

Dimensionering av de nationella marina pelagialprogrammen

Lars Andersson, Nils Kajrup och Björn Sjöberg

Dimensionering av de nationella marina pelagialprogrammen

Lars Andersson, Nils Kajrup och Björn Sjöberg



Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 Norrköping
Tel 011 -495 80 00 · Fax 011-495 80 01

Dimensionering av de nationella marina pelagialprogrammen

Lars Andersson, Nils Kajrup och Björn Sjöberg

Sammanfattning:

Det nya miljöövervakningssystemet skall fokuseras mot att följa de uppsatta miljömålen, säkra internationell rapportering, samt ge underlag för de kommande miljökvalitetsnormerna. Den nationella marina pelagialövervakningen skall tillsammans med övrig nationell och internationell information kunna redovisa i första hand tillstånd och effekter av eutrofiering och i andra hand tillstånd och förändringar med avseende på biologisk mångfald.

SMHI fick med andledning av detta i uppdrag att utreda hur ett nationellt marint pelagialprogram torde dimensioneras. På det datamaterial som fanns tillgängligt har dels styrkeberäkningar utförts, för att avgöra möjligheten att fastställa trender, dels spatial korrelation studerats, för att beräkna den rumsliga upplösning som krävs. Den analys som utförts, tyder på att nuvarande program i stort sett är rätt dimensionerade, både när det gäller tidsmässig och rumslig upplösning. När det gäller de kemiska och fysikaliska parametrarna kan man i de flesta fall, med nuvarande frekvens, upptäcka de förändringar som anges i förutsättningarna. När det gäller de biologiska parametrarna har det varit svårare att göra en riktig analys. Det är dock helt uppenbart att de biologiska parametrarna kräver en högre mätfrekvens, åtminstone under viss del av året, än de kemiskt-fysiska. Därför bör biologisk provtagning i första hand koncentreras till de högintensiva stationerna.

Uppdraget:

I uppdraget ingår att utreda behovet av tidsmässig och spatiell upplösning i pelagialprogrammen, mot förväntad förändringstakt mellan och inom år inom respektive bassäng.

För varje delprogram skall redovisas:

- Miljömål
- Variabel
- Typ av årsvärde
- Storlek av den förändring man vill upptäcka
- Metod att särskilja antropogen och naturlig variation
- Styrkeberäkning
- Acceptabel osäkerhet
- Förslag till övervakningsstrategi

Metodmässigt skall pelagialprogrammen följa Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning och Guidelines utarbetade inom HELCOM och OSPAR. Eventuella brister i Handboken skall identifieras.

Se även bilaga 1.

Förutsättningar:

- Naturvårdsverket har utarbetat ett förslag till ett nytt nationellt miljöövervakningsprogram. Det nya programmet skall börja införas år 2000. Enligt direktiven skall miljöövervakningssystemet fokuseras mot att följa de uppsatta *miljömålen*, säkra *internationell rapportering* och ge underlag till de kommande *miljökvalitetsnormerna*. *Biologisk mångfald* utpekas också som ett område där miljöövervakningen särskilt behöver stärkas.
- Regeringens miljöproposition 1997/98:145 ger vissa riktlinjer inom vilka *tidsramar* som den marina miljöövervakningen ska kunna ge underlag för åtgärder. Generellt bör en förbättrad havsmiljö och en återhämtning av ekosystemen vara *mätbar* före år 2010. De uppsatta miljökvalitetsmålen bör vara *uppnådda* inom en generation, dvs inom ca 20 år. Ekosystemens återhämtningsförmåga är dock avgörande för hur snabbt de olika delmålen kan nås. Vad gäller övergödning av Östersjön i sin helhet kan miljökvalitetsmålet troligen uppnås först mot slutet av nästa sekel. En återhämtning bör dock vara tydligt mätbar före år 2020.
- Den nationella marina pelagialövervakningen skall tillsammans med övrig nationell och internationell information kunna redovisa i första hand tillstånd och effekter av *eutrofiering* och i andra hand tillstånd och förändringar med avseende på *biologisk mångfald*.

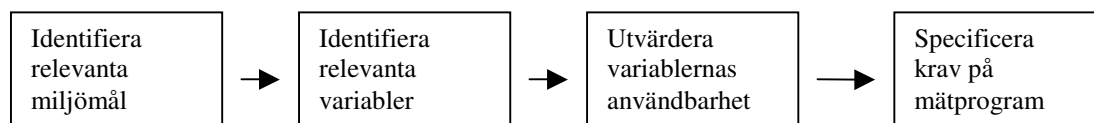
- Tillstånd och trender skall kunna redovisas för varje större havsbassäng (Bottniska viken, Bottenhavet, egentliga Östersjön, Kattegatt, Skagerrak) med årsvis upplösning (årsvärden).
- Varje delprogram ska ha en kvalitetsdeklaration som anger med vilken precision (80%) en viss förändring av en variabel/index kan observeras inom en given tidsperiod (10 år) och inom givna geografiska skalor (bassänger).

Avgränsningar:

- Alternativ metodik (modeller, satellitövervakning etc.) skall inte utredas.
- Pelagialprogrammen skall inte ge underlag till analys av källor eller sänkor.
- Pelagialprogrammen skall ej dimensioneras för att kunna följa upp händelser med kort varaktighet.

Uppdragets genomförande:

Uppdragets genomförande kan schematiskt beskrivas av,



Miljömål :

Redan i förutsättningarna för uppdraget finns relevanta miljömål preciserade. Dessa är ingen eutrofiering samt bevarandet av biologisk mångfald.

Variablerna:

Utgångspunkten för den variabeluppsättning som här kommer att diskuteras är urvalet i Bedömningsgrunder och/eller de parametrar som i dag mäts och analyseras inom miljöövervakningen.

När det gäller pelagialen kan tillgängliga variabler delas in i ett antal grupper. De som har relevans direkt för eutrofiering, de som är relaterade till biologisk mångfald samt de parametrar som får betraktas som stödvariabler.

Närsalter, syre, klorofyll, primärproduktion, biomassa och bakterieproduktion kan direkt hänföras till eutrofiering, medan fytoplankton och zooplankton har starkast koppling till biologisk mångfald. Temperatur och salthalt får betraktas som

stödvariabler, vilka har stor betydelse för skiktning och indelning i vattenmassor. Salthalten är av helt central betydelse för att avgöra vilken typ av vattenmassa man studerar och är dessutom också den mest lämpliga parametern för att försöka separera mänsklig påverkan från naturliga variationer.

Nedan har utvärderingen koncentrerats till fysiska och kemiska variabler. Anledningen till detta, är att det är dessa parametrar som det är lättast att sätta mått på och som ger en möjlighet att statistiskt kunna fastställa eventuella trender. Det biologiska datamaterialet är mer svårtillgängligt och svårare att behandla. Det är dock viktigt att påpeka att de biologiska variablerna är av central betydelse. Det är dessa parametrar som visar på effekterna av miljöstörningar. Förändringar i närsaltshalter har i sig ingen betydelse för miljömålen om de inte medför några biologiska effekter.

I det följande diskuteras i huvudsak näringsämnen i ytvattnet. Anledningen till detta är att variationerna är störst i ytlagret och programmet måste dimensioneras för att kunna fastställa trender där. Det är också i ytvattnet som den största delen av den biologiska aktiviteten äger rum. I bottenvattnet kan effekten av eutrofiering synas i syreförhållandena. Här kan dock syrebristen även ha andra, klimatologiska, orsaker såsom långa stagnationsperioder.

I Bedömningsgrunder läggs också störst betydelse vid förhållandena i ytvattnet.

Det är dock viktigt att påpeka att närsaltsförhållandena i det intermediära vattnet strax under ytlagret har betydelse för ytvattnet eftersom närsalter under vissa förhållanden kan transporteras upp i det biologiskt aktiva lagret och fylla på förrådet där. Eftersom variationerna i det intermediära lagret mestadels sker på längre tidsskalor är det variationerna i ytvattnet som är dimensionerande för den tidsmässiga upplösningen. När det gäller djupvattnet, varierar koncentrationerna av näringsämnen även här men oftast på ännu längre tidsskalor. I Östersjön där utbytet av djupvatten sker med flera års intervall återspeglar förhållandena i närsaltskoncentrationer och syrehalter dels klimatologin men dels också vad som tillförs från ytlagret.

I redoxklinen, gränsytan mellan syresatt och syrefritt, sker också en rad kemiska och biologiska processer, speciellt när det gäller kväve. Denitrifikationen är den mikrobiella process som kan förbättra ett eutrofierat område genom att kvävgas avgår till atmosfären. Om förhållandena inte är de rätta finns i stället en risk för ackumulering av ammonium.

Variablernas användbarhet:

Avgörande för en variabls användbarhet är huruvida det går att skapa ett meningsfullt (inte för episodisk och tydligt skilt från 0) årsvärde med såpass liten varians att man kan upptäcka förändringar inom en bestämd tidsrymd. För att uppnå detta medelvärdebildas data i tiden och i rummet.

En annan avgörande aspekt när det gäller möjligheterna att skapa rimliga årsvärden är den tidsmässiga variationen. De aktuella variablerna har helt olika typer av årscykler. Totalhalterna av kväve och fosfor varierar cykliskt under året men på en relativt hög bakgrunds nivå. Oorganiska närsalter har en kraftig årscykel och har under en period på sommarhalvåret halter nära eller under detektionsgränsen. Klorofyll å andra sidan varierar mycket kraftigt på mycket korta tidsskalor.

Viktat årsvärde: En representativ station eller homogent område, enskilt djup eller vertikalintegrerat. Variansen minimeras genom att undertrycka, via viktning, bidraget från enskilda månader med hög varians. Används med fördel på exempelvis totaler.

Säsongsvärde: En representativ station eller homogent område, enskilt djup eller vertikalintegrerat. Variansen minimeras genom att endast välja data från en period inom en säsong då variansen är liten.

Förändring man önskar upptäcka.: Angivet i förutsättningarna , 10 % över 10 år med 80% sannolikhet.

Förväntad förändring: Angivet i förutsättningarna genom kravet att återhämtningen skall vara mätbar 2010 och genomförd 2020. Från Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Kust och hav, (NV rapport 4914) har bakgrundsmaterial hämtats för att avgöra hur påverkade de olika havsområdena är i nuläget.

Storlek på återhämtningen kan uppskattas som differensen mellan aktuellt värde och angivna jämförvärden. Detta medför att nuvarande koncentrationer av kväve och fosfor i princip skall halveras på 20 år när det gäller Östersjön, kväve skall minska med 25% i Västerhavet, samt att Bottniska Vikens utsjövatten i dagsläget uppvisar halter som ligger i nivå med de i Bedömningsgrunder angivna, dock är klorofyllhalterna sommartid fördubblade. Se Tabell II och III.

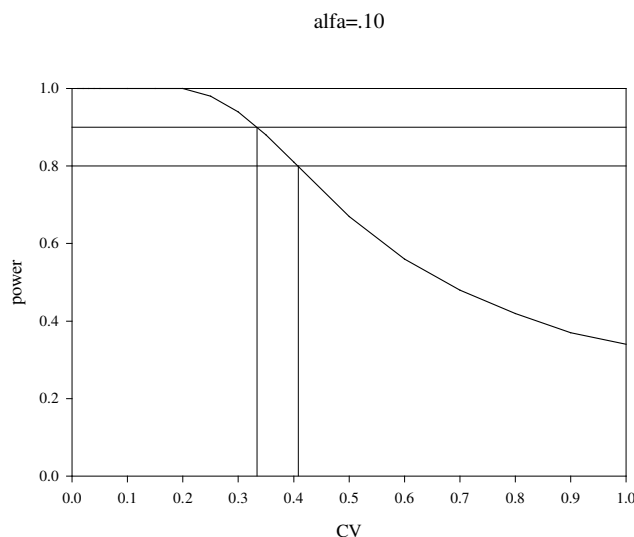
Då insatta åtgärder förväntas ha störst effekt i början av angiven 20-års period kommer i allmänhet förväntade förändringar vara större än 10% på 10 år, dvs. om programmet uppfyller kraven kommer man även kunna följa upp insatta åtgärder.

Styrkeberäkningar: För att avgöra om det finns möjlighet att detektera förändringar har styrkeberäkningar utförts.

För att kunna bedöma sannolikheten att upptäcka en trend av en given storlek har man utvecklat olika beräkningsmetoder som bygger på uppskattningar av variationskoefficienter. Sådana beräkningar bygger i sin tur på modeller där observerade data antas ha karaktären av normalfördelad slumpvariation kring en linjär eller eventuellt exponentiell trend. Eftersom data inte alltid har denna karaktär är detta en klar brist och de styrkeberäkningar som redovisas här underskattar sannolikt trendtesternas verkliga styrka.

I nedanstående diagram visas hur styrkan (power) beror på variationskoefficienten. Beräkningarna har utförts i programmet SPSS enligt en metod beskriven av Kjell Leonardsson.

10 % trend 10 år



För att kunna detektera en 10%-ig förändring över en period på 10 år med en statistisk styrka på 80% får vi från diagrammet ovan att variationskoefficienten skall vara lägre än 0.4 eller 40%.

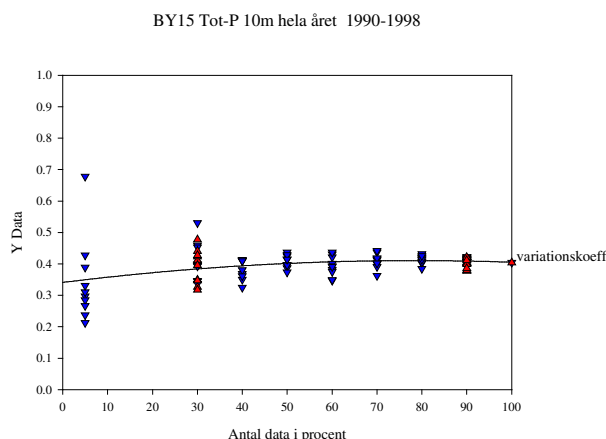
I tabell IV har variansen för ett antal av de olika parametrarna beräknats utifrån viktade årsvärden enligt en metod tillhandahållen av Anders Nordgaard, LiU. Beräkningarna är utförda för två olika tidsperioder, 1980-1988 samt 1990-1998. För vissa stationer och parametrar var datamaterialet allt för litet för att kunna beräkna några variationskoefficienter överhuvudtaget.

När det gäller viktade årsvärden visar det sig att en övervägande del av de valda års eller säsongsvärden har tillräcklig statistisk styrka för att kunna uppskatta en förändring på 10% över 10 år. Ett undantag utgör västerhavet där det i stort sett endast är totalkväve och totalfosfor som uppfyller kraven. I Östersjön är det bara nitrit och ammonium som faller utanför, medan fosfat och ammonium faller utanför i Bottenviken.

För att kunna göra jämförelser med värden angivna i Bedömningsgrunder har också variationskoefficienter beräknats för vintervärden, Tabell V och VI. Det mest intressanta under denna årstid är de oorganiska fraktionerna. Även här är det så att variabiliteten på västkusten är mycket stor och i princip är det endast fosfat som fått bättre styrka och nu tillsammans med totalkväve och totalfosfor uppfyller kraven. I Östersjön är det fortfarande nitrit och ammonium som faller utanför. Klorofyll har en för svag styrka på västkusten men också, förvånande nog, vid Landsort (BY31).

För att få så stor styrka som möjligt måste variansen i datamaterialet reduceras så långt som möjligt. För att avgöra hur många mätningar som krävs för att variansen skall vara representativ för variabeln har vi tagit ett exempel från BY31. BY31 har den högsta mätfrekvensen av alla stationer, under perioden 1990- 1998 har

besöksfrekvensen varierat mellan 20 och 30 besök/år. I figuren redovisas vad som händer med variansen när datamängden reduceras. Från början har hela datamaterialet använts, därefter har 10%, 20% o.s.v. av data plockats bort slumpmässigt och variansen beräknats på återstoden. Detta har upprepats tio gånger för varje procentsats bortplockade data.



Figuren visar att när datamaterialet har reducerats till ungefär 50% (vilket motsvarar en mätfrekvens på 10-15 ggr/år) börjar variansen att slå och kanske inte längre är ett bra mått på hur tot-P varierar i verkligheten.

Spatiell upplösning: När det gäller rumslig upplösning måste vi särskilja ytvatten och djupvatten. När det gäller djupvattnet är den rumsliga upplösningen given av topografin, det krävs minst en station i varje bassäng vi vill veta något om. När det gäller ytvattnet är problemet annorlunda och här bestäms behovet av hur väl korrelerade variablerna är i rummet. Tanken med nuvarande program är att stationerna är representativa för bassängerna även i ytan och för att få replikat tas minst två stationer per bassäng.

Hur tätt stationerna måste ligga kan man testa genom att studera spatial korrelation.

För att finna ett statistiskt mått på hur data är fördelade i rummet används spatial korrelation. Denna anger hur observationer i rummet är korrelerade till varandra och anges som funktion av separationsavstånd. På separationsavståndet $\mathbf{h}$ är korrelationen mellan observationen Z i punkten $\mathbf{r}$ till andra observationer på separationsavståndet definierad som:

$$\rho(\mathbf{h}) = \frac{\text{cov}(Z(\mathbf{r}), Z(\mathbf{r} + \mathbf{h}))}{\sigma_{\mathbf{r}} \sigma_{\mathbf{r} + \mathbf{h}}},$$

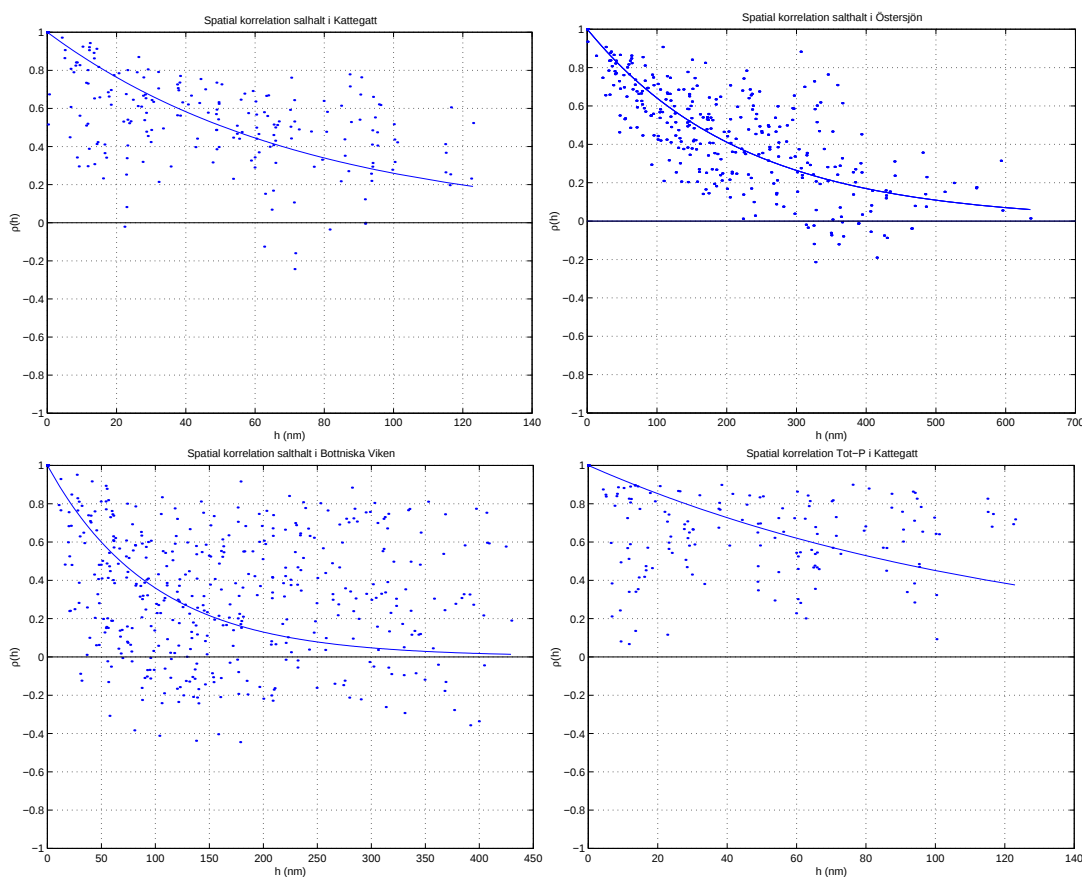
där $\text{cov}(Z(\mathbf{r}), Z(\mathbf{r} + \mathbf{h}))$ är kovariationen mellan två stationer på avståndet $\mathbf{h}$, och σ är respektive stations standardavvikelse.

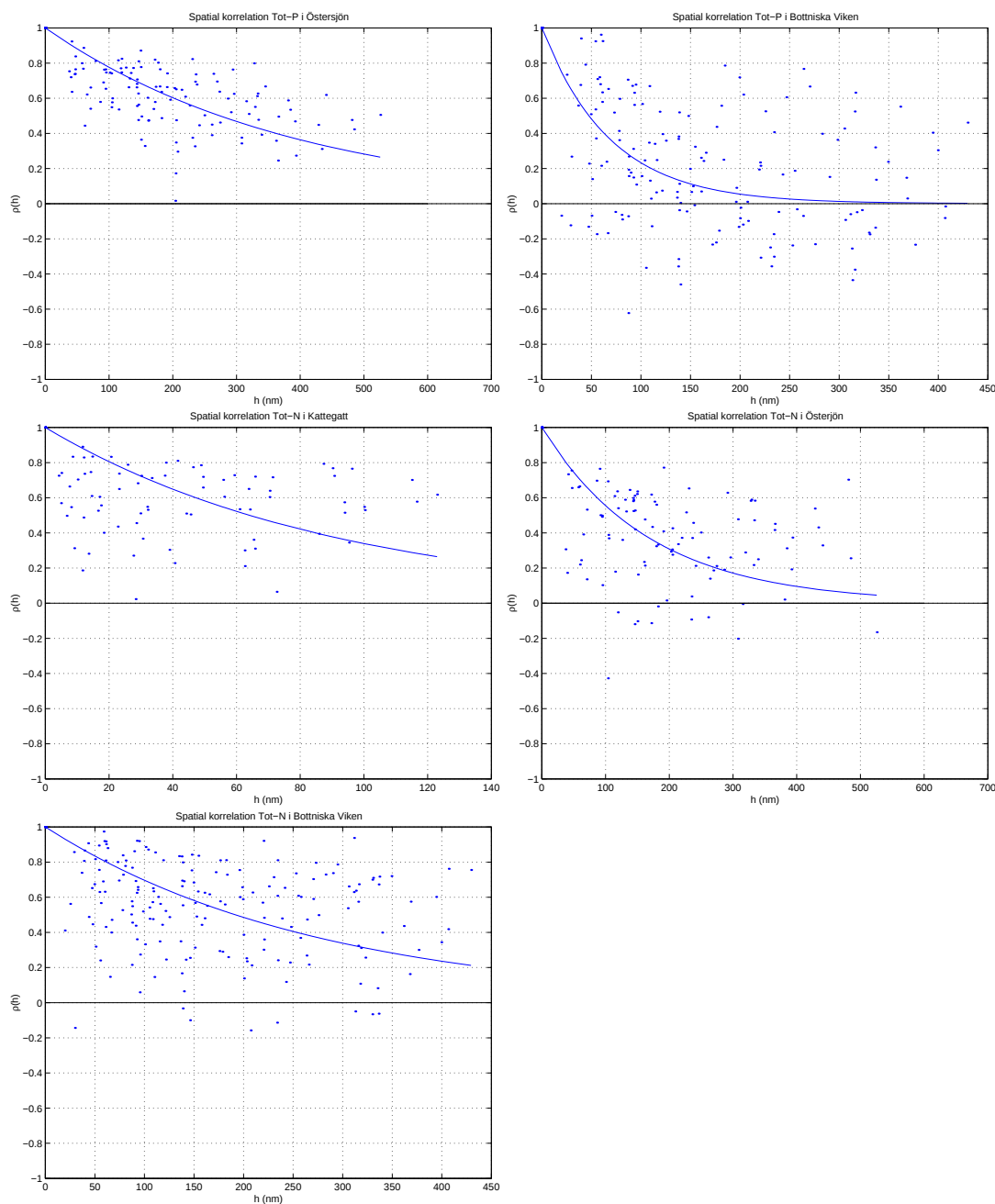
På separationsavståndet 0 blir korrelation per definition 1 eftersom det är observationen korrelerad till sig själv. En korrelation nära värdet 1 innebär att stationer på det separationsavståndet "liknar" varandra. Förändringar på den ena stationen upptäcks med stor sannolikhet också i den andra stationen. Med bakgrund av detta kan man utifrån en given station uppskatta hur stort område förändringar i denna station representerar.

Nedan visas korrelogram för tre havsområden, Kattegatt, egentliga Östersjön och Bottniska Viken. Beräkningarna baseras på data från 1986-1995 0-15 meters djup. Minsta antalet data per station valdes till 30, för Bottniska Viken valdes 10 på grund av att mängden av befintliga data var mindre. För att kunna uppskatta med vilken spatiell upplösning observationer måste ha anpassas en funktion till beräknade korrelationer. Med hjälp av denna funktion kan sedan avståndet för en given korrelation fås. Man kan också beräkna på vilket avstånd en observation är representativ. Korrelationen 0.9 har valts som den korrelation som anses vara tillräckligt stor för att ange en observations representativitet. I tabell 1 anges på vilka avstånd för respektive havsområde och parameter denna korrelation uppnås. Den funktion som används för att estimerar korrelationen är sfäriska funktion:

$$\rho = e^{-h/a},$$

där a är korrelationslängdskalan.





Antropogen respektive naturlig variation

De data som samlas in för att beskriva tillståndet i miljön avspeglar såväl mänskliga aktiviteter som naturliga fluktuationer i väder och vind. För att skilja mellan dessa båda huvudorsaker till variation föreslås delvis nyutvecklade statistiska trendtester.

De tester som idag används för att fastställa tidstrender i observerade miljödata brukar bygga på antagandet att den meteorologiskt betingade mellanårsvariationen har samma statistiska egenskaper som oberoende slumpstal, medan de antropogent betingade förändringarna kan beskrivas av långsamt växande eller avtagande funktioner. För att slippa göra dåligt underbyggda antaganden om vilken fördelning den studerade variabeln har, så har man i allt större utsträckning gått över till icke-

parametriska metoder. Speciellt har man försökt tillämpa trendtester av typ Mann-Kendalls test för monoton trend. När man gör flera observationer per år kan man dessutom med en teknik som föreslagits av Hirsch&Slack ta hänsyn till säsongeffekter och korrigera för s.k. seriellt beroende. Det senare innebär att man tar hänsyn till att i tiden näraliggande observationer ofta är länkade till varandra så att ett för säsongen ovanligt högt (lågt) mätvärde följs av ytterligare ett eller ett par höga (låga) värden.

I det föreslagna programmet uppmärksammas att de naturliga fluktuationerna i havsmiljön sällan uppför sig som oberoende slumpstal. Tvärtom finns ofta en långperiodisk variation i vilken det kan gå åtskilliga år mellan toppar och dalar. Detta gäller i första hand förhållandena i djupvattnet, där man under stagnationsperioder bl.a. kan se att totalkvävehalten går upp samtidigt som salthalten går ned. I ytvattnet är sådana fenomen mindre utpräglade. Dock är de tillräckligt tydliga för att man i en analys av trender kan komma att dra helt felaktiga slutsatser, om man inte på något sätt korregerar för naturlig variation med hjälp av exempelvis salthalt och eventuellt också andra faktorer. Därför föreslås ett tillvägagångssätt i två steg. I det första steget, utnyttjas salthaltsmätningar för att fastställa vilka djupintervall som representerar en viss typ av vatten, företrädesvis ytligt vatten. I det andra steget undersöks förekomsten av tidstrender i de utvalda tidsserierna med hjälp av ett trendtest som tar hänsyn till såväl säsongeffekter som seriellt beroende och som dessutom innefattar automatisk korrigering för kvarvarande variation i salthalt. Se bilaga 2.

Riktlinjer för ett reviderat pelagialprogram:

Variabelmatris:

Det nuvarande urvalet av variabler bedöms relevant och stämmer väl överens med minimum kraven inom Internationella program (JAMP och COMBINE). Salt och temp bedöms som nödvändiga stödvariabler, som stöd i kvalitetskontrollen samt som hjälp för att särskilja antropogena och naturliga skeenden. Närsalterna är tydligt kopplade till eutrofieringsmålet. Möjligtvis kan frågetecken sättas vid NH_4 och NO_2 .

När det gäller totalkväve och totalfosfor liksom de biologiska parametrarna är det någon form av årsvärde som gäller.

För att beskriva syresituationen är det utbredning av syrefria bottenar – låga syrehalter som är det bästa måttet. Trendtester är dock möjliga att göra om man använder sig av t.ex. salthalt som kovariat.

När det gäller de biologiska parametrarna kräver dessa oftast en högre mätfrekvens än de kemiska eftersom dynamiken i en planktonblomning är mycket snabb. De biologiska parametrarna bör därför koncentreras till de stationer som har högst mätfrekvens, d.v.s. intensivstationerna nära kusten samt de frekventa stationer i utsjön där ett internationellt samarbete kan etableras.

I bilaga 3 ges karaktäristika för de olika havsområdena kring Sverige.

Kriterier för val av variabler;

Tidsaspekter

Val av mätfrekvens är främst beroende på vilken statistisk styrka som krävs vid uppskattning av eventuell förändring. Det finns inga allmänna enkla metoder att tillgå eftersom olika variabler har så olika egenskaper. Oorganiska närsalter har en kraftig årscykel och är en under en period på sommarhalvåret under eller nära detektionsgränsen. När det gäller dessa ämnen är det vintervärden som är lämpligast för trendanalys. Det är dock viktigt att kunna beskriva årscykeln, t.ex. tidpunkt för vårblomning liksom längden av perioden med värden nära eller under detektionsgränsen. Kvoterna eller förhållandet mellan olika näringsämnen är också av central betydelse.

Kriterier för mätfrekvens;

Krav på statistisk styrka
Vattenomsättning, uppehållstid

Rumsaspekter

En fast station skall idealt vara *representativ* dvs. kunna sägas representera ett havsområde runt själva mätpunkten. Ofta måste man emellertid ta praktisk hänsyn till ett stort antal andra faktorer.

Kriterier för stationsval;

Stationerna skall vara representativa regionalt.
Känslighet får påverkan
Förekomsten av äldre observationer
Områdets intresse för rekreation, fiske etc..
Djupförhållanden, bassängsvisa mätningar.
Förutsättningar att driva långsiktigt.

Övrigt:

Kvalité på data:

En analys av datamaterialet visar att kvalitén på data har förbättrats avsevärt sedan ackreditering infördes. Förbättringen beror också på det förändrade mätprogrammet med månadsvisa provtagningar. Detta har gjort att variansen i data har minskat vilket gör det möjligt att statistiskt säkerställa långtidsförändringar av t.ex. närsalthalter.

Det är viktigt att påpeka att ett större datamaterial inte alltid ger bättre möjligheter att hitta förändringar, om kvalitén är för dålig kan tillförda data i stället minska möjligheterna för dataanalysen att ge tillförlitliga resultat.

Det är därför mycket viktigt att innan någon analys görs på ett datamaterial, måste detta gås igenom och avvikande data som inte låter sig förklaras rensas bort.

Samarbete med andra länder:

I västerhavet har vi redan i nuläget ett bra samarbete med Norge och Danmark, detta bör dock utvidgas speciellt när det gäller att snabbt få tillgång till varandras data. I Östersjön har kontakt tagits med Tyskland och Polen för att få till ett samarbete när det gäller biologisk provtagning på ett antal stationer. Dock har inget konkret kommit ut av detta ännu, men arbetet pågår. I Bottniska Viken bör man på samma sätt försöka få till ett samarbete med Finland.

Fördelen att ha ett samarbete med en annan nation om en eller ett par speciella stationer är att man kan få ett snabbare datautbyte, vilket gör det möjligt att använda mer data direkt vid beskrivandet av det nuvarande tillståndet. Samarbetet inom ICES och HELCOM är för långsamt för denna typ av bearbetning, det dröjer flera år innan data blir tillgängliga på detta sätt.

Slutsats

Den analys av de nu pågående pelagialprogrammen, som utförts på hittills insamlade data, tyder på att programmen i stort sett är rätt dimensionerade, både när det gäller tidsmässig och rumslig upplösning. När det gäller de kemiska och fysikaliska parametrarna kan man i de flesta fall, med nuvarande frekvens upptäcka de förändringar som anges i förutsättningarna. Även klorofyll uppvisar tillräcklig statistisk styrka med en frekvent provtagning. När det gäller de övriga biologiska parametrarna har datamaterialet varit för dåligt, eller för svårtillgängligt, för att möjliggöra en riktig analys. Det är dock helt uppenbart att de biologiska parametrarna kräver en högre mätfrekvens, åtminstone under viss del av året, än de kemiska. Därför bör biologisk provtagning i första hand utföras vid de högintensiva stationerna. I bilaga 4 återfinns ett utkast till nytt mätprogram.

Tabell 1 Parametrar som i dag mäts eller som har diskuterats som lämpliga för att ingå i pelagialprogrammen (K = Kattegatt, Ö = Östersjön, B = Bottniska Viken).

Variabel	Miljömål	Typ av årsvärde	Storlek på förändring man vill upptäcka	Förväntad förändring ¹	Metod för särskilja antropogen och naturlig variation	80% styrka ²	Spatial korrelation 0.9 ³	Över-vaknings-strategi ytvatten ⁴	Över-vaknings-strategi djupvatten ⁴
Salthalt	Hjälpvariab.						K: 8 nm Ö: 23 nm B: 10 nm	Stöd	Stöd
Temperatur	Hjälpvariab.							Stöd	Stöd
Siktdjup	Eutrofiering	Sommarhalt	10% på 10 år					Säsong, extensiv	
Syre	Eutrofiering	Max.utbr. av låga halter	10% på 10 år					Stöd	Säsong, extensiv
Fosfat	Eutrofiering	Vinterhalt	10% på 10 år	K: ingen Ö: 60% på 20 år B: ingen		K: Ja Ö: Ja B: -		Säsong, 3-6 tillfällen	Årscykel
Total-fosfor	Eutrofiering	Viktat årsmedel	10% på 10 år	K: ingen Ö: 50% på 20 år B: ingen	Partial Mann-Kendall test	K: Ja Ö: Ja B: Ja	K: 13 nm Ö: 42 nm B: 7 nm	Årscykel	Årscykel
Nitrit	Hjälpvariab.							Stöd	Stöd
Nitrat (DIN)	Eutrofiering	Vinterhalt	10% på 10 år	K: 10% på 20 år Ö: 50% på 20 år B: ingen		K: Nej Ö: Ja B: -		Säsong, 3-6 tillfällen	Årscykel
Ammonium	Hjälpvariab.							Stöd	Stöd
Total-kväve	Eutrofiering	Viktat årsmedel	10% på 10 år	K: 25% på 20 år Ö: 50% på 20 år B: ingen	Partial Mann-Kendall test	K: Ja Ö: Ja B: Ja	K: 10 nm Ö: 36 nm B: 29 nm	Årscykel	Årscykel
Silikat	Hjälpvariab.							Stöd	Stöd
Klorofyll	Eutrofiering	Sommarhalt	10% på 10 år	K: ingen Ö: 70% på 20 år B: 50% på 20 år		K: Nej Ö: Ja B: Ja		Säsong, extensiv	
Primärprod	Hjälpvariab.								

Biomassa	Eutrofiering	Viktat årsmedel	10% på 10 år					Intensiv	
Phytoplankton	Biol.mångf.		10% på 10 år					Intensiv	
Zooplankton	Biol.mångf.		10% på 10 år					Intensiv	
Bakterieprod	Hjälpvariab.								
Sedimentation	Hjälpvariab.								
Humus/Lignin	Hjälpvariab.								
TOC	Hjälpvariab.								
POC	Hjälpvariab.								
DOC	Hjälpvariab.								
PH	Hjälpvariab.								
Alkalinitet	Hjälpvariab.								

¹ Förväntad förändring är den förändring som krävs för att nå de värden som anges som bakgrundsvärden i Bedömningsgrunder för Kust och Hav.

² Anger om styrkan uppnås med befintliga data.

³ Anger på det avstånd i nautiska mil som korrelation 0.9 fås på befintliga data 1986-1995

⁴ Typ av övervakning för att följa uppsatta mål. Stöd anger att variabeln är stödvariabel och provtas i samband med annan provtagning. Säsong anger säsongsvis övervakning baserat på typ av årsvärden för variabeln, och specificeras antingen med hur många tillfällen eller extensiv (kartering). Årscykel anger att provtagning skall ske så att årscykeln fångas. Intensiv anger provtagning för uppföljning av snabba skeenden (ex. planktonsuccession)

Tabell: II Jämförvärden från Bedömningsgrunder för Miljökvalitet, Kust och Hav, NV Rapport nr 4914. Aktuella värden

	Jämförvärden						Aktuella värden					
	Tot-N	Tot-P	NH ₄	NO ₂ ₃	PO ₄	Chl	Tot-N	Tot-P	NH ₄	NO ₂ ₃	PO ₄	Chl
Vinter												
Bottenviken	20	0.18	0.12	7.90	0.05		19	0.17	0.18	7.70	0.05	
Bottenhavet	16	0.52	0.24	5.70	0.27		18	0.45	0.18	4.18	0.27	
Egentliga Östersjön	12	0.35	0.10	2.00	0.20		22	0.69	0.22	3.90	0.48	
Västerhavet	15	1.00	0.50	5.00	0.70		20	0.60	0.63	5.50	0.60	
Sommar												
Bottenviken	17	0.26				1.1	17	0.18				2.0
Bottenhavet	16	0.25				1.4	17	0.35				2.0
Egentliga Östersjön	12	0.20				1.0	23	0.52				3.2
Västerhavet	12	0.70				1.5	17	0.44				1.5

Tabell: III Kvoter mellan aktuellt värde och jämförvärde samt avvikelseklassning enligt Bedömningsgrunder för Miljökvalitet, Kust och Hav, NV Rapport nr 4914. 1=obetydlig avvikelse, 2=liten avvikelse, 3=tydlig avvikelse, 4=stor avvikelse, 5=mycket stor avvikelse. Avvikelseklass 3 och högre har skuggats.

	TotN		TotP		NH4		NO23		PO4		Chl	
	kvot	klass	kvot	klass	kvot	klass	kvot	klass	kvot	klass	kvot	klass
Vinter												
Bottenviken	0,95	1	0,94	1	1,50	2	0,97	1	1,00	1		
Bottenhavet	1,13	2	0,87	1	0,75	1	0,73	1	1,00	1		
Egentliga Östersjön	1,83	3	1,97	3	2,20	2	1,95	2	2,40	3		
Västerhavet	1,33	2	0,60	1	1,26	2	1,10	2	0,86	1		
Sommar												
Bottenviken	1,00	1	0,69	1	iu	iu	iu	iu	iu	iu	1,82	2
Bottenhavet	1,06	2	1,40	2	iu	iu	iu	iu	iu	iu	1,43	2
Egentliga Östersjön	1,92	2	2,60	3	iu	iu	iu	iu	iu	iu	3,20	4
Västerhavet	1,42	2	0,63	1	iu	iu	iu	iu	iu	iu	1,00	1

Tabell IV Viktade årsmedelvärden och varians.för två olika tidsperioder. Skuggade varianser visar på variabler med otillräcklig styrka .

BY15	1980-1988		1990-1998			Å16	1980-1988		1990-1998	
Ytvatten	mv	cv	mv	cv		Ytvatten	mv	cv	mv	cv
po4	0.45	0.20	0.37	0.27		po4			0.25	0.28
TP	0.75	0.18	0.65	0.24		TP			0.54	0.18
no2			0.09	0.58		no2			0.17	0.65
no3	2.47	0.16	2.08	0.29		no3			2.05	0.43
nh4			0.49	1.22		nh4			0.31	0.71
TN	20.4	0.13	20.8	0.15		TN			14.2	0.16
SiO	10.6	0.11	8.85	0.27		SiO			1.88	0.54
Chl			2.45	0.34		Chl			1.25	0.60
PH			8.15	0.01		PH				
Alk			1.59	0.02		Alk				
BY31	1980-1988		1990-1998			Anholt	1980-1988		1990-1998	
Ytvatten	mv	cv	mv	cv		Ytvatten	mv	cv	mv	cv
po4	0.38	0.25	0.31	0.30		po4	0.42	0.27	0.23	0.45
TP	0.61	0.26	0.62	0.18		TP	0.86	0.27	0.63	0.23
no2			0.06	0.55		no2	0.16	0.29	0.08	0.71
no3	2.34	0.17	2.51	0.27		no3	2.74	0.48	1.62	0.66
nh4			0.21	1.23		nh4	0.65	0.55	0.38	0.69
TN	19.7	0.16	19.7	0.11		TN	18.8	0.15	17.8	0.15
SiO			9.40	0.19		SiO	3.98	0.35	3.39	0.62
Chl			1.83	0.50		Chl			2.12	0.64
PH			8.14	0.01		PH			8.24	0.01
Alk			1.50	0.03		Alk			1.98	0.05
SR5	1980-1988		1990-1998			BY5	1980-1988		1990-1998	
Ytvatten	mv	cv	mv	cv		Ytvatten	mv	cv	mv	cv
po4			0.14	0.25		po4	0.39	0.31	0.36	0.30
TP			0.39	0.15		TP	0.64	0.28	0.68	0.26
no2			0.05	0.36		no2	0.12	0.63	0.08	0.49
no3			2.16	0.07		no3	2.03	0.37	2.09	0.21
nh4			0.23	0.34		nh4	0.52	0.87	0.31	1.01
TN			17.77	0.07		TN			19.54	0.20
SiO			10.65	0.09		SiO	13.08	0.23	9.93	0.28
Chl						Chl			2.09	0.37
PH			8.17	0.01		PH	8.19	0.02	8.21	0.01
Alk			1.21	0.03		Alk			1.58	0.02
F2	1980-1988		1990-1998							
Ytvatten	mv	cv	mv	cv						
po4			0.03	0.65						
TP			0.16	0.26						
no2			0.12	0.33						
no3			7.20	0.07						
nh4			0.26	0.45						
TN			18.40	0.07						
SiO			29.38	0.07						
Chl										
PH			7.78	0.03						
Alk			0.71	0.18						

Tabell V Vintermedelvärden (januari – februari) och varians. Skuggade varianser visar på variabler med otillräcklig styrka

BY15	1990-1998 Alla data		1990-1998 Argos							
Ytvatten	mv	cv	mv	cv						
po4	0.55	0.23	0.48	0.20						
TP	0.75	0.21	0.69	0.21						
no2	0.11	0.80	0.11	0.43						
no3	4.09	0.21	3.80	0.22						
nh4	0.42	1.13	0.22	0.74						
TN	22.0	0.22	21.7	0.10						
SiO	11.0	0.26	9.55	0.14						
Chl	0.15	0.82	0.15	0.82						
PH	8.08	0.01	8.07	0.01						
Alk	1.57	0.04	1.57	0.04						
BY31	1990-1998 alla data		1990-1998 Svenska data			Anholt E	1990-1998 jan			
Ytvatten	mv	cv	mv	cv		Ytvatten	mv	cv		
po4	0.61	0.23	0.59	0.24		Po4	0.60	0.31		
TP	0.83	0.25	0.81	0.20		TP	0.89	0.19		
no2	0.08	0.60	0.08	0.64		No2	0.26	0.59		
no3	4.67	0.20	4.64	0.19		No3	5.21	0.47		
nh4	0.23	1.47	0.14	1.19		Nh4	0.63	0.77		
TN	21.6	0.27	21.0	0.13		TN	20.1	0.16		
SiO	13.2	0.19	12.8	0.17		SiO	6.84	0.45		
Chl	0.28	0.55	0.28	0.55		Chl	3.18	1.46		
PH	8.05	0.02	8.07	0.01		PH	8.19	0.01		
Alk	1.49	0.04	1.49	0.04		Alk	2.05	0.06		

Tabell VI Klorofyllvärden sommartid (augusti). Skuggade varianser visar på variabler med otillräcklig styrka .

BY15	1980-1988		1990-1998			Å16	1980-1988		1990-1998	
Ytvatten	mv	cv	mv	cv		ytvatten	mv	cv	mv	cv
Chl			3.07	.23		Chl			1.24	0.69
BY31	1980-1988		1990-1998			Anholt	1980-1988		1990-1998	
Ytvatten	mv	cv	mv	cv		Ytvatten	mv	cv	mv	cv
Chl			2.04	0.45		Chl			1.47	0.98
US5B	1980-1988		1990-1998			BY5	1980-1988		1990-1998	
ytvatten	mv	cv	mv	cv		Ytvatten	mv	cv	mv	cv
Chl			1.78	0.37		Chl			2.51	0.29
F9	1980-1988		1990-1998							
Ytvatten	mv	cv	mv	cv						
Chl			1.82	0.31						

Bilaga 1.

Riktlinjer för uppdrag om dimensionering av det nationella marina pelagialprogrammet

Naturvårdsverket ger SMHI i uppdrag att under 1999 utarbeta ett förslag till nationellt pelagialprogram i öppet hav och i kustzonen.

Utgångspunkter

Naturvårdsverket har utarbetat ett förslag till ett nytt nationellt miljöövervakningsprogram. Det nya programmet skall börja införas år 2000. Enligt direktiven skall miljöövervakningssystemet fokuseras mot att följa de uppsatta *miljömålen*, säkra *internationell rapportering* och ge underlag till de kommande *miljökvalitetsnormerna*. *Biologisk mångfald* utpekas också som ett område där miljöövervakningen särskilt behöver stärkas.

Regeringens miljöproposition 1997/98:145 ger vissa riktlinjer inom vilka *tidsramar* som den marina miljöövervakningen ska kunna ge underlag för åtgärder. Generellt bör en förbättrad havsmiljö och en återhämtning av ekosystemen vara *mätbar* före år 2010. De uppsatta miljökvalitetsmålen bör vara *uppnådda* inom en generation, dvs inom ca 20 år. Ekosystemens återhämtningsförmåga är dock avgörande för hur snabbt de olika delmålen kan nås. Vad gäller övergödning av Östersjön i sin helhet kan miljökvalitetsmålet troligen uppnås först mot slutet av nästa sekel. En återhämtning bör dock vara tydligt mätbar före år 2020.

Ett mål har innebörden att de svenska vattenburna utsläppen av kväve från mänsklig verksamhet till havet söder om Ålands hav skall minska med 40% jämfört med 1995. Målet skall kunna nås inom en generation, dvs ca 20 år.

Tidigare mål och beslut utgörs av bl a HELCOMs ministerdeklarationer 1988 och 1998 och av OSPARs motsvarande ministerdeklarationer 1995 och 1998. Bl a kvarstår det tidigare kravet på 50% reduktion av tillförseln av närsalter, metaller och organiska miljögifter där dessa mål ännu inte har nåtts. De syften som tidigare formulerats för den nationella miljöövervakningen kvarstår också, dvs att beskriva tillståndet i miljön, bedöma hotbilder, lämna underlag för åtgärder, följa upp beslutade åtgärder samt ge underlag för analys av olika utsläppskällors nationella och internationella miljöpåverkan.

Brister i nuvarande program

Bristerna i det nuvarande marina programmet är generellt att delprogram direkt inriktade på biologisk mångfald saknas, att de flesta delprogrammen har dålig spatiell upplösning, att delprogrammen saknar tydliga kvalitetskrav och att den nationella-regionala samverkan är svagt utvecklad. Förslaget till reviderat program innebär bland annat att:

- Det nationella programmets tyngdpunkt förskjuts mot kustzonen,

- Den spatiella täckningen av kustzonen ökar för att kunna bedöma storskalig respektive regional påverkan,
- Delprogrammen ska vara kvalitetsdeklarerade,
- Bilateral samverkan med andra länder och samverkan inom ramen för havskonventionerna intensifieras,

Förstärkningen av mätverksamheten i kustzonen föranleds av det ökade kravet att följa biologisk mångfald och att stärka referensfunktionen till de regionala mätprogram som drivs av andra huvudmän.

Den *spatiella täckningen* förstärks för att kunna bedöma på vilken geografisk skala som en förändringen sker. Den geografiska omfattningen av förändringen belyser orsakerna och påverkar besluten om vilka åtgärder som skall vidtas på lokal, regional eller nationell (storskalig) nivå. För att kunna fastställa en förändring med önskad geografisk upplösning krävs en nationell – regional samordning av den pågående miljöövervakningen. I förslagen till nya delprogram i programområde Kust & Hav ingår bland annat utveckling av en samordnad nationell-regional kärnverksamhet i kustzonen.

Övervakningsprogrammen måste utformas så att det finns möjlighet att observera tillståndsförändringar med *önskad precision*. Denna möjlighet kan sammanfattas som ett uttryck för den statistiska styrkan hos programmet, dvs sannolikheten att en viss förändring kan fastställas.

Samverkan med andra länder sker framför allt inom ramen för de regionala havskonventionerna.

Befintlig pelagial övervakning

Den pelagiala övervakningen ska följa förändringar i miljötillståndet med avseende på *biologisk mångfald* och *eutrofiering*. Mätprogrammet är uppbyggt av en högfrekvent övervakning på ett fåtal stationer, en frekvent övervakning på ett större antal stationer och en lågfrekvent yttäckande övervakning på ett stort antal stationer. Den totala kostnaden för pelagialövervakningen utgör idag cirka hälften av den totala kostnaden för det marina programområdet vilket motiveras av de svenska åtagandena inom HELCOM och OSPAR.

Den högfrekventa pelagialövervakningen ger underlag för att följa planktonsuccessioner och upptäcka nyintroduktioner samt att beskriva viktiga processer. Delprogrammet utförs i två kustområden (Bottenhavet, eg. Östersjön) och i fyra utsjöområden (Bottenviken, Bottenhavet, eg. Östersjön, Kattegatt). Registrering sker av salinitet, temperatur, siktdjup, O₂/H₂S, alk, pH, PO₄, P-tot, NO₂, NO₃, NH₄, N-tot, SiO₂ samt klorofyll, primärproduktion, individantal, artsammansättning och biomassa av växtplankton. Antal och biomassa av bakterioplankton sker i Bottniska viken och av sedimentation i egentliga Östersjön och Bottniska viken.

Den frekventa pelagialövervakningen ger underlag för beskrivning av årscykler inom respektive bassäng av närsaltsmaximum och utbredning av låga syrehalter.

Delprogrammet utförs i fem havsområden (Bottenviken, Bottenhavet, eg. Östersjön, Kattegatt, Skagerrak). Registrering sker av salinitet, temperatur, siktdjup, O_2/H_2S , alk, pH, PO_4 , P-tot, NO_2 , NO_3 , NH_4 , N-tot, SiO_2 samt klorofyll, primärproduktion, antal, artsammansättning och biomassa av växtplankton

Den lågfrekventa pelagialövervakningen ger underlag för utbredning av låga syrehalter och mått på närsaltpoolens storlek vintertid vilket ger potentialen för vårblomningens storlek. Delprogrammet genomförs inom SMHIs egenfinansierade verksamhet.

Förslag till förändringar av pelagialprogrammet

I förslaget till reviderat pelagialprogram föreslås att:

”I *öppet hav* löses uppgiften att besöka flera stationer med relativt hög frekvens genom internationell samverkan. Delprogrammet för högfrekvent pelagialövervakning i Bottniska viken optimeras och samordnas med Finland. De svenska insatserna vid den högfrekventa utsjöstationen Landsortsdjupet utreds. Det frekventa delprogrammet i eg. Östersjön och i Kattegatt-Skagerrak samordnas med Tyskland och Polen respektive med Danmark och Norge.

I *kustzonen* kvarstår/etableras ett fåtal stationer med högfrekvent pelagialövervakning som referensfunktion till regionala program och som stöd för modellvalidering.”

I förslaget aviseras en reduktion av den totala kostnaden för pelagialövervakning från 5.672 kkr till 5.000 kkr.

Genomförande

Baserat på tidigare erfarenheter från pelagialövervakning utarbetar SMHI i samverkan med Anders Grimvall, Linköpings universitet och Kjell Leonardsson, Umeå universitet ett förslag till program baserat på operativ samverkan mellan utförare av nationell och internationell pelagialövervakning.

Kriterier för utformning av pelagialprogrammet:

Den nationella marina pelagialövervakningen skall tillsammans med övrig nationell och internationell information kunna redovisa i första hand tillstånd och effekter av *eutrofiering* och i andra hand tillstånd och förändringar med avseende på *biologisk mångfald*.

Tillstånd och trender skall kunna redovisas för varje större havsbassäng (Bottniska viken, Bottenhavet, egentliga Östersjön, Kattegatt, Skagerrak) med årsvis upplösning (årsvärden). Målet är *inte* att följa incidenter med kort varaktighet.

Varje delprogram ska ha en kvalitetsdeklaration som anger med vilken precision (80%) en viss förändring av en variabel/index kan observeras inom en given tidsperiod (10 år) och inom givna geografiska skalor (bassänger).

I uppdraget ingår att utreda behovet av tidsmässig och spatiell upplösning i mätverksamheten mot förväntad förändringstakt mellan och inom år inom respektive bassäng.

För varje delprogram redovisas:

- Miljömål
- Variabel
- Typ av årsvärde
- Storlek av den förändring man vill upptäcka
- Metod att särskilja antropogen och naturlig variation
- Styrkeberäkning
- Acceptabel osäkerhet
- Förslag till övervakningsstrategi

Metodmässigt skall pelagialprogrammet följa Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning och Guidelines utarbetade inom HELCOM och OSPAR. Eventuella brister i Handboken identifieras.

Tidplan

Uppdraget avrapporteras till Naturvårdsverket senast den 1 oktober 1999. Naturvårdsverket hålls fortlöpande informerad om uppdraget och inbjuds att delta i arbetet där så anses vara befogat.

Bilaga 2

Partial Mann-Kendall test

Partial Mann-Kendall test är ett icke-parametrisk trendtest med kovariat för att kunna urskilja bidrag från olika möjliga källor till observerad trend. Som kovariat har salthalt använts, och antas beskriva naturliga trender. Värdet Z anger om trenden är signifikant eller inte. Ett absolutbelopp på Z större än 1.96 (95% sannolikhet) anger en signifikant trend. Som exempel visas nedan i tabell VI, ett antal trendtester som har gjorts på Tot-P och Tot-N på BY15 och Anholt E. R Squared anger hur stor andel av förändringen i responsvariabeln som kan förklaras med förändringen i kovariaten. Med andra ord, om vi antar att förändringen i salthalt har naturliga orsaker så fås den andel av förändringen i Tot-N resp. Tot-P som beror på naturliga orsaker.

I fall I nedan har vi en signifikant negativ trend i Tot-P. 5% av denna trend kan förklaras av en trend i salthalt, dvs bidraget från naturliga orsaker är litet. Slutsatsen man kan är att mänsklig påverkan till största delen står för minskningen i halterna av Tot-P under perioden 1990 till dags dato. Vilken typ av mänsklig påverkan ger inte analysen svar på.

I fall II är varken trenden i Tot-N eller trenden i salthalt signifikant. Att salthaltens inverkan står för ca. 1% av trenden i Tot-N är i detta fall ointressant.

I fall III är båda trenderna klart negativa och signifikanta. Naturliga orsaker med drygt 92% till den negativa trenden i Tot-P, vilket kan anses som mycket stort. En slutsats är då att den största delen av den trend i Tot-P som uppmätts mellan 1990 och till dags dato beror på naturliga variationer beskrivet med salthalt. Vad som i sin tur bidrar till att salthalten har sjunkit under samma period ger inte denna analys svar på, men tydligt är att den har gjort det.

I fall IV finns en klar trend i salthalt men ej i Tot-N. Analysen ger i detta fall ingen information.

I**Tot-P Anholt E 0-15 m 1990-1999:**

Covariate	Response
nonmiss: 110	nonmiss: 109
teststat: -47	teststat: -235
std: 41.7812	std: 80.7692
Z: -1.12491	Z: -2.90952

Conditional Mann-Kendall

mean: -21.0185

std: 78.5783

Z: -2.72316

Correlation: 0.231334

R Squared: 0.0535153**II****Tot-N Anholt E 0-15 m 1990-1999:**

Covariate	Response
nonmiss: 110	nonmiss: 109
teststat: -47	teststat: -30
std: 41.7812	std: 65.5439
Z: -1.12491	Z: -0.457709

Conditional Mann-Kendall

mean: 8.4451

std: 65.1125

Z -0.590441

Correlation: -0.11454

R Squared: 0.0131193**III****Tot-P BY15 0-15 m 1990-1999:**

Covariate	Response
nonmiss: 108	nonmiss: 103
teststat: -238	teststat: -219
std: 79.0359	std: 70.9483
Z: -3.01129	Z: -3.08675

Conditional Mann-Kendall

mean: -205.488

std: 19.419

Z: -0.695829

Correlation: 0.961814

R Squared: 0.925085**IV****Tot-N BY15 0-15 m 1990-1999:**

Covariate	Response
nonmiss: 108	nonmiss: 99
teststat: -238	teststat: -17
std: 79.0359	std: 46.0109
Z: -3.01129	Z: -0.369478

Conditional Mann-Kendall

mean: -8.68687

std: 45.9203

Z: -0.181034

Correlation: 0.0626975

R Squared: 0.00393098

Bilaga 3.

Karaktäristika för olika havsområden kring Sverige

Skagerrak: Den djupaste delen av våra omgivande hav. Ett öppet havsområde som är starkt påverkat av vad som sker i väster, tar emot vatten från södra, centrala och norra Nordsjön samt i djupare delar Atlantvatten. Området tar i sydost emot vatten från Östersjön via Kattegatt. Detta mindre salta vatten följer som en ytström Bohuskusten norrut och rinner sedan utefter norska sydkusten ut i Nordsjön. I området finns ett flertal olika vattenmassor. På vissa stationer, speciellt när kusterna, kan förhållandena ändras mycket snabbt, genom att en helt annan vattenmassa kommer dit. Omsättningstiden för vattnet ner till ca. 400 meters djup är ca. 3 månader. På större djup sker vattenutbytet med några års mellanrum.

Kattegatt: I Kattegatt har vi mestadels en typisk tvålayerskiktning, där vi i djupvattnet återfinner Skagerrakvatten och i ytan en blandning av djupvatten och Östersjövatten. Språngskiktet som mestadels är väl utvecklat brukar återfinnas på ett djup av 10 till 20 meter. Omsättningstiden i ytlagret är ca. 1 månad och i djupvattnet ca. 3 månader.

Egentliga Östersjön: I Östersjön har vi i huvudsak en tvålayerskiktning, ytlagret som sträcker sig från ytan ned till haloklinen, som i södra Östersjön ligger på 30 till 40 meters djup och i centrala och norra egentliga Östersjön på ca 80 till 100 meters djup. Under detta finns djupvattnet som i Arkona består av ett tunt lager vilket har en kort uppehållstid. I Bornholmsbassängen och Hanöbukten är detta djuplager något tjockare men är dessutom ofta stagnant med svavelvätebildning som följd. Längre in i centrala, norra och västra Östersjön är stagnationsperioderna ännu längre, här byts djupvattnet bara ut vid större inflöden och svavelväte kan förekomma under långa tidsperioder. Ytlagret är ofta vertikalt homogent under vintern men skiktas upp på våren då en termoklin utbildas, denna skiktning består fram till hösten då termoklinen bryts ned vid avkylning.

Under vintern när det inte pågår någon biologisk aktivitet kan man i ytlagret ofta se en gradient från sydväst till nordost för de flesta parametrar. Under våren när den biologiska aktiviteten är stor förekommer oftast en kraftig patchiness i närsalter och klorofyll. Under sommaren blir förhållandena återigen mer homogena med en gradient från söder till norr. Under hösten kan patchiness åter förekomma. Salthalten i ytlagret varierar från 8.5 psu i sydväst till straxt över 6 psu längst upp i nordost. Som grov uppskattning kan man säga att det tar 25 till 35 år att byta ut vattnet i Östersjön.

Bottniska viken: Bottniska viken skiljer sig avsevärt från egentliga Östersjön. Förhållandena kan på grund av den låga salthalten snarast betraktas som limniska. I bottenhavet ligger saltsprånget på 60 till 80 meters djup och i Bottenviken på 50 till 60 m. Både i ytvattnet och djupvattnet finns en nord-sydlig gradient. Salthalten ökar från ca. 2 psu i ytan i norr till ca 6 psu i söder. I djupvattnet ökar salthalten från 4 psu i norr till drygt 7 psu i södra Bottenhavet. Den termoklin som utvecklas under

sommaren ligger i normala fall på ett djup av 40 meter i hela området.
Uppehållstiden för vattnet i Bottniska viken är av storleksordningen 4 –5 år.

Bilaga 4.

Förslag till nytt program

Skagerrak: I Skagerrak koncentreras mätningarna till den svenska västkusten, där ett snitt ut från kusten mot de centrala delarna täcks upp. På detta sätt erhålls en möjlighet att täcka upp kustströmmen utefter Bohuslän. Eventuellt näringsrikt vatten från södra Nordsjön som tidigare upptäckts vid Jyllandskusten kommer också att synas utefter denna sektion. Denna förändring i mätprogrammet kan genomföras på grund av samarbete med Norge och Danmark. Havsforskningsinstitutet i Norge fortsätter att utföra sina mätningar utefter Torungen-Hirtshals snittet. Danmark har en intensivstation utanför Hirtshals. Genom ett snabbare och förbättrat datautbyte mellan länderna kommer vi tillsammans att få en mycket bra täckning av Skagerrak. En kustnära intensivstation föreslås utefter Bohuskusten, förslagsvis bör Bro A eller Släggö återupptas för att följa planktonutvecklingen under året.

Kattegatt: Här koncentreras mätningarna till den östra delen, d.v.s. stationen Läsö Ränna läggs ned. Danmark har en intensivstation i detta område. En automatstation placerad i en boj kommer att läggas ut i norra Kattegatt strax öster om Läsö, när den är på plats kommer en basstation att placeras där för att följa upp bojens funktion. Beroende på placering och djupförhållanden kan denna station eventuellt ersätta Fladen, om läget ej är tillräckligt bra kommer Fladen att bestå. Stationen Anholt E har nu hög frekvens på provtagningen (ca. 25 ggr/år) på grund av dubbla besök med Argos under de flesta expeditioner, samt genom att kustbevakningens båtar utnyttjas för att komplettera besöken under intressanta perioder. På stationen Anholt E har också ett samarbete med Danmark etablerats, de besöker också stationen och får dessutom zooplanktonprover från Sverige. Denna station kan betraktas som en intensivstation, för att följa planktonutvecklingen i detta område.

Östersjön: När det gäller Arkonabassängen pågår för närvarande arbete med att få till ett samarbete med Tyskland om biologisk provtagning på BY1 (eller BY2) för att få hög provtagningfrekvens i detta område. På samma pågår arbete med att etablera ett samarbete med Polen på BCS III-10 för att göra detta till en intensivstation i detta område.

När det gäller BY31 har vi i dag en mätfrekvens på ca. 30 besök per år vilket innebär att vi borde kunna reducera antalet mätningar här men ändå använda stationen för biologisk provtagning på samma sätt som Anholt E och de andra planerade stationerna i södra Östersjön.

Bottniska Viken: Detta område är det minst påverkade av våra havsområden och här borde mätprogrammet kunna reduceras, i alla fall rumsligt. Här borde också ett samarbete med Finland etableras för att höja frekvensen på de stationer där biologiska parametrar mäts.

Högfrekventa stationer i kustområdena:

Som referensstationer och för att följa upp plankton föreslås en station i varje havsområde. I Bottniska viken NB1 vid Norrbyn, i Egentliga Östersjön B1 vid Askö, i Kattegatt Anholt E samt i Skagerrak BroA eller Släggö. Dessa stationers huvudsakliga syfte är att följa upp de processer som sker på korta tidsskalor t.ex. successionsordningen när det gäller fytoplankton. Norska och danska studier har emellertid visat att man då bör ha en besöksfrekvens större än 2-3 ggr/månad.

SMHI:s publiceringar

SMHI ger ut sex rapportserier. Tre av dessa, R-serierna är avsedda för internationell publik och skrivs därför oftast på engelska. I de övriga serierna används det svenska språket.

Seriernas namn	Publiceras sedan
RMK (Rapport Meteorologi och Klimatologi)	1974
RH (Rapport Hydrologi)	1990
RO (Rapport Oceanografi)	1986
METEOROLOGI	1985
HYDROLOGI	1985
OCEANOGRAFI	1985

I serien OCEANOGRAFI har tidigare utgivits:

- | | |
|--|--|
| 1 Lennart Funkquist (1985)
En hydrodynamisk modell för spridnings-
och cirkulationsberäkningar i Östersjön
Slutrapport. | 11 Cecilia Ambjörn (1987)
Spridning av kylvatten från
Öresundsverket |
| 2 Barry Broman och Carsten Pettersson.
(1985)
Spridningsundersökningar i yttre fjärden
Piteå. | 12 Bo Juhlin (1987)
Oceanografiska observationer utmed
svenska kusten med kustbevakningens
fartyg 1986. |
| 3 Cecilia Ambjörn (1986).
Utbyggnad vid Malmö hamn; effekter för
Lommabuktens vattenutbyte. | 13 Jan Andersson och Robert Hillgren (1987)
SMHIs undersökningar i
Öregrundsgrepen 1986. |
| 4 Jan Andersson och Robert Hillgren
(1986).
SMHIs undersökningar i
Öregrundsgrepen perioden 84/85. | 14 Jan-Erik Lundqvist (1987)
Impact of ice on Swedish offshore ligh-
touses. Ice drift conditions in the area at
Sydostbotten - ice season 1986/87. |
| 5 Bo Juhlin (1986)
Oceanografiska observationer utmed
svenska kusten med kustbevakningens
fartyg 1985. | 15 SMHI/SNV (1987)
Fasta förbindelser över Öresund - utred-
ning av effekter på vattenmiljön i Öster-
sjön. |
| 6 Barry Broman (1986)
Uppföljning av sjövärmepump i Lilla Vär-
tan. | 16 Cecilia Ambjörn och Kjell Wickström
(1987)
Undersökning av vattenmiljön vid utfyll-
naden av Kockums varvsbassäng.
Slutrapport för perioden
18 juni - 21 augusti 1987. |
| 7 Bo Juhlin (1986)
15 års mätningar längs svenska kusten
med kustbevakningen (1970 - 1985). | 17 Erland Bergstrand (1987)
Östergötlands skärgård - Vattenmiljön. |
| 8 Jonny Svensson (1986)
Vågdata från svenska kustvatten 1985. | 18 Stig H. Fonselius (1987)
Kattegatt - havet i väster. |
| 9 Barry Broman (1986)
Oceanografiska stationsnät - Svenskt Vat-
tenarkiv. | |

- 19 Erland Bergstrand (1987)
Recipientkontroll vid Breviksnäs fiskod-
ling 1986.
- 20 Kjell Wickström (1987)
Bedömning av kylvattenrecipienten för ett
kolkraftverk vid Oskarshamnsverket.
- 21 Cecilia Ambjörn (1987)
Förstudie av ett nordiskt modellsystem för
kemikaliespridning i vatten.
- 22 Kjell Wickström (1988)
Vågdata från svenska kustvatten 1986.
- 23 Jonny Svensson, SMHI/National Swedish
Environmental Protection Board (SNV)
(1988)
A permanent traffic link across the
Öresund channel - A study of the hydro-
environmental effects in the Baltic Sea.
- 24 Jan Andersson och Robert Hillgren (1988)
SMHIs undersökningar utanför Forsmark
1987.
- 25 Carsten Peterson och Per-Olof Skoglund
(1988)
Kylvattnet från Ringhals 1974-86.
- 26 Bo Juhlin (1988)
Oceanografiska observationer runt
svenska kusten med kustbevakningens
fartyg 1987.
- 27 Bo Juhlin och Stefan Tobiasson (1988)
Recipientkontroll vid Breviksnäs fiskod-
ling 1987.
- 28 Cecilia Ambjörn (1989)
Spridning och sedimentation av tippat ler-
material utanför Helsingborgs hamnområ-
de.
- 29 Robert Hillgren (1989)
SMHIs undersökningar utanför Forsmark
1988.
- 30 Bo Juhlin (1989)
Oceanografiska observationer runt
svenska kusten med kustbevakningens
fartyg 1988.
- 31 Erland Bergstrand och Stefan Tobiasson
(1989)
Samordnade kustvattenkontrollen i Öster-
götland 1988.
- 32 Cecilia Ambjörn (1989)
- 33a Cecilia Ambjörn (1990)
Oceanografiska förhållanden utanför Ven-
delsöfjorden i samband med kylvatten-ut-
släpp.
- 33b Eleonor Marmefelt och Jonny Svensson
(1990)
Numerical circulation models for the
Skagerrak - Kattegat. Preparatory study.
- 34 Kjell Wickström (1990)
Oskarshamnsverket - kylvattenutsläpp i
havet - slutrapport.
- 35 Bo Juhlin (1990)
Oceanografiska observationer runt
svenska kusten med kustbevakningens
fartyg 1989.
- 36 Bertil Håkansson och Mats Moberg
(1990)
Glommaälvens spridningsområde i nord-
östra Skagerrak
- 37 Robert Hillgren (1990)
SMHIs undersökningar utanför Forsmark
1989.
- 38 Stig Fonselius (1990)
Skagerrak - the gateway to the North Sea.
- 39 Stig Fonselius (1990)
Skagerrak - porten mot Nordsjön.
- 40 Cecilia Ambjörn och Kjell Wickström
(1990)
Spridningsundersökningar i norra Kalmar-
sund för Mönsterås bruk.
- 41 Cecilia Ambjörn (1990)
Strömningsteknisk utredning avseende ut-
byggnad av gipsdeponi i Landskrona.
- 42 Cecilia Ambjörn, Torbjörn Grafström och
Jan Andersson (1990)
Spridningsberäkningar - Klints Bank.
- 43 Kjell Wickström och Robert Hillgren
(1990)
Spridningsberäkningar för EKA-NOBELs
fabrik i Stockviksverken.
- 44 Jan Andersson (1990)
Brofjordens kraftstation - Kylvattensprid-
ning i Hanneviken.

- 45 Gustaf Westring och Kjell Wickström (1990)
Spridningsberäkningar för Höganäs kommun.
- 46 Robert Hillgren och Jan Andersson (1991)
SMHIs undersökningar utanför Forsmark 1990.
- 47 Gustaf Westring (1991)
Brofjordens kraftstation - Kompletterande simulering och analys av kylvattensspridning i Trommekilen.
- 48 Gustaf Westring (1991)
Vågmätningar utanför Kristianopel - Slutrapport.
- 49 Bo Juhlin (1991)
Oceanografiska observationer runt svenska kusten med kustbevakningens fartyg 1990.
- 50A Robert Hillgren och Jan Andersson (1992)
SMHIs undersökningar utanför Forsmark 1991.
- 50B Thomas Thompson, Lars Ulander, Bertil Håkansson, Bertil Brusmark, Anders Carlström, Anders Gustavsson, Eva Cronström och Olov Fäst (1992).
BEERS -92. Final edition.
- 51 Bo Juhlin (1992)
Oceanografiska observationer runt svenska kusten med kustbevakningens fartyg 1991.
- 52 Jonny Svensson och Sture Lindahl (1992)
Numerical circulation model for the Skagerrak - Kattegat.
- 53 Cecilia Ambjörn (1992)
Isproppsförebyggande muddring och dess inverkan på strömmarna i Torneälven.
- 54 Bo Juhlin (1992)
20 års mätningar längs svenska kusten med kustbevakningens fartyg (1970 - 1990).
- 55 Jan Andersson, Robert Hillgren och Gustaf Westring (1992)
Förstudie av strömmar, tidvatten och vattenstånd mellan Cebu och Leyte, Filippinerna.
- 56 Gustaf Westring, Jan Andersson, Henrik Lindh och Robert Axelsson (1993)
Forsmark - en temperaturstudie. Slutrapport.
- 57 Robert Hillgren och Jan Andersson (1993)
SMHIs undersökningar utanför Forsmark 1992.
- 58 Bo Juhlin (1993)
Oceanografiska observationer runt svenska kusten med kustbevakningens fartyg 1992.
- 59 Gustaf Westring (1993)
Isförhållandena i svenska farvatten under normalperioden 1961-90.
- 60 Torbjörn Lindkvist (1994)
Havsområdesregister 1993.
- 61 Jan Andersson och Robert Hillgren (1994)
SMHIs undersökningar utanför Forsmark 1993.
- 62 Bo Juhlin (1994)
Oceanografiska observationer runt svenska kusten med kustbevakningens fartyg 1993.
- 63 Gustaf Westring (1995)
Isförhållanden utmed Sveriges kust - statistik från svenska farleder och farvatten under normalperioderna 1931-60 och 1961-90.
- 64 Jan Andersson och Robert Hillgren (1995)
SMHIs undersökningar utanför Forsmark 1994.
- 65 Bo Juhlin (1995)
Oceanografiska observationer runt svenska kusten med kustbevakningens fartyg 1994.
- 66 Jan Andersson och Robert Hillgren (1996)
SMHIs undersökningar utanför Forsmark 1995.
- 67 Lennart Funkquist och Patrik Ljungemyr (1997)
Validation of HIROMB during 1995-96.
- 68 Maja Brandt, Lars Edler och Lars Andersson (1998)
Översvämningar längs Oder och Wisla sommaren 1997 samt effekterna i Östersjön.

- 69 Jörgen Sahlberg SMHI och Håkan Olsson, Länsstyrelsen, Östergötland (2000).
Kustzonmodell för norra Östergötlands skärgård.
- 70 Barry Broman (2001)
En vågatlas för svenska farvatten.
- 71 *Vakant – kommer ej att utnyttjas!*
- 72 Fourth Workshop on Baltic Sea Ice Climate Norrköping, Sweden 22-24 May, 2002 Conference Proceedings
Editors: Anders Omstedt and Lars Axell
- 73 Torbjörn Lindkvist, Daniel Björkert, Jenny Andersson, Anders Gyllander (2003)
Djupdata för havsområden 2003
- 74 Håkan Olsson, SMHI (2003)
Erik Årnefelt, Länsstyrelsen Östergötland
Kustzonssystemet i regional miljöanalys
- 75 Jonny Svensson och Eleonor Marmefelt (2003)
Utvärdering av kustzonmodellen för norra Östergötlands och norra Bohusläns skärgårdar
- 76 Elenor Marmefelt, Håkan Olsson, Helma Lindow och Jonny Svensson, Thalassos Computations (2004)
Integrerat kustzonssystem för Bohusläns skärgård
- 77 Philip Axe, Martin Hansson och Bertil Håkansson (2004)
The national monitoring programme in the Kattegat and Skagerrak