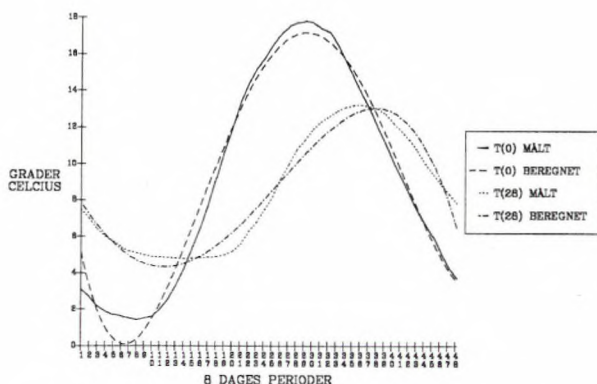
her og nu middelvandstands niveauer med en absolut nøjagtighed på 2–3 cm, så her finder man et eksisterende og særdeles brugeligt redskab til løbende at overvåge klimaforandringer gennem måling af satellit-flyvehøjder over havet, som giver en bestemmelse af vandstanden.



Figur 1. Kattegatområdet med angivelse af dybdeforhold samt positioner af altimetri-observationer (radar-målinger) fra henholdsvis den fransk-amerikanske TOPEX/POSEIDON satellit (angivet med o) og de europæiske satellitter ERS-1 og ERS-2 (angivet med +). Desuden er positionen indtegnet for fyrskib Anholt Knob Syd samt 6 vandstandsstationer, der alle er benyttet til bestemmelse af årstidsvariationerne over 100 år.

Steriske effekter i Kattegat

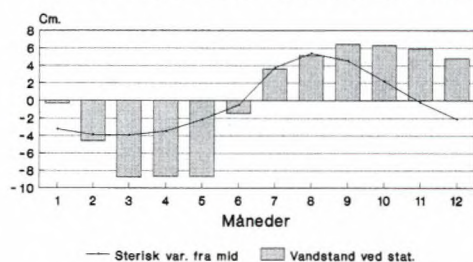
Kattegat er en fladsø med vanddybder ned til ca. 100 m, og Kattegat udgør en overgangszone mellem den ekstraordinært brakke Østersø og den typisk salte Nordsø. Det indebærer for overfladevandets vedkommende i Kattegat at den steriske effekt i årets koldeste måneder er negligerbar, fordi overfladesaltholdigheden ligger på omkring 20 g salt pr liter, der dog øges nedefter mod havbunden til over 30 g salt pr liter. Der er altid en udtalt lagdeling, som i al væsentlighed er bestemt af



Figur 2. Typisk fit af en enkel harmonisk tidsafhængig cosinusfunktion til reale temperaturdata fra havoverfladen ved fyrskib Anholt Knob Syd. Desuden er den modellerede temperatur på dybden 28 m beregnet udfra kattegatmodellen og sammenholdt med reale temperaturdata fra fyrskibet. Det skal bemærkes at de steriske effekter er beregnet udfra samtlige reale hydrografiske data fra dybderne 0, 5, 10, 15, 20 og 28 m.

saltholdigheden, samt et såkaldt springlag der adskiller overfladevandet fra bundvandet med en skarp overgang. Et lignende men knapt så prægnant springlag findes i verdenshavet, hvor overgangen fra overfladevandet til bundvandet hovedsagelig bestemmes af temperaturen. I hovedtrækkene opfører kattegatvandet sig "normalt" gennem året, dvs. temperatur og sterisk effekt er positivt korreleret som i verdenshavet.

Sterisk effekt i Kattegat Månedernes variation fra årets middel vs. Hornbæk, Fredericia, Århus, Fr.havn



Figur 3. Den beregnede steriske effekt ved fyrskibet midlet over en 100-årsperiode samt de målte vandstande gennem de samme år fra de fire vandstandsmålere ved Hornbæk, Fredericia, Århus og Frederikshavn.

Gennem Kattegat strømmer det generelt brakke overfladevand fra Østersøen mod nord mens det salte bundvand fra Atlanterhavet trækker ind fra nord mod syd. Kattegat kan således på ingen måde sammenlignes med verdenshavsbassinet, der netop var lukket, og hvor vandadvektionen kunne sættes lig med nul. Desuden er kattegatbassinet meget irregulært set i forhold til verdenshavsbassinet, idet bunden ikke kan antages flad og siderne ej heller lodrette. Det indebærer, at der i beregninger af den steriske effekt for Kattegats vedkommende skal tages hensyn til de såkaldte hypsografiske effekter, som tager højde for at bundvandet

befinder sig i inde i et lille volumen i modsætning til overfladevandet, som optager et meget stort volumen, fordi havbunden skråner langsomt ned mod dybet. Sagen kompliceres yderligere ved at bundvandet i det lille volumen har lave og forholdsvis konstante temperaturer, hvorved den steriske effekt er lille i kontrast til overfladevandet i det store volumen, hvor temperaturvariationen er stor med en betydelig sterisk effekt til følge. Kattegat er med andre ord ganske kompliceret at arbejde med i forhold til verdenshavet, men når Kattegat alligevel er valgt så skyldes det en række afgørende og centrale forhold nævnt nedenfor:

1. Fra den centrale del af Kattegat findes en 100 år lang hydrografisk tidsserie fra fyrskibet Anholt Knob Syd. Her har man siden 1886 dagligt taget vandprøver i 6 dybder fra overfladen til bunden på 32 m og bestemt saltholdigheden og temperaturen. Derved foreligger der en af verdens ældste oceanografiske tidsserier, som tillader en beregning af den steriske effekt. Udgangspunktet her er 8-dages midler udfra hvilke alle beregninger og sammenligninger er gennemført.
2. Rundt langs Kattegats kyster er der opstillet 6 danske vandstandsmålere, der har målt vandstanden inde ved kysten i de samme tidsrum. Derved kan den resulterende vandstand som følge af sterisk effekt, tidevand, advektion, lufttryk, vind og vejr målt inde ved kysten efter midling og fjernelse af astronomisk og meteorologisk "støj" sammenholdes med beregnet sterisk effekt midt ude i Kattegat.
3. Der findes en god meteorologisk dækning i området over hele perioden.
4. Siden Bæltprojektet 1973 har Kattegat været genstand for betydelige fysisk-oceanografiske undersøgelser.

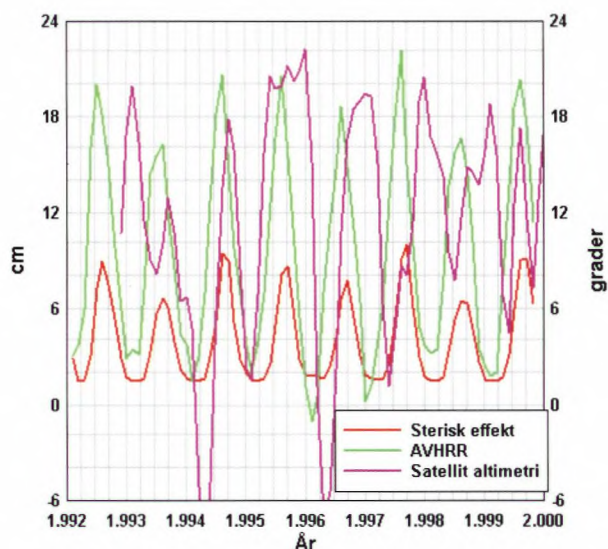
Den samlede konklusion lyder derfor på, at Kattegat er et velegnet område til at studere den steriske effekt som en funktion af tid, geografisk position og havdybde, hvilket kun er muligt med kombineret brug af hydrografiske tidsserier og remote sensing af specielt overfladetemperaturer og middelhavniveau, hvilket vil blive belyst i det efterfølgende.

Remote sensing data

I de sidste 20 år har der været remote sensing målinger fra fly og specielt fra satellitter af Kattegats overfladetemperatur, (strålingstemperatur eller Sea Surface Temperatur (SST)), biomasse (klorfyl-lignende fytoplanktonpigmenter) og middelhavniveau (altimetri).

Siden 1992 har den fransk-amerikanske satellit TOPEX/POSEIDON og de europæiske satellitter ERS-1 og ERS-2 givet nøjagtige observationer af havoverfladens højdeforhold henholdsvis hver 10. og hver

35. dag. I Kattegat har TOPEX/POSEIDON satellitten ca. 180 km mellem deres spor, hvor ERS satellitterne har ca. 45 km mellem sporene. Altimetridata er radarmålinger og de er derfor uafhængige af et eventuelt skydække. Positionerne af disse radarmålinger er givet i figur 1. Data, som er tilgængelige via NASAs Pathfinder project, er korrigerede for tidevandssignaler samt meteorologiske effekter qua globale modeller (se neptune.gsfc.nasa.gov/ocean.html for detaljer). Altimetridata har i de seneste år succesfuldt været benyttet til bl.a. konstruktion af nye nøjagtige tidevandsmodeller (Andersen m.fl. [1] og Shum m.fl. [2]), samt til globale studier af årstidsvariationer i havniveau (Knudsen m.fl. [3]) og studier af globale havniveauændringer (Andersen og Knudsen [4]).



Figur 4. Overfladetemperaturer og beregnede steriske effekter ved Fyrskib Anholt Syd ud fra AVHRR satellitdata og kattegatmodellen for perioden 1992–2000. Bemærk de store variationer fra år til år i både overfladetemperaturer og steriske effekter.

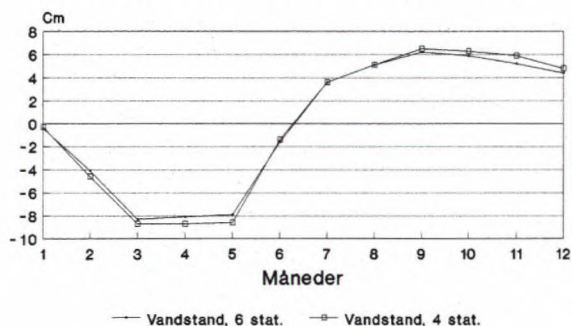
Siden 1980 har observationer af overfladetemperaturer (SST) været tilgængelige fra NOAA satellitterne via Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) sensoren. Disse data er tilgængelige i en række forskellige rumlige og tidslige opløsninger. AVHRR data er modsat altimetri-data ikke opnåelige, når det er skyet. For at øge den tidslige opløsning for AVHRR valgte vi derfor at benytte data med 9 km opløsning leveret som dagsmidler, som vi herefter midlede over 8 dage for sidenhen at udfylde eventuelle manglende observationer ved hjælp af 3 dimensional spline interpolation for at opnå en komplet tidsserie i alle observationspunkter.

Kattegatmodellen for sterisk effekt

Kattegatmodellen daterer sig tilbage til 1990, hvor den blev lanceret af N. K. Højerslev og I. Andersen [5]. Udgangspunktet dengang var specielt iltsvindhændelserne i Kattegats bundvand på læge dybder,

hændelser der udløste den første vandmiljøplan i 1986 til en pris på 12 milliarder kroner. Højerslevs indgangsvinkel til kattegatmodellen skyldtes det faktum,

Vandstand i Kattegat ved 6 stationer vs. 4 stationer



Figur 5. Årlig variation in middelvandstand baseret på henholdsvis 4 og 6 vandstandsmålere fra 1890–1988 (se figur 1 for disses geografiske placering).

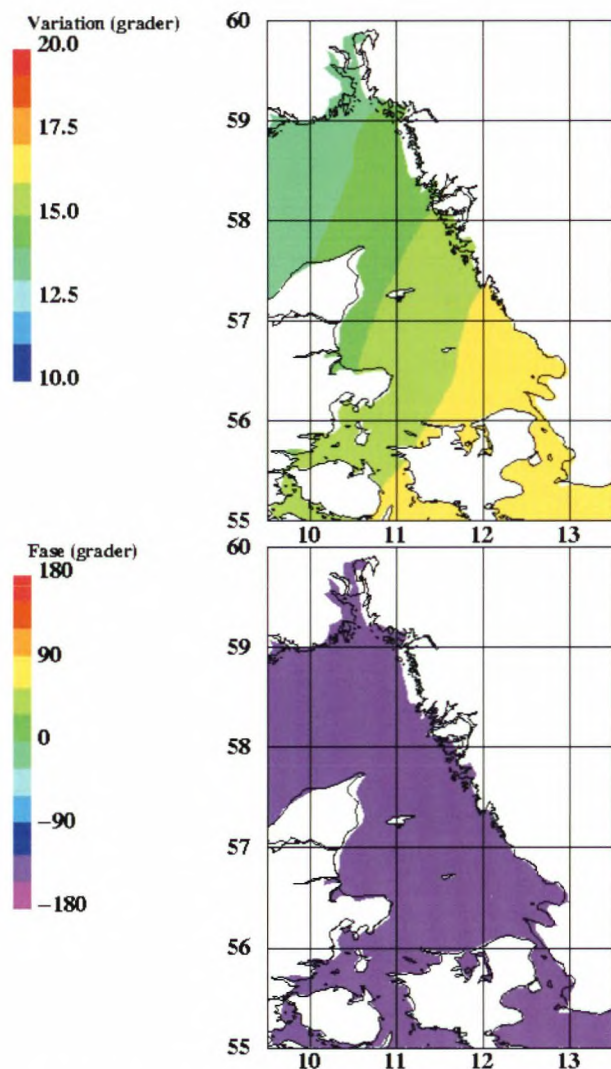
at der i den blæsende oktober med kraftig nedblanding af iltholdigt overfladevand ofte og overraskende kunne iagttages iltsvind. Fra sporadiske hydrografiske målinger i Kattegat var det kendt, at de højeste bundvandstemperaturer typisk optræder i den blæsende oktober, fordi varmen forplanter sig nedover med en hastighed på 0.4 m/døgn, samt at høje temperaturer sætter skub i forrådnelsesprocesser med stort iltforbrug til følge. Dette gav en intuitivt fornuftig forklaring på oktoberiltsvindene. Andersen, derimod, arbejdede på den lange hydrografiske tidsserie fra fyrskibet Anholt Knob Syd, så derved åbnedes der op for en egentlig modelformulering og validering af den vertikale varmeudbredelse i Kattegat. Ikke overraskende valgtes den enklest tænkelige model for varmetransport i havet:

1. Varmen transporteres udelukkende ved turbulent, vertikal diffusion, hvor den termiske diffusionskoefficient ($K_v = 0.54 \text{ cm}^2/\text{s}$ svarende til en varmepulshastighed på 0.4 m/døgn) hverken afhænger af dybden eller tiden ved fyrskibet. Ligningen forenkles til

$$\frac{\partial T}{\partial t} = K_v \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \quad (1)$$

(Højerslev [6]), hvor z er dybden, t er tiden, og T er temperaturen.

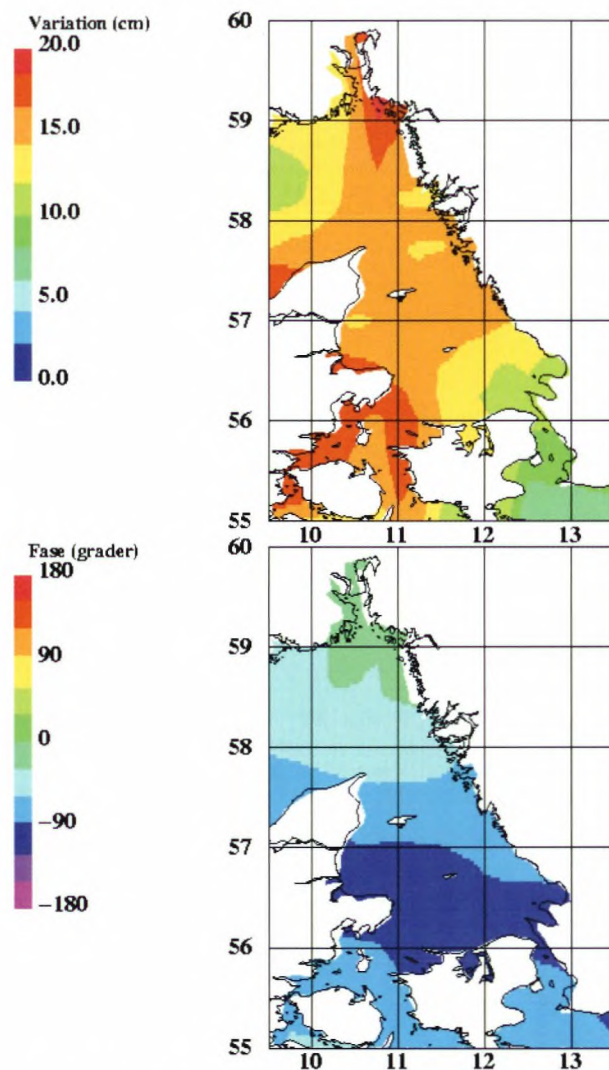
2. Varmeadvektion er dermed helt udelukket, hvilket naturligvis er en forsimpning i et område som Kattegat, der udveksler både vand og varme med henholdsvis Østersøen og Nordsøen. Der strømmer eksempelvis koldt østersøvand til Kattegat om foråret og varmt nordsøvand til Kattegat om vinteren.



Figur 6. Årstidsvariationerne i overfladetemperaturvariationen fra AVHRR sensoren over perioden 1992–2000. Variationerne er angivet i grader Celsius i øverste figur. Faserne er angivet som vinkelgrader i den nederste figur. Der er 360 vinkelgrader og 365 dage på et år, så 1 vinkelgrad svarer ca. til 1 dag. Den angivne fase svarer derfor til den dag i året hvor maksimumtemperaturen indtræffer. Fasen nul grader modsvare 1. januar, og minus 90 grader svarer til 1. oktober osv.

3. Varmen transporteres kun i vertikale retninger, og der er ingen hypsografiske effekter.
4. Der er ingen sollysabsorption nede i overfladevandet, så det antages at det indstrålede globale dagslys (synligt + infrarødt) omdannes til varme ved selve havoverfladen, hvilket omtrent er korrekt i grumset havvand.
5. Den årlige temperaturgang midlet over 8 dage kan beskrives, alene for nemheds skyld, ved en enkel harmonisk tidsafhængig cosinusfunktion. Det er både muligt og problemfrit at operere med en vilkårlig overfladetemperaturfunktion.
6. Nettovarmefluxen gennem havoverfladen beregnet over et år er sat til nul. Led i løsninger til dif-

fusionsligningen, der kun indeholder dybden, er derfor ikke medtaget fordi den årlige middeltemperatur ($\langle T(z) \rangle$) overalt er den samme for alle dybder z . For høje breddegrader (eksempelvis Norskehavet) erindres om, at varmen kan nettofluxe ud fra hav til atmosfære og vice versa på lavere breddegrader (eksempelvis vestlige Middelhav). På den måde regulerer havet klimaet, så forskellen i temperatur mellem kolde vintre og varme somre mindskes (oceanisk klima).



Figur 7. Årstidsvariationen i havniveau fra satellitaltimetri i perioden 1992–2000. Variationerne er angivet i centimeter i øverste figur. Faserne er angivet i den nederste figur og svarer til den dag i året hvor maksimumtemperaturen indtræffer.

Resultater

Figur 2 viser et typisk fit af en enkel harmonisk tidsafhængig cosinusfunktion til reale temperaturdata fra havoverfladen ved fyrskibet. Desuden vises modelleret temperatur ud fra kattegatmodellen beskrevet ovenfor versus målt temperatur fra fyrskibet gennem et middelår. Vi konkluderer på den baggrund, at den simple

model giver et godt estimat på temperaturen nede ved bunden (modellen giver et godt temperaturestimat ned gennem hele vandsøjlen, men det har vi valgt ikke at vise her). Dette betyder, at vi ud fra målinger af SST kan beregne den vertikale temperaturfordeling fra Kattegats havoverflade og ned til havbunden det pågældende og tilsvarende steder.

Den steriske effekt ved fyrskibet midlet over en 100-årsperiode er vist i figur 3. Beregningen er ganske omfattende, fordi den benytter den af UNESCO anbefalede tilstandsligning for havvand, 1980, der inkluderer både salt og temperatur men udelukker trykket, fordi det er ganske uden betydning i sammenhængen (Højerslev [6]). I denne ligning optræder der i alt 15 led mens algoritmen for den termiske udvidelseskoefficient,

$$\alpha = -\frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial T} \right)_s \quad (2)$$

indeholder 29 led, hvori man indsætter målt salt og temperatur fra de 6 prøvetagningsdybder ved fyrskibet. Det ses at den typiske steriske effekt næsten andrager 10 cm på årsbasis, hvilket problemfrit kan måles med satellit-altimetri. Den steriske effekt afhænger af både den årlige temperaturgang og vandybden, idet mindre vandybde giver mindre effekt for ellers uændrede forhold. Yderligere er den typiske vandstand målt ved kysten på 4 danske stationer vist i figur 3 og 5, hvor tidevand og vandstuvning er midlet væk. Der er målt vandstand gennem 100 år, og man ser en sæsonmæssig variation i vandstanden på ca. 15 cm. Det kan følgelig konkluderes, at den steriske effekt dominerer den sæsonmæssige vandstandsvariation i Kattegat, mens kortvarige vindstuvningseffekter af få dages varighed kan give anledning til vandstandsændringer på op til 1–2 meter.

Figur 4 viser overfladetemperaturvariationerne målt fra NOAA satellitterne over de seneste 8 år (grøn signatur). Fra denne overfladetemperaturserie, som foreligger i en 9 km rumlig opløsning, kan den steriske effekt beregnes ved brug af vores kattegatmodel. Vi beregner først den vertikale temperaturfordeling ved varmediffusion i hele vandsøjlen ud fra de satellit-baserede overfladetemperaturer. Herefter beregnes den steriske effekt (rød signatur). Observationer fra satellitaltimetri giver de observerede sæsonvariationer af vandstanden i Kattegat (blå signatur). Det ses fra disse målinger, at denne er ca. det dobbelte af den modelberegnete steriske effekt, hvilket stemmer godt overens med målinger af vandstand ved Kattegatkysten og beregnet sterisk effekt fra fyrskib Anholt Knob Syd. Overfladetemperaturvariationerne er ganske betydelige fra år til år i Kattegat, og det gør sig også gældende for den steriske effekt. I 1997, som de fleste husker som et varmt år, var den maksimale temperaturvariation i SST næsten 25 grader, med en modelberegnet sterisk effekt på næsten 10 cm. I det efterfølgende 1998, som bedst kan karakteriseres som en våd og kold sommer, vari-

erede SST kun 14 grader med en resulterende sterisk effekt på kun ca. 5 centimeter.

Vandstand målt på 6 vandstandsmålere fra 1890–1988 samt vandstand alene målt på 4 af disse (Hornbæk, Frederikshavn, Århus og Fredericia) er vist i figur 5. Det ses at vandstandsmålinger fra de 6 stationer giver anledning til et årligt udsving, der er omtrent 1 cm mindre end målinger udført fra de 4 stationer. Det kan skyldes ændringer i havstrømningerne, i det omfang de er geostrofisk balanceret. Ændringer i de lokale vinde gennem perioden er observeret. Det vides f.eks. at vestenvindene i perioden 1931 til 1989 har aftaget i hyppighed for de svage vindes vedkommende men omvendt er steget for de stærke vindes vedkommende. Sagt med andre ord så er der f.eks. her i nutiden hyppigere kraftig opstuvning af vand på Kattegats svenskeside (og omvendt kraftige vandspejlsfald på jyllandssiden) taget i forhold til tiden 1931–1960. Målemetodikken med 4 versus 6 stationer samt udeladelse af svenske stationer o.lign. lagt oveni "meteorologisk og oceanografisk støj" giver målefejl på omkring 1 cm absolut, hvilket kan sammenholdes med en altimetri-målenøjagtighed der kan antages at være på 2–3 cm absolut.

Årstidsvariationen i overfladetemperaturerne i middel fra AVHRR sensoren over perioden 1992–2000 er vist i figur 6. Temperaturvariationerne stiger mod det sydlige Kattegat fra 14 til 16 grader, fordi klimaet mod syd er mere kontinentalt. Temperaturmaksimum indtræffer i august for hele området.

Årstidsvariationerne i havniveau over de seneste 8 år er vist i figur 7. Disse er beregnet ud fra en kombination af TOPEX/POSEIDON og ERS højdedata. Det er interessant at følge faseændringerne af maksimumtidspunktet for årstidssignalet. Maksimum indtræffer ca. 2 måneder tidligere i den sydlige og grunde del af Kattegat end i den dybe del af Skagerrak (vandet bliver som bekendt hurtigt varmt på lavt vand), og specielt i den dybe Oslofjord hvor der i tilgift kommer koldt ferskvand fra elven Glomma.

Kommentarer og diskussion

Figur 3 viser den beregnede steriske effekt fra Kattegats centrale del ved fyrskib Anholt Knob Syd gennem 100 år stillet i relation til middelvandstandsændringerne målt ved kysten ved de 4 føromtalt vandstandsmålere. Her kan konstateres en række forskelligheder, der ikke er nævnt tidligere, og som viser svaghederne ved den enkle varmediffusionsmodel. Der skal dog samtidig gøres opmærksom på, at måling af vandstand inde ved land sammenholdt med beregnet sterisk effekt ude på vand, lider af klare metodiske fejl. Vandstandsmålerne er således ikke helt perfekte til at måle steriske effekter, fordi de er placeret ved havne med lave vandybder, mens den steriske effekt ved fyrskibet er beregnet for tilfældet med 32 meters dybde. De hypsografiske effekter er med andre ord vidt forskellige, men det indgår

ikke i modellen. Diffusionsmodellen udelukker også advektion, selv om Østersøen i middel sender 475 kubikkilometer vand ud i Nordsøen hvert eneste år.

Endelig giver en kombination af lave havtemperaturer og brakvand anledning til meget lave og undertiden negative steriske effekter. Vi har set i både figur 3, 4 og 5, at den steriske effekt er minimal og næsten konstant i Kattegat i marts april og maj. Det skyldes primært at Østersøen leverer iskoldt brakvand til Kattegat i disse måneder, idet den sidste havis forsvinder fra Østersøen omkring 1. maj.

Den målte vandstand ligger ganske højt og konstant i efterårsperioden frem til januar, mens den steriske effekt allerede topper omkring oktober for siden at aftage. Dette skyldes en kraftig advektion af indstrømmende salt bundvand, der trænger sig ind fra nord. Temperaturen falder imidlertid i perioden og den steriske effekt mindskes som følge heraf. Udeladelse af advektion og hypsografisk korrektion er en mangel ved modellen. Modellens brugbarhed ligger imidlertid i det faktum, at vi kan beregne bundtemperaturen (temperaturprofilen ned gennem vandsøjlen) tilfredsstillende ved at benytte SST som eneste input. Det er også tilfredsstillende, at vi ved brug af kattegatmodellen, SST og altimetri kan redegøre for hovedtrækkene i vandstanden i Kattegats frie vandmasser.

Det er tydeligt, at havet virker som en stor solfanger, hvis lagring af dagslys giver sig udtryk i en målbar øgning i vandstanden. En passende kombination af målt middelhavniveau fra altimetri, og beregnet sterisk effekt ud fra målt overfladetemperatur (SST) bør afgjort indgå i fremtidige klimastudier. Remote sensing teknikkerne giver en ny indfaldsvinkel til klimaproblematikken. Det skal specielt nævnes, at data ikke alene er gratis og lettilgængelige, men også nær-globalt dækkende. Som en sidegevinst kan eksempelvis nævnes iltsvindsproblematikken, hvor de høje bundtemperaturer i de danske farvande om efteråret vil kunne forudsiges ud fra remote sensing data.

Forfattertak

Projektarbejdet er bl.a. udført gennem bevilling fra forskningsrådenes jordobservationsprogram og er et bidrag til projektet "Geoid and Sea Level of the North Atlantic Region (GEOSONAR)".

Referencer:

- [1] O. B. Andersen, P. L. Woodworth og R. A. Flather (1995) "Intercomparison of recent global ocean tide models", *J.Geophys.Res.*, bind **100** (C12), side 25.261–25.282.
- [2] C. K. Shum, P. L. Woodworth, O. B. Andersen, G. Egbert, O. Francis, C. King, S. Klosko, C. Le

Provost, X. Li, J. Molines, M. Parke, R. Ray, M. Schlax, D. Stammer, C. Tierney, P. Vincent og C. Wunch (1997) "Accuracy assessment of recent ocean tide models", *J.Geophys.Res.*, bind **102** (C11), side 25.173–25.194.

- [3] P. Knudsen, O. B. Andersen og T. Knudsen (1996) "ATSR sea surface temperature data in a global analysis with TOPEX/POSEIDON altimetry", *Geophys.Res.Lett.*, bind **23**, nr. 8, side 821–824.
- [4] O. B. Andersen og P. Knudsen (2000) "Regional sea surface height and temperature trends from ERS satellites", *Proceedings ENVISAT/ERS symposium*, Sverige, oktober 2000, ESA Special Publication, (under trykning).
- [5] N. K. Højerslev og I. Andersen (1990) "Klimavariationer på mesoskala lokaliteter beskrevet ved vandspejlsændringer og hydrografiske forhold", *DMI technical report 1990-7*, DMI, København, 38 pp.
- [6] N. K. Højerslev (1991) "Introduktion til fysisk oceanografi", Københavns Universitet, Geofysisk Institut, 180 pp.



Niels K. Højerslev er dr.scient og lektor på Geofysisk Afdeling, Niels Bohr Institutet for Astronomi, Fysik og Geofysik (nkh@gfy.ku.dk).



Ole Baltazar Andersen er seniorforsker på geodæsikontoret på Kort og Matrikelstyrelsen (oa@kms.dk).