

JAMP (Joint Assessment and Monitoring Programme) Resultater og muligheter

Av Norman W. Green

Forfatteren er ansatt som forsker ved NIVA

Sammendrag

Presentert her er noen resultater fra Norges bidrag til et felles europeiske overvåkingprogram (OSPAR's JAMP) i perioden 1981-1997. Eksemplene inkluderer tilstand og utvikling av noen metaller og klororganiske forbindelser i blåskjell og torsk spesielt fra Sør fjorden/Hardangerfjord (kadmium, ppDDE), Langesund (HCB) og Oslofjorden (PCB kongener CB 153). Resultatene er sammenlignet med Staten forurensningstilsyn's klassifiserings-system for miljøkvalitet. Vurdering av tidstrender er basert på lineære trender og deres respektive utsganskraft.

Summary

*Some results are presented from the Norwegian contribution to OSPAR's JAMP, a European monitoring programme, for the period 1981-1997. The examples include levels and trends of some metals and chlororganic compounds in blue mussel (*Mytilus edulis*) and cod (*Gadus morhua*) especially from the Sør fjord and Hardangerfjord (cadmium, ppDDE), Langesund just west to the mouth of the*

Oslofjord (HCB) and the Oslofjord (PCB congener CB-153). The results are compared to the Norwegian Pollution Control Authority's environmental classification system. Timetrends are based on linear regression and associated statistical power.

1. Innledning

Overvåking av miljøgifter i sjøvannsmiljøet i Norge har bl.a. sin bakgrunn i Norges forpliktelser som traktatland i Oslo- og Pariskonvensjonene (OSPAR). Konvensjonene trådte i kraft i 1974 og har til formål å beskytte marine miljøer i det nordøstlige Atlanterhavet mot forurensning. Oslo-konvensjonen fokuserer på dumping og Pariskonvensjonen angår forurensninger forårsaket av landbaserte kilder. I den felles overvåkingsgruppen trekkes det opp retningslinjene. Programmet, *Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP)*, er dessuten basert på råd fra og samarbeid med Det internasjonale råd for havforskning (International Council for the Exploration of the Sea (ICES)).

JAMP omfatter undersøkelser av miljøgifter, eutrofi, forsypling, fiskerier, marikultur og økosystemenes helse. Det norske bidrag til JAMP har i hovedsaken vært administrert og gjennomført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) etter oppdrag for Statens forurensningstilsyn (SFT). Dette bidrag har for det meste omfattet undersøkelser av stedsgradienter og tidstrender av miljøgifter i blåskjell og fisk; i mindre grad har også sediment blitt undersøkt. De meste registrerte miljøgiftene har vært: kvikksølv, kadmium, kobber, bly, sink, PCB, HCH, HCB og DDT. I mindre omfang er det gjort undersøkelser av: PAH, TBT, dioksiner og dioksin-lignende stoffer, Toxaphen og andre persistente klororganiske forbindelser.

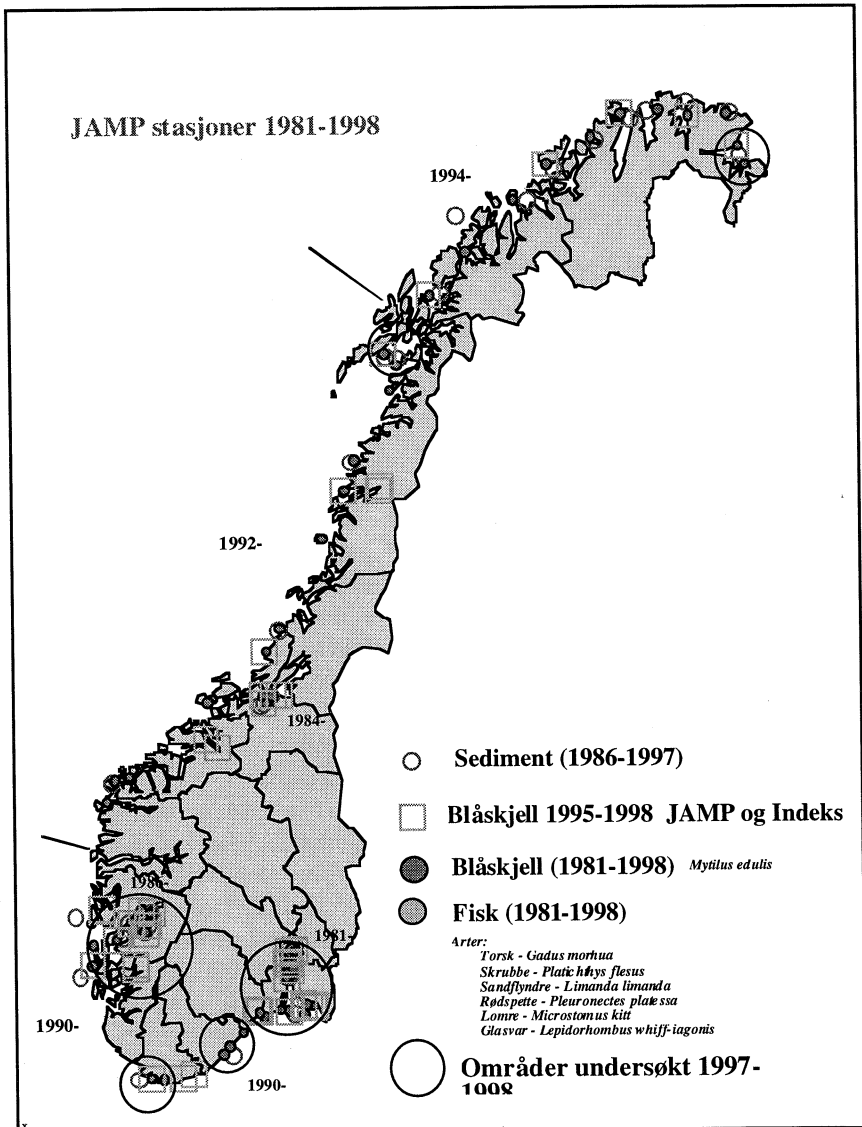
Omfanget av JAMP i Norge inkluderer en rekke aktiviteter som er viktig i en helhetsvurdering av det marine miljøet:

- Nivåer/trender av miljøgifter i belastede og mindre belastede kyst-/fjordområder.
- Data og rapporter til nasjonale (SFT, SNT) og internasjonale etater (OSPAR, ICES). Siden programstart i 1981 er over 30 rapporter blitt publiserte (se bl.a. referanser i Green 1999).
- Data til beregning av SFTs forurensningsindeks for utvalgte norske fjorder, basert på miljøgifter i blåskjell.
- Grunnlag for vurdering/erfaring av referanseverdier, herunder oppdatering av SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997).
- Supplement til andre prosjekter,

f.eks. SFTs Statlig program for forurensningsovervåking i Sørfjorden, Langesundfjorden og Oslofjorden.

- Undersøkelser av biokjemiske/fysiologiske stress-reaksjoner (biomarkører som enzymaktivitet, metall-bindende proteiner, levermetabolitter, kjønnsforstyrrelser hos snegl m.m.).
- Orienterende undersøkelser av persistente organiske miljøgifter som dioksiner, dioksinlignende-PCB, Klordaner, Toxaphene, PCN, bromerte flammehemmere.
- Testing av alternative innsamlingsstrategier for torsk med sikte på å gjøre overvåkingen mer kosteffektivt (VIC programmet).
- Lokalisering av forurensningskilder ved hjelp av stabile blyisotoper.
- Stadig supplering av JAMPs prøvebank, som så langt omfatter 3000 prøver.

JAMP i Norge har tre områder: "Oslofjord-området" (som også omfatter Hvaler og Singlefjorden, samt Langesund), Sørfjorden/Hardangerfjorden og Orkdalsfjorden. I perioden 1990-1999 har JAMP også inkluderte stasjoner langs hele kysten (Figur 1, kfr. Green 1999 med ref.). Resultatene for 1981-1997 har blitt presentert med over 30 rapporter som bl.a. inkluderer: tilstandsrapport for perioden 1981-1992 (Green et al. 1995), National Comments 1997 til OSPAR (Green et al., 1999), estimering av "høyt bakgrunnsnivå" fra bare diffus belastning (Knutzen & Green 1995).



Figur 1. JAMP i Norge - innsamlingssteder for sediment, blåskjell og fisk. Årstall indikerer start på undersøkelsesperioden: Oslofjorden (1981-), Sørffjorden/Hardangerfjorden (1986-) og Orkdalsfjorden (1984-1996), langs kysten fra Oslo til Bergen (1990-), Ålesund til Lofoten (1992-) og Harstad til Varangerfjorden (1994-) (kfr., Green 1999).

I denne artikkelen gis noen eksempler fra miljøgiftregistreringene i blåskjell og fisk. Eksemplene illustrerer:

- Data fra forurensende områder jevnført med referanseverdier (grense for kl I i SFTs klassifiseringsystem)
- Utvikling over tid
- Metodikkens utsagnskraft med hensyn til å registrere utviklingstendenser

2. Metoder

Prøvetakingen har fulgt OSPAR retningslinjer dersom det var praktisk mulig (ICES 1986, 1992 (inkludert revisjoner frem til 1994), OSPAR 1997)). Av historisk grunner ble tre størrelser av blåskjell (*Mytilus edulis*) innsamlet fra hver stasjon: 2-3, 3-4 og, 4-5cm. Femti individer ble innsamlet i hver gruppe med mindre dette ga utilstrekkelig materiale til analyse, da ble 100 innsamlet. I 1992 ble det i OSPAR innført strengere retningslinjer (kfr. ICES 1992). Denne strategien ble brukt på stasjoner etablert fra og med 1992 (dvs. stasjoner nord for Bømlø området). For disse stasjonene ble det laget 3 blandprøver av 20 individer fra hver stasjon i størrelse 3-4 eller 4-5 cm..

Fisk er fanget i garn eller trål og normalt frosset ned så fort som mulig. Torsk (*Gadus morhua*) og en flatfiskart er innsamlet fra hver stasjon hvis mulig; 25 individer fra hver art. For hver stasjon er det forsøkt å få tak i samme flatfisk art fra år til år. Flatfiskartene har ellers vært prioritert slik: sandflyndre (*Limanda limanda*), skrubbe (*Platichthys flesus*), rødspette

(*Pleuronectes platessa*), lomre (*Microstomus kitt*) og glassvar (*Lepidorhombus whiffiagonis*, gjelder kun en stasjon). Fangsten skulle falle innen fem størrelsesgrupper i lengdeintervallet 37-70cm for torsk og 30-42cm for flatfisk (kfr., Green 1999).

Beskrivelse av analysene for perioden frem til 1992 er blitt rapportert av (Green 1993). Siden 1992 har de aller fleste analysene blitt gjennomført av NIVA med mindre endringer. Et kort beskrivelser følger nedenfor.

Etter behandling med salpetersyre ble konsentrasjonene av metaller bestemt ved grafittovn atomabsorpsjon med Perkin-Elmer 2380 eller 4100, med hulkatode-lampe eller en elektrodefri utladningslampe som lyskilde (APHA 1989; Borge et al. 1981; Welz 1984). Unntatt er sink som etter syrebehandling ble bestemt med Perkin-Elmer 560 flamme atomabsorpsjonsspektrometri, og kvikksølv som ble bestemt med kaldamp atomabsorpsjonsspektrometri, ved hjelp av en Coleman MAS-50 før 1988 og en Perkin-Elmer 1100 B med gullfelle siden 1988 (cf., Borge et al. 1981; Welz et al. 1984). De ekstraherbare klororganiske forbindelser ble bestemt i bløtdelene av blåskjell, fiskelever og fiskefilet. Konsentrasjonene ble bestemt med hjelp av Hewlett-Packard 5890 series II med Electron Capture Detector med silica kapillar kolonne (Brevik 1978; Pedersen-Bjergaard et al. 1996). NIVA har deltatt de siste årene i en rekke internasjonale interkalibreringer (bl.a. QUASIMEME, se Brevik i dette nr. av VANN).

Lineære tidstrender er vurdert ved hjelp av tre modeller basert på log-transformert mediane konsentrasjoner (ASMO 1994). I denne forbindelse er utsagnskraft uttrykt som antall år man må observere for med 90% sannsynlighet å oppdage en 10% endring pr. år. En fjerde modell ble brukt for å analysere tidstrender for kvikksølv i "lite" og "stor" torsk (MON 1993). CB153 er valgt som representant for PCB fordi den er persistent og antatt som en god indikator for bestandige PCB-forbindelser (Atuma et al. 1996). Dessuten, er det noe indikasjoner på at CB153 korrelerer med TCDD-ekvivalenter (Boer et al. 1993).

Medianekonsentrasjoner ble også sammenlignet med "antatt høy bakgrunnskonsentrasjon" (Knutzen & Green 1995; og SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997). Systemet angir konsentrasjonsintervaller for Kl. I (ubetydelig/lite forurenset) til Kl. V (meget sterkt forurenset).

3. Resultater

Siden 1981 har undersøkelse av metaller og PCB omfattet mer enn 400

sedimentprøver og mer enn 10000 blåskjell-/fiskeprøver (Tabell 1). Prøvene er fra hele kysten, men siden 1997 har undersøkelsen konsentrert seg i områdene: Varangerfjorden, Lofoten, Sørfjorden/Hardangerfjorden, Lista, Langesund og Oslofjorden (Figur 1 på neste side).

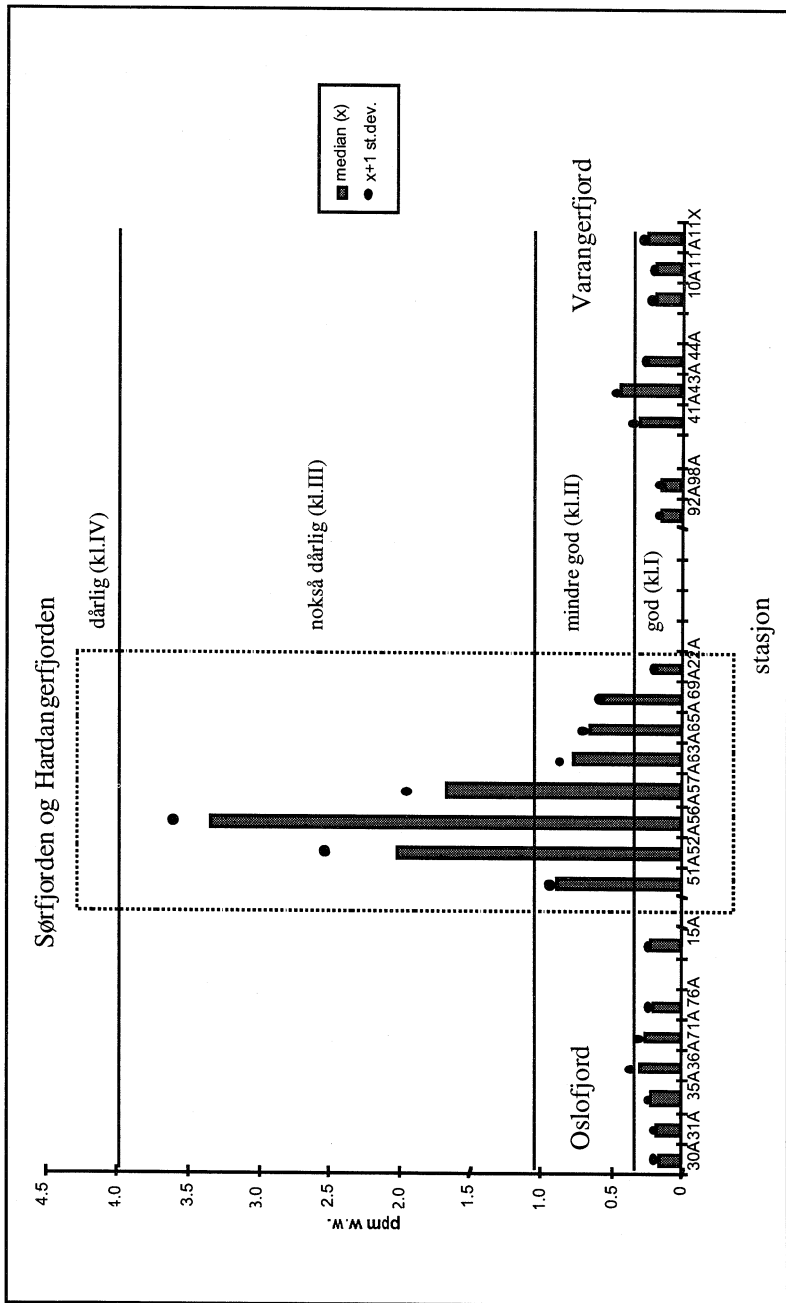
3.1 Sørfjorden og Hardangerfjorden

Forholdene i Sørfjorden og Hardangerfjorden med hensyn til forurensningsutvikling og miljøtiltak er beskrevet (i Skei et al. 1998). JAMPs bidrag de siste årene er koordinert med andre undersøkelser (kfr., Knutzen et al. 1997, 1999). Resultatene bekrefter tidligere undersøkelser om at fjordene er forurenset med kadmium (Figur 2 og Figur 3), bly, og i mindre grad også ppDDE (nedbrytningsprodukt av DDT) og kvikksølv (Green 1999).

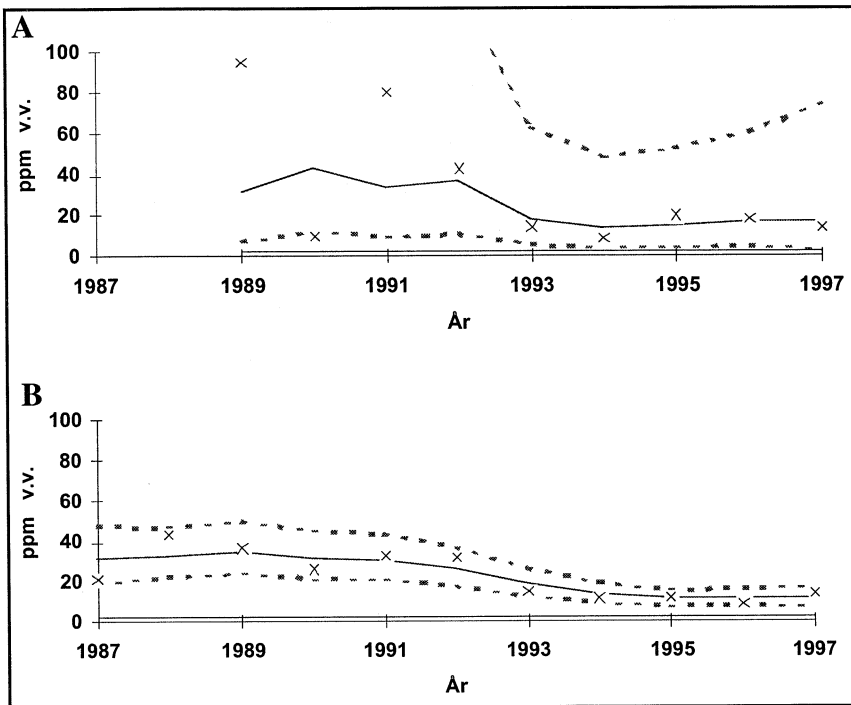
Kadmiumkonsentrasjonene i blåskjell fra Sørfjord i 1997 betegnes som "dårlig" eller i Klasse IV i SFTs klassifiseringssystemet (Molvær *et al.* 1997). Overkonsentrasjoner opptil 14 ganger (14 ganger "antatt høyt bakgrunns-

Tabell 1.
Antall prøver som har blitt analysert under det norske JAMP.

	Metaller (1981-)	PCB (1989-)	PAH (1992, 1995-)
Sediment	380	50	20
Blåskjell	1111	706	209
Fiskelever	2796	2454	16
Fiskefilet	2800	664	16



Figur 2. Median, standardavvik og SFTs miljøkvalitetsklasser for konsentrasjoner av kadmium i blåskjell, (*Mytilus edulis*) mg/kg våtvekt. Stasjonene er plassert i rekke-følge fra Oslofjorden langs kysten til Varangerfjorden.

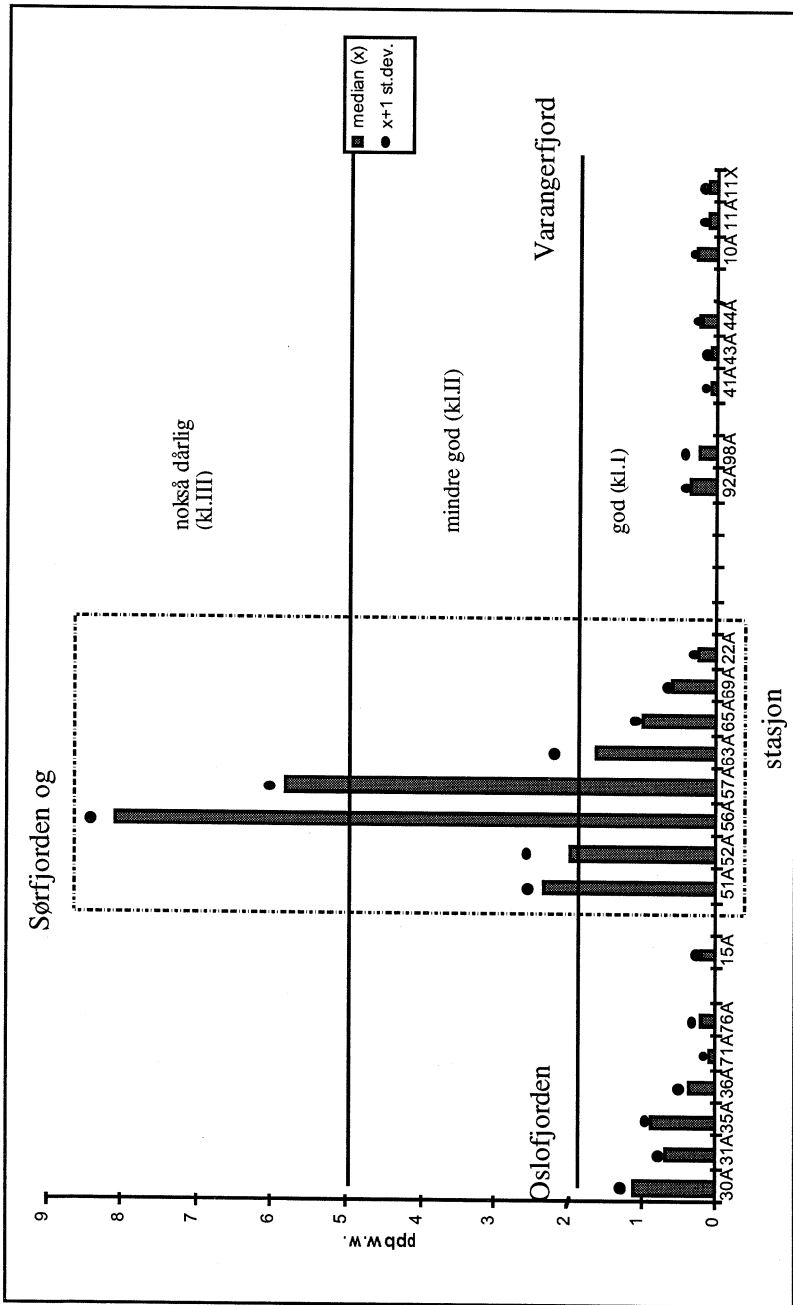


Figur 3. Median innhold av kadmium i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra indre (A, st.52A) til ytre (B st.57A) Sør fjorden, mg/kg våtvekt. Figuren viser: median (kryss), glattet median (heltrukket linje), 95% konfidensintervall (stiplede linjer), "antatt høyt bakgrunnsnivå" (heltrukket horisontale linje). NB: øvre konfidensintervall har for enkelte år falt utenfor skalaen. En signifikant lineær trend nedover ble funnet på st.52A (se tekst).

nivå") ble funnet. For bly ble det registrert overkonsentrasjoner på opptil 12 ganger, og for kvikksølv og sink ca. 2 ganger. Overkonsentrasjoner av kadmium og bly kunne spores mer enn 60 km utover fra Odda innerst i Sør fjorden. En signifikant lineært avtagende trend ble funnet for kadmium på to stasjoner nær munningen av fjorden for perioden 1987-1997. På en av stasjonene økte kvikksølvinnholdet for samme perioden. Statens næringsmiddel-

tilsyn (SNT) har gjennom en årrekke, siste gang i 1997, frarådet konsum av blåskjell fra Sør fjorden.

Moderate overkonsentrasjoner, opp til 2 ganger "antatt høyt bakgrunnsnivå", ble også funnet i konsentrasjoner av kadmium, kvikksølv og bly i flyndre fra indre Sør fjorden. Overkonsentrasjoner, opptil 2 ganger ble funnet for kadmium og kvikksølv i torsk fra indre Sør fjorden og fra Hardangerfjorden.



Figur 4. Median, standardavvik og SFTs miljøkvalitets klasser for konsentrasjoner av ppDDE (DDEPP) i blåskjell (*Mytilus edulis*) 1997, mg/kg våtvekt. Stasjonene er plassert i rekkefølge fra Oslofjorden oppover kysten til Varangerfjorden.

Tidstrend vurderes som nevnt ved hjelp av lineær regresjon på log-transformerte mediane konsentrasjoner (ASMO 1994; Nicholson, et al., 1997, 1998). Utsagnskraft på trenden er avhengig av avstanden konsentrasjonene har fra den beste tilpasning av en rett linje gjennom alle medianverdiene. Jo større spredning verdiene har fra linjen, desto lavere sannsynlighet det er for å detektere en reell trend. Utsagnskraft kan uttrykkes på forskjellige måter. Her uttrykkes det som antall år for å oppdage en 10% endring pr. år med 90% sikkerhet. Utsagnskraften for undersøkelsene av metaller i blåskjell fra Sørfjorden og Hardangerfjorden var relativt dårlig, men med en tendens til bedring med økende avstand fra kildeområdet i Odda. For eksempel, var utsagnskraften på trenden i indre Sørfjorden (st.52A) 23 år, mens den lenger ut i fjorden (st.57A) var den 11 år. Forholdet illustrerer en konsekvens av at metalltilførslene fremdeles ikke er under kontroll, hvilket gir sterke og usystematiske utslag i nivåene av metaller i skjell fra indre fjord.

Også for ppDDE (nedbrytningsprodukt av DDT) er de høyeste registreringene innen JAMP funnet i blåskjell fra Sørfjorden (Figur 4).

Kildene til ppDDE er usikker, men frukt dyrking i områdene omkring Sørfjorden og Hardangerfjorden har vært betydelig. Tidligere bruk, DDT/DDEs persistens og avrenning fra forurenset jordsmonn er mest sannsynlig årsak til den konstaterte forurensning. Produksjon og bruk av DDT-holdige produkter har vært forbudt i Norge siden 1970

(med unntak frem til 1989 for dypping av unge granplanter).

Hverken for blåskjell eller fisk er det i perioden 1990-1997 funnet noen signifikante trender for nivåene av DDT/DDE.

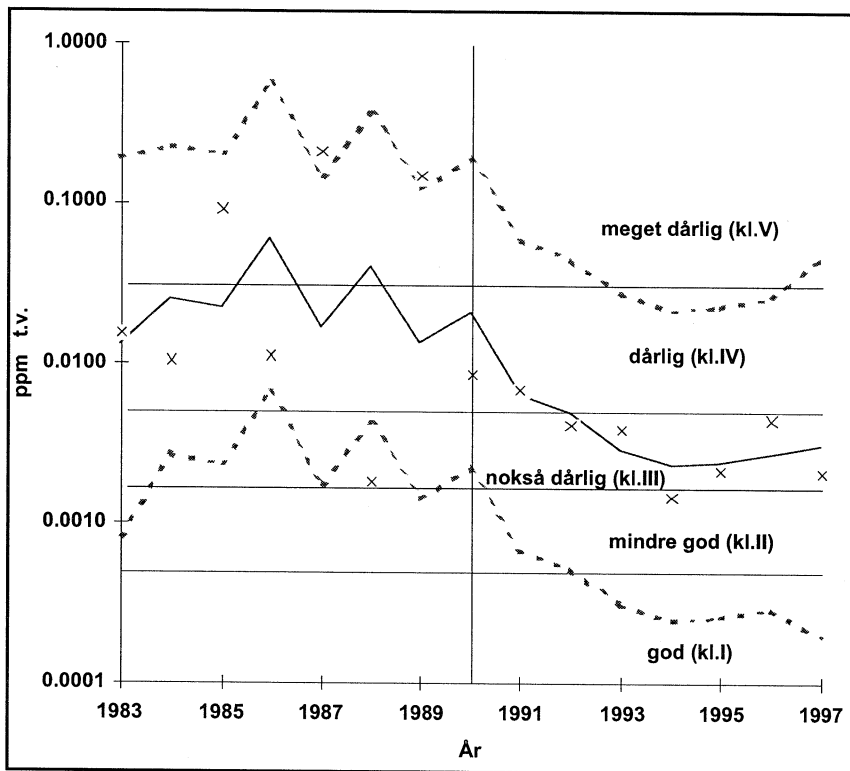
3.2 Langesund

Blåskjell fra Langesund (st.71A) hadde i 1997 markerte overkonsentrasjoner av HCB (over 4 ganger "antatt høyt bakgrunnsnivå"). Konsentrasjoner har varierte mye siden undersøkelsen startet i 1983, men det mediane innholdet har avtatt merkbart siden 1986 (Figur 5) på grunnen av sterkt redusert utslipp fra Hydro Porsgrunns magnesiumfabrikk spesielt etter 1989-90 (kfr., Knutzen et al. 1998).

For 1983-990 var HCB innholdet sterkt varierende med resulterende dårlig utsagnskraft i tidsserien - over 25 år - og ingen signifikant trend kunne spores. Utsagnskraften for perioden 1990-1997 var derimot 14 år og en signifikant nedadgående trend ble funnet.

3.3 Oslofjorden

I 1997 ble det funnet markerte overkonsentrasjoner av CB153 i torskelever fra indre Oslofjorden, derimot bare svake overkonsentrasjoner funnet i ytre Oslofjord (hhv. 6.2 og 1.4 ganger "antatt høyt bakgrunnsnivå", Figur 6). Den mediane konsentrasjonen av CB153 i torskelever i 1997 var over 1200 ppb v.v. og høyere en tidligere år (1990-1996). Konsentrasjonen i torskefilet var 4.34 ppb v.v. og også høyere enn tidligere år med unntak av 1992. Moderate/



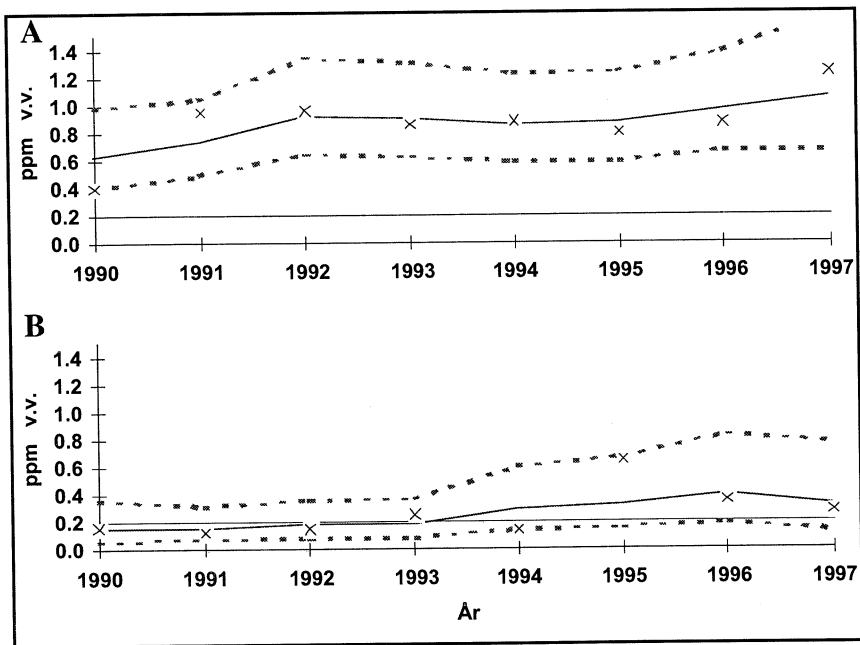
Figur 5. Mediant innhold av HCB i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Langesund, mg/kg tørrvekt. NB: log-skala.. Vertikal linje indikerer når magnesiumfabrikken reduserte utslipp med over 98%. SFTs miljøkvalitets klasser er angitt. For periodene 1983-1997 og 1990-1997 er det funnet utsagnskraft på henholdsvis over 25 år (ingen trend) og 14 år (signifikant avtagende). (se Figur 3 og nærmere forklaring i tekst).

markerte overkonsentrasjoner av CB153 i blåskjell ble funnet i indre Oslofjord (st.30A, opptil 5 ganger).

Markert overkonsentrasjoner ble også funnet for sum av syv PCB-kongenere (CB-28, -52, 101, -118, -138, -153 og -180) i blåskjell og torskelever fra indre Oslofjorden, omkring 6 ganger. Svak overkonsentrasjoner (mindre enn 2 ganger) ble funnet i torskelever fra ytre Oslofjorden.

Fra 1994 har Statens næringsmiddeltilsyn (SNT) frarådet konsum av torsk-
elever fra indre Oslofjord å grunn av PCB forurensning.

Ingen signifikante tidstrend er funnet for torsk 1990-1997 eller i blåskjell 1987-1997. Utsagnskraft for undersøkelse av torskelever og blåskjell fra indre Oslofjorden var henholdsvis 11 og 12 år.



Figur 6. Mediant innhold av CB153 i lever av torsk (*Gadus morhua*) fra indre Oslofjord (A, st.30B) og ytre Oslofjord (B, st.36B), mg/kg våtvekt. Ingen signifikant lineær trend ble funnet. Utsagnskraften er 11 og 16 år for henholdsvis "lite" og "stor" individer (se Figur 3 og nærmere forklaring i tekst).

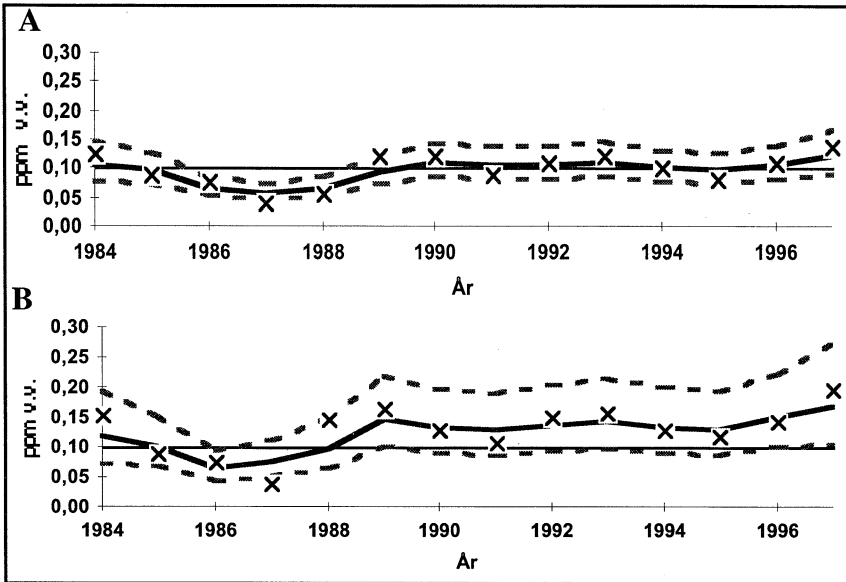
Moderate overkonsentrasjoner av kvikksølv (opptil 2 ganger "antatt høyt bakgrunnsnivå") ble funnet i både "lite" og "stor" torsk fra indre Oslofjord (Figur 7). I perioden 1984-1997 ble det funnet en signifikant oppadgående trend. Utsagnskraft for "lite" fisk var noe bedre enn for "stor", henholdsvis 9 og 12 år. Svak overkonsentrasjoner (mindre enn 2 ganger) er funnet for "stor" torsk fra ytre Oslofjorden (st.36B).

4.0 Fremtidige arbeidsoppgaver

I tillegg til å fylle funksjoner som ek-

semplifisert foran vil JAMP i fremtiden kunne bidra til:

- Sikring av lange tidsserier
- Bedre kunnskap om årsak/virkning forhold på individ-, populasjon- og økosystemnivå
- Bedre data mht. til "lokale" variasjoner i tid og rom
- Undersøkelse av årsakene til variasjonene (eksponering, opptak/utskillelse, transportveier, samspill mellom stoffene)
- Kontroll over de kildene til variasjon som kan styres (utslipp, avrenning, utlekking)
- Klare målsetninger som kan tes-



Figur 7. Mediant innhold av kvikksølv i torsk (*Gadus morhua*) fra ytre Oslofjord (st.36B) for "lite" (A) og "store" (B) individer, mg/kg våtvekt. En signifikant lineær trend nedover ble funnet for "små" individer. Utsagnskraften er 9 og 13 år for henholdsvis "små" og "store" individer (se tekst, og Figur 3 tekst).

tes statistiske mht. "referansenivåer" og forventede trender

- Utvikling av et mer effektivt system for evaluering/justering av eksisterende overvåkingstrategier og evt. konsekvenser endringen ville ha for tolkbarhet og utsagnskraft i gamle data.

Litteratur

APHA, 1989. APHA, AWWA, WPCF: Standards Methods for the Examination of Water and Waste Water. 17th edition. 1989.

ASMO, 1994. Draft assessment of temporal trends monitoring data for

1983-91: Trace metals and organic contaminants in biota. Environmental Assessment and Monitoring Committee (ASMO). Document ASMO(2) 94/6/1. Atuma, S.S., Linder, C-E, Andersson, Ö., Bergh, A., Hansson, L., Wicklund-Glynn, A., 1996. CB153 as indicator for congener specific determination of PCBs in diverse fish species from Swedish waters. Chemosphere 33(8):1459-1464.

Boer, J. de, Stronck, C.J.N., Traag, W.A., Meer, J van der, 1993. Non-ortho and mono-ortho substituted chlorobiphenyls and chlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in marine and freshwater fish and shellfish from

the Netherlands. *Chemosphere* 26(10):1823-1842.

Borge, H., Edin A., Holm, K., Skøld, E., 1981. Determinations of metals in fish liver by flameless atomic absorption spectrophotometry. *Water Res.* 15:1291-1295.

Brevik, E., 1978. Gas chromatographic method for the determination of organochlorine pesticides in human milk. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 19 (1978) 281.

Green, N.W., 1993 Joint Monitoring Programme - JMP. Overview of analytical methods employed by JMP in Norway 1981-1992. NIVA-rapport 2971, 41 s.

Green, N.W., 1999. Joint Assessment and Monitoring Programme in Norway 1999, Contaminants - Oslofjord area, Lista, Sørfjorden, Hardangerfjorden, Bømlo, Lofoten area and Varanger. NIVA-prosjekt 80106, (18.1.1999), 44 s.

Green, N.W., Berge, J.A, Helland, A., Hylland, K., Knutzen, J., Walday, M., 1999. Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP). National Comments regarding the Norwegian Data for 1997. Rapport 752/99 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3980-99 129s.

Green, N.W., Knutzen, J., Helland, A., Brevik, E.M., 1995. Overvåking av mil-

jøgifter i sedimenter og organismer 1981-92. "Joint Monitoring Programme (JMP)". Rapport 593/95 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3184, 1995s.

ICES, 1986. Interim reporting format for contaminants in fish and shellfish, JMP-version. ICES, May 1986.

ICES, 1992. ICES Environmental data reporting formats, Version 2.1 - January 1992.

Knutzen, J., Green, N.W., 1995. Bakgrunnsnivåer av en del miljøgifter i fisk, blåskjell og reker. Data fra utvalgte norske prøvesteder innen den felles overvåking under Oslo-/Paris-kommisjonene 1990-1993. Rapport 594/94 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3302, 105s.

Knutzen, J., Biseth, A., Brevik, E., Egaas, E., Green, N., Schlaback M., Skåre, J.U., 1998. Overvåking av miljøgifter i fisk og skaldyr fra Grenlandsfjordene 1996. Rapport 730/98 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3834-98 150s.

Knutzen, J., Green, N.W., Brevik, E.M., 1997. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjord 1996. Delrapport 3 Miljøgifter i organismer. Rapport 728/98 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3832-98 34s.

- Knutzen, J., Green, N.W., Brevik, E.M., 1999. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjord 1997. Delrapport 2 Miljøgifter i organismer. Rapport 755/99 innen Statlig program for forurensnings-overvåking. NIVA-rapport 4007-99 43s.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei J., Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT rapport TA-1467/1997. Statens Forurensningstilsyn, 36 s.
- MON, 1993. Draft Summary record. Eleventh meeting of the Ad Hoc Working Group on Monitoring, Copenhagen: 8-12 November 1993. MON 11/1/7-E.
- Nicholson, M., Fryer, R.J., Ross, C., 1997. Designing monitoring programmes for detecting trends in contaminants in fish and shellfish. Mar. Poll. Bull. 34: 821-826.
- Nicholson, M., Fryer, R.J., Larsen, J.R., 1998. Contaminants in marine organisms: A robust method for analysing temporal trends, ICES Techniques in Marine Environmental Sciences, No.20. 22 s.
- OSPAR, 1997. JAMP [Joint Assessment and Monitoring Programme] Guidelines for Monitoring Contaminants in Biota (version 9.6.97) Oslo and Paris Commissions 40 s.
- Pedersen-Bjergaard, Semb, S.I., Brevik, E.M., Greibrokk, T., 1996. Capillary gas chromatography combined with atomic emission detection for the analysis of polychlorinated biphenyls. J. Chromatogr. A, 723 (1996):337-347.
- Skei, J., Rygge, B., Moy, F., Molvær, J., Knutzen, J., Hylland, K., Næs, K., Green, N., Johnsen, T., 1998. Forurensningsutvikling i Sørfjord/Hardangerfjord i perioden 1980-1997. Sammenstilling av resultater fra overvåking av vann, sedimenter og organismer. Rapport 742/98 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3922-98, 95 s.
- Welz, B., 1984. Atomabsorbtion Spektrometrie. 3 Auflage, Verlag Chemie Weinheim.
- Welz, B., Melcher, M., Sinemus, H.W., Maier, D., 1984. Pico-trace determination of mercury using the amalgamation technique. Atomic Spectrosc. 1984(5):37-42.