

Organiske miljøgifter hos arktiske dyr

Geir Wing Gabrielsen

Kartlegging av miljøgifter hos arktiske dyr som isbjørn, polarrev og polarmåke har avdekket høye nivå av klororganiske forbindelser som PCB og toksafen. Konsentrasjonene er så høye at en forventer de vil skade dyrene.

Organiske miljøgifter

Miljøgifter som går under betegnelsen klororganiske forbindelser, inkluderer industri-kjemikalier som polyklorerte bifenyl (PCB) og heksaklorbenzen (HCB), plantevernmidler som DDT, klordan, aldrin/dieldrin, toksafen, hexaklorcyklohexan (HCH, lindan), og biprodukter fra industriprosesser som polyklorerte dibenzo-dioksiner og dibenzofuraner (PCDD og PCDF). Mange av disse stoffene ble utviklet og satt i produksjon for ca. 50 år siden. Den største produksjonen av stoffene var mot slutten av 1960-tallet og på begynnelsen av 1970-tallet.

Menneskeskapt (antropogene) klororganiske miljøgifter har siden tidlig på 1960-tallet vært grundig dokumentert i naturen. Dette gjelder særlig i det marine miljøet. For de fleste klorerte organiske miljøgifter er det i dag et forbud mot produksjon og bruk i Europa

og Nord-Amerika. Når det gjelder enkelte plantevernmidler (f.eks. DDT og toksafen), så brukes de fortsatt i Asia, Afrika, Mellom- og Sør-Amerika og i det tidligere Sovjetsamveldet. Det forhold at klororganiske miljøgifter fortsatt produseres og brukes (også i Russland), og at stoffene viser en betydelig holdbarhet (persistens) i miljøet, gjør at klororganiske miljøgifter vil være et betydelig miljøproblem også i årene som kommer.

PCB, DDT og toksafen

Denne artikkelen fokuserer først og fremst på PCB, DDT og toksafen, dette fordi disse stoffene dominerer i miljøet, og fordi vi har best kunnskaper om deres utbredelse, forekomst og nivå i naturmiljøet. Vi har også en del kunnskaper om virkningene av PCB, DDT og toksafen.

Gruppen PCB omfatter en rekke forskjellige klororganiske forbindelser med en felles grunnstruktur. Teoretisk kan PCB opptre i 209 forskjellige varianter med svært forskjellige egenskaper og giftighet. Fram til i dag er ca. 100 av disse påvist i biologisk materiale. Industrielt framstilt PCB er blandinger av forskjellige PCB-forbindelser. Disse PCB-blandingene er karakterisert ved å ha lav elektrisk ledningsevne, lav vannløselighet, høy stabilitet og lav brennbarhet. PCB-holdige oljer er blitt brukt som isolasjons- og kjølemiddel i elektrisk utstyr (f.eks. transformatorer), som flammehemmer, som smøremiddel og hydraulisk-olje, i bygningsmasse, som mykgjørere i plast, maling, lim og fugemasse, i papir og trykksverte.

Siden PCB ble introdusert i 1929 er det produsert anslagsvis to millioner tonn. Av dette er ca. 30 % gått tapt til miljøet (hovedsaklig det marine miljø). I henhold til internasjonale avtaler skal

alt PCB-holdig utstyr være tatt ut av bruk i løpet av 1999.

PCB-forgiftning av forsøksdyr har avdekket en lang rekke effekter på reproduksjon, adferd og immun-funksjon. Hos sel i Østersjøen og hos sjøfugl i nordlige deler av USA har en påvist nedsatt reproduksjon som et resultat av høye PCB-konsentrasjoner i kroppen.

DDT ble tatt i bruk som insektmiddel i 1945. I miljøet blir DDT omformet til nedbrytningsproduktene (metabolittene) DDD og DDE. DDT har, i likhet med PCB, høy stabilitet i miljøet og høy fettløselighet. Dette medfører at stoffet lagres i fett hos fisk, fugler og pattedyr. DDT dreper insekter effektivt, men er lite akutt giftig (toksisk) for mennesker.

I forbindelse med tropiske sykdommer som malaria, tyfus og gul feber har DDT gjort stor nytte. Verdens Helseorganisasjon (WHO) regner med at 15 millioner mennesker ble reddet fram til 1970 som en direkte følge av bruk av DDT mot parasitt-overførte sykdommer.

Fram til 1982 er det på verdensbasis brukt to millioner tonn DDT. Stoffet brukes fremdeles i bekjempelse av malaria, men i dag i mye mindre grad enn på 1970- og 80 tallet. En global spredning har medført at det marine miljø er påvirket av DDT. DDT har generelt en lav akutt giftvirkning på høyere organismer. Nedbrytningsprodukter av DDT kan imidlertid samles opp i kroppen over tid og forstyrre reproduksjonssystemet. Det er påvist at nedbrytningsproduktet DDE var årsaken til tynning av skallet i

fugleegg (f.eks. hos jakt- og dvergfalk i Norge) på 1970- og 1980-tallet. Forstyrrelser og skader på reproduksjonsorganer til sel og andre sjøpattedyr er også satt i sammenheng med DDT og PCB-belastning.

Toksafen er et produkt navn på en kompleks blanding av polyklorerte boraner og kamfener. Toksafen ble brukt som et plantevernmiddel til reduksjon av skadeinsekter ved produksjon av bomull, mais, peanøtter og soyabønner. Da DDT ble forbudt, ble toksafen mest benyttet. Stoffet var i omfattende bruk i USA fram til 1982, da det ble forbudt. Toksafen har aldri vært brukt i Norge. Stoffet er spredt globalt, og brukes fremdeles i Mellom-Amerika, Øst-Europa og i det tidligere Sovjetsamveldet. Fra 1950 fram til i dag er verdensforbruket estimert til 1,3 millioner tonn.

Gift-effekten av toksafen er først og fremst på nervesystemet. Det er også vist at toksafen påvirker lever, nyrer og immunsystemet samt utvikling av avkom. Fisk har vist seg å være meget sensitiv for toksafen. Sammen med andre miljøgifter (PCB og DDT) er toksafen rapportert å ha østrogen-lignende effekter.

For di isbjørn er et rovdyr, og dermed står på toppen av den arktiske næringskjeden, har den høye og bekymringsfulle nivåer av organiske miljøgifter i kroppen.



Foto: Mats Forsberg

Akkumulering av miljøgifter

Forurensninger transporteres til Arktis via atmosfæren, med havstrømmer og med elver, hav og is. Siden organiske miljøgifter er svært fettløselige, inkorporeres de i næringskjedene, særlig i det marine miljø. Stoffene konsentreres i organismens fettlagre (bioakkumulering). Hos lavere marine organismer skjer opptaket direkte fra sjøvann eller partikler gjennom hud/kroppsoverflaten (biokonsentrasjon). Hos høyere marine dyr skjer opptaket av organiske miljøgifter gjennom dietten, og fører til oppkonsentrering av stoffene i næringskjeden (biomagnifikasjon).

Akkumulering av organiske miljøgifter resulterer i at en finner de laveste nivåene i plante- og dyreplankton, mens en finner de høyeste nivå hos de arter som utgjør toppen av næringskjedene (feks. polarrev, isbjørn og polarmåke). Det finnes store forskjeller i nivå av organiske miljøgifter hos arktiske dyr. Disse forskjellene kan tilskrives mange faktorer, som ulik eksponering, dyrs evne til å omdanne og kvitte seg med stoffer, sesongvariasjoner, fødevalg, alder og kjønn. F. eks. vil overføring av opplagrede miljøgifter fra mor til avkom medføre at det kan være forskjell i miljøgiftkonsentrasjon mellom hanner og hunner. Hannene har ofte høyere nivå, fordi de i motsetning til hunnene ikke kan kvitte seg med de organiske miljøgiftene.

Nivåer av organiske miljøgifter

Kartlegging av nivået av menneskeskapt organiske miljøgifter i nordområdene har vist at problemene først og fremst er knyttet til det marine økosystem. Nivået av organiske miljøgifter hos arter som rein, rype og gås (fra Svalbard og Nord-Norge) er svært lave sammenlignet med det en finner hos arter som henter sin næring fra havet. Generelt er innholdet av organiske miljøgifter hos organismer som holder til i Barentshavet og landområdene omkring, lavere enn det vi finner f.eks. i Østersjøen og i Nordsjøen. Problemene med organiske miljøgifter er først og fremst knyttet til de artene som utgjør toppen av den marine næringskjeden i Barentshavet, dvs. isbjørn, polarrev og polarmåke. Hos disse er konsentrasjoner av PCB dels over de nivå som forårsaker biologiske effekter på sjøfugl og sjøpattedyr i Østersjøen og Nordsjøen.

Dyreplankton, fisk og krabbe

Det foreligger lite informasjon, men de data som finnes viser at det generelt er lave nivå av miljøgifter som PCB og DDT i dyreplankton som hoppekreps, krill og amfipoder. I sjøvann og i dyreplankton finner vi mest HCH. Nivåene av miljøgifter som PCB og DDT i fisk som spiser planteplankton og dyreplankton, er også generelt lave,

mens nivåene hos fisk som spiser annen fisk er litt høyere. Dette gjenspeiler de ulike posisjonene i næringskjeden det beites fra. Nivåene i fisk fra arktiske områder er likevel lavere enn i fisk fra tempererte områder. Konsentrasjonene av miljøgifter i pyntekrabbe er også generelt lave, med unntak av DDT-nivåene, som har vist seg å være uventet høye.

Vi mangler fortsatt kunnskap om opptak av miljøgifter. Spørsmål vi stiller oss er f.eks. om opptaket skjer direkte fra vann eller via føden, og hva som bidrar mest til den belastningen av miljøgifter man finner i marint dyreplankton og fisk.

Sjøfugl

Sjøfugl i arktiske områder er forurenset av de samme organiske miljøgifter som de som hekker lenger sør. Konsentrasjonen av miljøgifter er bestemt av sjøfuglenes næringsvaner. Ærfugl, som beiter på bunnorganismer som skjell og muslinger, har de laveste PCB- og DDT-nivåene. Det samme er tilfelle for alkekonge, som hovedsakelig beiter på hoppekreps. For fiskespisende arter, som krykkje, polarlomvi og lunde, er PCB- og DDT-nivåene noe forhøyet i forhold til ærfugl og alkekonge.

De artene som har høyest nivå av organiske miljøgifter er gråmåke, svartbak, polarmåke og storjo. Her er innholdet 5-10 ganger høyere enn i andre sjøfuglarter fra samme område. Høye

nivå avspeiler deres posisjon i toppen av den marine næringskjeden i Arktis.

Innholdet av organiske miljøgifter hos sjøfugl kan også være bestemt av hvor de oppholder seg om vinteren. F.eks. har sjøfugler som overvintrer i sørlige områder, høyere nivå av PCB/DDT enn de som overvintrer lenger nord. En sammenligning i PCB/DDT-nivå av krykkje og polarmåke, innsamlet fra Jan Mayen, Svalbard, Bjørnøya, Frans Josefsland, Novaja Zemlja, Finnmark og Kola-kysten, viser geografiske forskjeller. Hos krykkjer på Jan Mayen finner en lavest PCB-nivå, mens krykkjer fra Novaja Zemlja har noe høyere nivå.

Nivået av PCB og DDT er høyere hos polarmåker enn hos krykkjer. Hos polarmåker finner en de laveste PCB-nivå hos fugler fra Svalbard og Bjørnøya, mens en finner de høyeste verdiene hos fuglene fra Frans Josefsland.

Om vi sammenligner sammensetningen av PCB hos krykkje og polarmåke fra ulike kolonier, ser en at de minst nedbrytbare organiske miljøgiftene er knyttet til Jan Mayen, mens de mest flyktige er knyttet til Pechora-området. Dette kan reflektere at Jan Mayen er lenger fra industrialiserte områder sammenlignet med f.eks. Pechora.

Analyser av toksafen i polarmåker fra Bjørnøya og Svalbard viser også høye konsentrasjoner. Dette indikerer at også toksafen kan ha bidratt til den



Polarmåker, svartbak og gråmåker har de høyeste nivåer av miljøgifter blant sjøfuglene. På Bjørnøya har en funnet døde og døende polarmåke med høye konsentrasjoner av PCB i hjernen.

observerte dødeligheten hos polarmåker på Bjørnøya.

Sel

Når det gjelder nivåer av PCB og DDT hos sel er dette behandlet i en tidligere artikkel i Ottar (nr. 3, 1994). Nivåene av PCB og DDT i ringsel, grønlandssel, havert, steinkobbe, storkobbe og

hvalross fra Arktis er markert lavere (10-50 ganger) enn de verdier som er funnet hos selarter fra Østersjøen og Nordsjøen. Nivåene av PCB i spekk hos alle arter ligger i gjennomsnitt på 3 ppm. Innen Arktis øker nivåene hos sel fra vest mot øst. De høyeste nivåene er funnet hos sel fra Svalbard, Nord-Norge og Russland.

Forskjell i nivå er, som hos sjøfuglene, bestemt av hva de ulike artene spiser. F.eks. er innholdet hos storkobbe og hvalross, som spiser bunnorganismer (skjell og muslinger), lavere enn hos ringsel og grønlandssel, som hovedsakelig spiser fisk og krepsdyr. Sel viser også sesongvariasjoner i

PCB/DDT-konsentrasjon i spekk. Dette er primært koblet til årlige kroppsvektendringer. Dyrene har sin laveste kroppsvekt etter unge-, die- og hårfellingsperioden. En stor fettmobilisering i forbindelse med denne perioden frigjør PCB/DDT, som kan gi skadelige effekter på dyrenes immun- og reproduksjonssystem. Undersøkelser av sel fra Arktis viser imidlertid et PCB-innhold som er betydelig under de nivå som gir kjente skadelige effekter. Siden PCB-nivået i muskler er 10-100 ganger lavere enn i spekk, er dagens nivå i selkjøtt langt under de grenseverdier som er satt for menneskeføde.

Foto: Espen Henriksen.

Hval

De nivå av organiske miljøgifter som er funnet hos hval, avspeiler deres næringsvaner. Hvithval, narhval og nise, som spiser fisk, har høyere nivå av organiske miljøgifter (ca. 5 ppm) enn vågehval, som spiser mest krepsdyr. Innholdet av PCB/DDT øker med alder, og en finner stor forskjell mellom hann- (høyest nivå) og hunn-individer. En finner også geografiske forskjeller. F.eks. har vågehval fra Lofoten-Vesterålen høyere konsentrasjon av PCB enn dyr fra Svalbard/Bjørnøya og Finnmark/Kola. Prøver fra nise som er tatt utenfor Nord-Norge, har de høyeste nivå av PCB/DDT av alle hvalene undersøkt i Arktis. I forsøksdyr er det vist at PCB-nivået hos nise kan påvirke immunsystemet.

Det er også påvist høye PCB-nivå hos hvithval i Gulf of St. Lawrence i Canada. PCB-konsentrasjonene i spekket er her så høye at de virker inn på immunsystemet hos forsøksdyr. Obduksjon av døde hvaler fra dette område viser kreftsvulster og sår i mage og tarm. Dette finnes ikke i dyr fra andre områder. Slike funn er ikke gjort i

Konsentrasjoner av miljøgifter hos sjøfugl varierer med fuglenes matvaner. De som eter skjell eller krepsdyr (f. eks. ærfugl, alkekonge) har lave nivåer. De som eter fisk (lomvi, teist), har høyere nivåer, og de som spiser egg og unger av andre sjøfugl (måkene), har de høyeste nivåene.

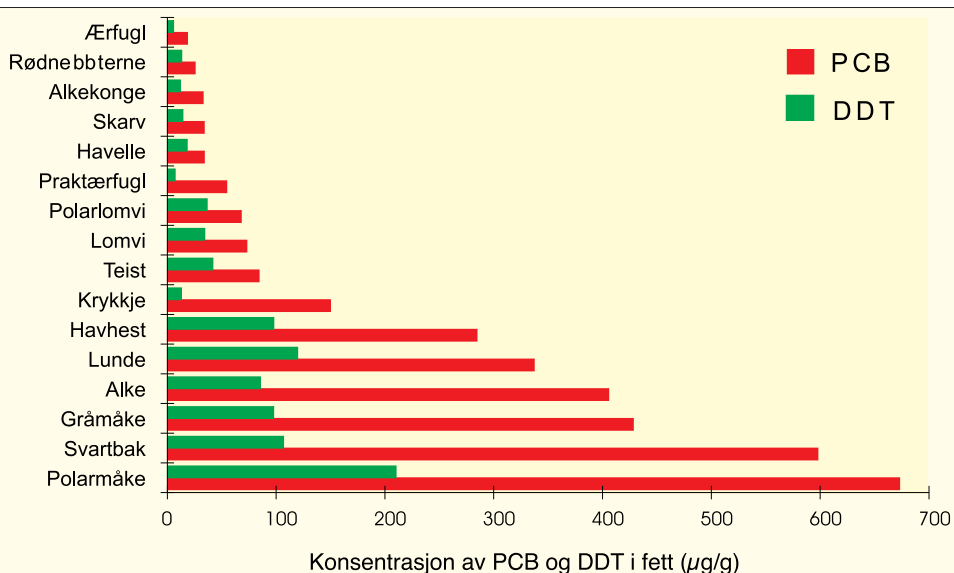
norske farvann. Mens spekk fra vågehval har moderate nivå av PCB, finner en svært lavt PCB-innhold i kjøtt. Dette betyr at det er trygt å spise kjøtt fra vågehval tatt i våre nærrområder.

Isbjørn

Kartlegging av organiske miljøgifter hos isbjørn i Alaska, Canada, Grønland, Russland og Norge har vist at de høyeste PCB/DDT-verdiene finnes i bjørn fra Øst-Grønland og Svalbard. Sammenlignet med Alaska og Canada er PCB-nivåer på Svalbard 2-6 ganger høyere. Det er mange mulige årsaker til dette. Bl.a. kan innholdet være bestemt av isbjørnens diett. Om vinteren er det mulig at isbjørnen spiser grønlandssel som har utvandret fra Kvitsjøen. Det er også mulig at isbjørner er utsatt for

lokal forurensning ved at is som inneholder miljøgifter fra Karahavet, smelter ned på østsiden av Svalbard.

Hos isbjørn finner en store forskjeller i PCB/DDT-nivå mht. kjønn (hann-individer har høyere nivå) og som et resultat av årlige kroppsvektendringer. I forbindelse med dieperioden avgir isbjørnhunnen fettrik melk (40 % fett) som inneholder PCB/DDT. Det er grunn til å tro at isbjørningene er særlig utsatt i en periode med stor vekst og utvikling, dette pga. at innholdet av PCB hos voksne isbjørn på Svalbard er like høyt som de nivå som har gitt negative effekter på reproduksjon og overlevelse hos sel fra Østersjøen. En høy ungedødelighet på Svalbard sammenlignet med andre områder, kan indikere at organiske miljøgifter allerede påvirker isbjørnens reproduksjonsevne.



Miljøgifter påvirker muligens også voksne isbjørners enzym-, hormon- og vitaminsystemer.

Polarrev

Polarreven er en åtseleter. På samme vis som isbjørnen og polarmåken, er den en topp-predator i den marine næringskjeden i Arktis. Reven er en opportunist, og viser stor variasjon i kosten gjennom året. Mens reven på innlandet om sommeren kan spise reinkadavre, ryper, gjess og egg fra disse fuglene, spiser reven på kysten selkadavre, sjøfugl og sjøfuglegg. Konsentrasjon av PCB/DDT hos rev

viser stor variasjon, noe som trolig skyldes ulikt inntak av marine næringsorganismer. Rev som spiser sjøfugler og sel, har høyere PCB/DDT-nivå enn de som hovedsakelig spiser rein og landfugler. Sammenlignet med rev på fastlandet og i canadisk arktisk har rev fra Svalbard svært høye PCB/DDT-nivå. Dette skyldes trolig at revene fra Svalbard i større grad spiser marine dyr

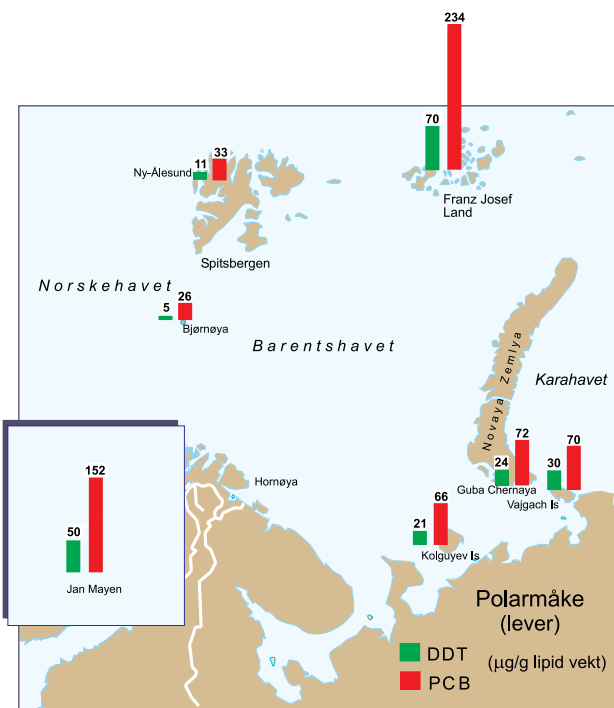
Som andre arktiske marine pattedyr viser polarreven store årlige endringer i kroppsvekt. Mens de er fete (ca. 20 % fett) om høsten/vinteren, er de tynne (ca. 5 % fett) i mai/juni. Dette betyr at PCB frigjøres ved fettmobiliseringen, og at miljøgiftene overføres til ungene. De PCB-nivå som er dokumentert hos polarrev på Svalbard, er like høye som de som er påvist hos isbjørn. Dette gir grunn til å tro at organiske miljøgifter kan ha en effekt på revens immun- og reproduksjonssystem.

Kartlegging av miljøgifter hos sjøfugl har avdekket store geografiske variasjoner av PCB- og DDT-nivåer. Kartet viser nivåer hos polarmåker fanget i forskjellige områder rundt Barentshavet.

Effekter av organiske miljøgifter på arktiske dyr

Det har i flere år pågått omfattende forskningsaktivitet omkring effektene av organiske miljøgifter. Det foreligger en betydelig vitenskapelig litteratur om stoffene. De fleste undersøkelsene er utført i tempererte områder, nær utslippskildene i den industrialiserte delen av verden. Arktiske havområder har tidligere vært ansett som relativt rene og upåvirket. Få studier er derfor utført direkte på organismer som lever i Arktis.

Biologiske effekter av organiske miljøgifter kan forenklet klassifiseres i tre nivåer: Biokjemiske -, fysiologiske - og økologiske effekter. Den direkte effekt skjer på det biokjemiske/cellulære plan. Det er utviklet metoder som kan si noe om enkelte effekter på dette plan. Slike målinger er nyttige ved at de gir en tidlig advarsel om forurensning («early warning»). Dette gjelder selv om responsers ikke nødvendigvis gir informasjon om hvilke miljøgifter som bidrar til den observerte effekten. Foreløpig er kunnskapen begrenset når det gjelder slike responsers betydning for individets tilstand og evne til overlevelse. Responsen kan sees på som en forsvarsmekanisme, og det er kanskje først når disse forsvarsmekanismene overbelastes at effekter på individ, populasjon og økosystem vil kunne oppstå. Kunnskapen om slike og andre effekter på arktiske marine organismer



er mangelfull. I områder med høyere forurensningsbelastning har man observert direkte relevante økologisk effekter som nedsatt reproduksjonsevne hos bestander av marine pattedyr og sjøfugl.

Målinger av biologiske effekter i marint miljø representerer en betydelig faglig utfordring på grunn av kompleksiteten i de naturlige økosystemene. Spesielle forhold, som ekstreme sesongvariasjoner og lange sultperioder, er faktorer som kan ha betydning for hvordan organiske miljøgifter påvirker organismer i arktiske områder.

Organiske miljøgifter har en tendens til å transporteres til de fettrike deler av organismen. Omsetning og store sesongmessige vekslinger av fettinnhold i arktiske marine organismer kan ha spesiell betydning for effektene de organiske miljøgiftene kan medføre. Det kan tenkes at stoffene «gjemmes» i fett i deler av året og «frigjøres» når fett forbrukes. Fordelingen og omsetningen av fett kan være forskjellig i samme art avhengig av om den lever i tempererte eller arktiske områder. Det kan også være forskjellig mellom ulike arter. Dette kan ha betydning for overførbareheten av kunnskapen om virkningene mellom områder og mellom arter.

Med hensyn til miljøgifter hos arktiske dyr er den største bekymringen knyttet til organiske miljøgifter og særlig PCB. PCB er funnet i høye nivåer hos topppredatorer som polarmåker, polarrev og isbjørn i den sørvestlige delen av

Svalbard. Tilstedeværelse av høye nivå av PCB forårsaker størst bekymring siden en ikke kjenner arktiske dyrs toleranse for disse miljøgiftene. Siden PCB lett oppløses i fett, kan det lett passere celledmembraner og derved påvirke sentrale biologiske prosesser. PCB kan påvirke immunsystem, enzymssystem, vitaminer- og hormonstatus og dermed påvirke reproduksjonsevnen.

Hos isbjørn studert i Svalbard-området viser foreløpige resultater at vitamin- og hormonstatus har en nær sammenheng med PCB-belastning. En antar at høye PCB-nivåer kan ha en negativ effekt på isbjørnenens reproduksjon i dette området. Hos arktiske fugler mangler en slike data, men studier av måker og terner i Great Lakes i Canada (PCB-belastet område) viser en klar påvirkning av PCB på immun-, vitamin- og hormonstatus hos fuglene der. Hormonforstyrrelser og reproduksjonseffekter er også påvist i fisk fra Great Lakes, som igjen danner næringsgrunnlaget for disse fuglene. For å kunne avdekke en potensiell effekt på reproduksjon hos f.eks. isbjørn og sjøfugl, må derfor kontrollerte biologiske effektstudier kombineres med økologiske effektstudier (dvs. studier på individ og bestandnivå). Kontrollerte studier er også viktig i forbindelse med utvikling av feltmetoder for overvåking av biologiske effekter.

Tidstrender

Til tross for at vi fikk et forbud mot bruk av en rekke stoffer på 1970- og

1980-tallet, ser vi at det tar lang tid før stoffene viser en nedgang i sjøfugl og marine pattedyr. Langtidsstudier av DDT- og PCB-nivå i sjøfuglegg og pattedyr (sel og hval) fra subarktis og Arktis har vist en nedgang de siste 15-25 år. F.eks. viser målinger i egg fra Nord-Norge at det var en nedgang i DDT og PCB på mellom 80-90% i perioden fra 1973 til 1993. I canadisk arktis er det vist en tilsvarende nedgang. Dette gjenspeiler en reduksjon i bruk og spredning av organiske miljøgifter. For marine pattedyr (sel og hval) er ikke nedgangen i DDT og PCB så kraftig som hos sjøfugl. Mens vi mangler data fra norske områder, viser data fra vest-Canada en sterk (5 ganger) nedgang i PCB og en mindre (3 ganger) nedgang i DDT konsentrasjon fra 1972 til 1991. I motsetning til dette viser data fra sel og hvalross fra øst-canada og Grønland ingen nedgang i de samme stoffene i en periode på 10-15 år. Det samme viser data fra polarrev på Svalbard i en periode fra 1970 fram til i dag. Når det gjelder toksafen, så har vi i dag ikke langtidsdata. Det er likevel grunn til å anta at vi har hatt en økning av dette stoffet i fugl og pattedyr, siden det har vært mye brukt i perioden 1980-90. ●

Forfatteren:

Geir Wing Gabrielsen, forsker ved Norsk Polarinstitutt, Tromsø.

Adresse:
Boks 399,
9001 Tromsø.