

ENSO som solas enerådende og allmektige eksekutør

(Dette er del 1, og dokumentet vil bli oppdatert når resten er på plass.)

klimaforskning.com takker vårt medlem Okular, som har nedlagt et stort arbeid på vårt forum ved å gi en slik solid gjennomgang av vårt klimasystem. Er det noen som har forsøkt å forklare til en nybakt skeptiker hvordan klimasystemet virer, og funnet det vanskelig? Da må dette dokumentet være midt i smørøyet 🤔

Vi sier som vårt medlem *Amatør1*:

På vegne av forumet vil jeg takke for noen utrolige bidrag, Okular! Utrykket "kraftanstrengelse" synes meget relevant. Dette er svært verdifullt.

Fortsett mer enn gjerne, Jeg har sjelden lært så mye på en gang ...

Slik jeg vurderer den jobben du har gjort, burde dette være et viktig dokument når noen ønsker å sette seg mer inn i hva vårt klimasystem handler om.

Okular, og også klimaforskning.com, takker [Bob Tisdale](#) for hans mange flotte illustrasjoner som for en stor del ligger til grunn for dette dokumentet.

Igjen: **Takk!**

Seoto

April 2012



Bob Tisdale har gitt ut en bok

"IF THE IPCC WAS SELLING MANMADE GLOBAL WARMING AS A PRODUCT..."
som finnes både i Kindle og PDF-versjon, og kan kjøpes rimelig fra hans side.

ENSO som solas enerådende og allmektige eksekutør

Det snakkes jo en del om sola og hennes veier å gå for å påvirke jordas klima for tida.

I den forbindelse vil jeg fremme en tanke som kanskje kan forekomme litt underlig: Er det sånn at solas innflytelse på atmosfærens langtidige temperaturutvikling ikke er mulig å se direkte, men kun og helt og holdent indirekte, bakt inn i ENSO-fenomenet og, i forlengelsen av dette, AMO, ved på ulike måter å regulere den storskala tilførselen av energi til Stillehavet i store svingninger, sakte, men sikkert over tid?

Hvorfor Stillehavet? To ting. 1) Det omfatter nærmere 60% av planetens tropiske havområder (20°N–20°S), der hvor den absolutte majoriteten av solenergien til enhver tid entrer jordsystemet. Og 2) det strekker seg ut i *ett* veldig belte uavbrutt av land, slik at visse avgjørende havsirkulasjonsprosesser får rom til å spille seg ut i sin fulle bredde og styrke. (Til sammenlikning er de resterende tropiske havområdene (i Atlanterhavet og Indiahavet) relativt begrensede og oppstykket av land.) Deler vi de globale temperaturkurvene opp regionalt, ser vi også fort hvordan Stillehavet er den store delegatøren. Mer om dette etter hvert.

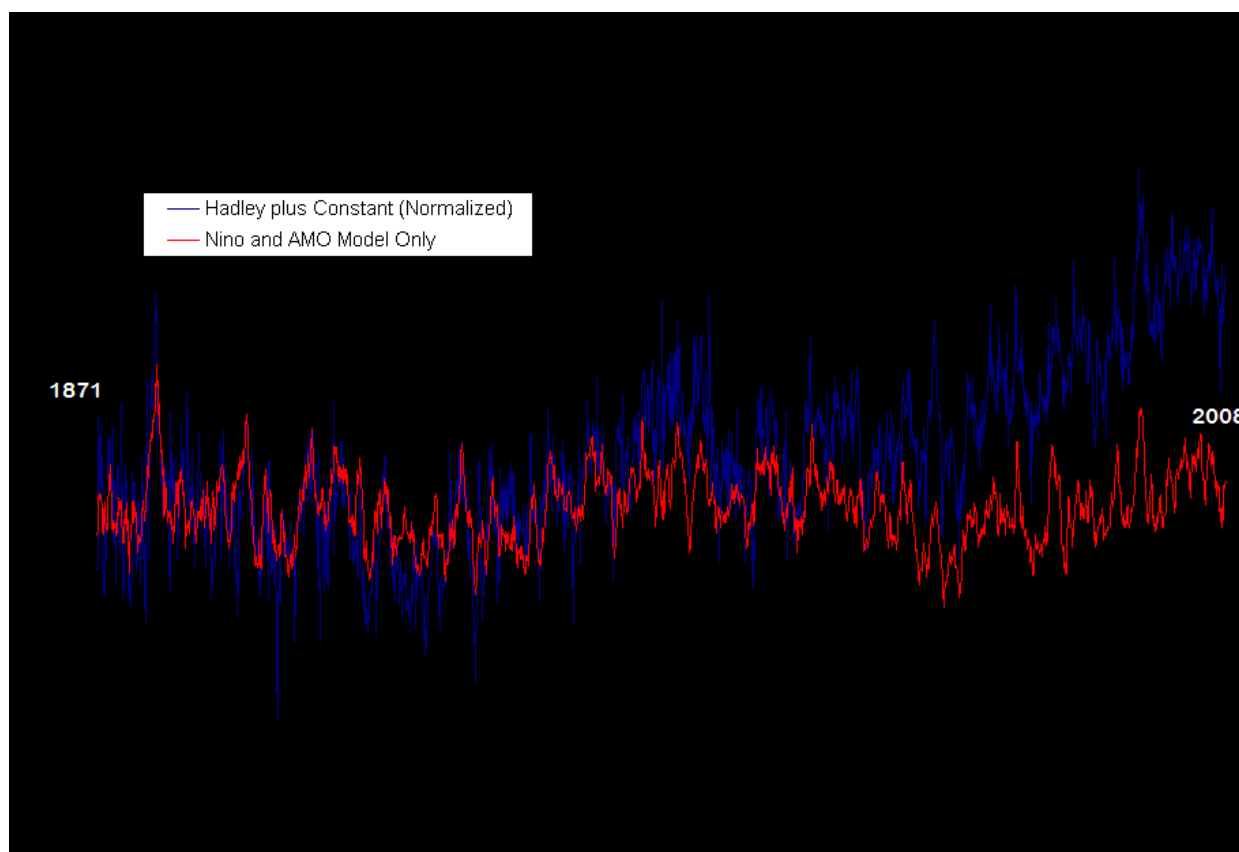
La meg så forklare litt nærmere hva jeg mener. En rekonstruksjon av den globale (atmosfæriske) temperaturkurven siden rundt 1870 til i dag, vil kunne vise en forbløffende likhet med den reelle

(representert ved HadCRUT3) når kun basert på ENSO og AMO; og da snakker jeg trend, syklisitet og detaljnivå. Man trenger rett og slett ikke å tilføre et direkte solpådriv for at kurvene skal stemme overens.

Med andre ord, ENSO (og AMO) forklarer praktisk talt hele temperaturutviklingen siden 1870. Man kan også forklare *hvordan* de gjør det. På et første, overflatisk nivå. Spør man seg imidlertid hva som igjen er bakgrunn for *denne* forklaringen, slik at *hvordan* nesten blir et *hvorfor* (som i "Hvorfor er det en trend?"), får man et problem. Og det er her sola finner sin rolle, som den endelige dukkemester, den som sitter skjult bak teppet, hevet over selve scenen, og trekker i trådene. (Det kan iblant virke som om Stillehavets interne oscillasjoner lever sitt eget liv, diametralt ute av synk med solas pådriv. Men hva bunner selve oscillasjonene til syvende og sist i? Når man går inn i et slikt emne, vil man alltid oppdage at det finnes flere elementer og nyanser enn det man først la opp til. Nye spørsmål dukker alltid opp.)

Vel, kanskje foreløpig litt ullent. Men i hvert fall ...

I slutten av 2008 presenterte Bill Illis sitt forsøk på rekonstruksjon av HadCRUT3 sin globale (atmosfæriske) temperaturkurve ved å forene de fluktuerende verdiene til ENSO og AMO fra 1871 til 2008. Sånn her så det ut:



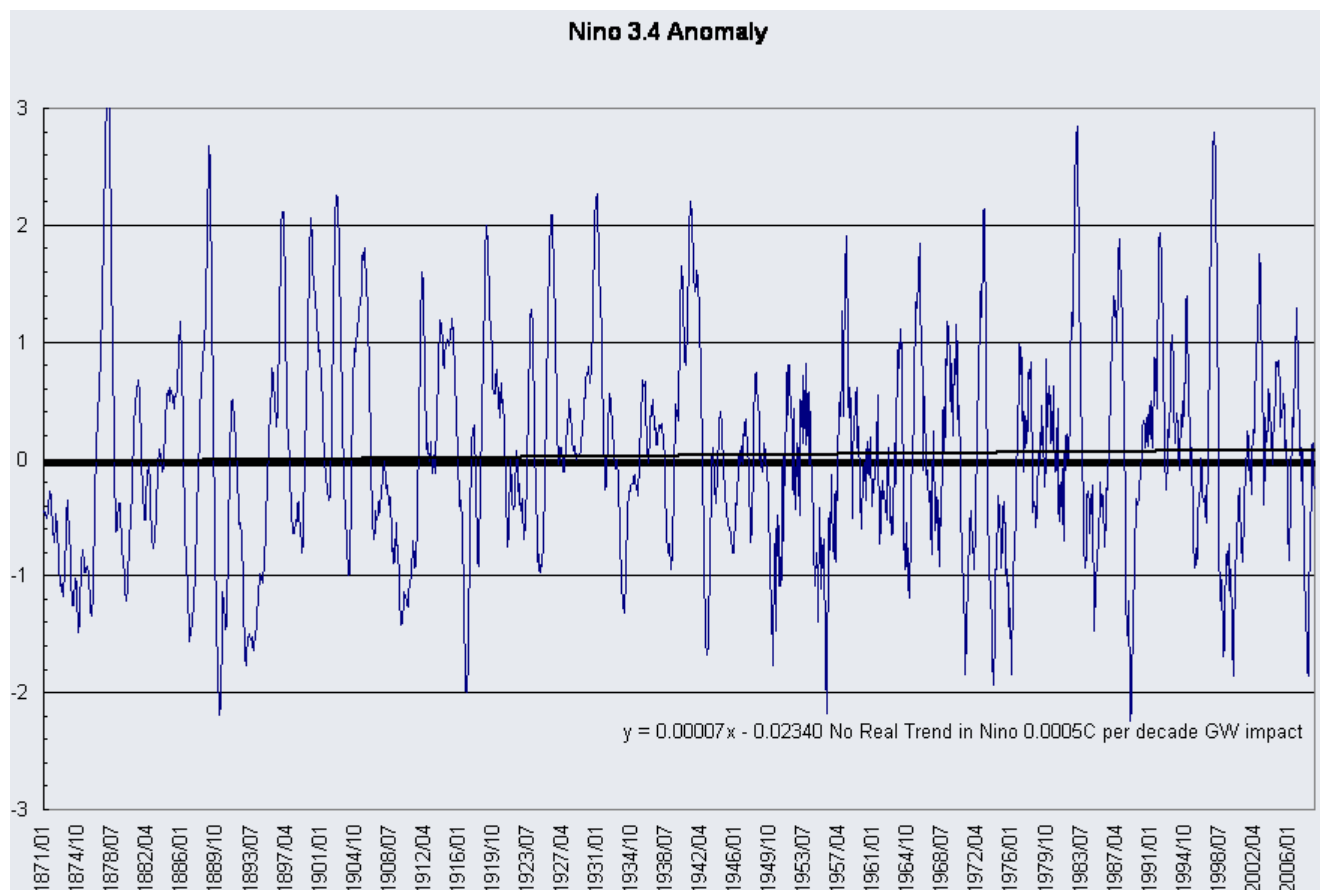
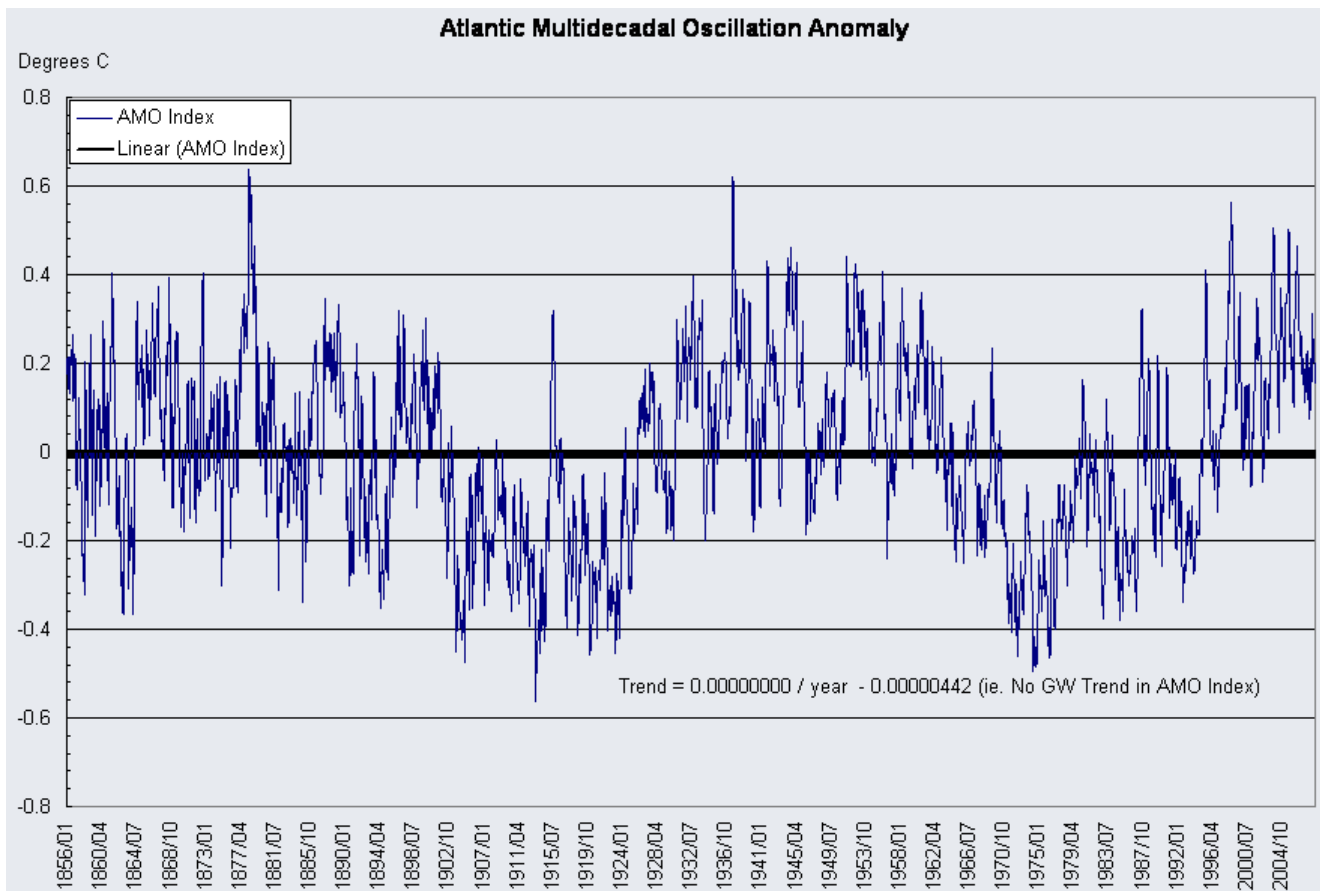
Det som slår en umiddelbart når en kikker på Illis sin røde kurve, er at den mangler trenden til HadCRUT

sin blå. Ellers gjenspeiler den modellerte kurven den 'reelle' nesten perfekt i detaljene (og det er jo

imponerende i seg selv), og den får endog med seg syklens timing ganske så fint. Problemet er bare at den til syvende og sist, slik den framstår her, ikke synes å være i stand til å besvare det egentlige

spørsmålet – hva har fått snittemperaturene til å stige fra 1800-tallet og fram til i dag?

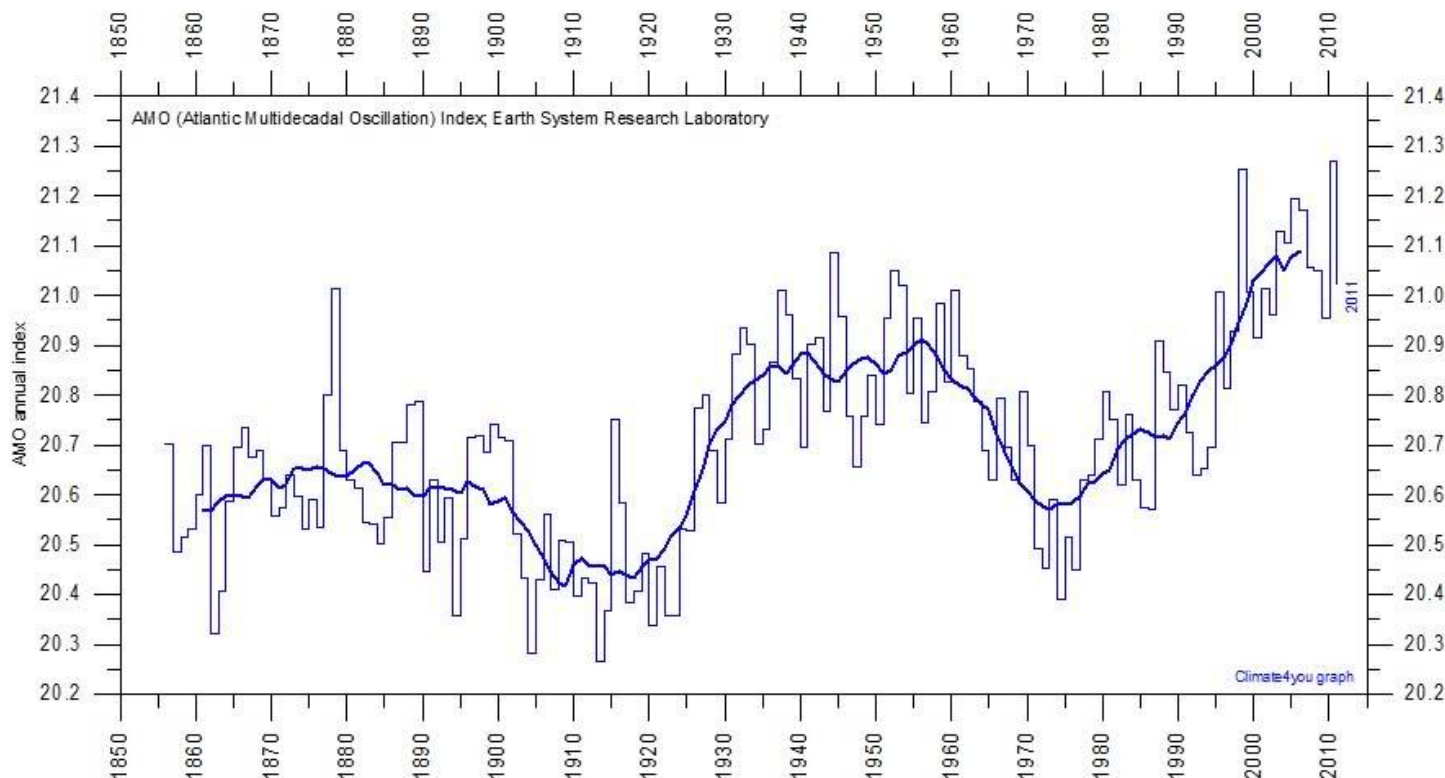
Så hva mangler ved Illis' ENSO+AMO-kurve? Se på de to originalkurvene som han slo sammen til én:



To ting står ut. Ingen av indekserne har noen reell trend over tid. Og AMO har en tydelig syklisitet (på ~65 år – lyder kjent?), ENSO har det tilsynelatende *ikke*.

For det første, AMO-indeksen representerer tross alt rett og slett utviklingen i Nord-Atlanterens (0-70°N, 0-

80°V) havtemperaturanomali – *avtrendet*. Det vil si at for å framstille den som en indeks har man kunstig fjernet den naturlige trenden, som jo faktisk er der.



Her presenterer Ole Humlum på sin hjemmeside AMO-indeksen *med* den reelle trenden. Hvor kommer så denne trenden fra? Vel, fra ENSO, så klart. Og her kommer vi inn på det avgjørende. For det som unnsnapp Bill Illis' øyne (og ingen kan egentlig klandre ham for det), var at det faktisk finnes en syklisitet i ENSO-kurven også, den er bare veldig godt skjult. Og denne syklisiteten finner vi igjen, amplifisert, i AMO. AMOs sykler kommer også fra ENSO!

Entré Bob Tisdale, mannen bak dette ganske så viktige, men av mainstreamen helt oversette, columbi-egget.

Men dette kommer i neste post.

(Her vil jeg også prøve å rettferdiggjøre hvorfor jeg mener det holder å bruke ENSO og AMO (men at AMO må med), og slik utelukke de resterende delene av verdenshavene.)

For litt mer om Bill Illis' rekonstruksjon, som dessverre når alt kommer til alt gjør et besynderlig knefall for CO₂-doktrinen (jeg tror han har distansert seg fra det standpunktet siden den gang – jeg anser ham som en god mann), kan dere gå hit:

<http://wattsupwiththat.com/2008/11/25/adjusting-temperatures-for-the-ens0-and-the-am0/>

Fortsettelse av [ENSO som solas enerådende og allmektige eksekutør](#)

Denne posten henter mye av sin argumentasjon og alle sine figurer fra Bob Tisdale sin hjemmeside (bobtisdale.wordpress.com). For den som ønsker å undersøke på egenhånd, finner man dataene på KNMI Climate Explorer (climexp.knmi.nl), som Tisdale selv benytter seg av.

Datagrunnlaget bak havtemperaturgrafene nedenfor er NOAAs såkalte Reynolds OI.v2-sett (Optimum Interpolation) (www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.oisst.v2.html). De skal være blant de mest solide kildene til

slike data per i dag, men siden de er satellittbaserte, så strekker de seg bare tilbake til november 1981 (dog dekker jo dette mesteparten av den siste oppvarmingsperioden).

For bare å si et par ord først om mitt forhold til Bob Tisdale, som selv sier han er en selvlært lekmann, så har stort sett alltid mitt inntrykk vært at han virker gjennomstødig. Han har satt seg grundig inn i det temaet han undersøker, og trekker nødvendig sine slutninger for langt. Han jobber seg framover i materien kun ved hjelp av og med referanser til empiriske observasjoner og

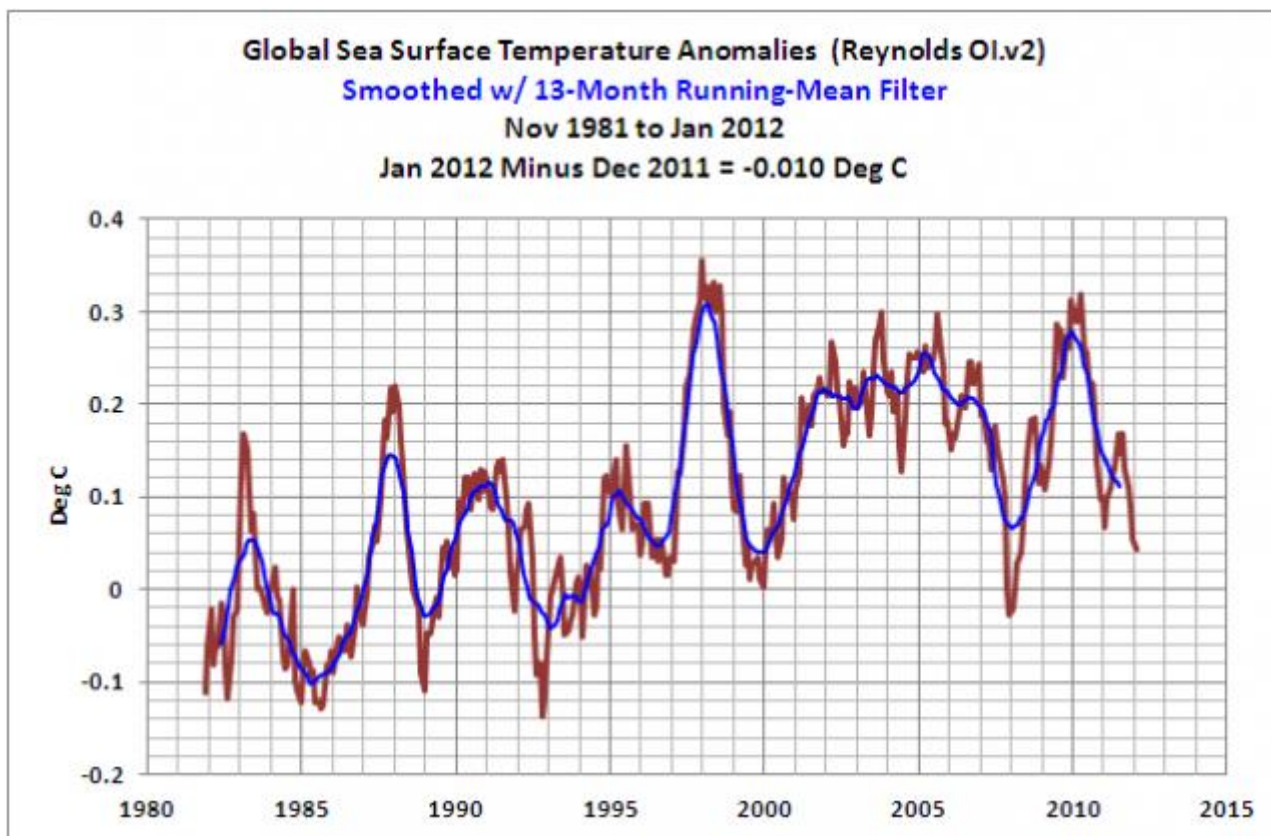
data. Han er tørr, men ytterst poengtert, kan være skarp og korthuggen mot meningsmotstandere, og framstår faktisk til tider som en smule selvhøytidelig. Men i de aller aller fleste tilfellene så har han rett. Selv om del nekter å innrømme det – case in point: vår godeste Tamino/Grant Foster. Der han vakler, er på statistiske metoder, og dette innrømmer han også selv. På dette området har han tatt sin munn for full ved i hvert fall én anledning, men han var samtidig snar til å innrømme feilen da den ble påpekt. I ledtog med McIntyre ville han trolig kunne utgjøre en dødelig duo.

Ok, jeg avsluttet åpningsinnlegget med å introdusere Tisdales aha-opplevelse, da han skjønnte hvordan ENSO-fenomenet faktisk var drivkraften bak den allerede godt anerkjente syklisiteten man ser, særlig i AMO, men også i den globale temperaturen.

Hvordan kunne han så forklare dette? Tidligere anså nemlig ingen at ENSO som prosess kunne være i stand til å endre de globale temperaturene *over tid* (viktig: de fleste i mainstreamen nekter fortsatt å anerkjenne det). Man så på NINO(ENSO)-kurven og konkluderte med at påvirkningskraften var stor, men kun i korte tidsrom. For systemet falt alltid tilbake i likevekt, som en pendel –

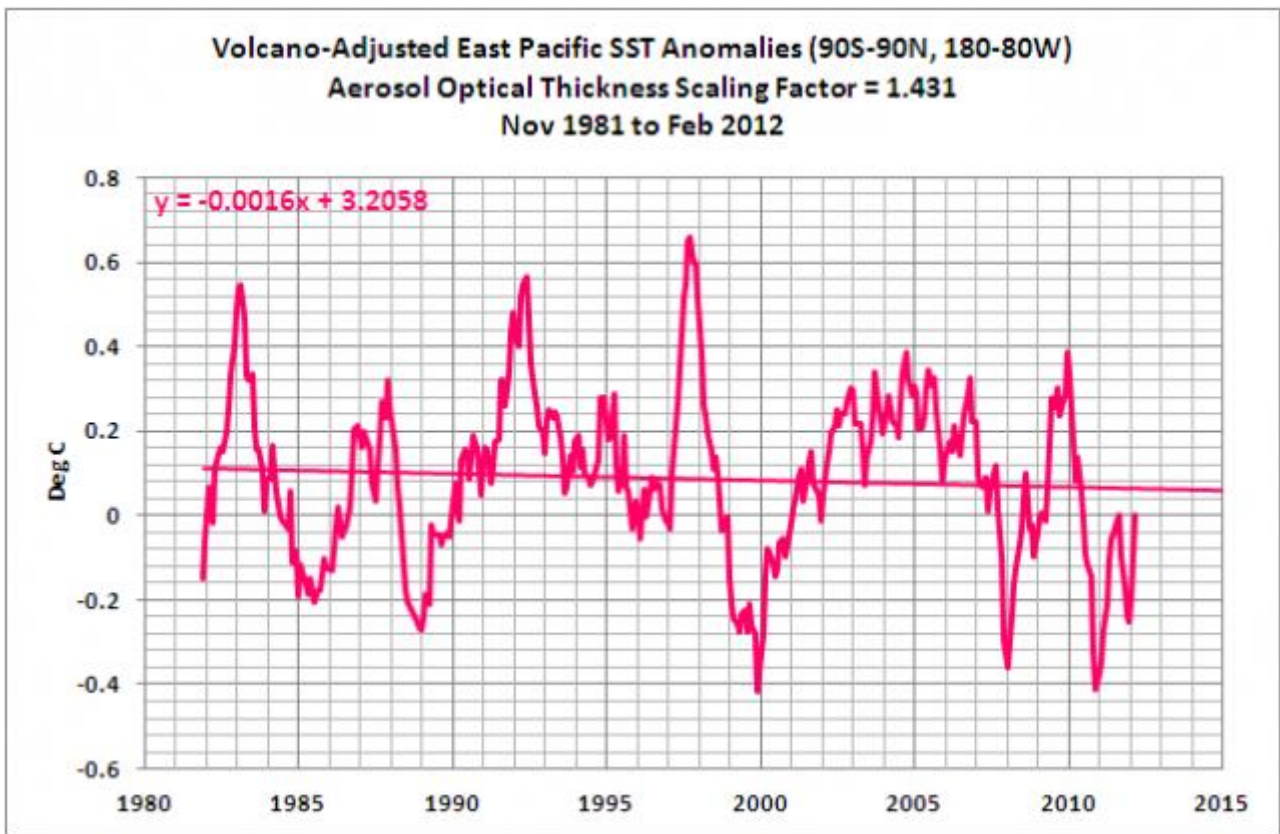
ergo ENSO-indeksens flate langtidstrend. Og følgelig trakk man den slutningen (logisk nok, kanskje) at ENSOs globale innflytelse må fungere på samme måte. Tisdales store brannfakkell, og hans fremste kjepphest den dag i dag, var at man ikke får det fulle bildet av ENSO som *prosess* ved kun å se på denne indeksen. Det skjer forandringer i det globale systemet under ENSO-episoder som *ikke* blir fanget opp av NINO-indeksen (som jo er en temperaturanomalioversikt kun over det ekvatoriale havstykket i de sentrale delene av Stillehavet (dog i den østlige sektoren (se under))). Han kikket nærmere på de forskjellige delene av verdenshavet, og oppdaget at i løpet av den siste oppvarmingsperioden så er det først og fremst to regioner som står fram som 'mottakere' av det mer langsiktige ENSO-signalet. Men de reagerer via ganske ulike mekanismer. Til sammen, viste det seg, står disse to (som representerer litt over 40% av jordas havareal) for stort sett hele stigningen i globale havtemperaturer siden 1980.

Vi starter letingen med å vise en oversikt over den globale SST-kurven. Merk trenden. Snittemperaturene har steget med $\sim 0,22^{\circ}\text{C}$ mellom 1981 og 2012.

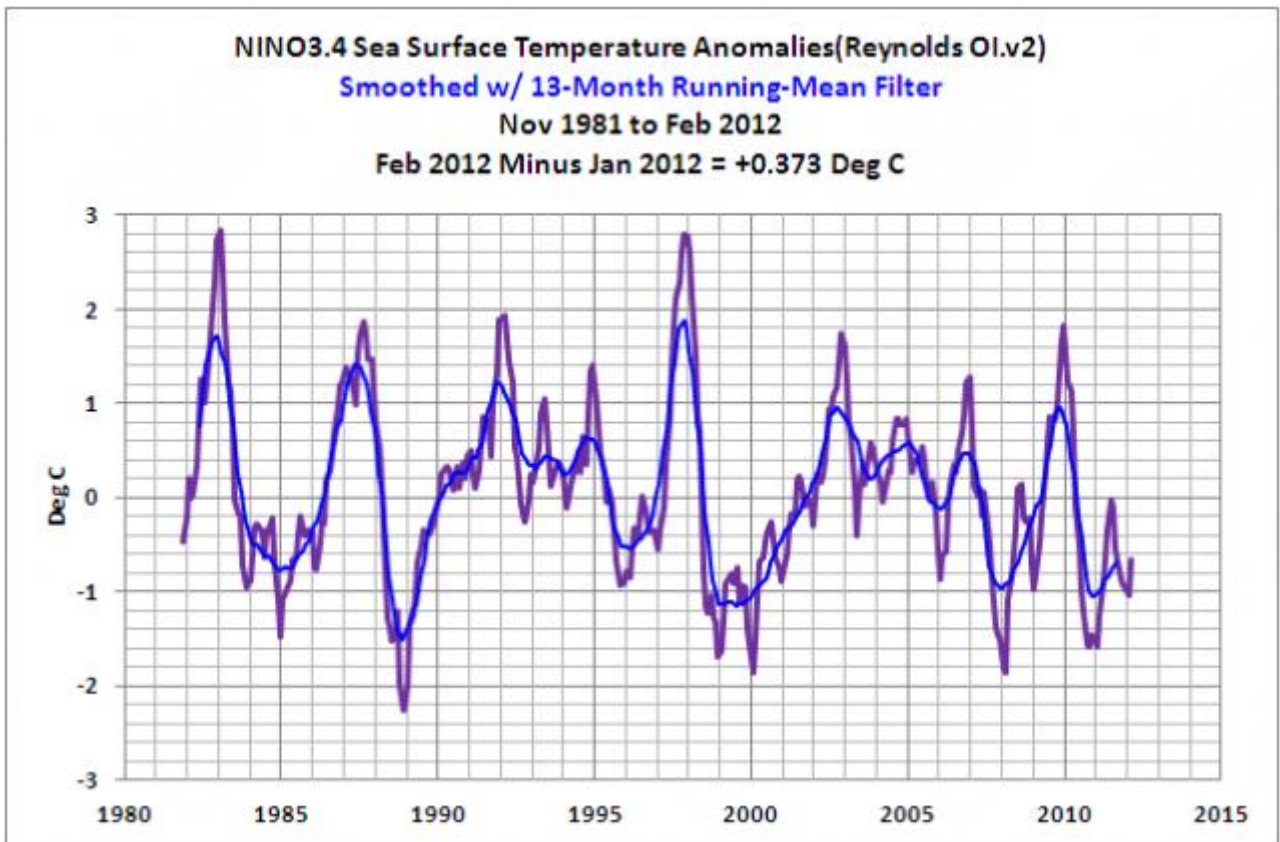


Deretter begynner vi runden. Først det østlige Stillehavet, selve åstedet for utviklingen av ENSO-fenomenet, følgelig også omfattende den såkalte NINO-regionen, hvor de berømte ENSO-indeksene baserer seg. Selv om dette er et 90°N – 90°S -utsnitt, og et område som omfatter nesten $\frac{1}{3}$ av jordas havareal, så er det åpenbart at de ekvatoriale prosessene (ENSO) regjerer

denne regionen fullstendig. Det går ikke an å gå glipp av den svakt fallende trenden gjennom perioden, praktisk talt den samme trenden som NINO-indekskurven følger gjennom samme tidsrom. Det er altså *ikke* her ting skjer. Det vil si, det er det jo, men *resultatene* ser du andre steder. Dette er rett og slett selve dynamoen.

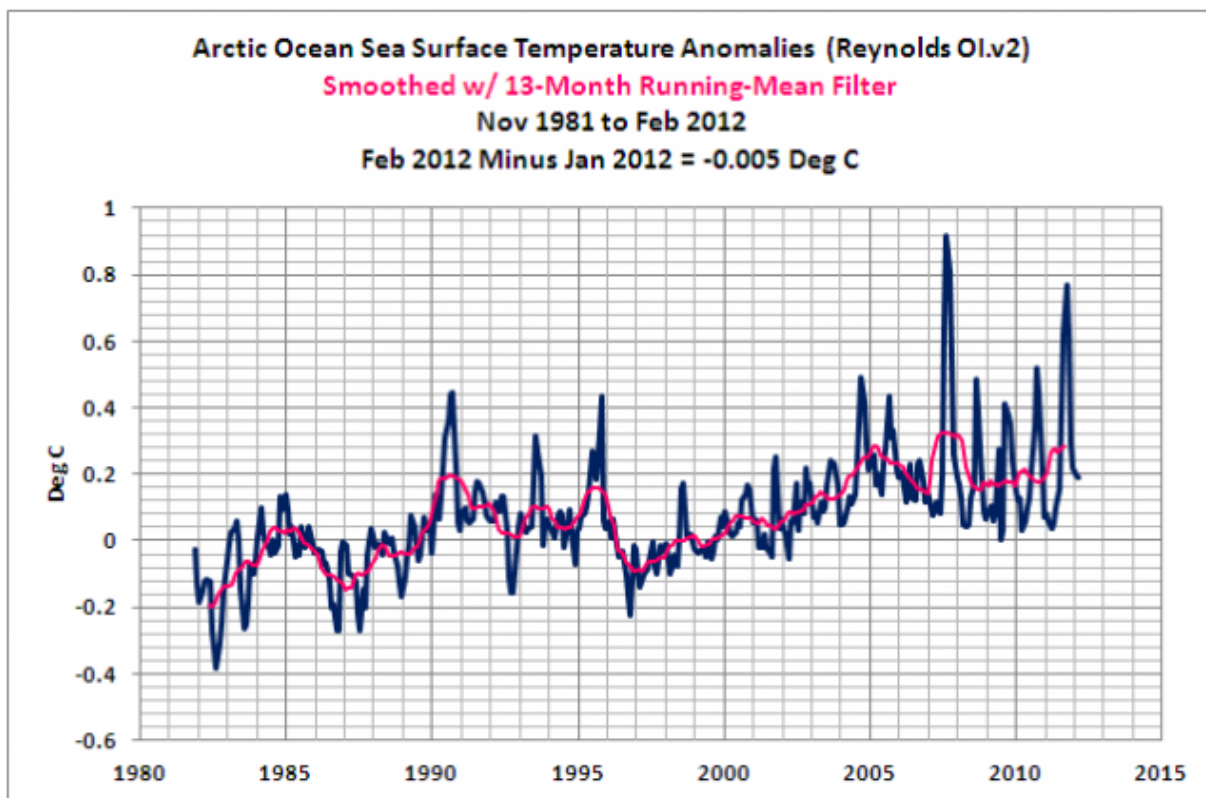


Sammenlikn med NINO under:



Fortsettelse [ENSO som solas enerådende og allmektige eksekutør](#)

Deretter kan vi kikke på de to polare havene. Først Arktis:

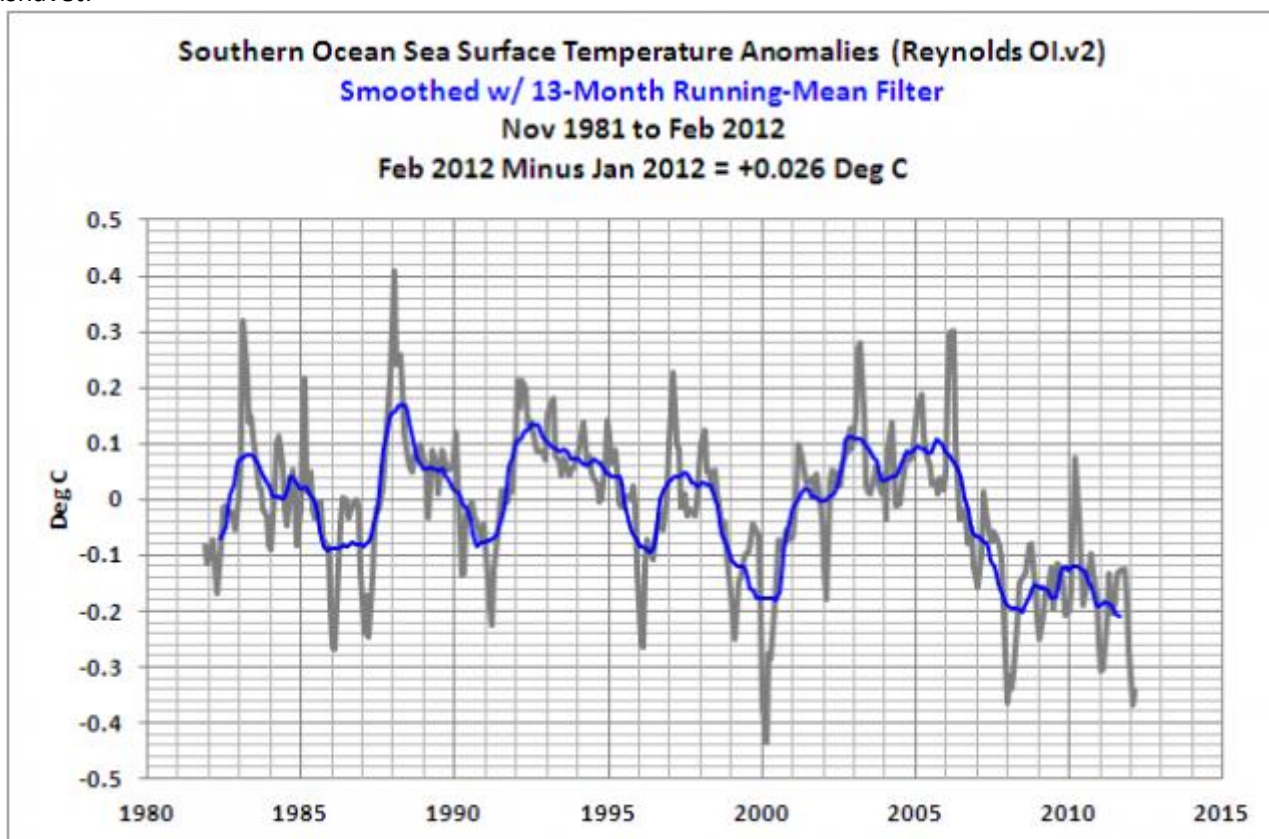


65–90°N

En forholdsvis jevt stigende trend over perioden, men ikke enorm akkurat (stigningen fra ende til annen (81-12) ligger på 0,3–0,4°C), og heller ikke akselererende. ENSO ser ikke ut til å ha noen direkte innflytelse her. (Legg

merke til de store varmtvannspulsene på høstparten hvert år fra 07 til 11! De er der også i 04 og 05, men ikke i 06.)

Så Sørishavet:

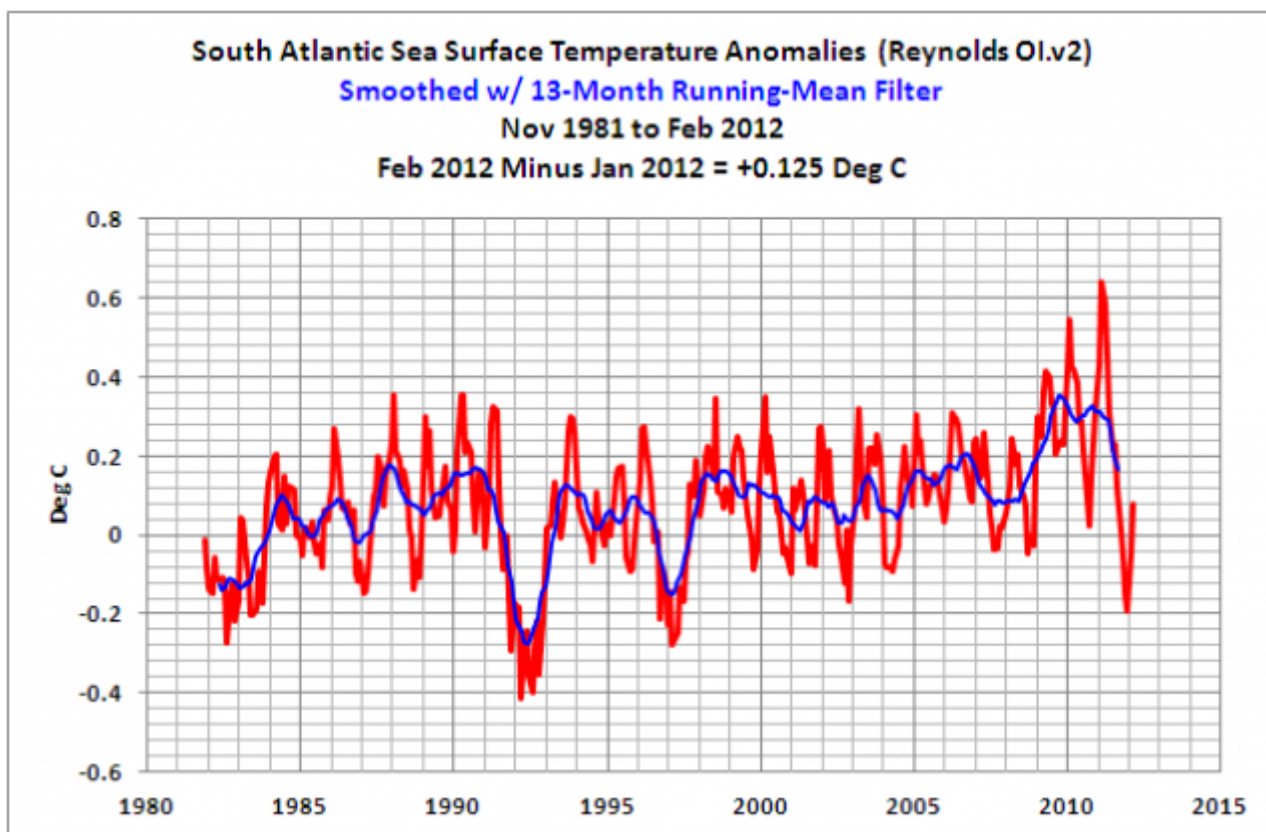


60–90°S

Ja, hva skal man si? Ser også tilsynelatende ut til å leve sitt eget liv. En flat til svakt, svakt oppadgående trend

mellom 81 og 06/07, deretter et tydelig dropp til hva som kan synes som et trinn ned.

Hva med Sør-Atlanteren?

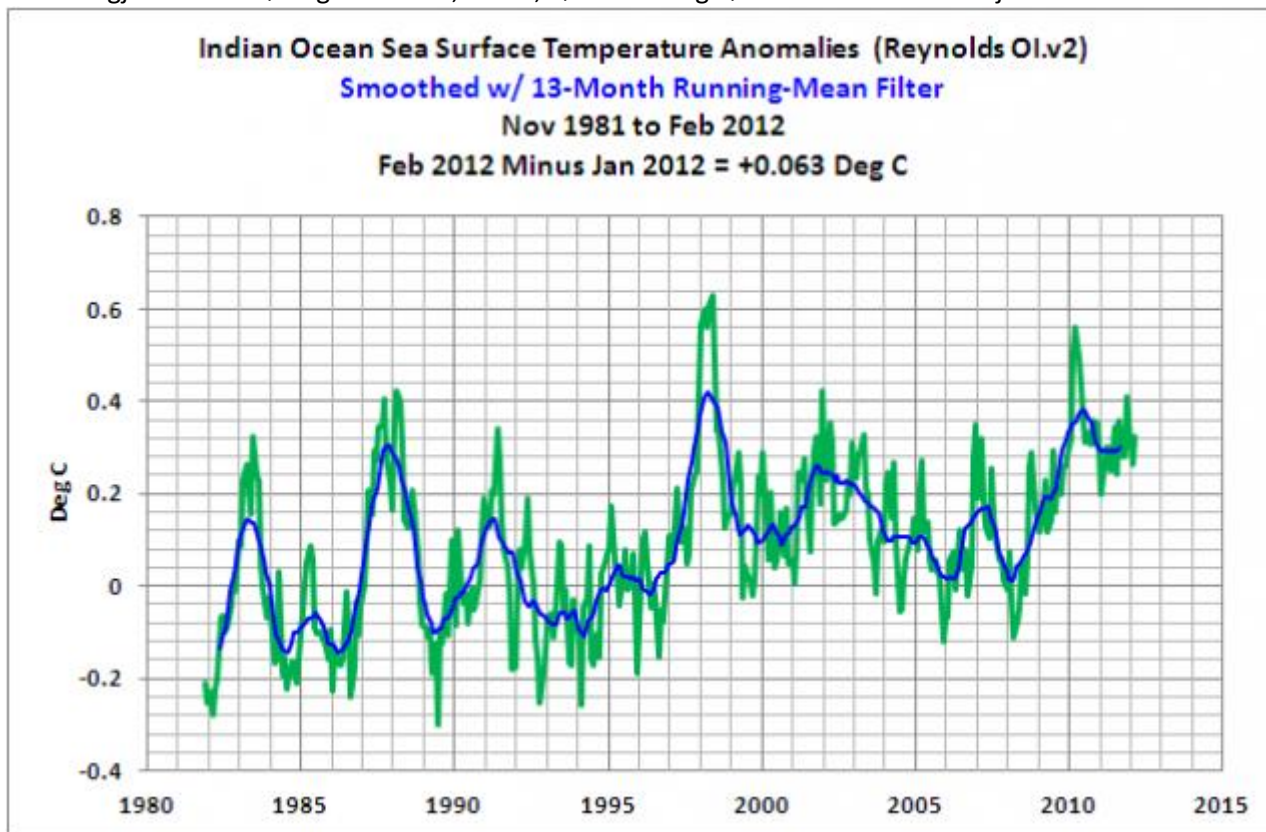


0–60°S / 70°V–20°Ø

Helt flat trend mellom 84 og 08. En underlig topp rundt 09–11, men så muligens ned igjen. Ingen åpenbaring å skue i denne grafen.

Fortsettelse av [ENSO som solas enerådende og allmektige eksekutør](#)

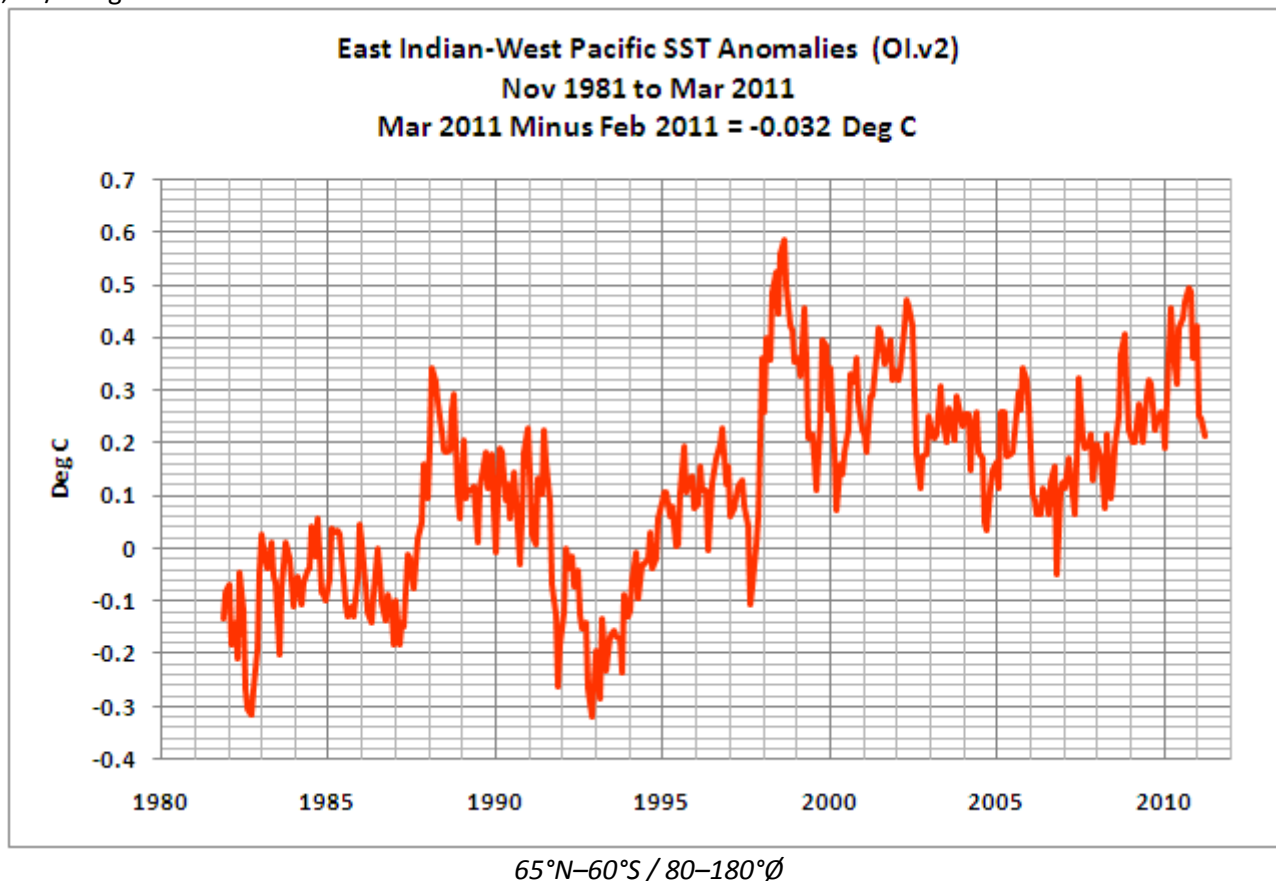
Nå har vi vært igjennom det østlige Stillehav, Arktis, Sørishavet og Sør-Atlanteren. La oss sjekke det indiske hav:



30°N–60°S / 20–120°Ø

Her begynner det kanskje å likne noe. Her kan vi i hvert fall tydelig øyne de store El Niñoene i 82/83, 87/88, 97/98 og 2010, og flere til. Samt La Niñaene i 84/85, 88/89, 99/00 og 2008. Men hva er det vi liksom skal lese

ut av det her? Det er en oppadgående trend, den går i rykk og napp. Men hvor kommer signalet fra? Det kommer østfra. Sammenlikn grafen over med den under:

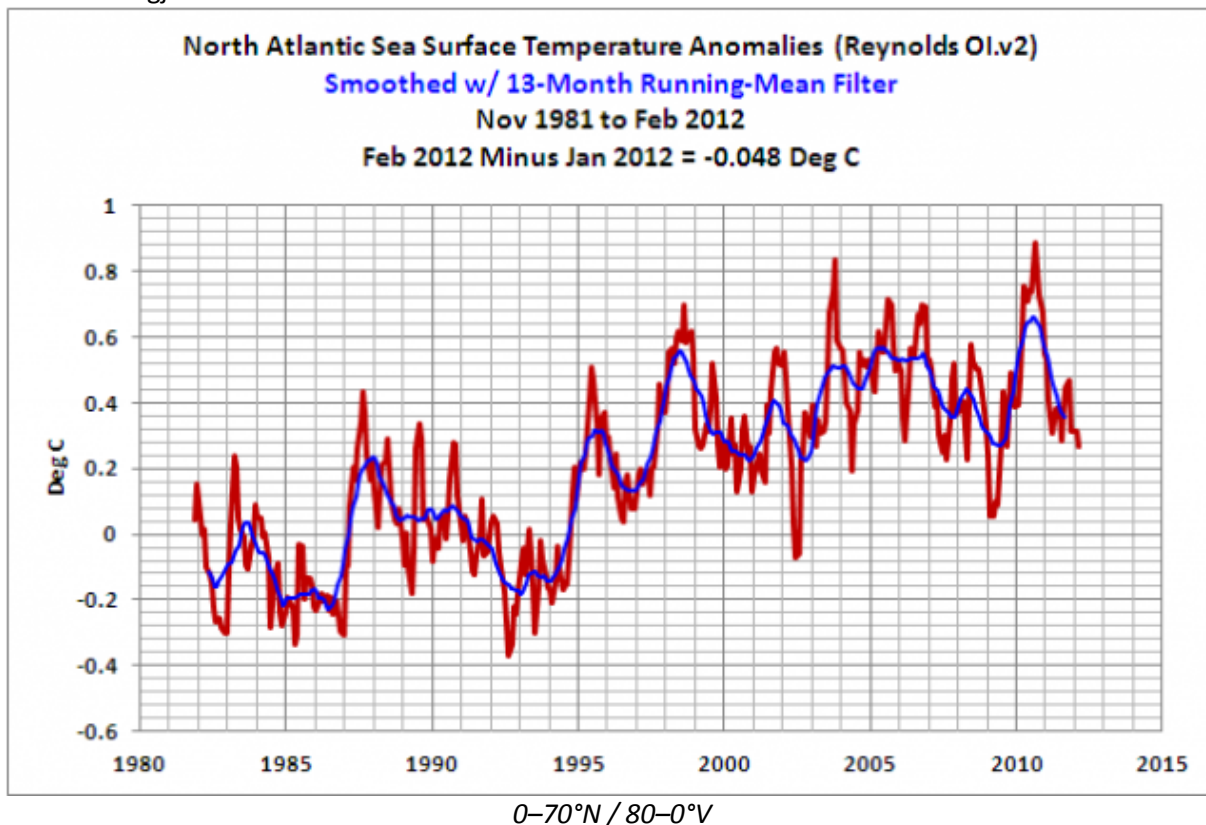


Stigningen i temperatur for Indiahavet som helhet ligger på opp mot 0,35 grader over drøyt 30 år, men for Øst-Indiahavet/Vest-Stillehavet (27% av verdenshavene) er den på +0,45°C i samme periode. Mye kan tyde på at jo lenger øst man kommer i denne delen av verdenshavet, jo brattere blir trenden. Grafen for Vest-Indiahavet alene har jeg ikke klart å finne, men trolig ligger den (i trend) et sted mellom Sør-Atlanterens (det tilstøtende havområdet i vest) og den til det indiske hav som helhet. Det som imidlertid er interessant, er hvor de to kurvene

ovenfor skiller seg fra hverandre. Den nederste følger i mye større grad en trappetrinnsutvikling, hvor den øverste mer slynger seg oppover med store topper og bunner på veien. Alt, i begge grafene, er tett relatert til ENSO, men mens den nederste i stor grad preges av direkte oseaniske forbindelser til det som til enhver tid skjer i det østlige Stillehav, så inneholder den øverste trolig også klare elementer fra såkalte atmosfæriske teleforbindelser (mer om dette senere).

Jeg vil uansett si vi har funnet den ene regionen.

Og nå har vi bare én igjen. Nord-Atlanteren:

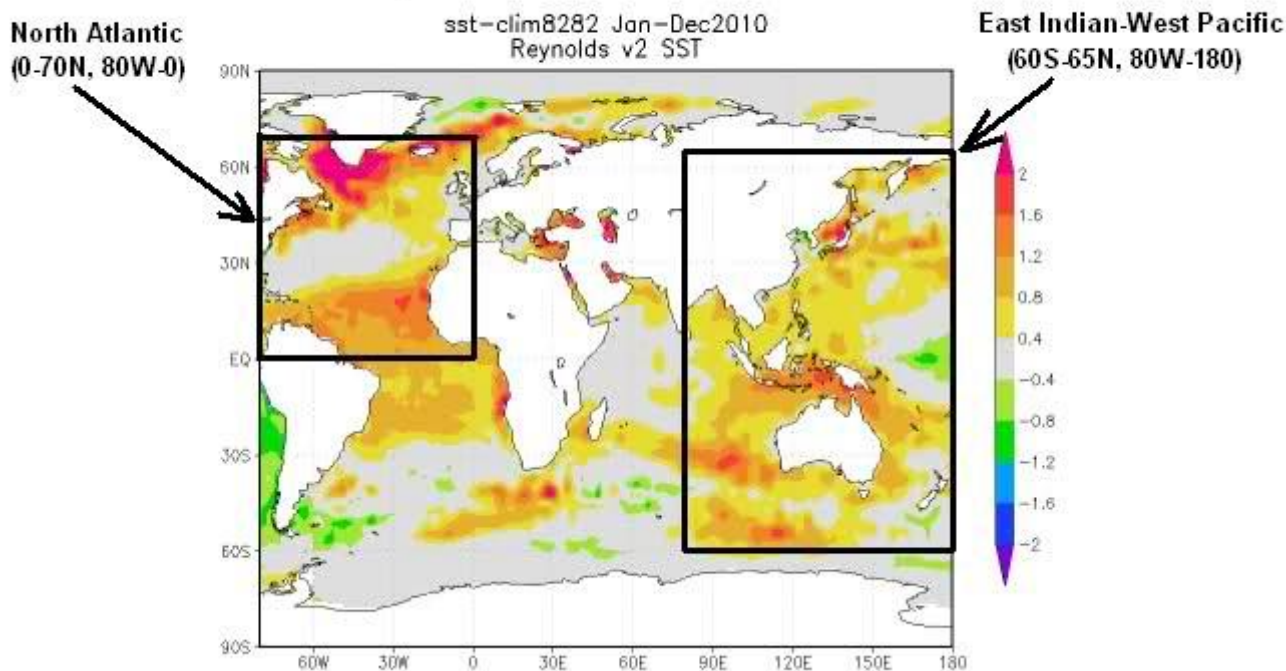


Dette er i realiteten AMO-kurven, *inkludert* langtidstrend. Hevingen i havtemperaturer 81-12 er på ~0,6°C, den klart største hos de ulike havområdene

(sammenlikn bl.a. med Arktis (det er en viss overlapp på nettopp atlantehavssida), som hadde en stigning på bare litt over halvparten av denne!)

Dette er utvilsomt region nummer to. Her er de så avgrenset:

Atlantic, Indian And West Pacific Oceans



Dersom vi veker dem mot hverandre, så oppviser de to samlet en SST-stigning på temmelig nøyaktig 0,5°C siden 1981/82. Og det over et område som dekker 40-42% av verdenshavet. Sett så denne stigningen opp mot den globale i samme periode, +0,22°C, så skjønner man fort

tegninga. En kjapp utregning viser at de resterende delene av verdenshavet (rundt 60%) til sammen da må ha opplevd en temperaturheving på svimlende 0,02°C over de siste 30+ årene. Ser man på grafene som er blitt presentert over, så er ikke det så vanskelig å anerkjenne.

Vel, så har man kommet så langt. Men det er *nå* spørsmålene melder seg: Hvorfor akkurat disse to regionene? Og hvorfor (og hvordan) skjer det som skjer? Og hva så med ENSO oppi dette? Tisdale sammenstiller her ganske enkelt hva andre før ham har funnet ut, men aldri satt inn i sin fulle sammenheng, eller sett med sin fulle innebyrd.

Først er det verdt å observere hvordan både Øst-Indiahavet/Vest-Stillehavet og Nord-Atlanteren har en forsinket respons i forhold til ENSO (de enkelte episoder). I tilfellet Nord-Atlanteren varierer det mellom 2 og 6 måneders etterheng, i tilfellet Øst-Indiahavet/V-Stillehavet dreier det seg som oftest om 6 måneder, men

også faktisk opptil 9. Dette kan gjenspeile forskjellen i mekanismer i operasjon.

(I forbindelse med disse responstidene kan det være verdt å nevne et punkt hvor mange (deriblant Tamino og Steve Moshier) har det med å snuble i sine attribusjons-resonnementer. De hevder nemlig at siden f.eks. Nord-Atlanterens temperaturendringer i snitt over tid henger etter atmosfærens, så må det være sistnevnte som driver førstnevnte. Det ironiske er at dette, skal det vise seg, jo på et vis er riktig, men *ikke* på den måten som AGW-forfektene ønsker det – gjennom CO₂-styrt oppvarming.)

Fortsettelse ENSO som solas enerådende og allmektige eksekutør

Jeg satte opprinnelig ut for å vise at ENSO er drivkraften bak både syklisiteten og den totalt sett oppadgående trenden vi kan skue i den globale temperaturutviklingen (v/HadCRUT3) siden målingene startet på midten av 1800-tallet. Dette *kan* virke som en relativt enkel øvelse, for alle observasjoner vitner om at 1) havets globale overflatetemperaturer (v/OI.v2) leder atmosfærens (v/UAH, nedre troposfære) med et overraskende konsekvent forsprang på 1-2 mnd. (som oftest 1), et nokså utvetydig tegn på at varmeutvekslingen går *opp*, ikke ned, og 2) de tropiske delene av Det indiske hav og Atlanterhavet, kombinert eller hver for seg, preges til en slående grad av de samme markante sykliske temperaturutslagene som det tropiske Stillehavet (figurer senere), men *Stillehavet* leder alltid an, med 1-6 mnd.

Disse markante sykliske temperaturutslagene er ENSO-signalet.

Siden tropene dernest så til de grader dominerer fordelingen av varme utover planeten, så skulle dette en gang for alle understreke ENSOs dominerende rolle. Og ingen er for så vidt uenig i det.

Men så var det dette med trenden og syklisiteten over lange tidsstrek. Tilnærmingen over ser jo ikke ut til å få oss noe nærmere svaret på disse.

Så vi må begynne med å forklare *hvordan* ENSO styrer. Jeg tar i denne posten utgangspunkt i den siste oppvarmingsperioden, den med de mest pålitelige dataene (satellitter; OI.v2-datasettet jeg benytter omfatter perioden nov'81–feb'12). Hvordan presterer ENSO i dette tidsrommet på over 30 år å markant presse de globale temperaturene *opp*, når dens egne trend (NINO3.4 SST) ikke går noe annet sted enn *ned*? Den leverer sin gjennomsnittlige overskuddsvarme til resten av verden, kan man si. Jo, men hvordan gjør den det? Utvekslingen med atmosfæren er temmelig rettfram. Men hva med resten av verdenshavet? For eksempel Nord-Atlanteren (AMO-regionen). Varmen transporteres jo ikke direkte fra Øst-Stillehavet og ned i Atlanterens vannmasser på andre siden av Amerika via atmosfæren.

Atmosfæren kan ikke bringe varme (i form av langbølget stråling) ned i havet. Like fullt ser ENSO ut til å styre temperaturutviklingen i havene *vekk fra* Øst-Stillehavet så vel som i atmosfæren mer eller mindre parallelt – sistnevnte har faktisk i snitt vesentlig kortere responstid.

Vi må altså skille mellom de to reservoarene (hav & atmosfære). Forklaringen *hvordan* i denne posten dreier seg om utviklingen i havenes overflatetemperatur (SST – Sea Surface Temperature(s)).

I forrige post utskilte jeg to regioner av verdenshavet hvor stort sett hele stigningen i totaltemperaturen siden rundt 1980 er å finne. Dette var Nord-Atlanteren og Øst-Indiahavet/Vest-Stillehavet. Det er først og fremst her ENSO gjør sitt arbeid. Grunnen til det vil komme fram i teksten, men det har i første omgang med verdenshavets tropisk/subtropiske sone å gjøre.

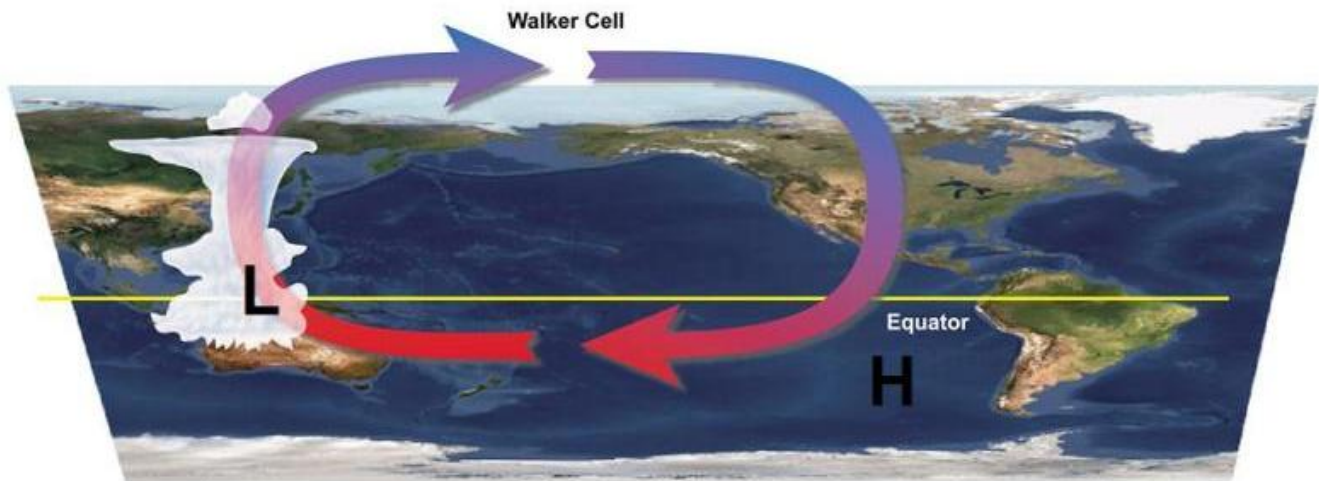
Alle standardgrafer over de ulike deler av havet i denne posten er generert i og hentet fra KNMI Climate Explorer (climexp.knmi.nl), et utrolig hendig verktøy for alle 'hobbyklimatologer'.

Glem ikke nå at alt jeg skriver og kommer fram til her (for jeg har gjort oppdagelser og revurderinger underveis) kun er *min* forståelse av saken (det opprinnelige tankegodset tilhører fortsatt for en stor del Bob Tisdale). Les det med sedvanlig skeptisk/kritisk innstilling ...

ENSO-episoder (El Niño og La Niña) driver (på årsbasis) jordas samlede havtemperaturer opp (eller ned) via to forskjellige mekanismer: direkte oseaniske og indirekte atmosfærisk telekoblede. Den første av disse mekanismene forekommer i selve Stillehavet, gjennom de veldige vannforflyttingsoscillasjonene som finner sted mellom den østlige og den vestlige delen. (NINO-indeksen fanger som nevnt i forrige post kun opp det som skjer i østdelen.) Hver enkelt av episodene forårsaker dessuten endringer i den atmosfæriske sirkulasjonen, som igjen vil påvirke visse prosesser som

har innflytelse på overflatetemperaturen. Ettersom det varme overflatevannet i det tropiske Stillehav under en El Niño sprer seg fra vest, nord for Australia, og østover i retning Amerika, trekker det med seg konveksjonen, skyene og nedbøren, alle typisk assosiert med varmt hav og lavtrykk. Denne omfattende forskyvningen forrykker i vesentlig grad den globale Walker/Hadley-sirkulasjonen*, altså ikke bare i Stillehavet selv, men i forlengelsen også i de to andre verdenshavene, Det indiske hav og Atlanterhavet.

* Storskala atmosfæriske sirkulasjonsceller i jordas tropisk/subtropiske belte (30°N–30°S), i realiteten forflytning av luftmasser i vertikal og horisontal retning som følge av trykkforskjeller. Konveksjon utgjør den vertikale, oppadstigende biten, og passatene utgjør i all vesentlighet den horisontale biten nærmest havoverflaten. Walker-delen av sirkulasjonscellene er sonal, altså øst-vest, Hadley-delen er meridional, altså nord-sør.



Enkel framstilling av Stillehavet under normale tilstander.

Vi sammenlikner planetens tre store havbassenger. Det generelle oppsettet med kjølig vann og høytrykk i øst og varmt vann og konveksjon (og lavtrykk) i vest, med passatvinder strømmende fra førstnevnte mot sistnevnte, alt satt i stand av jordrotasjonen, er i vanlige fall godt etablert i Stillehavets og Atlanterhavets tropiske soner. I Det indiske hav er situasjonen en ganske annen, for her ligger det en landmasse i nord (Asia) heller enn åpent hav. Dette forpurrer dannelsen av passater i det nordlige bassenget. I stedet får vi den 'land kontra hav'-drevne monsunen med sine årvisse skiftninger mellom nord- og sørgående vinder. Monsunen er imidlertid ikke et fokus for akkurat denne posten – bare ha i mente at den vil ha innvirkning på den spesifikke utviklingen i denne regionen. Men vit også at ENSO utøver stor makt selv over denne.

Uansett, forskyvningen av konveksjonscenteret østover i Stillehavet under en El Niño, vil *indirekte* kunne lede til en økning i SST i det tropiske Atlanterhavet ved å forstyrre den normale Walker/Hadley-sirkulasjonen her. Dette beskrives utførlig i Wang (2005), "ENSO, Atlantic Climate Variability, and the Walker and Hadley Circulation"

(http://www.aoml.noaa.gov/phod/docs/Wang_Hadley_Camera.pdf):

The Walker and Hadley circulations can serve as a "tropospheric bridge" for transferring the Pacific El Niño SST anomalies to the Atlantic sector and inducing the TNA [Tropical North Atlantic] SST

anomalies just at the time of year when the warm pool is developing. As the Pacific El Niño warming culminates near the end of the calendar year, an alteration of the low latitude direct circulation occurs, featuring (1) an anomalous weakening of the convection over northern South America, (2) Walker circulation anomalies along the equatorial strip to the east and west, and (3) a weakened northward Hadley flow aloft. The Hadley weakening results in less subsidence over the subtropical North Atlantic, an associated breakdown of the anticyclone, and a weakening of the NE trades in the TNA.

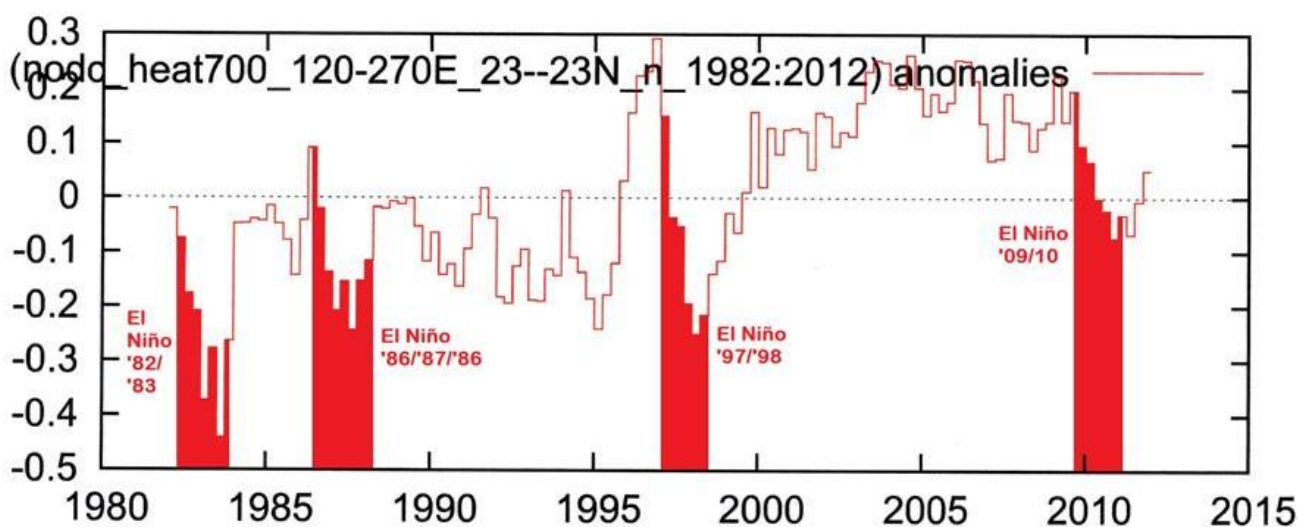
El Niño i Stillehavet svekker altså konveksjonen (lavtrykket) over det nordlige Sør-Amerika og følger også høytrykket i den subtropiske sonen av Nord-Atlanteren (som det er forbundet med via Hadley-cellen). (Det samme skjer for øvrig i Sør-Atlanteren). Den stupende trykkgradienten mellom subtropene og det ekvatoriale konvergensbeltet, leder naturlig til svekkede passatvinder i hele området. Dette er hva den atmosfæriske teleforbindelsen mellom Stillehav og Atlanterhav i all hovedsak består i. Atmosfæren kan ikke varme opp havet direkte, men den kan legge forholdene til rette for at det skal skje.

For når først passatene i Atlanterhavet, på begge sider av ekvator, er svekket, skjer følgende: Reduksjonen i generell vindstyrke forårsaker mindre fordampning fra havoverflaten i den tropiske sonen, og slik stiger temperaturen (havet får ikke frigitt like mye av den varmen

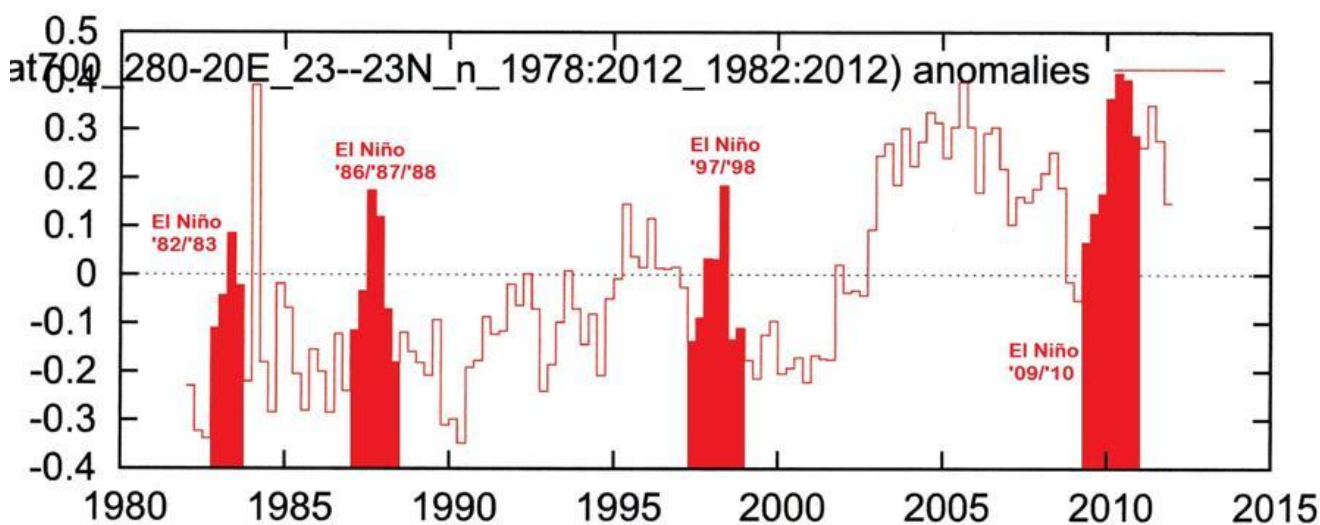
som kommer inn fra sola som før). De svakere vindene gjør også overflatevannet mer stillestående, og slik vil kjølig vann fra lenger ned i vannmassene i mindre grad kunne trekkes opp til overflaten. En tredje effekt som påvirker Nord-Atlanteren spesifikt, er havstrømarrangementet i området. En stor del av vannet i tropisk Sør-Atlanteren, som har blitt oppvarmet av de samme prosessene som i nord, transporteres naturlig nordover, over ekvator. Dette skyldes faktisk i hovedsak kontinentenes geometri i denne regionen (figur senere). Strømmene frakter vannet opp kysten av Sør-Amerika til Karibia og Mexico-golfen. Det er ikke for ingenting at den vestlige halvkules såkalte 'Warm Pool' (nevnt i sitatet fra Wang over), motstykket til 'The Pacific Warm Pool' i det vestlige Stillehav, skjøvet dit av nettopp passatvinder og havstrømmer, i Atlanterhavet i sin helhet ligger nord for ekvator.

Under en La Niña i Stillehavet vil passatene i Atlanterhavet i utgangspunktet, via samme mekanisme, bare motsatt, styrkes.

Det kan altså på overflaten virke som om mye av det samme skjer i de atlantiske tropene som i Stillehavet under ENSO-episoder – svekkede trykkforskjeller og passater. Men det er avgjørende her å se den fundamentale forskjellen mellom forløpene i de ulike havbassengene. ENSO er en 'selvdreven' prosess, per definisjon en tett koblet samvirkning mellom hav (El Niño) og atmosfære (Southern Oscillation – som beskriver balansen mellom trykkcellene i Stillehavet) og slik kan man si at Stillehavet på en måte styrer sin egen SST-utvikling. Atlanterhavets (og Det indiske havs) SST-utvikling er i stor grad en *respons* på ENSOs utslag. En grei måte å illustrere denne forskjellen på, er å se på utviklingen i de ulike bassengenes totale varmeinnhold (OHC – Ocean Heat Content, 0-700m; data fra NODC):



Det tropiske Stillehav (ENSO-området).



Det tropiske Atlanterhav.

Stillehavet *avgir* (mister) som helhet varme under en El Niño. Atlanterhavet *mottar* (erhverver) som helhet varme under en El Niño. SST i førstnevnte stiger fordi tidligere

oppvarmet vann trekkes opp fra dypere lag i vest og spres utover overflaten i øst. SST i sistnevnte stiger fordi lagringen i vannmassene av den direkte solinnstrålingen

øker og slik skaper en ubalanse i varmeutvekslingen med atmosfæren, som kun kan bøtes på ved å heve overflatetemperaturen.

Alt er vel og bra. Ingen bestrider seriøst det observasjonelle grunnlaget bak ideen om den atmosfæriske

telekoblingen mellom Stillehavet og de to andre tropiske verdenshavene, og følgelig om ENSOs innflytelse.

Men igjen var det denne oppadgående trenden (samt syklisiteten, men denne kommer ikke klart til uttrykk under tidsrommet jeg undersøker i denne posten).

Det er *denne* som må forklares.

Fortsettelse [ENSO som solas enerådende og allmektige eksekutør](#)

Jeg begynner med å se litt nærmere på de oseaniske (direkte) prosessene i Stillehavet. For her finner vi en del av interesse. Faktisk skjer store saker nettopp her, og ikke minst da i det vestlige Stillehav, men det påvirker også Det indiske hav.

Bare et innsnitt før vi går videre, for å unngå forvirring. Jeg mener ikke å påstå at det tropiske Stillehavets SST er drevet *kun* av oseaniske prosesser, mens de andre tropiske havområdene i verden (i Det indiske hav og Atlanterhavet) *kun* drives av atmosfærisk telekoblede prosesser. Dette er selvsagt en forenklet framstilling.

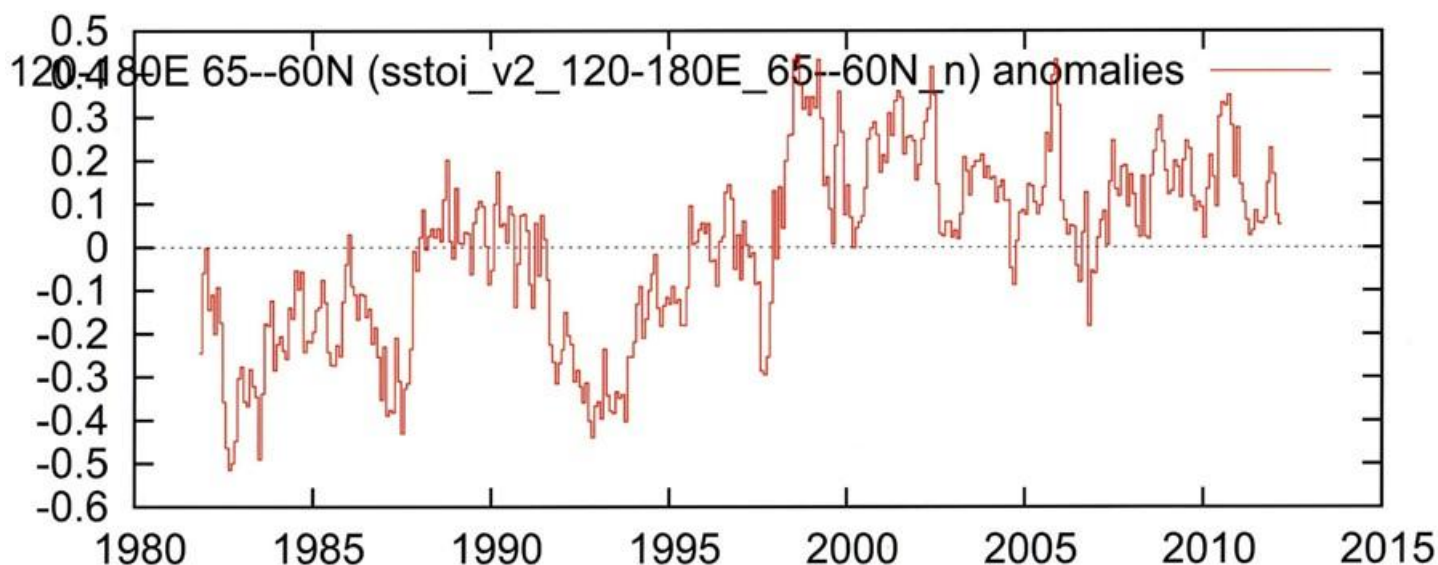
Også over Stillehavet foregår til enhver tid atmosfærisk modifikasjon av havtemperaturene. Skyer og vinder vil påvirke mengden solinnstråling som trenger

ned i havets vannmasser samt havets evne til å frigi varme igjen via fordampning i dette området akkurat som i alle andre havområder. Men dette er direkte effekter som følge av interaksjonen mellom havet og atmosfæren like over det som foregår til enhver tid, og tross alt er en integrert del av selve ENSO-fenomenet, og *ikke* 'overførte' effekter i form av påvirkning av Walker/Hadley-sirkulasjonen.

På samme måte foregår også til enhver tid forflytning og omorganisering av vannmassene via havsirkulasjonsprosesser i Det indiske hav og i Atlanteren som i Stillehavet.

Det er de store trekkene og mønstrene som trer fram over disse allmenne og unikt variable prosessene vi er ute etter.

Her er det vestlige Stillehav (120–180°Ø / 65°N–60°S):

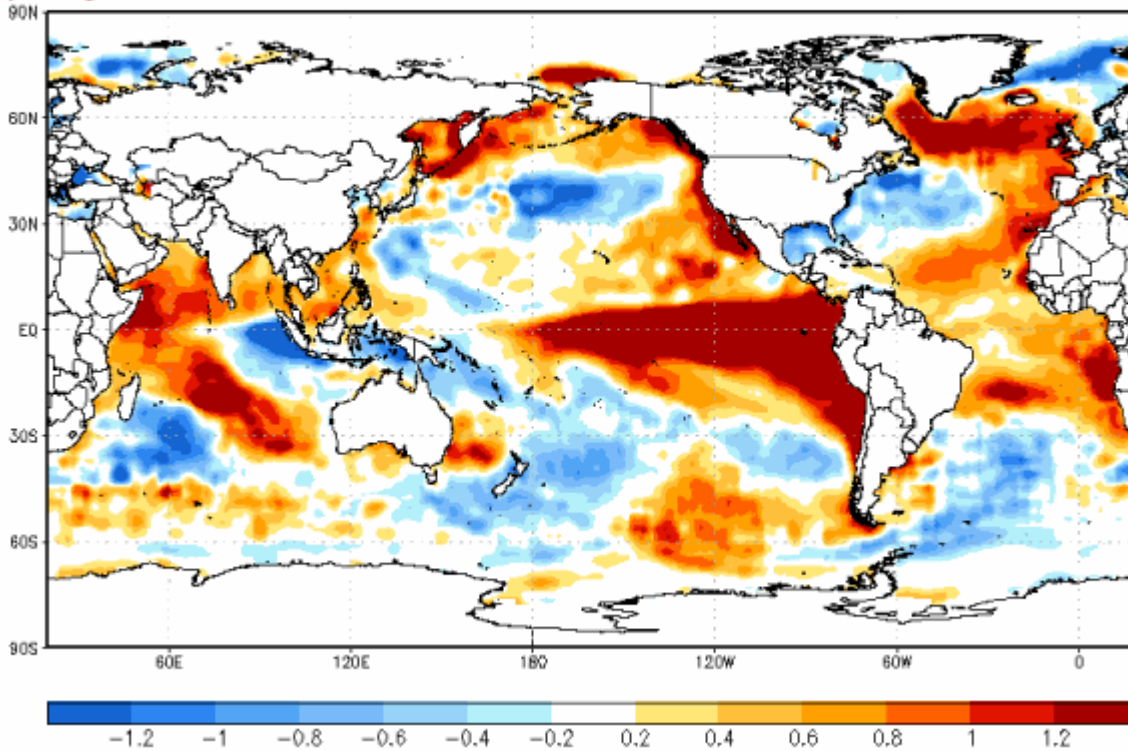


Dette er altså, som Øst-Stillehavet, først og fremst en oseanisk drevet SST-region, hvor den ene halvdel, kall det gjerne pendelposisjonen, av ENSO-fenomenet utspiller seg, i så måte at temperaturene her på generelt

basis svinger i direkte motfase med nettopp Øst-Stillehavets. Enkelt sagt, når havoverflaten i øst netto er varm, er den samme i vest netto kald, og motsatt:

Response Of East Indian And West Pacific Ocean SST Anomalies To ENSO Events Opposes The "Normal" Response

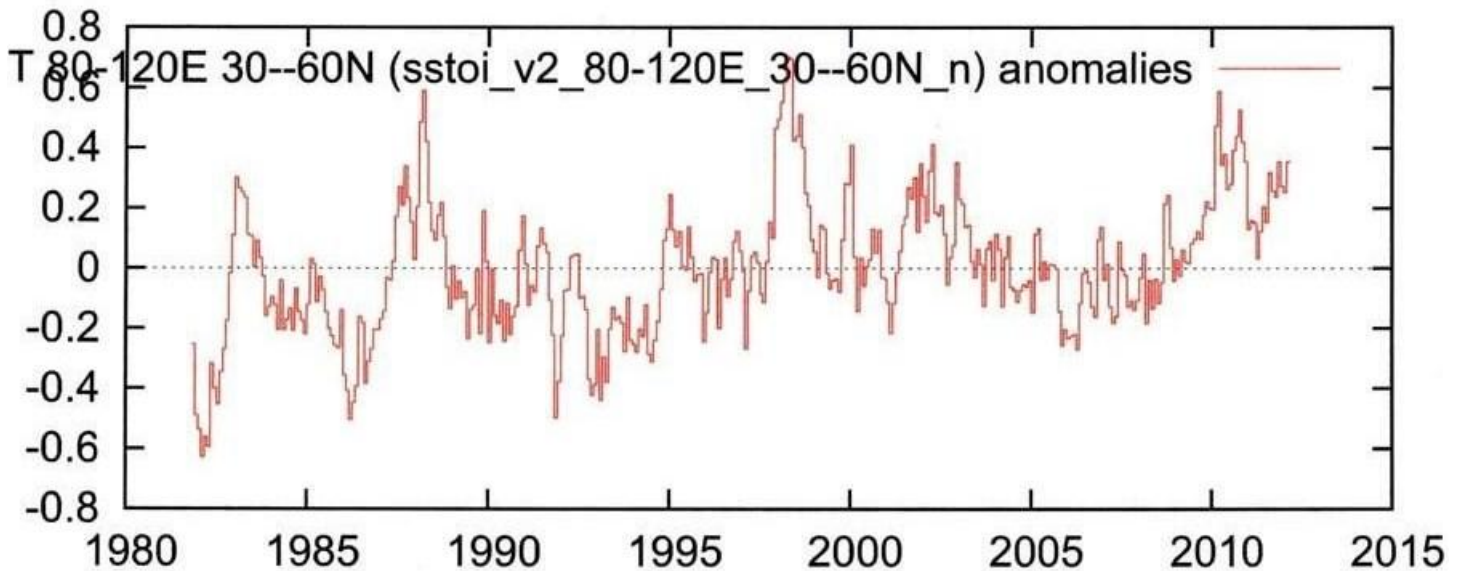
(During El Nino Events, SST Anomalies Of Portions Of East Indian and West Pacific Oceans Drop)



Klikk på bildet for å se animasjonen. Åpnes i ny side.

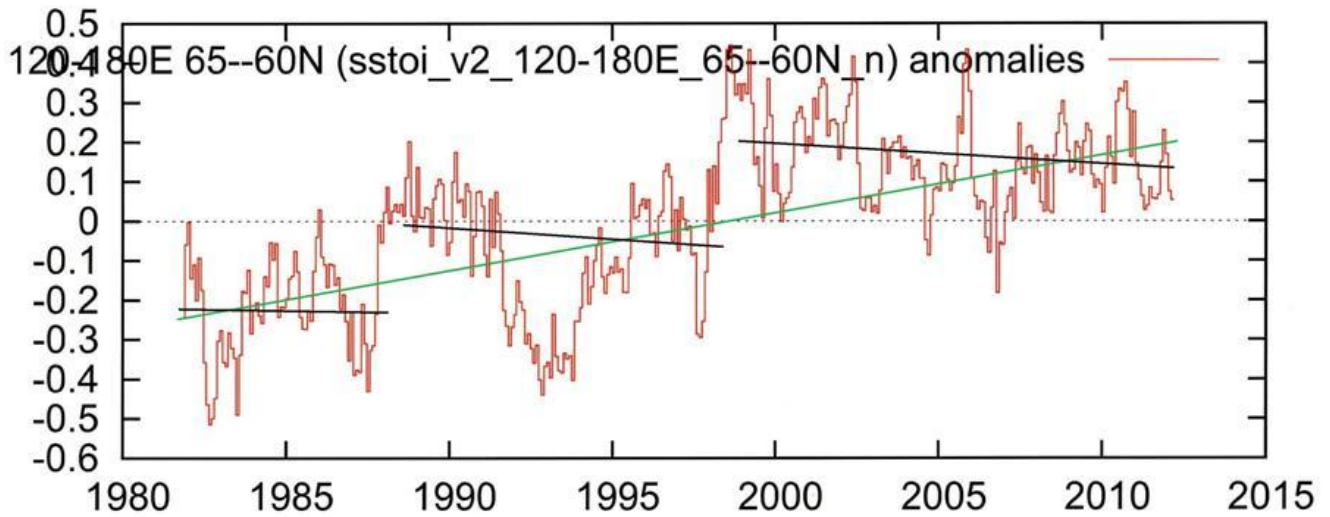
På tross av hva figuren over (fra Tisdale) både sier og viser, kan ikke den østlige delen av Det indiske hav sies å være oseanisk drevet som det vestlige Stillehavet. Mange av de oseaniske pulsene i Vest-Stillehavet påvirker også utvilsomt Øst-Indiahavet, i større eller

mindre grad, men SST-utviklingen i sistnevnte (grafene under) løper påfallende nok i det store og det hele i fase med Øst-Stillehavet, med 1-4 mnd. etterheng, så den primære driveren her synes like fullt å være indirekte atmosfæriske telekoblinger:



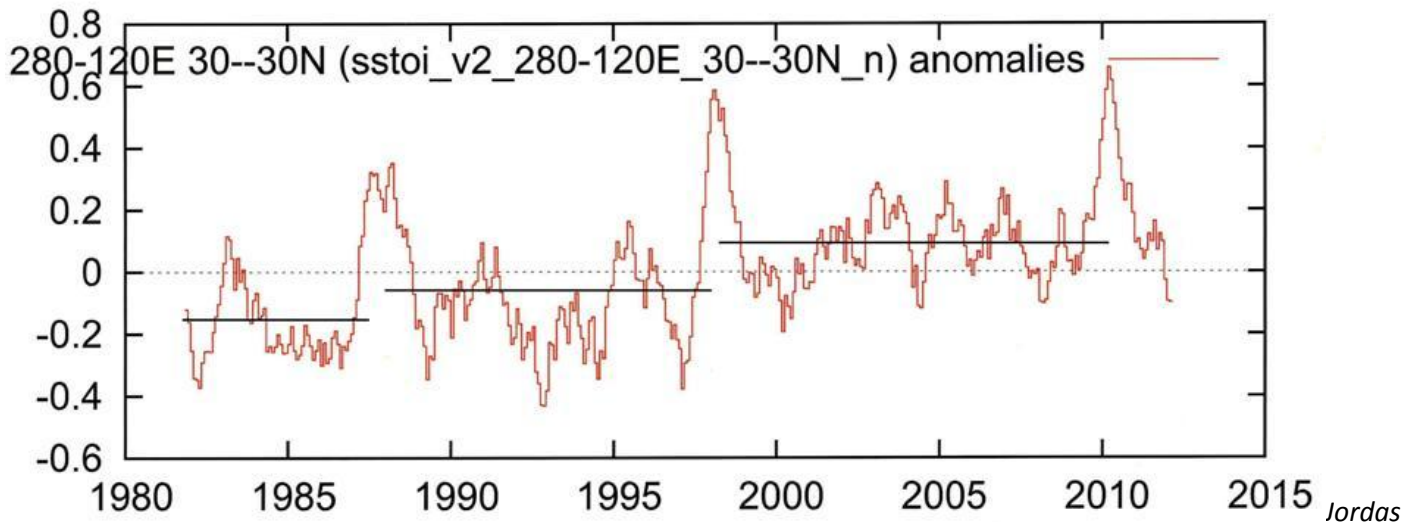
Det som slår en ved Vest-Stillehavets graf, mer vagt ved Øst-Indiahavets, er hvordan snittemperaturene i all hovedsak ser ut til å gå opp i trinn. Temperaturene svinger noenlunde om en middelvei før de gjør

plutselige rykk opp og legger seg på et høyere snittnivå i etterkant. To slike trinn er å finne her. De gjør praktisk talt hele økningen fra november 1981 til februar 2012 på rundt 0,45 grader:



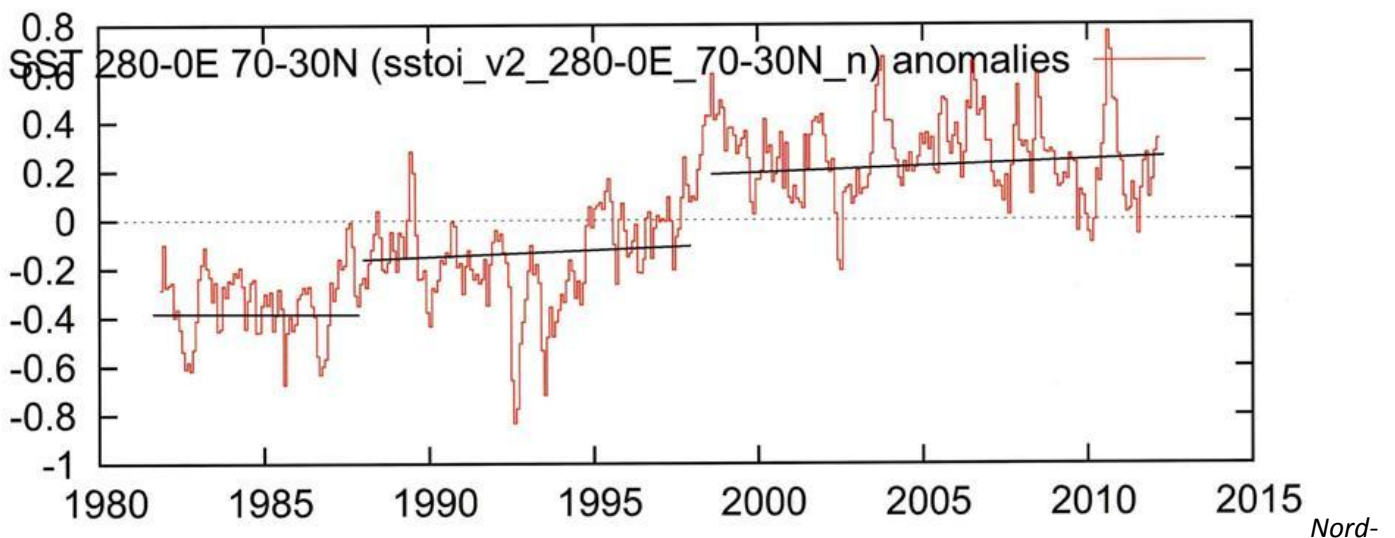
Disse trinnene finner vi igjen i alle tropisk/subtropiske hav (foruten Øst-Stillehavet), samt forplantet nordover i Nord-Atlanteren. De er særdeles tydelige på den globale

SST-grafen, setter sitt klare avtrykk så vel i troposfæren (UAH/RSS) som på land+hav-kurven til HadCRUT3 (se under):



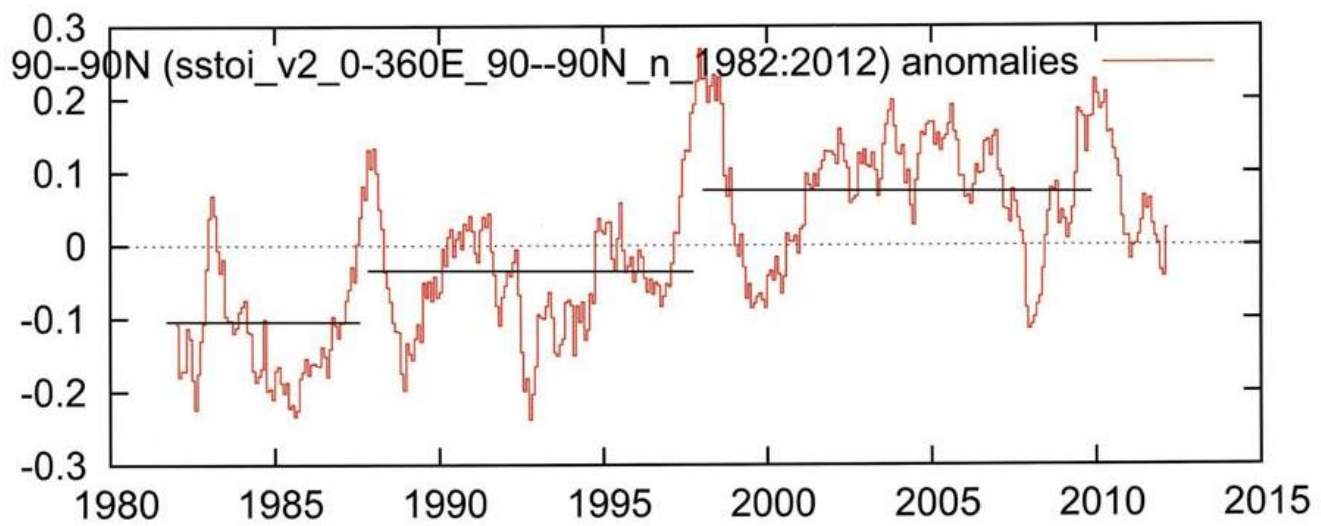
tropisk-subtropiske hav utenfor Stillehavet.

Total stigning nov '81-feb '12: 0,35°C. (Legg merke til de tre store El Niño-toppene.)



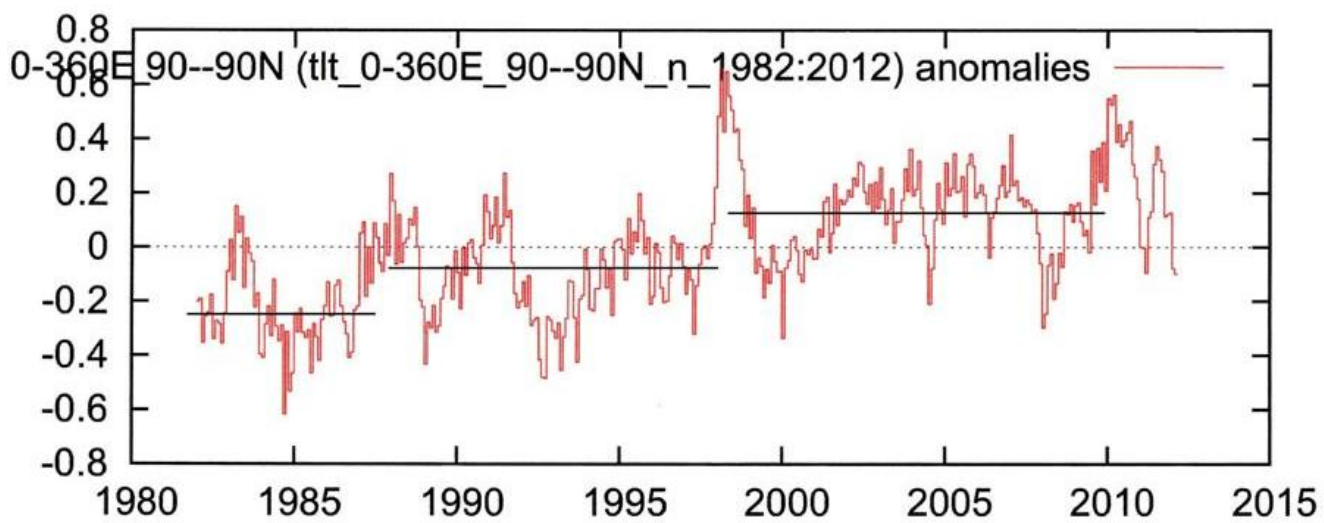
Atlanterens (AMO-regionens) midlere og høyere breddegrader.

Total stigning nov '81-feb '12: 0,8°C.



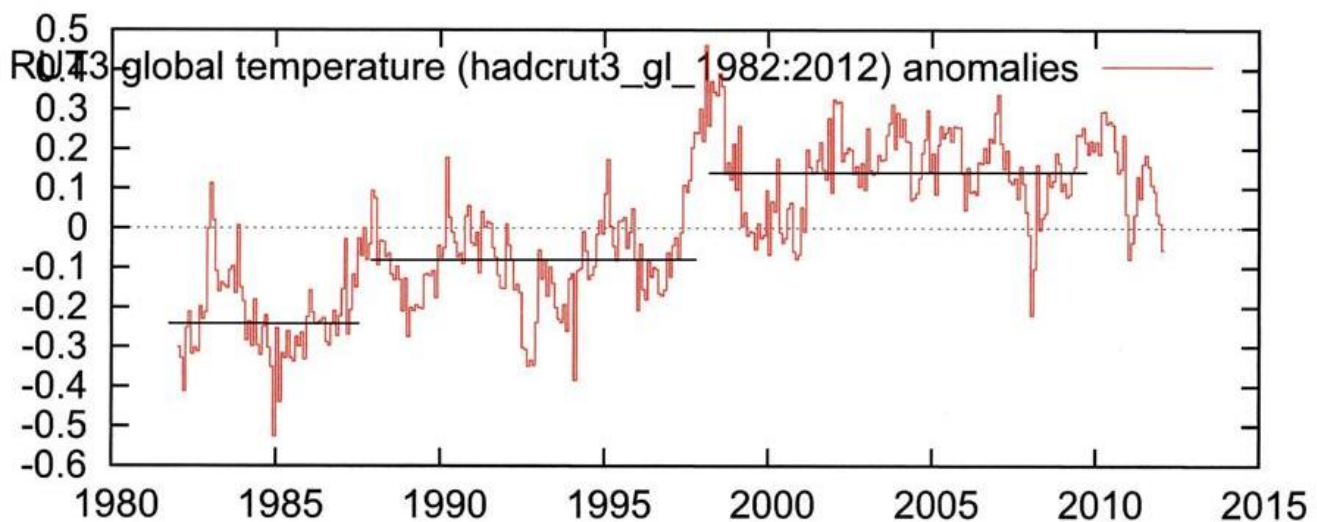
SST-anomalier (1982-2012) (OI.v2).

Globale



anomalier i den lavere troposfære (1982-2012) (UAH).

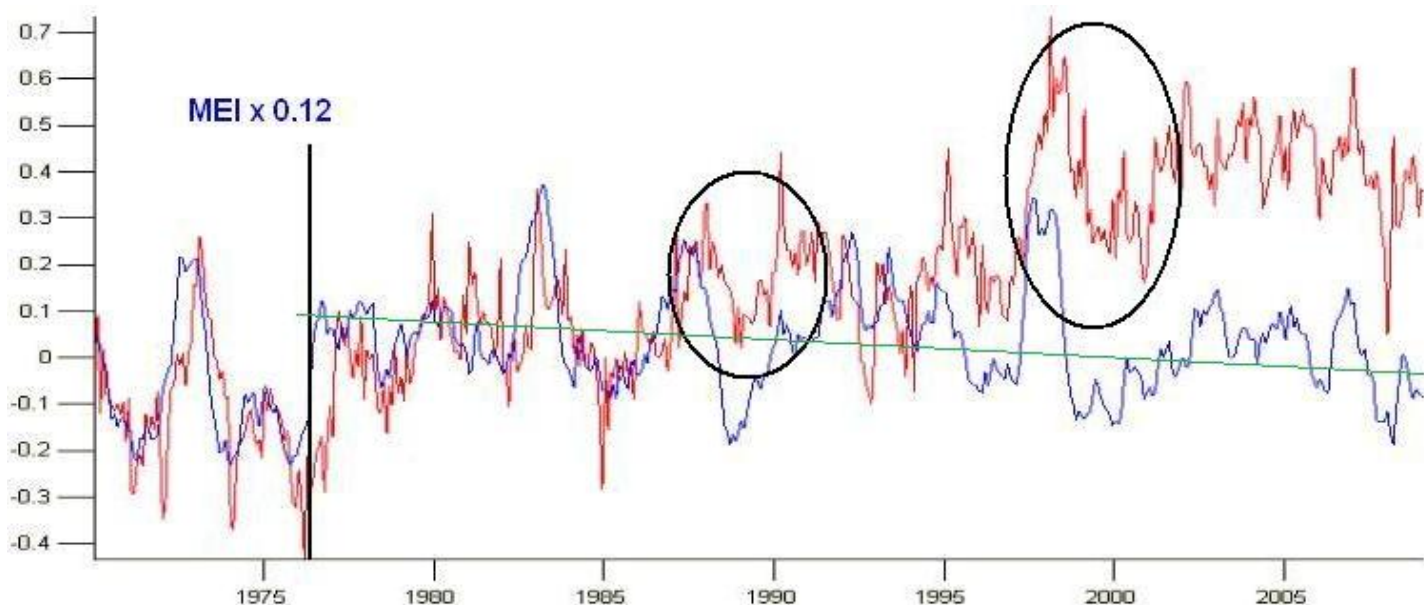
Globale



Globale anomalier, land+hav (1982-2012) (HadCRUT3)

På dette tidspunktet, før vi går videre, vil jeg gjerne at dere skal se på følgende graf, som AGW-forfekterne ofte

tyr til for å vise at ENSO ikke kan ha noe med *trenden* i snittemperaturer å gjøre:



Her er HadCRUT3-kurven (rød) overlatt MEI-kurven (blå) (MEI – Multivariate ENSO Index (NOAA), én av de vanligste indeksene brukt for å beskrive ENSO-fenomenet, basert i stor grad på NINO3.4 SST-anomalier). MEI er skalert med 0,12 ift. HadCRUT3. Den loddrette

streken markerer Det store klimaskiftet i Stillehavet, 1976.

Observer hvor HadCRUT3-kurven gjør rykk oppad i forhold til MEI (de sorte ringene). Det er nettopp trinnene våre. MEI viser, som NINO3.4, bare den østlige delen av ENSO, *ikke* fenomenet som helhet.

For så å komme tilbake til rekken av grafer over: Trinnene synes allestedsnærværende. Og de etableres til samme tid overalt.

Hvor og hvordan oppstår de? Vel, svaret på det første er enkelt og selvsagt: Stillehavet. Svaret på det andre krever litt mer forklaring.

Trinnene ses, som allerede vist, tydelig i det oseaniske Vest-Stillehavet, men ikke i Øst-Stillehavet. Trenden i Øst-Stillehavet er, som vist i forrige post, flat til lett fallende over perioden.

Propageres så trinnene som de framstår i Vest-Stillehavet ganske enkelt til de resterende havområdene i verden? Nja, det er ikke fullt så enkelt. Det finnes ingen umiddelbare mekanismer for dette annet enn havstrømmer. Sånn sett vil 'avtrykket' deres i form av generelt høyere SST-anomalier nok til en viss grad spre seg og etableres vestover til de tropisk/subtropiske delene av Det indiske hav, som på mange måter jo er direkte koblet med Stillehavet rent oseanisk.



Men til Nord-Atlanteren? Neppe i særlig stor grad.

Husk dessuten at Vest-Stillehavets SST er i generell motfase med Øst-Stillehavets, så trinnene i førstnevnte løfter seg opp under *La Niña*-episoder, snarere enn

under *El Niño*-episodene forut for dem, som i alle andre relevante deler av verdenshavet.

Men her ligger også cluet. For det *er* en forbindelse.

Fortsettelse ENSO som solas enerådende og allmektige eksekutør

Hvordan oppstår så de oseaniske trinnene i Vest-Stillehavet?

Igjen, i et ideelt Stillehav i normale tilfeller er forholdene slike:

- *La Niña*: kaldt vann i øst, varmt vann i vest
- *El Niño*: varmt vann i øst, kaldt vann i vest
- *La Niña* → *El Niño*: fra kaldt mot varmt i øst, fra varmt mot kaldt i vest
- *El Niño* → *La Niña*: fra varmt mot kaldt i øst, fra kaldt mot varmt i vest

Under trinnendringene i vest skjer noe som avviker fra denne fine oseaniske pendelbalansen.

Vi sammenlikner det vestlige Stillehav med NINO3.4-regionen i det østlige Stillehav. Her først en oversikt over

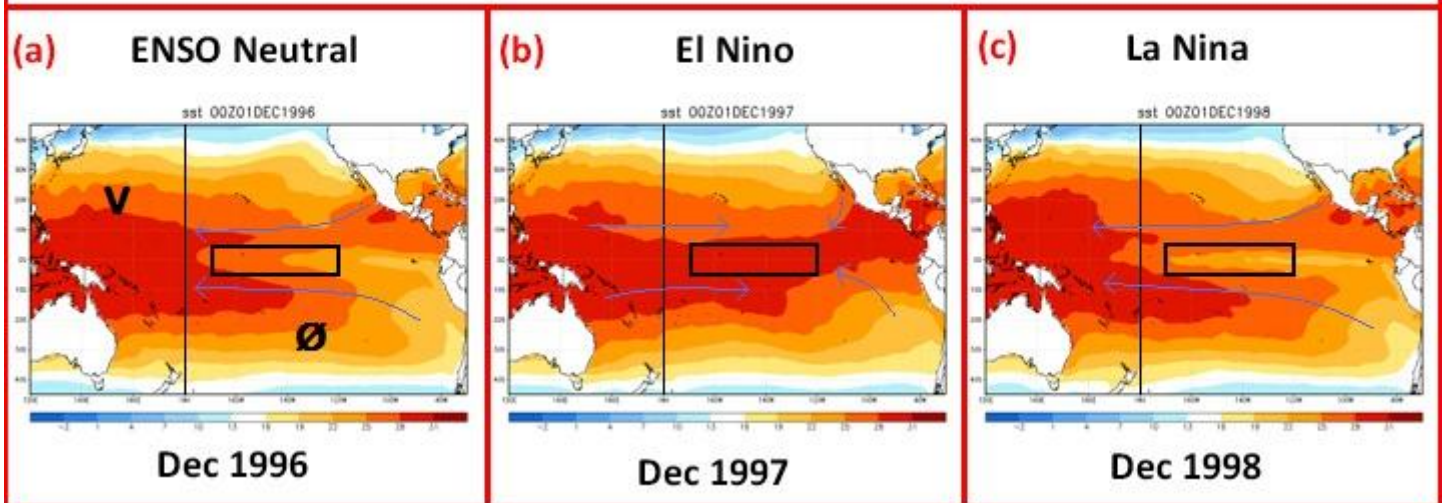
regionene. Jeg har også avgrenset den tropiske delen av Vest-Stillehavet (23°N–23°S):



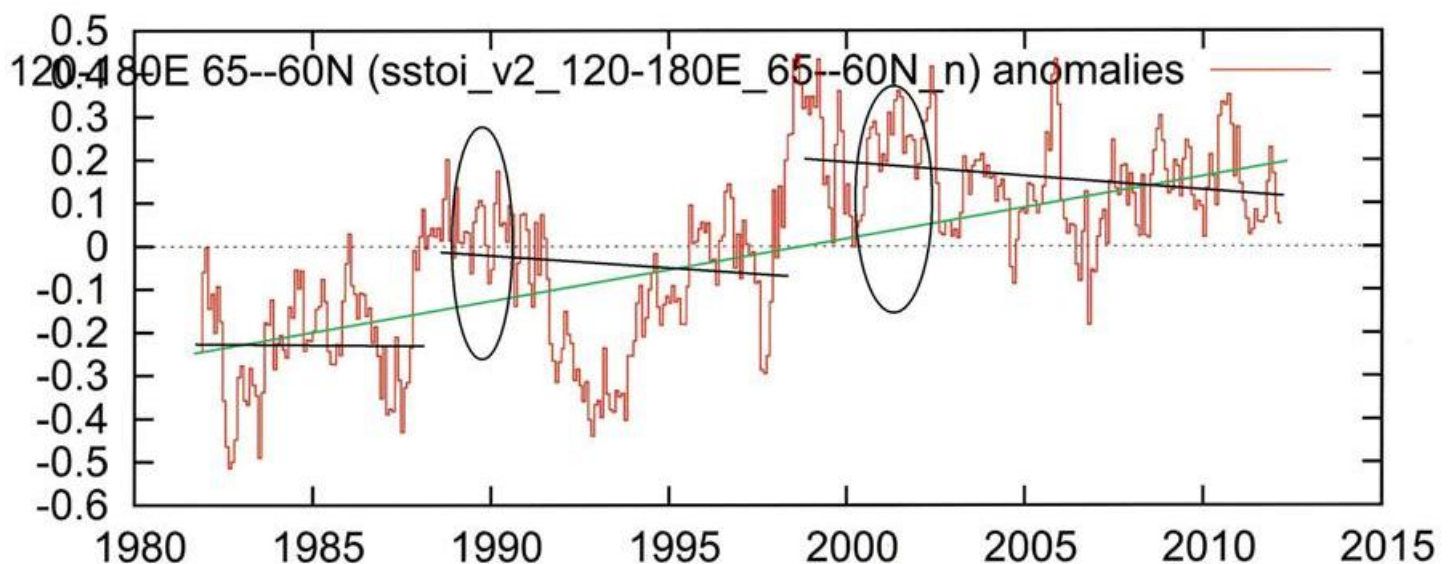
Observer at NINO3.4-regionen ligger i et smalt belte langs ekvator midt ute i havet. Her befinner man seg i kjernen av den store oseaniske vannforflytningstraseen mellom øst og vest i Stillehavet, noe den jevnt oscillerende og rimelig støyfrige kurven i Graf 2 lenger ned visualiserer ganske godt. Relativt kaldt vann kommer inn fra øst under nøytrale og i særlig grad under

La Niña-tilstander, relativt varmt vann kommer inn fra vest under *El Niño*-tilstander. Fargene på figuren under representerer absolutte temperaturer, ikke anomalier. NINO3.4-regionen er å finne i de sorte rektanglene. (De blå pilene er ment å vise passatene under de ulike ENSO-fasene.)

Three Phases Of ENSO - Pacific Sea Surface Temperatures

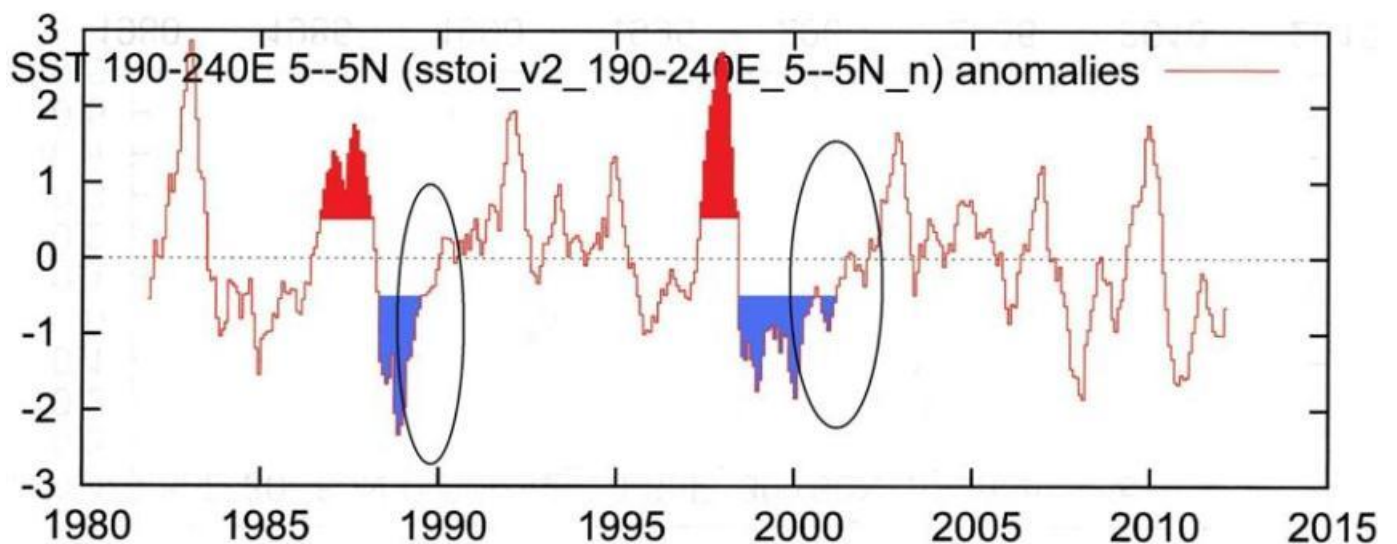


Her er SST-grafene for de to regionene mellom nov 1981 og feb 2012.
Først Vest-Stillehavet nok en gang (65°N–60°S / 120–180°Ø; graf 1):



Graf 1.

Deretter NINO3.4-regionen (5°N–5°S / 170–120°V; graf 2):



Graf 2.

Før vi ser på hva som kan ha skjedd, er det viktig å bringe noe på det rene. NINO3.4-regionens temperaturanomali brukes som grunnlag for noen av de mest anvendte ENSO-indeksene. Disse indeksene skildrer ENSOs oscillatoriske natur samt de ulike episodenes relative styrke og varighet. Dette er imidlertid ikke det samme som at NINO3.4-regionen er ENSO-fenomenets opprinnelsessted. ENSOs skifter oppstår øst og vest for den sentrale regionen (så sant vi ikke snakker El Niño Modoki, som av visse årsaker oppstår og sentreres i det sentrale Stillehav, men denne posten er omfattende nok som den er, om vi ikke skal ta for oss alle mulige varianter og variasjoner i tillegg).

Det hele dreier seg som tidligere nevnt om en koblet oseano-atmosfærisk samvirkningsloop med en rekke variabler, men man kan f.eks. hoppe inn i den og begynne med en endring i trykkforskjellen mellom det østlige og vestlige Stillehav. Dette vil starte en feedbackkjede som med tiden vil føre til at de store vannforflytningsprosessene i de tropiske delene av havet stopper opp og reverseres. NINO3.4-regionen ligger midt i hendelsenens sentrum, og utgjør således et glimrende vindu inn mot fenomenets generelle forløp. Men dette må altså ikke forveksles med rollen som forløper og igangsetter.

Nivåhevingene i graf 1 ser i hvert fall ut til å etableres gjennom et totrinns forløp: Selve opprykket, før

- a) La Niña 1 lagrer opp mer varme enn normalt i vest -->
- b) El Niño henter fram og sprer mer av varmen enn normalt i øst -->
- c) La Niña 2 har mer restvarme igjen å jobbe med og pusher den tilbake til vest -->
- d) Overskuddsvarmen finner veien også nord- og sørover fra varmepoolen og er omfattende nok til at neste El Niño-prosess ikke makter å 'dra' den helt ut av regionen igjen (østover).

Bob Tisdale:

The warming during a La Niña [sikter til La Niña 2 i kjeden over] is direct for the East Indian and West Pacific Oceans. During a La Niña, 'leftover' warm water from the El Niño is pushed to the west and carried to the higher latitudes by the western boundary currents. And some works its way into the Indonesian Throughflow and on into the East Indian Ocean. Also, during the La Niña, the strengthened trade winds shift cloud cover to the west, allowing more downward shortwave radiation to heat the

stabiliseringen på et høyere nivå. De to grafene er altså vanligvis i motfase:

- 1) Først inntre kombinasjonen av at temperaturene i Vest-Stillehavet under oppgangen til El Niño i øst synker *mindre* enn normalt og/eller at de under den påfølgende nedgangen til La Niña i øst stiger *mer* enn normalt.
- 2) Etter at selve det gjeldende El Niño/La Niña-paret har spilt ut, stiger på ny NINO-verdiene markant i øst, fra La Niña i retning El Niño-land. Men havtemperaturene i vest faller ikke tilsvarende – de forblir opphøyde (markert med ringene i graf 1 og 2 over).

Og med dette etableres det nye nivået. For etter at denne første overgangen La Niña-El Niño i øst 'overses' i vest, ser ting ut til å falle tilbake i samme svingende motfasemodus, bare elevert.

Så kan man spekulere og diskutere opp og ned i mente hvilke spesifikke oseaniske prosesser som bevirker dette forløpet. Her er et enkelt forslag:

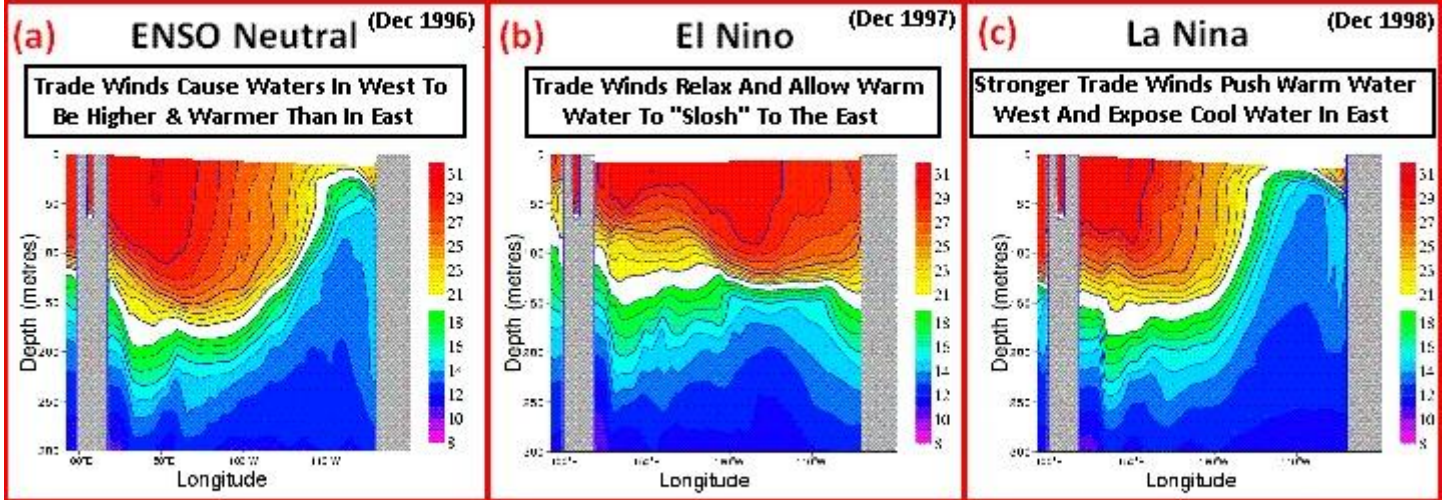
Legg merke til i graf 2 over hvordan de markerte El Niñoer begge er sterke og/eller langvarige samt at de begge etterfølges direkte av sterke og/eller langvarige La Niñaer. Bob Tisdale kaller disse 'signifikante El Niño/La Niña-par'.

Men disse parene trenger også noe å jobbe med. En El Niño frigir bare varmen lagret opp av den foregående La Niña. Det peker seg altså ut et åpenbart idealforløp:

tropical Pacific ocean, and like the 'leftover' warm water, it is carried to the Kuroshio Extension, the SPCZ, and the eastern tropical Indian Ocean.

Jo sterkere La Niña, jo mer av alt dette vil altså finne sted. Og jo sterkere den foregående El Niño, jo mer 'leftover warm water' er å finne. Ikke glem at mesteparten av varmtvannet som dras mot øst fra varmepoolen i vest under en El Niño, hentes fra dypere ned i vannmassene (for lagrene her kan bli enorme; se figuren under).

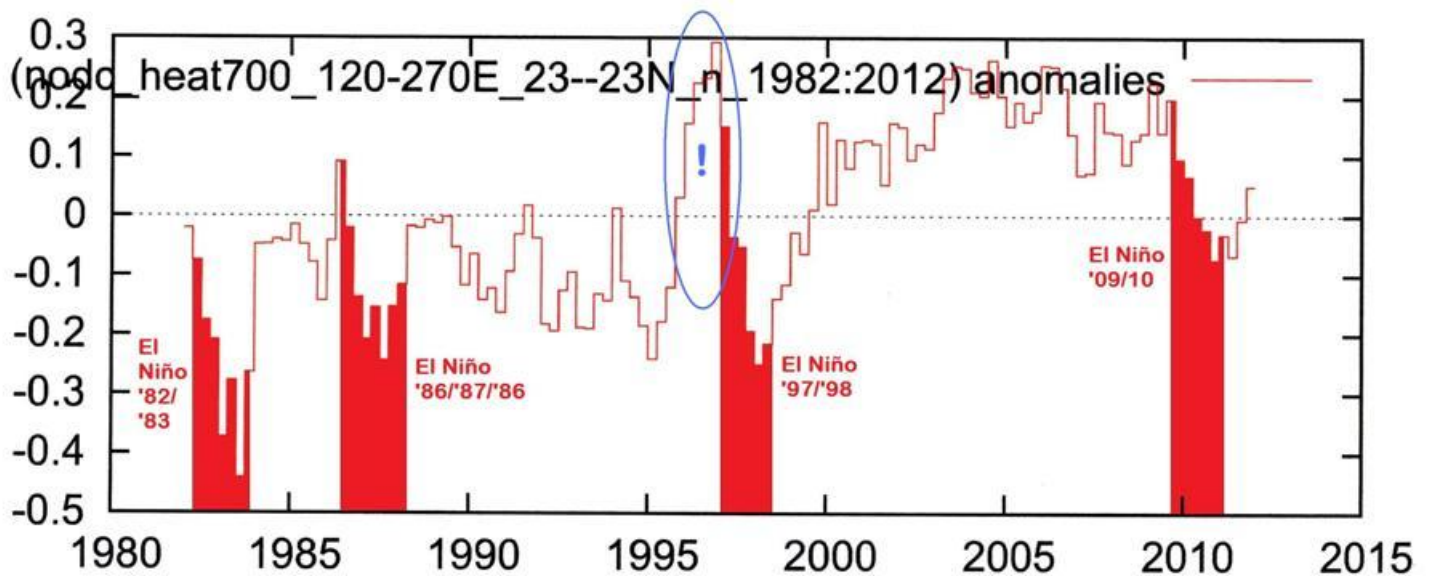
Three Phases Of ENSO - Equatorial Pacific Cross-Sections Showing Temperatures At Depth

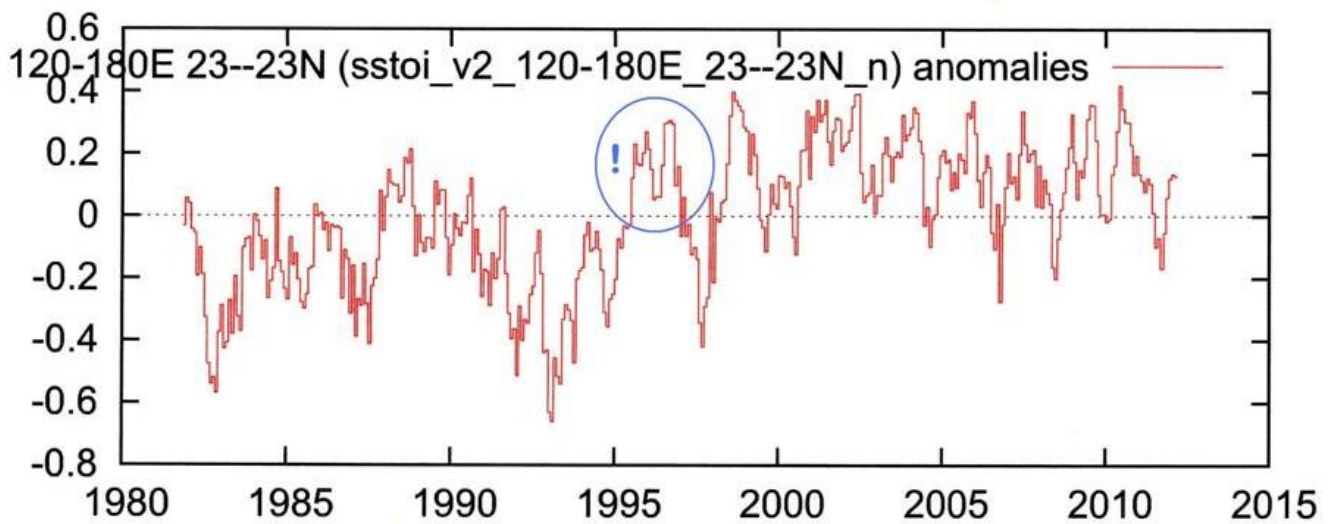


Note: Illustrations are available through ECMWF website. Atlantic and Indian Oceans have been deleted to focus attention on Pacific. Surface height gradients have been added for illustration purposes.

Den 'nye' varmen er altså ikke *skapt* av El Niñoen, men brakt opp i form av tidligere oppvarmet vann til overflaten, hvor de blir en del av SST-beregningene. Noe de *ikke* var før. De *var* imidlertid en del av OHC – varmeinnholdet. Tilbake til grafen for det tropiske

Stillehavets OHC. Legg merke til den enorme økningen i varme under særlig La Niña '95/'96, den som kom forut for den store El Niño '97/'98. Sammenlikn med grafen for den tropiske delen av Vest-Stillehavet (23°N–23°S) (begge nedenfor):

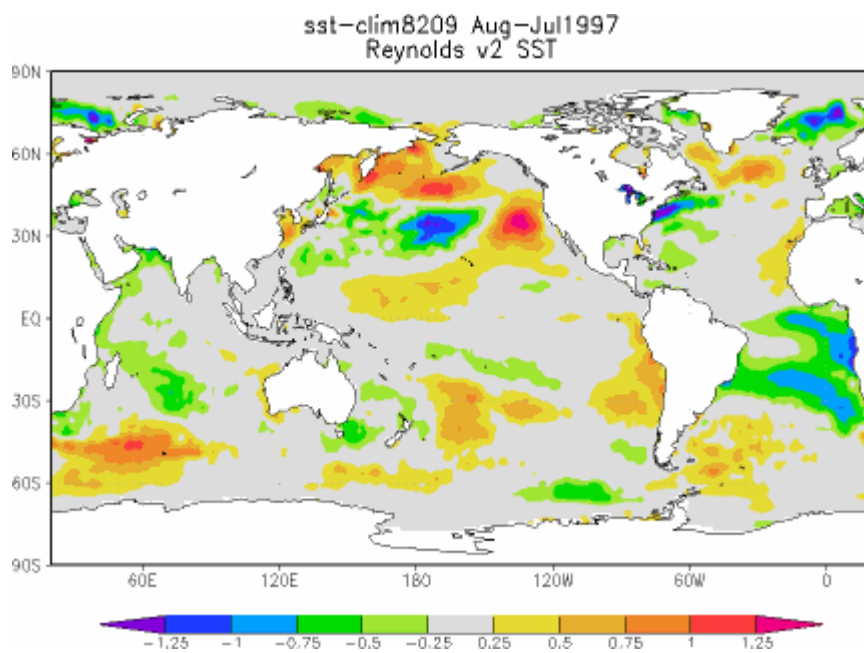




Om det kun er *mengden* overskuddsvarme skaffet til veie av disse signifikante ENSO-episodene som så i neste runde gjør det ekstra vanskelig for havprosessene i vest å fjerne den i tide før ny varme tilføres med nye episoder, det vet jeg ikke. Jeg vet ikke om noen vet det.

Det er åkkesom ikke så vanskelig å *observere* at varmen tross alt forblir i regionen, og at det skjer nettopp etter slike bastante ENSO-par/tripletter. Legg

merke til utviklingen i 'time lapse'-serien under (igjen fra Tisdale), i forbindelse med El Niño/La Niña-paret '97-'01. Fra starten av 2000 og helt ut perioden burde temperatuere i vanlige fall ha sunket markant i Vest-Stillehavet, for da stiger de i øst. Men det gjør de ikke. Snarere ser de ut til for et utstrakt tidsrom å gå i medfase med øst:



Klikk på bildet for å se animasjonen. Åpnes i ny side.

Vel, det var de oseaniske trinnene. De dominerer Vest-Stillehavets SST-utvikling, og yter innflytelse også på Det indiske havs snittemperaturer.

Men de kommer seg ikke ordentlig rundt Afrikas Kapp det gode håp eller Sør-Amerikas Kapp Horn. (Tisdale mener faktisk at de gjør det. Men jeg har ikke klart å observere noe varmetrinn rundt disse kontinentendene, som begge dessuten strekker seg godt ut av den tropiske sonen og ned mot Sørhavet. Så der får vi være litt uenige, Bob og jeg ...)

(Og via Arktis, da? Jeg funderer på i hvilken grad et varmere Nord-Stillehav påvirker den Arktiske atmosfæriske sirkulasjonen ('The Polar Vortex') som har tett sammenheng med de nordlige jetstrømmene. Men dette vil uansett neppe kunne være mer enn av regional (boreal/arktisk) betydning, og i hvert fall ikke global. Og er følgelig ikke et tema for denne posten.)

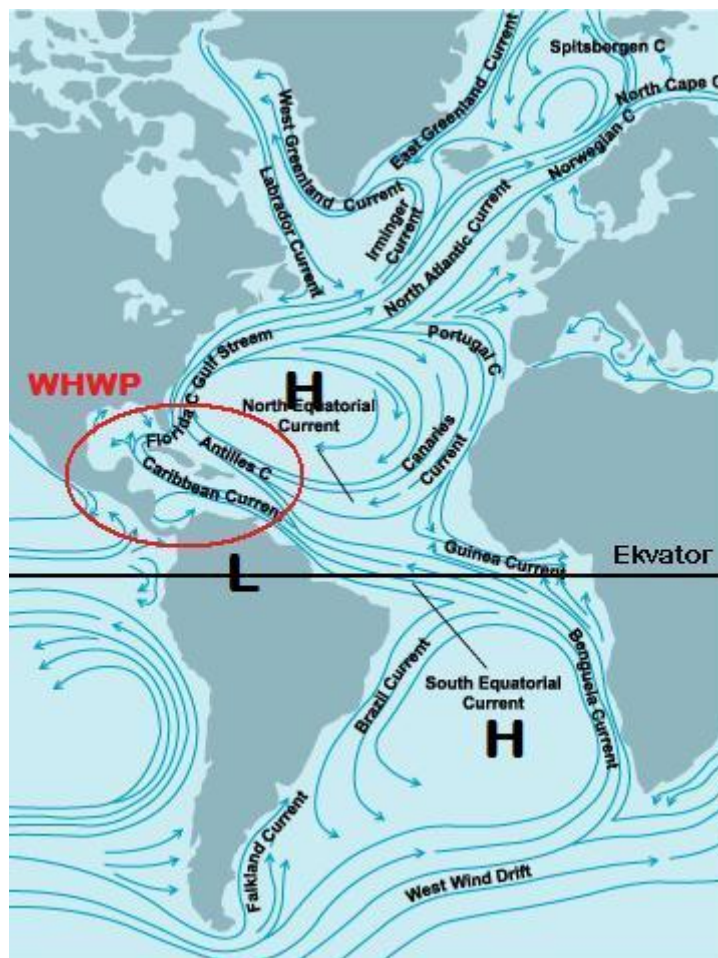
Dette bringer oss uansett tilbake til Atlanterhavet, og i sin ytterste konsekvens til AMO-regionen, Nord-Atlanteren.

Fortsettelse [ENSO som solas enerådende og allmektige eksekutør](#)

I min andre post under denne tråden viste jeg at Sør-Atlanterens SST-utvikling ikke i særlig grad lar seg påvirke av ENSOs pådriv. Det vil imidlertid *ikke* si at regionen i seg selv er upåvirket. Jeg har allerede nevnt svekkelsen av det subtropiske høytrykket og det ekvatoriale lavtrykket under El Niño-episoder. Dette skjer også i sør. Men Sør-Atlanteren opptre ikke som noe reservoar for den indirekte ENSO-påførte varmen. Det transporterer som påpekt en vesentlig del av sitt

oppvarmede vann nord over ekvator, og dermed ut av regionen, via havstrømmer. En annen vesentlig del føres sørover hvor den etter hvert møter de kalde cirkumpolare strømmene i det åpne sørhavet. Det finnes ingen lagringsplass her.

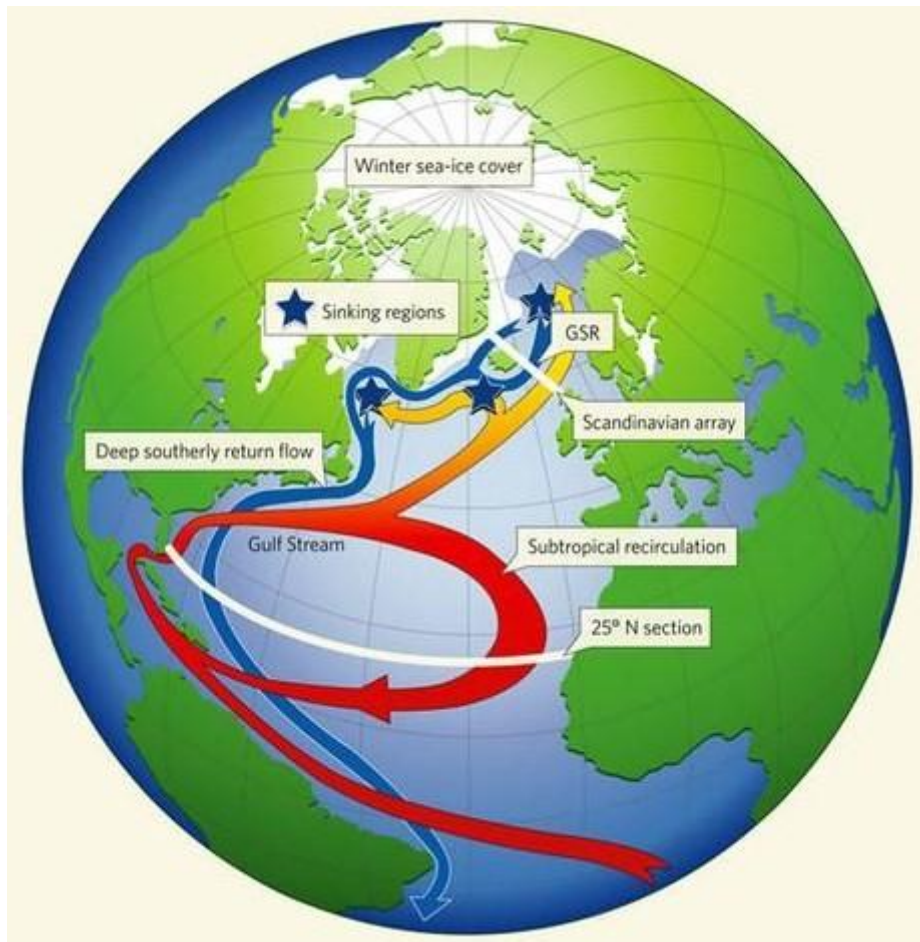
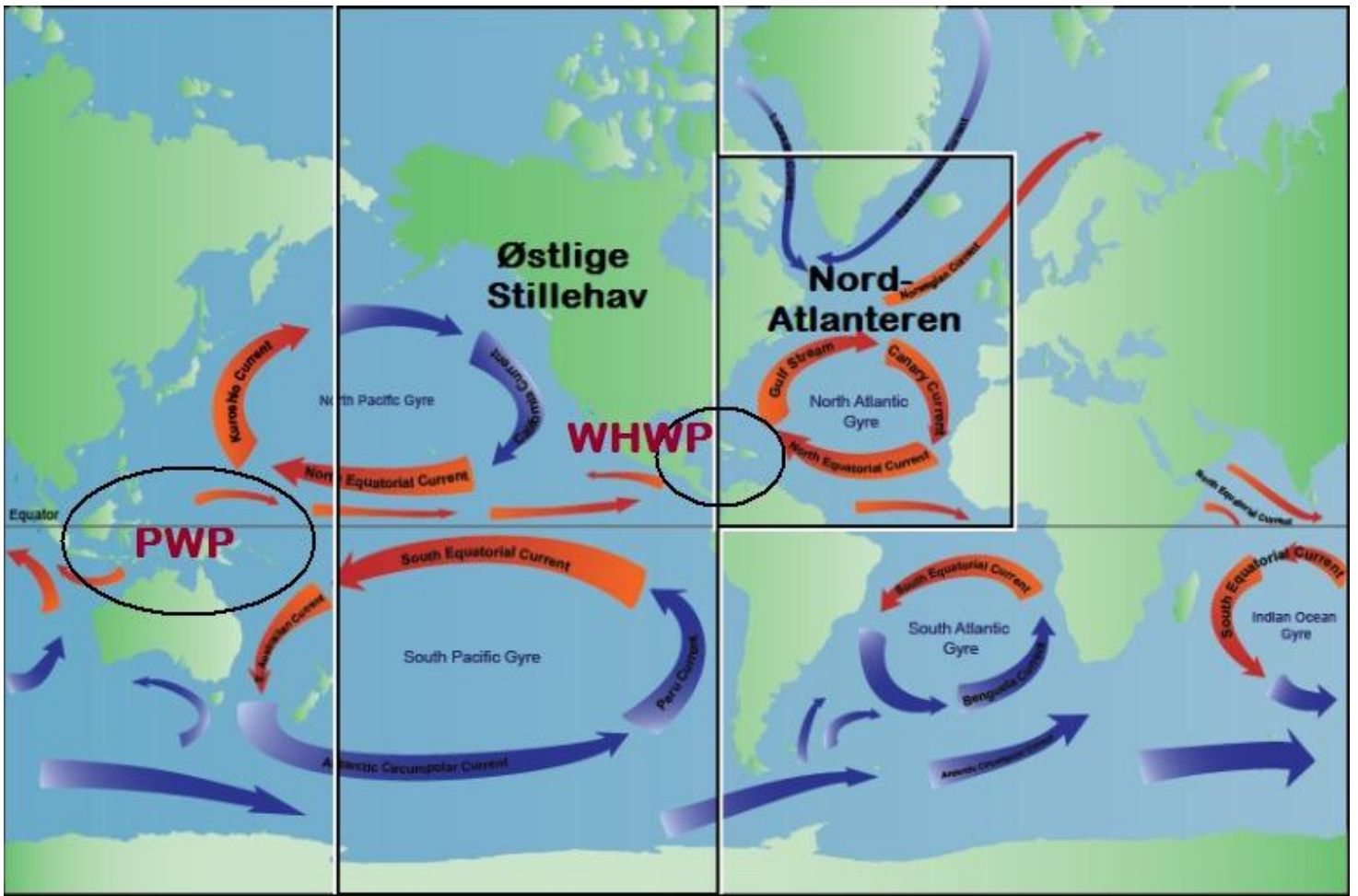
Med Nord-Atlanteren stiller det seg helt annerledes. Ta en titt på sirkulasjonsfiguren under – forskjellen mellom de to havbassengene er slående:



Området markert med en rød ring er den omtrentlige beliggenheten til 'The Western Hemisphere Warm Pool' (WHWP), som er mye mer sesongbetont i sin utbredelse (naturlig nok størst under den nordlige sommeren) enn sin motsvarighet på den østlige halvkuale, 'The Pacific

Warm Pool' (PWP), som i tillegg jo skiller seg fra denne ved å være ekvatorial.

Kikk videre på disse to kartfigurene:



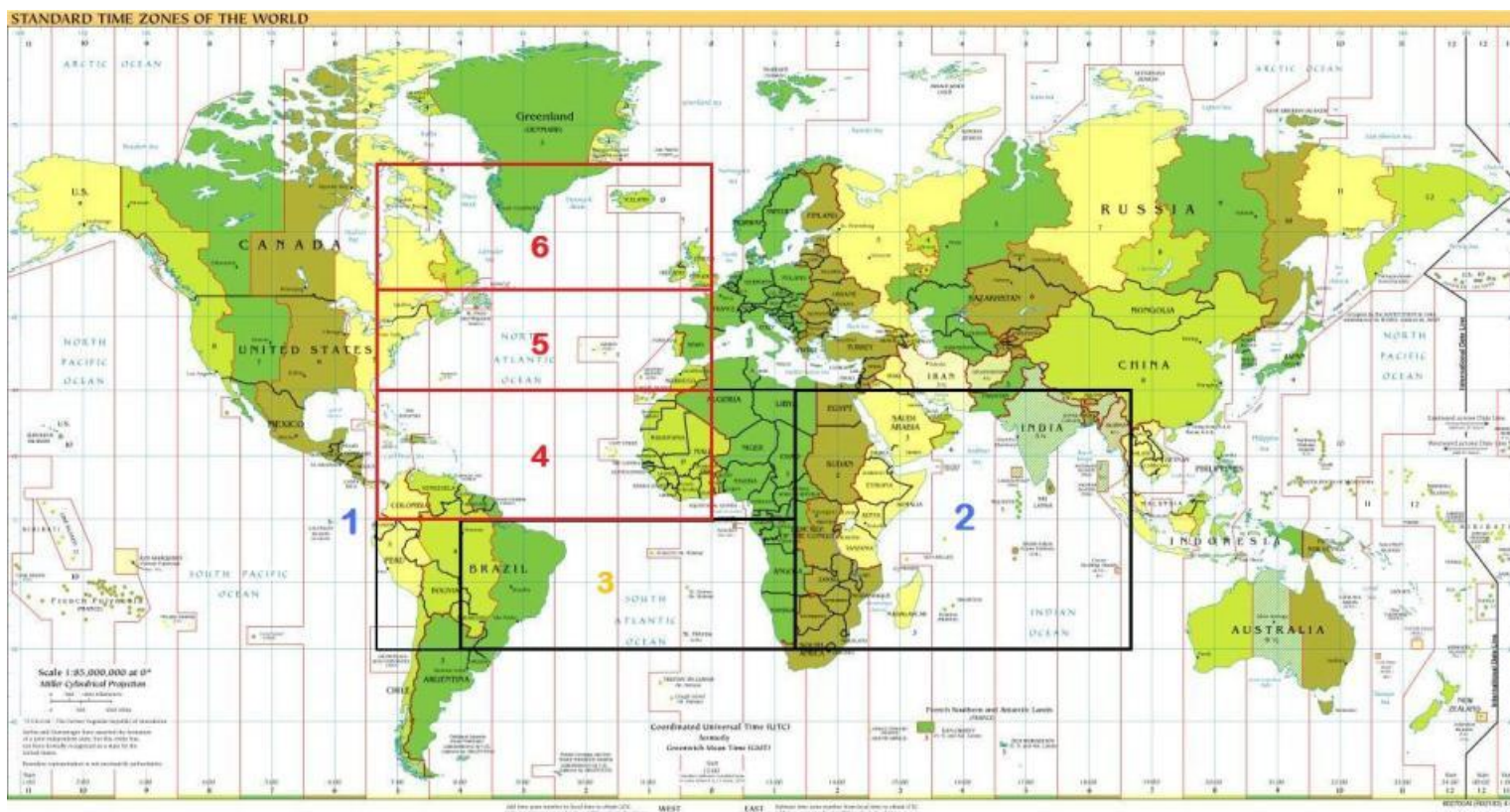
Det som umiddelbart treffer en ved disse, er hvor snevert og lukket Nord-Atlanteren er i forhold til det østlige Stillehav (og for så vidt Sør-Atlanteren). Overflatevannet som varmes opp i tropene dras med inn i 'boksen', og slipper ikke ut før helt i nordområdene, hvor vannet synker og forsvinner vekk fra alle SST-målinger, inn i seige, dype strømmer sørover gjennom den termohaline sirkulasjonen. Varmetransporten er altså typisk meridional, tvunget av naturlige (plass)årsaker fra sør mot nord, uten noen fullgod 'ventil' tilbake sørover (sammenlikn Nord-Atlanterens Kanaristrøm med Sør-Atlanterens Benguelastrøm og Øst-Stillehavets California- og Perustrømmer på figurene over). Det hele er et perfekt oppsett for å kjøre temperaturene opp over tid (eller i motsatt fall, senke dem). Slik sør-->nord-transport skriker amplifisering av alt som tilføres i tropene (husk, vi snakker anomalier, ikke absolutte temperaturer!).

Som motstykke til Nord-Atlanteren kan tas det østlige Stillehav som knapt nok opplever annet enn at sitt

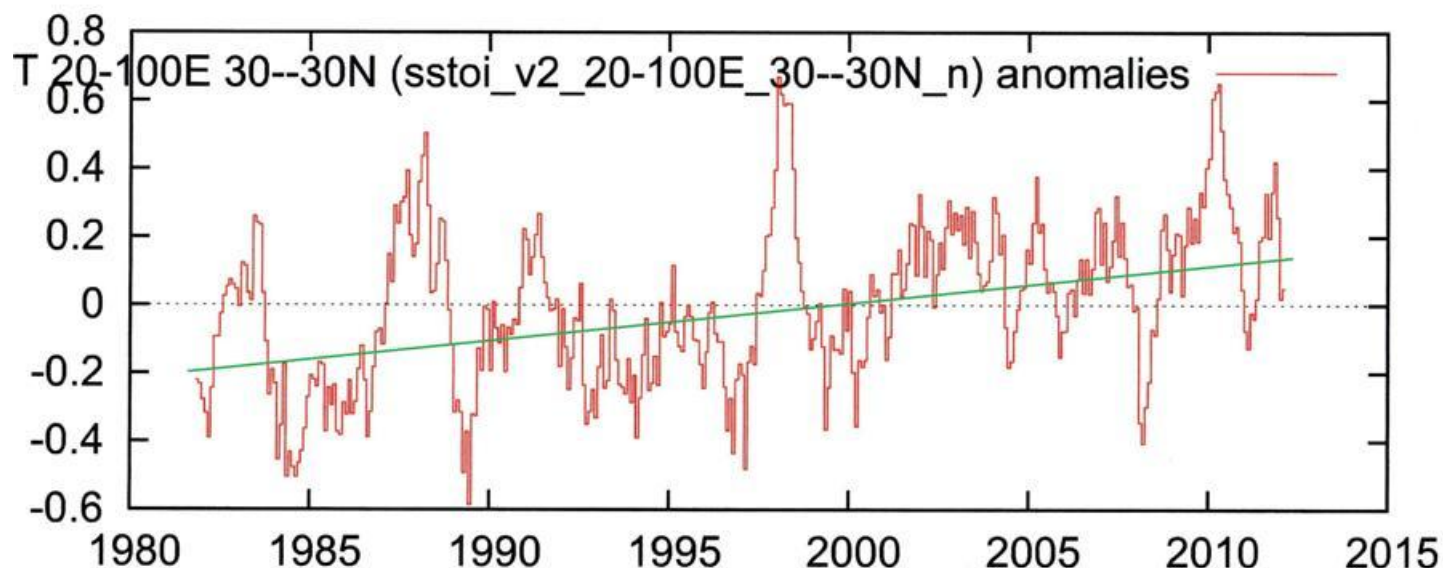
varme tropiske overflatevann pumpes vestover og ut av regionen (til det vestlige Stillehav), og får heller tilbake nedkjølt vann via strømmer fra nord og sør, etter at det i vest er ført henholdsvis nordover og sørover og har avgitt sin varme til atmosfæren.

Sjekk følgende grafer fra ulike seksjoner av Nord-Atlanteren. De gir et veldig interessant bilde av hvordan den opprinnelige atmosfæriske 'ENSO-oppvarmingen' i tropene amplifiseres etter hvert som den bringes inn og nord via de store havstrømmene, helt til kanten av Arktis.

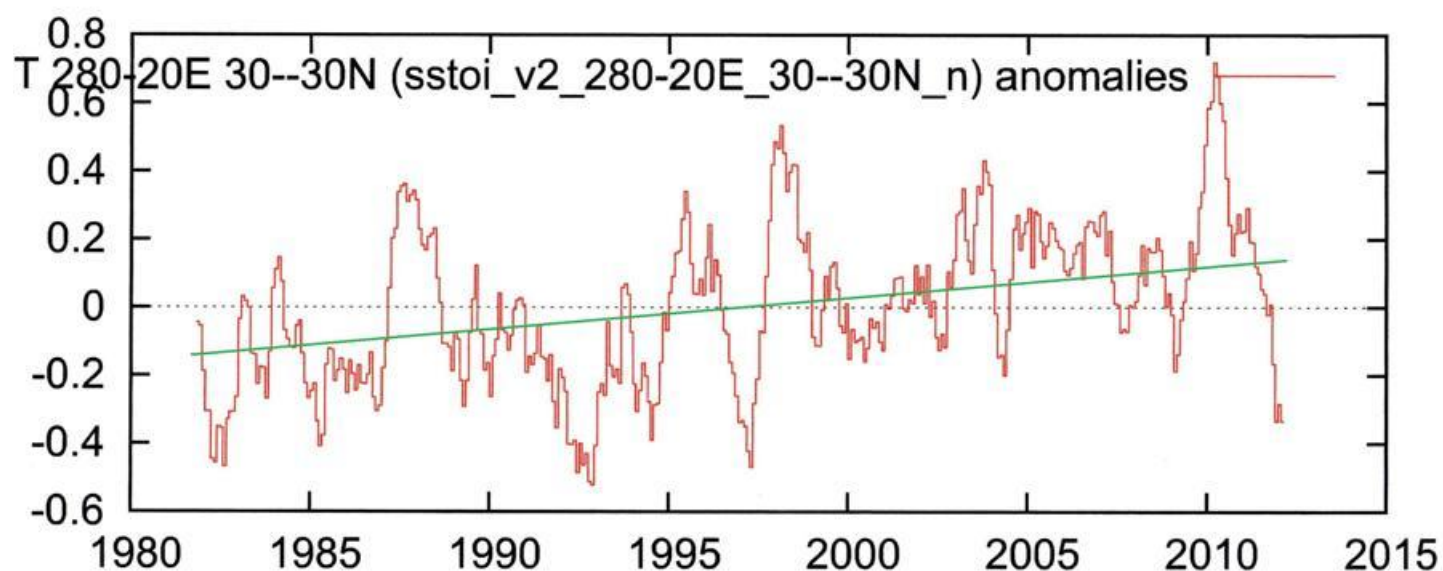
Først en sammenlikning mellom tropene i Atlanterhavet og Det indiske hav. På kartet under er disse regionene avgrenset av henholdsvis rektangel 1 og 2 (rektangel 1 rommer 3 og 4 samt to mindre sektorer i NØ og SV). (Rektanglene 4, 5 og 6 utgjør til sammen AMO-regionen.)



Først Det indiske hav (20–100°Ø / 30°N–30°S):



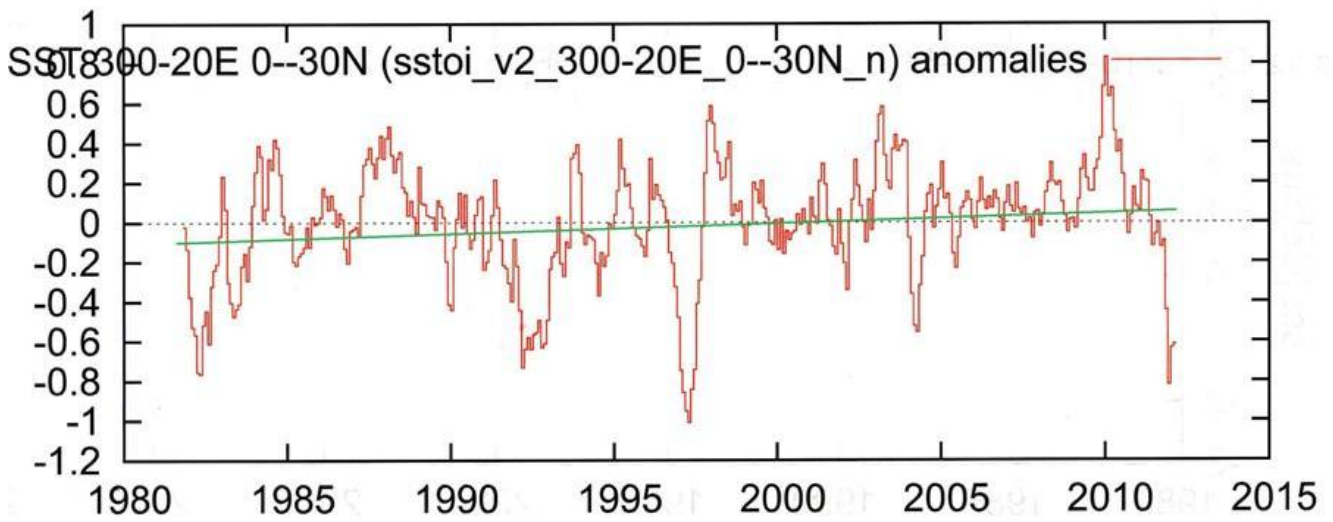
Og her Atlanterhavet (80°V–20°Ø / 30°N–30°S):



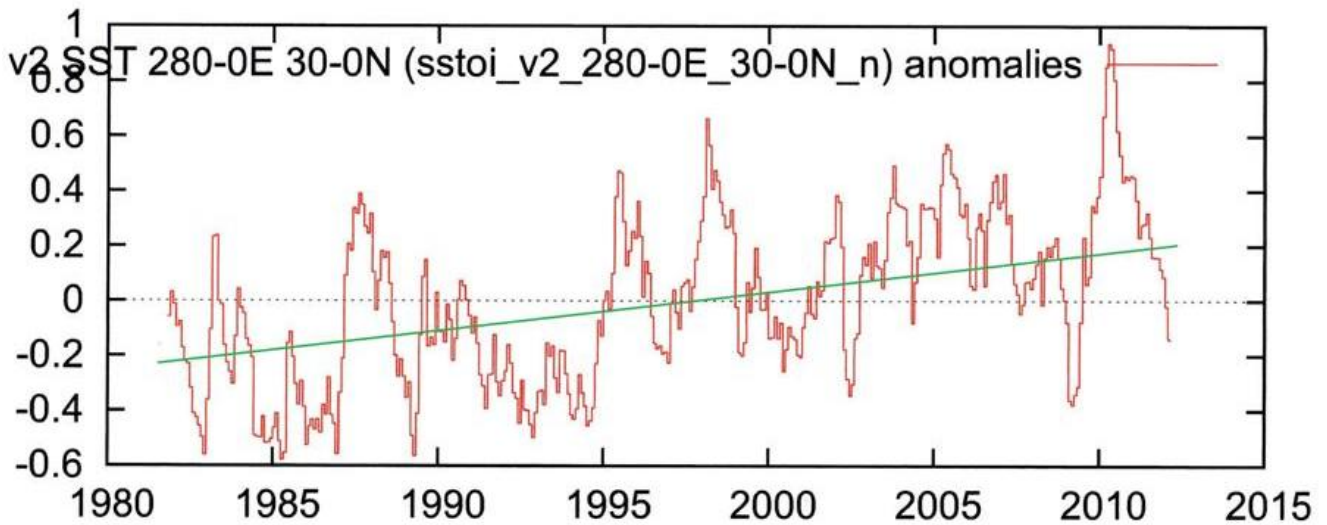
I det store og det hele temmelig like, men med vesentlig variasjon i utslag. Merk dog de store toppene i 1987/88, 1998 og 2010 som de har til felles – alle store El Niño-episoder. Trenden i de to regionene er heller ikke langt unna hverandre, med en stigning i temperatur over

perioden på $\sim 0,35^{\circ}\text{C}$ i Det indiske hav, $\sim 0,3^{\circ}\text{C}$ i Atlanteren.

La oss så dele de atlantiske tropene i nord og sør for ekvator. Her vil det komme fram noe meget interessant, i tråd med hva vi har diskutert over. Først sør (60°V–20°Ø / 0–30°S; rektangel 3 på kartet over):

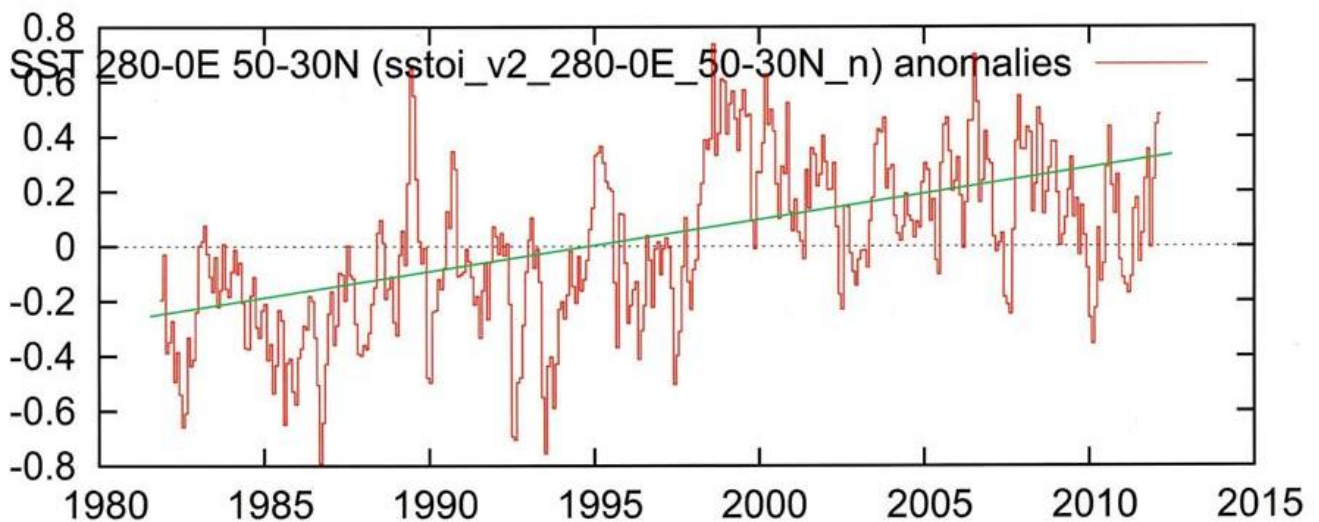


Deretter nord (80°V-0 / 30°N-0); rektangel 4 på kartet over:



Det er slående åpenbart her hvor den samlede trenden for de atlantiske tropene kommer fra – de nordlige delene. Stigningen over perioden her er 0,4-0,45°C, mot bare 0,15°C i sør, altså nesten tre ganger så stor!

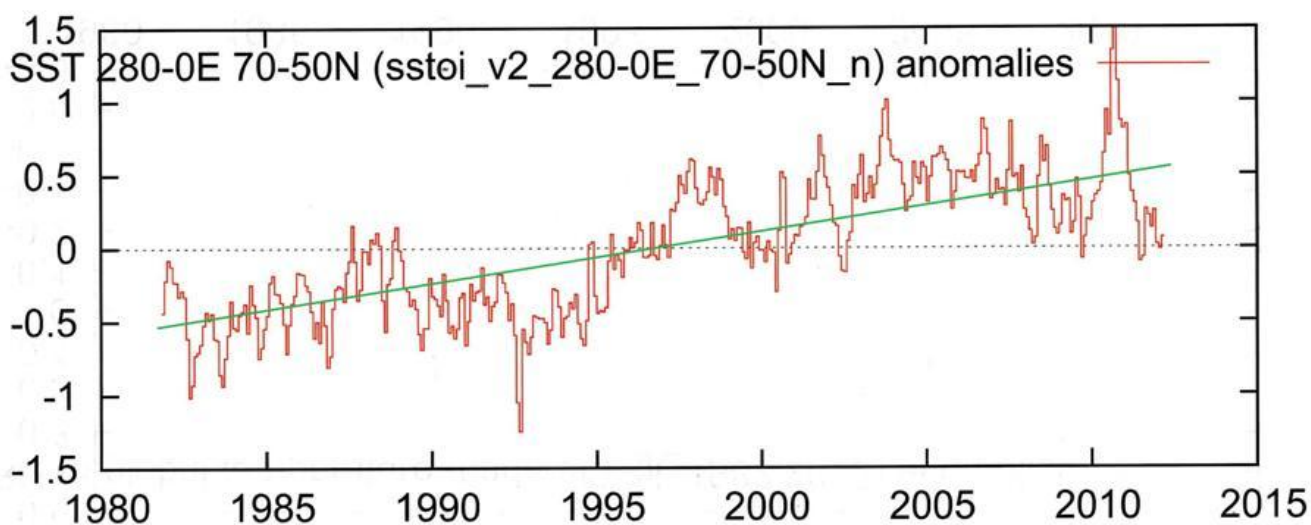
Vi beveger oss så videre nordover i Nord-Atlanteren. Sonen mellom subtropene og de tempererte områdene, 50–30°N, rektangel 5 på kartet over, mottar store mengder varmt vann sørfra (Golfstrømmen) og gir det etter hvert videre, dels nordover, dels tilbake sørover:



Det er ikke lett å kjenne igjen trekkene fra regionen i sør her. Det er store og hyppige utslag både opp og ned. Det som imidlertid *kan* skjelles er trinn med relative platåer imellom; særlig det siste er tydelig. Trinnene går opp på slutten av 80-tallet og slutten av 90-tallet. Det langt vagere ENSO-avtrykket her er et resultat av at vi nå er utenfor tropene – ENSO påvirker i utgangspunktet kun direkte sirkulasjonscellene innenfor de lavere breddegrader. Videre ut av denne sonen er det havstrømmene som fører varmen, og da slår diverse regionale oseaniske sirkulasjonsprosesser inn (det samme skjer i det nordlige Stillehavet). Men varmen generert i tropene er der åkkesom. Den må unnsnippe en

plass. Og da bærer det i dette tilfellet nordover. Temperaturstigningen i denne sonen viser allerede tegn til amplifisering – $\sim 0,6^{\circ}\text{C}$ over perioden.

Vi beveger oss enda lenger mot nord, til den boreale sonen og helt opp i den lavarktiske, $70\text{--}50^{\circ}\text{N}$, rektangel 6 på kartet over. Det er her det varme vannet ender opp. Ingenting av det unnslipper her sørover ut av regionen. Det kan bare unnsnippe via den termohaline sirkulasjonen (når vannmassene har blitt avkjølt nok i sin nordlige bane (dvs. har avgitt nok av sin varme til atmosfæren), følgelig blir tunge nok til at de synker og til slutt forsvinner ned i dypet og *her* transporteres mot sør) eller inn i Arktis:



Amplifiseringen når her sitt høydepunkt. Temperaturstigningen fra nov'81 til feb'12 er på rundt 1,1 grader, og vi er ikke langt unna en tredobling av verdiene fra de nordatlantiske tropene.

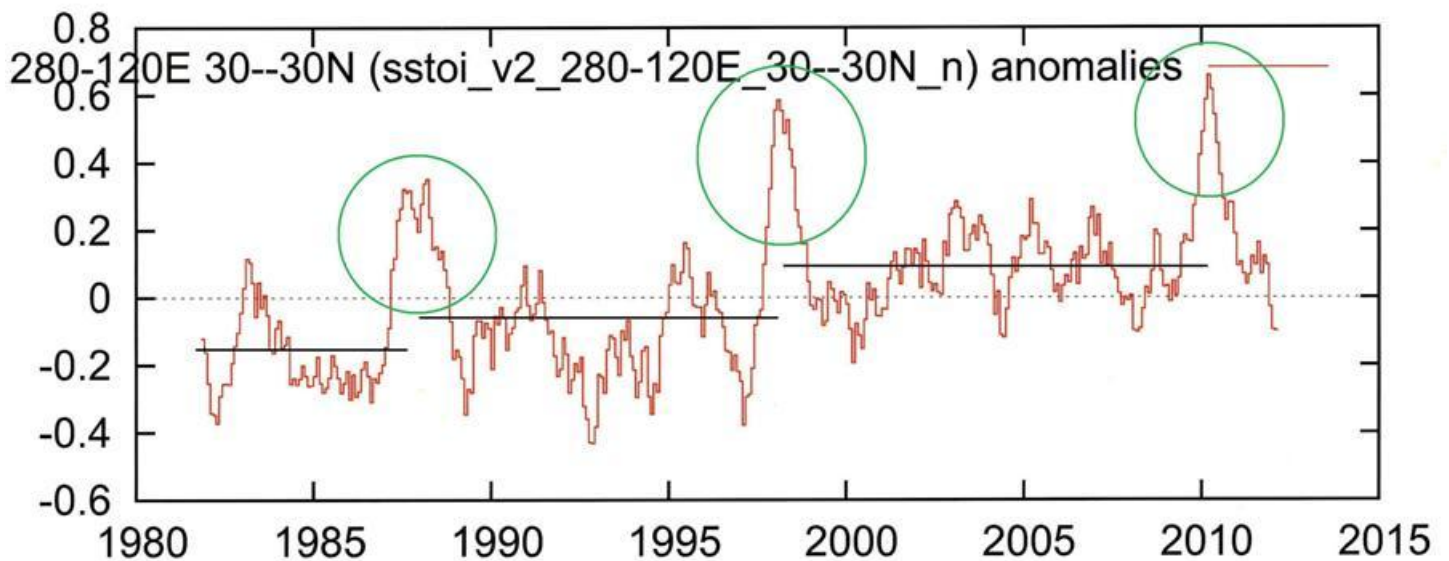
Men man kan jo ikke unngå å legge merke til grafens utseende. Det meste av stigningen ser her ut til å skje i ett trinn mellom siste halvdel av 90-tallet og

begynnelsen av 00-tallet. Vi ser trolig toppen av AMOs seneste varmeperiode fra 2001 til 2011. Så smått vil den, *med* ENSO, sannsynligvis begynne å falle igjen (det er i hvert fall *min* spådom 😊) – akkurat når og hvordan blir selvsagt bare spekulasjoner.

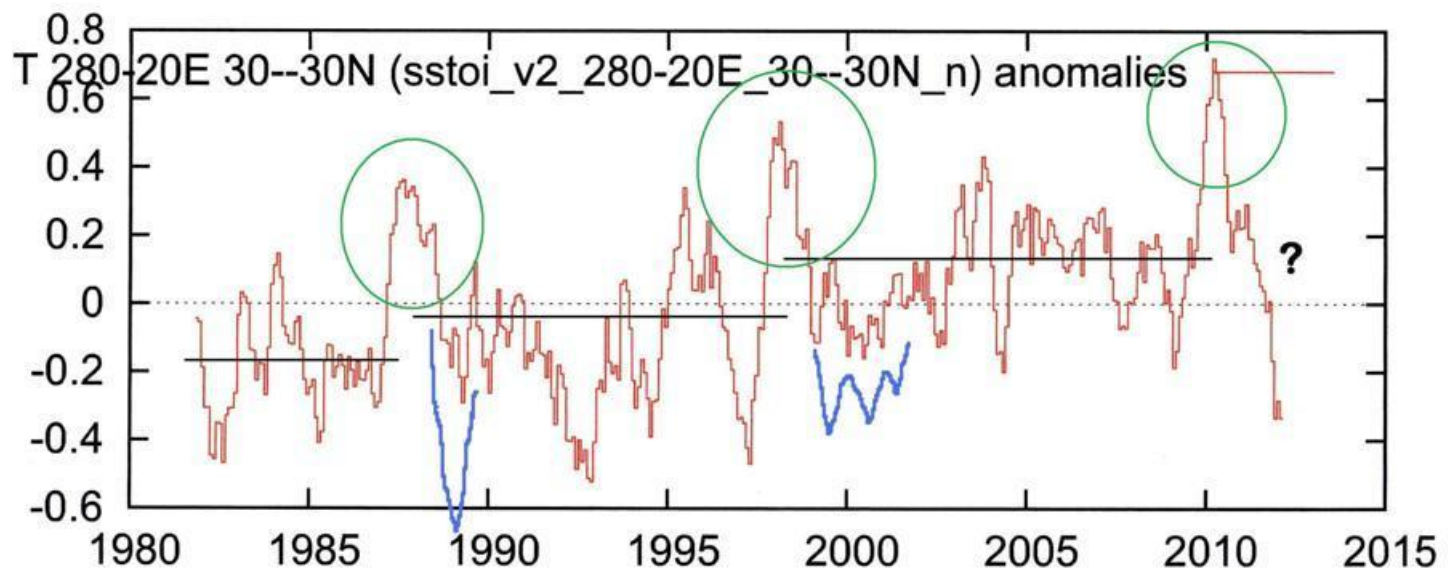
Fortsettelse ENSO som solas enerådende og allmektige eksekutør

Vi går tilbake fra kanten av Arktis til tropene, der hvor varmen kommer inn. Vi ser trinn her som i det vestlige Stillehav og i Det indiske hav. Men trinnene her må komme via de atmosfæriske telekoblingene, ikke via havet selv. Like fullt er timingen den samme.

Vi så nøkkelen allerede helt i starten, i grafen for tropene utenfor Stillehavet (Det indiske hav og Atlanteren kombinert):



Og vi ser det også om vi holder oss til de atlantiske tropene:

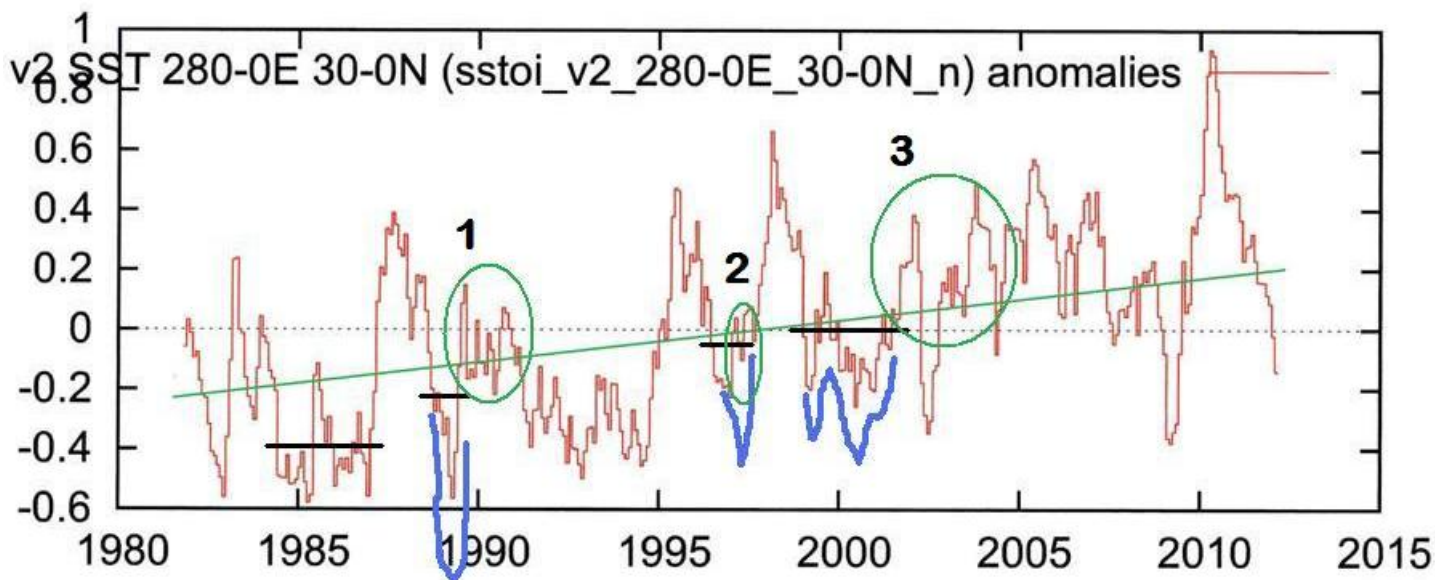


Atlanterens (og, som vi har sett, Det indiske havs) SST-respons på disse, kall dem gjerne 'hjørnesteins-El Niñoene' (innringet) var formidabel. Imellom dem er korrelasjonen til de mer moderate ENSO-episodene langt svakere; det kan faktisk se ut som om regionale effekter står bak mange (de fleste?) av de spesifikke

utslagene. Men det er de store El Niñoene som skaper opprykk i generell snittemperatur.

Dette gjør de først og fremst som et resultat av sin rene styrke (les: innflytelse).

Sett nå grafen for de samlede atlantiske tropene (over) opp mot grafen for kun de *nordatlantiske*:

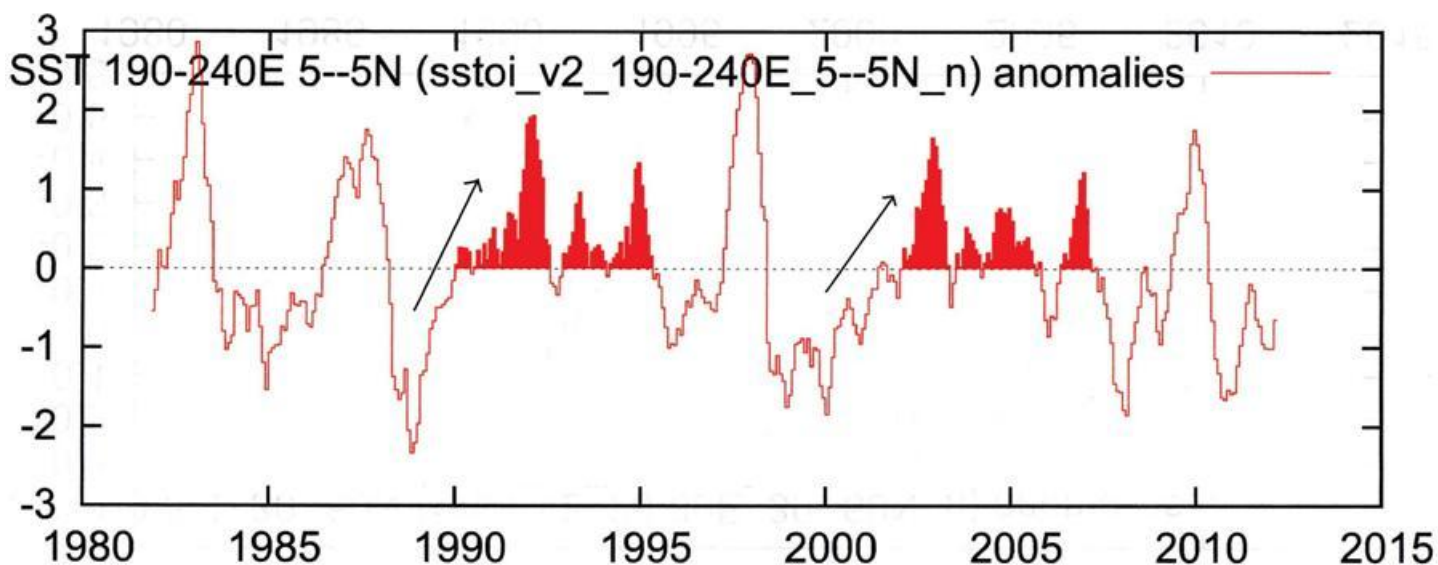


Vi ser at opprykket under El Niño '87/'88, fallet under La Niña '88/'89 og opprykket igjen i kjølvannet av ENSO-paret (ring 1) alle er tydelig større i Nord-Atlanteren enn i regionen som helhet. Til sammen etablerer de tre et trinn. El Niñoen hevet temperaturene mer enn normalt og foret WHWP med veldige mengder varmt vann som i sin tur ledet til en kombinasjon av at den påfølgende La Niña ikke rakk å trekke temperaturene ned til nivå igjen og at tilbakesprekken sommeren etter kunne bli desto større.

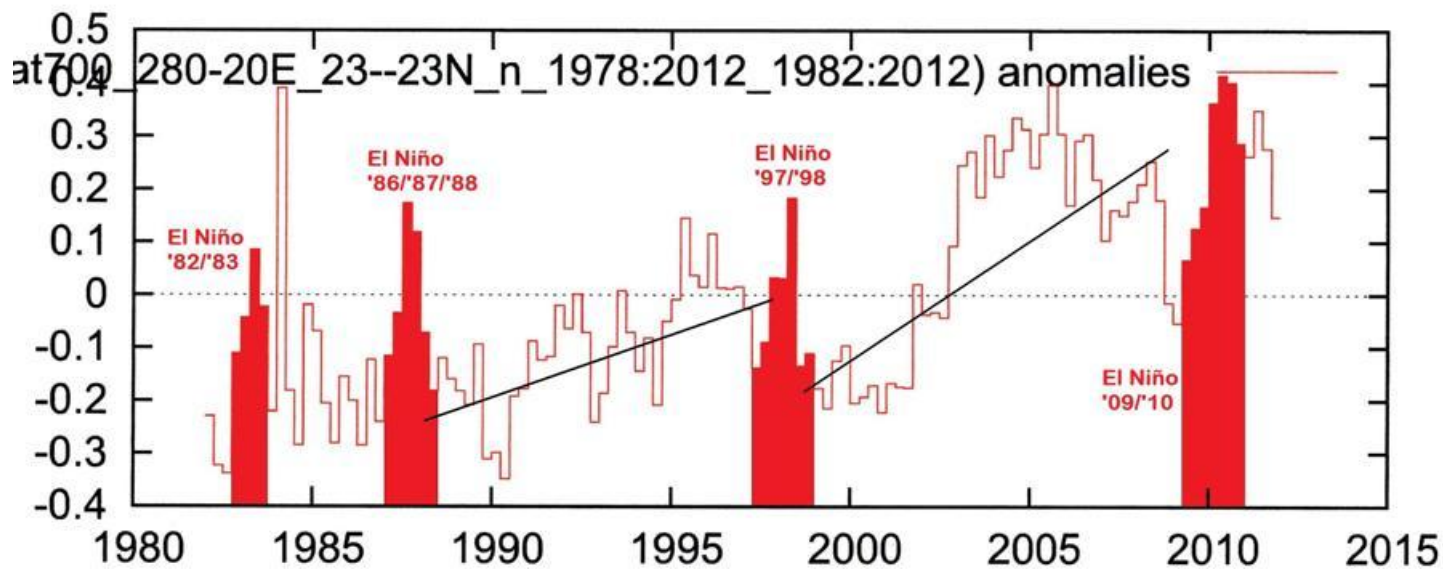
Her, som i Vest-Stillehavet, ser Trinn 1 og 2 ut til å følge litt ulike veier til 'målet'. Det markerte søkket som kan ses i grafen for hele de atlantiske tropene under La Niña '96, er nesten helt borte i den nordatlantiske sektoren. Temperaturene snur her isteden lenge før bunnen er nådd og gjør et hopp oppover (ring 2). Mye

kan tyde på at denne påfallende snuoperasjonen har lagt mye av grunnlaget for den etterfølgende trinnendringen. I etterkant av El Niño '97/'98 skjer ellers uansett mye av det samme som etter nevnte El Niño '87/'88 (jf. La Niñaen og ring 3).

Det man på toppen av dette bør ha i mente, særlig når man betrakter den nedre figuren, er den kumulative effekten av følgende situasjon: Både i perioden '90-'95 (etter El Niño/La Niña-paret '86-'89) og i '02-'07 (etter El Niño/La Niña-paret '97-'01), er Øst-Stillehavet nærmest i en permanent positiv fase (se under). I samme perioder ser man tydelig hvordan OHC i de tropiske delene av Atlanterhavet bygger seg opp (se under), trolig gjennom det samme atmosfæriske sirkulasjonspådrivet som under de store El Niñoene, bare mye mer gradvis.



NINO3.4-regionen (SST-anomalier).



Det tropiske Atlanterhavet (OHC).

AMOs 'claim to fame' i den globale temperaturutviklingen er, for å konkludere, dens påtakelige amplifisering av de underliggende ENSO-signalene, og gjennom disse dens veldige innflytelse på den nordlige halvkules klima.

Men retningen er ubønhørlig styrt av ENSO.

Det sterkeste inntrykket man uansett sitter igjen med etter hele denne øvelsen, vil jeg påstå er i hvilken grad den totale temperaturhevingen vi ser over tid er begrenset til enkelte brå opprykk, og hvor lite som tross alt skjer imellom disse.

Interessant til slutt at trinnendringene initieres ved starten av en ny solsyklus hver gang: 1976/77 (Det store

klimaskiftet i Stillehavet – et viktig knekkpunkt i ENSOs sykliske liv), 1987/88, 1998, 2010/11(?). Og det går bakover også. Sammenheng? Tilfeldighet? Hvem vet? *Hva* er i så fall sammenhengen? Hvordan fungerer det? Spør ikke meg. Men at ENSO på ett eller flere vis er knyttet tett til sola (via energiinntaket) kan det jo ikke levnes mye tvil om ...

Vel, trenden bør med dette være i boks. Det er på tide å gå bakover i tid. Men det får bli i neste post.

Nok for denne gang!