

# Miljøgifter i havet rundt Bjørnøya

Katrine Borgå, Anita Evenset og Geir Wing Gabrielsen

*Det er lange tradisjoner for fiske og fangst i Barentshavet. Naturlige svingninger, og til tider overbeskatning, har ført til store variasjoner i dyrebestandene over tid. I dag er beskatningen til en viss grad kontrollert. En ny og minst like alvorlig trussel mot matressursene er miljøgiftene. Er ressursene fra våre arktiske havområder så rene som vi liker å tro, eller er det grunn til bekymring?*

På midten og slutten av 90-tallet ble det gjennomført flere forskningsprosjekter i havområdene rundt Bjørnøya. Målsetningen med noen av prosjektene var å forstå opptak av organiske miljøgifter i planter og dyr, og anrikning (økning) oppover i næringskjeden. Disse studiene har gitt oss en bedre forståelse av hvilke biologiske og kjemiske faktorer som bidrar til anrikning av organiske miljøgifter i økosystemer i Barentshavet.

Bakgrunnen for å gjennomføre flere av studiene var det høye miljøgiftinnholdet som hadde blitt dokumentert i dyr som spiser høyt i den marine næringskjeden, som for eksempel polarmåke, polarrev og isbjørn. Det var spesielt klorerte hydrokarboner fra industri og jordbruk som ble funnet i høye nivåer (se figur 1 side 47). Disse miljøgiftene, som har få lokale kilder i Arktis, blir hovedsakelig

transportert nordover med hav- og luftstrømmer fra jordbruks- og industriområder. Barentshavet har i



denne sammenheng blitt ansett som å være et spesielt utsatt område, gitt dets plassering i forhold til strøm- og vindretninger, samt isdrift.

Disse miljøgiftene har tidligere forårsaket negative biologiske effekter i marine pattedyr og sjøfugl i Nordsjøen og i Østersjøen. Miljøgiftinnholdet som ble funnet hos polarmåke og isbjørn fra Barentshavet var 2–5 ganger høyere enn i tilsvarende arter fra den kanadiske delen av Arktis. Til tross for langtransportert forurensning, er Barentshavet og de andre arktiske havområdene rene i sammenlikning med havområdene som ligger i nærheten av industri og jordbruk.

**Isbjørn er på toppen av næringskjeden og utsatt for høye nivåer av miljøgifter.**

Foto: Guttorm N. Christensen

## Organiske miljøgifter

Organiske miljøgifter ble tidligere konstruert (designet) for å ikke nedbrytes, og dermed være effektive for deres respektive bruk i jordbruk eller industri. Men etter en tid ble de menneskeskapt miljøgiftene funnet i økende mengder i planter og dyr som ikke var deres antatte endemål. Dette var alarmerende, særlig fordi jordbrukskjemikaliene var designet for å være giftige for de organismene som ble utsatt for stoffet. Senere års forskning har, i tillegg til klorerte hydrokarboner, også funnet anrikning av andre organiske miljøgifter i arktiske dyr, slik som bromerte og fluorerte forbindelser (se boks side 42). I motsetning til de klorerte miljøgiftene, er flere av de bromerte og fluorerte miljøgiftene fremdeles i bruk. Også disse miljøgiftene er lite nedbrytbare, svært løselig i organiske faser, relativt mobile, og de er giftige. I denne artikkelen vil vi fokusere på klorerte miljøgifter, slik som PCB og DDT, og vi vil bruke eksempler fra relativt ny forskning fra havområdene rundt Bjørnøya.

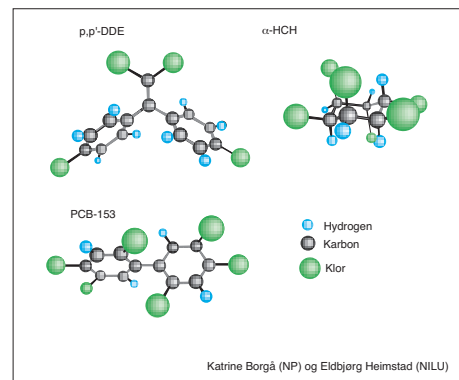
De fleste organiske miljøgiftene er lite løselige i vann, men de er svært løselige i organiske faser som for eksempel organisk karbon i partikler, og fett i planter og dyr. Dette medfører at organiske miljøgifter i liten grad finnes fritt oppløst i vann. De fester seg til partikler, eller taes opp av planter og

akvatiske dyr som tar opp oksygen fra vann. Det medfører at det er svært vanskelig å måle mengdene av miljøgifter som finnes løst i vann. For eksempel varierer PCB målinger fra Barentshavet det siste 10 året betydelig, blant annet som et resultat av hva slags analysemetoder som er brukt.

**Figur 1: Eksempler på klorerte hydrokarboner funnet i marine planter og dyr i Arktis. Disse stoffene har blitt produsert for industri (PCB), jordbruk (HCH, Klordaner, DDT) mens HCB er et biprodukt fra industri.**

## Opptak av miljøgifter i planter og dyr

Miljøgiftene som finnes i vann og luft taes opp i dyr enten direkte over respirasjonsflater (løste miljøgifter), eller



**Innsamling av dyreplankton i havet utenfor Bjørnøya.**

de tas opp fra maten (partikkelbundet). Opptakseffektivitet av organiske miljøgifter er ganske lik for ulike arter av dyr. Ulike dyr vil ha ulike miljøgiftnivåer, avhengig av hvilke mengder som finnes i omgivelsene og i maten de spiser. Som tidligere nevnt brytes organiske miljøgifter langsomt ned, men enkelte arter av dyr er likevel i stand til å bryte ned enkelte av forbindelsene. Siden de fleste organiske miljøgiftene løser seg i kroppsfettet til

**Figur 2: Biomagnifisering i næringskjeden i havområdene rundt Bjørnøya.** Figuren viser tre ulike miljøgifter som oppfører seg ulikt i næringskjeden. Ett stoff som øker jevnt oppover næringskjeden (trans-nonaklor), ett som øker med ulik hastighet for kaldblodige (dyreplankton og fisk – farget grønn) og varmblodige (sjøfugl og sel – farget blå) dyr (PCB-153), og ett som ikke øker i mengde oppover næringskjeden ( $\gamma$ -HCH). Y-aksen viser mengden av miljøgiften og X-aksen viser trofisk nivå i næringskjeden.

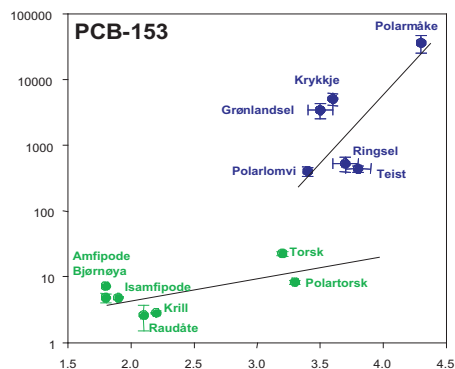
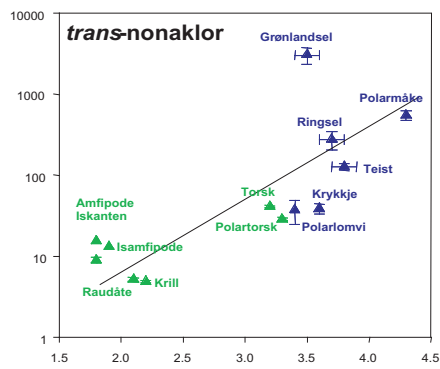
dyr, må dyrene omdanne stoffene til mer vannløselig forbindelser som lettere kan skilles ut. Ofte er evnen til å skille ut miljøgifter lav eller langsom. Dette resulterer i høyere miljøgiftnivåer i planter og dyr enn i omgivelsene (biokonsentrasjon og bioakkumulering), og høyere nivå i dyrene enn i deres mat (biomagnifikasjon) (se boks side 49). Generelt kan man si at organismer på lave trofiske nivå har en liten evne til å bryte ned organiske miljøgifter, mens dyr høyere opp i næringskjeden (for eksempel isbjørn og mennesker) har en bedre nedbrytningsevne. Det er imidlertid viktig å være klar over at det også på samme trofiske nivå i næringskjeden kan være betydelige forskjeller mellom arter av dyr. Miljøgiftsnivå i et dyr er således bestemt av opptak direkte fra omgivelsene (biokonsentrasjon), via mat (bioakkumulasjon og biomagnifikasjon), samt av deres evne til å bryte ned og skille ut de aktuelle forbindelsene.

Siden nedbrytningen av de organiske miljøgiftene er relativt liten kan flere

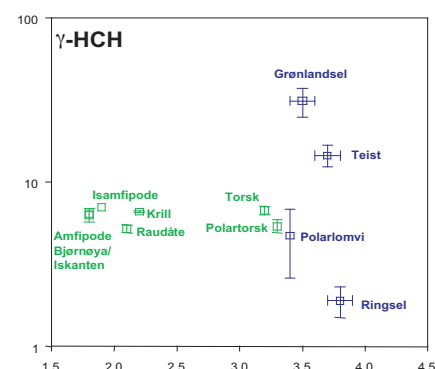
dyrearter som lever i arktiske områder oppnå miljøgiftinnhold som er dokumentert skadelige (se artikkel side 60).

## Anrikning i næringskjeder

Som et resultat av biomagnifikasjon øker innholdet av de fleste organiske miljøgiftene med hvert trofisk nivå i næringskjeden. Om miljøgiften anrikes eller ikke avhenger blant annet av dyrets diett, miljøgiftens løselighet i organiske faser og nedbrytbarhet. Selv om dyreplankton og fisk tar opp og skiller ut miljøgifter direkte over gjeller og/eller kroppsoverflater, så er opptak fra mat også viktig. Generelt dominerer opptak fra vann for mer vannløselige stoffer (for eksempel  $\alpha$ -HCH), mens opptak fra maten dominerer for stoffer som mer løselige i organiske faser (for eksempel PCB-153).



Trofisk nivå i næringskjeden



Anrikning i næringskjeden er lav blant dyreplankton og fisk, men deretter betydelig i sjøfugl og marine pattedyr (se figur 2 side 48). Dette skyldes flere prosesser: dyr som puster i vann har en evne til å skille ut organiske miljøgifter direkte til vann, mens denne muligheten til å kvitte seg med miljøgifter ikke finnes i dyr som puster over vannflaten (fugl og pattedyr). Fugl og pattedyr er i tillegg varmblodige, og bruker derfor mye energi for å opprettholde en jevn kroppstemperatur (i motsetning til dyreplankton og fisk, som har kroppstemperatur som følger omgivelsene – de er kaldblodige). Høyt energiforbruk hos fugl og pattedyr medfører et større energibehov og høyt matinntak. Dette fører igjen til et større opptak av organiske miljøgifter fra maten.

Evnen til å bryte ned eller omdanne miljøgiftene biokjemisk øker som nevnt fra dyreplankton og fisk til sjøfugl og marine pattedyr. Ulike miljøgifter brytes ned i ulik grad og dermed er det ikke bare miljøgiftnivået som endres opp langs næringskjeden, men også mønsteret av miljøgifter. Mens blandingen av miljøgifter i dyreplankton og fisk gjenspeiler miljøgiftene i vannmassene, er blandingen i fugl og pattedyr endret, og domineres av ikke-nedbrytbare miljøgifter og omdanningsstoffer. Mønsteret i kaldblodige dyr avhenger sjelden av dyrenes fysiologi og metabolisme (stoffskifte), men er i større grad bestemt av miljøgiftenes fysiske og kjemiske egenskaper (bestemt av den molekylære strukturen). Hos varmblodige dyr derimot er mønsteret

## Definisjoner og forklaringer av ulike begreper

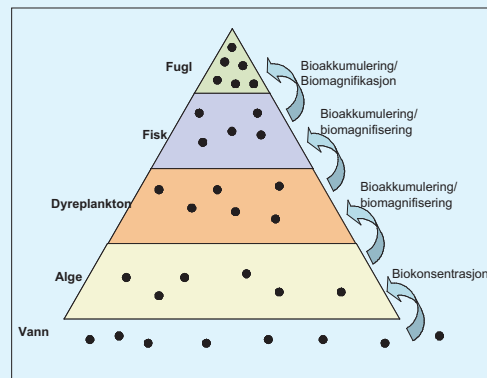
**Biokonsentrasjon:** Prosess som medfører at miljøgiftinnholdet i en organisme er høyere enn i miljøet, forårsaket av passivt opptak fra vann. Vil kun finne sted i akvatiske organismer under eksperimentelle laboratorie forsøk, siden de i naturen også vil være utsatt for opptak fra maten. Unntaket er alger, som er vannlevende planter med fotosyntese og som dermed ikke spiser.

**Bioakkumulering:** Prosess som medfører at miljøgiftinnholdet i en organisme er høyere enn i miljøet, forårsaket både av passivt opptak fra vann og av opptak fra maten.

**Biomagnifikasjon:** Prosess som medfører at miljøgiftinnholdet i en organisme er høyere enn i maten, på grunn av opptak fra maten. Biomagnifikasjonsprosessen kan

**Trofisk nivå: I et økosystem produserer algene den organiske substansen ved fotosyntese (primærprodusenter). Algene i sin tur spises av algeetende dyr (primærkonsumenter, for eksempel ishavsåte) som igjen spises av andre dyr (sekundærkonsumenter, for eksempel polar torsk). Hver av disse tilsvarer et trofisk nivå i en næringskjede (økosystemkomponenter bundet sammen av energioverføring).**

illustreres ved hjelp av biomassepyramiden kjent fra økologi. Hver del av pyramiden representerer biomassen som finnes per trofisk nivå i næringskjeden. Siden overføringen av energi fra ett trofisk nivå til det neste ikke er 100 % effektiv, vil biomassen reduseres med økende trofiske nivå i næringskjeden. Overføringen er ikke 100 % effektiv siden ikke all mat spises, og av den maten som spises brukes ikke alt til å bygge masse, men også til generelt vedlikehold som for eksempel stoffskifte. Overføringen av organiske miljøgifter derimot er mer effektiv. Så snart stoffet er anrikt i et dyr, vil det kun langsomt skilles ut, og innholdet per trofiske nivå vil dermed øke. Det er viktig å understreke at det ikke er antall miljøgifter per trofiske nivå som øker, men tettheten siden biomassen reduseres mens miljøgiftene holdes igjen.





bestemt av dyrenes fysiologi og evne til å omdanne miljøgifter, sammen med stoffenes egenskaper. Dette kan illustreres gjennom å studere anrikning av insektmidlet HCH, som finnes i tre ulike former:  $\alpha$ -,  $\beta$ - og  $\gamma$ -HCH. I dyreplankton og fisk dominerer den formen som det også finnes mest av i vann,  $\alpha$ -HCH. Fugler er effektive i å kvitte seg med både  $\alpha$ - og  $\gamma$ -formen, og anriker stort sett kun  $\beta$ -HCH. Sel derimot ser ikke ut til å eliminere HCH i stor grad, og har et HCH mønster som likner det de samler opp fra maten.

## Miljøgifter i dyr fra havområdene rundt Bjørnøya

Mens det er metodisk vanskelig å bestemme innholdet av organiske

miljøgifter i vann, er det enklere å analysere i dyr på grunn av bioakkumulering. Som nevnt finnes en rekke forskjellige miljøgifter i dyr fra havområdene rundt Bjørnøya. Som oftest er det PCB og DDT som forekommer i de høyeste konsentrasjonene, men i enkelte områder er det høye nivåer av plantevernmidler, som for eksempel toksafen. Et overraskende resultat fra studier i Barentshavet og fra den kanadiske delen av Arktis, er at miljøgiftinnholdet i dyreplankton og fisk er relativt likt mellom de to områdene. Dette er overraskende siden miljøgiftinnholdet i sjøfugl og marine pattedyr generelt er høyere i Barentshavet enn i den kanadiske delen av Arktis. Det er dermed ikke samsvar mellom de arktiske næringskjedene i anrikning av organiske miljøgifter, og man er i dag usikre på hvorfor nivåene er så høye i dyr fra den øverste delen av

næringskjeden fra Barentshavet.

For å forstå anrikning og fordeling av organiske miljøgifter i et område er det viktig å ha kjennskap til dyrenes økologi og levested. Mange arter av sjøfugl og marine pattedyr, som finnes i havområdene rundt Bjørnøya,

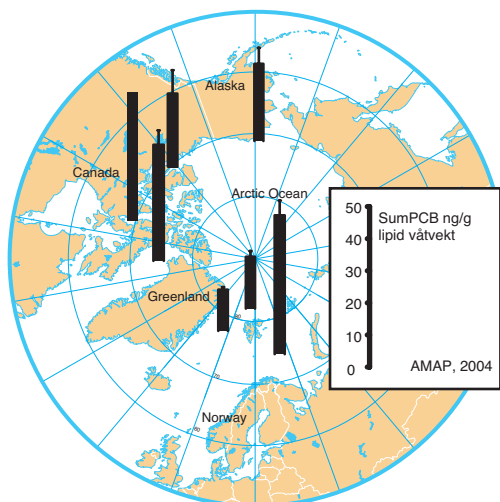
**Figur 3: Et eksempel på PCB innhold i hoppekreps (raudåte og ishavsåte) fra Barentshavet, den kanadiske delen av Arktis og Alaska.**

migrerer (forflytter seg) til de høyproduktive nordområdene om sommeren for å fete seg opp. Siden de organiske miljøgiftene løser seg i kroppsfettet, og skilles langsomt ut, vil det ta lang tid før for eksempel en sjøfugl gjenspeiler innholdet av miljøgifter i et område med lavere forurensning. Dette betyr at de migrerende sjøfuglene ikke bare gjenspeiler miljøgifter i maten fra Barentshavet, men også fra overvintringsområdet. Dette er spesielt viktig for sjøfugl i den europeiske delen av Arktis, som er nærmere industri og jordbruksområder, enn sjøfugl fra den kanadiske delen av Arktis.

Sjøfugler er viktige, ikke bare i anrikning av organiske miljøgifter fra havet, men også i transport av organisk materiale og organiske miljøgifter til landområdene der de hekker. Dette er blitt dokumentert ved studier av miljøgiftinnholdet i to forskjellige innsjøer på Bjørnøya (se artikkel side 53).

Barentshavets nærhet til industri og jordbruksområdet gjør at dette området er utsatt for transport av organiske miljøgifter. Dette medfører også at tidligere, da de fleste av de «gamle» organiske miljøgiftene fremdeles ble produsert og brukt, var nivåforskjellen større mellom Barentshavet og den kanadiske delen av Arktis enn den er i dag.

Samtidig viser målinger av «nye» miljøgifter, som for eksempel bromerte flammehemmere og fluorerte forbindelser, at innholdet er høyt i blant



annet isbjørn og polarmåker fra Bjørnøya og Svalbard. Nye studier viser at innholdet av bromerte forbindelser har økt betydelig i arktiske dyr i de siste 10 årene. Funnene av de «nye» miljøgiftene i arktiske dyr har ført til at en del av produksjonen er stanset, men kjemikaliet erstattes ofte med liknende halogenerne forbindelser.

## Overføring fra mor til avkom

En viktig egenskap med de organiske miljøgiftene er som nevnt deres fettløselighet. Dette medfører at miljøgiftene lett overføres til neste generasjon. Dette kan skje, enten allerede inne i mordyret (til foster for pattedyr, til egg for fugl), eller via morsmelken i pattedyr. Arktiske selers morsmelk er svært fettrik (20–50 % fett, sammenliknet med mindre enn 3 % fett i kumelk). Hos dyr som har høye miljøgiftkonsentrasjoner kan dette innebære at avkommet utsettes for miljøgifter i den perioden hvor de er mest følsomme for påvirkning (for eksempel ved utvikling av hjerne og nervesystem). Overføring til avkom medfører samtidig at de fleste hunnene kvitter seg med miljøgifter via morsmelken. De har dermed ikke økende nivå av miljøgifter med alder så lenge de forplanter seg. Hannseler har derimot ofte en aldersavhengig anrikning av miljøgifter. Tilsvarende overføring til

**Grønlandsel som dier.**

avkom skjer antakelig også i dyreplankton og fisk som har fettrike egg, men det finnes lite informasjon om dette.

## Trygg mat?

Marin mat inneholder som kjent marine fettstoffer, særlig flerumettet fett, som virker forebyggende mot hjerte- og karsykdommer, styrker immunforsvaret, inngår i utvikling av cellemembraner, med mer. De fleste kjenner til de positive effektene av tran (fett fra torskelever) som inneholder vitaminer og omega-3-fettsyrer.

Fokus på organiske miljøgifter i næringsemner i havområdene rundt Bjørnøya gjør at folk kanskje spør seg

om det fremdeles er sunt og trygt å spise fisk og annen marin mat. I Norge kommer Mattilsynet med jevnlig kostholdsråd for å veilede folk i å spise trygg mat, og forhindre stort konsum av næringsemner med høyt innhold av miljøgifter. Kostholdsrådene er gitt ut fra internasjonalt regelverk og direktiver om grenseverdier for tillatt miljøgiftinnhold. Sammenliknet med mange andre havområder (for eksempel Nordsjøen og Østersjøen) er fisk fra Barentshavet lite forurenset og miljøgiftinnholdet er generelt lavere enn grenseverdier for hva som er akseptabelt nivå i mat. Mattilsynet har imidlertid gitt råd om å begrense konsum av fisk, fiskelever, skjell og måkeegg fra enkelte havområder og fjorder langs norskekysten.



Generelt er innholdet av organiske miljøgifter lavt i fiskekjøtt fra marine fisk, men kan være høyere i lever. Det er derfor viktig å skille mellom hva slags vev eller organ kostholdsrådene gjelder for. I vågehvalspekk er innholdet av organiske miljøgifter høyt, mens innholdet i vågehvalmuskel, som stort sett er den delen folk i Norge spiser, er lavt. Dette igjen skyldes at stoffene løses i fett, fremfor i proteinene i muskel. Selv om nivået av organiske miljøgifter er lavt i vågehvalmuskel, så er kvikksølv-innholdet høyt siden metaller generelt anrikes i proteinrikt vev. Gravide og ammende har av den grunn blitt rådet til å ikke spise vågehvalkjøtt.

Dermed kan vi konkludere med at til tross for anrikning av enkelte organiske miljøgifter, er mat fra Barentshavet fremdeles relativt ren og trygg og spise, når man samtidig tar hensyn til kostholdsrådene fra de norske myndighetene. ●

## Litteratur:

AMAP Assessment Report, 1998: *Arctic Pollution Issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway.*

AMAP Assessment 2002: Persistent organic pollutants in the Arctic. *Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway.*

Arctic pollution 2002: *Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway.*

AMAP II Assessment Report, 2004: *Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway.*

For mer informasjon om AMAP se: [www.amap.no](http://www.amap.no)

Kostholdsråd se: [www.mattilsynet.no](http://www.mattilsynet.no)

## Forfattere:

**Anita Evenset** er seniorforsker ved Akvaplan-niva i Tromsø, der hun er ansvarlig for miljøgiftprogrammet. Hun har jobbet med miljøgifter i Arktis siden 1992. For tiden holder hun på med en doktorgrad om miljøgifter på Bjørnøya. E-post: [ae@akvaplan.niva.no](mailto:ae@akvaplan.niva.no)

**Katrine Borgå** har doktorgrad fra Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø. Hun er forsker ved Norsk Polarinstitut der hun har jobbet med miljøgifter i arktiske næringskjeder siden 1995. Primære forskningsinteresser er marin økologi og forståelsen av mekanismer for fordeling av miljøgifter i planter og dyr. E-post: [katrine.borga@npolar.no](mailto:katrine.borga@npolar.no).

**Geir Wing Gabrielsen** har doktorgrad i zoofysiologi fra Universitetet i Tromsø. Han har jobbet med miljøgifter i Arktis siden 1990 og er ansvarlig for miljøgiftprogrammet ved Norsk Polarinstitut. Primære forskningsinteresser er innen økofysiologi og økotoksikologi på arktiske sjøfugler. E-post: [geir.wing.gabrielsen@npolar.no](mailto:geir.wing.gabrielsen@npolar.no)