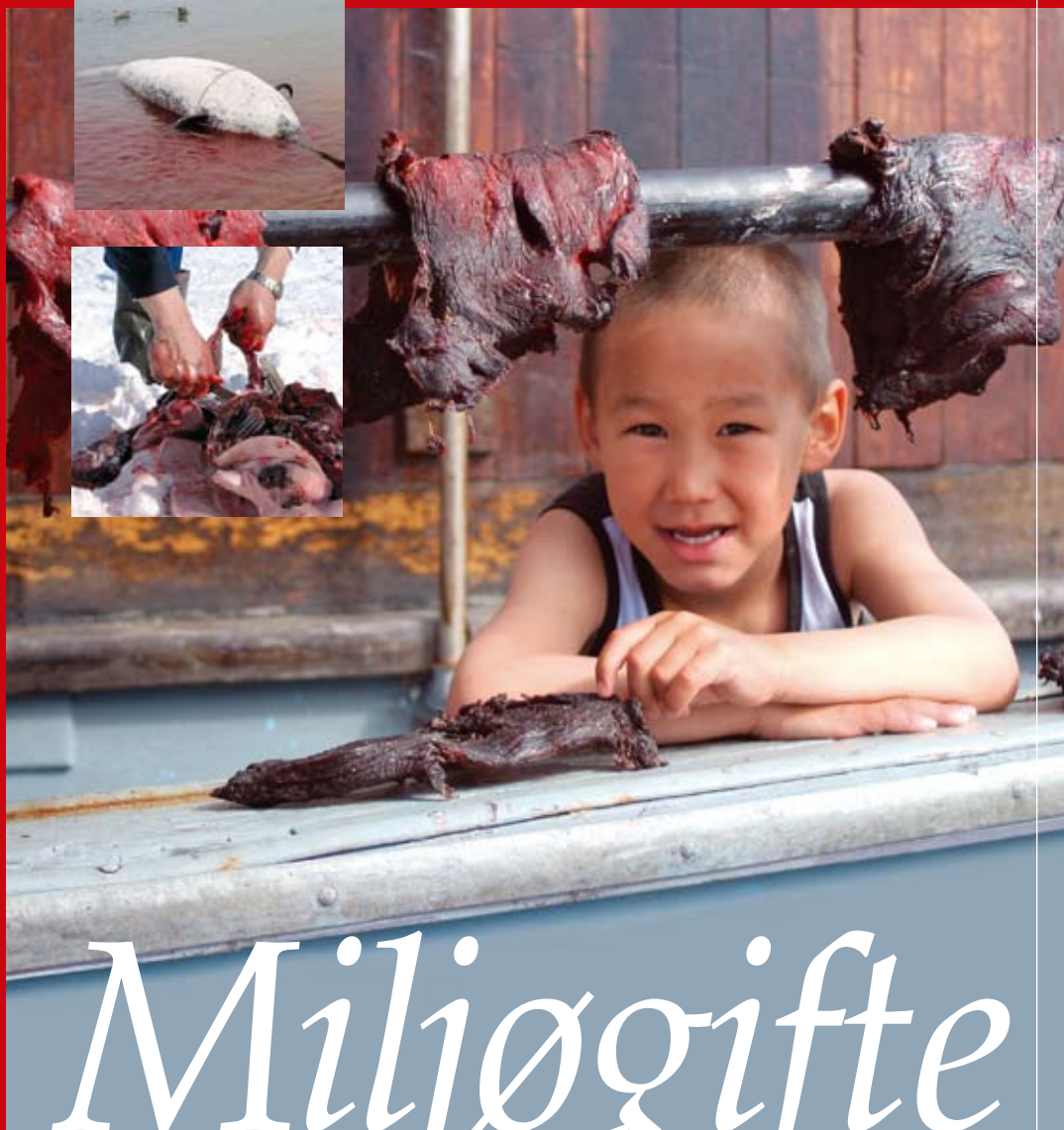




Miljøgifte i Grønland



Jesper Christensen er fysiker og seniorforsker i Danmarks Miljøundersøgelser ved Aarhus Universitet og arbejder bl.a. med modeller for atmosfærisk transport af miljøgifte.

Bente Deutch er biolog og lektor ved Center for Arktisk Miljømedicin på Aarhus Universitet og arbejder bl.a. med forekomst og effekter af miljøgifte i den grønlandske befolkning.

Jens C. Hansen er dr. med. og centerleder ved Center for Arktisk Miljømedicin på Aarhus Universitet og arbejder bl.a. med forekomst og effekter af miljøgifte i den grønlandske befolkning.

Poul Johansen er biolog og seniorforsker i Danmarks Miljøundersøgelser ved Aarhus Universitet og arbejder bl.a. med miljøgifte i Grønland i forbindelse med human sundhed og mineraludnyttelse.

Frank Riget er biolog og seniorforsker i Danmarks Miljøundersøgelser ved Aarhus Universitet og arbejder bl.a. med miljøovervågningsprogrammet AMAP i Grønland.

Kirsten Rydahl er informationsmedarbejder i Danmarks Miljøundersøgelser ved Aarhus Universitet og har bl.a. arbejdet med naturemner i Grønland.

Katrin Vorkamp er kemiker og seniorforsker i Danmarks Miljøundersøgelser ved Aarhus Universitet og arbejder bl.a. med at analysere forekomsten af miljøgifte i Grønland.



Miljøgifte i Grønland

Redigeret af:
Poul Johansen
Kirsten Rydahl

Med bidrag af:
Jesper Christensen
Bente Deutch
Jens C. Hansen
Poul Johansen
Frank F. Riget
Katrin Vorkamp



Miljøgifte i Grønland

Redigeret af Poul Johansen og Kirsten Rydahl

Med bidrag af Jesper Christensen, Bente Deutch, Jens C. Hansen, Poul Johansen, Frank F. Riget og Katrin Vorkamp

Derudover har følgende personer bidraget fagligt til specifikke dele af bogen: Kitte Vinter-Jensen, KANUKOKA, Anette Hansen, Direktoratet for Miljø og Natur, Grønlands Hjemmestyre, Mikala Klint, Miljøstyrelsen, og Sven P. Nielsen, Forskningscenter Risø.

Vi har fået værdifulde kommentarer fra institutioner og myndigheder i Grønland. Konklusionerne afspejler dog ikke nødvendigvis disse holdninger.

© 2007 Danmarks Miljøundersøgelser, forfatterne og Forlaget Hovedland

Alle rettigheder forbeholdes.

Ingen del af denne bog må gengives, lagres i et søgesystem eller transmitteres i nogen form eller med nogen midler grafisk, elektronisk, mekanisk, fotografisk, indspillet på plade eller bånd, overført til databanker eller på anden måde, uden forlagets skriftlige tilladelse.

Enhver kopiering af denne bog må kun ske efter reglerne i lov om ophavsret af 12. marts 2003 med evt. senere ændringer. Det er tilladt at citere med kildeangivelse i anmeldelser.

Forlagsredaktion: Ole Jørgensen og Anne Drøgemüller Hansen

Illustrationer og ombrydning: Britta Munter, Danmarks Miljøundersøgelser

Omslag: Grafisk værksted, Danmarks Miljøundersøgelser

Omslagsfoto: Fernando Ugarte/arc-pic.com – små fotos: Rune Dietz

Tryk: xxx

Indbinding: xxx

Denne bog er trykt på 130 g Cyclus Print
Overskydende papir er genbrugt

ISBN 978-87-7739-885-8

1. udgave, 1. oplag 2007



Miljøstøtte til Arktis

Danish Cooperation for Environment in the Arctic
Miljøministeriet

Nærværende bog er finansieret af Miljøstyrelsen via programmet Miljøstøtte til Arktis. Forfatterne er alene ansvarlige for indholdet i denne bog. Konklusionerne afspejler ikke nødvendigvis Miljøstyrelsens holdninger.

Forlaget Hovedland

www.hovedland.dk

E-mail: mail@hovedland.dk

Forord 7



Miljøgifte – et problem i Arktis 9



Miljøgifte i det arktiske miljø 15



Miljøgifte og naturen 37



Miljøgifte og den arktiske befolkning 53



Hvordan begrænse forureningen? 75

Litteratur 84

Ordliste 85

Stikordsregister 90

Forord

Det lyder ikke umiddelbart forståeligt at beskræftige sig med emnet "miljøgifte" i det arktiske område, hvor der bor meget få mennesker. I langt de fleste tilfælde er det da heller ikke deres skyld, at miljøgifte findes i dyr og mennesker i Arktis, ofte i høje koncentrationer. For eksempel har nogle mennesker i Grønland op til 20 gange mere af miljøgiften PCB i blodet end en dansker. Miljøgiftene bliver ført til Arktis fra industrialiserede områder i Europa, Nordamerika og Asien. Denne bog belyser, hvordan miljøgiftene bliver transporteret til Arktis, deres forekomst i miljøet og hvad det betyder for dyr og mennesker.

Vi takker følgende personer for faglig kommentering af bogen: Frank Sonne, Miljøstyrelsen, Anette Hansen, Direktoratet for Miljø og Natur, Grønlands Hjemmestyre, Gert Mulvad og Henning Sloth Pedersen, Lægeklinikken i Nuuk, Rune Dietz og Jesper Madsen, Danmarks Miljøundersøgelser samt Pal Weihe, Færøernes Hospitalsvæsen.

Vi takker desuden følgende, som har bidraget fagligt til specifikke dele af bogen: Kitte Vinter-Jensen, KANUKOKA, Anette Hansen, Direktoratet for Miljø og Natur, Grønlands Hjemmestyre, Mikala Klint, Miljøstyrelsen, og Sven P. Nielsen, Forskningscenter Risø.

Poul Johansen og Kirsten Rydahl





Miljøgifte – et problem i Arktis

Umiddelbart virker det arktiske område meget rent, når man oplever den klare frostluft, den hvide is og det klare vand. Det er på mange måder også rigtigt. Det arktiske miljø er meget mindre forurenet end miljøet i Europa og Nordamerika. Men der findes forurening i Arktis, og den har en særlig betydning her, fordi de arktiske folk i langt højere grad lever af fiskeri og fangst, end man gør de fleste andre steder i verden.

Foto: Steen Andersen.

Forurening fra nær og fjern

Tidligere blev Arktis (figur 1-1) betragtet som uforurenet område, men i 1950'erne observerede piloter fra US Air Force om foråret nogle brune, tågeagtige lag i atmosfæren, som de kaldte for "Arctic haze". I 1970'erne undersøgte man disse lag nærmere. Man fandt ud af, at "Arctic haze" bestod af sulfatforbindelser (bl.a. svovlsyre) og sodpartikler, som blev langtransporteret til det arktiske område fra industri, forbrændingsanlæg og andre forureningskilder på sydlige breddegrader.

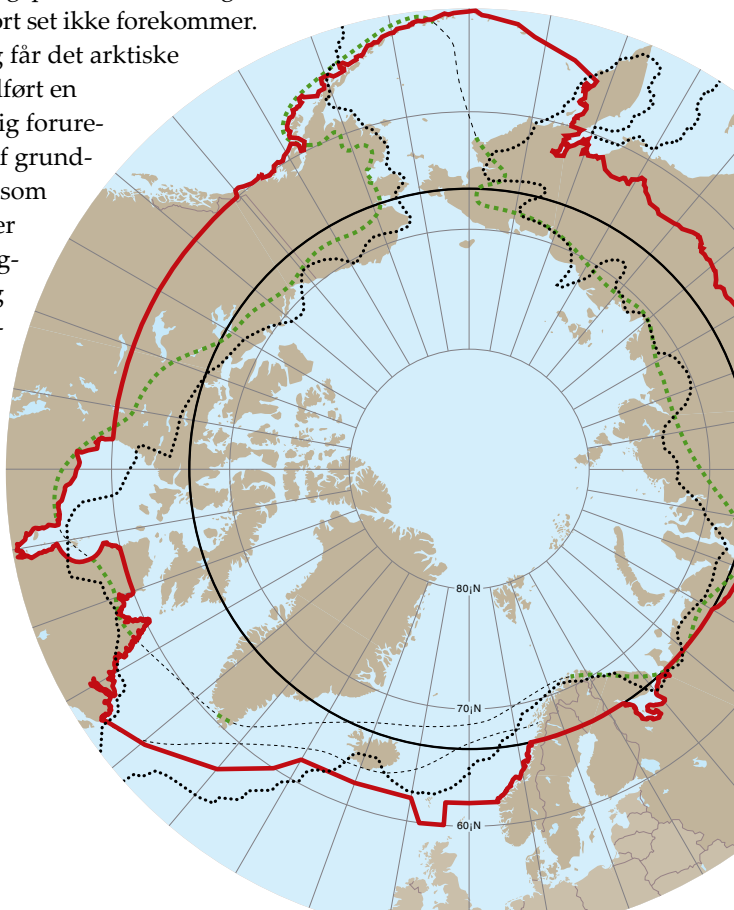
Forureningen med miljøgifte i Arktis stammer især fra energiproduktion, landbrug, industri og affaldsforbrænding i Europa, Nordamerika og Asien. Derfra føres miljøgifte med luft- og havstrømme til Arktis. Der kommer også forurening fra menneskelige aktiviteter i de arktiske områder, men den betyder i de fleste tilfælde meget mindre for miljøet end den langtransporterede forurening. Årsagen er, at der kun bor få mennesker i Arktis, og at industri- og landbrugsproduktion er begrænset eller stort set ikke forekommer.

Endelig får det arktiske miljø tilført en "naturlig forurening" af grundstoffer, som stammer fra bjergarter og vulkanudbrud.

- Polarcirklen
- Højest 10° C i gennemsnit for juli
- Trægrænse
- AMAP

Figur 1-1
Arktis omfatter områder på den nordlige halvkugle. Nogle sætter sydgrænsen ved trægrænsen, andre dér hvor gennemsnitstemperaturen i juli er højst 10 °C. Der findes også andre definitioner. AMAP har defineret Arktis til området nord for den røde streg.

Kilde: AMAP.





Figur 1-2. Den største del af det arktiske område er uberørt, men bliver påvirket af forurening som tilføres fra Europa, Nordamerika og Asien.

Foto: Poul Johansen.

Naturen og befolkningerne påvirkes

Mange miljøgifte bliver optaget af dyr og planter og opkoncentreres gennem fødekæderne. De findes derfor i de højeste koncentrationer i rovdyrene øverst i fødekæden. Det er fx tilfældet for en gruppe stoffer kaldet polychlorerede bifenyler eller PCB'er, som findes i meget høje koncentrationer i isbjørne. Disse forbindelser og andre lignende, såkaldte persistente organiske forbindelser (POP'er) kan påvirke knoglernes styrke og immunsystemet hos isbjørne. Også vandrefalke er påvirket af miljøgifte. I 1960'erne faldt antallet af vandrefalke i Nordamerika markant. Årsagen var primært forurening med specielt DDT og dieldrin (begge insektgifte).

Befolkningen i Arktis kan også være belastet med høje koncentrationer af miljøgifte. Nogle befolkningsgrupper i Grønland har således meget høje koncentrationer af kviksølv og PCB i blodet sammenlignet med andre befolkningsgrupper i Arktis. Det skyldes primært, at en væsentlig del af den lokale grønlandske kost består af havfugle og havpattedyr. Lokale fødevarer er på mange måder både sunde og næringsrige, men de indeholder altså ofte meget højere koncentrationer af miljøgifte end fødevarer baseret på landbrugsprodukter.

I løbet af de seneste 10-15 år har man fået langt større viden om miljøgiftes forekomst, transport og virkning i den arktiske natur – blandt andet om, hvordan de opkoncentreres i fødekæderne, og i hvilken udstrækning de er årsag til forurening af den arktiske befolkning.

En stor del af denne viden stammer fra det arktiske overvågningsprogram AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme), som siden 1991 er gennemført i samarbejde mellem landene i Arktis: USA, Canada, Danmark, Island, Norge, Sverige, Finland og Rusland. Et væsentligt formål med programmet er at følge, hvordan koncentrationerne af miljøgifte i miljøet udvikler sig i Arktis, herunder også i Grønland. Resultaterne fra overvågningsprogrammet anvendes bl.a. af politikere og embedsmænd til at vurdere, om det er nødvendigt at foreslå indgreb over for nye miljøgifte, og til at vurdere succesen af allerede indførte reguleringer vedrørende brug af og forurening med miljøgifte.

I denne bog kan du læse om miljøgifte – hvilke stoffer det drejer sig om, hvor de kommer fra, hvordan de transporteres og optages i fødekæderne, og hvad de betyder for den arktiske natur og befolkning. Du kan også læse om, hvad samfundet og den enkelte kan gøre for at mindske forureningen.



Figur 1-3

I Grønland fanges og spises mange havpattedyr.

Tv. En klapmyds flænses.

Foto: Arc-Pic.com/Carsten Egevang.

Th. Der nydes sæl om bord.

Foto: David Boertmann.



Miljøgifte i det arktiske miljø

Dette kapitel beskriver de typer af miljøgifte, der findes i det arktiske miljø, og hvordan de opstår og tilføres miljøet, fx hvordan luft- og havstrømme fører stofferne fra industrialiserede områder til Arktis.

Foto: Corbis, Bob Sacha.

**Figur 2-1**

Tungmetaller i de materialer, der placeres på lossepladsen, føres ud i havet. Her losseplads i Ilulissat.

Foto: Claus Espersen, Mokana.

Forskellige typer og kilder

Tungmetaller

Tungmetaller er en betegnelse for naturligt forekommende metaller, som er tungere end jern. Det er fx kviksølv, bly, krom, cadmium, zink, kobber og nikkel.

Tungmetaller frigives naturligt ved bjergarters nedbrydning og vulkansk aktivitet, og de findes både opløst i vand og bundet til forskellige faste stoffer. Derfor forekommer de altid i miljøet i en baggrundskoncentration (naturlig koncentration), der varierer med de lokale bjergarters kemiske sammensætning. Ved udvinding, brug og deponering af metallerne sker der en yderligere tilførsel til miljøet.

Da tungmetaller er grundstoffer, kan de ikke nedbrydes, men de kan omfordes i miljøet som følge af naturlige og menneskeskabte processer. Kviksølv, cadmium og bly er de tungmetaller, som har medført de største miljøproblemer. Der er en række historiske eksempler på, at de har forgiftet planter, dyr og lokalbefolkninger, når de er forekommet i høje koncentrationer.

Kviksølv

Kviksølv har været kendt og brugt af mennesker i mere end 3.000 år. Det opfører sig anderledes end andre metaller. Det er nemlig flydende ved stuetemperatur, og i atmosfæren forekommer det i dampform. De vigtigste årsager til forurening med kviksølv er kulafbrænding, minedrift, klor/alkaliindustri og affaldshåndtering.

I mange lande er forbruget af kviksølv faldet, og stoffet er erstattet af andre stoffer på grund af dets skadelige virkninger på organismer. I Danmark er der et tilsigtet årligt forbrug på ca. 1,6 tons kviksølv, heraf ca. halvdelen til tandfyldninger. Dertil kommer et utilsigtet forbrug på knap 2 tons, som stammer fra kul, hvor kviksølv er et følgestof. Tidligere blev kviksølv også brugt i fx batterier og termometre, men det er i dag stort set ophørt.

Ca. $\frac{1}{3}$ af alt kviksølv i atmosfæren stammer direkte fra forurening fra afbrænding af kul, guldminedrift, klor/alkaliindustri og affaldshåndtering, $\frac{1}{3}$ stammer fra naturlige kilder som vulkaner og biologiske processer, og endelig stammer $\frac{1}{3}$ fra genudslip af kviksølv, som tidligere er til-

ført miljøet. Man regner med, at indholdet af kviksølv i atmosfæren er tredoblet siden industrialiseringen startede i begyndelsen af 1900-tallet.

Kviksølv er lidt specielt, idet det optræder i flere forskellige former. Uorganisk (eller metallisk) kviksølv omdannes til organisk kviksølv (findes især som methyalkviksølv), som har miljømæssig betydning. Her spiller bakterier en vigtig rolle, idet de står for en væsentlig del af denne omdannelsesproces. Organisk kviksølv optages nemmere af organismerne og er mere giftigt end uorganisk kviksølv.

Op til 95 % af det kviksølv, der er i atmosfæren, findes som uorganisk kviksølv. Det har en meget lang opholdstid i atmosfæren (op til 1 år) i forhold til ikke-flygtige metaller som cadmium og bly (1 uge). Den lange opholdstid betyder bl.a., at koncentrationen af kviksølv i atmosfæren kun varierer lidt. Den er ca. 1,5 ng pr. m³ i baggrundsområder, bl.a. i Grønland, og op til ca. 2-3 ng pr. m³ i de områder, hvor kviksølvforureningen opstår, fx Europa. Den lange opholdstid betyder også, at alle de kilder til kviksølv, der er på den nordlige halvkugle, bidrager til forureningen i Arktis.

Cadmium

Cadmium blev først opdaget i slutningen af 1800-tallet. Siden er det blevet anvendt til en lang række formål, bl.a. som pigmenter i plastic, til overfladebehandling af metaldele og i batterier. Den globale produktion af cadmium er firedoblet i perioden fra 1950 til 1990, hvorefter den er faldet svagt.

Cadmium udledes hovedsageligt til miljøet fra minedrift, ved forarbejdning af malmen (fx fra kobber- og nikkelindustri) og i forbindelse med afbrænding af kul og olie til energiproduktion. Udledningen er faldet meget, bl.a. fordi der er udviklet bedre teknologi til rensning af røg fra forbrændingsanlæg og industri.

Bly

Kendskabet til bly er så gammelt som den menneskelige kultur. Dette tungmetal har gennem tiden været anvendt til utallige formål som pigmenter i glasurer til keramik, vægmaling, geværkugler, hagl, vandrør, sminke og som tilsætning i benzin.

Figur 2-2

I moderne forbrændingsanlæg renses røgen, så der slipper minimale mængder af miljøgifte ud til omgivelserne. Her Avedøreværket.

Foto: Avedøreværket, Dong Energy.



Den menneskeskabte udledning af bly til atmosfæren er faldet væsentligt, fordi forbruget af blyholdig benzin er faldet. Forbrænding af blyholdig benzin er dog stadig den vigtigste årsag til den globale udledning af bly til atmosfæren, efterfulgt af metalindustri og anden industriel brug, herunder brug af blyholdige kulbrinter.

Persistente organiske forbindelser

Ud over tungmetaller finder vi også en lang række såkaldte persistente organiske forbindelser i miljøet. På dansk forkortes de ofte POP'er (fra engelsk "Persistent Organic Pollutants"). POP'er er menneskeskabte og har kun forekommet i det arktiske miljø i de sidste 50-75 år. Fælles for dem er, at de er svært nedbrydelige og derfor har en opholdstid i miljøet på flere årtier. En anden vigtig fællesnævner for POP'erne er, at de ophobes i fedtvæv hos dyr og mennesker.

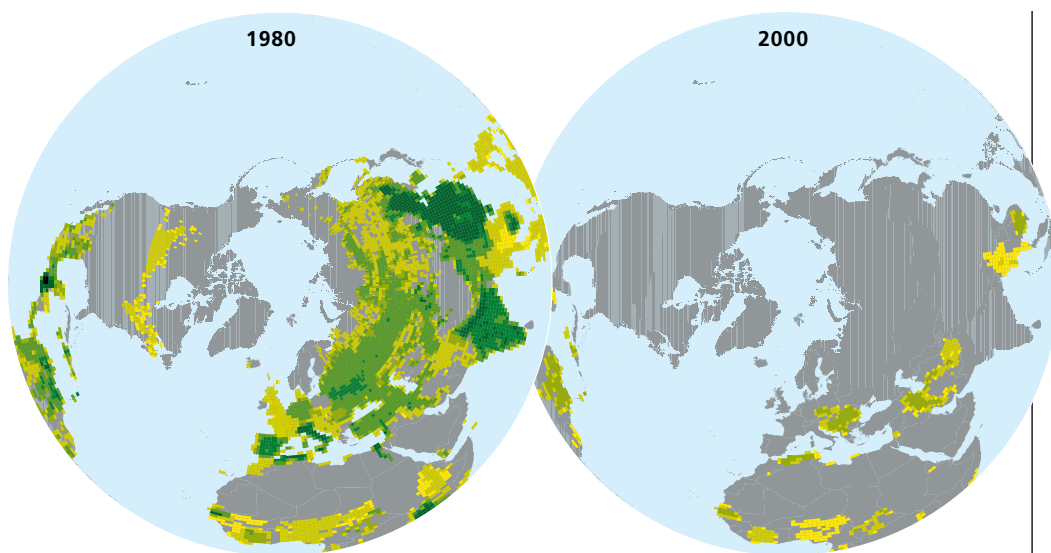
De fleste POP'er i de arktiske områder stammer fra industri- og landbrugsproduktion i Europa, Nordamerika og Asien. I løbet af de sidste 20-30 år er produktionen og brugen af mange POP'er stoppet eller stærkt begrænset som følge af nye miljøregler i en række lande. Alligevel forekommer mange af dem stadig i det arktiske miljø, og de vil formentlig blive der mange årtier ud i fremtiden.

POP'er inddeles i tre hovedgrupper: pesticider (fx dichlorodifenyyl-trichloroethan, DDT), industrikemikalier (fx polychlorede bifenyler, PCB) og forbrændingskemikalier (fx dioxin og polyaromatiske hydrocarboner, PAH).

Pesticider

Pesticider kaldes også bekæmpelsesmidler eller sprøjtemidler. Det mest kendte pesticid er DDT, som første gang blev anvendt mod insekter i 1945. Siden er det blevet brugt over hele verden. Ligesom de fleste andre POP'er påvirker DDT ikke umiddelbart mennesker eller dyr som fugle, fisk og pattedyr, men det ophobes i fedtvævet og kan på den måde alligevel påvirke dyrene, fx ynglesuccesen hos fugle.

I 1970'erne blev brugen af DDT forbudt i Europa, Nordamerika og Japan, og udslippet af DDT er faldet markant på den nordlige halvkugle siden 1980'erne (figur 2-3). DDT bruges dog fortsat i nogle dele af Østeuropa og den nord-



lige del af Afrika og Sydamerika. I arktiske dyr findes DDT mest i form af nedbrydningsproduktet DDE.

Klordaner og toxafen er andre pesticider med lignende kemiske egenskaber som DDT. *Klordanerne* omfatter ca. 120 forskellige enkeltstoffer. De er hovedsageligt blevet anvendt i USA som insektbekæmpelsesmiddel. Det er primært nedbrydningsproduktet oxyklordan, som ophobes i miljøet, men andre klordaner er også fundet i arktiske dyr.

Toxafen er en meget kompleks blanding af flere tusinde forskellige klorforbindelser. Tidligere blev toxafen anvendt som insektgift i store dele af verden. I Arktis stammer stoffet især fra bomuldsproduktion i USA og Rusland. Stoffet er et godt eksempel på, hvordan luft- og havstrømme kan transportere svært nedbrydelige miljøgifte over store afstande.

Lindan (gamma-hexachlorcyklohexan, forkortet til gamma-HCH) er en af de få POP'er, som stadigvæk anvendes i mange sammenhænge – i Europa, Japan og Nordamerika bl.a. til behandling af såsæd. Tidligere blev det blandet med andre HCH-forbindelser. Det er årsagen til, at der i dag findes flere forskellige typer HCH-forbindelser i miljøet, hvoraf alfa-HCH, beta-HCH og gamma-HCH er de vigtigste. De opfører sig meget forskelligt og ophobes ikke i så høj grad i dyr som de øvrige pesticider.

DDT udslip

(tons pr. gridcelle)

En "gridcelle" omfatter et areal, der er én breddegrad på den ene led og én længdegrad på den anden.

0
0,001-0,01
0,01-1
1-2
2-10
10-20
20-100
100-239

Figur 2-3

Udslip af DDT på den nordlige halvkugle i 1980 og 2000.

Kilde: AMAP.

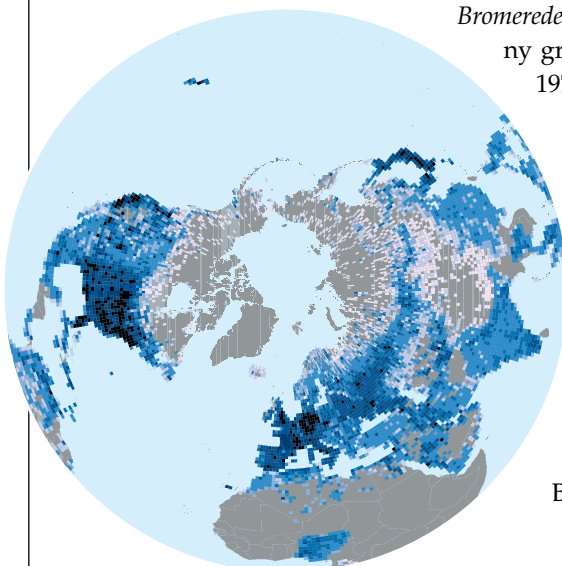
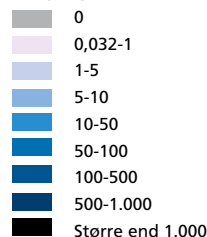
Figur 2-4
Det samlede forbrug af
PCB på den nordlige
halvkugle siden 1930'erne.

Kilde: AMAP.

PCB-forbrug

(tons pr. gridcelle)

En "gridcelle" omfatter et areal der er én breddegrad på den ene led og én længdegrad på den anden.



Industrikemikalier

Den vigtigste stofgruppe inden for industrikemikalier er de polychlorede bifenyle, som nok er bedre kendt under navnet PCB'er. Denne stofgruppe omfatter 209 enkeltstoffer.

PCB blev brugt meget i industrien fra ca. 1930'erne til 1970'erne, hvorefter produktionen ophørte i de fleste industrilande. Rusland stoppede dog først produktionen af PCB i 1992. PCB blev bl.a. brugt i transformatorer, hydraulikolie, smøreolie og maling og kan stadigvæk forekomme i gamle systemer, fx på nedlagte industrianlæg. Brugen af PCB i udviklingslandene er dårligt kendt.

Opgørelser af forbruget af PCB fra 1930'erne og frem til ca. 2000 viser, at 97 % af det totale forbrug i industrien fandt sted på den nordlige halvkugle, med tydelige "hot spots" i de tæt befolkede områder i Europa, USA og Japan (figur 2-4). Syv lande anvendte alene 68 % af den samlede mængde PCB: Frankrig, Tyskland, Italien, Spanien, Storbritannien, Japan og USA. Figuren viser også et vist forbrug af PCB nord for Polarcirklen, hovedsaglig i den nordlige del af Sverige, Finland, Norge og Rusland.

Et lignende stof er *hexachlorbenzen* (HCB), som engang blev brugt som pesticid. I dag opstår HCB som biprodukt i forskellige industrielle processer, bl.a. til fremstilling af plastik og farvestoffer.

Bromerede flammehæmmere (PBDE) er en forholdsvis ny gruppe POP, som er blevet anvendt siden 1970'erne. De indeholder brom i stedet for klor og anvendes bl.a. i elektronisk udstyr for at undgå, at der opstår brand i det. Bromerede flammehæmmere opfører sig meget ligesom PCB, når de kommer ud i miljøet. I de seneste 20 år er der fundet stigende koncentrationer i miljøet, bl.a. i Arktis.

Den stigende opmærksomhed over for bromerede flammehæmmere i miljøet har resulteret i, at EU nu har forbudt to af de vigtigste typer (penta-BDE og octa-BDE), mens 10 stater i USA

har besluttet at mindske udledningen af PBDE. De fleste stoffer bliver dog stadigvæk brugt, og der er ingen lov-mæssige reguleringer af dem.

De fleste af de stoffer, vi bruger i det daglige, er testet for, hvor skadelige de er for miljøet. Alligevel dukker nye pro-blematiske stoffer op i miljøet, og de når også frem til de arktiske områder. Et eksempel er en gruppe fluorforbindel-ser (PFOS eller perfluorede overflademidler), som for nyligt blev fundet i dyr fra Grønland (bl.a. isbjørn og ring-sæl) og Færøerne (bl.a. grindehval). Disse stoffer anvendes til en lang række formål, bl.a. i skumslukningsmidler, smø-remidler, limprodukter, maling og polermidler.

Forbrændingskemikalier

De fleste moderne forbrændingsanlæg til fx affaldsforbræn-ning og energiproduktion har et minimalt udslip af kemika-lier. Ældre forbrændingsanlæg rensar imidlertid røgen dår-ligt, så de kan derfor stadigvæk forurene luften og miljøet med specielt dioxiner og furaner samt polycykliske aromati-ske kulbrinter (PAH'er). Det samme er tilfældet, hvis affal-det brændes ved åben afbrænding, som det fx sker på dum-pe i Grønland.

Dioxiner og furaner er to grupper nært beslægtede kemi-kalier. Der forekommer henholdsvis 75 og 135 enkeltstof-fer inden for de to grupper med forskellig grad af giftighed. De opstår ved forbrænding af klorholdigt plastic, blyhol-digt benzin med klorilsætningsstoffer, ved papirfremstil-ling med klorblegning og på virksomheder, der producerer klorholdige træbeskyttelsesmidler. Ligesom PCB'erne ned-brydes dioxiner og furaner kun meget langsomt i miljøet. De kan transporteres over store afstande og kan ophobes i fedtvæv.

PAH'erne dannes bl.a. ved ufuldstændig forbrænding, fx i biler, fly o.l., i fyringsanlæg og i cigaretter. De findes også i visse former for tjære, i olieprodukter og steder, hvor der er naturlig udsivning af kulbrinter, fx ved Nuussuaqhalvøen.

I modsætning til de andre nævnte stofgrupper indehol-der PAH'er hverken klor eller brom. De er mindre stabile og nedbrydes hurtigere end fx PCB og DDT. Desuden er



Figur 2-5

Der dukker hele tiden nye problematiske stoffer op i miljøet. Senest er der fundet en gruppe fluorforbindelser i grindehvaler på Færøerne.

Foto: Scanpix/Svend Halling.

Boks 1

Radioaktive stoffer

Radioaktive stoffer findes naturligt i vores omgivelser (i jord, klipper mv.) og bidrager til den naturlige baggrundsstråling.

Stofferne kan påvirke organismer med deres stråling. Virkningen afhænger af den strålingsdosis, organismen modtager. Ved høje doser kan virkningen være dødelig inden for kort tid. Lavere doser øger risikoen for, at organismer udvikler kræft, og der sker ændringer i arveanlæg. Risikoen for at udvikle kræft stiger med strålingsdosen, og der er ingen beviser for, at der findes en tærskeldosis, under hvilken der ikke er nogen risiko. Det betyder, at selv en lille strålingsdosis kan resultere i, at en enkelt celle ændrer arveanlæg.

Radioaktiv forurening i Arktis

Forurening med radioaktive stoffer i det arktiske miljø stammer hovedsagelig fra tre kilder.

Den første kilde er atmosfæriske prøvesprængninger af atomvåben. I perioden 1945 til 1980 gennemførte USA og Sovjetunionen atmosfæriske prøvesprængninger af atomvåben, som forurenede hele den nordlige halvkugle med radioaktivt nedfald. En stor del af disse tests blev udført i det arktiske område på øen Novaya Zemlya i det østlige Barentshav (se figur 2-12).

Den anden kilde er udledninger fra kernekraftværker og især atomopbevaringsanlæg i Vesteuropa (La Hague i Frankrig og Sellafield i Storbritannien). Havstrømmene har ført radioaktive stoffer fra disse anlæg til de grønlandske havområder, først og fremmest via den Østgrønlandske Strøm (se figur 2-9).

Den tredje kilde er ulykken på atomkraftværket i Tjernobyl ved Kiev i Sovjetunionen i 1986. Udslippet af radioaktivt materiale kunne spores på landjorden så langt væk som i Grønland. Bidraget i Grønland fra Tjernobyl-ulykken var dog højst 10 % af det samlede bidrag til forureningen af landjorden med radioaktive stoffer.

Radioaktiv forurening ved Grønland

I havet ved Grønland stammer størstedelen af den radioaktive forurening fra de atmosfæriske atomprøvesprængninger og de europæiske atomopbevaringsanlæg. Havstrømmene fører radioaktive stoffer fra Europa nordover med Golfstrømmen, som drejer vestover (Irmingerstrømmen) og herefter ned langs Østgrønland (den Østgrønlandske Strøm) og videre op langs Vestgrønland med den Vestgrønlandske Strøm (se figur 2-9). Koncentrationen af strontium-90 og cæsium-137 i havvand er typisk højere langs Grønlands østkyst end langs vestkysten. Dette skyldes sandsynligvis, at stoffernes koncentration falder, efterhånden som vandmasserne med de radioaktive stoffer bliver opblandet med rent vand på deres vej ned langs østkysten. Sammenlignet med de europæiske havområder er koncentrationerne af radioaktive stoffer betydeligt lavere. Undersøgelser af indholdet af radioaktive stoffer i havmiljøet gennem tiden har vist, at koncentrationerne toppede i begyndelsen af 1960'erne.

På landjorden stammer de fleste radioaktive stoffer fra nedfald fra atmosfæren. Det geografiske mønster følger derfor fordelingen af nedbøren. I Sydgrønland er nedfaldet således 10 gange højere end i Nordgrønland. Forureningen med radioaktive stoffer i Grønland er sammenlignelig med forureningen i andre arktiske områder. Koncentrationerne toppede i 1966 og er siden da faldet til næsten det halve.

På baggrund af undersøgelser af befolkningens spisevaner og koncentrationerne af menneskeskabte radioaktive stoffer i føden er det muligt at beregne den gennem-



snitlige strålingsdosis, som befolkningen modtager gennem føden. Sammenholdes denne strålingsdosis med den naturlige baggrundsstråling, viser det sig, at mindre end 1 % af den mængde radioaktivitet, en person indtager gennem hele livet, stammer fra menneskeskabt forurening med radioaktivitet.

Befolkningen i Grønland er desuden mindre udsat for radioaktiv forurening end andre arktiske folk. Årsagen er, at man i højere grad lever af havdyr, som indeholder færre radioaktive stoffer end landdyrene. Befolkningen i Grønland får de fleste menneskeskabte radioaktive stoffer fra rensdyrkød.

Thuleulykken i 1968

Den 21. januar 1968 styrtede et amerikansk militærfly ned på havisen 11 km vest for Thulebasen i Nordvestgrønland. Ombord var fire brintbomber, som blev ødelagt ved styrtet.

På trods af opryddningsarbejdet blev plutonium og uran spredt ud i miljøet. Siden da er der gennemført flere miljøundersøgelser i området for at fastslå forureningens omfang og følge udviklingen. I området Bylot Sund, hvor ulykken skete, blev det øverste lag sediment (materiale på havbunden) forurenet, og der findes stadig høje koncentrationer her 35-40 år efter ulykken. Det har imidlertid vist sig, at det kun er begrænsede mængder af plutonium fra det forurenede sediment, der transporteres op til overfladevandet, og der overføres kun små mængder af plutonium

til bundlevende dyr som muslinger, orme, søstjerner og rejer.

De største mængder plutonium ligger forholdsvis stabilt bevaret i sedimentet på bunden af Bylot Sund fjernt fra mennesker. Koncentrationen af plutonium i havvand og havdyr er lav og udgør ikke nogen strålingsmæssig risiko for mennesker, selv ikke hvis man indtager de muslinger, der har de højeste koncentrationer. Plutonium i havmiljøet ved Thule udgør således kun en ubetydelig risiko for mennesker. Derimod kan man ikke se bort fra, at forureningen med plutonium på landjorden ved Narssarssuk 15-20 km sydvest for Thulebasen kan udgøre en mindre risiko for mennesker, der færdes i området og derved kan komme til at indånde radioaktive partikler.



Atomaffaldsanlægget Sellafield i Storbritannien.

Foto: Simon Ledingham.

de ikke flygtige og kan derfor ikke fordampe fra jordoverfladen og blive transporteret gennem luften. PAH'er transporteres derfor ikke så langt som de tidligere nævnte stofgrupper. En stor del af de PAH'er, der findes i Arktis, stammer fra lokale kilder som oliespild, trafik og affaldsforbrænding.

I modsætning til de typiske POP'er har PAH en relativt høj akut giftvirkning og kan have hormonlignende virkninger hos fisk selv ved lave koncentrationer.

Langtransporteret forurening

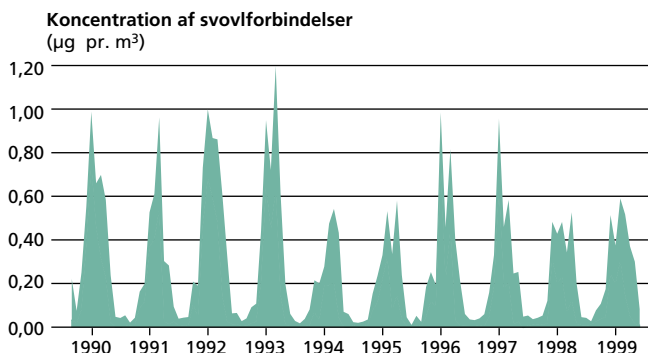
Miljøgifte i det arktiske område kommer som kort omtalt i det foregående både fra kilder i og uden for Arktis. Kilder langt fra Arktis har størst betydning. De findes især i Europa, Nordamerika og Asien.

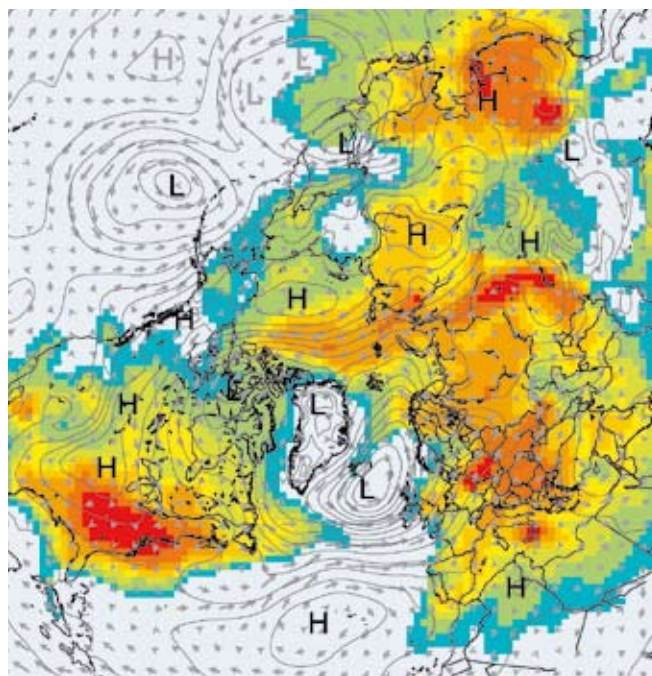
Mange miljøgifte i Arktis bliver transporteret til området gennem atmosfæren og via floder og havstrømme, men dyrenes vandringer til og fra Arktis har også betydning for transporten. Hidtil har der været nogenlunde enighed blandt forskerne om, at atmosfæren var den vigtigste transportvej for forureningen, men der sættes i stigende grad spørgsmålstegn ved dette, idet nogle forskere mener, at havstrømme har lige så stor betydning.

Atmosfærisk transport

Luftforureningen i det arktiske område varierer gennem året. Den er forholdsvis høj om vinteren og i det tidlige forår og lav om sommeren og i det tidlige efterår. Det er

Figur 2-6
Koncentration af svovlforbindelser målt i luften på Station Nord i Nordøstgrønland i perioden 1990-2001.



**Figur 2-7**

Eksempel på en episode med atmosfærisk transport af svovloxider fra Europa og Asien til Arktis. Pilene viser vindretningen, og de forskellige svovldioxidkoncentrationer er angivet i farver.

Svovldioxidkoncentration ($\mu\text{g pr. m}^3$)

Over 10,00
5,00 - 10,00
3,00 - 5,00
2,00 - 3,00
1,50 - 2,00
1,50 - 1,50
0,50 - 1,00
0,25 - 0,50
Under 0,25

målinger af svovlforbindelser i luften i Nordøstgrønland et godt eksempel på (figur 2-6). Svovlforbindelserne opfører sig nemlig på samme måde som en række miljøgifte (fx kvikksølv), der også er en del af den luftforurening, som transporteres til Arktis.

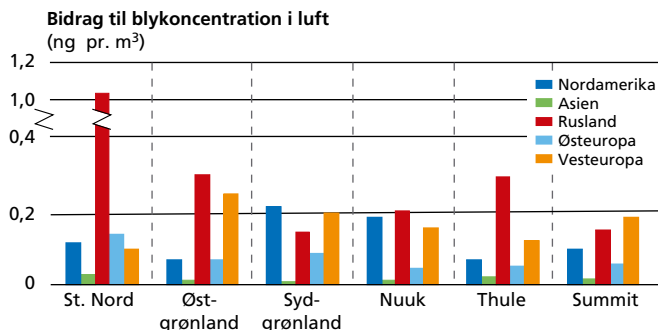
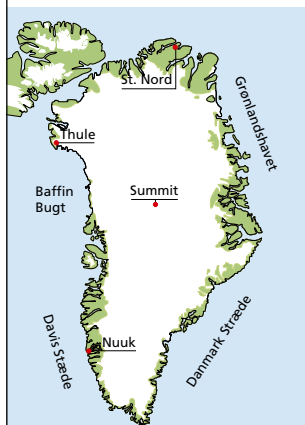
Variationen i luftforureningen gennem året skyldes specielle meteorologiske forhold. Om vinteren og i det tidlige forår opbygges et stationært højtryk over Sibirien. De luftstrømme, som føres fra Europa østover ind i Rusland, bliver blokeret af højtrykket og bliver i stedet tvunget nordpå til Arktis. Dette er illustreret i figur 2-7. Om sommeren og efteråret bliver der ikke opbygget stationære højtryk over Sibirien, så på den tid af året bliver der ikke ført luftstrømme fra Europa og Asien til Arktis.

De høje koncentrationer, som måles om vinteren (mørketiden i Arktis), skyldes også, at nedbrydningen af visse miljøgifte aktiveres af sollys og derfor næsten går i stå om vinteren. Miljøgiftene kan så enten udvaskes med nedbøren eller afsættes direkte på jorden, sneen eller vegetationen.

Figur 2-8

Figuren viser, hvor luftforureningen med bly stammer fra.

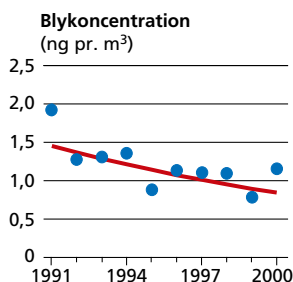
Søjlerne viser et gennemsnit for perioden 1991-2000.



Ud fra atmosfæriske transportmodeller kan man bl.a. finde ud af, hvilke områder der bidrager til luftforureningen. Et eksempel på dette er vist i figur 2-8. Her kan man se, at den nordlige og østlige del af Grønland primært bliver forurenet med bly, der stammer fra Rusland og Europa, mens den sydlige og vestlige del af Grønland i højere grad bliver forurenet med bly fra Nordamerika.

Derudover kan man se, at de højeste koncentrationer af bly i luften er målt på Station Nord i Nordøstgrønland. Koncentrationen af bly i luften i Grønland er dog i alle tilfælde meget lavere end i industrialiserede områder, fx er den ca. 10 gange lavere end i Danmark.

Forureningen med bly i Arktis er faldet en del i de seneste årtier. Det viser målinger ved Station Nord i Grønland, hvor forureningen med bly afspejler det generelle niveau for luftforureningen på den nordlige halvkugle. En væsentlig årsag til dette er, at mange lande ikke længere tilsætter bly til benzin. På figur 2-9 kan man se, hvordan de målte koncentrationer er faldet til næsten det halve i perioden 1991-2000. En tilsvarende udvikling er også blevet observeret for svovl.

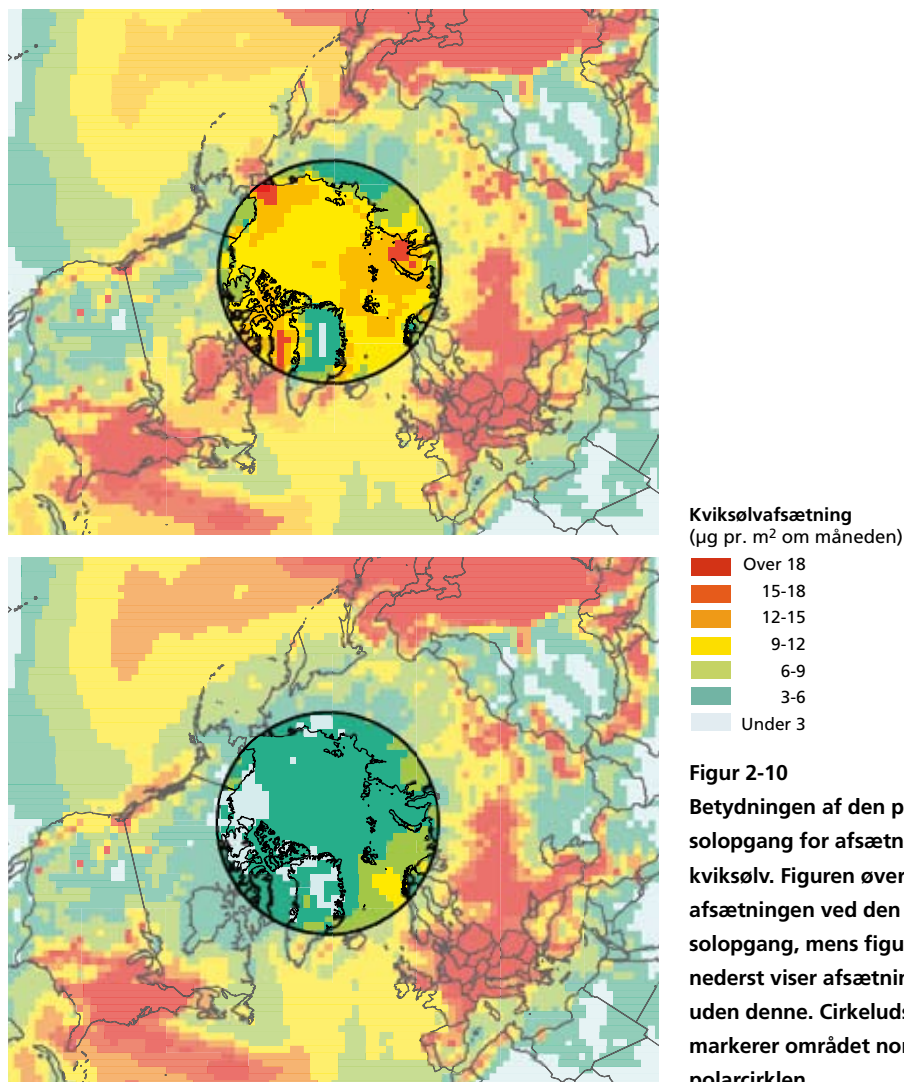
**Figur 2-9**

Målinger af bly i luften ved Station Nord i perioden 1991-2000. Tallene er korrigeret i forhold til variationer i vejrforholdene fra år til år. Den røde linje viser tendensen.

Om foråret foregår der nogle særlige kemiske processer i Arktis, som resulterer i, at det arktiske miljø får tilført ekstra meget af det kviksølv, som bliver transporteret med atmosfæren fra de industrialiserede områder i fx Europa. Det sker, når solen står op igen efter vinterens mørketid. Her bliver der frigivet brom fra havsalt til atmosfæren over det isdækkede hav. Brom sætter en proces i gang, som hurtigt omdanner det meste af det metalliske kviksølv i den

nederste del af atmosfæren til en reaktiv form, som kan afsættes på overflader (is, jord, vand, planter m.m.).

Disse processer resulterer dermed i en ekstra tilførsel af kviksølv til det arktiske havmiljø om foråret i den periode, hvor der er stor biologisk aktivitet. Beregninger tyder på, at nedfaldet af kviksølv mere end fordobles (fra ca. 90 tons til ca. 210 tons kviksølv) i området nord for Polarcirklen på grund af processerne ved den polare solopgang (figur 2-10).



Det er dog usikkert, hvor stor en del af den ekstra tilførsel, der faktisk bliver tilbage i havet og på landjorden, fordi en del af kvikksølv vil fordampe op i atmosfæren igen.

Multihoptransport

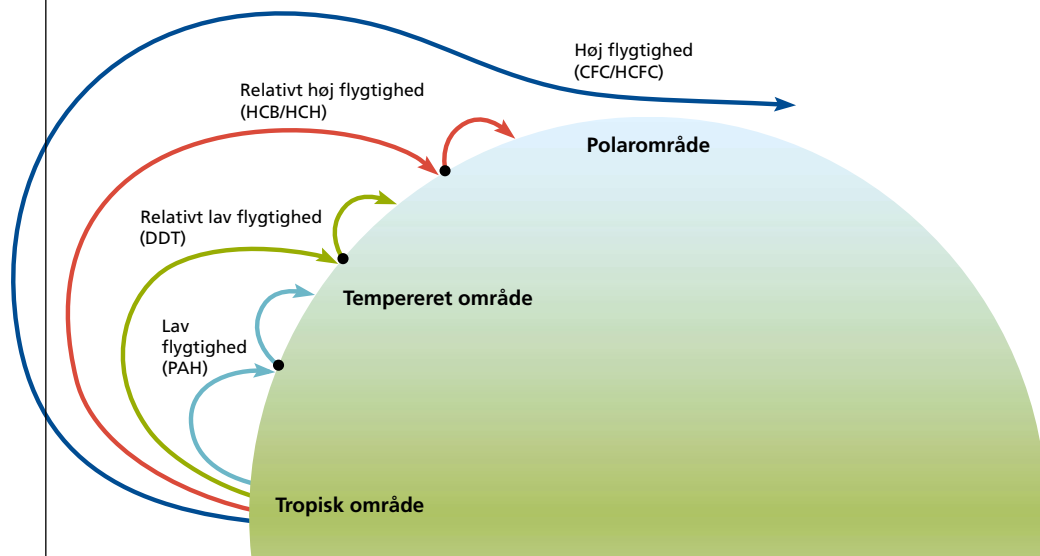
Hidtil er der vist eksempler på den direkte transport, også kaldet enkelthoptransport, af luftforurening til Arktis. En anden form for transport af forurening er multihoptransport (figur 2-11), som især er vigtig for mange POP'er.

Stoffer, som transporteres til Arktis via atmosfæren, optræder enten som gas eller sætter sig på partikler som støv. Det første gælder fx for PCB'er med få kloratomer, som kan fordampe og blive transporteret rundt med atmosfæren som gas. Når temperaturen falder under stoffernes damptryk (fordampningstemperatur), bliver de igen omdannet til fast stof og falder til jorden. Hvis temperaturen atter stiger, kan de fordampe igen. På den måde kan de blive ført frem til de arktiske områder, hvor de bliver endeligt deponeret, fordi temperaturen er for lav til, at de på ny kan fordampe.

Multihoptransporten har resulteret i, at nogle af de højeste koncentrationer af visse miljøgifte i havvand netop er målt i Arktis. Det gælder bl.a. for lindan (HCH).

Figur 2-11
Multihoptransport. Se
teksten overfor for
 nærmere forklaring.

Kilde: AMAP.





Figur 2-12

Radioaktive stoffers transportvej med havstrømme fra udslip ved oparbejdningsanlægget Sellafield i Storbritannien og La Hague i Frankrig til Polarhavet og havområderne omkring Grønland.

Transport med havstrømme

Transporten af miljøgifte med havstrømme foregår typisk langsommere end transporten med atmosfæren, og den kan have en særlig betydning for ikke-flygtige stoffer og metaller. Stofferne transporteres bl.a. med havstrømme fra Europa til Arktis.

Det er illustreret på figur 2-12, som viser spredningen af radioaktive stoffer, der ved et uheld blev udledt til havet fra oparbejdningsanlæg for atombrændsel i England og Frankrig. De radioaktive stoffer optrådte ved Østgrønland 7 til 10 år efter udslippet. Det er sandsynligt, at andre miljøgifte, som bliver udledt i kystområder i Europa, ligeledes bliver ført af havstrømmene til de arktiske områder.

Beta-HCH (se side 19) er et andet eksempel på, at transport med havstrømme spiller en stor rolle. Beta-HCH opløses nemmere i vand end de øvrige HCH-komponenter og mange andre POP'er. Derfor bliver beta-HCH i atmosfæren

opløst i små vanddråber, som fortættes og til sidst falder som nedbør. Beta-HCH bliver dermed hurtigt udvasket med regn og afsat forholdsvis tæt på de områder, som de stammer fra. Herfra bliver beta-HCH ført ud i havet og via havstrømme til de arktiske områder – transporten tager bare lang tid. Det har nemlig først nu været muligt at måle det beta-HCH i Arktis, der blev frigivet til miljøet i Europa i perioden 1970-1985. Beta-HCH er den HCH-komponent, der ophobes mest af i dyr.

Figur 2-13

Miljøgifte fra industri-områder i resten af verden kan spores i dyrene i arktiske områder. Dyrene transporterer miljøgifte videre, når de vandrer mellem opholdssteder. Til venstre pukkelhval, til højre rider på rede i Grønland.

Fotos: David Boertmann.

Biologisk transport

Dyr transporterer også miljøgifte, når de har optaget dem i deres fedtdepoter. Det gælder fx laks, trækfugle, hvaler og andre dyr, der bevæger sig over store afstande. De kan derved skabe en direkte forbindelse mellem de industrialiserede og de arktiske områder. Da forureningen er langt større i de industrialiserede områder, vil de dyr, der dør i Arktis, aktivt transportere miljøgifte til området.



En canadisk undersøgelse har vist, at flere tons PCB og DDT hvert år flyttes, når hvalerne vandrer til og fra Arktis. Fx "transporterer" gråhvaler årligt i alt 20-150 kg PCB og 1-40 kg DDT, når de vandrer mellem deres sommeropholdsområder i Beringshavet og Chukchihavet og deres vinteropholdsområder i Stillehavet ud for Mexicos og Californiens kyst.

Fugle er også transportører af miljøgifte. Æg fra vandre-falke i Sydgrønland indeholder meget høje koncentrationer af POP'er, som falkene sandsynligvis optager, mens de opholder sig i Sydamerika om vinteren. Riderne i Grønland indeholder også ret høje koncentrationer af POP'er, som formentlig stammer fra deres ophold i vinterkvartererne i det østlige USA og Canada.

Dyr kan også transportere miljøgifte fra ét økosystem til et andet – fx fra saltvand til ferskvand. Det sker bl.a., når pukkellaksen vandrer fra havet op i elvene for at gyde. Når laksen har gydt, dør den, og på den måde flytter fisken ak-



tivt POP'er fra saltvand til ferskvand. Denne biologiske tilførsel af forurening til et område kan bl.a. ses i Alaska. Her viser undersøgelser af en arktisk ferskvandsfisk (stalling), at koncentrationen af PCB og DDT var dobbelt så høj i stallinger fra en sø med gydende laks sammenlignet med stallinger fra en nærliggende sø uden gydende laks.

Et andet eksempel er fra den norske ø Bjørnøya i Nordøstatlanten, hvor Ellasjøen får tilført POP'er med havfuglenes ekskrementer. Prøver af sediment og fisk fra søen indeholder betydeligt højere koncentrationer af PCB end tilsvarende prøver fra andre søer på øen. Faktisk er koncentrationerne blandt de højeste, der nogensinde er fundet i arktiske ferskvandssystemer. Fuglene transportererede på den måde PCB fra havet ind til søen.

Figur 2-14

**Lossepladser i Grønland
forurener havet lokalt. Her
lossepladsen i Attu.**

Foto: Gert Asmund.

Lokale forureningskilder

Alle beboede områder er mulige kilder til forurening af miljøet. Visse steder i Grønland har affaldshåndtering ført til lo-



kale udslip af dioxiner. Det skyldes, at forbrændingen af affaldet sker ved for lave temperaturer. Undersøgelser af tang, muslinger og fisk tæt på de grønlandske byer Aasiaat og Nanortalik og bygderne Eqalugarsuit og Attu viser, at der er forhøjede koncentrationer i havmiljøet af tungmetaller og PCB, som stammer fra afbrænding og deponering af affald på lossepladserne. Virkningen på miljøet er dog meget lokal. De højeste koncentrationer blev målt ved Nanortalik.

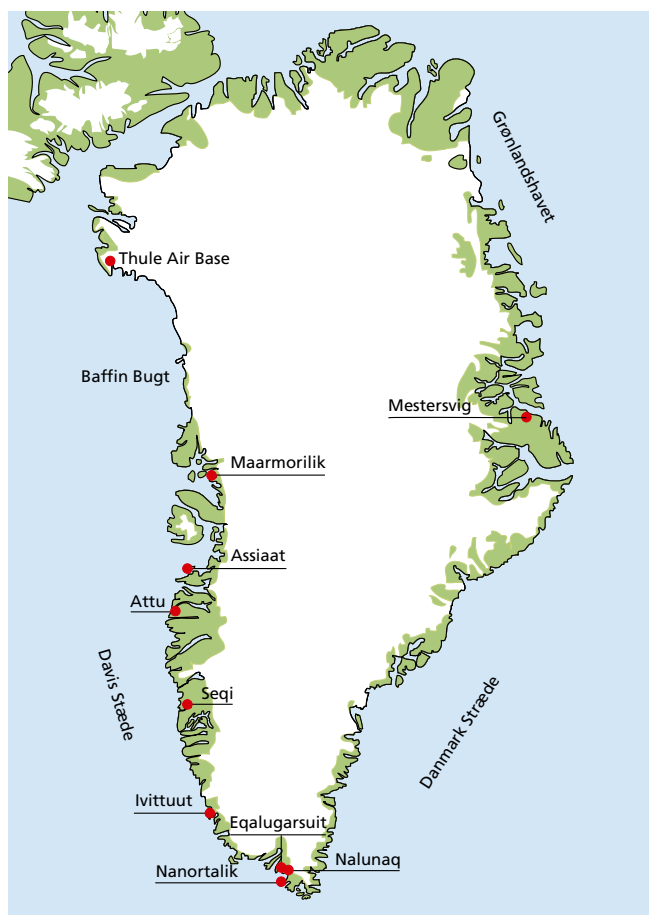
Industri er en anden kilde til forurening i Arktis. De to vigtigste "hot-spots" i Arktis er Norilsk-området i Sibirien og Kola-halvøen i det nordvestlige Rusland. Begge steder er der kobber-nikkelindustrier, som udsender store mængder af tungmetaller som cadmium, kobber og zink til skade for miljøet.

Også i Grønland forekommer der lokal forurening på grund af mineaktiviteter. Gennem en længere årrække er der gennemført undersøgelser ved den nu nedlagte bly-zinkmine "Den Sorte Engel" nord for Uummannaq i Nordvestgrønland. Mens minedriften fandt sted, blev der målt forhøjet indhold af bly og zink i planter og dyr i hele fjordkomplekset i en afstand på op til ca. 30 km fra minen. Forureningen i området faldt betydeligt, efter at minedriften stoppede i 1990. Det er nu primært i fjordene Affarlikassaa og Qaamarujuk inden for en afstand af ca. 10 km fra minen, der kan spores en påvirkning.

Der er tilsvarende problemer med forurening med bly og zink ved de nedlagte miner i Ivittuut i Sydgrønland og Mestersvig i Nordøstgrønland, mens to nye miner i Grønland, hhv. guldminen ved Nalunaq ved Nanortalik i Sydgrønland og olivinminen ved Seqi nord for Nuuk i Vestgrønland, ikke har ført til nogen væsentlig, lokal forurening.

En tredje gruppe af lokale forureningskilder i Arktis er anlæg til militære formål. Det er fx de såkaldte "Distant Early Warning Line"-stationer i den arktiske del af Canada, hvoraf de fleste nu er forladt. Meget af det gamle udstyr i disse anlæg indeholdt PCB, som med tiden er sluppet ud i miljøet. Enkelte steder har det ført til en massiv, lokal forurening. Canada er i gang med at rydde op på de nedlagte anlæg og fjerne den kraftigste forurening.

I Grønland har der også været amerikanske militærbaser og andre anlæg til militære formål, som nu er forladt. Den



Tabel 2-1

Koncentrationen af zink i brunalger indsamlet ved lossepladser, militæranlæg samt tidligere og nuværende miner forskellige steder i Grønland (se kortet) sammenlignet med det naturlige indhold (baggrunds værdi). Koncentrationen er angivet i mikrogram zink pr. gram algetørvægt.

Område	Koncentration ved kilden	Koncentration ½-1 km fra kilden
Aasiaat 2003	69	22
Attu 2003	51	14
Eqaugarsuit 2003	14	13
Nanortalik 2003	258	11
Thule Air Base 2002	35	20
Kryolitminen Ivittuut 2001	189	58
Blyminen Mestersvig 2005	175	98
Bly/zinkminen Maarmorilik 2005	360	78
Guldminen Nalunaq 2005	17	8
Olivinminen Seqi 2006	11	11
Baggrundsværdi for Grønland	7-17	7-17

eneste tilbageværende amerikanske militærbase, Thule Air Base i Nordgrønland, har de senere år fået opmærksomhed som en mulig forureningskilde. Undersøgelser har vist, at der er forhøjede koncentrationer af tungmetaller og POP'er op til 10 km fra basen. Koncentrationerne svarer til dem, som er målt ved Nanortalik. Forureningen ved de øvrige, nedlagte anlæg er endnu ikke undersøgt, så man kender ikke det fulde omfang af forureningen ved anlæggene.

Der er stor forskel på, hvor meget forskellige lokale kilder forurener havmiljøet. Dette er illustreret i tabel 2-1, hvor koncentrationen af zink i brunalgerne blæretang og ishavstang er undersøgt. Algerne optager zink fra det omgivende havvand og kan derfor bruges til at måle den lokale forurening med zink.

Boks 2

Klimaændringer og miljøgifte

I efteråret 2004 offentliggjorde Arktisk Råd og den Internationale Arktiske Videnskabelige Komité rapporten "Impacts of a Warming Arctic. Artic Climate Impact Assessment (ACIA)". Rapporten præsenterer mere end 150 forskeres samlede vurdering af klimaændringernes betydning for Arktis.

Klimaændringer, hvad enten de er menneskeskabte eller naturlige, vil bl.a. påvirke den langtransporterede forurenings transportveje til Arktis og deres "transport" i de biologiske systemer. I store dele af Arktis er de øvre jordlag permanent frosset til, såkaldt permafrost. Kun de øverste jordlag tør i løbet af sommeren. Hvis permafrosten tør som følge af den globale opvarmning, kan det fx resultere i, at det kviksølv, som er bundet i permafrostlagene, bliver frigivet. Klimaændringerne kan derfor øge transporten af kviksølv til søer og kystnære områder.

Et eksempel på konsekvenser af klimaændringerne på naturen er fra Hudson Bugt i Canada. Her varer den isfrie periode længere end tidligere. Manglen på is gør, at isbjørnen bliver forhindret i at jage sit normale byttedyr, sælen. Bjørnen bliver derfor nødt til at tære på sine opsparede fedtdepoter i en længere periode. Det får bl.a. den konsekvens for isbjørnen, at flere af de POP'er, som er ophobet i dens fedt, bliver frigivet. Det øger risikoen for, at isbjørnen bliver påvirket af stofferne.

Det er imidlertid vanskeligt at forudsige præcist, hvilken virkning et varmere klima i Arktis vil have på forureningen af miljøet på grund af det komplekse samspil, der er mellem temperatur, permafrost, nedbør, vinde, havstrømme, sne og isdække.



Foto: Norsk Polarinstitutt/Magnus Andersen.



Miljøgifte og naturen



Naturen er gennem de seneste to århundreder i stigende grad blevet påvirket af miljøgifte. Det gælder også naturen i Arktis. Koncentrationen af miljøgifte i dyrene varierer, men rovdyr som sæler og isbjørn øverst i fødekæden har oftest de største koncentrationer.

Foto: Rune Dietz.

Miljøgifte i fødekæden

Om foråret og sommeren fører smeltevandet de miljøgifte, som i løbet af vinteren er blevet aflejret på sneen og isen, ud i havet og de ferske vande. Foråret er også den periode, hvor planter og dyr bliver aktive og produktive. Mikroorganismer, plankton og planter optager miljøgiftene gennem deres cellemembran fra vandet.

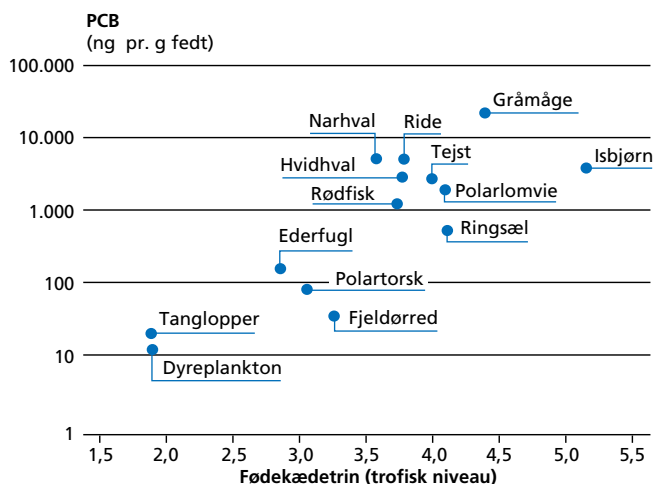
Efter at være optaget nederst i fødekæderne, bliver mange miljøgifte ført videre op gennem fødekæden. Plankton bliver nemlig ædt af vandlopper, som igen bliver ædt af småfisk, som bliver ædt af større fisk, som til sidst ender i maven på en sæl.

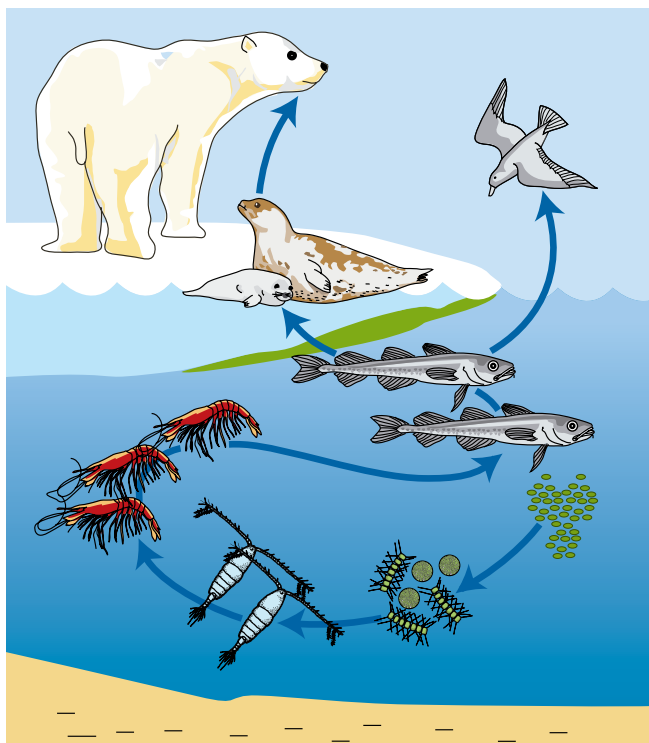
I havet udgør hvirvelløse dyr, især krebsdyr som de nævnte vandlopper, et vigtigt led fra planteplankton til fisk, havfugle, sæler og hvaler. De hvirvelløse dyr "leverer" ikke alene energi og næringsstoffer, men også miljøgifte til de dyr, som æder dem.

Mange dyr indtager flere miljøgifte via føden, end de nedbryder og udskiller via urin, ekskrementer, hår- eller fjortab, fødsler og modermælk. Det betyder, at miljøgiftene ophobes i dyrene. Jo højere i fødekæden dyret er placeret, desto større koncentration af miljøgifte indtager det gennem føden. Koncentrationerne i dyrene afspejler derfor i høj grad deres placering i fødekæden, også kaldet det trofiske niveau.

Figur 3-1
Sammenhængen mellem PCB-koncentrationen i forskellige dyr og disses placering i havets fødekæde i Lancaster Sound, arktisk Canada.

Kilde: AMAP.



**Figur 3-2**

Arktisk fødekæde. Den blå linje viser, hvordan en miljøgift transporteres og koncentreres op gennem fødekæden.

Figur 3-1 viser sammenhængen mellem koncentrationen af PCB og dyrenes trofiske niveau. Figuren er baseret på undersøgelser i Lancaster Sound i arktisk Canada. Generelt gælder det, at jo højere dyret er placeret i fødekæden, jo større er koncentrationen af PCB i det.

Forskel på landjordens og havets fødekæder

På landjorden (det terrestriske økosystem) er fødekæderne generelt kortere og omfatter ikke så mange led som i det marine økosystem. Koncentrationen af miljøgifte i terrestriske dyr er derfor oftest betydeligt lavere end i marine dyr.

Radioaktive stoffer udgør en undtagelse. Her er koncentrationen i marine dyr generelt lavere end i de terrestriske. De radioaktive stoffer, der aflejres på landjorden, optages effektivt af fx lav, og ophobes dermed i planteædere som rensdyr (se boks 1, side 22).

I havet bliver de radioaktive stoffer derimod kraftigt opblandet i vandmasserne.

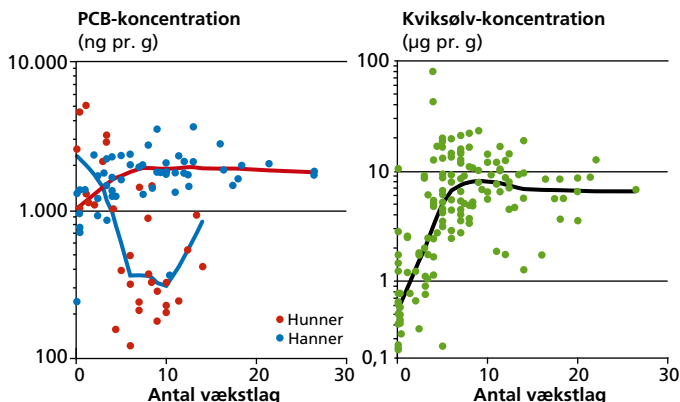
Det er ikke altid kun placeringen i fødekæden, der har betydning for koncentrationen af miljøgifte i dyrene. Andre forhold som fx dyrenes væksthastighed spiller også ind. Et eksempel er fjeldørreden, som findes i Grønland i to former; en havvandrende form og en standform. Koncentrationen af kviksølv i standformen er 10 til 15 gange højere end i havvandrende fjeldørreder på samme størrelse. Det skyldes først og fremmest, at standformen vokser meget langsommere end den havvandrende. Standformen er dermed ældre end havvandrende fjeldørred af samme størrelse.

Køns- og aldersforskelle

Miljøgifte ophobes i det enkelte dyr gennem hele dets levetid, men der er ikke altid en direkte sammenhæng mellem dyrets alder og mængden af en miljøgift i dyr. På figur 3-3 ses, at koncentrationen af PCB i spækket fra "grønlandske" narhvalhanner stiger i de første leveår, hvorefter niveauet forbliver konstant. Hos hunnerne stiger koncentrationen også de første år, men falder når hvalerne bliver kønsmodne. Dette skyldes, at hunnerne overfører PCB til deres unger, mens disse er fostre, og senere med modermælken.

Et andet eksempel er koncentrationen af kviksølv i "grønlandske" narhvalers lever. Koncentrationen stiger op til en vis alder, hvorefter den er mere eller mindre konstant. Dette tyder på, at der opstår en ligevægt i leveren mellem optag og udskillelse af kviksølv, når narhvalen er omkring 8 år gammel.

Figur 3-3
Sammenhængen mellem PCB i spæk (til venstre) og kviksølv i lever (til højre) i forhold til alderen (angivet som vækstlag i tænderne) på narhvaler fra Vestgrønland. Bemærk, at den lodrette akse er logaritmisk.



Andre forskelle

Det er ikke alle miljøgifte, som ophobes i planter og dyr. Der sker således ingen tydelig ophobning af cadmium og bly i fødekæden. Fx er koncentrationen af cadmium i hvirvelløse dyr som vandløpper og rejer højere end i lever fra fisk.

Et andet eksempel er isbjørnen, som har en speciel evne til at nedbryde mange POP'er. Koncentrationen af visse POP'er i isbjørnen er derfor ofte lavere end i ringsælen, der er isbjørnens vigtigste byttedyr. Til gengæld har isbjørnen de højeste koncentrationer af forskellige nedbrydningsprodukter fra POP'er, som i sig selv kan være lige så skadelige eller endog mere skadelige end det oprindelige stof.

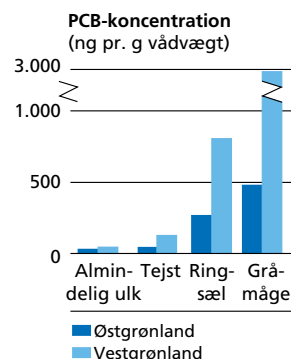
Forskelle i koncentrationer hos dyr

Miljøgifterne ophobes i forskellige organer i dyrene afhængigt af stoffernes fysiske/kemiske egenskaber. Fx er havdyrs kviksølvkoncentration normalt højest i lever, næsthøjest i nyrer og lavest i muskler (kød). I landdyr og mennesker er koncentrationen af kviksølv højest i nyrerne efterfulgt af leveren og musklerne. For cadmiums vedkommende er koncentrationen altid højest i nyrerne efterfulgt af leveren og lavest i muskler og spæk.

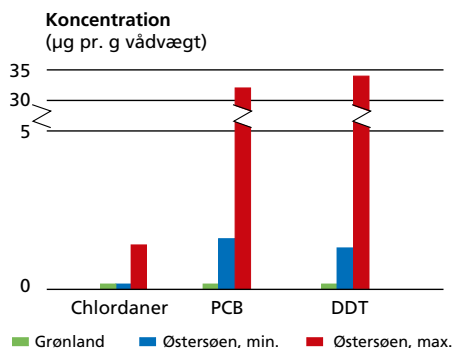
I modsætning til metaller er POP'er fedtopløselige, og de ophobes i dyrenes fedtvæv. De højeste koncentrationer findes derfor i spækket fra sæler og hvaler og i fedtvæv fra isbjørn.

I Grønland er der geografiske forskelle i dyrenes indhold af miljøgifte. Koncentrationen af en lang række POP'er, inklusiv de mindre undersøgte stoffer som bromerede flammehæmmere og fluorerede forbindelser, er større i dyr fra Østgrønland end i dyr fra Vestgrønland (figur 3-4). Denne forskel skyldes formentlig at koncentrationen af miljøgifte i havvandet falder, efterhånden som der ved Sydøstgrønland tilføres vand fra den del af Golfstrømmen, der kaldes Irmingsstrømmen, og som fortsætter rundt om sydspidsen af Grønland og langs vestkysten. Der er observeret et sådant mønster for radioaktive stoffer (figur 2-12).

De geografiske mønstre i koncentrationen af tungmetaller er ikke lige så markante og gennemgående som hos POP'erne. Der er dog en tendens til, at dyr fra Østgrønland har højere koncentrationer af fx kviksølv end dyr fra Vestgrønland.

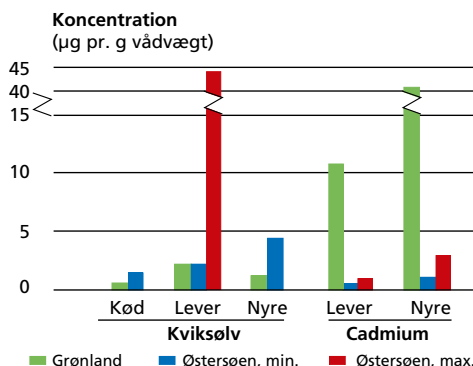


Figur 3-4
Koncentrationen af PCB i dyr fra Ittoqqortoormiit i Østgrønland og Qeqertarsuaq i Vestgrønland.



Figur 3-5

Chlordaner, PCB og DDT i spæk fra ringsæler fra henholdsvis Grønland og Østersøen.



Figur 3-6

Kviksølv og cadmium i forskellige dele af ringsæler fra henholdsvis Grønland og Østersøen.

Miljøgifte i Arktis og andre områder

Koncentrationen af de fleste miljøgifte er langt højere i dyr, der lever under sydligere himmelstrøg end i dyr, der lever i Grønland og Arktis. Fx er koncentrationen af PCB i ringsæler fra Østersøen 30-600 gange højere end i ringsæler fra Østgrønland. Dette gælder også for kviksølv, hvor koncentrationen er op til 20 gange højere i ringsæler fra Østersøen end i ringsæler fra Grønland.

Indholdet af cadmium i miljøet er en af undtagelserne fra reglen. Ringsæler fra Grønland indeholder nemlig 20-100 gange så meget cadmium som ringsæler fra Østersøen. Det har vist sig, at indholdet af cadmium generelt er højere i dyr fra Arktis end i dyr fra sydligere områder. Årsagen er formentlig, at dyrene i Arktis vokser langsommere og dermed ophober cadmium gennem længere tid. Dertil kommer, at krebsdyr spiller en større rolle som føde for havpattedyrene i de arktiske områder. Krebsdyr har et langt højere indhold af cadmium end fisk, og det påvirker indholdet af cadmium i bl.a. sæler.

Miljøgifte de sidste 200 år

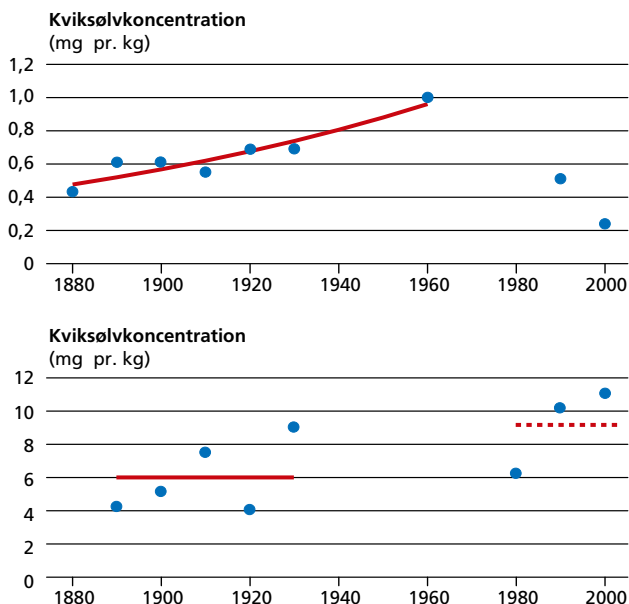
Tungmetaller

Forskere har brugt lagene i iskerner fra indlandsisen, tørveaflejringer og sedimenter fra søer og havet til at få infor-

mationer om, hvordan koncentrationen af miljøgifte i miljøet har ændret sig gennem flere hundrede og i nogle tilfælde flere tusind år. Der er ingen tvivl om, at indholdet af tungmetaller som bly, cadmium, zink, kobber og kviksølv i miljøet er steget på hele jordkloden siden starten på den industrielle revolution for knap 200 år siden og frem til i dag.

En sammenligning af indholdet af kviksølv i hår fra grønlandske mumier fra 1500-tallet med indholdet i hår fra den nuværende befolkning i Grønland viser, at koncentrationen af kviksølv i dag er tre gange højere end dengang. Ligeledes er koncentrationen af kviksølv i hår fra isbjørne i dag ca. 14 gange højere end før industrialiseringen.

Fuglefjer, hår og tænder fra grønlandske dyr fra museumssamlinger er også blevet brugt til at få viden om ændringen i forureningen med tungmetaller gennem en længere årrække. Man har bl.a. undersøgt, hvordan koncentrationen af kviksølv i fjer fra grønlandske jagtfalke og havørne har ændret sig siden slutningen af 1800-tallet (figur 3-6 og 3-7). Resultaterne viser, at koncentrationen af kviksølv i fuglene generelt er steget op gennem 1900-tallet.



Figur 3-7

Øverst:

Koncentrationen af kviksølv i fjer fra unge jagtfalke fra Vestgrønland.

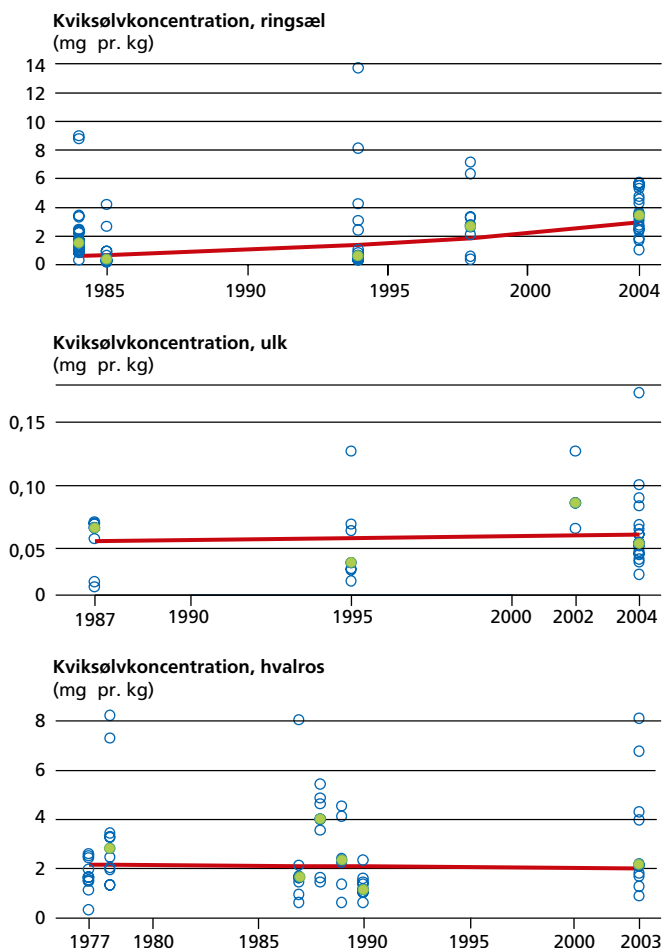
Nederst:

Koncentrationen af kviksølv i fjer fra voksne havørne fra Vestgrønland.

Punkterne viser de gennemsnitlige koncentrationer for 10-års-perioder, og linjen repræsenterer tendensen.

Figur 3-8

Koncentrationen af kviksølv i ringsæler (øverst), ulke fra Avangersuaq (midten) og hvalrosser (nederst). Blå cirkler viser kviksølvkoncentrationer i de undersøgte individer, grønne fyldte cirkler de årlige gennemsnitlige koncentrationer, og den røde linje er tendensen over tid.



Det er vanskeligt at afgøre, om den stigende tendens er vendt i slutningen af 1900-tallet. De få oplysninger, der er til rådighed, tyder på, at koncentrationen af kviksølv er faldet i jagtfalke, men steget i havørne. Hvad der betinger denne forskel mellem de to arter vides ikke, men det kan skyldes ændret sammensætning af dyrenes føde op gennem det sidste århundrede.

Koncentrationen af cadmium og kviksølv i lever fra grønlandske dyr er jævnlgt blevet overvåget siden midten af 1980'erne og frem til i dag. Der er ikke nogen entydige ændringer i koncentrationen i dyrene i den pågældende periode. Fx viser figur 3-8, at der er en tendens til stigende

**Figur 3-9**

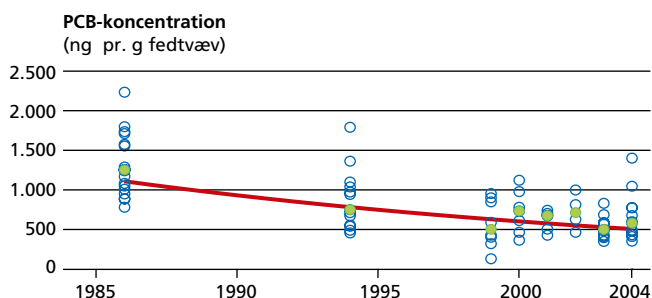
Der er ikke vist en forøgelse af kviksølvværdier i hvalrosser på samme måde som i ringsæler.

Foto: Rune Dietz.

kviksølvværdier i ringsæler fra Avanersuaq siden midten af 1980'erne, mens dette ikke er tilfældet i hvalrosser og ulke fra samme område. Der er imidlertid også data, der tyder på et fald i koncentrationen af kviksølv de seneste 30 år, fx kviksølv i hår fra østgrønlandske isbjørne. Der er derfor ikke nogen entydig konklusion med hensyn til, hvordan forureningen med kviksølv af marine dyr har udviklet sig de seneste 20 til 30 år.

Persistente organiske forbindelser (POP'er)

Undersøgelser i Canada har vist, at koncentrationen af POP'er som PCB og DDT i ringsæler er faldet fra 1970'erne frem til i dag. Tilsvarende er koncentrationen af mange POP'er faldet markant i østgrønlandske ringsæler siden midten af 1980'erne (figur 3-10) og i ringsæler fra Vestgrønland siden midten af 1990'erne. Faldet i koncentrationen af POP'er i ringsæler har ført til et markant fald i koncentra-

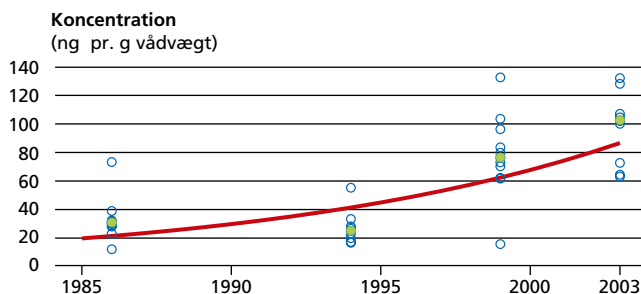
**Figur 3-10**

Udviklingen i koncentrationen af PCB i spæk fra unge østgrønlandske ringsæler under 4 år. Blå cirkler viser kviksølvkoncentrationer i de undersøgte individer, grønne fyldte cirkler de årlige gennemsnitlige koncentrationer, og den røde linje er tendensen over tid.

Figur 3-11

Koncentrationen af perfluorede overflademidler i lever fra østgrønlandske ringsæler i perioden 1985-2003.

Blå cirkler viser kviksølv-koncentrationer i de undersøgte individer, grønne fyldte cirkler de årlige gennemsnitlige koncentrationer, og den røde linje er tendensen over tid.



tionen i isbjørn fra både Canada, Grønland og Svalbard, idet ringsælen er isbjørnens vigtigste byttedyr. Derimod er der endnu ikke observeret noget fald i koncentrationen af klordaner i de canadiske ringsæler, selvom produktionen af klordan stoppede i slutningen af 1980'erne.

Trods et fald i koncentrationen af PCB, DDT, HCH og dioxiner er koncentrationen af andre POP'er i miljøet steget markant i løbet af de sidste årtier. Det gælder bl.a. for PFOS (perfluorede overflademidler), som kun nedbrydes langsomt i miljøet (figur 3-11). Det vides endnu ikke, om det har virkninger for dyrene, og i givet fald hvilke virkninger det drejer sig om. Men eksemplet viser, at Arktis fortsat får tilført forurening fra de industrialiserede områder.

Bromerede flammehæmmere er et andet eksempel på POP'er, som har vist stigende koncentrationer i Arktis. Undersøgelser af ringsæler i Canada har vist, at koncentrationen af disse stoffer er steget betydeligt i de seneste 20 år. De nyeste undersøgelser tyder dog på, at denne kraftige stigning er aftaget, og at koncentrationen af bromerede flammehæmmere i østgrønlandske ringsæler ikke har været stigende siden midten af 1980'erne.

Der er også fundet stigende koncentrationer af bromerede flammehæmmere i æg fra grønlandske vandrefalke gennem de seneste 18 år. En undersøgelse af æg fra vandrefalke i Sydgrønland har bl.a. vist, at de indeholdt nogle af de højeste koncentrationer af bromerede flammehæmmere, der er fundet i vilde dyr. Dette skyldes ikke nødvendigvis, at koncentrationen af bromerede flammehæmmere stiger i det grønlandske miljø, idet vandrefalken overvintrer i Central- og Sydamerika, hvor størstedelen af optagelsen kan finde sted.

Miljøgiftes påvirkning af dyrelivet

Stoffernes giftighed

Viden om stoffernes giftighed stammer mest fra laboratorieforsøg, men udslip af miljøgifte i store koncentrationer har også øget vores viden om, hvordan nogle stoffer påvirker miljøet.

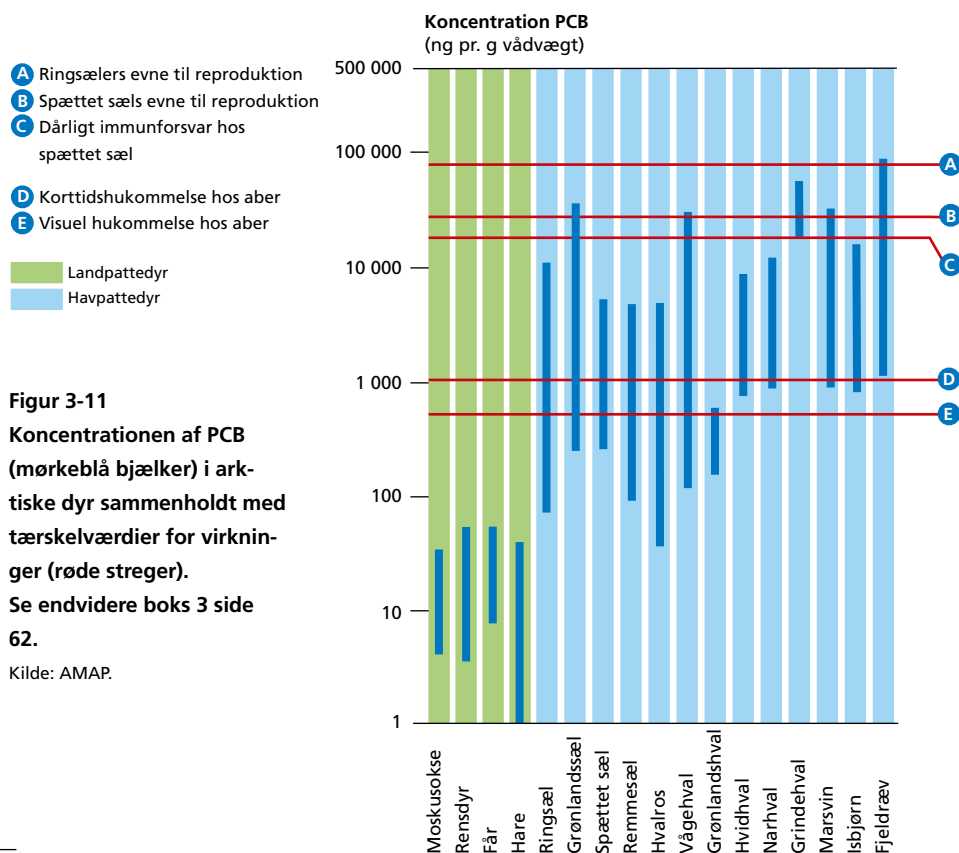
Det gælder bl.a. for kviksølv, som især kan skade nerve- og hjernefunktionen hos fostre og unge individer af pattedyr. Desuden kan høje koncentrationer af kviksølv i voksne fugle påvirke fuglenes adfærd og forårsage vægttab. Overlevelse og udvikling af fostre og unger, som fuglene producerer (reproduktion), påvirkes dermed også. Grundstoffet selen menes dog at kunne beskytte havfugle og marine pattedyr mod sådanne virkninger fra kviksølv. Selen binder nemlig kviksølv i komplekser, som forhindrer kviksølvs skadelige virkninger.

Figur 3-12

Høje koncentrationer af kviksølv i voksne fugle påvirker bestanden. Her vandrefalk.

Foto: Knud Falk.





Påvirkning med høje koncentrationer af cadmium kan resultere i nyreskader og forstyrre omsætningen af calcium og vitamin D og dermed forårsage tab af mineraler, hvilket får knoglevævet til at synke sammen.

POP'er kan skade dyrenes formeringsevne samt deres immunsystem og hormonsystem. Hjernen bliver også påvirket af POP'er, specielt i fosterstadiet og i den første levetid efter fødslen. For pattedyrenes vedkommende kan POP'er have hormonforstyrrende virkninger, og de kan påvirke dyrenes immunforsvar. Nogle POP'er kan skade de indre organer og skelettet, ligesom visse POP'er kan fremkalde kræft og fosterskader.

Miljøgiftes virkninger i Arktis

Miljøgiftens virkninger kan vurderes på flere niveauer. Der kan være tale om påvirkning af celler, af de enkelte indivi-

der eller af arten som helhed (populationsniveau). Mens det er relativt let at påvise virkninger på celleniveau, fx ved forsøg i laboratoriet, er det langt mere vanskeligt at påvise virkningerne på individniveau og yderst vanskeligt på populationsniveau.

I nogle tilfælde viser påvirkningen af miljøgifte sig kun som ændringer i dyrenes fysiologi fx som ændringer i deres immunforsvar eller hormonbalance, og det er derfor vanskeligt at vurdere, om miljøgiftene også påvirker hele populationen.

Derudover er miljøgifte ikke den eneste påvirkning, de arktiske dyr og planter udsættes for. Virkningen af miljøgiftene kan sjældent adskilles fra andre naturlige eller menneskeskabte påvirkninger som ændringer i dyrenes fødegrundlag, forstyrrelser, jagt og klimaændringer.

Hvis man sammenligner koncentrationerne af miljøgifte i arktiske dyr med de koncentrationer, som har haft negative virkninger ved undersøgelser i laboratoriet, er der flere arktiske dyrearter, som kan være påvirket. Det drejer sig især om de arter af havpattedyr og havfugle, som har høje koncentrationer af cadmium i lever og nyrer, samt om dyr som tandhvaler og isbjørn øverst i fødekæden, der har høje koncentrationer af POP'er (se figur 3-11).

Eksempler fra fugle

Det klassiske eksempel på konsekvenserne af miljøgifte på populationsniveau er nedgangen i antallet af skandinaviske rovfugle i 1960'erne. Høje koncentrationer af DDT i fuglene resulterede i, at de lagde meget tyndskallede æg, som knækkede under rugningen. Dertil kom en stigende dødelighed blandt ungerne, og antallet af skandinaviske rovfugle faldt. Koncentrationen af DDT i miljøet er nu faldet, og antallet af rovfugle stiger igen. Lignende virkninger er set på canadiske og amerikanske populationer af vandrefalke.

Nogle af de højeste koncentrationer af POP'er er fundet i gråmåger fra den norske ø Bjørnøya. Gråmåger lever i sommerperioden i høj grad af andre havfugles æg og unger, og de ophober derfor høje koncentrationer af POP'er. Detaljerede studier har vist, at gråmågerne har en ringe yngle-succes og overlevelse. Jo højere koncentration af POP'er

Figur 3-14
Gråmågerne hører til de fugle, hvor der er fundet de højeste koncentrationer af POP'er.

Foto: David Boertmann.



moderfuglens blod indeholdt, desto færre æg blev klækket, og jo svagere var de unger, der blev klækket. For hunnerne vedkommende viste det sig, at dødeligheden steg med 29 %, hvis koncentrationen af oxychlordan steg fra 5 til 50 ng pr. g. For hannernes vedkommende steg dødeligheden med 16 %. Hunnerne er tilsyneladende mere sårbare end hannerne over for POP'er.

Isbjørnen som eksempel

Isbjørne er i særlig grad udsatte for at blive påvirket af miljøgifte. Det er der flere grunde til. Isbjørnen er placeret øverst i fødekæden, og den har dermed nogle af de højeste koncentrationer af mange POP'er blandt dyr i Arktis. Desuden har isbjørnen såkaldt forsinket implantation, så det befrugtede æg ligger i en dvaletilstand, inden fostret begynder at udvikle sig. Miljøgiftene kan dermed påvirke gennem længere tid, end det er tilfældet for de fleste landlevende dyr. Endelig går isbjørnen gennem fasteperioder, hvor den tærer på sine fedtdepoter. Derved bliver de ophobede POP'er her frigivet, og indholdet i blod og følsomme organer kan blive langt højere end i de perioder, hvor isbjørnen har større fedtdepoter på kroppen.

Der findes en række tegn på, at isbjørne er negativt påvirket af høje koncentrationer af POP'er. Blandt andet er dødeligheden blandt isbjørneunger på Svalbard større end blandt isbjørne fra andre populationer, og isbjørne fra Svalbard har derfor en anderledes alderssammensætning. Svalbardisbjørnens immunsystem er også påvirket af POP'er. Dette er vist ved vaccinationer, hvor isbjørne med høje koncentrationer af PCB dannede færre antistoffer mod de indsprøjtede virus end isbjørne med lavere koncentrationer. Det er imidlertid usikkert, om denne påvirkning af immunsystemet udgør en risiko for isbjørnene.

Disse tegn på POP'ernes virkninger på isbjørne understøttes af nye, kontrollerede forsøg på grønlandske slædehunde og norske polarræve. I disse forsøg er det påvist, at miljøgifte bl.a. påvirker dyrenes immunforsvar, hormonbalance og forplantning.

Siden 1999 har forskere fra Danmarks Miljøundersøgelser arbejdet på at kortlægge sundhedstilstanden i de østgrønlandske isbjørne. Netop Østgrønland er et vigtigt stu-

dieområde, fordi isbjørnene her har nogle af de højeste koncentrationer af en lang række POP'er i Arktis. Desuden er det muligt at få prøver af dyrenes organer via fangsten i området.

Analysen af isbjørnens knogler antyder, at indholdet af calcium er lavt pga. de høje koncentrationer af POP'er i isbjørnene. I værste fald kan det føre til, at isbjørnene udvikler knogleskørhed. Der er også påvist celleforandringer i lever-, nyre- og lymfevæv, som kan skyldes de høje koncentrationer af POP'er.

I 1996 blev de to første isbjørne med unormale kønsorganer opdaget på Svalbard, de såkaldte pseudohermafroditte. Siden er der rapporteret om lignende tilfælde fra Østgrønland og Canada. Igangværende undersøgelser fra Danmarks Miljøundersøgelser peger på, at isbjørnenes kønsorganer bliver mindre ved stigende påvirkning af POP'er.

En detaljeret undersøgelse af en forstørret klitoris fra en enkelt østgrønlandsk hunbjørn viste, at forandringen skyldtes betændelse. Så selvom POP'er er sat i forbindelse med de observerede forandringer af kønsorganerne hos isbjørne, er det endnu uvist, om der rent faktisk er en sådan sammenhæng.

Figur 3-15
Isbjørnen er særligt truet af miljøgifte.

Foto: Norsk Polarinstitutt/Magnus Andersen.





Miljøgifte og den arktiske befolkning



Det er ikke kun dyrene i Arktis, men også befolkningen, der påvirkes af miljøgifte. Befolkningen i Arktis er særligt udsat, fordi man her i højere grad lever af lokale fødevarer som sæl og hval. Disse fødevarer indeholder væsentlig højere koncentrationer af miljøgifte end kød, som stammer fra landbrugsproduktionen.

Foto: Peter Aastrup.

Miljøgifte i menneskers blod

Siden 1994 er der gennem det arktiske overvågningsprogram, AMAP, indsamlet store mængder af oplysninger om, hvordan befolkningen i Arktis bliver påvirket af miljøgifte. En væsentlig del af programmet har været at undersøge indholdet af miljøgifte i blodet hos de forskellige befolkningsgrupper i Arktis. Center for Arktisk Miljømedicin fra Aarhus Universitet har stået for programmets udførelse i Grønland.

I tabel 4-1 har vi sammenlignet resultaterne fra nogle af disse undersøgelser fra Grønland med tilsvarende undersøgelser fra Skandinavien og det nordlige Rusland. Som det ses, har fødedygtige kvinder i Nordvestgrønland og på Færøerne stort set de samme koncentrationer af DDT og PCB i blodet, og koncentrationerne er højere end hos kvinder fra alle de andre undersøgte områder.

Det er karakteristisk for de viste lande, at befolkningen både i Grønland og på Færøerne spiser havpattedyr, bl.a. hvaler, hvorimod befolkningen i de øvrige viste områder, fx i Nordnorge og Island, især spiser fisk. Derfor afspejler forskellen i koncentrationer af DDT og PCB i blodet mængden af havpattedyr i kosten.

I Grønland er der desuden store forskelle på indholdet af miljøgifte fra person til person. Det fremgår af figur 4-1 og 4-2, som viser koncentrationen af tungmetaller og POP'er i blodet fra tilfældigt udvalgte 18-50 årige mænd og kvinder fra forskellige områder af Grønland. Specielt befolkningen i Østgrønland (Ittoqqortoormiit) har høje kon-

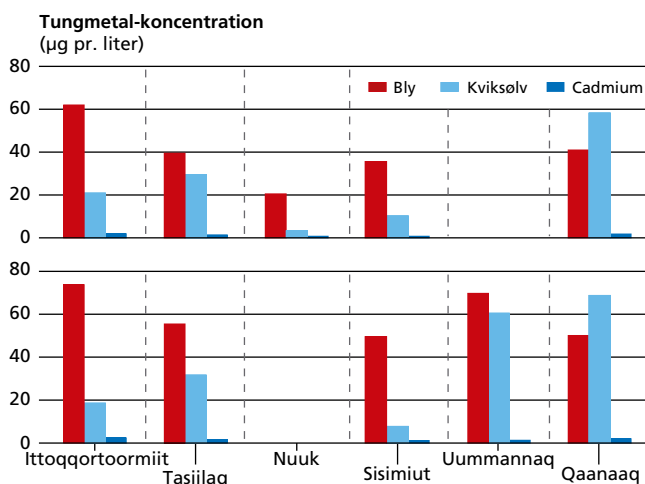
Tabel 4-1

Koncentrationer (nanogram pr. g fedtvæv) af DDT og PCB i blod fra fødedygtige kvinder (18-49 år) i forskellige egne af Grønland og Nordeuropa (1997-2003).

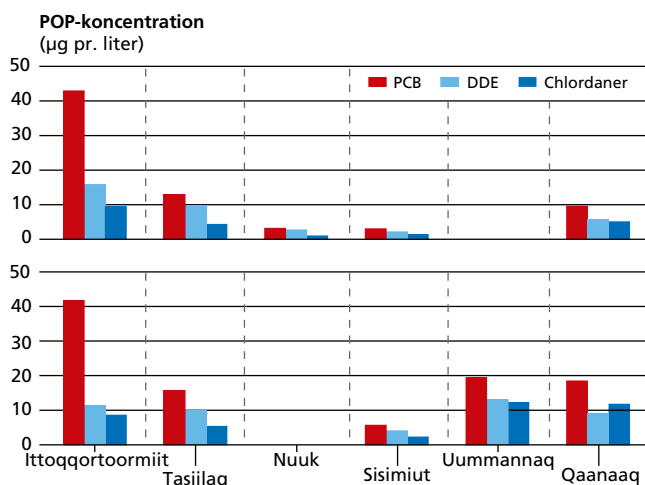
Område	DDT	PCB
Nordøstgrønland	1.720	4.325
Nordvestgrønland	600	1.045
Sydvestgrønland	265	360
Grønland som helhed	610	950
Færøerne	600	1.050
Danmark	155	210
Finmarken	100	150
Island	150	300
Nordnorge, Lofoten	160	380
Nordsverige, Kiruna	140	225
Nordrusland, Hvidehavsregionen	200	300

centrationer af DDT og PCB. I Nordvestgrønland er koncentrationen i befolkningen lavere, og i Sydvestgrønland er koncentrationerne på samme niveau som det, man finder hos befolkningen i det nordlige Skandinavien.

Den store geografiske variation afhænger både af samfundsforhold, kostvaner og graden af forurening i byttedyrene. Fx er koncentrationen af tungmetaller hos mænd generelt højere end hos kvinder. Det skyldes for både bly og cadmiums vedkommende især, at mænd ryger mere end kvinder. Bly i blodet skyldes desuden, at folk spiser fugle skudt med blyhagl (se boks 5, side 62).



Figur 4-1
Koncentrationen af tungmetaller i blodet hos ca. 450 personer (kvinder for oven, mænd for neden) fra forskellige kommuner (1999-2005). Der er ingen oplysninger for kvinder i Uummannaq og mænd i Nuuk.



Figur 4-2
Koncentrationen af POP'er i blodet hos mænd (for nederen) og kvinder (for oven) fra forskellige grønlandske kommuner. Der er ingen oplysninger for kvinder i Uummannaq og mænd i Nuuk.

Figur 4-3

Befolkningen i Østgrønland har stort indhold af POP'er i blodet. Det skyldes, at man her spiser mere traditionel grønlandsk kost end befolkningen i Sydvestgrønland. POP'erne findes især i dyrenes spæk. Billedet viser spækklaget fra en hval, som flænses.

Foto: Fernando Ugarte/
Arc-Pic.com.

Koncentrationen af kviksølv er højere hos personer fra Nordvestgrønland end fra Østgrønland. Vi ved ikke præcis hvorfor, men en del af forklaringen er sandsynligvis, at der i Nordvestgrønland indgår mere hvalkød i den traditionelle kost.

Hvad angår POP'erne har befolkningen fra Ittoqqortoormiit i Østgrønland meget høje koncentrationer i blodet. Det skyldes dels, at befolkningen her spiser meget traditionel grønlandsk kost, dels at den er sammensat anderledes end andre steder i Grønland (og fx også består af isbjørn), og endelig, at byttedyrene generelt har højere koncentrationer af de fleste POP'er end byttedyr fra Vestgrønland.

Koncentrationen af POP'er er lavere i befolkningen fra større byer som Nuuk og Sisimiut, hvor man spiser mere importeret kost.



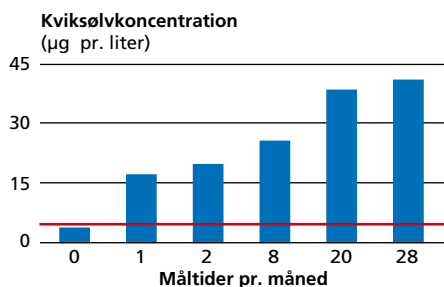


Figur 4-4

Hvalkød er en yndet spise og kan holde sig længe, når det tørres.

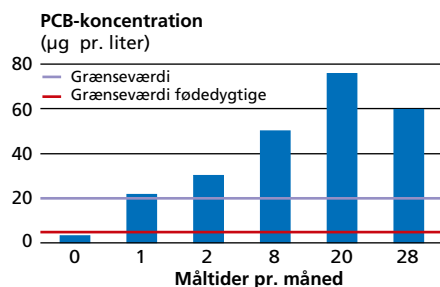
Foto: Fernando Ugarte/
Arc-Pic.com.

Antallet af måltider med grønlandske byttedyr har derfor stor betydning for, hvilke mængder af miljøgifte man optager. Det er bl.a. påvist ved at sammenligne indholdet af kviksølv og PCB i forsøgspersoners blod med antallet af grønlandske måltider, personen har spist (figur 4-5 og 4-6). Jo flere grønlandske måltider personerne indtager, desto højere koncentrationer af miljøgiftene har de i blodet.



Figur 4-5

Figuren viser sammenhængen mellem personers indtagelse af traditionelle grønlandske måltider og indholdet af kviksølv i deres blod. 455 personer fra 5 forskellige kommuner deltog i undersøgelsen. Til sammenligning vises den amerikanske grænseværdi (rød linje) på 4,4 µg pr. liter blod.



Figur 4-6

Figuren viser sammenhæng mellem personers indtagelse af traditionelle grønlandske måltider og indholdet af PCB (Arochlor 1260) i deres blod. 455 personer fra 5 forskellige kommuner deltog i undersøgelsen. Til sammenligning vises canadiske grænseværdier på 5 µg PCB pr. liter for gravide og fødedygtige kvinder og 20 µg PCB pr. liter for mænd og ikke fødedygtige kvinder.



Figur 4-7

Der er stor forskel i indholdet af miljøgifte i de forskellige dele af dyrene. Billedet viser en flænsset sæl, og man ser bl.a. leveren.

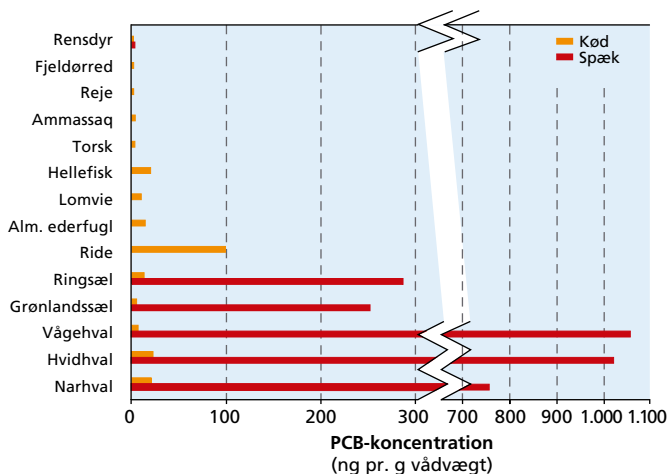
Foto: David Boertmann.

Miljøgifte – hvor får vi dem fra, og hvor bliver de af?

Der er som nævnt meget stor forskel på indholdet af hver enkelt miljøgifte fra dyreart til dyreart. Det er karakteristisk, at indholdet i de fleste tilfælde er lavere i landdyr end i havdyr. Der er også stor forskel på indholdet i de forskellige dele af dyrene (kød, lever, nyrer og spæk). Kviksølv og cadmium findes især i dyrenes lever og nyrer, mens POP'erne hovedsageligt findes i dyrenes fedtvæv, især i havpattedyrenes spæk. Disse forskelle fremgår meget tydeligt af figur 4-8.

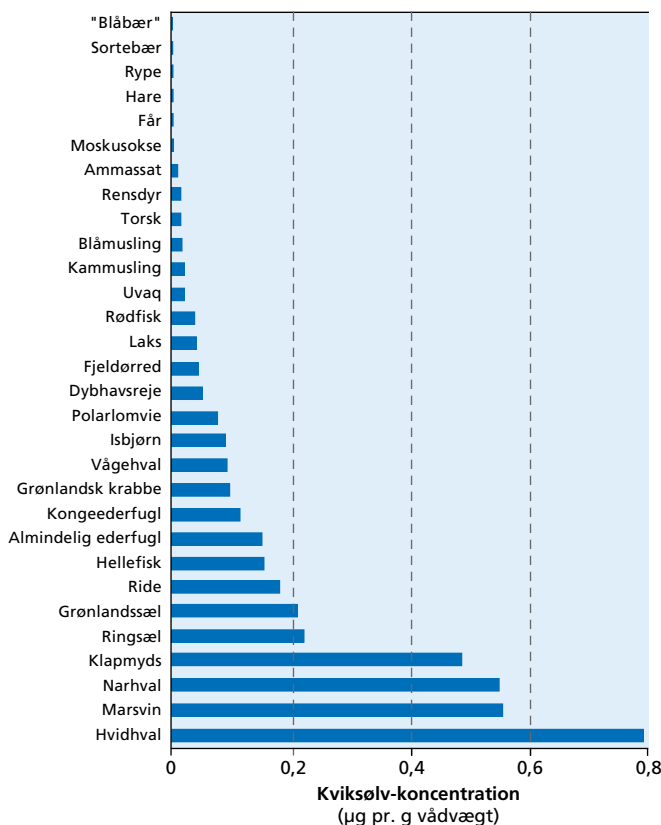
Figur 4-8

Indholdet af PCB i udvalgte dyr fra Vestgrønland.



Kød fra landdyr samt rejer og torsk er generelt meget fedtfattigt. Her findes der så lidt PCB, at det kan være svært at aflæse på figuren. Til gengæld er indholdet af PCB i hvallernes spæk op til 1.000 gange højere.

Selvom kviksølv findes i de højeste koncentrationer i dyrs lever og nyrer, er der dog også relativt meget kviksølv i deres kød, specielt i dyr fra havet. Kviksølvet findes her i den organiske form, methylkviksølv, som let optages i kroppen. Men som det fremgår af figur 4-9, er der meget stor forskel på, hvor meget kviksølv der er i kød fra de forskellige arter. Der er mest i tandhvalerne, men sælerne har også et relativt højt indhold, specielt klapmyds. Landdyr som harer og moskusokser har det laveste indhold. Faktisk er indholdet så lavt, at det ikke kan aflæses af figuren. Muslinger og fiskearter som torsk og uvaq har også ret lave koncentrationer af kviksølv.



Figur 4-9
Indholdet af kviksølv i grønlandsk kost.

Kost og miljøgifte

Havfugle, havpattedyr og fisk udgør en langt større del af kosten for befolkningen i bl.a. Grønland og dele af Canada end i fx Danmark. I Danmark spiser folk næsten udelukkende kød, som kommer fra landmændenes stalde, samtidig med at grøntsager udgør en større del af kosten.

Fisk, havfugle og havpattedyr som sæler og hvaler har højere koncentrationer af miljøgifte end husdyr som fjerkræ, svin og kvæg. Denne grundlæggende forskel betyder, at befolkningen i Grønland indtager langt større mængder af miljøgifte end befolkningen i Europa og Nordamerika (tabel 4-2). Det fremgår bl.a. af en undersøgelse af, hvordan lokalbefolkningen i Diskobugten i Vestgrønland sammensætter deres kost. Resultaterne viser, at deltagerne i undersøgelsen indtager større mængder af en række miljøgifte, end de internationale grænseværdier (FAO/WHO) anbefaler (se mere om grænseværdier i boks 4). Eksemplet vil også være typisk for mange andre steder i Grønland.

Man kan undgå mange miljøgifte ved at undlade at spise de dele af dyrene, som har et højt indhold af miljøgifte. Det er for de fleste stoffers vedkommende dyrenes lever, nyrer og spæk. Hvis man lægger sin kost om til fødevarer med et lavere indhold af miljøgifte, fx fisk og/eller landpattedyr som moskusokser og rensdyr, vil man holde sig inden for de internationale grænseværdier for indtaget af stort set alle miljøgifte (tabel 4-3). Det gælder dog ikke for methylkviksølv, som især ophobes i dyrenes muskler. I eksemplet fra tabel 4-3 vil den internationale grænseværdi (FAO/WHO) for indtag af methylkviksølv fortsat være overskredet ca. 2½ gange for en voksen person.

Tabel 4-2

Tabellen viser, hvor meget kviksølv, cadmium og PCB (µg pr. dag) befolkningen i henholdsvis Diskobugten i Vestgrønland og Danmark får gennem kosten.

Værdierne er beregnet ud fra befolkningens gennemsnitlige indtag af fødevarer og de pågældende fødevarers indhold af miljøgifte.

Foto tv.: David Boertmann.

Foto th.: Britta Munter.

	Grønland 1995-1996	Danmark 1993-97
Kviksølv	54	5
Cadmium	264	14
PCB	23	2,2



	Måltid inkl. lever, nyrer og spæk	Samme måltid ekskl. lever, og spæk	Faldet i indtag angivet i procent	FAO/WHO's grænse- værdier for dagligt indtag
Måltid (g pr. dag)	256,0	194,0	24	
Tungmetaller (µg pr. dag)				
Cadmium	346,0	24,0	93	60
Kviksølv	66,0	37,0	44	43
Methylkviksølv	54,0	37,0	31	14
Selen	127,0	71,0	44	400
POP'er (µg pr. dag)				
PCB	23,0	2,5	89	18
DDT	32,0	2,9	91	1.200
Chlordaner	18,0	1,8	90	3
HCH	3,7	0,4	90	18
Chlorbenzener	3,5	0,6	84	16
Dieldrin	8,0	0,7	92	6
Toxafen	30,0	10,0	66	12

Tabel 4-3

Det daglige indtag af kost og det beregnede indtag af miljøgifte for deltagerne i en kostundersøgelse fra Diskobugten om foråret med og uden lever, nyrer og spæk som en del af kosten. Grænseværdien er angivet i µg pr. dag for en person, som vejer 60 kg.

Figur 4-10

Brættet i Maniitsoq, hvor der sælges rendyr og marssvin.

Foto: Peter Aastrup.



Boks 3

Grænseværdier

Både nationalt og internationalt er der fastsat grænseværdier for befolkningens indtag af en række miljøgifte. Grænseværdierne er fastsat ud fra en vurdering af, hvor store mængder af det pågældende stof, en person kan tåle gennem et helt livsforløb, uden at det påvirker sundheden. Værdierne er ikke entydige, men varierer fra land til land. Fx er grænseværdien for kviksølv fastsat til 0,1 µg pr. kg kropsvægt pr. dag i USA, mens WHO har sat den til 0,23 µg.

Grænseværdier beregnes i de fleste tilfælde ud fra dyreforsøg. Man starter forsøgene med at give forsøgsdyr relativt høje doser i kort tid af det stof, man skal fastsætte en grænseværdi for. På den måde kan man fastsætte det pågældende stofs akutte giftighed. Herefter tester man med lavere doser over længere tid, indtil man finder den dosis, som dyrene kan tåle gennem hele livet uden at vise tegn på, at de er påvirkede heraf. Man har nu et 0-effektniveau, men den gælder vel at mærke kun for den dyreart, der er anvendt til forsøget.

Herefter skal man så finde frem til en for os mennesker acceptabel dosis – en såkaldt "tolerabel daglig indtagelse" (TDI). Der er naturligvis en vis usikkerhed forbundet med at anvende oplysninger fra dyreforsøg til at fastsætte grænser for indtag af stoffer hos mennesker. Det drejer sig bl.a. om usikkerheden ved at gå fra:

- Dyr til menneske
- Et lille antal dyr til et stort antal personer
- Genetisk ens forsøgsdyr til genetisk meget forskellige mennesker
- Sunde dyr til en befolkning, der består af raske og syge
- Påvirkning fra et enkelt stof til påvirkninger fra mange forskellige stoffer
- Relativt store doser til små doser

**Sælfangst.**

Foto: Carsten Egevang/arc-pic.com.

Det er ikke muligt direkte at sammenligne mellem dyr og mennesker, bl.a. på grund af de usikkerheder, der er angivet ovenfor. Derfor bruger man en sikkerhedsfaktor for at komme frem til en TDI. Denne TDI er også afhængig af personens vægt – jo mere man vejer, jo mere kan man "tåle". Derfor angives den ofte som indtag pr. dag pr. kg kropsvægt. Fx er TDI-værdien for cadmium 1 mg pr. dag pr. kg kropsvægt og for PCB 0,3 (se også tabel 4-3 og 4-4).

Ud over dyreforsøg har man i nogle tilfælde konkret viden om, hvordan stofferne påvirker mennesker. Denne viden benytter man ved fastsættelse af TDI-værdier. Det er fx tilfældet med kviksølv, hvor resultater fra undersøgelser af færøske børn er blevet brugt til at fastsætte en grænseværdi for den acceptable indtagelse af kviksølv.

	TDI angivet som µg pr. kg kropsvægt pr. dag	Uummannaq 1976 Kost med 60% lokale fødevarer	Uummannaq 2004 Kost med 23% lokale fødevarer
Cadmium	1,0	30 %	3,3 %
Kviksølv	0,1 (US EPA*) 0,23 (WHO)	100 %	60 % 50 %
PCB	1,0	10 %	3,3 %
Chlordaner	0,3	97 %	40 %

* US EPA er det amerikanske miljøagenturs grænseværdi.

Tabel 4-4

Det tolerable daglige indtag (TDI) af miljøgifte sammenlignet med hvor stor en procentdel af forsøgspersonerne fra Uummannaq, der overskred disse grænseværdier i 1976 og 2004.

Kostvaner under forandring

De seneste årtier har den grønlandske befolkning ændret kostvaner. Man spiser stadig flere importerede fødevarer og færre lokale. En kostundersøgelse fra Uummannaq viser således, at kosten i 1976 bestod af ca. 60 % lokale fødevarer som sæler, hvaler og havfugle, men i 2004 udgjorde lokale fødevarer kun ca. 23 % af kosten. Det betyder, at befolkningens daglige påvirkning fra en række miljøgifte er faldet til ca. $\frac{1}{3}$ (se tabel 4-4).



Figur 4-11

Der er stadig et pænt udvalg af traditionelle fødevarer i grønlandske butikker, selvom det i dag er de importerede, der dominerer.

Foto: Carsten Egevang/
arc-pic.com.

Optagelse af miljøgifte

Selvom der er en generel sammenhæng mellem en persons indtag af lokale fødevarer og koncentrationen af miljøgifte i personen, er denne sammenhæng ikke tilstrækkelig til at forklare forskellene i befolkningens belastning. Miljøgiften kan også stamme fra andre kilder end kosten. Fx er tobak en vigtig kilde til cadmium for rygere. Dertil kommer, at der også kan være fysiologiske mekanismer, som påvirker koncentrationen af miljøgifte i den enkelte person.

Som eksempel på det sidste kan igen nævnes rygning. Undersøgelser af grønlandske forsøgspersoner viser, at rygere ophober større mængder POP'er end ikke-rygere, selv om de udsættes for de samme koncentrationer fra kosten. Årsagen er sandsynligvis, at miljøgifte fra tobakken og fra kosten konkurrerer om de samme enzymer, som nedbryder gifte i kroppen. Hvis der ikke er nok enzymer, til at nedbryde alle miljøgifte i kroppen, optager den flere miljøgifte.

Kostens sammensætning kan også spille ind på flere måder. Fx vil calciumioner fra især mælkeprodukter forhindre, at vi optager nært beslægtede kemiske stoffer gennem tarmsystemet. Det gælder bl.a. for bly og cadmium. Så hvis man ofte drikker mælk eller spiser ymer/yoghurt, optager man mindre bly og cadmium fra den øvrige kost.

Normalt måles en persons belastning med miljøgifte ved at måle indholdet af stoffet i personens blod. Men blodet er ikke altid det bedste sted at måle koncentrationen af miljøgifte. Nogle stoffer ophobes andre steder i kroppen. Fx ophobes tungmetaller typisk i lever og nyrer, mens POP'er ophobes i fedtet.

Forskere fra Grønland og Danmark har haft mulighed for at undersøge indholdet af miljøgifte i forskellige former for væv fra afdøde personer fra Grønland. Undersøgelsen viste, at befolkningen i Grønland ikke ophober nær så meget cadmium i lever og nyrer, som man kunne forvente. Muligvis passerer cadmium upåvirket gennem tarmsystemet. Det kan skyldes, at cadmium, som især stammer fra havpattedyrene, er bundet i store molekyler, som ikke kan passere gennem tarmvæggen. Dermed optages de heller ikke i kroppen. Det kan også skyldes, at der er et højt indhold af jern i lokal grønlandsk kost. Disse to faktorer er sandsynligvis forklaringen på, at den del af befolkningen i Grønland, som

Land	Dagligt indtag af cadmium (µg pr. person pr. dag)	Indhold af cadmium i nyrer fra 40-59 årige (µg pr. g)
Grønland	264	22,3
Danmark	14	21,9
Australien	28	25,9

Tabel 4-5

Forsøgspersoners indtag af cadmium gennem kosten sammenlignet med koncentrationen af stoffet i deres nyrer.

indtager større mængder cadmium gennem kosten, ikke har et højere indhold af cadmium i nyrene, end fx den del af befolkningen i Danmark, som indtager langt mindre mængder cadmium gennem kosten (tabel 4-5).

Figur 4-12

Belastning af miljøgifte i kroppen måles i blodet. Her tages blodprøve på lægeklinikken i Nuuk.

Foto: Gert Mulvad.

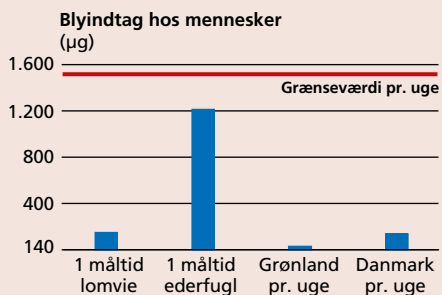




Røntgenfoto af skudt ederfugl. De lyse pletter er hagl.

Dronning Ingrid's Hospital, Nuuk.

I 2003-04 gennemførte grønlandske og danske forskere en undersøgelse af fuglespisere fra Nuuk og indholdet af bly i deres blod. Resultaterne viste, at jo flere fuglemåltider personen spiste, jo mere bly havde vedkommende i blodet (højre figur). Undersøgelsen viste også, at et måltid, som bestod af ederfugl, betød mere for, hvor meget bly personen optog, end hvis vedkommende fik lomvie til sin aftensmad. Undersøgelser fra den arktiske del af Rusland og Canada har ligeledes peget på, at bly i mennesker primært stammer fra brugen af blyhagl.



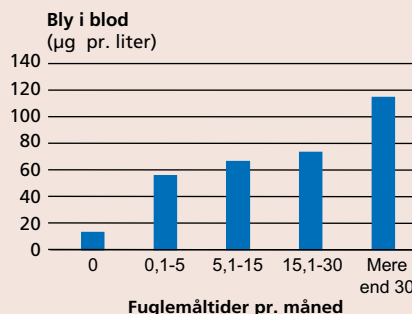
Figuren viser det gennemsnitlige indtag af bly fra et måltid lomvie og et måltid ederfugl sammenlignet med det samlede indtag pr. uge fra andre kilder i den lokale kost i Grønland og med det samlede indtag fra alle kilder i kosten i Danmark. Grænseværdien for det ugentlige indtag af bly vises også.

Boks 4

Blyforurening fra blyhagl

Traditionel grønlandsk kost indeholder meget lidt bly. Dertil kommer, at luften i Grønland er meget ren. Alligevel optager dele af befolkningen relativt store mængder bly i kroppen. Årsagen er primært, at befolkningen spiser fugle, som er skudt med blyhagl. Blyet stammer fra rester af blyhagl, som findes i fuglenes kød, og som man ikke opdager, når man spiser fuglen. Undersøgelser af indholdet af bly i fugle skudt med blyhagl viser, at specielt ederfugle indeholder høje koncentrationer (venstre figur).

I 2003-04 gennemførte grønlandske og danske



Sammenhæng mellem indholdet af bly i blodet hos personerne fra undersøgelsen i Nuuk og deres indtag af fugle.

Forureningens virkninger

Dele af den arktiske befolkning indtager flere miljøgifte, end internationalt anerkendte grænseværdier fra fx WHO anbefaler (tabel 4-3). Dette indebærer, at der er en risiko for, at deres helbred påvirkes. Fx påvirker flere tungmetaller udviklingen af nervesystemet og dermed indlæringssevnen, og POP'erne påvirker kroppens immunforsvar.

Fostre og børn udgør en særlig risikogruppe, fordi de er mere følsomme over for påvirkningerne fra miljøgifte end voksne. I fosterstadiet optager barnet POP'er og tungmetaller fra moderens blod. Det er derfor vigtigt at beskytte gravide kvinder og deres fostre mod høje koncentrationer af miljøgifte. Efter fødslen overføres miljøgiftene fra moderen til barnet, så længe hun ammer barnet.

Tungmetaller

Kviksølv

Blandt tungmetallerne er det først og fremmest kviksølv, specielt methylkviksølv, der udgør et problem. På Færøerne har forskere bl.a. påvist, at methylkviksølv skader børns udvikling af nervesystemet, afhængigt af hvor kraftigt moderen er blevet udsat for kviksølv under graviditeten. Der er tale om meget små ændringer, men det er trods alt et tegn på, at der er en målelig negativ virkning af stoffet. Andre undersøgelser peger i retning af, at methylkviksølv også kan påvirke nervesystemet hos voksne.

Der er også undersøgelser, som tyder på, at kviksølv påvirker kredsløbet hos voksne, idet methylkviksølv kan påvirke blodtrykket. Dermed stiger risikoen for, at man udvikler hjertekar-sygdomme.

Cadmium

Undersøgelser antyder, at personer, der udsættes for kraftig påvirkning med cadmium, har større risiko for at udvikle knogleskørhed (osteoporose), der både er udbredt blandt ældre kvinder i Grønland og i de industrialiserede lande. Knogleskørhed er også mere hyppig blandt rygere. Det er dog ikke påvist, om cadmium er den direkte årsag, eller om cadmium virker i forbindelse med andre skadelige stoffer i røgen.

Generelt er koncentrationen af cadmium i den grønlandske befolkning ikke så høj, at der er risiko for mere direkte helbredsskader, fx skader på nyrerne.

Bly

Bly optages ligesom kviksølv i centralnervesystemet og kan derfor påvirke udviklingen af nervesystemet. I USA har man gennem nogle år brugt koncentrationen 100 µg bly pr. liter blod som grænse for, om der kunne være risiko for helbredsskader.

Nyere amerikanske undersøgelser peger imidlertid på, at bly kan have virkning ved lavere koncentrationer i blod hos børn. Fx påvirkes børns indlæringsevne og deres motoriske udvikling ved koncentrationer på omkring 50 µg pr. liter blod og måske helt ned til omkring 30 µg pr. liter. Bly passerer gennem moderkagen, hvilket betyder, at fostre er udsat for næsten den samme koncentration af bly som moderen.

I Grønland har den voksne del af befolkningen i gennemsnit ca. 50 µg bly pr. liter blod (figur 4-1). Samlet set har ca. halvdelen af befolkningen over 50 µg bly pr. liter blod. Det gælder både for voksne og for nyfødte børn. Det må derfor anses for sandsynligt, at bly har en negativ virkning på fostre og børn i Grønland.

Persistente organiske forbindelser

Laboratorieundersøgelser på cellekulturer og dyreforsøg viser, at en række POP'er kan have hormonlignende virkninger. Forskningen har derfor først og fremmest været rettet mod at afklare, om der er sammenhæng mellem POP'er og især hormonrelaterede kræftformer. Det har indtil nu været umuligt entydigt at bekræfte dette. Det skyldes, at der er så mange forskellige faktorer, der kan føre til kræftsygdomme. Samtidig er det uhyre vanskeligt at vurdere påvirkningen fra de enkelte stoffer.

Den samme problemstilling gør sig gældende for stoffernes påvirkning af immunforsvaret og af befolkningens forplantningsevne, fx de enkelte stoffers påvirkning af mænds sædkvalitet.

DDT

DDT blev længe betragtet som ugiftigt for mennesker. Vi ved nu, at det er giftigt ved tilstrækkelig kraftig påvirkning – nøjagtig ligesom dioxiner og PCB.

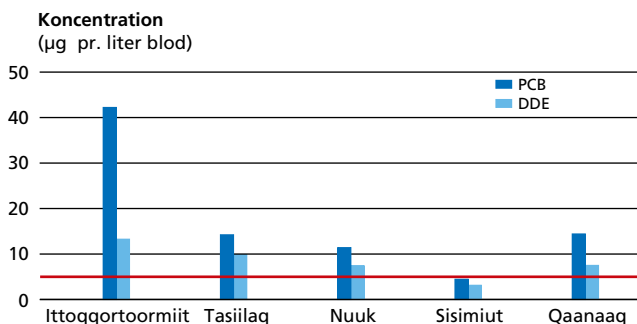
Risikoen for, at DDT påvirker helbredet hos befolkningen i Grønland, er imidlertid lav. WHO's grænseværdi for indholdet af DDT i blod er på 200 µg pr. liter. De undersøgte personer fra Grønland ligger alle under denne grænseværdi.

PCB og dioxiner

PCB'er og dioxiners giftvirkning ligner meget hinanden. De kan bl.a. give fosterskader og kræft. Desuden påvirker de immunsystemet, og de har hormonlignende virkninger.

Koncentrationen af PCB er sat i forbindelse med forekomsten af udvækst af livmoderslimhindeceller til bughulen (endometriose). De nyeste forskningsresultater antyder desuden, at de koncentrationer, vi måler i befolkningen i dag, øger risikoen for, at personer udvikler Metabolisk Syndrom (forstyrrelser af kroppens forbrænding af fedt og sukker) og dermed type 2-diabetes (gammelmandssukkersyge) og hjerte-karsygdomme.

Af figur 4-13 fremgår det, at grønlandske kvinder i den fødedygtige alder har et højere indhold af PCB i deres blod, end de canadiske grænseværdier anbefaler. Det er endnu uklart, hvad dette betyder rent helbredsmæssigt og med hensyn til eventuelle risici for fx påvirkninger af fostre.



Figur 4-13

Koncentration af PCB og DDE i blodplasmaet hos fødedygtige grønlandske kvinder sammenholdt med en canadisk grænseværdi for PCB på 5 µg pr. liter blod (rød linje) for gravide kvinder. DDE er et nedbrydningsprodukt af DDT.



Figur 4-14
Koncentrationen af miljøgifte i blodet er højere jo mere lokal kost der spises. Her er der sælkød til salg på "Brættet" i Nuuk.

Foto: David Boertmann.

Grønlandsk kost – gode og dårlige sider

Undersøgelser af selve kosten og af koncentrationen af miljøgifte i befolkningen i Arktis viser samstemmende, at befolkningen får størstedelen af miljøgiftene fra den lokale kost, primært fra sæler, hvaler og havfugle. Jo højere i fødekæden dyrene rangerer, og jo ældre de er, jo flere miljøgifte indeholder de. Dette skal ses i forhold til importerede fødevarer, der har et meget lavere indhold af miljøgifte. Umiddelbart virker det derfor oplagt at anbefale den arktiske befolkning at lade være med at spise traditionel kost og erstatte den med importeret kost.

Men der er flere gode grunde til, at befolkningen bør fortsætte med at spise lokal kost. Flere undersøgelser viser nemlig, at den lokale kost indeholder mange værdifulde vitaminer og mineraler. Den har et højt indhold af protein med mange essentielle aminosyrer. Desuden har den især et højt indhold af selen, som beskytter mod hjerte-karsygdomme og formentlig også modvirker påvirkningen fra kviksølv.

Det mest karakteristiske for den lokale grønlandske kost er, at den har et stort indhold af særlige fedtstoffer (n3-fedtsyrer). De findes næsten kun i fisk og havpattedyr, hvor de forekommer i høje koncentrationer i fedt/spæk. Hvis man får et højt indhold af disse fedtsyrer gennem kosten, er man mindre udsat for at få en række alvorlige sygdomme. Det gælder bl.a. sukkersyge og hjertekarsygdomme (især åreforkalkning) og sandsynligvis også visse kræftformer. n3-fedtsyrer beskytter til en vis grad også personer mod forskellige allergiske reaktioner og hudlidelser.

I nogle tilfælde er den lokale kost mere sund end en kost baseret på importerede fødevarer, idet denne ofte er ubalanceret og indeholder for meget sukker og for lidt frugt og grøntsager. Dette kan være en medvirkende årsag til, at nogle mennesker bliver overvægtige og udvikler sukkersyge. Dertil kommer, at den lokale kost er en naturlig del af den arktiske kultur, af det at bo i Arktis, og det at udnytte naturens ressourcer.

Det er således ønskværdigt at bibeholde den lokale kost som en væsentlig del af totalkosten, men samtidig sammensætte den så man mindsker indtaget af miljøgifte. Her gælder et generelt princip om, at man skal sammensætte

kosten af så mange forskellige fødeemner som muligt. Her ved øges mulighederne for få en bred, alsidig dækning af næringsstoffer. Samtidig mindskes risikoen for udelukkende at indtage stærkt forurenede fødevarer.

Ikke alle grønlandske produkter er lige forurenede. Som tidligere nævnt kan man undgå mange miljøgifte ved at spise mindre af eller helt undlade at spise de dyr, som har et højt indhold af miljøgifte. Fisk, rendyr, harer og moskusokser har langt lavere koncentrationer af miljøgifte end fx sæl, narhval, hvidhval og især isbjørn. Fisk har et højt indhold af sunde fedtsyrer, og både fisk og de nævnte landdyr har et højt indhold af selen og flere andre mineraler.

Derudover er frugt, grøntsager og brød gode ernæringskilder, som er rige på fibre, vitaminer og antioxidanter, og som har et meget lavt indhold af miljøgifte. Frossen frugt og grønt er lige så sundt som friske varer. Tørrede frugter er også værdifulde, ligesom brød er vigtigt, fordi det har et højt indhold af fibre, B-vitaminer og calcium.

Det er meget svært at beregne den reelle risiko i sygdomsmæssig forstand af den forurening med miljøgifte, som den arktiske befolkning er udsat for. Årsagen er primært, at mennesker udsættes for mange forskellige stoffer på samme tid, så virkningerne kan stamme fra et utal af miljøgifte samtidig med, at den lokale kost har en gavnlig virkning på helbredet.

Overvægt i sig selv øger næsten altid risikoen for, at man kan udvikle en række kroniske sygdomme som hjerte-karsygdomme, sukkersyge og visse kræftformer. Undersøgelser af den grønlandske befolkning viser, at et samspil mellem overvægt og højt indtag af miljøgifte øger risikoen for disse sygdomme.

Desuden er der ikke længere tvivl om, at rygning påvirker åndedrætsfunktionen og øger risikoen for udvikling af både kræft og hjerte-karsygdomme. En lang række undersøgelser i Grønland viser, at rygere har højere koncentrationer af miljøgifte end ikke-rygere – fx har en 50-årig ryger koncentrationer, der er 2-3 gange så høje som en jævnaldrende ikke-ryger. At begrænse eller helt ophøre med rygning er således en effektiv metode til at begrænse belastningen med miljøgifte væsentligt.

Figur 4-15

Rendyr hører til de dyr, der har et lavt indhold af miljøgifte.

Foto: Peter Aastrup.





Hvordan begrænses forureningen?

Det arktiske område er påvirket af miljøgifte, som ophobes i fødekæderne og derfor findes i høje koncentrationer, specielt i sæler og hvaler. Det har særlig betydning for befolkningen i Arktis, fordi den i langt højere grad lever af vilde pattedyr, fisk og fugle end folk i fx Europa. Blandt andet derfor er det vigtigt at sætte ind over for kilderne til forureningen både internationalt og lokalt.

Foto: Flemming Merkel.

Internationale reguleringer

En væsentlig del af forureningen af miljøet i det arktiske område stammer fra miljøgifte, som udledes i Europa, Asien og Nordamerika. Det er derfor nødvendigt at samarbejde internationalt for effektivt at begrænse disse problemer. Det sker i dag gennem flere forskellige internationale organer, bl.a. i både FN- og EU-regi.

Informationer om forekomsten af POP'er og ophobningen i fødekæderne i de arktiske områder har medvirket til, at mange lande (herunder Danmark/Grønland) de senere år har tilsluttet sig internationale aftaler, der har til formål at beskytte miljøet mod POP'er og tungmetaller. I det følgende er nævnt tre relevante internationale initiativer, der skal minimere forureningen i Arktis.

Konventionen om grænseoverskridende forurening

Denne konvention, der på engelsk hedder LRTAP – Long Range Transboundary Air Pollution, blev underskrevet i Geneve i 1979 af godt 30 lande og EF, senere EU. Den tog oprindelig udgangspunkt i problematikken om sur nedbør og er siden blevet udvidet med otte protokoller. En af de seneste protokoller omhandler POP'er. Den blev tilføjet til konventionen i Århus i 1998.

POP-protokollen regulerer produktion og forbrug af i alt 16 forskellige POP'er: 11 pesticider (aldrin, chlordan, chlordecon, dieldrin, endrin, hexachlorbenzen, heptachlor, mirex, toxafen, DDT og hexachlorcyclohexan), 2 industrikemikalier (PCB og hexabromobiphenyl) og 3 grupper af forbrændingsbiprodukter (PAH, dioxiner og furaner). I protokollen forbydes produktion og anvendelse af de fleste af de nævnte stoffer, mens bl.a. DDT og PCB udfases på et senere tidspunkt. Anvendelsen af DDT, hexachlorcyclohexan og PCB begrænses betydeligt. Derudover forpligter de lande, som har underskrevet protokollen, sig til at begrænse udslippet af dioxiner og furaner, PAH og hexachlorbenzen.

Grønland er også omfattet af POP-protokollen, men ingen af de nævnte stoffer produceres eller anvendes i Grønland. Til gengæld har Grønland en utilsigtet produktion af dioxiner og furaner i forbindelse med åben afbrænding af affald på dumpene (åbne lossepladser) i de mindre byer og fra de små bygdeforbrændingsanlæg.



Figur 5-1

Der er lavet internationale aftaler om begrænsning af udslip fra forbrændingsprocesser, fra fx kraftværker, trafik og affaldsforbrænding.

Foto: Highlight.

Med til konventionen hører tungmetalprotokollen, som også blev underskrevet i Århus i 1998. Denne protokol har Grønland også tiltrådt. Protokollen omhandler tre tungmetaller: cadmium, bly og kviksølv. De lande, som har underskrevet protokollen, forpligter sig til at begrænse udslippet af disse tungmetaller til miljøet. Formålet er at mindske udslippet fra industrien, forbrændingsprocesser (kraftværker og trafik) og fra affaldsforbrænding.

Stockholmkonventionen

I 2001 formulerede Miljøprogrammet under de Forenede Nationer (United Nations Environmental Programme, UNEP) en global kontrakt til beskyttelse af folkesundhed og miljø mod POP'er: Stockholmkonventionen.

Konventionen tog udgangspunkt i 12 af de stoffer, som er omfattet af POP-protokollen under Konventionen om grænseoverskridende forurening. De 12 stoffer kaldes også "det beskidte dusin" og omfatter pesticiderne aldrin, chlordane, dieldrin, DDT, endrin, heptachlor, hexachlorbenzen,

mirex og toxaphen, samt industrikemikalierne PCB og forbrændingsbiprodukterne dioxiner og furaner. Listen forventes dog løbende at blive udvidet med andre stoffer og stofgrupper, der opfylder POP-kriterierne.

AMAP har fx nævnt de bromerede flammehæmmere som et nyt relevant stof, der er globalt belastende, og PAH'er, som er omfattet af POP-protokollen. Konventionen trådte i kraft i maj 2004. De lande, der har tilsluttet sig konventionen, har forpligtet sig til at fremlægge en national handlingsplan for, hvordan de vil udfase brugen af de nævnte POP'er inden maj 2006. Grønland har endnu ikke taget stilling til Stockholmkonventionen. I 2004 igangsatte Grønlands Landsstyre et udredningsarbejde, "Implementering af Stockholmkonventionen og POP-protokollen". Formålet er at afdække, hvilke krav der stilles, og om Grønland kan leve op til disse krav, hvis man vælger at tilslutte sig konventionen.

Boks 5

Hvordan føres en aftale ud i livet?

Når et land har skrevet under på en aftale om at mindske forureningen med en miljøgift, har det pligt til at gøre noget for, at aftalen får den ønskede virkning. Det sker bl.a. ved at ændre den gældende lovgivning. Et eksempel herpå er EU- forordningen om POP'er, som trådte i kraft i maj 2004, efter at EU havde ratificeret Stockholmkonventionen. Forordningen indebar strammere krav til fx rensning af røggasser i forhold til den tidligere danske lovgivning.

Et andet eksempel er, hvordan Danmark har mindsket udslippet af bly til miljøet. Siden 1. marts 2001 har Danmark haft et generelt forbud mod import og salg af produkter, som indeholder kemiske forbindelser med bly. Folketinget har altså besluttet, at en række produkter i løbet af en 4-årig periode skulle være blyfrie. Det gælder bl.a. for fyrværkeri, hobbyprodukter (tinsoldater o.l.), gardinvægte, dekorative produkter, tagbelægninger og taginddækninger, pirke til lystfiskeri, synk i erhvervsfiskeredskeer og kapper til lavspændingskabler. Der er dog fortsat en række produkter, som indeholder blyforbindelser, men de er undtaget fra det generelle forbud. Derfor kan man stadig købe blyholdige produkter i Danmark. Det drejer sig især om akkumulatorer (batterier i biler), glas til billedrør, skibskøle, materialer til vedligeholdelse af eksisterende blytage på historiske bygninger, legeringer, loddemetal og bly til beskyttelse mod stråling. Det forventes, at den årlige danske tilførsel (herunder deponering) af bly til miljøet derved vil falde fra ca. 3.600 tons til ca. 2.400 tons.

I Grønland er salget af blyholdig benzin også ophørt, men det er stadig lovligt at bruge blyhagl. Grønlands Landsstyre besluttede i 2004, at brugen af blyhagl skal udfases. En bekendt-



Det er relevant at fremhæve, at konventionen dækker globalt i forhold til POP-protokollen. Konventionen stiller krav om forbud og udfasning af de 10 nævnte POP'er og – hvis muligt – forhindrer udslip af de utilsigtede biprodukter, dioxiner/furaner. Konventionen skærper således kravene fra begrænsning til et fuldstændigt stop for udslip af stofferne.

Baselkonventionen

Grønland er omfattet af den internationale aftale under Baselkonventionen, som regulerer grænseoverskridende transport (eksport) af farligt affald. Konventionen, som trådte i kraft i 1992, skal sikre, at farligt affald håndteres og bortskaffes på en miljømæssigt forsvarlig måde. Konventionen omfatter farligt affald som PCB og andre POP'er, metaller, blyholdige batterier, hospitalsaffald, olieforbindelse, skrot fra skibe mv.



gørelse om forbuddet forventes vedtaget, så snart det lovforberedende arbejde er afsluttet.

I Grønland er man i disse år i gang med et mere generelt lovforberedende arbejde, der skal sikre, at Grønland lever op til de tiltrådte konventioner og protokoller. Gennem støtte fra programmet "Miljøstøtte til Arktis" har man nu fået afdækket, hvilke krav der påhviler Grønland, hvis man skal leve op til konventionerne.

Endelig er en moderniseret miljøforordning lige på trapperne. Med al sandsynlighed bliver den fremlagt til vedtagelse for Grønlands Landsting i 2007. Den skal bl.a. skabe lovhjemmel for en mere hensigtsmæssig affaldshåndtering ved bl.a. at give kommunerne mulighed for at lave forebyggende tiltag som f.eks. kildesortering.

Oprydning på jerdumpen i Sisimiut.

Foto: Lone Kristensen.

Der er igangsat et samarbejde mellem Stockholmkonventionen og Baselkonventionen for at udforme retningslinjer for håndtering af POP-affald. Retningslinjerne skal bl.a. fastslå, hvilke koncentrationer af POP'er der vil medføre et krav om destruktion, og hvilke metoder der anses for miljømæssigt forsvarlige.

Lokale reguleringer

"Vi har på meget kort tid udviklet os fra at være et fangersamfund, der primært producerer organisk og i naturen nedbrydeligt affald, til et moderne samfund, der med et stort forbrug af industrifrembragte forbrugsgoder producerer en stor del miljøfarligt affald.

Grønland er med sin placering i Arktis et følsomt økosystem, hvor forurening har stor betydning for både dyr og mennesker. Vi kan med viden om produkters miljøbelastning medvirke til at begrænse de lokale forureningskilder i form af dumpe, afbrænding af affald, spildevandsudledning osv."

Dette citat af Lars Karl Jensen, formand for KANUKOKA (de Grønlandske Kommuners Landsforening) er en meget god illustration af, hvordan miljøproblemer også er blevet aktuelle i Arktis.

De stigende miljøproblemer er også baggrunden for, at de grønlandske myndigheder gennem de seneste år har igangsat en række initiativer, som skal mindske forureningen i byer og bygder.

I 1989 blev Grønlands første forbrændingsanlæg taget i brug i hovedstaden Nuuk. I de følgende år er der etableret forbrændingsanlæg til dagrenovation samt modtagestationer for miljøfarligt affald i de 6 største byer. Hermed er 59 % af Grønlands befolkning i dag (2006) dækket ind med en fornuftig affaldshåndtering.

De øvrige 41 % af Grønlands befolkning bor meget spredt over et enormt landområde. Det er både teknisk vanskeligt og forbundet med meget store omkostninger at etablere miljøvenlige løsninger til håndtering af affaldet i de mindre byer og bygder. Derfor bliver affaldet stadig brændt af på dumpene (såkaldt åben afbrænding) med deraf følgende produktion af dioxin. Samtidig er de 6 "store" affaldsforbrændingsanlæg relativt små i forhold til anlæg i Danmark.

Dette indebærer nogle særlige udfordringer for miljøoptimal drift af de grønlandske anlæg. F.eks. kan det være svært at opretholde en jævn drift og en forbrændingstemperatur, der er høj nok til at undgå produktion af dioxin.

De grønlandske myndigheder arbejder løbende på at afdekke konsekvenserne af, og finde løsninger på, den umoderne affaldshåndtering. Nogle af disse initiativer støttes økonomisk af den danske stat gennem programmet "Miljøstøtte til Arktis". Det drejer sig om en lang række projekter, bl.a. "Transport af forbrændingsegnet affald", "Temaplanlægning for forbedret affaldshåndtering i Upernavik", "Håndtering af farligt affald i mellemstore og små byer samt bygder", "Undersøgelse af lossepladser i Grønland" og "Recipientundersøgelse af forurenende stoffer fra grønlandske lossepladser".

KANUKOKA har på kommunernes vegne påtaget sig at koordinere en række forebyggende initiativer, ligeledes med støtte fra programmet "Miljøstøtte i Arktis". Det drejer sig bl.a. om løbende oplysning om moderne produkter, og om hvordan de belaster miljøet og stiller krav til den kommunale affaldssortering samt om holdningsbearbejdende

Figur 5-2

Det er forbundet med store omkostninger at etablere en miljøvenlig affaldshåndtering på Grønland. Derfor benyttes åben afbrænding af affald mange steder endnu. Her på lossepladsen i Nanortalik.

Foto: Gert Asmund.



informationskampagner rettet mod borgerne, fx batteriindsamlingskampagnen "Batteriit tunniutikkitt – Hit med batterierne", der især har sat fokus på indsamling af blyakkumulatorer fra biler og både.

I 2001 indgik de grønlandske kommuner en associerings- og samarbejdsaftale med den fælleskommunale modtagestation Mokana I/S i Ålborg, som i dag aftager Grønlands miljøfarlige affald og restprodukter fra affaldsforbrændingen i den takt, kommunerne har råd til at udskibe det indsamlede og sorterede affald. Omkostningerne til den endelige bortskaffelse af miljøfarligt affald er en stor økonomisk belastning for kommunerne.

Det er især de store mængder elektronikaffald og køle-/frysemøbler, der volder problemer – både miljømæssigt og økonomisk. På modtagestationerne har kommunerne fået faciliteter til at tømme køleskabe for freon og demontere elektronikaffaldet lokalt. Det mindsker den mængde affald, som skal udskibes til endelig behandling i Danmark, samtidig med at forureningen med tungmetaller og bromerede flammehæmmere på dumpene falder. Salget af de frasorterede ædelmetaller til genanvendelse kan dog kun delvist finansiere transporten.

Et andet vigtigt led i miljøbeskyttelsen er, at Grønlands Hjemmestyre i 1988 vedtog, at særligt forurenende virksomheder skal miljøgodkendes efter Miljøforordningens kapitel 5. Det gælder bl.a. skibsværfter, større kraft- og varmemærker og lufthavne, som i myndighedssprog ofte kaldes "Kapitel 5-virksomheder". I praksis er det Direktoratet for Miljø og Natur (DMN), Grønlands Hjemmestyre, som stiller krav til virksomhederne. Det er nogle specificerede krav om forebyggende tiltag, som virksomheden skal leve op til, for at forebygge forurening af hhv. luft, vand, jord og is samt forurening af lokalområdet med støj.

I 2004 valgte Landsstyret at stramme lovgivningen om miljøgodkendelser for også at kunne stille krav om brug af BAT (Best Available Technology). Dette engelske udtryk kan oversættes til bedst tilgængelige teknik, dvs. princippet om at man bør bruge den bedste tekniske mulighed, der er til stede, for at værne om miljøet. Ordet "tilgængelig" omfatter også en økonomisk vurdering. Formålet er at få virksomhederne til at begrænse forbruget af energi og råvarer, erstatte

**Figur 5-3**

Bly- og zinkminer er medvirkende til miljøforurening. Her i Maarmorilik i 1976.

Foto: Poul Johansen.

særligt skadelige stoffer med mindre skadelige og udnytte mulighederne for at genanvende affaldsprodukter.

Men der er andre kilder til forurening af miljøet, som myndighederne skal kunne gribe ind over for. Et eksempel er jagten på og udvinding af råstoffer som guld, bly/zink og olie. Tidligere tiders minedrift i Grønland har ført til, at lokale områder er blevet kraftigt forurenede med tungmetaller. En sådan påvirkning kan imidlertid undgås ved nøje at planlægge driften af minen og håndteringen af affaldet. Det sker i dag ved, at Grønlands Hjemmestyre stiller krav om, at mineselskaberne skal have en miljøgodkendelse til driften af minen. Mineselskaberne skal også have en miljøgodkendelse, når de leder efter mineralforekomster, fx hvis der er risiko for forurening fra stoffer, som anvendes ved borer. Kravene bliver håndhævet gennem Fællesrådet, som er et dansk-grønlandsk udvalg nedsat på baggrund af en bestemmelse i den fælles dansk-grønlandske råstoflov. Tilsvarende stiller de grønlandske myndigheder også krav om miljøgodkendelse til selskaber, der ønsker at bore efter olie i Grønland. I praksis er det Råstofdirektoratet under Grønlands Hjemmestyre, som miljøgodkender minedrift og råstofefterforskning i Grønland.

Fortsat indsats mod forurening af miljøet nødvendig

Selvom forureningen af det arktiske miljø med nogle miljøgifte, fx DDT og PCB, falder på grund af forbud mod eller regulering af stoffernes anvendelse, er der stadig høje koncentrationer af stofferne i Arktis. Derudover kommer der hele tiden nye miljøgifte til.

Der er derfor god grund til fortsat at overvåge forureningen af de arktiske områder, en indsats Danmark/Grønland deltager i gennem det arktiske overvågningsprogram, AMAP. Denne overvågning giver et signal om, i hvor høj grad miljøgifte spredes globalt. Samtidig gør overvågningen det muligt at opdage en eventuel stigende koncentration af "nye" stoffer på et tidligt tidspunkt, så man evt. kan sætte ind over for disse stoffer i tide.

Mange stoffer er årtier om at forsvinde fra miljøet, så der er også god grund til fortsat at arbejde på at mindske forureningen af miljøet. Den eneste metode til dette er forpligtende internationale aftaler om reduktion af forbrug og udslip af de forurenende stoffer.

Men opgaven er stor. Befolkningen i Arktis er lille og lever spredt over et meget stort område. Infrastrukturen og klimaet gør, at det er uforholdsmæssigt meget dyrere for et land som fx Grønland at iværksætte de internationale aftaler og for den sags skyld at gøre en indsats lokalt for at mindske forureningen af miljøet.

Samtidig står de arktiske folk unægtelig i et dilemma. For selvom forureningen med miljøgifte generelt er lavere i Arktis end i fx Europa, så er nogle af de arktiske befolkningsgrupper langt mere udsatte for forureningens skadevirkninger, især fordi havpattedyr stadig udgør en stor del af den traditionelle, lokale kost, specielt i Grønland.



Figur 5-4

Første skoledag. Grønlandske børn vil opleve en fremtid med mindre forurening.

Foto: Ole G. Jensen/arc-pic.com.

Litteratur

- Referencer**
- AMAP, 1997. Arctic Pollution Issues: A State of the Arctic Environment Report. Arctic monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. xii+188 pp.
- AMAP, 1998. AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. xii+859 pp.
- AMAP, 2002. Arctic Pollution 2002 (Persistent Organic Pollutants, Heavy Metals, Radioactivity, Human Health, Changing Pathways). Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. xii+112 pp.
- AMAP, 2003. AMAP Assessment 2002: Human Health in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. xiii+137 pp.
- AMAP, 2003. AMAP Assessment 2002: The Influence of Global Change on Contaminant Pathways to, within, and from the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. xi+65 pp.
- AMAP, 2004. AMAP Assessment 2002: Persistent Organic Pollutants (POPs) in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. xvi+310 pp.
- AMAP, 2004. AMAP Assessment 2002: Radioactivity in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. xi+100 pp.
- AMAP, 2005. AMAP Assessment 2002: Heavy Metals in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. xvi+265 pp.
- Riget, F., Christensen, J. & Johansen, P. (eds.) 2002. AMAP Greenland and the Faroe Islands 1997-2001. Vol. 2: The Environment of Greenland. Ministry of the Environment. 193 pp.
- Deutch, B. & Hansen, J.C. (eds.) 2002. AMAP Greenland and the Faroe Islands 1997-2001. Vol. 1: Human Health. Ministry of the Environment. 234 pp.
- Born, E.W. & Bøcher, J. 1999. Grønlands økologi. Atuakkiorfik Undervisning. 431 s.

Yderligere relevante oplysninger

- www.amap.no (Arctic Monitoring and Assessment Programme, AMAP)
- www.nanoq.gl (Grønlands Hjemmestyre)
- www.kanukoka.gl/miljoe (Kanukoka)
- www.mst.dk (Miljøstyrelsen)
- www.cam.gl (Center for Arktisk Miljømedicin, CAM, Aarhus Universitet)
- www.dmu.dk (Danmarks Miljøundersøgelser, DMU, Aarhus Universitet)

Ordliste

Alge: En- eller flercellet, primitiv sporeplante. Phytoplankton = planteplankton = planktonalger er mikroskopiske alger der driver omkring i både fersk- og saltvand. De store alger ("tang") kaldes også makroalger. Vigtige grupper er: blågrønalger, rødalger, brunalger, grønalger (sammensat gruppe), kiselalger, dinoflagellater og gulalger.

Antistoffer: Protein, der findes i blodet, efter at organismen har været påvirket af et fremmed protein. Antistoffet er det forsvarstof, som organismen har lavet for at uskadeliggøre det fremmede stof. Antistoffer genkender og uskadeliggør det fremmede stof ved at binde sig til det – ofte sker den endelige uskadeliggørelse ved hjælp af andre stoffer eller celler i blodet.

Aromatiske forbindelser: Organiske, ringformede forbindelser. Aromatiske forbindelser er meget stabile. De mest typiske eksempler er forbindelser med en eller flere benzenringe (en benzenring består af 6 kulstofatomer). Toluen (toluol) og xylene (xylol) er de mest anvendte aromatiske opløsningsmidler.

Atmosfærisk transportmodel: Matematisk model for transport og spredning af udslip til atmosfæren. Anvendes til at beskrive forbindelser i både gasfase og partikelfase, og kan evt. ligeledes omfatte beskrivelser af kemisk omdannelse samt afsætning på jordoverfladen

Biologisk aktivitet: Se biologisk proces.

Biologisk proces: En begivenhed (reaktion), der medfører omdannelse af et eller typisk flere stoffer. Processen foregår som regel inde i en

celle, men den kan også finde sted uden for cellen, hvis denne fx har udskilt enzymer.

Bjergarter: En mineralmasse af en bestemt sammensætning. De mest almindelige er opbygget af kvarts, feldspat og andre siliciumholdige mineraler samt karbonater.

Bromerede: Stoffer, der via en kemisk reaktion har fået tilført brom.

Cellekultur: Celler, der ikke gror i en levende organisme men derimod i et vækstmedium i et laboratorium.

Celleniveau: Betegnelse for at noget virker på cellen. En celle er den mindste, komplekse del af en organisme. Dyr og planter er opbygget af en eller flere celler.

DDT: Forkortelse for dichloro-difenyldichloroethan, der anvendes som insektbekæmpelsesmiddel. Da stoffet kom frem i 1938, mente man, at det var fuldstændig ugiftigt for højere dyr. Det viste sig dog, at stoffet koncentrerer sig gennem fødekæden, hvor det ophobes i dyrenes fedtvæv og udøver en række skadelige virkninger. Det er forbudt at bruge DDT i Danmark.

Dieldrin: Et insektbekæmpelsesmiddel. Blev udviklet i 1940'erne som et alternativ til DDT. Dieldrin er svært nedbrydeligt og ophobes i fødekæden. Stoffet er i dag forbudt.

Dump: (af engelsk dump = smide væk). Betegnelse som bruges i Grønland for affaldspladser.

Eksponentiel stigning: Et forløb, hvor stigningen i fx antal molekyler eller individer per tidsenhed udgør en konstant procentdel af det tilstedeværende antal – i modsætning til linjær stigning. Matematisk set beskrives en eksponentiel stigning ved: $y = b \cdot a^x$.

Enzym: Organisk stof (sædvanligvis et protein), som fremmer (katalyserer) en bestemt kemisk proces ved at skabe særligt gunstige forudsætninger for, at processen kan forløbe (fx ved at forbinde sig med et eller flere substrater og bringe dem i intim kontakt med hinanden, så reaktionen kan foregå).

Eukaryot: Organisme, hvor DNA er omsluttet af en kernemembran. Alle én- og flercellede dyr, planter og svampe er eukaryoter.

Fedtopløseligt: Et stof eller kemisk forbindelse, der bedst opløses i fedt eller olie, og kun dårligt eller slet ikke kan opløses i vand.

Fødekæde: Række af organismer, der som led i en kæde følger efter hinanden, fordi de henholdsvis ædes af eller æder hinanden; led 1 føder led 2, som føder led 3 osv. Hvert led kaldes et trofisk niveau.

Grænseværdi: En fastsat værdi af et givent stof i fx fødevarer og drikkevand, som ifølge en vedtagelse ikke må overskrides. Fx er grænseværdien for et pesticid i en fødevarer den mængde af pesticidet, som højst må være i varen, når den bliver solgt til forbrugeren. Hvis grænseværdien er overskredet, er produktet ulovligt og må ikke sælges.

HCB: Forkortelse for hexachlorbenzen, der inden for landbruget blev anvendt som svambekæmpelsesmiddel. Stoffet har vist sig at forøge risikoen for kræft (carcinogen).

HCH: Forkortelse for hexachlorcyklohexan (lindan), der blev anvendt som insektbekæmpelsesmiddel. Stoffet mistænkes for at forøge risikoen for kræft (carcinogen).

Hermafrodit: Et individ, som både som både er han og hun og indeholder æggestokke og testikler.

Hot spot: Et sted med sammenhængende forurening, der er særligt kraftig. Hot spot findes oftest tæt på det sted, hvor forureningen er spildt, henlagt eller nedgravet.

Hvirvelløse dyr: Dyr, der ikke har en rygsøjle. Hvirvelløse dyr er bl.a. leddyr (fx insekter) og bløddyr (fx snegle).

Ikke-flygtige metaller/stoffer: Fællesbetegnelse for stoffer, der ikke fordampes under de forhold de normalt findes i naturen.

Individniveau: Betegnelse for at noget opgøres for en enkelt organisme (=individ)

Kulbrinte: En kemisk forbindelse af kulstof og brint, som er hovedbestanddelen i bl.a. råolie og produkter heraf. Den simpleste kulbrinte er metan.

Malm: En bjergart med så stort et indhold af metal, fx jern (jernmalm), at det kan betale sig at udvinde det.

Marin: Vedr. havet; hav-.

Mikrogram: $1 \mu\text{g} = 0,000001 \text{ g}$.

Mikroorganisme: Levende organisme, som kun kan ses i mikroskop (fx en bakterie el. en encellet alge).

Milligram: $1 \text{ mg} = 0,001 \text{ g}$.

Molekyle: Den mindste enhed et stof kan deles i uden at miste sine kemiske og fysiske egenskaber. Består af atomer.

Nanogram: $1 \text{ ng} = 0,000000001 \text{ g}$.

Omsætning: Kemisk omdannelse af organisk stof.

Opholdstid: Den tid, et bestemt stof befinder sig et givet sted (fx i havet el. atmosfæren).

Organisk kviksølv: Betegnelse for en kviksølvforbindelse (methylkviksølv); anses for at være den mest giftige type af kviksølv. Organisk kviksølv optages gennem tarmvæggen, og kan give skader på nervesystemet. Se også uorganisk kviksølv.

PAH: Forkortelse for polycykliske aromatiske hydrocarboner, også kaldet polyaromatiske kulbrinter ("tjærestoffer"). PAH indeholder stabile kemiske ringsystemer. Visse PAH er kræftfremkaldende, fx benz(a)pyren. PAH dannes ved ufuldstændig forbrænding, fx fra trafik, fyringsanlæg og tobak, og ved de geologiske processer der fører til kul og råolie.

Partikel: En del af luftens forurening findes som partikler af forskellig størrelse. Deres masse er meget lille. Til gengæld er der mange af dem. Mindre partikler er generelt farligere for menneskeligt helbred end større, fordi de kan nå langt ned i lungerne.

PBDE: Forkortelse for bromerede flammehæmmere; kemiske forbindelser, som virker hæmmende på brand. De tilsættes forskellige typer af plast i fx elektriske apparater for at hæmme antændelse af materialet. Der er tale om forskellige stoffer, som alle indeholder grundstoffet brom. Visse af disse bromforbindelser ophobes i naturen og kan være farlige for mennesker og miljø.

PCB: Forkortelse for polychlorede bifenyler, der tidligere blev brugt som blødgøringsmiddel i elektriske apparater, maling og trykfarver. PCB ligner DDT, er svært nedbrydeligt og opkoncentreres i fødekæden. PCB kan forstyrre omsætningen af A-vitamin i kroppen, hvilket kan svække immunforsvaret. Det blev forbudt at producere og anvende PCB i den vestlige verden i 1980'erne.

Persistent: Betyder egentligt ikke-nedbrydelig, men bruges også om stoffer (fx DDT, PCB), som er svært nedbrydelige i naturen.

Pesticider: Kemiske stoffer, der bruges til at bekæmpe sygdomme, skadedyr og ukrudt i afgrøder. Kaldes også plantebeskyttelsesmidler og deles traditionelt i ukrudtsmidler (herbicider), insektbekæmpelsesmidler (insekticider), svampebekæmpelsesmidler (fungicider) og midler mod gnavere som fx mus (rodenticider).

PFOS: Forkortelse for per-fluor-oktanyl-sulfonat. PFOS er en betegnelse for nedbrydningsproduktet af ca. 175 fluorforbindelser. PFOS-forbindelser er svært nedbrydelige og ophobes i mennesker og dyr.

Pigment: Farvestof. Fx farvestoffer til at tone maling. I organismer, der udfører fotosyntese, er det pigmenter, der fanger lysets energi. Pigmenterne giver planktonalgerne deres farve. Det vigtigste pigment i planter er klorofyl. De øvrige pigmenter kaldes hjælpepigmenter eller accessoriske pigmenter

Plankton: Små organismer, der findes i havets eller søernes frie vandmasser. Plankton har ingen eller kun lille evne til at bevæge sig ved egen kraft, så det føres rundt med vandets bevægelser og nedad med tyngdekraften. Plankton inddeles i planteplankton (= phytoplankton) og dyreplankton (= zooplankton).

POP: Forkortelse for persistente organiske forbindelser; organiske forureningsstoffer, der er svært nedbrydelige og ophobes i miljøet og i fødekæderne.

Populationsniveau: Betegnelse for det led inden for en enkelt art, der omfatter en gruppe af individer.

Prokaryot: Organisme, der ikke har nogen kernemembran. DNA findes ofte samlet inden for et mindre område (nukleoidet). Prokaryoter omfatter de forskellige former for bakterier herunder cyanobakterier (blågrønner) og arker. De optræder som enkeltceller eller i simple kolonier.

Pseudohermafrodit: En han eller en hun med normale æggestokke og testikler, men hvor de ydre kønsorganer antager form af det modsatte køn, fx at clitoris er kraftigt forstørret og penislignende. Se også hermafrodit.

Regulering: En tilpasning af noget, så det følger givne regler (love og konventioner) eller behov. Fx er Stockholmkonventionen med til at regulere forureningen med POP'er.

Røggasser: Gasser fra forbrænding af fossile brændstoffer som olie, naturgas og kul samt biobrændsel som træ, halm og affald. Røggasser kan indeholde miljøskadelige stoffer.

Sediment: Løst materiale (fx ler, sand eller grus) aflejret fra et medium (fx vand, vind eller is), der har transporteret materialet til aflejringsområdet. Kan også som fx kalk være udfældet kemisk eller i form af skaller fra levende organismer.

Stationært højtryk: Betegnelse for højtryk, der forbliver i et bestemt område gennem længere tid. Visse steder får de tildelt et navn (fx Det Sibiriske Højtryk).

Terrestrisk: Vedr. land, landlevende (terra = jord).

Transportmodel: Se atmosfærisk transportmodel.

Trofisk niveau: Et bestemt led i fødekæden. Planterne er fx første trofiske niveau i fødekæden; planter → moskusokse → polarulv. Se også fødekæde.

Tørveaflejring: Ophobning af uomsat til delvist omsat plantemateriale under vandmættede forhold.

Uorganisk kviksølv: Betegnelse for metallisk kviksølv, der bl.a. findes som dampe i luften. Dyr og mennesker optager uorganisk kviksølv i lungerne, og det ophobes derefter i hjerne og nyrer. Se organisk kviksølv.

Stikordsregister

A

Affaldsforbrænding · 21
lokale forureningskilder · 33
AMAP · 12, 54, 76
Arctic haze · 10
Arctic monitoring and Assessment Programme · Se AMAP
Arktis · 10
radioaktiv forurening · 22
Atmosfærisk transport
bly · 26
metallisk kviksølv · 26
svovlforbindelser · 25
Atomprøvespængninger · 22

B

Baselkonventionen · 77
Baggrundskoncentration · 16
Biologisk transport
DDT · 31
PCB · 31
POP'er · 31
Bly · 43
atmosfærisk transport · 26
forureningens virkninger · 68
kilder · 17
koncentrationer i blod · 55
opholdstid · 17
optagelse · 64
Blyhagl · 17, 55, 66, 76
Blyholdig benzin · 17, 21, 76
Brom · 26
Bromerede flammehæmmere · Se PBDE

C

Cadmium · 43
forureningens virkninger · 67
grænseværdier · 61
kilder · 17
koncentrationer i blod · 55
koncentrationer i organer · 41

opholdstid · 17
optagelse · 64
TDI · 63
Celleforandringer · 51
Chlorbenzener, grænseværdier · 61
Chlordaner
grænseværdier · 61
TDI · 63
Cigaretter · 21

D

DDT · 45
biologisk transport · 31
forureningens virkninger · 69
grænseværdier · 61
kilder · 18
koncentrationer i blod · 54
koncentrationer i mennesker · 54, 69
udslip · 19
Den Sorte Engel · 33
Dichloro-difenyl-trichloroethan · Se DDT
Dieldrin, grænseværdier · 61
Dioxiner, forureningens virkninger · 69
kilder · 21
Dumpe · Se lossepladser

E

Enkelthoptransport, · 28

F

Fertilitet · 68
Forbrændingsanlæg · 17, 21
Forbrændingskemikalier, kilder · 21
Fosterskader · 48, 68, 69
Furaner, kilder · 21
Fødekæder, miljøgifte · 38

G

Golfstrømmen · 22, 41
Grænseværdier · 62

Grønland, radioaktiv forurening · 22
Grønlandsk kost · Se lokal kost

H

HCB, kilder · 20
HCH-forbindelser
grænseværdier · 61
kilder · 19
multihoptransport · 28
transport med havstrømme · 29
Hexachlorbenzen · Se HCB
Hjertekarsygdomme · 67, 69
Hot spots · 20, 33

I

Ikke-flygtige metaller
opholdstid · 17
transport med havstrømme · 29
Importeret kost · 70
Indlæringsevne · 67, 68
Industrikemikalier, kilder · 20
Irmingerstrømmen · 22, 41
Isbjørne
kviksølv · 41
PCB · 48
POP'er · 35, 46, 50

K

Klimaændringer · 35
Klordaner · 46
kilder · 19
Knogleskørhed · 51, 67
Kobber · 43
Konventionen om grænseoverskridende forurening · 74
Kræft · 48, 68, 69
Kviksølv · 43
forureningens virkninger · 67
grænseværdier · 61
i kost · 59
kilder · 16
koncentrationer i blod · 57

koncentrationer i menne-
sker · 57
koncentrationer i organer
· 41
TDI · 63

L

Langtransporteret forurening
· 24, 35
Lindan
kilder · 19
multihoptransport · 28
Lokal kost · 70
kviksølv · 57, 59
PCB · 57
Lokale forureningskilder
affaldsforbrænding · 32
industri · 33
militæranlæg · 33
minedrift · 33
Lossepladser · 16, 21, 32, 34, 77

M

Maling · 17, 20, 21
Marine økosystemer
miljøgifte · 38, 39
radioaktive stoffer · 39
Metallisk kviksølv · Se uorga-
nisk kviksølv
Methylkviksølv · Se organisk
kviksølv
Militæranlæg · 33, 34
Miljøgifte
fødekæder · 38
marine økosystemer · 38, 39
terrestriske økosystemer
· 39
trofisk niveau · 38
virkninger på fugle · 49
virkninger på isbjørne · 50
Miljøstøtte til Arktis · 77
Minedrift · 16, 33, 34
Multihoptransport
HCH · 28
lindan · 28
PCB · 28

N

n3-fedtsyrer · 70
Naturlig baggrundsstråling · 22
Naturlig forurening · 10
Nyrerskader · 68

O

Olie · 17, 21
Opholdstid
bly · 17
cadmium · 17
ikke-flygtige metaller · 17
POP'er · 18
uorganisk kviksølv · 17
Organisk kviksølv · 17
atmosfærisk transport · 27
forureningens virkninger
· 67
grænseværdier · 61
i kød · 59
Osteoporose · Se knogleskør-
hed

P

PAH'er, kilder · 21
PBDE · 46
kilder · 20
PCB · 45
biologisk transport · 31
forbrug · 20
forureningens virkninger
· 69
grænseværdier · 61
i kost · 58
kilder · 20
koncentrationer i blod · 54,
57
koncentrationer i dyr · 38,
41
koncentrationer i menne-
sker · 54, 57, 69
multihoptransport · 28
TDI · 63
Perfluorerede overflademidler
· Se PFOS
Persistente organiske forbindel-
ser · Se POP'er

Pesticider, kilder · 18

PFOS · 46

kilder · 21

Polychlorede bifenylter · Se
PCB

Polycycliske aromatiske kulbrin-
ter · Se PAH'er

POP'er · 45

biologisk transport · 31
forureningens virkninger
· 68

grænseværdier · 61

kilder · 18

koncentrationer i blod · 54

koncentrationer i menne-
sker · 55
koncentrationer i organer
· 41

opholdstid · 18

optagelse · 64

POP-protokollen · 74

Pseudohermafroditisme · 51

R

Radioaktiv forurening

Arktis · 22

Grønland · 22

Radioaktive stoffer

kilder · 22

koncentrationer i havvand
· 41

marine økosystemer · 39

terrestriske økosystemer

· 39

transport med havstrømme
· 29

Ringsæler

cadmium · 42

chlordaner · 42

DDT · 42

kviksølv · 42, 44

PCB · 42, 45, 48

PFOS · 46

S

Selen · 47, 70

grænseværdier · 61

Stockholmkonventionen · 75
Strålingsdosis · 22
Sukkersyge · 69, 70
Svovlforbindelser
 atmosfærisk transport · 25
 koncentrationer i luft · 24
Sædkvalitet · 68

T

TDI · 62
Terrestriske økosystemer
 miljøgifte · 39
 radioaktive stoffer · 39
Thule Air Base · 23, 35
Thuleulykken · 23
Tjernobyl-ulykken · 22
Tobak · 64
Tolerabel daglig indtagelse
 · Se TDI

Toxafen
 grænseværdier · 61
 kilder · 19
Traditionel kost · Se lokal kost
Transport med havstrømme
HCH-forbindelser · 29
 ikke-flygtige metaller · 29
 radioaktive stoffer · 29
Trofisk niveau, miljøgifte · 38
Tungmetaller · 42
 forureningens virkninger
 · 67
 grænseværdier · 61
 kilder · 16
 koncentrationer i blod · 54
 koncentrationer i menne-
 sker · 55
 optagelse · 64

U

Udskillelse · 38
UNEP · 75
United Nations Environmental
 Programme · Se UNEP
Uorganisk kviksølv · 17
 atmosfærisk transport · 26
 opholdstid · 17

Z

Zink · 34, 35, 43

Ø

Østgrønlandske Strøm · 22, 29

Miljøgifte i Grønland

Red. af Poul Johansen og Kirsten Rydahl

Miljøgifte findes næsten overalt: i jorden, i luften, i vores mad og i vandmiljøet. De fleste er menneskeskabte og forekommer derfor især i de industrialiserede lande. Men miljøgifte bliver ikke holdt tilbage af geografiske grænser, og i dag forekommer de også i afsidesliggende egne som Arktis. Her udgør de et særligt problem for befolkningen, fordi den arktiske kost indeholder flere vilde dyr med miljøgifte i end tilfældet er i industrilandene.

Denne bog beskriver, hvad miljøgifte er, og hvor de stammer fra. Den indeholder også oplysninger om, hvor udbredte miljøgiftene er i Arktis, hvilke konsekvenser de har, og hvad man allerede har gjort og i fremtiden kan gøre for begrænse dem. Bl.a. kan man læse om:

- de forskellige miljøgifte og deres farlighed
- kilder til miljøgifte
- miljøgifte i det arktiske miljø
- miljøgiftenes påvirkning af dyr og mennesker i Arktis
- internationale reguleringer

Bogen indeholder den nyeste viden og er skrevet for ikke-eksperter uden at slække på den faglige kvalitet.



Danmarks Miljøundersøgelser
Aarhus Universitet

ISBN 978-87-7739-885-8