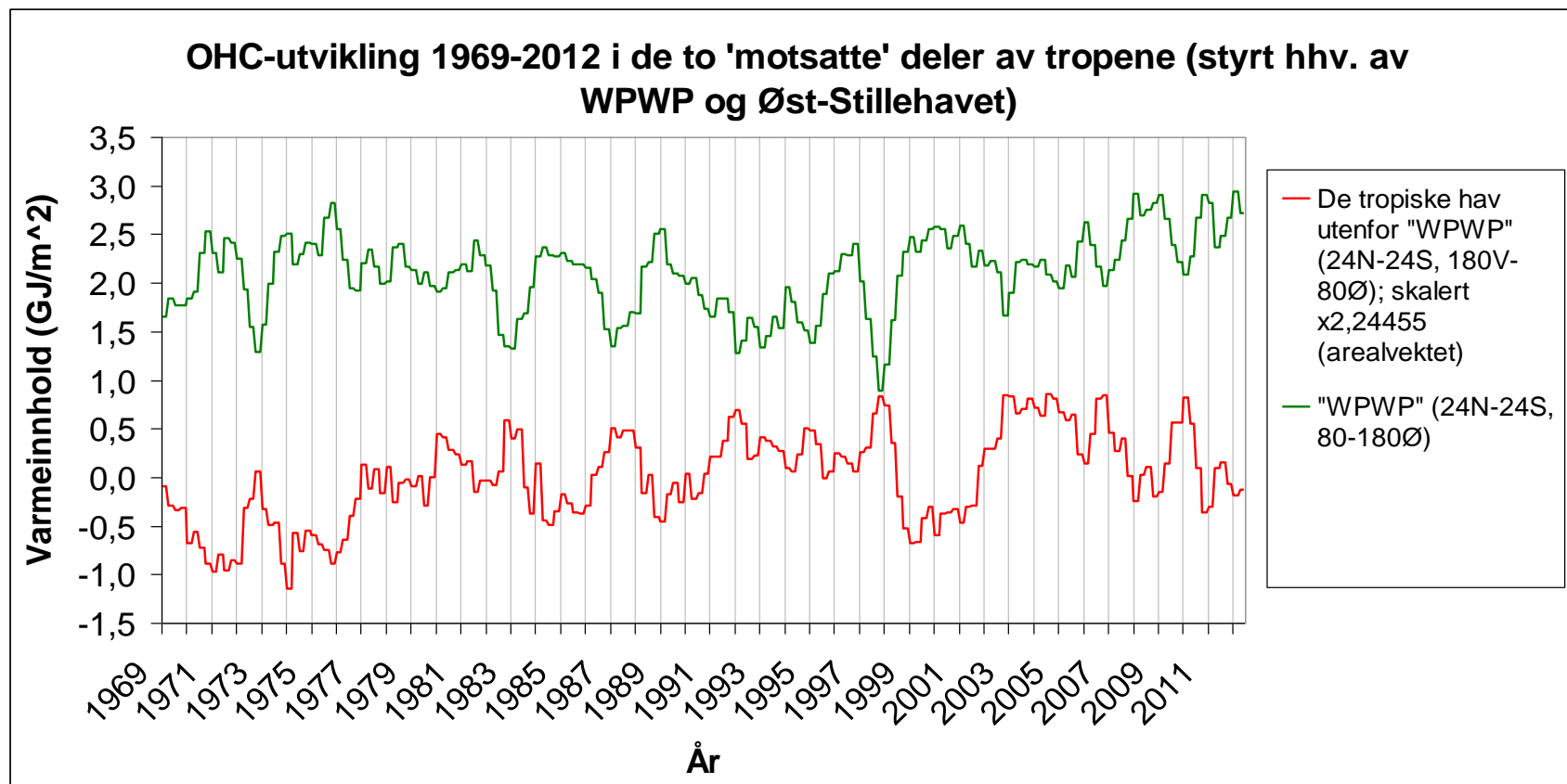


# **Om ENSO og utviklingen i global OHC ('Ocean Heat Content') forts.**

(Skrevet av 'Okular')

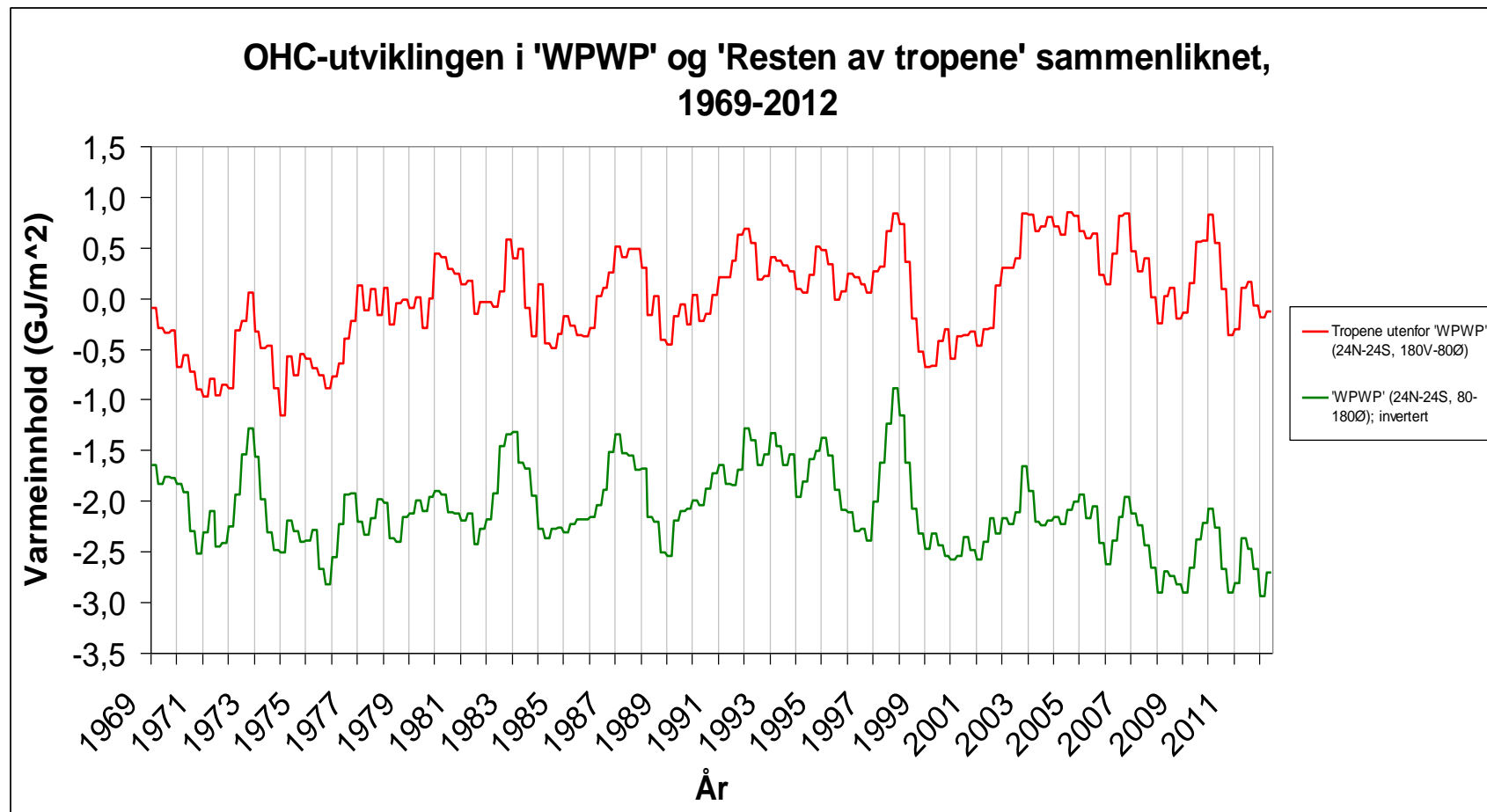
## **Tropene**

- Fra Stillehavet kan vi så utvide til tropene som helhet. Disse kan nemlig deles i to motstående (motfasesvingende) deler, akkurat som hovedbassenget. De andre bassengene følger nemlig ganske enkelt Stillehavets to ENSO-pendelsektorer (Vest og Øst). Og utslagene, de er så klart de ulike ENSO-episodene hele veien, El Niño og La Niña.
- 'WPWP'-subsettet (grønn kurve på Fig. 17 og 18) omfatter Vest-Stillehavet og Øst-Indiahavets tropiske havområder. 'Resten av tropene' (rød kurve på Fig. 17 og 18) omfatter Øst-Stillehavet, Atlanterhavet og Vest-Indiahavets tropiske havområder:



**Figur 17.**

Her er de to tropiske subsettene i Fig. 17 sammenliknet mer direkte, ved å invertere 'WPWP'-delen. Slik ser en bedre hvor skjevhetene mellom de to reservoarene dukker opp:



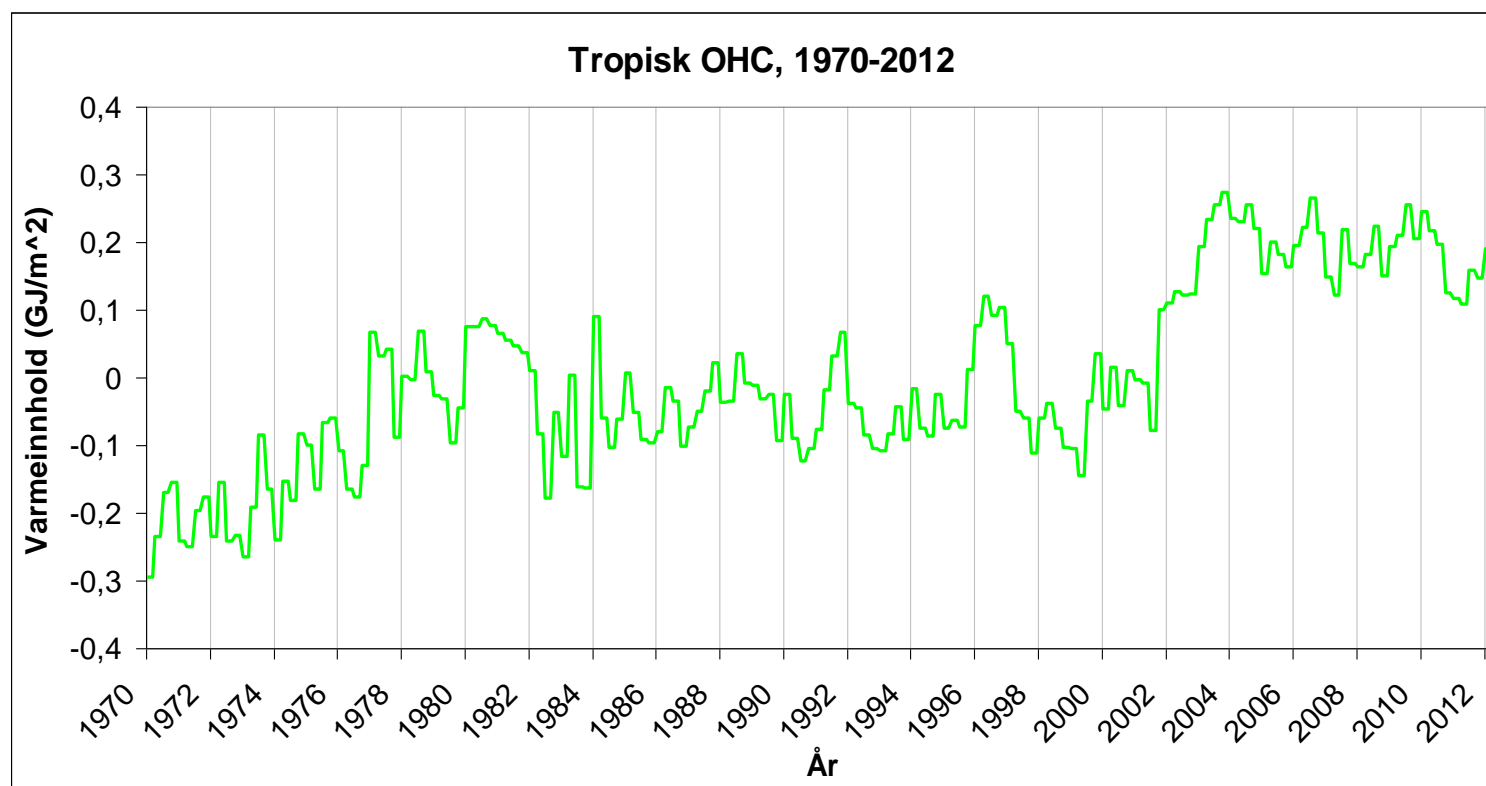
**Figur 18.**

En vil kunne legge merke til her, hva som gjør at vi ser en trinnheving i tropene (som en forlengelse av Stillehavets tropiske havområder) under Sekvens 1 og Sekvens 3, men *ikke* under Sekvens 2. I 1976/77 og i 2001-03 rykker OHC-kurven i 'Resten av tropene' (følger Øst-Stillehavet) opp markant, i etterkant av de store treårige La Niña'er, mens den utvidede WPWP (følger Vest-Stillehavet) bare følger i svært så stakkarslig

grad. Vi vet at den grønne kurven er invertert (jf. Fig. 17), så totalen i disse to tilfellene blir et klart *opp*. Dette følger bl.a. Stillehavskurven i Fig. 15 over. Merk endringene i trend i begge subsett over hvert av disse trinnene.

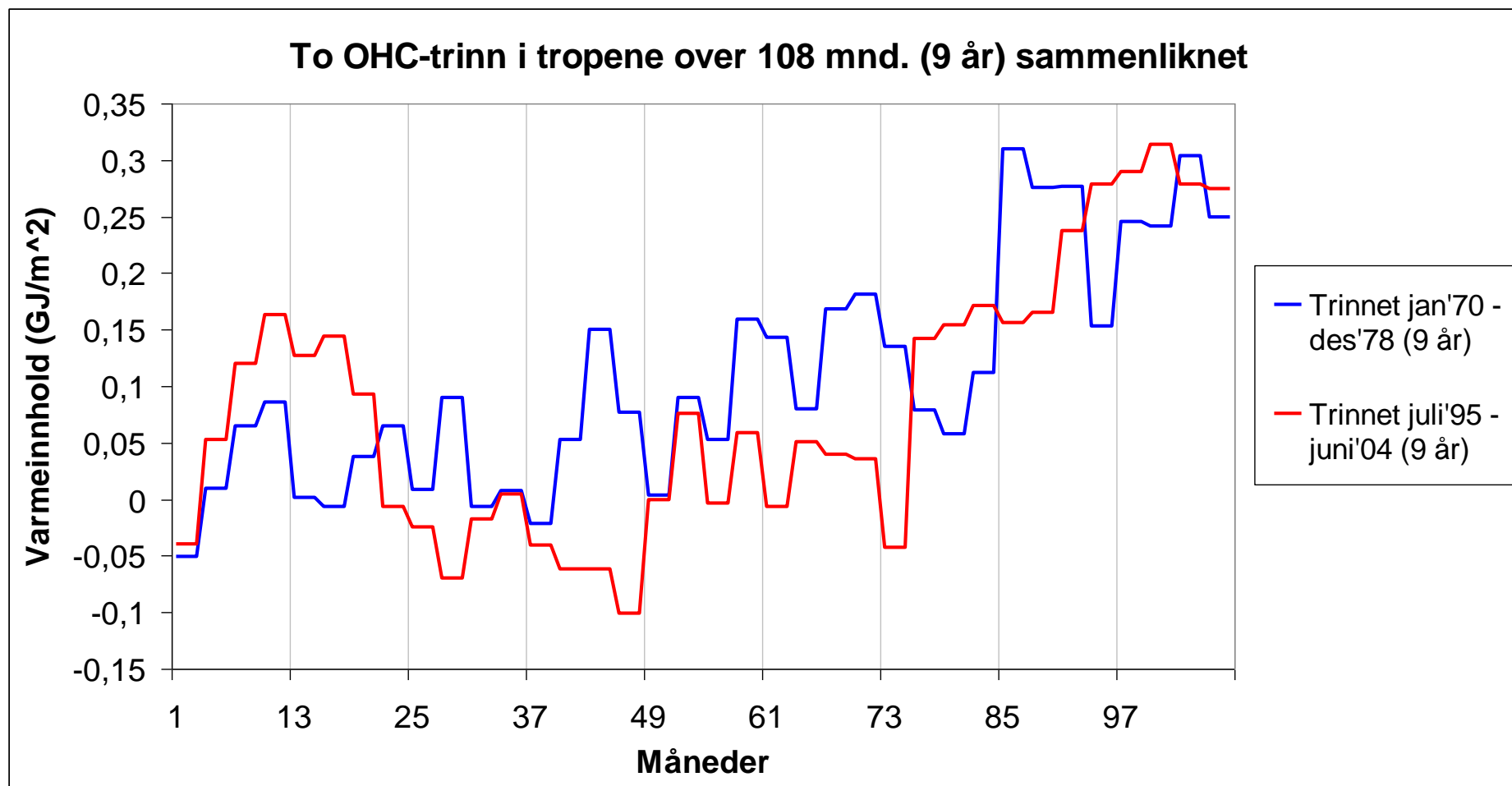
Under Sekvens 2 kan både 'Resten av tropene' og 'WPWP' sin OHC observeres å heves noe. Men siden, nok en gang, de to sektorene i realiteten relaterer inverst til hverandre, skjønner man at dette betyr en total som går i null. Dette kjenner vi også igjen fra Fig. 15.

Og vi vil se dette tydelig sågar i følgende figur, OHC-kurven for tropene som helhet (24N-24S), de to kurvene i Fig. 17 summert:



**Figur 19.**

Det som på Stillehavskurven (Fig. 15) var rene La Niña-opprykk (1973-76 og 1998-2001), synes her å være svært utvidede trinn. Dette er verdt å se nærmere på. Men først sammenlikner vi de to store hevingperiodene, som ved første øyekast synes å framstå svært ulike her:



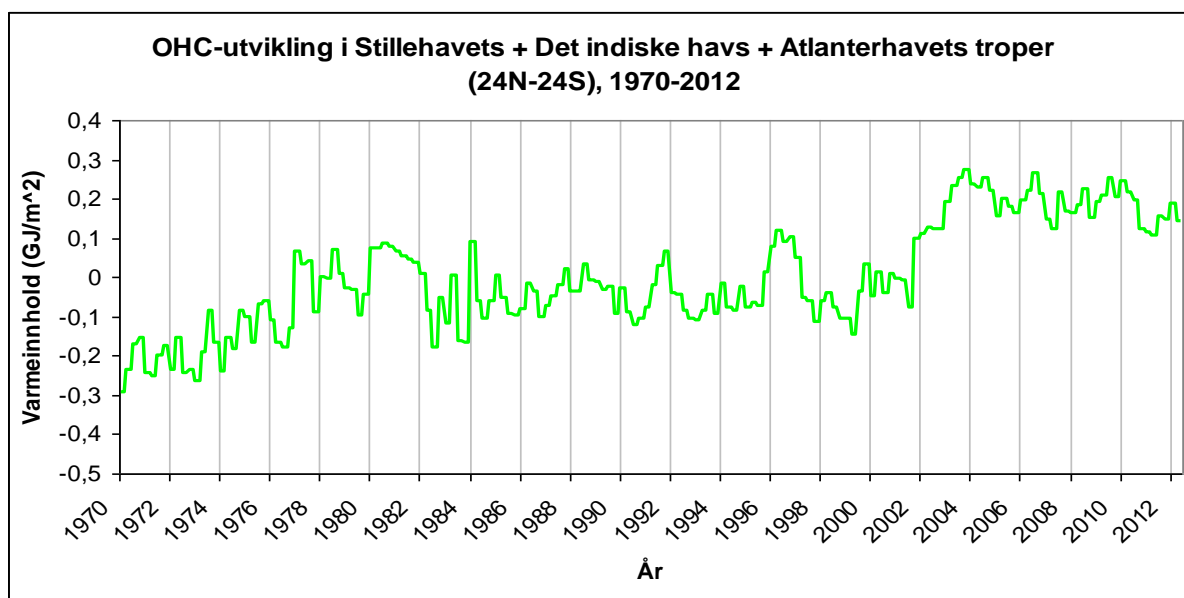
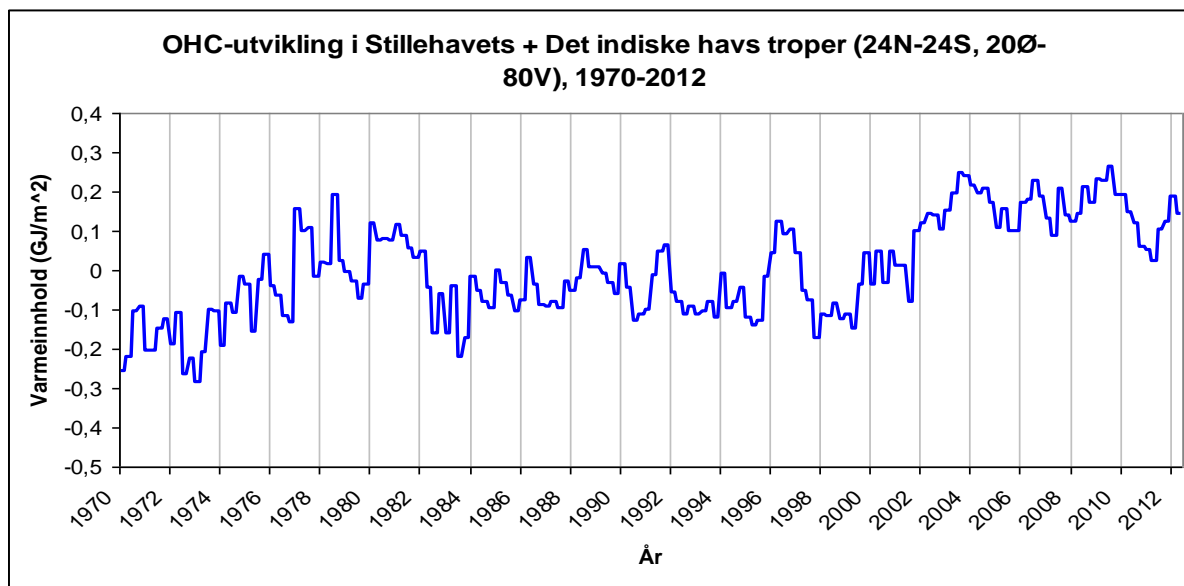
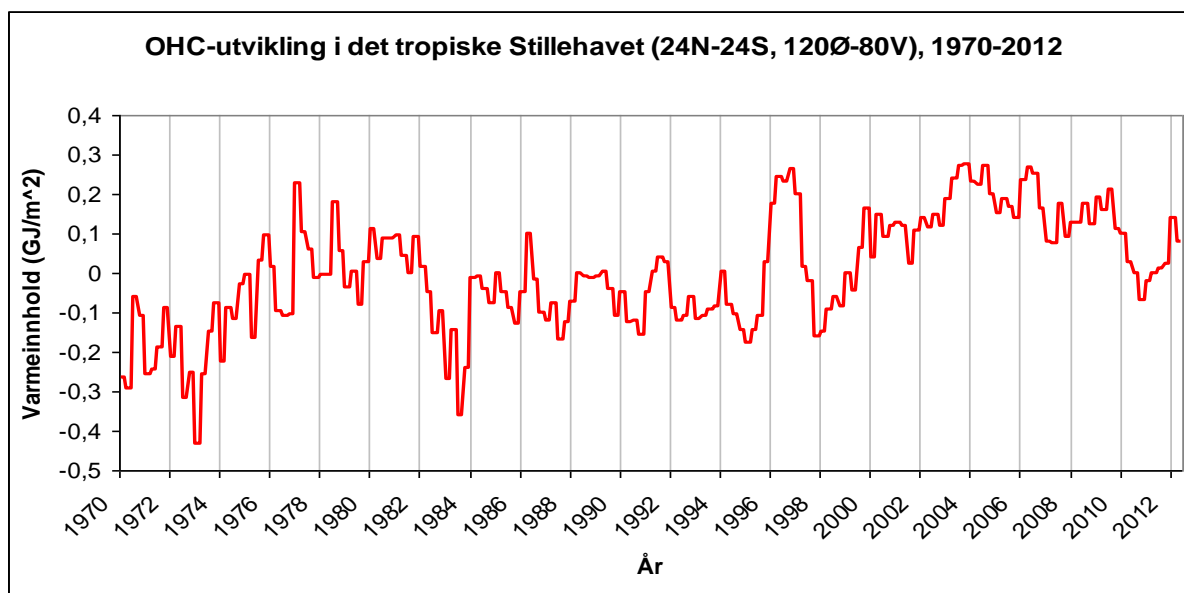
**Figur 20.** De to trinnhevingene løfter det tropiske OHC-snittnivået omtrent like mye over sine respektive sju og åtte år (det ekstra året i det siste trinnet (rød kurve) er å finne i oppgangen til den første påfølgende El Niño (2002/03) etter den treårige La Niña (1998/99/00/01); i det første trinnet skjer dette med en gang (El Niño 1976/77 etter La Niña 1973/74/75/76)). Utviklingen underveis framtrer imidlertid veldig forskjellig i de to tilfellene. Dette er ikke fordi prosessene er vesensforskjellige (de er faktisk påfallende like), men mest sannsynlig pga. ulikheter i varmefordelingsgrad ut av tropene i løpet av de to separate forløpene. Dette så vi på tidligere – jf. Fig. 5.

Sammenlikner man så den alltropiske kurven i Fig. 19 med Stillehavskurven i Fig. 15, bør man legge merke til et par ting. For det første ser man at der nivåhevingen i det tropiske Stillehavets OHC etableres under de treårige La Niña'ene, og i realiteten kun da, er ikke hevingen fullført i tropene som helhet før det påfølgende stadiet er over – det nøytrale-positive segmentet av ENSO-sekvensene. Det nyetablerte OHC-trinnet ligger til syvende og sist her altså høyere enn La Niña-nivået – det skjer en ekstra heving i etterkant.

Stillehavets troper følger i hovedsak Vest-Stillehavet (WPWP). Tropene utenfor Stillehavet (Atlanterhavet og Det indiske hav) følger imidlertid i hovedsak Øst-Stillehavet (NINO), via atmosfæriske telekoblinger. Det andre man bør merke seg, er hva dette medfører, nemlig at utslagene i Stillehavets OHC-kurve er 'glattet ut' i den totale tropiske kurven – El Niño-søkk heves, La Niña-topper senkes. Men dette skjer ikke ved alle tilfeller. Og her kommer cluet: Unntakene er, nok en gang, de nøytrale-positive segmentene av ENSO-sekvensene. Det kan synes som om de distinkte/markante El Niño'er og La Niña'er i den første delen av ENSO-sekvensene er de som genererer den ventede inverse respons mellom Stillehavets troper og tropene utenfor Stillehavet (altså Stillehavet følger Vest, resten av tropene følger Øst). Men i mellomlandet, i nøytralt eller i svakt positivt/negativt territorium, opphører (eller i hvert fall svekkes) denne motfasetilstanden ( $+1/-1=0$ )\*. Enten følger OHC-utviklingen i de to sektorene hverandre retningsmessig (forsterkning:  $+1/+1=2$ ), eller så responderer ikke den ene av de to på den andres utslag (det motvirkes altså ikke:  $+1/0=1$ ).

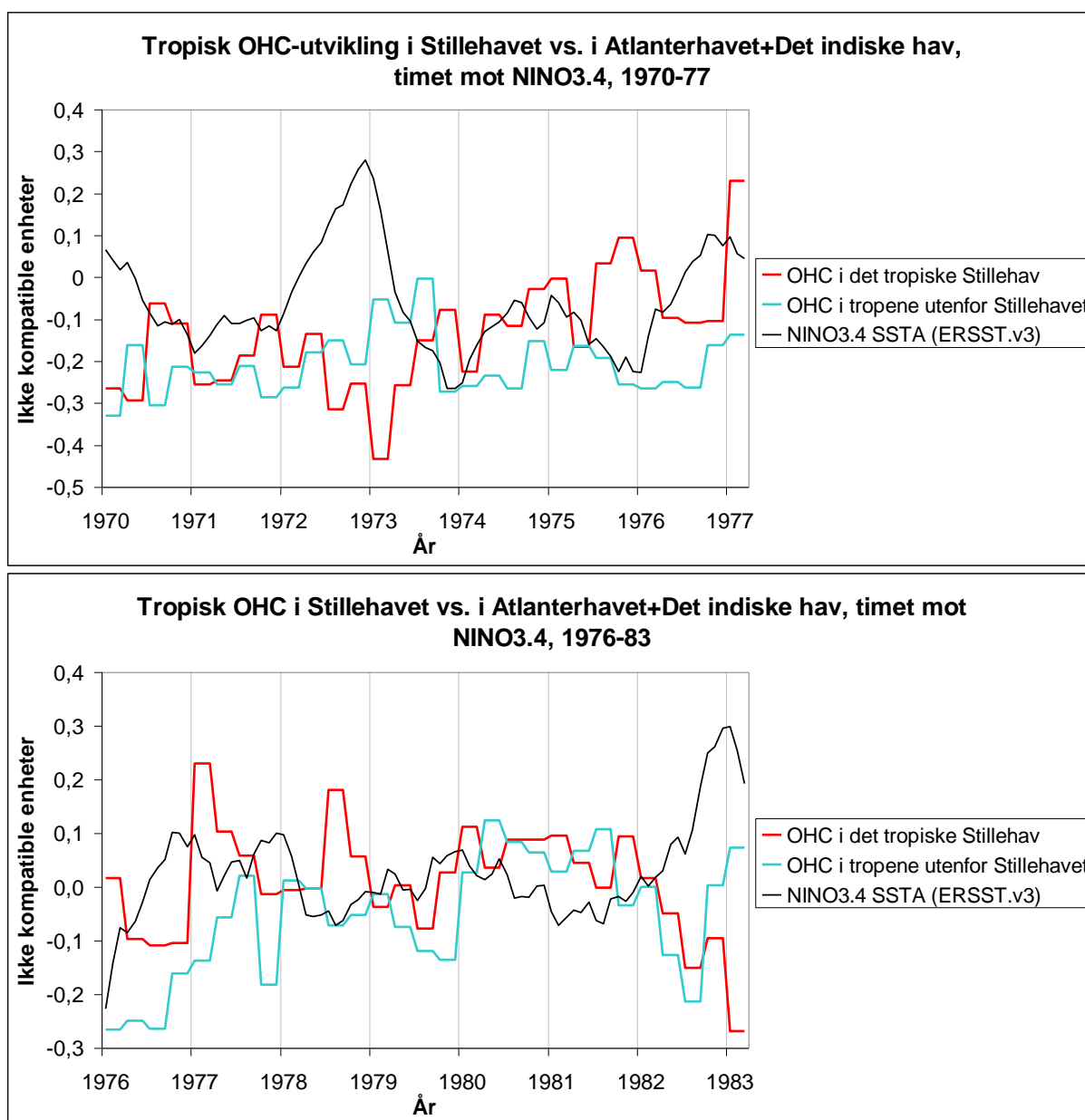
*\*OBS! Denne framstillingen er for enkelhets skyld, for å illustrere. I virkeligheten er Stillehavssignalet generelt sterkere enn resten av tropene, slik at motfasen ikke fører til full utnulling, men snarere til svekking av utslaget.*

Sjekk ut følgende serie med figurer:



**Figur 21a, b og c.**

Som man kan se av Figur 21, jo mer en utvider det tropiske området fra Stillehavet (a), jo mer nedtrykt blir den første delen av trinnhevingene (La Niña-delen), og jo mer framtrædende blir den andre (nøytral/positiv-delen). Denne synes imidlertid mer uforandret enn forsterket, men siden signalet fra den første delen er (motfase)svekket, vil den likevel stå mer ut. Dette får implikasjoner. For når den normale motfasemodusen tar til igjen ved inngangen til neste ENSO-sekvens (hhv. 1982 og 2007), har oppholdet i motfase i mellomtiden gjort at det generelle nivået nå ligger høyere.

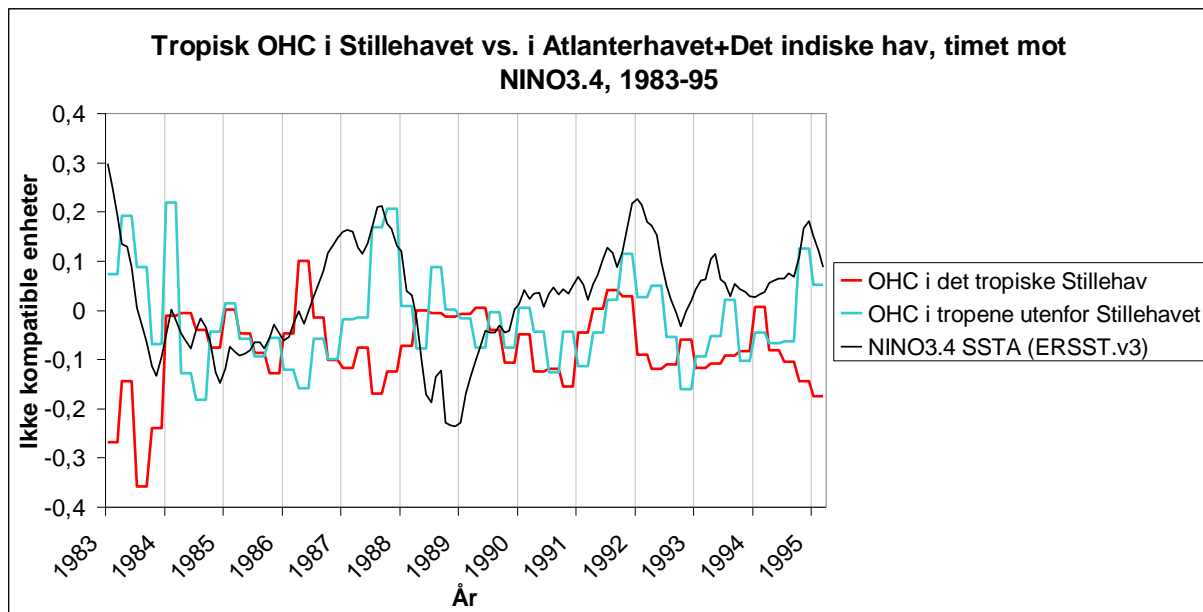


**Figur 22a og b.** ENSO-Sekvens 1 delt i to: den distinkte La Niña/El Niño-delen (a) og den nøytrale/positive delen (b). Det er verdt å ha i mente at responsen fra 'Resten av tropene' på Stillehavssignalet generelt er flere måneder forsinket, i snitt ~6.

Hva ser vi her? Vi følger retningen på OHC-utviklingen til de to sektorene. Helt fra nedgangen til La Niña 1970/71/72 til oppgangen mot El Niño 1976/77 (Fig. 22a) svinger de to i motfase med hverandre. Resultatet er et svekket totalt signal. Men hva skjer ved denne oppgangen, i 1976? Et skille. Retningen i OHC-utviklingen hos de to sektorene går samme



vei. Motfasemodusen er oppløst. Denne tilstanden kan vi følge helt til 1982, til oppgangen mot El Niño 1982/83. Da brått slår motfasemodusen inn igjen, og en ny ENSO-sekvens (Sekvens 2) kan ta til. I mellomtiden er signalet blitt holdt eller forsterket.

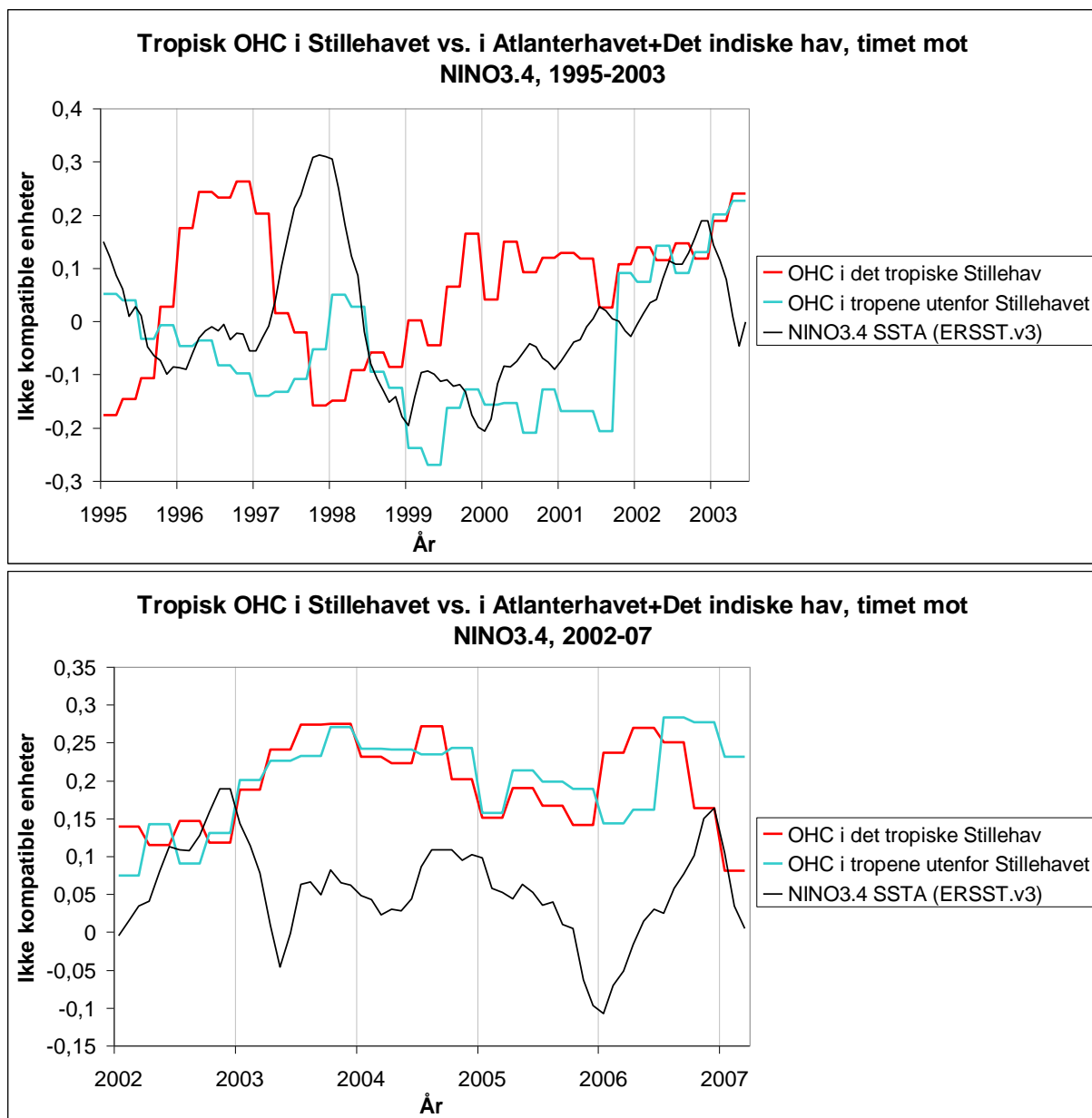


**Figur 23.** ENSO-Sekvens 2 i tropene.

Her ser vi akkurat samme mønster. De to sektorene svinger i motfase med hverandre helt fra El Niño 1982/83 til etter La Niña 1988/89. Svekket totalsignal. Under den påfølgende oppgangen mot El Niño 1991/92 og begynnelsen på den nøytrale/positive delen av sekvensen, skifter imidlertid modusen igjen, og fra 1989/90 til oppgangen mot El Niño 1994/95, går de to sektorene i tilnærmet fase, noe som fører til et opprettholdt, til tider forsterket, signal i denne perioden. Dog ingen tropisk trinnheving. Den sannsynlige grunnen til dette har vi snakket om tidligere, og vi skal også komme tilbake til dette når vi nå snart utvider til hele verdenshavet.

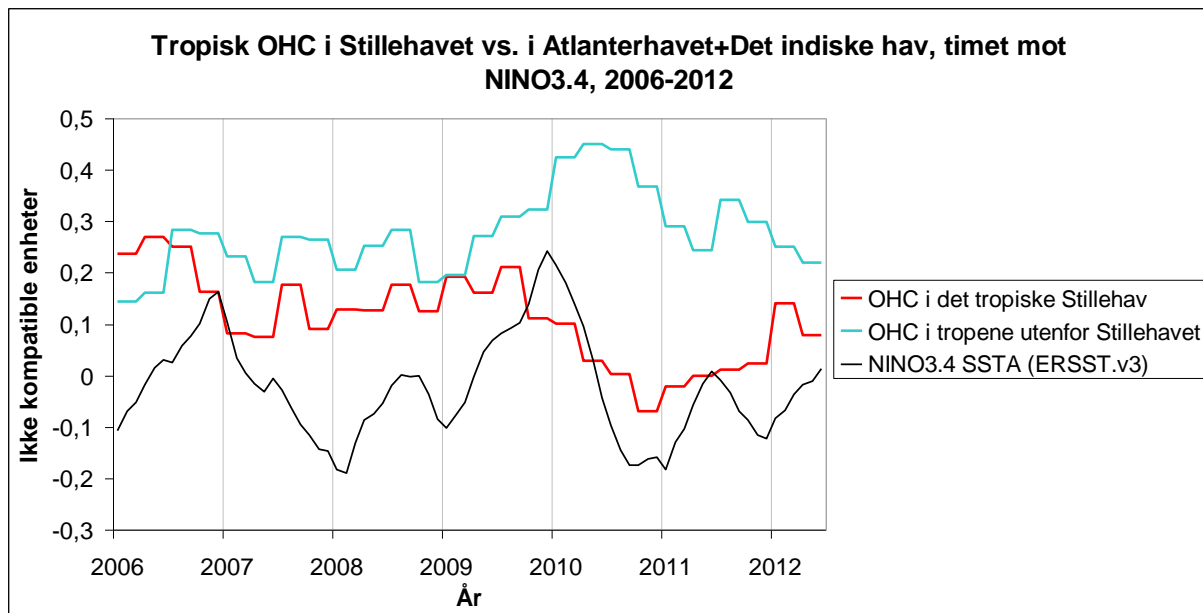
Men mønsteret i OHC-forløp fra ENSO-sekvens til ENSO-sekvens er altså det samme.

Med El Niño 1994/95 avsluttes så Sekvens 2, og Sekvens 3 kan ta til.



**Figur 24a og b.** ENSO-Sekvens 3 delt i to: den distinkte La Niña/El Niño-delen (a) og den nøytrale/positive delen (b).

Vel, hva skal man si? Historien gjentar seg nok en gang. I Fig. 24a kan man følge motfasesvingningene mellom de to sektorene fra El Niño 1994/95 og helt til oppgangen mot El Niño 2002/03 i etterkant av La Niña 1998/99/00/01. Svekket totalsignal. Så, brått, i 2001/02 skifter modusen, og de to sektorens OHC-utvikling går i følge. Signalet vedlikeholdes og/eller forsterkes. Denne tilstanden holdes i hevd under hele den nøytrale-positive delen av sekvensen, akkurat som ved de foregående sekvensene. Først ved oppgangen til El Niño 2006/07 kommer motfasemodusen på igjen. Og en ny ENSO-sekvens er i emning:



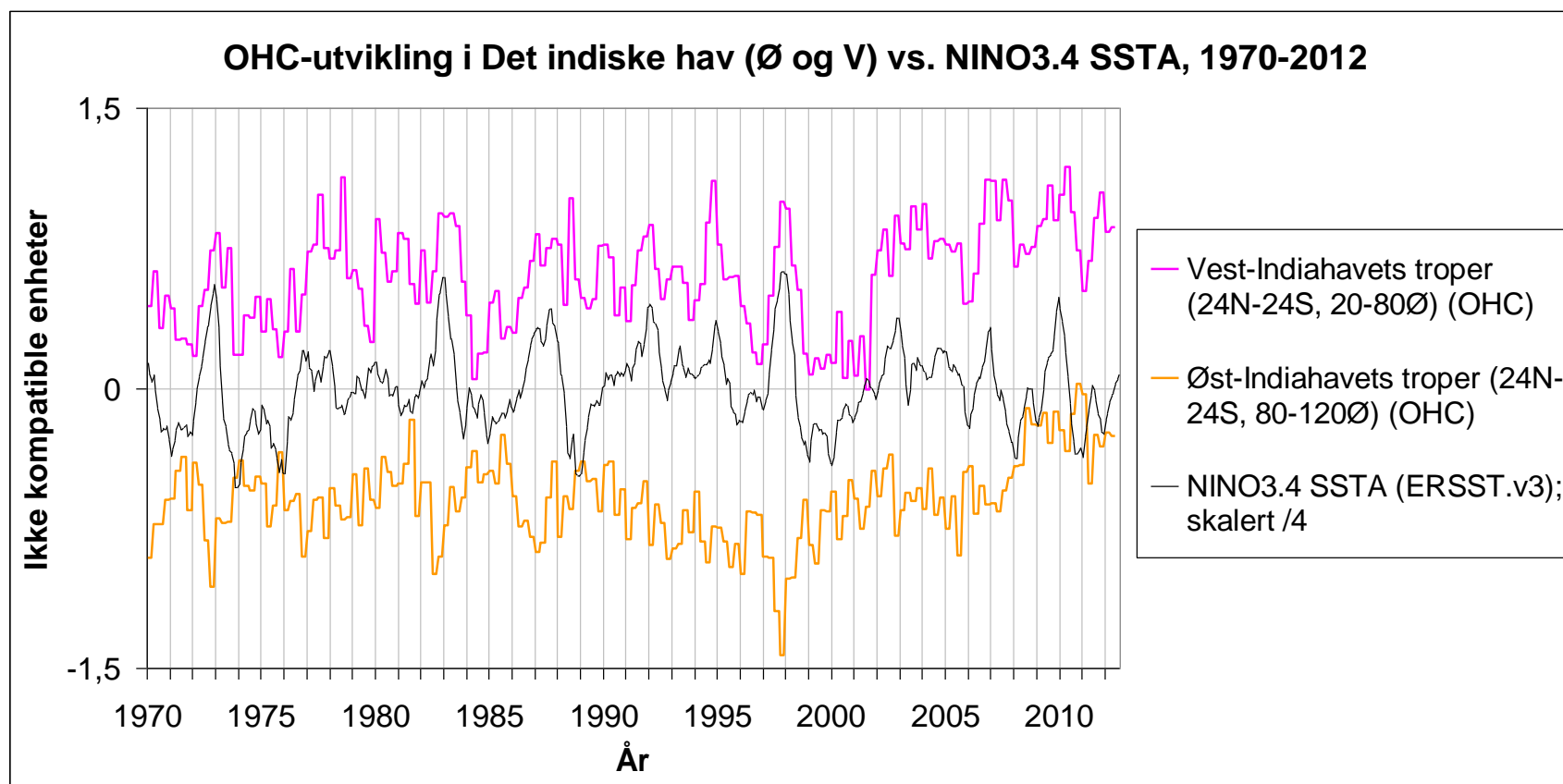
**Figur 25.** 'ENSO-Sekvens 4' i tropene.

Hva skjer så ved starten av den siste sekvensen, som vi ennå ikke kan kalle en fullverdig Sekvens 4? Motfasemodusen ser noenlunde opprettholdt ut (husk at sektoren utenfor Stillehavet (lyseblå kurve) henger ~6 måneder etter Stillehavet (rød kurve)). Men det skjer mye underlig her. Avviket mellom de to sektorene i forbindelse med El Niño 2009/10 og den påfølgende La Niña 2010/11 er påfallende stort. Stillehavets OHC *synker* (!) fra toppen av El Niño og helt til bunnen av La Niña, motsatt av den normale responsen. Jevnfør tilsvarende overganger i 1973, 1987/88 og 1998 – her går OHC konsekvent og markant *opp*. Samtidig holder OHC i sektoren utenfor Stillehavet seg oppe under hele den samme nedgangen, og begynner først å synke ordentlig idet La Niña bunner ut og sakte begynner å stige igjen (!). Dette er også det motsatte av normal respons. Med La Niña 2011/12 ser normalen ut til å være gjenopprettet, men det blir spennende å følge fortsettelsen ...

**Oppsummering:** Den tropiske OHC-kurven ser ut som den gjør fordi stillehavssignalet svekkes i de distinkte La Niña/El Niño-delene av ENSO-sekvensene, men opprettholdes og/eller forsterkes i de påfølgende nøytrale-positive delene. Dette mønsteret skyldes at tropene utenfor Stillehavet generelt følger Øst-Stillehavet (NINO), mens Stillehavet generelt følger Vest (WPWP), slik at de to normalt svinger i motfase, unntatt når ENSO gjennomgår sine nøytrale og/eller svakt positive/sekundære El Niño-faser, da motfasen opphører og de to sektorene snarere følger hverandre.

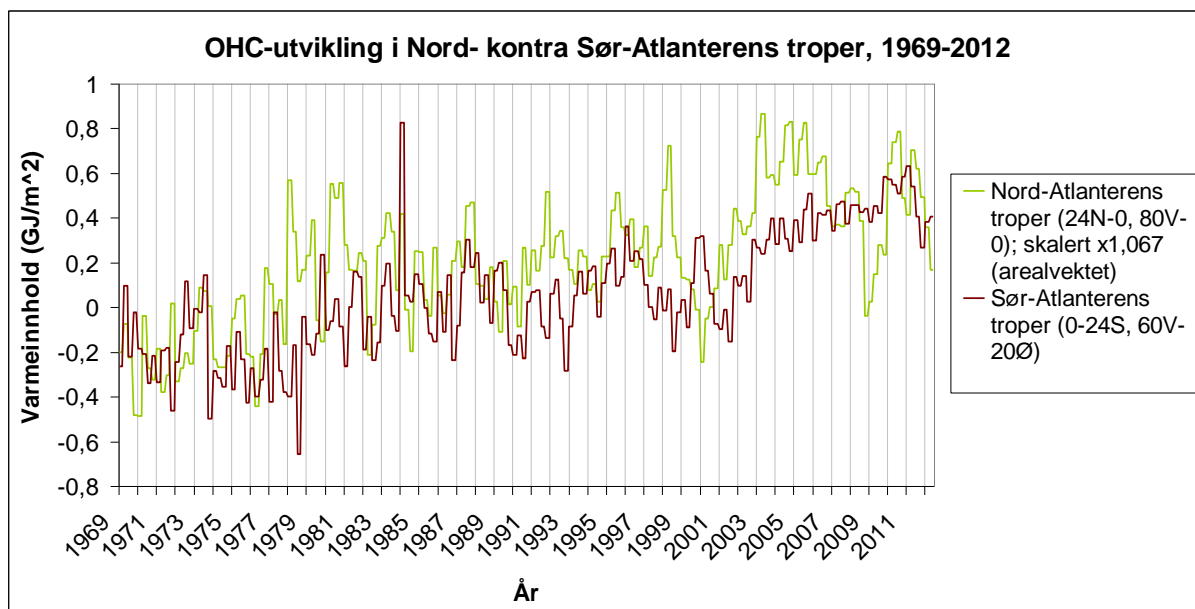
La oss til slutt ta en titt på de to andre tropiske havbassengene, altså utenfor Stillehavet: Atlanterhavet og Det indiske hav.

Her er Det indiske hav, delt mellom øst og vest. Dette gjør vi av en helt spesifikk grunn. Indiahavet er nemlig unikt ved at det følger WPWP sitt *trendforløp* temmelig slavisk fra 70-tallet og fram til i dag, men er delt i *utslagsresponsen* mellom øst og vest: Øst-Indiahavet, egentlig en vestlig forlengelse av WPWP, og en del av 'WPWP'-subsettet i Fig. 17, følger generelt i direkte fase med Vest-Stillehavet (oseanisk knyttet); Vest-Indiahavet, derimot, er i fase med Øst-Stillehavet (atmosfærisk telekoblet), og har altså utslag i *motfase* med WPWP i øst, selv om formen på OHC-utviklingskurven pussig nok er lik varmepoolens (for en sammenlikning med WPWP, se f.eks. Fig. 9, eller Fig. 17 (her er Øst-Indiahavet inkludert)):

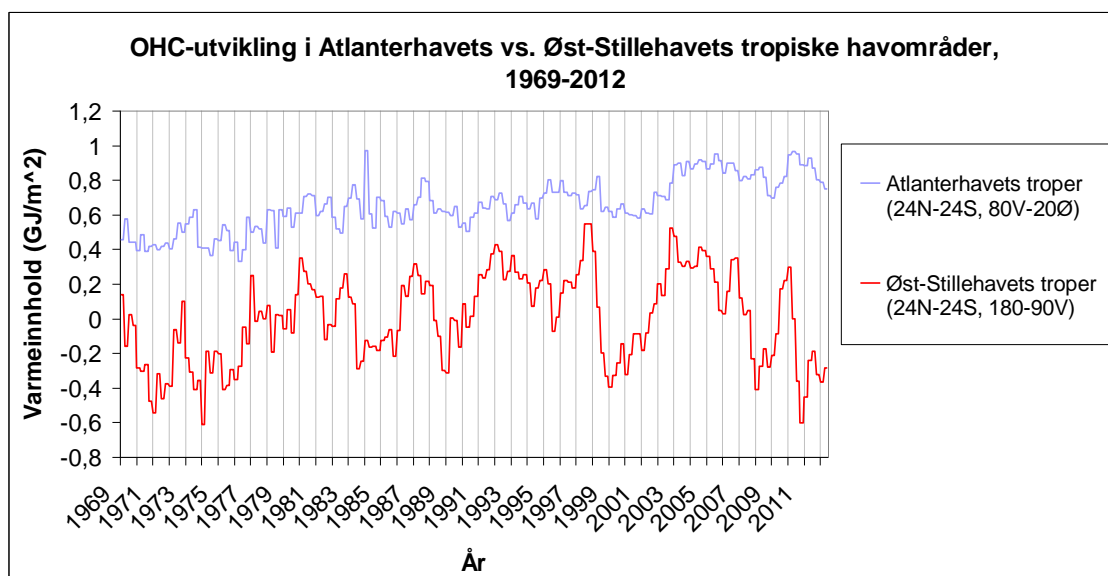


**Figur 26.**

Her følger det tropiske Atlanterhav. Dette kan deles i en nordlig og en sørlig del. Den nordlige delen amplifiserer trinnene telekoblet fra Øst-Stillehavet. Dette skjer først og fremst ved at responsen *ned* på de signifikante La Niña'er i større eller mindre grad er svekket, slik at det påfølgende opprykket starter fra et høyere nivå (se figurer under). S mater N med ekstra varme via havstrømmene i regionen (jf. Fig. 2 og 3). Ved tilfeller fungerer de to sektorene følgelig nesten (understreker nesten) som en miniversjon av Øst- og Vest-Stillehavet:

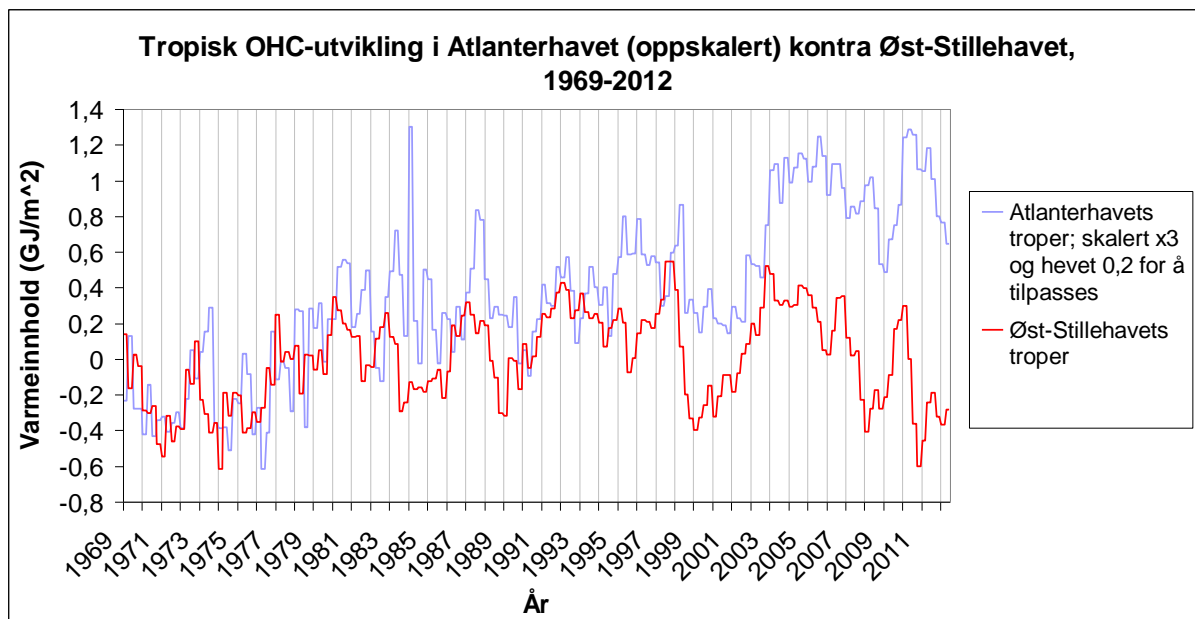


**Figur 27.** Merk invers eller kraftig inadekvat respons mellom N og S i periodene 1978-82, 1986/87, 1989-90, 1991-93, 1995, 1997-2002 og 2003-2010(2011?). Merk også at begge sektorer har praktisk talt flat trend fra omtrent slutten av 70-tallet (hhv. 1978 (N) og 1979/80 (S) til begynnelsen av 2000-tallet (hhv. 2001 (N) og 2002 (S)). Verdt å ta notis av er til slutt de generelt motsatte trendlinjene siden 2003 (nedadgående i N, oppadgående i S). Noe av det samme kan skjelles i starten av komposittgrafene. Her synes trenden i S å være svakt nedad, mens den samme i N synes å være svakt oppad.



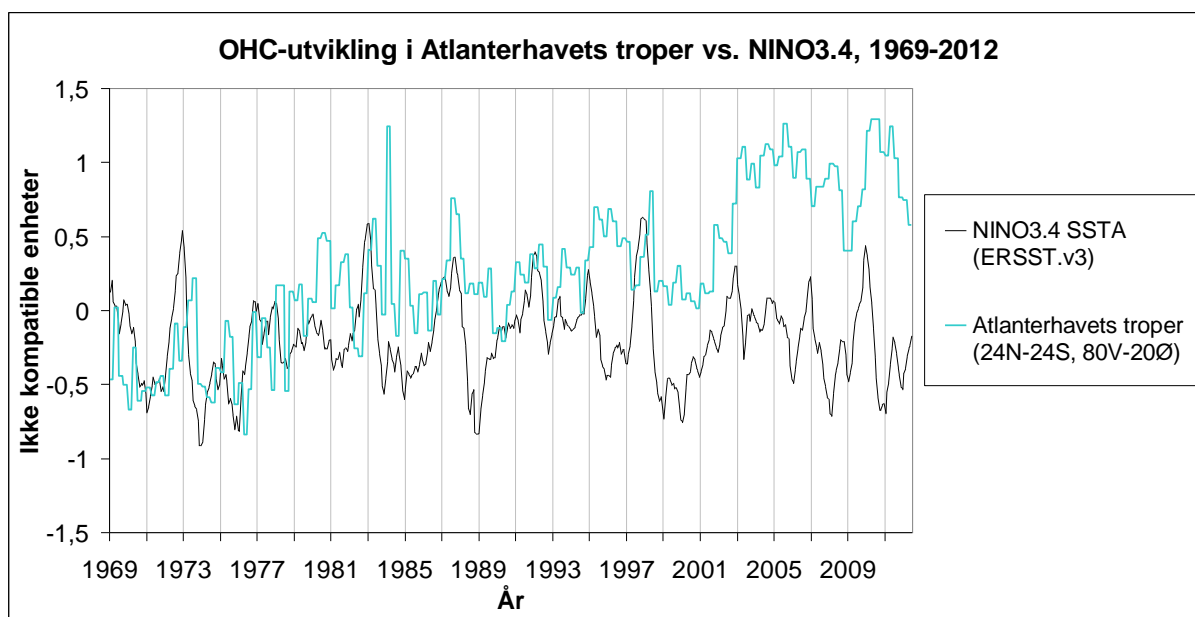
**Figur 28.** Her er OHC i det tropiske Atlanterhav vektet og satt opp mot det tropiske Øst-Stillehav. Størrelsesforholdet er verdt å ta med seg. Dessuten den gjennomgående atlantiske forsinkelsen. Men det er tydelig nok at Atlanterhavets troper emulerer Øst-Stillehavets signal, selv om de sliter med La Niña-responsen etter ~1977.

Her er samme sammenstilling, bare med Atlanteren oppskalert for å passe og for å tydeliggjøre hva som skjer:



**Figur 29.** Atlanterhavet aksentuerer trinnene i det østlige Stillehav, og vi vet allerede at den nordlige delen av tropene dessuten gjør det meste av amplifikasjonen, med oseanisk hjelp fra sør (Fig. 27). Merk særlig hva som skjer i de atlantiske tropene under den abnorme La Niña 1995-97 og den treårige La Niña 1998-2001. Førstnevnte respons får ikke konsekvenser, men den sistnevnte får det – opprykket 2001-03 starter fra et langt høyere nivå etter den store, triple La Niña-episoden enn det gjør i Øst-Stillehavet. Følgelig utøkes 'forspranget' opprinnelig inntatt omkring 1980, etter opprykket fra La Niña 1973-76.

Her ses samme utvikling med et annet perspektiv, satt opp mot NINO3.4:

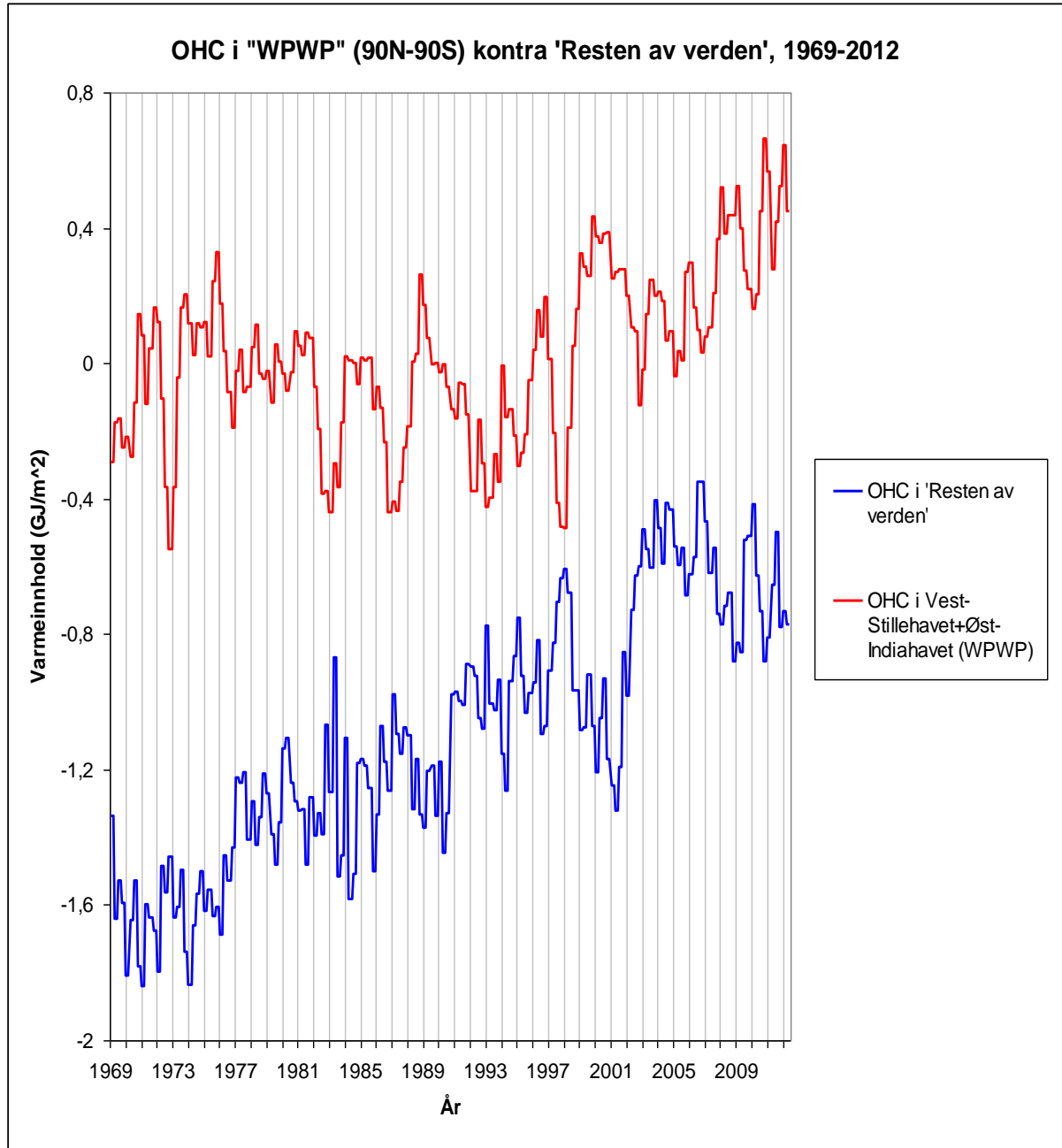


**Figur 30.**

(Legg forresten merke til hvor uforholdsmessig lite av den enorme varmemengden generert i det tropiske Atlanterhav i 2002-03 som når de Nord-Atlantiske ekstratropene (jf. Fig. 5b).)

## To globale OHC-subsett

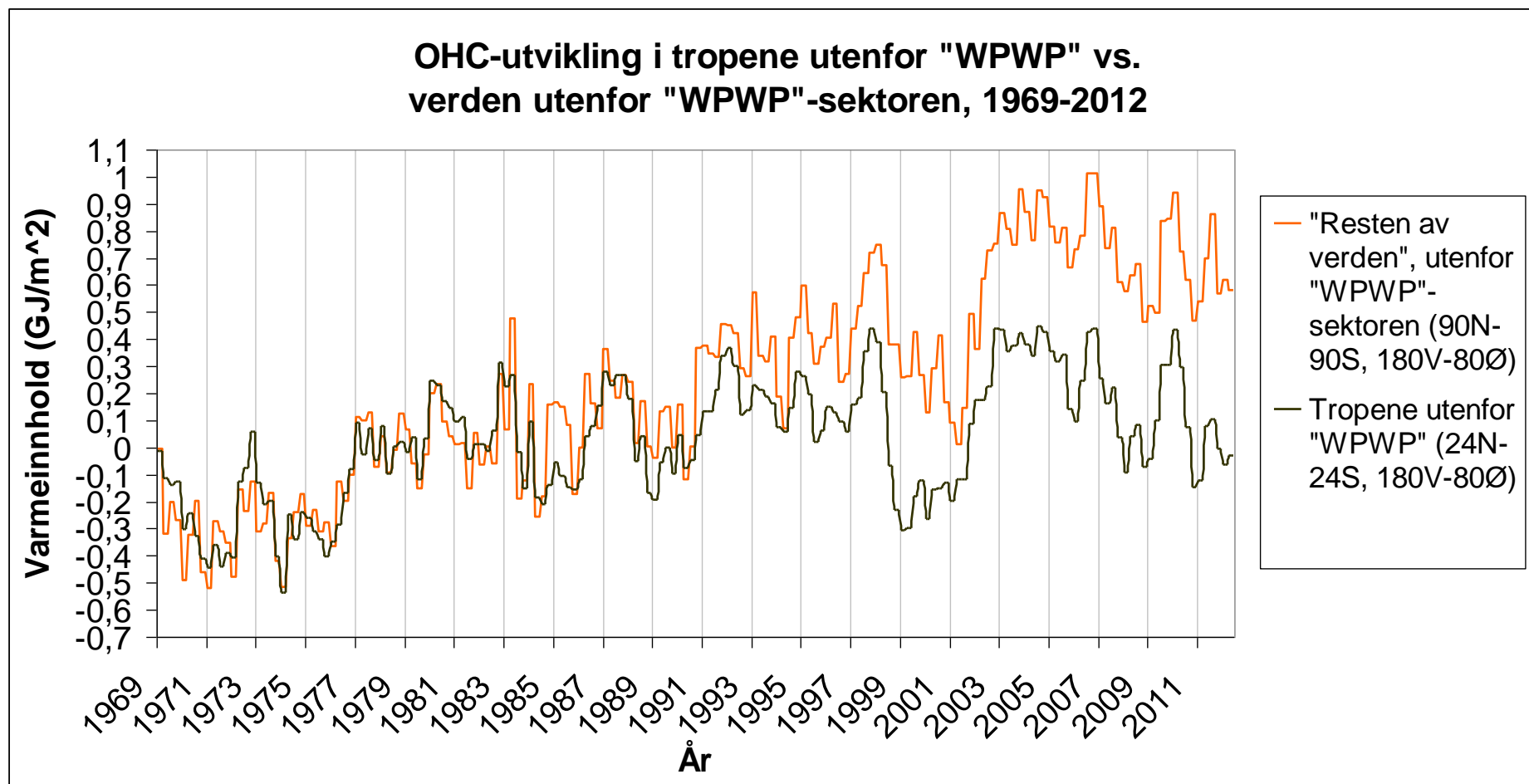
Vi kan dele inn verdenshavet som helhet, som vi først delte Stillehavet (Fig. 11) og deretter tropene totalt (Fig. 17), i to motsvingende deler. Disse to subsettene følger *også* ENSOs to store pendelsektorer (Øst- og Vest-Stillehavet). Men nå vil noe nytt og signifikant tre fram.



**Figur 31.** Den blå kurven omfatter den samme sektoren som 'Resten av tropene' i Fig. 17 og 18, altså 180V-80Ø, bare utvidet fra 24N-24S til 90N-90S. På samme måte omfatter den røde kurven her den samme sektoren som 'WPWP' i Fig. 17 og 18, altså 80-180Ø, bare utvidet til 90N-90S. Man vil kunne se at dette i essens er de samme kurvene som svingte mot hverandre i Stillehavet (Fig. 9, 10 og 11) og i tropene som helhet. Men noe nytt er kommet til: Tre klare tinn i 'Resten-av-verden'-kurven. Husk at disse to kurvene inneholder data fra hele verdenshavet, og summert vil de altså utgjøre den globale OHC-kurven 1969-2012. (OBS! Dataene bak den blå kurven er multiplisert med 2,333 for å ta høyde for dette subsettets langt større havareal (70/30).)

Så hva er skjedd under utvidelsen?

I Figur 32 under er de to kurvene omtalt under Fig. 31, altså 'Resten av tropene' og 'Resten av verden', satt opp mot hverandre siden 1969:



**Figur 32.**



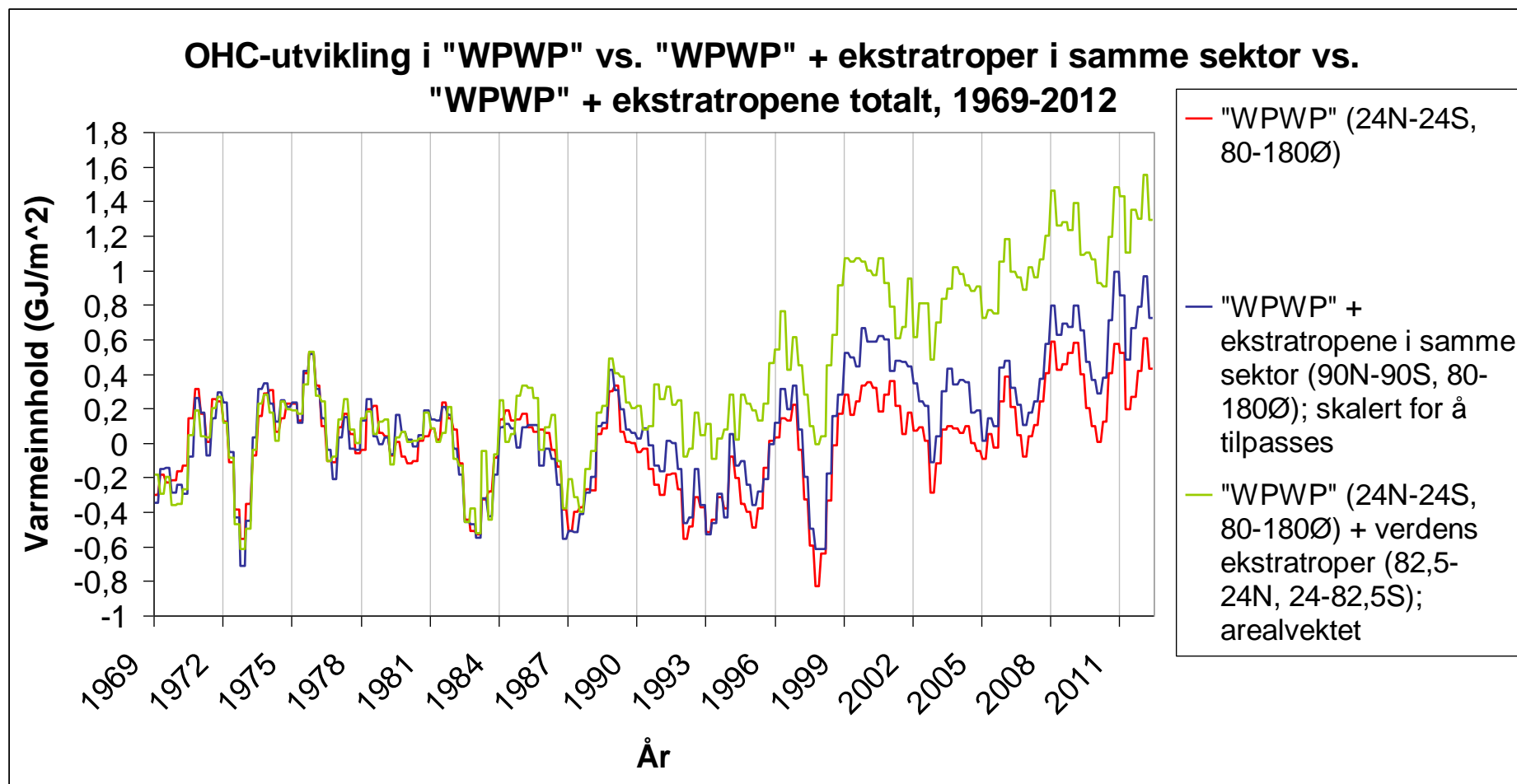
Vi ser altså tre trinn, med opprykk i henholdsvis 1976/77, 1990/91 og 2002/03.

- 1) Det første trinnet kjenner vi igjen fra tropene. Dette aksentueres ikke i ekstratropene. Ekstra varme unnsnapp altså ikke de tropiske havområdene under denne OHC-nivåhevingen. "*What you see (in the tropics) is what you get (globally).*"
- 2) Det andre trinnet er 'nytt'. Det har ikke blitt sett i tropene. Vi kan for så vidt skjelne en generell heving i snittnivå på 'Resten-av-tropene'-kurven i Fig. 32 etter ~1990/91 (etter La Niña 1988/89), men denne nulles ut av en tilsvarende senkning i 'WPWP'-kurven fra tropene, slik at for tropene som helhet kommer dette trinnet aldri fram (jf. Figur 19 over). Like fullt ser vi et helt klart opprykk på den utvidede (90N-90S) kurven. Det kan synes som om varmpulsen som ble generert i tropene ved dette tilfellet (La Niña 1988/89 var nok synderen) av en eller annen grunn ble distribuert direkte og uavkortet til ekstratropene. Vi skal komme tilbake til dette trinnet litt senere.
- 3) Det tredje opprykket kjenner vi imidlertid igjen fra tropene. Det finner sted like i etterkant av La Niña 1998/99/00/01. Men nivåhevingen er større i 'Resten av verden' enn i 'Resten av tropene' (her er den faktisk nesten fraværende). En vesentlig del av varmen må nok en gang ha blitt transportert ut av tropene underveis i dette trinnet. Dette antydte vi trolig var tilfelle under Fig. 20 over. Men *når* skjedde dette? Det skjedde nemlig ikke under selve opprykket, som vi kan se av Fig. 32.

Det er viktig å poengtere at når jeg skriver 'ekstra varme' betyr dette rett og slett at noe av La Niña-varmen som lagres opp i WPWP føres ut av tropene underveis. Det vil si at OHC-oppgangen vi ser i tropene under den spesifikke La Niña *ikke* gir hele bildet – mer varme enn det vi ser der ble totalt sett generert. Vi ser det samme bildet i 'Resten av tropene' (den som normalt er i motfase til WPWP, og som følger NINO-regionen/Øst-Stillehavets troper). I Atlanterhavets troper f.eks. synker ikke OHC adekvat under signifikante La Niña'er (Fig. 29 og 30 over), og dette bereder grunnen for en nivåheving i etterkant, selv om det påfølgende opprykket i seg selv ikke er større enn i Stillehavet. Den inadekvate responsen i Atlanterhavet under disse episodene skyldes imidlertid atmosfæriske telekoblinger fra det østlige Stillehav, ikke direkte oseanisk influens fra det vestlige (WPWP). Men det er den samme skjevheten som oppstår (jf. Fig. 16).

Dersom vi gransker de to kurvene i Figur 32, så oppdager vi at både opprykket i 1990/91 og 2002 inntreffer fra allerede høyere nivåer. Den foregående inverse responsen på La Niña har i begge tilfeller ikke klart å senke OHC i 'Resten-av-verden'-kurven proporsjonalt med 'Resten-av-tropene'-kurven. Dette kommer faktisk ganske så tydelig fram. Opprykkene som sådan er følgelig egentlig ikke noe større enn i tropene (OBS! Man må ikke la seg lure av enkeltutslag, søkk eller topper); ingen ekstra energi her, altså. Denne er tilført i forkant. Akkurat som i Stillehavet.

La oss se på den 'motsatte' grafen til Figur 32:



**Figur 33.** Den røde kurven er den tropiske WPWP-sektoren (jf. Fig. 17). Den blå kurven er den samme sektoren, bare utvidet fra 24N-24S til 90N-90S (tilsvarer den røde kurven i Fig. 31). Den olivengrønne kurven er den tropiske WPWP (rød kurve) + alle jordas ekstratropen, N og S, cirkumglobalt. Som en kan se blir trinn 2 og 3 mer og mer aksentuert jo mer av ekstratropene en tar med. Trinn 1 forblir det samme.

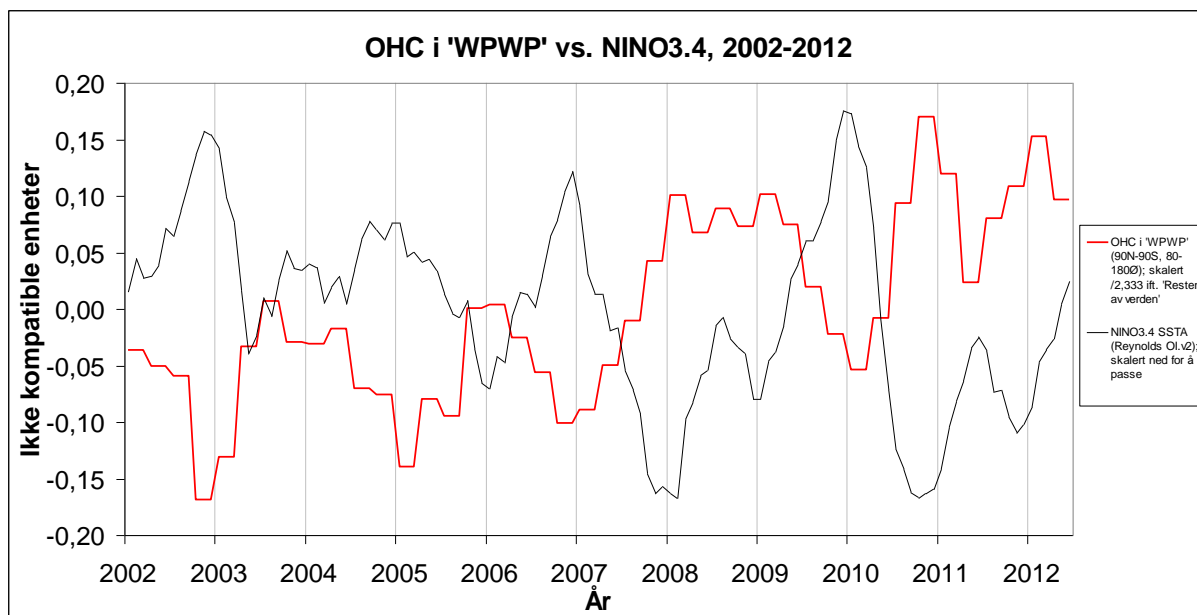
Merk at de tre trinnhevingene i Fig. 33, som seg hør og bør, skjer *før* opprykkene i den motsatte delen av verden (Fig. 32), hhv. → 1976, → 1989 og → 2001. Observer dessuten at mens den olivengrønne kurven (WPWP + alle ekstratropen) ved de to siste trinnene tilsynelatende starter

hevingen i forhold til WPWP (den røde kurven) allerede i 1985 og 1995 (med foregående La Niña'er og El Niño'er), skjer opprykket i den blå kurven (WPWP 90N-90S, rød kurve og øverste subsett i Fig. 31) i forhold til den røde (WPWP 24N-24S, grønn kurve og øverste subsett i Fig. 17) i 1988/89 og 1998/99, ved selve bunnen av de store La Niña'er de årene.

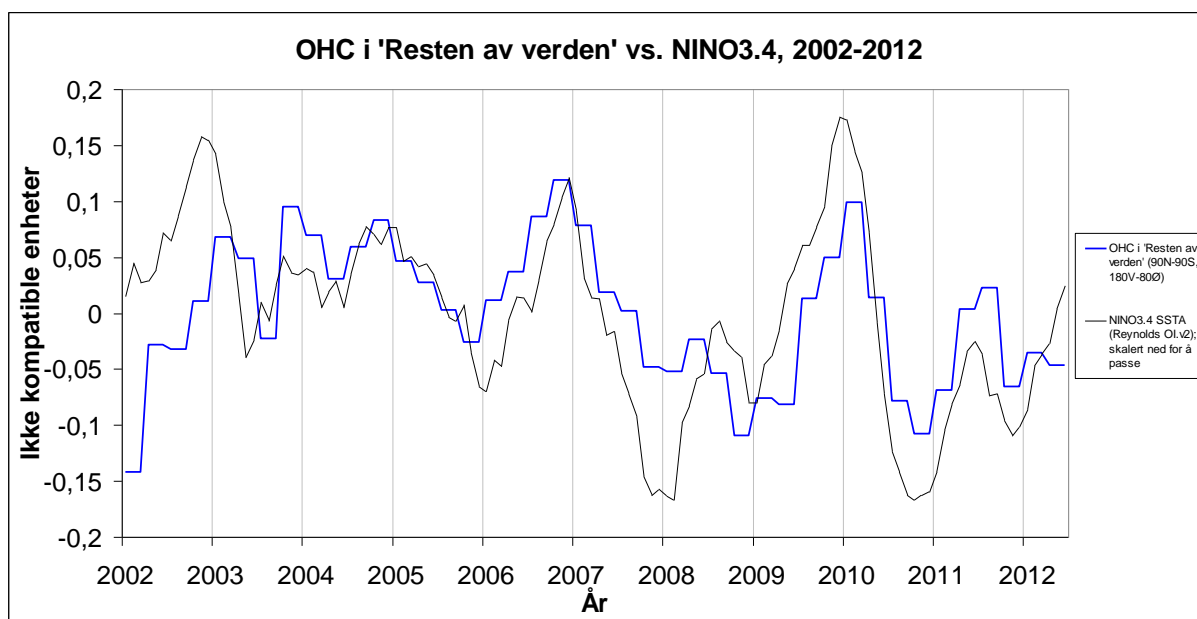
Fig. 32 og 33 sammenstilt viser hvordan nettopp disse 'ekstra' varmepulsene i WPWP under La Niña 1988/89 og 1998/99/00/01 propageres ut til ekstras tropene og hindrer OHC i å falle adekvat i 'Resten av verden (90N-90S)' under samme perioder, slik at når den påfølgende hevingen mot El Niño i denne sektoren tar til, starter den allerede fra et høyere nivå. Slik kommer Trinn 2 og 3 i stand, ved hjelp av energien lagret opp under de to signifikante La Niña'ene.

På den olivengrønne kurven i Fig. 33 (WPWP + alle ekstras troper) kan en også se hvordan OHC rykker opp en andre gang i forhold til den tropiske WPWP, nemlig i 1990/91 og 2002/03. Dette skyldes 'Resten av tropene'-opptrykket som *her* blir propagert til ekstras tropene (jf. Fig. 32). Vi ser ikke det tilsvarende hos 'WPWP 90N-90S' ift. 'WPWP 24N-24S' (blå vs. rød kurve i Fig. 33).

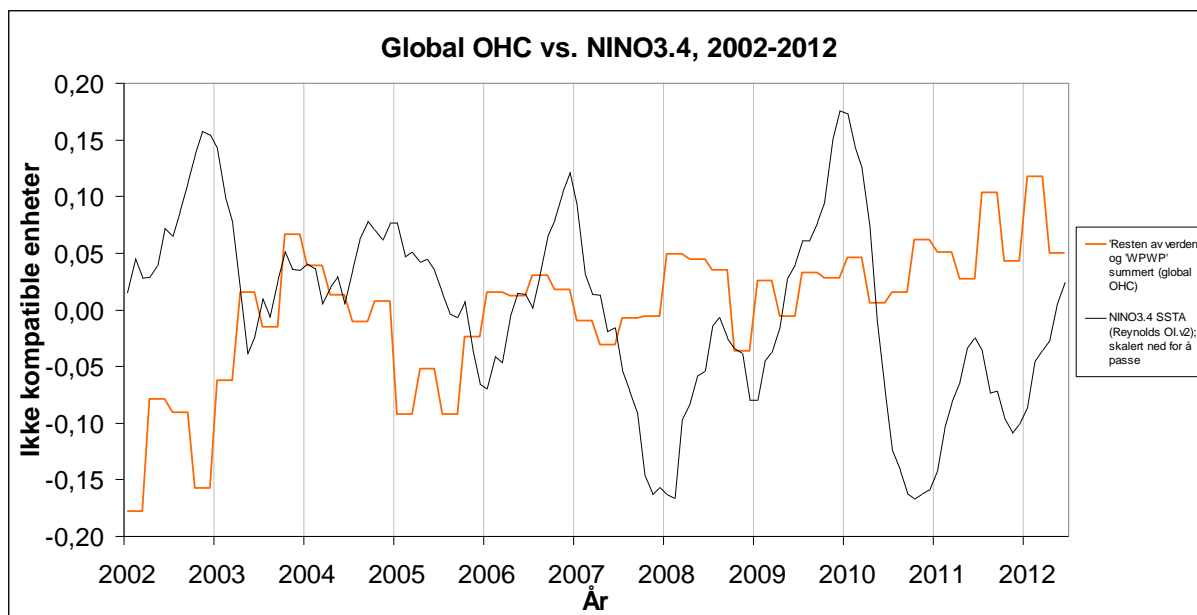
Før vi nå straks returnerer til den globale OHC-kurven, kan det være greit å vise hvordan den, som nevnt, til syvende og sist er et kompositt av de to motstående globale subsett i Fig. 31. Dette vil si, det som avgjør i hvilken retning trend og utslag på den globale kurven til enhver tid går, er det innbyrdes styrkeforholdet mellom de to subsettene, altså hvilken av dem som fremhersker – hvem som stiger/synker mest. Trinnene, har vi sett, er å finne i 'Resten av verden'-subsettet, mens utslagene i 'WPWP 90N-90S'-subsettet generelt sett er større enn i 'Resten av verden'. Dette siste er imidlertid ikke helt konsekvent, noe som vil framkomme under eksempelperioden jeg vil bruke for å illustrere, nemlig 2002-12. Og derfor synes ikke den globale kurven alltid å følge ENSO så godt, og den gjør det i hvert fall ikke slavisk. Treffpotensialet er imidlertid altså langt bedre dersom vi deler den opp i de to motsvingende subsettene. Det er først da vi virkelig ser hvilken totalt styrende faktor ENSO er i den globale OHC-utviklingen:



**Figur 34.** OHC-utviklingen i 'WPWP 90N-90S' 2002-12, satt opp mot NINO3.4. En flott innersynsynkronisitet (motfase).

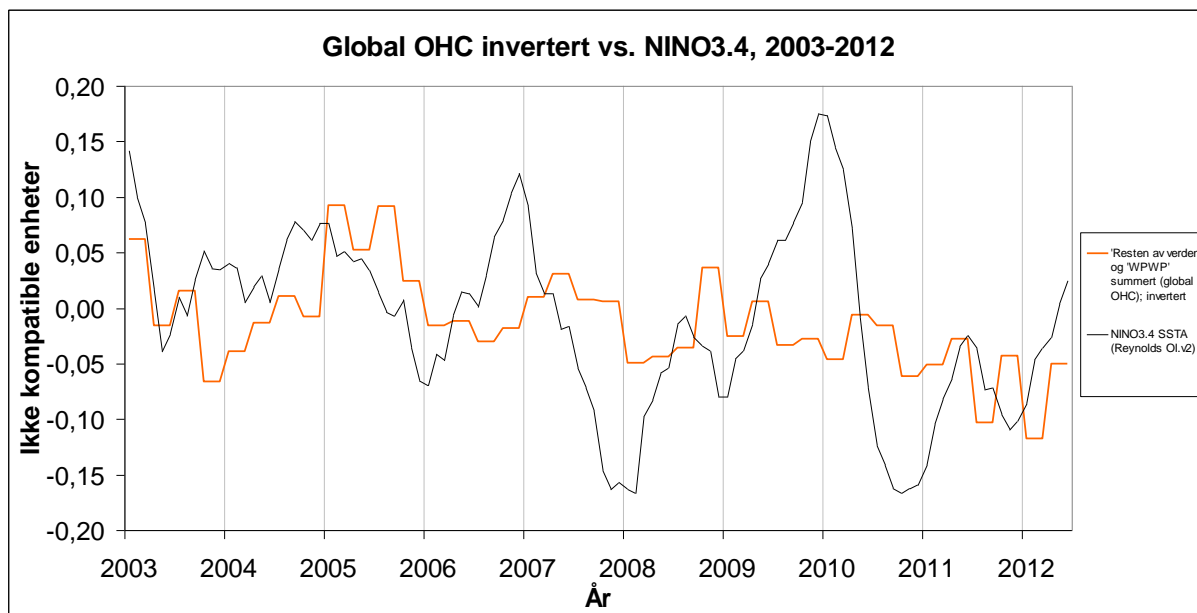


**Figur 35.** OHC-utviklingen i 'Resten av verden' 2002-12, satt opp mot NINO3.4. Svingningene følger her ENSO ganske så slavisk (medfase), selv om utslagene varierer i styrke. Merk dog opprykket i starten av perioden.



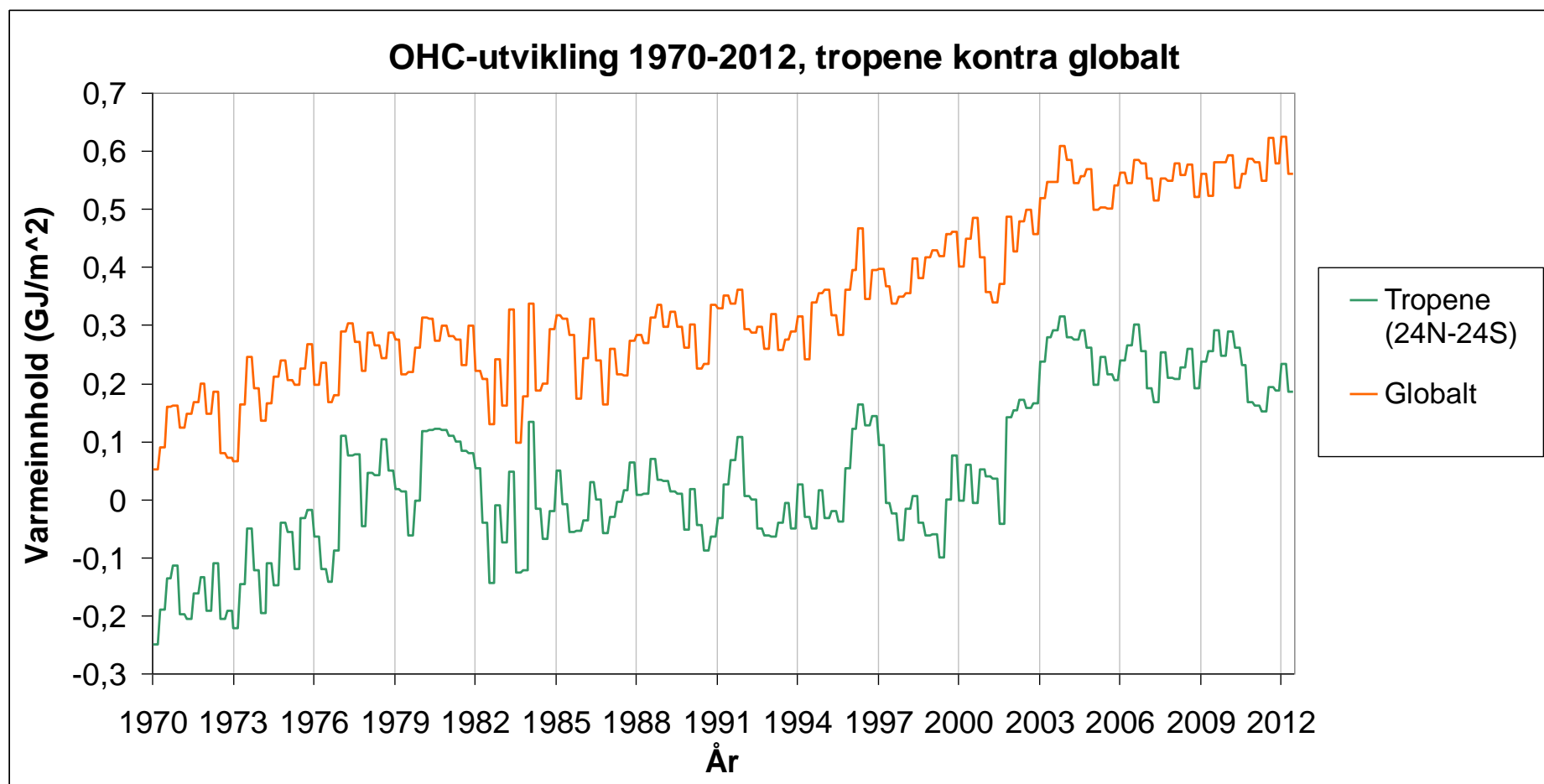
**Figur 36.** De to subsettene i Fig. 34 og 35 summert til den globale kurven. Opprykket i starten, fra 'Resten av verden', er tydelig. Trenden deretter følger mer 'WPWP 90N-90S' enn 'Resten av verden', altså generelt svakt oppadgående. De enkelte utslag treffer litt vilkårlig med NINO-kurven. Dette skyldes rett og slett det varierende styrkeforholdet mellom de to 'konkurrerende' subsettetene.

Dersom vi inverterer den globale OHC-kurven i Fig. 36, får vi bedre fram hvordan den følger Vest-Stillehavets ('WPWP 90N-90S') generelle trend snarere enn Øst-Stillehavets ('Resten av verden'), representert her ved NINO3.4-kurven:



**Figur 37.**

Endelig er det så på tide å gå tilbake til den fullstendige (fra 1970) globale OHC-kurven. Her er den sammenstilt med den tropiske:



**Figur 38.**

Vi husker de 4 tilfellene av endret fordelingsmønster fra tropene til ekstrapene, som leder til de få forskjellene som er å finne mellom disse to grafene. I 1977 stengte AO (og AAO?) igjen porten for varme ut av tropene. Derfor ser vi de tropiske toppene mellom 1977 og 1982 svært fortrykt globalt. I 1988/89 åpnet så AO porten på vidt gap nordover, AAO gløttet også litt opp, noe som ledet til en klar trinnheving særlig i de nordlige ekstrapeter på denne tida. Vi ser ikke trinnet i tropene, selv om vi vet det hadde sin opprinnelse der, ved svært dype La Niña 1988/89, men det kan skjernes på den globale kurven. Trinnet er like fullt langt mindre enn Trinn 1 og 3, som man jo må vente seg, siden det her dreier seg om treårige La Niña'er kontra en ettårig. I 1997/98 var det AAO sin tur til å åpne porten på vidt gap, noe som ledet til et voldsomt opprykk i de sørlige ekstrapeter. AO var også positiv på denne tida og tillot overskuddsvarme fra La Niña 1998/99/00/01 nordover, dog i mindre grad enn i sør. Til slutt slo AAO døra opp på ny i 2010, og vi ser en klar topp i sør, og kun der, siden. Denne kan finnes igjen på den globale kurven. Referer til Fig. 5 for nok en gang å følge dette forløpet visuelt.

Vi analyserer den globale kurven i Fig. 38:

- Antydning til en aldri så liten nivåheving under La Niña 1970-72 og den påfølgende El Niño 1972/73. Dette skjer i så fall i ekstrapene.
- Stigning under La Niña 1973-76.
- Ekstra opprykk i 1977. Dette er gjort rede for under gjennomgangen av den alltropiske kurven.
- Flatt strekk 1977-88.
- Liten stigning under La Niña 1988/89. Kun i ekstrapene.
- Ekstra lite opprykk i 1990/91. Tilsvarende som etter La Niña 1973-76 og 1998-2001. Kun i ekstrapene.
- Flatt strekk 1991-95/96
- Nivåheving under La Niña 1995-97 og den påfølgende El Niño 1997/98. Dette skjer kun i ekstrapene.
- Stigning under La Niña 1998-2001. En god del av dette skjer i ekstrapene.
- Ekstra opprykk i 2002/03. Dette er gjort rede for under gjennomgangen av den alltropiske kurven.
- Flatt strekk 2003-2011.
- Opprykk i 2011/12 (La Niña 2010-12). Dette har sin opprinnelse helt og holdent i de sørlige ekstrapeter.

Svingningene mellom El Niño, nøytraltilstand og La Niña i det tropiske Stillehav, de helt distinkte ENSO-sekvensene som gjentar seg 3(4) ganger fra 1970 og fram til i dag, samt verdenshavets to motstående subsetts (ifølge ENSOs to pendelendepunkter) spesifikke responser under de ulike segmentene av dem, forklarer altså den globale OHC-utviklingen ganske så greit. Og alt bunner i skjevheten i opplagring/frigivelse av energi som oppstår i spesifikke tilfeller mellom La Niña og El Niño, mellom Øst- og Vest-Stillehav. Samt motfasemodusen som ved like spesifikke tilfeller opphører å virke.

## Oppsummering

- Vi har skjønnet at energien jordsystemet absorberer fra sola primært mottas, lagres i og fordeles fra de tropiske hav.
- OHC i ekvatropene dreier seg således i all hovedsak om distribusjon fra tropene.
- Av de tropiske hav er Øst-Stillehavet den suverene mottaker og følgelig den ubestridte dirigent av utviklingen. Vest-Stillehavet, i form av The West Pacific Warm Pool (WPWP) er dets reservoar.
- Øst- og Vest-Stillehavet har en OHC-utvikling som svinger i nesten perfekt motfase. Merk 'nesten'. ENSO-fenomenets pendelprosesser over det tropiske Stillehav forflytter enorme mengder energi mellom Øst og Vest, og dette skaper utslagene. Energi fra sola tas generelt opp i det østlige Stillehav under La Niña-tilstander, da himmelen her er relativt skyfri, takket være sterke, konsistente passatvinder fra øst til vest. Energien lagres så opp i WPWP. Under den påfølgende El Niño trekkes det oppvarmede vannet tilbake mot øst, og energien lagret opp kan frigis igjen. Men denne dumphuskeeffekten er ikke alltid 1:1.
- Resten av tropene og resten av verdenshavet følger Stillehavets ENSO-pendel. De kan begge deles inn i to tilsvarende motsvingende subsett, på samme måte som det tropiske Stillehav.
- Ved noen få tilfeller siden 1970 (da global OHC begynte å stige) har det oppstått en skjevhet i opplagring/frigivelse av energi mellom Øst og Vest i Stillehavet. Disse skjevhetene inntreffer under svært dype og/eller langvarige La Niña'er, i ett tilfelle også under en abnorm middels episode. Disse La Niña'ene er: 1) 1973-76 (treårig), 2) 1988/89 (svært dyp), 3) 1998-2001 (treårig) samt muligens 4) 2010-12. I tillegg skjer opplagring i stort monn under La Niña'ene som kommer før disse, men kun ved ett tilfelle, kanskje to, har denne hatt reelle implikasjoner over tid på den globale OHC. Dette tilfellet er La Niña 1995-97, som er et spesielt kasus. Det andre er 1970-72, men den totale effekten her var svært liten.
- Disse kraftige og/eller langvarige La Niña'ene lagrer opp så mye varme at de påfølgende El Niño-episoder ikke klarer å drenere energiopptaket igjen. Slik heves det generelle OHC-nivået. Mye av varmen som mottas under de to siste årene av de treårige La Niña'ene hoper seg opp i Øst snarere enn i Vest, noe som legger grunnlag for en markant skjevhet, ved et høyere utgangsnivå i Øst, idet pendelen igjen svinger den andre veien, tilbake mot El Niño.
- Trinnendringene og den generelle OHC-utviklingen følger et helt fast mønster helt fra 1970 til i dag. Dette mønsteret er satt gjennom en spesiell ENSO-sekvens man kan følge på NINO3.4-kurven, som gjentar seg 4 ganger (den fjerde er bare halvveis, og det er usikkert hvordan den vil spille ut) over perioden. Sekvensen varer i 12 eller 13 år og består av to tydelig distinkte segmenter: Det første omfatter markante ENSO-episoder – en La Niña, deretter en stor (primær) El Niño og så en ny, stor La Niña. Det andre segmentet følger etter den andre La Niña'en. Dette omfatter en periode uten tydelige La Niña-tilstander, med lang tid i nøytralt lende, og med 3-4 mindre (sekundære) El Niño'er. Under det første segmentet fungerer motfasemodusen (+1/ -1=0) mellom Øst og Vest som den skal. Under det andre bryter den sammen, og vi ser medfaserespons (+1/+1=2) eller svekket/flat respons (+1/0=1). Dette forårsaker ekstra OHC-nivåhevinger i etterkant av de store La Niña'er.



Det er veldig åpenbart ENSO som driver global OHC, gjennom de to motstående globale subsett (Fig. 31). Det er altså ikke slik at hele verdenshavet lagrer opp varme under La Niña og frigir den igjen under El Niño. Dette skjer kun i det ene av de to subsettene (WPWP - Vest). I det andre (NINO - Øst) er forløpet motsatt. Det er til enhver tid styrkeforholdet de to reservoarene imellom som bestemmer utviklingen, under hver episode og over tid.

- - -

Alle diagrammer i dette dokumentet er generert på grunnlag av data hentet fra 'KNMI Climate Explorer' ([climexp.knmi.nl](http://climexp.knmi.nl)). OHC-dataene er fra NODC (0-700m, Levitus et al. 2009, oppdatert fram til og med juni 2012). SST-datene (NINO3.4) er fra ERSST.v3 og Reynolds OI.v2.

OBS! AO (DJFM) i Fig. 6 er hevet av meg med 0,3 standardenheter. Dette stemmer overens med en normal for AO-indeksen fra 1899-2011 (Extended Winter AO Index), men ikke med en normal fra 1950-2012 (som NCEP/CPC sin på KNMI Climate Explorer). Dette skyldes at perioden 1950-87 er såpass negativ at den trekker normalen ned. AO var mer positiv i tidligere deler av forrige århundre. Se f.eks. her:

[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Arctic\\_Oscillation.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Arctic_Oscillation.svg) med data hentet herfra:

[https://climatedataguide.ucar.edu/sites/default/files/cas\\_data\\_files/asphilli/nam\\_pc\\_djfm.txt](https://climatedataguide.ucar.edu/sites/default/files/cas_data_files/asphilli/nam_pc_djfm.txt)

Dessuten:

<http://www.arctic.noaa.gov/report08/images/essays/atmosphere/A5.png> hentet herfra: <http://www.arctic.noaa.gov/report08/atmosphere.html>

Figur 1 er hentet herfra: <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7j.html>

Figur 1b er hentet herfra: <http://www.venturaphotonics.com/GlobalWarming.html> (ARGO Float Program, NOAA)

Figur 1c er hentet herfra: <http://www.agu.org/journals/ja/ja0811/2007JA012989/body.shtml> (Fig. 2)

Figur 2 og 3 (modifisert av meg) er hentet herfra: [http://oceanworld.tamu.edu/resources/ocng\\_textbook/chapter05/chapter05\\_06.htm](http://oceanworld.tamu.edu/resources/ocng_textbook/chapter05/chapter05_06.htm)

Figur 8a (modifisert av meg) er hentet herfra: <http://www.columbia.edu/~mhs119/ElNino-LaNina/>