



Sysselmannen på Svalbard

Rapport 1/2008

PCB på Svalbard

Kunnskaps- og forvaltningsstatus
april 2008





Adresse Sysselmannen på Svalbard, Pb. 633, 9171 Longyearbyen	Telefon 79 02 43 00 Telefaks 79 02 11 66 E-post firmapost@sysselmannen.no	Internett www.sysselmannen.no www.miljostatus.no/svalbard
Tilgjengelighet Internett: www.sysselmannen.no	ISBN: ISBN 978-82-91850-02-3 (PDF) Opplag: Ingen trykte eksemplarer	
Utgiver Sysselmannen på Svalbard, miljøvernavdelinga prosjektutførelse: Sysselmannen, SFT og NGU	Rapport nr: 1/2008 Årstall: 2008 Sider: 37	
Forfattere Qno Lundkvist, Halvard R. Pedersen, Rolf Tore Ottesen, Tore Volden, Morten Jartun, Geir Wing Gabrielsen, Janneche Utne Skåre, Roland Kallenborn, Anders Ruus, Salve Dahle, Anita Evenset, Dag Vongraven, Bjørn Monroe Jenssen, Morten Ekker, Reidar Hindrum.		
Deltakende institusjoner Sysselmannen på Svalbard, Statens forurensningstilsyn (SFT), Norges geologiske undersøkelse (NGU), Norsk Polarinstitutt (NP), Direktoratet for naturforvaltning (DN), Universitetsstudiene på Svalbard (UNIS), Norsk institutt for luftforskning (NILU), Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Akvaplan-niva, Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Veterinærinstituttet.		
Tittel PCB på Svalbard, kunnskaps- og forvaltningsstatus, april 2008.	Title PCB on Svalbard, status of knowledge and management, April 2008.	
Referanse Sysselmannen på Svalbard 2008. PCB på Svalbard, kunnskaps- og forvaltningsstatus, april 2008, Rapport 1/2008. 36 s. Tilgjengelig på Internett: www.sysselmannen.no .		
Sammendrag PCB har lenge vært en kjent forurensning i det arktiske miljøet. Siden tidlig på nittitallet er det gjort mange studier av miljøgifter på Svalbard. Rapporten gir en oppsummering av kunnskap om PCB på Svalbard, spesielt forsknings- og forvaltningsstatus, fremkommet på et tverrfaglig seminar i Trondheim 9. - 11. januar 2008. Seminaret ble arrangert av Norges geologiske undersøkelse på oppdrag fra Sysselmannen på Svalbard og Statens forurensningstilsyn. Målet med seminaret har vært å sammenstille eksisterende dokumentasjon knyttet til PCB og utarbeide en samlet rapport om PCB på og rundt Svalbard. Rapporten dokumenterer behov for, og gir forslag til konkrete forsknings- og forvaltningsaktiviteter.		
Emneord norsk - PCB - polyklorerte bifenyler - miljøgift - status - forurensning - Spitsbergen - Svalbard - Arktis	Keywords English - PCB - Polychlorinated biphenyls - Environmental contaminant - Status - Pollution - Spitsbergen - Svalbard - The Arctic	
Forsidefoto Fra Monacobreen i Liefdefjorden og isbjørn på Phippsøya. Foto Halvard R. Pedersen		

INNHOOLD

1. Innledning.....	2
1.1. Hensikt med seminaret	2
1.2. PCB.....	3
1.3. Metodekrav, prøvetaking, analyser og lignende	3
2. Kilder og tilførselsveier for PCB	4
2.1. Generelt	4
2.2. Langtransport.....	4
2.3. Lokale og regionale kilder	5
3. Status PCB-forurensning på Svalbard	5
3.1. Atmosfærisk.....	5
3.2. Terrestrisk.....	6
3.2.1. <i>Jord (overflatejord i bosetningene, forurenset grunn, deponier).....</i>	<i>6</i>
3.2.2. <i>Fluviale sedimenter</i>	<i>9</i>
3.2.3. <i>Snø/is</i>	<i>9</i>
3.2.4. <i>Mennesker</i>	<i>9</i>
3.2.5. <i>Planter.....</i>	<i>9</i>
3.2.6. <i>Herbivorer.....</i>	<i>10</i>
3.2.7. <i>Fugl.....</i>	<i>10</i>
3.2.8. <i>Fjellrev</i>	<i>11</i>
3.3. Ferskvann.....	11
3.3.1. <i>Vann</i>	<i>11</i>
3.3.2. <i>Lakustrine sedimenter.....</i>	<i>11</i>
3.3.3. <i>Røye.....</i>	<i>12</i>
3.4. Marint	13
3.4.1. <i>Sjøvann.....</i>	<i>13</i>
3.4.2. <i>Havis.....</i>	<i>13</i>
3.4.3. <i>Marine sedimenter.....</i>	<i>13</i>
3.4.4. <i>Marine evertebrater.....</i>	<i>15</i>
3.4.5. <i>Fisk.....</i>	<i>15</i>
3.4.6. <i>Sjøfugl.....</i>	<i>16</i>
3.4.7. <i>Sel.....</i>	<i>17</i>
3.4.8. <i>Hval.....</i>	<i>17</i>
3.4.9. <i>Isbjørn</i>	<i>17</i>
3.5. Biologiske effekter av PCB	18
3.5.1. <i>Nedbrytingsprodukter av PCB.....</i>	<i>18</i>
3.5.2. <i>Effekter på isbjørn</i>	<i>18</i>
3.5.3. <i>Effekter på polarmåker.....</i>	<i>18</i>
4. Annet viktig arbeid knyttet til PCB	19
4.1. PCB i byggmasse og teknisk utstyr	19
4.2. Russiske miljøundersøkelser på Svalbard.....	20
4.3. Nydannelse av PCB	20
4.4. Modeller for tilførsel og spredning.....	20
4.5. Miljøovervåkingsprogrammer og andre informasjonskilder.....	21
5. Oppsummering	22
5.1. utfordringer	22
5.1.1. <i>Truede dyrearter.....</i>	<i>22</i>
5.1.2. <i>Avfall, materiale og produkter som er potensielt PCB-holdig.....</i>	<i>22</i>
5.1.3. <i>Forurenset grunn, jord og sedimenter.....</i>	<i>23</i>
5.1.4. <i>Langtransportert PCB.....</i>	<i>23</i>
5.1.5. <i>PCB og andre miljøgifter</i>	<i>23</i>
5.2. Konklusjoner	23
5.3. Anbefalinger for videre arbeid (tiltak og behov for ny kunnskap)	24
6 Rapportoversikt stedfestede miljøgiftundersøkelser	27
7. Kilder	30
8. Vedlegg: Program for tverrfaglig arbeidsmøte om PCB-status på Svalbard	37

1. Innledning

1.1. Hensikt med seminaret

PCB har lenge vært en kjent forurensning i det arktiske miljøet. Siden tidlig på nittitallet er det gjort mange studier av miljøgifter på Svalbard. Sysselmannen har foreslått et prosjekt for å få bort så mye som mulig av lokale kilder til PCB-forurensning. I den anledning ble en rekke miljøer som har arbeidet med miljøgifter på Svalbard invitert til et arbeidsseminar knyttet til PCB.

Målet med seminaret har vært:

1. å sammenstille eksisterende dokumentasjon knyttet til PCB og utarbeide en samlet rapport om PCB på og rundt Svalbard (luft, nedbør, vann/snø, jord, forurenset grunn, deponier, sedimenter, produkter, sel, polarmåke, isbjørn, etc)
2. belyse og estimere omfanget av lokal bruk av PCB på Svalbard (Primære kilder: kondensatorer, transformatorer, hydrauliske oljer, maling og sekundære kilder (jord))
3. belyse forholdene knyttet til relasjonen mellom langtransporterte og lokale PCB-kilder
4. belyse effektene av PCB på økosystemet
5. anbefale videre arbeid primært knyttet til betydningen av lokale kilder

Norge har et høyt ambisjonsnivå for miljøforvaltningen i Arktis og på Svalbard. Rammene legges bl.a. i St meld nr 9 (1999-2000) Svalbard, St meld 12 (2001-2002) Rent og rikt hav (bla fylkesvise tiltaksplaner) og Nasjonal handlingsplan for reduserte utslipp av PCB. Svalbard skal være et av de best forvaltede villmarksområder i verden.

Riksrevisjonen undersøkelse av forvaltningen av Svalbard, rapport 3:8 (2006-2007) peker på mangler i miljøovervåkingen og det tilhørende beslutningsunderlag. Arbeidet for å systematisere PCB-innsatsen på Svalbard kan sees som et eksempel på tiltak for å følge opp Riksrevisjonens merknader.

Seminardeltakere

1. Rolf Tore Ottesen, Norges geologiske undersøkelse (NGU)
2. Tore Volden, NGU
3. Morten Jartun, NGU/NTNU
4. Ola Eggen, NGU
5. Anders Ruus, Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
6. Halvard R. Pedersen, Sysselmannen på Svalbard
7. Geir Wing Gabrielsen, Norsk polarinstitut (NP)
8. Anita Evenset, Akvaplan-niva
9. Morten Ekker, Direktoratet for naturforvaltning (DN)
10. Reidar Hindrum, DN
11. Dag Vongraven, NP
12. Qno Lundkvist, Statens forurensningstilsyn (SFT)
13. Hans Jørund Hansen, SFT
14. Roland Kallenborn, Universitetet på Svalbard (UNIS) og Norsk institutt for luftforskning (NILU)
15. Janneche Utne Skåre, Veterinærinstituttet/Norges veterinærhøgskole
16. Bjørn Munro Jenssen, Norges Teknisk-Naturvitenskaplige Universitet (NTNU)
17. Søren Jensen, Universitet i Stockholm (invitert foreleser om hvordan PCB ble oppdaget som miljøforurensning på slutten av 60-tallet).

Innspill til kap 3.2.3 Snø/is er i etterkant av seminaret mottatt fra Elisabeth Isaksson (Norsk Polarinstitutt) og Mark Hermanson (Univ. of Pennsylvania).

1.2. PCB

PCB er svært tungt nedbrytbart og har høy fettløselighet. Disse egenskapene gjør at PCB lagres (bioakkumuleres) i fettrike deler av organismer og oppkonsentreres i næringskjeder (biomagnifiseres). PCB overføres til neste generasjon via opplagsnæring i egg, via livmor til foster, samt via morsmelk. PCB er akutt giftig for marine organismer. Akutt giftighet for pattedyr er relativ lav. Selv i små konsentrasjoner har PCB kroniske giftvirkninger både for landlevende og vannlevende organismer. PCB settes for eksempel i sammenheng med reproduksjonsforstyrrelser hos sjøpattedyr. PCB kan i tillegg medføre svekket immunforsvar, noe som øker mottakelighet for infeksjoner og sykdommer. Ulike PCB-forbindelser kan skade nervesystemet, gi leverkreft, skade forplantningsevnen og fosteret. PCB har også vist negativ innvirkning på menneskets læringsevne og utvikling.

Mer informasjon om PCB finnes på www.miljostatus.no og på hjemmesidene til deltagende institusjoner, bl.a. www.sft.no.

1.3. Metodekrav, prøvetaking, analyser og lignende

I vurderingen av forsknings- og miljøovervåkingsrapporter må en være oppmerksom på at PCB rapporteres på mange forskjellige måter som ikke er direkte sammenlignbare, eksempler er:

- $\sum PCB_7$, $\sum PCB_{33}$, etc.
- som våt vekt respektive tørr vekt eller lipidvekt (mest vanlig hos dyr)

Et viktig formål med å overvåke nivåer av miljøgifter er å påvise trender. Målet bør være så klart formulert at det også kvantifiseres hvor store trender overvåkingen skal være innrettet mot å oppdage. Det vil få stor betydning for valg av overvåkingsstrategi, eksempelvis hvor mange prøver som må tas og hvor ofte. Problemstillingen illustreres av en statistisk analyse Norsk Polarinstitutt gjorde av åtte års prøver av miljøgifter i isbjørn. Prøvene var tatt i både blod, fettvev og melk og viste i utgangspunktet ingen tidstrender pga. stor variasjon i dataene. Den første oppgaven var derfor å finne i hvilket vev det var minst varians. Det viste seg å være i blodserum. Deretter ble alle prøvene i serum analysert for å finne hvilke andre årsaker enn forurensningsnivåene som kunne forklarte variasjonen mellom år. Det viste seg at dyras ernæringsstatus, reproduktive status samt tid og sted for prøvetakingen spilte inn. Først da man satt igjen med et materiale som var standardisert for disse faktorene, var det mulig å påvise en trend – forøvrig den første tidsserien av forurensning i isbjørn. Men til det trengtes ikke mer enn omlag halvparten av prøvene som var samlet inn. Det ga en klar anvisning på hvordan man i framtida må standardisere prøvetakingen.

Denne typen analyser er et eksempel på hvordan man kan gå fram for å få mindre naturlig varians i prøvematerialet og mer realistiske forventninger til hva overvåkingen kan levere av trendanalyser. Slike statistiske analyser bør inngå i all overvåking. Det trengs imidlertid mer forskningsinnsats for å bedre overvåkingsmetodene.

Innholdet av PCB i ulike prøvetyper fra Svalbard er bestemt i mange forskjellige laboratorier og over mange år. Sannsynligheten for "batchproblemer" er en problemstilling som bør avklares. Prøvetaking, sted, analysemetodikk og –apparaturløsning kan påvirke resultatet.

TILTAK

- Ta initiativ til samarbeid om problemstillinger knyttet til kjemiske analyser av PCB, behov for re-analyser og nivåjustering? Ulike prøvetyper, ulike laboratorier, innen et laboratorium: batch-problemer, hvordan håndtere tidsserier?

2. Kilder og tilførselsveier for PCB

2.1. Generelt

Det er en meget kompleks oppgave å forstå og forutsi fordelingen og effektene av PCB på Svalbard, blant annet fordi det er store sesongmessige variasjoner i tilførsler. Lokal topografi og meteorologiske forhold har også stor innvirkning på hvor mye av langtransportert forurensning som avsettes på bakken eller i vann. Videre vil de ulike kongenerne kunne ha ulik oppførsel og miljøskjebne.

2.2. Langtransport

PCB på Svalbard kommer fra flere kilder, mye er verifisert langtransportert og kommer via luft (avdamping fra forurenset jord og nydannet PCB fra bl.a. skogbranner) og havstrømmer.

PCB i atmosfæren kan stamme fra:

- 1) Primære antropogene utslipp som er en direkte følge av tidligere produksjon av PCB (Breivik et al., 2002a,b).
- 2) Utslipp som skyldes utilsiktet nydannelse (de novo synthesis) av ulike PCB-forbindelser i forbrenningsprosesser (f.eks. Brown et al., 1995). Eksempel er skogbrann i boreale områder.
- 3) Re-emisjon¹ av PCB fra ulike medier i kontakt med luft, så som vann og jordsmonn (f.eks. Jeremiason et al., 1994; Agrell et al., 1999).

Som et estimat antas det at ca. 45% av langtransportert PCB når Svalbard gjennom direkte og kontinuerlig transport via luftveien, 30% direkte gjennom havstrømninger og 25% gjennom istransport (partikler i isflak) og årlig utsmelting i de marginale smeltesonene i Framstedet og rundt Svalbard og Bjørnøya. PCB som transporteres gjennom isbevegelser har høyst sannsynlig opprinnelse fra ferskvannstilførselen gjennom de østarktiske elvene, atmosfærisk avsetning og opptak i is gjennom utvekslingsprosesser i grensesjikt havvann/is (Arctic Monitoring and Assessment Programme, AMAP 2004; Carroll et al. 2008). NGU deltar i et større IPY-prosjekt som bl a tar før seg transport av PCB i elver i bl a Russland (The International Polar Year Project 317: "Flux of sediment-associated chemical elements in rivers draining to the Arctic Ocean")

PCB blir også tilført områdene ved Svalbard med dyreliv som vandrer eller henter næring utenfra og som har tatt opp miljøgifter på veien. Tilførselen gjennom migrerende marine organismer antas å være av mindre betydning, selv om slik tilførsel er viktig i enkelte områder.

Transport av PCB til Svalbard er avhengig av fysikalisk-kjemisk egenskaper til varianter av PCB og ulike miljøbetingelser som vær, hydrologi og geologi etc. Forskjeller i transport, både gjennom året og regionalt på Svalbard, er funnet for enkelte PCB-typer både i vann- og

¹ PCB og lignende komponenter har potensial for reversible atmosfærisk deponisjon ut fra anerkjente teorier og modeller vedrørende global fraksjonering / gresshoppereffekt (se Wania & Mackay, 1996).

luftprøver fra Zeppelinstasjonen i Ny-Ålesund (MOSJ og AMAP 2004, diverse SFT rapporter).

Bakgrunnsnivå i atmosfæreprøver for Σ PCB₃₃ var 15-20 pg/m³ ved Zeppelinstasjonen i perioden 2000-2006 og 40-50 pg/m³ på Bjørnøya i perioden 2000-2003. Data fra Bjørnøya reflekterer et signifikant bidrag fra nærområdene (avdamping fra havet, PCB bundet til partikler fra guano eller lignende) sammenliknet med data fra Zeppelinstasjonen der det måles hovedsakelig langtransportert PCB i lufta (Kallenborn et al. 2007).

TILTAK

- Ta initiativ til samarbeid om reduksjon av utslipp av PCB med land som via luft og havstrømmer bidrar til PCB-forurensningen på Svalbard. For land som har ratifisert Stockholmkonvensjonen, kan det for eksempel vinkles som en felles aktivitet for oppfølging av konvensjon:
 - SFTs samarbeid med land som Kina og Polen
 - AMAP og det bilaterale miljøvernssamarbeidet med Russland (bl.a. gi innspill til PCB-prosjekter i det bilaterale russlandsarbeidet til programmet 2008-2010)
 - Samarbeid om opprydding av PCB-forurensning på Frantz Josef land

2.3. Lokale og regionale kilder

Det foreligger ikke noen informasjon på hvor mye PCB-holdig utstyr og olje som er tatt inn til Svalbard. PCB-oljens tekniske egenskaper gjorde at den bl.a. ble tatt i bruk av gruveindustrien. Stoffet ble tatt i bruk som bl.a. isolasjons- og kjølemiddel i elektrisk utstyr (kondensatorer og transformatorer) og hydrauliske oljer. PCB har også blitt brukt i bygningsartikler.

PCB-forbindelser er blitt spredt i miljøet ved utstyrshavarier, ved riving av utstyr og lignende samt ved deponering av PCB-holdig olje og utstyr i avfallsfyllinger. PCB-forbindelser kan re-emiteres. Forurensende sedimenter er trolig en kilde til fortsatt spredning til miljøet. PCB kan også dannes utilsiktet i forbrenningsprosesser.

Flere rapporter fra perioden 1998-2007 dokumenterer forurenset grunn og deponier på Svalbard som kan inneholde PCB. Det ligger også større mengder med mulig PCB-holdig avfall spredt i bosetningene. Det er gjort flere undersøkelser som indikerer at det foregår utlekking av PCB og andre miljøgifter til det marine miljøet, hvor disse kan bli tatt opp i organismer og introdusert i næringskjedene, se kap. 3.2.

TILTAK

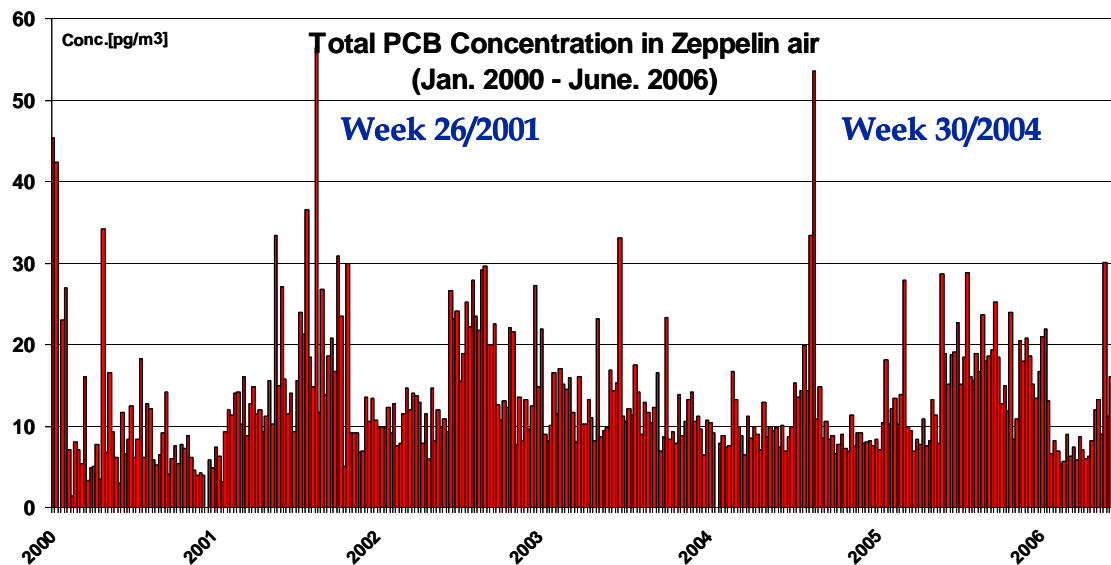
- Sammenstille alle undersøkelser fordelt på for eksempel marint miljø, terrestrisk miljø og sedimentlevende organismer. Dette kan bidra til at også eksternt kjøpte utredninger/ikke offentlige miljøundersøkelser blir tilgjengelig for bruk (eksempel fra Store Norske og Bydrift Longyearbyen).
- Undersøke og anslå mengder PCB i uberørte områder, både på land, i ferskvann og i sjøen (bakgrunnsverdier/langtransportert aggregert påvirkning).

3. Status PCB-forurensning på Svalbard

3.1. Atmosfærisk

Analyser av PCB i luftprøver tatt i perioden 2000-2004 tyder på at det finnes en årstidsavhengig PCB-fordeling i luftmassene over Svalbard. En årsak til dette er trolig økt avdamping fra havoverflaten i sommermånedene. Økte PCB-konsentrasjoner har vært spesielt

synlig i årene 2001-2002 mens det i 2003 ikke ble observert noen tydelig PCB-topp i sommermånedene, se figuren under. Dette skyldes antageligvis vær-situasjon og lav gjennomsnittstemperatur i havet rundt Svalbard.



Figur 3.1-1. PCB-målinger i luftprøver fra Zeppelinerstasjonen i Ny-Ålesund 2000-2006.

Som en del av et AMAP-nettverk av luftovervåkingsstasjoner, spiller Zeppelinstasjonen en viktig internasjonal rolle i langtidsovervåkingen av persistente organiske miljøgifter. I en sammenlikning av PCB i luft fra seks arktiske atmosfæriske overvåkingsstasjoner viser det seg at PCB konsentrasjonene i luft fra Zeppelinstasjonen er høyest. For den kanadiske stasjonen Alert er det rapportert en nedgående trend for PCB i luft. En slik trend kan ikke bekreftes på Zeppelinstasjonen (Berg et al. 2004).

TILTAK

- Prøveprosjekt med et midlertidig mer finmasket stasjonsnett på Svalbard (PCB/POP i Svalbard luft) for å undersøke lokale/regionale forskjeller i deponering og eksponeringsmønster. Overføre erfaring fra Bjørnøya.
- Prøveprosjekt med innsamling av støv (støvbøtter) i bosetningene som grunnlag for å estimere et bidrag til human eksponering.
- Oversiktskart Svalbard som viser fordeling og langtransport av PCB til Svalbard (luft, hav, is og biologiske tilførsler, med relativ mengdeangivelse).
- Oversiktskart Svalbard som viser geografisk fordeling av estimerte potensielle lokale tilførsler (forurenset grunn med PCB, tilstandsklasser fjordbunn utenfor bosetningene, PCB på land).
- Verifikasjonsmålinger av utslipp fra forbrenning i kullkraftverk ses i sammenheng med sommeravdampning av PCB (skille lokale kilder og langtransportert PCB).
- Bidra til styrket forskning i Barentshavet, ved at enhetlige målinger settes i gang på de ulike målestedene.

3.2. Terrestrisk

3.2.1. Jord (overflatejord i bosetningene, forurenset grunn, deponier)

Lokale kilder på land

Marine miljøovervåkingsresultater fra 2005 og tidligere indikerer at det er aktive lokale kilder til PCB-forurensning i bosetningene på Svalbard (Akvaplan-niva). Kilder til PCB kan være PCB-holdig avfall (f eks gamle kondensatorer og malingsrester), bygningsmasse (f eks mørtel

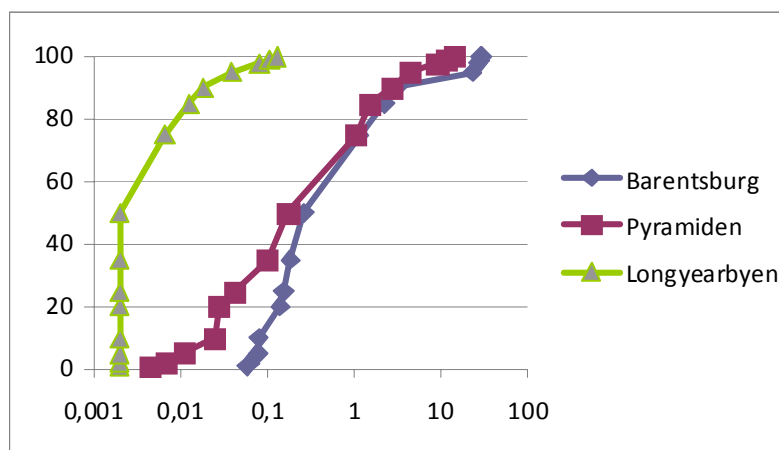
på betong og PCB-holdig maling i russiske og norsk bosetning) og forurenset grunn. Forurensete sedimenter kan også være en kilde til PCB for marine organismer (ved resuspensjon).

I SFTs database for grunnforurensning er 15 lokaliteter registrert hvor det er konstatert eller antatt PCB-forurensning. Lokalitetene befinner seg i Longyearbyen, Ny-Ålesund, Barentsburg og Pyramiden (SFT 1998, NGI-rapporter). Grunnforurensningsdatabasen omfatter først og fremst deponier, og det ble ikke samlet inn data fra f.eks. verksteder eller rundt selve bosetningene i Barentsburg og Pyramiden.

Oppfølgende undersøkelser av NGI påviste PCB i disse lokalitetene:

- Ny-Ålesund: lokalitet 6003 (Thiisbukta), 6013 (sjakt 6) og 6014 (sjakt 7) der små mengder PCB dreneres til Tvillingvatn). En seinere undersøkelse fant ikke PCB i Thiisbukta.
- Sveagruva: 0003 avsluttet fylling Svea (litt PCB).
- Barentsburg: 0080 Kapp Heer, 0066 lektere i Colesbukta, og lave PCB-nivåer ved lokalitet 0075 drivstofftanker og 0079 fylling etter gruver mellom Kapp Heer og bygrensen.

NGU rapport 2007.075 påviser lave konsentrasjoner av PCB i overflatejord i Longyearbyen (prøveantall 30). Konsentrasjoner av PCB₇ opp til 29 mg/kg er påvist i overflatejord fra de russiske bosetningene i Barentsburg (prøveantall 22) og Pyramiden (prøveantall 31), med medianverdier på hhv. 0,27 og 0,17 mg/kg. Enkle beregninger ut fra aritmetisk gjennomsnittsinhold anslår at det i jorda rundt bygningene i Barentsburg kan ligge over 2500 kg ren PCB. Figur 3.2.1-1 viser frekvensfordelingsdiagram fra de tre bosetningene. Konsentrasjonene er langt høyere enn hva som er rapportert i lignende undersøkelser fra byer på fastlands-Norge, se tabell 3.2-1. NGU rapport 2007.075 konkluderer at det er meget sannsynlig med spredning av PCB til det marine miljø via fluvial og eolisk erosjon.



Figur 3.2.1-1: Kumulativ frekvensfordeling for konsentrasjoner av PCB₇ i overflatejord fra Barentsburg, Pyramiden og Longyearbyen. Konsentrasjonene i de russiske bosetningene er langt høyere enn i Longyearbyen, og overskrider også resultater fra tidligere undersøkelser i byer på fastlandet.

Tabell 3.2.1-1. Oversikt over PCB₇-konsentrasjoner i jord og maling fra Svalbard sammenlignet med data fra norske byer på fastlandet. Radene i grått er fra Svalbard. Undersøkelsene i de resterende byene er også gjort av NGU.

Outline of PCB₇-concentrations in soil and paint from other studies carried out by NGU.

mg/kg	Location	No. of samples	Median (50 %)	Range	Reference
Soil	All	83	0,068	< 0,004 - 28,7	x
	Barentsburg	22	0,268	0,052 - 28,7	x
	Pyramiden	31	0,172	< 0,004 - 13,9	x
	Longyearbyen	30	< 0,004	< 0,004 - 0,131	x
	Harstad (2006)	39	0,007	< 0,004 - 0,078	Jartun and Volden (2006)
	Tromsø (2003)	52	< 0,004	< 0,004 - 2,40	Jartun (2003)
	Oslo (2006)	6876	< 0,004	< 0,004 - 9,00	e.g. Eggen et al., 2007 ; Haugland et al., 2005 ; Haugland et al., 2006
	Trondheim (2000) Bergen (1999)	262 20	< 0,004 0,007	< 0,004 - 0,420 < 0,004 - 0,950	Ottesen et al. (2000) Ottesen and Volden (1999)
Soil (specific sampling)*	Bergen (2002)	43	0,150	< 0,004 - 320	Andersson et al. (2002)
	Bergen playgrounds (2003)	39	0,038	< 0,004 - 28,0	Andersson et al. (2003a)
	Tromsø (2002)	4	0,099	< 0,004 - 0,60	Andersson et al. (2002)
	Oslo (2003)	56	0,008	< 0,004 - 1,40	Andersson et al. (2003b)
Paint	All	27	0,236	< 0,004 - 3520	x
	Barentsburg	13	0,601	0,0201 - 3520	x
	Pyramiden	7	0,0421	< 0,004 - 1290	x
	Longyearbyen	7	0,0655	0,0048 - 0,695	x
	Longyearbyen (2006)	10	< 0,004	< 0,004 - 0,176	NGU, unpublished
	Bergen (2006)	69	0,246	< 0,004 - 3390	NGU, unpublished

* Prøvetaking av jord inntil yttervegger på bygninger fra 1950-70.

Soil adjacent to facades of buildings from 1950-70.

Gamle fyllinger i Sveagruva følges opp av Store Norske, og den landbaserte aktiviteten der forventes ikke å generere vesentlige utslipp av miljøgifter ut i fra rutinene rundt og dagens krav til dagens avfallshåndtering, herunder farlig avfall (alt sendes til fastlandet).

TILTAK

- Oversiktskart lokale tilførsler (forurenset grunn m PCB, Tilstandsklasser fjordbunn utenfor bosetninger, PCB på land (estimert), estimert mengde til Svalbardmiljøet totalt og geografisk fordelt.
- Ytterligere prøvetaking i Barentsburg og Pyramiden for å avgrense forurensete områder.
- PCB-prøvetaking i Colesbukta, Grumant, Isfjord radio, Sveagruva og Ny Ålesund (jordprøver og produkter).
- Overvåking av sigevann fra en lokalitet med PCB-forurenset grunn i Barentsburg.
- Mer detaljerte PCB-analyser fra erosjonsutsatte områder nedenfor PCB-kilder i Pyramiden, kan vise PCB-transport fra aktuelle kilder.
- Oppfølging av forurenset grunn-lokaliteter i lokal arealplanlegging og håndtering av PCB-forurensete masser ved eventuell riving/renovering/nybygg i bosetningene.
- Gjennomgang av SFTs grunnforurensningsdatabase og vurdering om nye lokaliteter fra NGUs kartlegging i 2007 skal tas inn (NGU rapport 2007.075).

3.2.2. Fluviale sedimenter

Et flomsedimentprofil er innsamlet i Adventdalen av NVE. Prøvene er pr. januar 2008 til kjemisk analyse for å bestemme innholdet av PCB. I tillegg har NGU 650 prøver av fluviale sedimenter fra hele Svalbard i sitt prøvelager. Utvalgte prøver fra denne samlingen kan brukes til å bestemme bidrag fra langtransportert forurensning til PCB i jord på Svalbard.

Datamaterialet herfra vil inngå i det nye geokjemiske atlas for Svalbard som kommer i 2008.

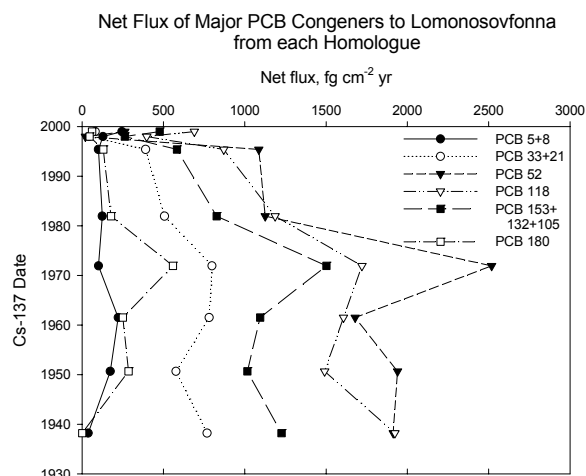
NVE driver en målestasjon i Adventdalen. Her måles vannføring og massetransport. Sedimentfluksen blir bestemt. Data herfra kan brukes til å beregne tilførsel og tildekkingen av PCB fra bosetningene og andre kjente landbaserte kilder til det marine miljøet.

TILTAK

- Bidrag om PCB til nytt geokjemisk atlas for Svalbard.
- Beregninger av PCB-flux og sedimentasjon (Akvaplan-niva+NVE).
- Utvalgte prøver fra NGUs samling av fluviale sedimenter analyseres for å bestemme bidrag fra langtransportert forurensning til PCB i jord på Svalbard.

3.2.3. Snø/is

NP har PCB-analyser fra vintersnø fra flere breer (Lomonosovfonna, Hortedahlfonna, Austfonna, Linnebreen) under flere år. Dette for å få en indikasjon på variabiliteten rundt Svalbard. Is fra iskjerner fra Lomonosovfonna (tatt 2000) er blitt analysert og en tidsserie for PCB etablert (Hermanson et al. 2005). Maks PCB-konsentrasjon (> 100 kogenere) var 748 pg L^{-1} . Analyser av iskjernene viser en klar nedgang i tilførselen av PCB via luftstrømmer etter 1970. Kogener-sammensetningen viser liten endring hvilket tyder på en effektiv "atmosfærisk destillasjonsprosess" over Svalbard. Analyse av vårsnø tatt 2001 i ny-Ålesund viste et PCB innhold på 742 pg L^{-1} . Studien støtter observasjoner om at PCB-kongenere med lav molekylvekt kan holde seg i gassfase under klimaforhold som råder på Svalbard.



Figur 3.2.3-1. PCB-målinger i is fra Lomonosovfonna

Det er analysert snøprøver som ble samlet inn i studiet av nedbørstilført PCB på Bjørnøya (Evenset et al. 2002).

3.2.4. Mennesker

Det er ikke kjent om det finnes målinger av PCB i mennesker.

3.2.5. Planter

Moseprøver fra Ny-Ålesund og fra Bjørnøya har blitt analysert for bl.a. PCB (Tveter 2005). Nivåene i mose var lavere i Ny-Ålesund enn i mose fra Bjørnøya, men datagrunnlaget var meget begrenset og flere prøver bør analyseres før endelige konklusjoner trekkes.

Det skal foreligge russiske data fra lav i området rundt Barentsburg (se kap. 4.2).

TILTAK

- Undersøkelser av PCB i flora.

3.2.6. Herbivorer

Svalbardrein er en egen underart blant de 7 gjenlevende underarter av rein i Arktis og er stedegeen for Svalbard. En del individer ser også ut til å ha tilpasset seg opphold og beite i bosetningen. Disse kan eventuelt ta opp PCB og andre miljøgifter fra lokale kilder gjennom partikulært PCB-holdig maling (vindspredning av substrat som fester seg til vegetasjonen). Analyser av prøver fra rein i 1993 viste minimale verdier på et nivå som gjør det vanskelig å detektere opptak fra lokale kilder (NP 1995). Det er behov for å oppdatere kunnskapen med nye prøver og analyser for å overvåke om situasjonen er lik.

Det er ikke gjort PCB-analyser fra **østmarkmus**, den finnes i området Grumant, Adventfjorden, Longyearbyen. Periodevis, men svært sjelden, har det vært invasjon av **rotte** i bosetningene, og i 2007 dukket problemet opp igjen i Longyearbyen. Potensielt vil disse individene også kunne ta opp i seg PCB, og da er sannsynligvis rotte pga. sin diett mer utsatt. Den vil da kunne bidra til spredning til høyere predatornivå. Østmarkmus er ren herbivor og trolig ingen god indikator.

TILTAK

- Undersøkelser av mulig PCB i vilt som mulig kilde til PCB hos folk på Svalbard (jakt på rein, rype og sel, fiske av røye).
- Analyser av planlagte prøver av rotter i Longyearbyen også for miljøgifter.

3.2.7. Fugl

Svalbardrype er spredt over hele Svalbard og er vanlig i og ved bosetningene. I hekkesesongen er den nokså stedbunden til sine revirer. Det er derfor en hypotetisk mulighet for at også den kan ta opp PCB og miljøgifter fra lokale kilder i sand/grus og på plantemateriale. NP har undersøkt innholdet av PCB og tungmetaller i rype fra Longyearbyen og Ny Ålesund. Nivåene var svært lave og sannsynligvis ikke egnet for deteksjon av forurensning fra lokale kilder.

En art som kan benyttes for å spore videre spredning i biota av lokal PCB-forurensning er trolig **Polarmåke**. Polarmåke er utbredt over hele Svalbard og til dels gjennom hele året. Uten at det er nærmere undersøkt antas enkelte individer i stor grad å oppholde seg i eller i tilknytning til bosetningene, i alle fall utenfor hekketiden. Furasjering på fisk knyttet til sjøresipienten utenfor lokale landkilder kan derfor tenkes å være en spredningsvei. Et eventuelt opptak av lokal PCB kan være mulig å spore og skille fra langtransportert PCB da analysene skiller mellom de ulike variantene av PCB (kongenerprofil).

TILTAK

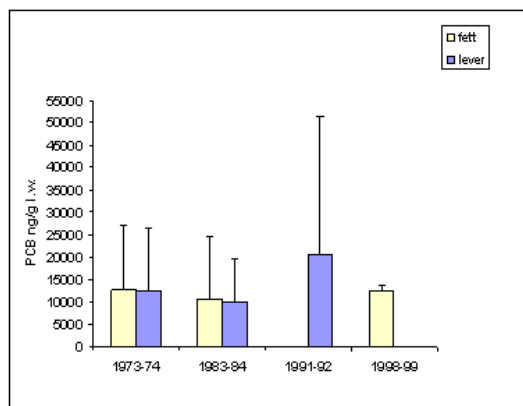
- Undersøkelser av mulig metode for å identifisering av lokale kilder ved å studere oppkonsentrering av PCB i stedbunden fugl.
- Undersøkelser av mulig PCB i vilt som mulig kilde til PCB hos folk på Svalbard (jakt på rein, rype og sel, fiske av røye).

3.2.8. Fjellrev

Fjellrev er det eneste carnivore landpattedyret på Svalbard. Arten finnes spredt over hele øygruppa, men bare periodevis på øyer som ikke har tilstrekkelig isforbindelse gjennom sommer- og høstsesongen. Fjellreven oppholder seg også vanlig i bosetningene og er nærmest en alteter (opportunist). Det opptaket av miljøgifter (inkludert PCB) som er mest relevant for polarrev vil antakelig være langtransportert forurensning. Dette pga av at en vesentlig del av populasjonen lever på sjøfugl og egg fra koloniene og på skrotter av sel fanget av isbjørn. Det er en relativt liten andel av bestanden som lever i nærheten av evt. lokale PCB-kilder. Det er analysert prøver av fjellrev på 80 og 90 tallet på Svalbard (AMAP 2004). Det er ikke analysert prøver av polarrev fra bosetningene. NP har samlet inn prøver etter år 2002, men dette materialet er ikke analysert. Prøver av fjellrev fra Adventdalen vil bli analysert med det første. Dette vil forhåpentligvis kunne indikere i hvilken grad polarrev vil være en indikator for å spore spredning fra lokale kilder.

I tillegg til de prøvene som nevnes ovenfor finnes det data på PCB-nivåer i prøver fra fett- og lever-prøver fra fjellrev innsamlet i periodene 1973-74, 1983-84, 1991-92 og 1998-99. De påviste PCB-nivåene er opp til 40% høyere enn de nivåene som var målt i isbjørn. Det gir grunn til å tro at denne forurensningen kan ha en effekt på fjellrevens immun- og reproduksjonssystem.

Figur 3.2.7-1: Gjennomsnittlig nivå av sum PCB i ng/g fettvekt over tid i lever og fett hos fjellrev på Svalbard. Nivåene av miljøgiften polyklorerte bifenyler (PCB) har vært undersøkt i fjellrev på Svalbard i fire perioder. PCB nivåene målt i lever fra fjellrev var dobbelt så høye i 1991-92 sammenlignet med 1973-74 og 1983-84, mens verdiene målt i fett i 1998-99 var tilbake på 1973-74 og 1983-84 nivå. En tilsvarende tidstrend er funnet i isbjørn både fra Svalbard og Øst-Grønland. I 1998-99 utgjorde PCB 60% av den totale miljøgiftbelastningen i fjellrev på Svalbard (kilde: MOSJ).



TILTAK

- Undersøkelser av mulig metode for å identifisering av lokale kilder ved å studere oppkonsentrering av PCB i fjellrev ved bosetningene.

3.3. Ferskvann

3.3.1. Vann

Vannprøver fra Ellasjøen og Øyangen på Bjørnøya er analysert for PCB. Konsentrasjonene var høyest i Ellasjøen: 129×10^{-12} g/l mot 23×10^{-12} g/l, sum av 11 kongenere (se Evenset et al. 2007). Det skal foreligge russiske data fra ferskvann i området rundt Barentsburg (se kap. 4.2).

TILTAK

- Undersøke PCB i innsjøer på Svalbard.

3.3.2. Lakustrine sedimenter

Sediment fra Ellasjøen på Bjørnøya og Barentsvannet på Barentsøya ble analysert for POPs som en del av AMAPs kartlegging av miljøgifter i ferskvann gjennomført i 1997 (Skotvold et al. 1997). Meget høye konsentrasjoner av PCB ble funnet i sediment fra Ellasjøen. Dette er senere bekreftet gjennom flere analyser av bl.a. sediment herfra (se Evenset et al. 2006).

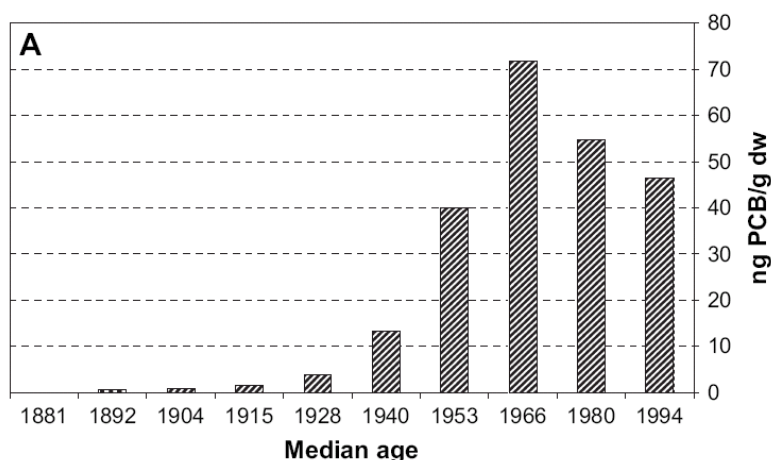
Nivåene i sediment fra Barentsvannet var relativt lave, og på samme nivå som i sediment fra Nord-Norge.

Akvaplan-niva og NIVA gjennomfører for tiden en oppfølgende innsjøundersøkelse på oppdrag fra SFT/AMAP. I denne undersøkelsen inngår analyser av sediment fra Ellasjøen, Richardvatn, Kongressvatn og Arresjøen. Resultatene vil foreligge tidlig i 2008 (Christensen et al. in prep.).

Tilførsler

Variasjoner i tilførsler av PCB til sediment har blitt bestemt i Ellasjøen på Bjørnøya.

Resultatene viste at tilførslene var høyest i perioden 1960-1972, se figuren under (Evenset et al. 2007).

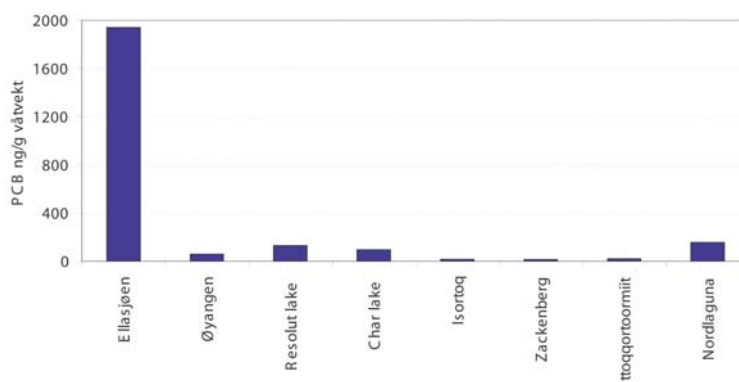


Figur 3.3.2-1. Konsentrasjoner av PCB i en datert sedimentkjerne fra Ellasjøen på Bjørnøya (fra Evenset et al. 2006).

Akvaplan-niva har sedimentkjerner fra en del andre innsjøer på Svalbard. Disse kan benyttes til studier av tidstrender for PCB og andre miljøgifter, samt estimering av bakgrunnsverdier.

3.3.3. Røye

Røye har inngått i AMAPs undersøkelser på Bjørnøya og Svalbard. Skotvold et al. (1997) fant ekstremt høye PCB-konsentrasjoner i røye fra Ellasjøen. Dette har senere blitt bekreftet gjennom flere undersøkelser av røye fra denne innsjøen (Evenset et al. 2004; 2005; 2007). I fisk fra innsjøene Diesetvannet, Richardvatn og Hornsundet rapporterte Skotvold et al. (1997) om generelt lavere nivåer av PCB, mens det for fisk fra Linnévann og Kongressvatn ble målt noe forhøyde konsentrasjoner.



Figur 3.3.3-1. Konsentrasjoner av PCB i røye fra Bjørnøya (fra Evenset et al. 2004,2005,2007).

I AMAPs siste innsjøundersøkelse (Christensen et al. in prep) ble fisk fra Ellasjøen, Kongressvatn, Richardvatn og Åsøvatn analysert for POPs, herunder PCB. Resultatene blir tilgjengelig tidlig i 2008.

TILTAK

- Undersøkelser av PCB i røye, med spesiell fokus på innsjøer hvor det drives fiske eller i innsjøer hvor spesielle, lokale forhold kan føre til oppkonsentrering av PCB.

3.4. Marint

3.4.1. Sjøvann

Det er gjort noen studier (AMAP/Olsson 2002). Nivåer i sjøvann samlet inn ved Bjørnøya er rapportert av Evenset et al. (2002). Ellers er det ikke funnet data på PCB i sjøvann fra Svalbard. COPOL-prosjektet, se kap. 4.5, vil generere nye data fra Kongsfjorden og Rijpfjorden. På grunn av lave nivåer har det vært knyttet stor usikkerhet til målinger av PCB i sjøvann, og resultater fra ulike laboratorier varierer mye. Analyser av sjøvann vil derfor ikke være spesielt egnet til å avsløre lokale kilder.

3.4.2. Havis

Det er estimert at 25% av langtransportert PCB-forurensning til Svalbard kommer med havis, en transport av innfrosst forurensning fra de store russiske elvene over polen til Vest-Arktis. NP har data for isebevegelser i havområdene i Arktis. NGU, NVE og Moscow State University har data for innholdet av miljøgifter og flux av partikkelbundet forurensning i S. Dvina og Pechora. . Akvaplan-niva har beregnet flux av miljøgifter fra Ob og Yenisey (Carroll et al. 2008).

3.4.3. Marine sedimenter

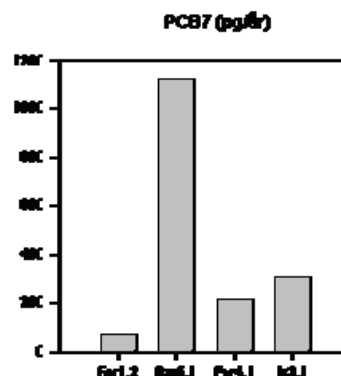
Tilførsler av miljøgifter (Flux av partikkelbundet forurensning)

Reservoaret av miljøgifter i sediment er avhengig av to faktorer: 1) konsentrasjoner av miljøgifter i sedimentet og 2) sedimentasjonshastighet. Ved å betrakte den kombinerte betydningen til disse faktorene ved daterte sedimentdata kan man få man et integrert bilde på trender i miljøgiftsbelastningen både i tid og rom.

Cochrane et al. (2001) beregnet tilførselen av ulike miljøgifter, deriblant PCB, til sedimentene i Forlandssundet, Grønfjorden, Billefjorden og Isfjorden. Sedimentasjonshastigheten var høyest i Barentsburg, fulgt av Isfjorden, Pyramiden og Forlandsundet. Tilførselen av miljøgifter til havbunnen var høyest i området utenfor Barentsburg, som et resultat av en relativt høy sedimentasjonshastighet samt høye konsentrasjoner av miljøgifter i sedimentene, se figur 4.1-1.

En sammenligning mellom områdene viser at tilførselen av klororganiske forbindelser i perioden 1988-1998 var 3-5 ganger høyere til området utenfor Barentsburg enn til områdene utenfor Pyramiden, Isfjorden og Forlandsundet. Dette indikerer en aktiv PCB-kilde. Også fluksberegningene indikerer at lokale kilder er viktige utenfor bosettingene.

Figur 3.4.3-1 Tilførsel av $\sum\text{PCB}_7$ til bunnsedimentene ved Forlandsundet, Barentsburg, Pyramiden og Isfjorden i perioden 1988-1998.



Braganzavågen og Van Mijenfjorden er også preget av svært stor massetransport og sedimentering.

Hvis forurensningskildene på land fjernes, vil dette føre til en raskere tildekking av de forurensete marine sedimenter med rent materiale.

Marine miljøundersøkelser

Det har vært gjennomført flere marine miljøundersøkelser i fjordene ved Svalbard og i farvannene rundt øygruppen. Dette omfatter undersøkelser av sediment i Kongsfjorden, de marine resipientene utenfor avfallsdeponiene ved Barentsburg og Longyearbyen, miljøgifter og bunndyr utenfor bosettingene Longyearbyen, Barentsburg og Pyramiden, miljøgifter i bunnlevende organismer fra fjordene utenfor de samme bosettingene pluss Ny-Ålesund, oppfølgende sedimentundersøkelser utenfor bosettingene i Isfjorden og de marine sedimentene i Colesbukta (Skei 1993, Holte m. fl. 1994, Cochrane m. fl. 2001, Hop m. fl. 2001, Evenset et al 2006).

Resultatene fra Skei's undersøkelse (Skei 1993) viste at konsentrasjonen av tungmetaller i sediment fra Kongsfjorden (utenfor Ny-Ålesund) stort sett ikke var forhøyet i forhold til bakgrunnsnivået. Det var lave konsentrasjoner av PCB og HCB, men litt forhøyet nær Kullhamna (Thiis-bukta). I Grønfjorden ble det i tillegg registrert høye verdier av PCB i sedimentene (Holte m fl. 1994). Cochrane m. fl. (2001) konkluderte med at miljøgiftnivåene i sediment samlet inn utenfor bosettingene i Longyearbyen, Barentsburg og Pyramiden, med noen unntak, var lave i forhold til industrielle områder i fastlands-Norge. Nivåene av PCB utenfor bosettingene var imidlertid høyere enn i åpne havområder utenfor Svalbard. Sedimentene ved Longyearbyen og Barentsburg mest påvirket, mens påvirkningen var lavere ved Pyramiden.

Hop m. fl. (2001) dokumenterte lokal forurensning av PCB utenfor bosettingene i Isfjorden gjennom målinger i bunnlevende marine organismer. Konsentrasjonene var gjennomgående relativt lave. Fordi konsentrasjonene i bunndyrene var høyere i områdene nær bosettingene enn i områdene lenger ut i fjordene, ble det konkludert med at lokale kilder var viktigere enn langtransporterte kilder for disse forbindelsene.

Evenset et al. (2006) konkluderte med at området utenfor Barentsburg (Grønfjorden) var mest påvirket av de undersøkte områdene, og fjorden hadde lett forhøyde konsentrasjoner av PCB (fra tilstandsklasse I : ubetydelig/lite forurenset, til tilstandsklasse III: markert forurenset; i henhold til SFTs veileder for klassifisering av miljøkvalitet i norske fjorder og kystfarvann, Molvær et al. 1997)). Området utenfor Pyramiden var også påvirket av PCB (fra tilstandsklasse II: moderat forurenset, til tilstandsklasse III: markert forurenset). Konsentrasjonene her var høyere i 2005 enn i 1998, noe som tyder på at det er en aktiv PCB-kilde i området.

Generelt viser undersøkelsene av de marine sedimentene at nivåene av organiske miljøgifter er høyere utenfor bosettingene enn i andre områder på Svalbard. Dette indikerer at det marine miljøet i disse områdene til en viss grad er påvirket av lokale kilder, herunder PCB.

Akvaplan-niva har undersøkt PCB-innholdet i sedimenter i Colesbukta i 2005 (Evenset et al. 2006). Det ble tatt prøver ved 3 stasjoner, nivåene var lave. Det er mangelfulle eller ingen kartlegginger av miljøgiftinnhold i sedimentene i Van Mijenfjorden og Grumant. Her finnes det fyllinger med større eller mindre potensial for å være kilder til forurensning, jf. SFT's grunnforurensningsbase.

På oppdrag for Store norske Spitsbergen Kullkompani (SNSK) gjennomfører Akvaplan-niva i 2007/2008 en undersøkelse av det marine miljø i Van Mijenfjorden (Akvaplan-niva/Velvin et al. in prep). Kartlegging av miljøgifter inngår på et begrenset antall stasjoner. Resultatene vil muligens være tilgjengelig fra SNSK.

TILTAK

- Undersøkelser av biotilgjengelighet av PCB i sedimentene og muligheten for spredning videre i næringskjedene gjennom analyser av bunndyr samlet inn utenfor de norske og de russiske bosettingene (sammenligning av nivåer og kongenerprofiler).
- Overvåke utviklingen i marine sedimenter utenfor bosettingene med prøvetaking hvert 5. år (2010, 2015...), inkludert nye prøvetakingspunkter (utenfor brennende steintipper i Barentsburg).
- Kartlegging av miljøgiftinnhold i sedimentene Sveagruva, Colesbukta og Grumant.
- Undersøkelser for å finne eventuelle aktive kilder i Barentsburg.
- Beregne spredningen av PCB fra kilder på land til det marine miljøet (se terrestrisk).
- Analyser av eksisterende kjernepøver (flomsedimenter og marine sedimenter) for å undersøke endring av tilførsel av miljøgifter 1950-2008. Når ble det tilført mest PCB i de ulike områdene?
- Kontakte SNSK om å få tilgang til PCB-undersøkelser, bl a vedr Van Mijenfjorden.

3.4.4. Marine evertebrater

Sedimentlevende evertebrater eksponeres for den biotilgjengelige delen av forurensninger i sedimentene. Som byttedyr for organsimer høyere i næringskjeden kan de derfor fungere som leddet for overføring av PCB mellom sediment og dyr høyere i næringskjeden. Siden evertebrater er lavt i næringskjeden og de fleste har begrenset evne til å metabolisere PCB-forbindelser, kan denne gruppen av organismer være nyttige til å evaluere betydningen av forurenset sediment, og de kan benyttes til å spore lokale kilder. Hop et al. (2001) har undersøkt POPs i marin makrobenthos (7 arter) og fisk nær norske og russiske bosettinger på Svalbard. Sannsynlige lokale tilførsler av PCB ble påvist. Fordelingsmønsteret av ulike PCB-kongener viste seg ulike mellom fjorder. De største forskjellene utpekte seg mellom områdene i nærheten av norske bosettinger og områdene i nærheten av russiske bosettinger. De karakteristiske kongener-mønstrene oppsto sannsynligvis på grunn av lokal forurensning fra disse bosettingene.

TILTAK

- Undersøkelser av biotilgjengelighet av PCB i sedimentene og muligheten for spredning videre i næringskjedene gjennom analyser av bunndyr samlet inn utenfor de norske og de russiske bosettingene (sammenligning av nivåer og kongenerprofiler).

3.4.5. Fisk

Havforskningsinstituttet har målt miljøgifter i dyreplankton og fisk i det pelagiske økosystemet i Barentshavet. Sild, lodde og polartorsk er viktige planktonetere og har raudåte som en favoritt på menyen. Nivåene i fisken er 3 til 45 ganger høyere enn i byttet. Planktonetende fisk spises igjen av bl. a. torsk og hyse. De relative nivåene i leveren deres øker til 13 til 57 ganger over hoppekreps.

Målingene ble brukt til å gjøre noen enkle anslag på hvor mye forurensning som finnes i disse artene i hele Barentshavet og Norskehavet. Mengden PCB ble for eksempel anslått til rundt 6 kg i all dyreplankton og 14 kg i all torsk. Selv om dette bare antyder en størrelsesorden, så illustrerer det at det er små mengder totalt i fisk. Likevel blir konsentrasjonene høye nok til at skadelige effekter kan oppstå når stoffene anrikes videre i arter som direkte og indirekte lever av fisk.

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning gjennomfører overvåking av fisk fra Barentshavet.

COPOL-prosjektet, se kap. 4.5, vil generere data på PCB i ulike arter fisk fra Svalbard. Ulke og glattulke fra ulike fjorder på Svalbard, i nærheten av kjente potensielle kilder (bosettinger) er analysert for PCB (Hop et al. 2001). Det ble generelt funnet lave konsentrasjoner, men konsentrasjonene er høyere enn hva som er observert i området ved Bjørnøya (som er kjent å ha forhøyede bakgrunnsnivåer av PCB).

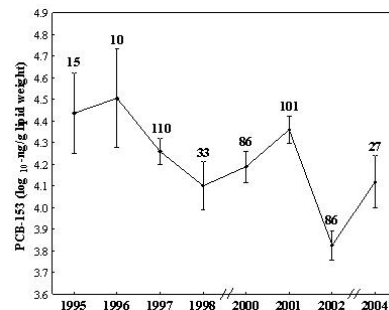
3.4.6. Sjøfugl

I blodprøver, vev og egg fra **polarmåker** fra Svalbard og Bjørnøya er det påvist en rekke klororganiske- og andre forbindelser. Felles for disse stoffene er at de er tungt nedbrytbare og øker i nivå oppover i næringskjeden. Det vil si at dyr på toppen, som polarmåke, eksponeres for de høyeste nivåene. I tillegg til PCB er det påvist en rekke forbindelser og deres metabolitter hos polarmåker (Gabrielsen og Henriksen 2001; Gabrielsen 2007). Til tross for funn av nye typer av miljøgifter (bromerte flammehemmere og fluorforbindelser), samt metabolitter, i polarmåker så er det fremdeles PCB som dominerer, og utgjør nærmere 75 % av den totale miljøgiftbelastningen. Pesticider (DDE, klordan og HCB) utgjør mindre enn 20 %, mens metabolitter utgjør mindre enn 1 % av polarmåkenes miljøgiftbelastning.

Hos polarmåker er det store forskjeller i nivåer av organiske miljøgifter. Individuer som spiser egg og unger av andre sjøfuglarter har dobbelt så høye miljøgiftnivå som de som spiser fisk. Dette skyldes at fisk er på et lavere nivå i næringskjeden enn fiskespisende sjøfugl som krykkje og lomvi. Andre faktorer som påvirker nivå av miljøgifter hos polarmåker er deres evne til å bryte ned miljøgifter, samt kjønn. Polarmåker har dårlige evner til nedbrytning av miljøgifter. Dette skyldes at polarmåkene har relativt lav aktivitet av enzymer som omdanner miljøgiftene. Hos polarmåke på Bjørnøya har hanner dobbelt så høye nivåer som hunner. Dette skyldes hovedsakelig at hunner legger egg og derigjennom overfører miljøgifter fra sitt eget kroppsfett til eggene (Gabrielsen 2007). Som andre sjøfuglarter gjennomgår polarmåker store kroppsvektendringer gjennom året. Både egglegging, ruging og vekstperioden for ungene krever mye energi, og medfører at kroppsfett forbrennes. Fettløselige organiske miljøgifter er bundet til kroppsfettet frigjøres og havner i blodbanen. Dette fører igjen til at nivåene øker i følsomt vev, som for eksempel hjernen.

Døde polarmåker fra Svalbard og Bjørnøya, som er funnet i hekkeperioden, har 10 til 100 ganger høyere PCB nivå i henholdsvis lever og hjerne sammenlignet med friske fugler (Gabrielsen et al. 1994; Knudsen et al. 2006). Trendstudier av polarmåker fra Bjørnøya viser at PCB konsentrasjonen er redusert fra midten av 1990 tallet (Verreault et al. 2006).

Figur 3.4.6-1: Til tross for betydelige variasjoner mellom år, viser grafen for perioden 1995-2004 en generell nedadgående trend i konsentrasjonen av PCB-153 i blodprøver fra polarmåke. I tillegg til endringer i PCB-nivået i det arktiske økosystemet, skyldes de store variasjonene trolig også ulik eksponering i ulike kolonier (kilde: MOSJ).



TILTAK

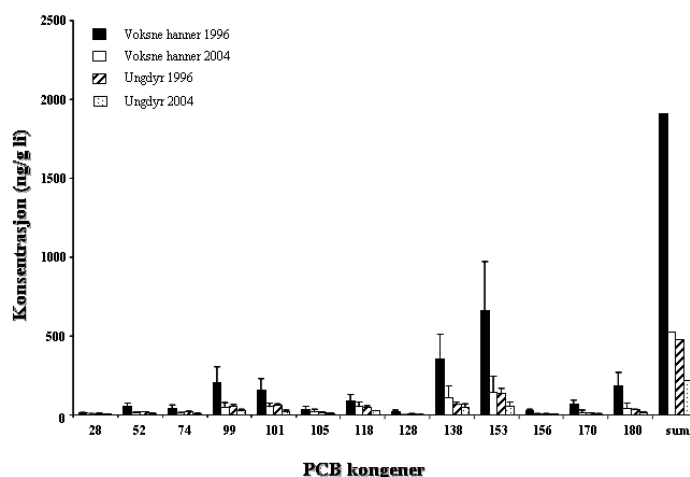
- Kartlegging av miljøgifter i egg fra krykkje i Barentsburg kan si noe om lokal påvirkning på hekkende fugl (NP/NTNU).
- Habitatbruk hos polarmåke (fordeling i tid og rom ved hjelp av GPS satellittsporing), mulig PCB-opptak (og andre miljøgifter) og påvirkning fra lokale kilder, gjennom innsamling og analyse av vevsprøver (blod) og mageinnhold. Analyse for å avklare evt. opptak fra lokale kilder (mønstervariasjon). Undersøkelsen sees opp mot artens

røddlistestatus (Svalbard) og som toppredator i den "arktiske næringskjeden".

3.4.7. Sel

Nivå av miljøgifter fra flere selarter innsamlet i Svalbandområdet er bare 2-10 % av de konsentrasjoner som er rapportert i sel fra Østersjøen og Nordsjøen. Gjennomsnitt PCB konsentrasjon hos ringsel, grønlandsel, storkobbe og hvalross er 1-5 µg per gram (w.w.). Nivå av PCB hos ringsel er mye lavere enn i prøver av grønlandsel innsamlet i Svalbandområdet. Ringsel fra Svalbard er stasjonær og viser liten variasjon i miljøgiftnivå. Grønlandsel viser større variasjon og er knyttet til hvor selene oppholder seg i kasteperioden. Hos grønlandsel fra østisen (fra Kvitsjøen) er sum PCB i biopsiprøver fra fettvev tre ganger høyere enn prøver fra vestisen (fra området ved Jan Mayen)(de Wit et al. 2004; Gabrielsen og Henriksen 2001; Gabrielsen 2007).

Figur 3.4.7-1: Det er registrert betydelige nivåforskjeller i PCB-konsentrasjoner (alle kongener) i hos både ungdyr og voksne hanner av ringsel i 1996 og 2004, med dramatisk lavere nivåer i 2004. Dette tyder på at arten er eksponert for mindre PCB enn tidligere (kilde: MOSJ).



TILTAK

- Undersøkelser av mulig PCB i vilt som mulig kilde til PCB hos folk på Svalbard (jakt på rein, rype og sel, fiske av røye)

3.4.8. Hval

Prøver fra hval fra Svalbandområdet viser lavere nivå av miljøgifter enn hvalprøver innsamlet fra sørlige havområder. Konsentrasjon av PCB i fettprøver fra fiskespisende hvalarter (kvithval, nise og narhval) varier mellom 5-6 µg per gram (w.w.). Dette er dobbelt så høyt (2-4 µg per gram (w.w.) i vågehval som spiser krill og amfipoder. Nivå av miljøgifter i hval øker med alder og er høyere i hanndyr enn i hunndyr. Spekkprøver fra narhval fra Svalbandområdet viser høyere PCB nivå enn prøver fra Canada og Grønland. Nivå av miljøgifter hos flere hvalarter øker fra vest mot øst.

De høyeste konsentrasjoner av miljøgifter i hval er funnet i fettprøver fra nise og spekkhogger innsamlet i Lofotenområdet. De nivå som er funnet i disse arter fra dette området er sammenlignbart med prøver fra hval innsamlet i Østersjøen og Nordsjøen.

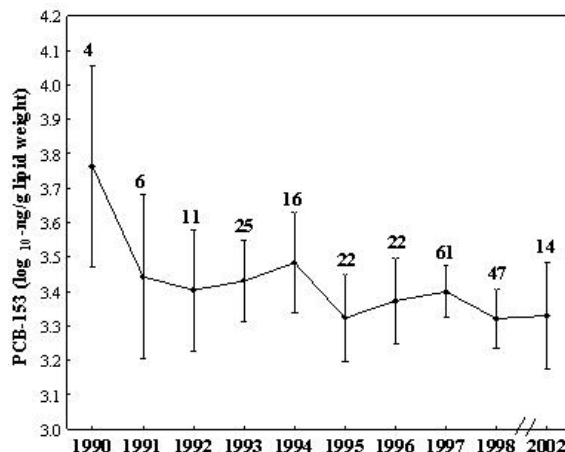
Trendstudier av både hval og sel fra Canada og europeisk Arktis viser en nedgang fra 1990 tallet fram mot 2005 (de Wit et al. 2004; Gabrielsen og Henriksen 2001; Gabrielsen 2007; Wolkers et al. 2007).

3.4.9. Isbjørn

Isbjørn er en topp-predator i den marine næringskjeden. Den lever hovedsakelig av sel og nøyer seg ofte kun med spekket. Dette har akkumulert relativt høye nivå av PCB og på den måten bygger isbjørn opp svært høye nivå av PCB. Nivåene øker med alder og er høyere i

voksne hanner enn hunner fordi hunnene effektivt overfører PCB til unge via morsmelk. PCB nivåene er høyere i kroppsfett hos unger enn hos moren (Bernhoft et al. 2007, Lie et al. 2000). Konsentrasjonene i blodprøver fra isbjørn er om lag 100 ganger høyere enn hos norske kvinner (Skaare et al. 2000). Isbjørn er god til å omsette fremmedstoffer, og PCB mønsteret er derfor meget artsspesifikt. Det er stor individuell variasjon i PCB nivå, og dette skyldes bla kjønn, alder, fødevalg, reproduksjonsstatus, ernæringsstatus og utbredelse. Det er tendens til at PCB-konsentrasjonen er redusert fra 1990-1998, men flater ut etter dette (Bernhoft et al. 2001; Henriksen et al. 2001, Verreault et al. 2005).

Figur 3.4.9-1: Figuren viser en fallende trend i konsentrasjonen av PCB-153 i isbjørn fra Svalbard i perioden 1990-2002, men med en svakere trend i siste del av perioden (1995-2002). Dette tyder på at PCB-nivået i isbjørn nå er i samsvar med den globale utbredelsen av PCB. En videre reduksjon i PCB-nivået forventes å gå saktere (kilde: MOSJ).



3.5. Biologiske effekter av PCB

3.5.1. Nedbrytingsprodukter av PCB

Mange PCB-kongener omdannes i kroppen til hydroxy- og metylsulfonmetabolitter. Data på disse toksiske og biologiske effekter og samvirkning med øvrige PCB-kongener og andre miljøgifter er meget begrensede.

TILTAK

- Forskning på effekter av nedbrytingsprodukter fra PCB.

3.5.2. Effekter på isbjørn

Høye PCB nivåer er assosiert med reduserte nivåer av stoffskiftehormoner (thyroidhormoner) og vitamin A (retinol) i blod hos isbjørn. Det også vist effekter på det viktigste antistoffet mot infeksjoner, IgG. Ut fra dette er det gjort et eksperimentelt studie på villevende isbjørn der effekter på immunsystemet og endokrinsystemet ble undersøkt. Effekter ble funnet når nivåene av PCB oversteg 25-89 ng/g blod. Det er også vist at isbjørn med høye nivå av PCB hadde reduserte nivå av stoffskiftehormoner (thyroidhormoner) og kjønnshormoner hos hanner (testosteron) og hunner (progersteron) av isbjørn. Konklusjonen er at det endokrine systemet og motstandsyktighet mot infeksjon blir redusert, og at dette kan ha en negativ effekt på populasjonsstatus (Haave et al. 2003, Oskam et al. 2003; 2004; Skaare et al. 2001; Braathen et al. 2004; Bernhoft et al. 2001; Lie et al. 2004, 2005; Steindahl et al. 2006; Skaare et al. 2002; de Wit et al 2004).

3.5.3. Effekter på polarmåker

Hos polarmåker fra Bjørnøya er det påvist en rekke biologiske effekter av miljøgifter. Disse effekter er knyttet til endring av adferd (i ruge- og ungeperioden), effekter på eggkvalitet, effekter på hormoner, metabolisme, immunsystem, kjønnsfordeling samt unge- og voksen overlevelse (se Gabrielsen og Henriksen 2001; Gabrielsen 2007). Konklusjonen er at lokalt kan disse effektene ha en negativ effekt på populasjonsstatus (de Wit et al. 2004; Gabrielsen 2007). Det har vist seg at polarmåkebestanden på Bjørnøya har gått tilbake med rundt 60 % siden 1980-tallet. Summen av alle effektene vil man måtte anta har effekter på bestandsutviklingen på Bjørnøya, men en viktig faktor man må ta i betraktning er hvor stor del av bestanden som utsettes for høye miljøgiftnivåer. Et interessant funn hos polarmåke på

Bjørnøya er at det meste av effekter ikke er sterkest knyttet til de vanligste miljøgiftene som PCB eller DDT, men til stoffer som bare utgjør 3-4 % av den totale miljøgiftbelastningen, nemlig oksyklordan og HCB. Disse to stoffene er kjent for å være svært giftige (Gabrielsen og Bustnes 2004; Gabrielsen 2007).

4. Annet viktig arbeid knyttet til PCB

4.1. PCB i byggmasse og teknisk utstyr

Det er påvist PCB i prøver av maling og overflatejord i Longyearbyen, men i betydelig lavere konsentrasjoner enn i de russiske bosetningene. Høye konsentrasjoner av PCB i bl.a. maling og elektriske komponenter antas å være de viktigste kildene til lokal PCB-forurensning i disse områdene. Funn av høyt PCB-innhold i prøvene på land i Pyramiden kan tyde på at dette er mulige kilder til det økte PCB-innholdet som ble målt i sedimentene i 2005. Det ligger store mengder PCB-holdig elektrisk- og bygningsavfall i åpent terreng i både Barentsburg og Pyramiden, se bilde 4.1-1.



Bilde 4.1-1. Det ligger store mengder elektrisk avfall, bygningsrester og skrapmetall åpent i terrenget, spesielt i de russiske bosetningene. En stor andel av dette avfallet er PCB-holdig.

PCB-innholdet i elektriske kondensatorer fra Barentsburg og Pyramiden er høyt, opp mot 11 % \sum PCB₇. \sum PCB₇-profilene

(kongenermønsteret) fra disse kondensatorene viser en dominans av lavklorerte PCB-kongenerer. Disse vil kunne bli de største lokale PCB-forurensningskildene på Svalbard dersom ikke en kontrollert utfasing blir satt i gang.

Det er ikke funnet PCB i prøver av kondensatorer fra Longyearbyen.

Kontrollaksjoner

Det er gjennomført flere PCB-tilsynsaksjoner (2005-2007) i alle bosetningene på Svalbard. Oppsummering av disse er at utfasingen og håndtering av PCB-holdige produkter nå er under kontroll, bortsett fra i de russiske bosetningene: PCB-kondensatorer er faset ut, PCB-holdige isolerglass er merket og PCB-holdig avfall leveres til og håndteres iht regelverket på Avfallsanlegget i Longyearbyen. Analyse av kondensator fra et russisk lysarmatur ble konstatert PCB-holdig.

TILTAK

- Innspill til praktisk veileder i anledning ny forskrift om BA-avfall.
- Utarbeide en enkel håndbok for identifikasjon av russisk PCB-holdig elektrisk utstyr (med foto og eventuell analysedokumentasjon).
- Sanering av PCB-holdig elektrisk utstyr i Barentsburg og forlatte bosetninger som Pyramiden.
- Utfasing kondensatorer og annet PCB-holdig elektrisk utstyr i Barentsburg og forlatte bosetninger som Pyramiden.
- Undersøkelser av biotilgjenglighet av russisk PCB-holdig maling.
- Prøvetaking av maling i bygninger fra andre steder på Svalbard.

- Tilsyn for å sikre slutføring av PCB-utfasing i norske bosetninger (2008-2010).
- Bruke erfaringene fra utfasingsarbeidet i Barentsburg til utvidet bi-lateralt PCB-samarbeid med Russland

4.2. Russiske miljøundersøkelser på Svalbard

Russland har et nasjonalt miljøovervåkingsprogram (jord, vann og luft) som også omfatter Svalbard. Det er gjennomført prøvetaking og analyser i de russiske bosetningene (2006 og 2007 og en ny er planlagt for 2008). Det er ikke kjent om analyseresultatene foreligger som offentlig dokumentasjon.

Sysselmannen har i sitt arkiv en miljøovervåkingsrapport utført av State Institution Regional Center "Monitoring of the Arctic" of Roshydromet (saksnr. 2001/00201, dok. Nr. 20). Rapportens tittel er "Review of environmental pollution in the area of Barentsburg settlement on the Spitsbergen archipelago based on the results of baseline ecological monitoring in 2002" og den dokumenterer bl a PCB-nivåer i ferskvann (Lake Bienda-stemmev), jordsmonn og lav.

TILTAK

- Søke samarbeid med russerne om felles analyse og interkalibrering av tilgjengelig materiale fra respektive lands prøvetaking i 2007.
- Søke samarbeid med russerne om et felles prøvetakingsprosjekt (jord, vann og luft) i 2008.
- Samarbeid med Russland for å etablere PCB-profiler for PCB produsert i Sovjet-perioden.
- Gi innspill om miljøgifter/PCB som tema til neste konferanse Norge/Russland på Svanhovd i juni 2008.

4.3. Nydannelse av PCB

PCB kan under gitte forutsetninger dannes under enkelte forhold i forbrenningsprosesser (smelteverk, forbrenningsanlegg, og lignende). Det finnes kun få data for utslipp av PCB i Norge fra nydannelse i industrikilder, forbrennings- og fyringsanlegg, motorisert trafikk og branner. Fra Svalbard er det gjort noen passive og aktive luftprøvetakinger i nærheten av brennende skeidesteinstipper i Barentsburg i 2007 (Kallenborn, NILU personlig kommunikasjon). Ellers ingen data kjent for Svalbard. Kilder til potensiell nydannelse av PCB på Svalbard er:

- Energiverk som brenner kull (Longyearbyen og Barentsburg). SFT har stilt krav om verifikasjonsmåling av eventuell PCB-dannelse i tillatelsen til Energiverket i Longyearbyen.
- Brann i skeidesteinfyllinger og steintipper
- Forbrenningsmotor (skuter, bil, skipsfart)

4.4. Modeller for tilførsel og spredning

Modeller vil kunne brukes bl.a. til å:

- Identifisere kilder og transportveier
- Komplettere eksisterende overvåkingsdata og gi bedret oversikt over geografisk fordeling av miljøgifter, spredning i næringskjedene og tidsutvikling

- Gi grunnlag for å beregne eksponering og effekter
- Gi løpende bilder av den fysiske og biokjemiske situasjonen på Svalbard
- Bidra til å målrette videre overvåking og forskning

Modeller kan være et verktøy for å belyse relativ betydning av langtransport PCB-forurensning i spesifikke områder på Svalbard. Organiske miljøgifter i næringskjeden i Barentshavet er modellert (Borgå & Di Guardo, 2005). Det foreligger også modeller fra fastlandet (for Grenland og Oslo; utviklet ved NIVA og NILU, f. eks. Saloranta et al. 2008), som kan bearbeides for dette formål. Modellen SedFlex er utviklet (NIVA) for å enkelt kunne modifiseres til å passe nye lokaliteter/økosystemer. Betydningen av forurensning forbundet med sediment (f. eks. påvist forurensning på spesielle lokaliteter) på konsentrasjoner i lokal, marin biota kan modelleres. På samme måte kan man gi estimater på fremtidige konsentrasjoner i biota etter en reduksjon i sedimentkonsentrasjonene. Dersom lokale tilførsler til sediment opphører, vil sedimentasjon med tiden føre til lavere konsentrasjoner. Data på sedimentasjon er derfor av interesse i en slik sammenheng. Blydatering av sedimentkjerner (parallelt med PCB-analyser i sedimentsnitt) vil kunne vise når sedimentforurensningen var størst og gi tidsforløpet på denne (se kapittel 3.4.3 om marine sedimenter).

TILTAK

- Tilpasning av eksisterende modeller for tilførsel og spredning av langtransportert forurensning til Svalbard.
- Tilpasning av modell for evaluering av betydning av lokalt forurenset sediment for konsentrasjonene i lokal biota.
- Innsamling av sedimentkjerner i aktuelle områder for blydatering og PCB-analyser i sedimentsnitt, for å undersøke om netto flux til sediment (fra lokal landbasert kilde) fortsatt forekommer.

4.5. Miljøovervåkingsprogrammer og andre informasjonskilder

Overvåking på hvordan forurensning fordeler seg geografisk og hvordan konsentrasjoner og effekter endrer seg over tid vil kunne vise hvor effektive iverksatte tiltak er.

AMAP er en viktig datakilde for miljøbelastning rundt Svalbard.

Miljøovervåking Svalbard og Jan Mayen (MOSJ) er bygget opp rundt en serie indikatorer, hvor nivå av PCB inngår som en parameter i forurensningsindikatorer som luft i Ny-Ålesund, isbjørn, fjellrev, ringsel, polarmåke, polarlomvi, polartorsk, torsk og røye. Samlet skal indikatorene gi et bilde av miljøtilstanden og danne grunnlag for å vurdere om regjeringens miljømål for området er oppnådd. Oversikt over MOSJ og indikatorene finnes på www.mosj.npolar.no. Pr. dags dato foregår det en totalvurdering av de utvalgte indikatorene i MOSJ. Det nye indikatorsettet vil være klart i løpet av første kvartal 2008.

Tilførselsprosjektet, inngår som en del av arbeidet med forvaltningsplaner for havområdene. Tilførselsprosjektet skal beregne og overvåke tilførsler til, utslipp i og nivåene av miljøfarlige stoffer, olje og lignende. Målepunktene skal kunne inngå i et integrert overvåkingsprogram for kyst og hav.

Som en del av forvaltningsplanen for Barentshavet skal det gjennomføres koordinert overvåking av områdene rundt Svalbard (øst). Opprinnelig (oktober 2005) ble det foreslått 17 indikatorarter hvor forurensningsnivåer skulle måles, og PCB inngikk i de aller fleste. Denne listen er under videre bearbeiding av den rådgivende gruppen for overvåking i Barentshavet,

som ble etablert som en del av det nye forvaltningsregimet. Forvaltningsplan Norskehavet skal ta for seg områdene på vestsiden av Svalbard.

COPOL (Contaminants in Polar Regions: Dynamic Range of Contaminants in Polar Marine Ecosystems) er et prosjekt under det internasjonale polaråret (IPY), med det hovedmål å komme nærmere en forståelse av omfanget i dynamikken av menneskeskapt miljøgifter i marine økosystemer i polare områder. Prosjektet er et samarbeid mellom Norsk Polarinstitutt, NIVA, Akvaplan-niva, NILU, NTNU og NINA. Målet for prosjektet er videre å bedre kunne forutsi hvordan mulige klimarelaterte forandringer i marine næringsnett reflekteres i nivåer og effekter på høyere trofiske nivåer. Dette målet tilnærmes gjennom fire integrerte arbeidspakker; næringsnett-eksponering og fluks (1), trofisk overføring og potensielle effekter (2), kjemiske analyser og "screening" (3), samt syntese og integrering (4). COPOL-prosjektet er rettet mot den arktiske region og hovedfokus er på Kongsfjorden. Denne fjorden er identifisert som særlig passende til dette formålet, p.g.a. avstanden til viktige kilder og påvirkning av klimatiske prosesser (ved forholdene mellom innstrømming av Atlantisk vann og NOA, "North Atlantic Oscillation"). Innsamling av prøver er gjort i 2007 og disse analyseres for PCB. Flere innsamlinger skal gjøres i 2008 og 2009.

Biotrans og flere SFT-prosjekter omfatter kartlegging av gamle og nye miljøgifter i Svalbardområdet.

I SFTs utslippstillatelse til kulldriften i Sveagruva er det stilt krav om resipientundersøkelse (og det blir det analysert på PCB) med fokus på Braganzavågen og Kapp Amsterdam hvert femte år, første undersøkelse i 2007. Undersøkelser av marine sedimenter utenfor bosetningene i Isfjorden fra 1998 og 2005 skal etter planen følges opp med overvåking hvert 5. år, altså 2010, 2015 osv.

TILTAK

- Foreslå Ellasjøen og et referansevann som modell for overvåking av trender (også for andre miljøgifter, klimakobling, tidlig indikasjon på tilførsel av nye miljøgifter). Bør i så fall inn i MOSJ.
- Foreslå eventuelle stasjonære målepunkt for overvåking av evt. utlekking av PCB fra lokale kilder på land til sjø. Bør i så fall inn i MOSJ og Tilførselsprosjektet.

5. Oppsummering

5.1. *Utfordringer*

5.1.1. **Truede dyrearter**

Enkelte dyrearter fra noen områder (polarmåke og isbjørn) har et PCB-nivå som overgår verdier for effekter. Dette nivå kan være truende for individers og den lokale bestands overlevelsessevne. Til tross for funn av nye typer av miljøgifter (bromerte flammehemmere og fluorforbindelser), samt metabolitter, i polarmåker så er det fremdeles PCB som dominerer, og utgjør nærmere 75 % av den totale miljøgiftbelastningen.

5.1.2. **Avfall, materiale og produkter som er potensielt PCB-holdig**

PCB-holdig avfall (elektrisk og bygnings) ligger i åpent terreng og på fyllinger. PCB-holdig produkter som maling og kondensatorer i armaturer finnes fortsatt i Barentsburg og forlatte russiske bosetninger. Dette vil kunne bli de største lokale PCB-forurensningskildene på Svalbard dersom ikke en kontrollert utfasing blir satt i gang.

5.1.3. Forurenset grunn, jord og sedimenter

Det er usikkerhet knyttet til hvor biotilgjengelig PCB-forurensningen i sedimenter og forurenset grunn er men konsentrasjonene av PCB i bunndyr er høyere i områdene nær bosetningene enn i områdene lenger ut i fjordene. Dette indikerer at lokale PCB-kilder er viktigere enn langtransportert PCB. Også fluksberegningene indikerer at lokale kilder er viktige utenfor bosettingene. Ulke og glattulke fra ulike fjorder på Svalbard har lave konsentrasjoner PCB, men konsentrasjonene er høyere enn hva som er observert i området ved Bjørnøya.

Varslede klimaendringer vil kunne resultere i økt tilførsel av forurensete masser (fra f eks deponier og overflate jord) til det marine miljøet.

Høye konsentrasjoner av PCB i overflatejord er påvist i Barentsburg og den forlatte russiske bosetningen Pyramiden. Miljøundersøkelser indikerer en aktiv PCB-kilde i Barentsburgområdet.

5.1.4. Langtransportert PCB

Langtransportert PCB-forurensning er mengdemessig sannsynligvis hovedkilde for den PCB som finnes på Svalbard. Å redusere ”importen” av denne forurensningen ligger utenfor Sysselmannens muligheter.

5.1.5. PCB og andre miljøgifter

Etter mange års forskning, miljøovervåking og aktivt forvaltningsarbeid på Svalbard er det fortsatt kunnskapshull og behov for forskning og tiltak mot PCB-forurensning og –effekter på individ, bestand og økosystemnivå.

PCB er bare en av mange miljøgifter. Effekten av miljøgiftene alene, i samspill med andre og metabolitter, som en av flere påvirkninger på individer og bestander er stort sett ukjent.

Vurderingen av forsknings- og miljøovervåkingsrapporter kompliseres bl.a av naturlig varians i prøvematerialet og usikkerhet knyttet til metode, prøvetaking og analyse.

5.2. Konklusjoner

Svalbard profileres mer og mer som plattform for internasjonal forskning og som turistmål. Den lokale forurensningen skal reduseres. Økt aktivitet og satsing på turisme, også i russisk bosetning, vil kunne bidra til en endring i lokal forurensningssituasjon for miljøgifter fremover. Dette bør ses i sammenheng med at Svalbard skal være et av verdens best forvaltede villmarksområder.

PCB er en prioritert miljøgift og er langt på vei assosiert med Arktis og Svalbard etter at flere dokumentasjoner på at miljøgiften finnes igjen i lokalt og regionalt naturmiljø og i fisk, fugl, pattedyr og mennesker. Det viktigste for å redusere PCB på Svalbard vil være å få forsvarlig utfasing internasjonalt (oppfølging Stockholmkonvensjonen). Men det må i tillegg settes i verk tiltak for å begrense tilførselen av PCB spesielt og andre miljøgifter fra lokale og regionale kilder.

PCB kommer til Svalbard med store luft- og havstrømmer, mye av dette er ”internasjonal” forurensning. Norge bør aktivt bidra til at land som bidrar til langtransportert PCB-forurensning på Svalbard reduserer sine utslipp og i størst mulig grad forsvarlig faser ut PCB-

holdig utstyr. Miljøforvaltningen må jobbe for å fremme aktivt samarbeid, bi-lateralt og internasjonalt, som kan bidra til konkrete reduserte utslipp av PCB.

Oppfølging av lokaliteter med forurenset grunn i lokal arealplanlegging og håndtering av PCB-forurensete masser ved eventuell riving/renovering/nybygg i bosetningene er viktig fremover. Hvis forurensningskildene på land fjernes, vil dette også føre til en raskere tildekking av de forurensete marine sedimenter med rent materiale.

Lokale kilder med PCB har også forurenset, og det finnes fortsatt aktive og potensielle kilder som vil kunne gi spredning til det marine miljøet i lang tid framover. Søl fra og ukontrollert utfasing av mulige PCB-produkter i bygg og anlegg vil skje raskt. Erfaringsmessig vil deler av dette PCB-avfallet kunne komme på avveie. Det er nok kunnskap om PCBs negative egenskaper til at forebyggende utfasing av PCB-holdig utstyr og produkter bør gjøres. Hvorvidt de lokale kildene også kan bidra til målte konsentrasjoner i luft på Svalbard bør utredes nærmere. Tiltak for å redusere eller stoppe ytterligere PCB-forurensning fra lokale kilder (forurenset grunn og deponier) bør vurderes. Forutsatt at det ikke foregår en sterk reaktivering, bør det ikke gjennomføres opprydding i sedimenterte marine masser i fjordene.

Proessen forut for denne rapporteringen har vist en del kunnskapshull og behov for forskning og tiltak mot PCB-forurensning og -effekter. Foreslåtte tiltak vil derfor bidra til øket og mer helhetlig kunnskap om PCB og mindre lokal tilførsel fra mulige forurensningskilder på Svalbard.

Det forventes at klimaforandringer som er varslet for framtiden kommer til å bidra til økt tilførsel av langtransportert PCB i regionen.

5.3. *Anbefalinger for videre arbeid (tiltak og behov for ny kunnskap)*

Oversikt over foreslåtte tiltak og anbefalte videre undersøkelser og satsinger i kp. 2-4, etter tematisk inndeling.

Kilder og tilførselsveier for PCB

- Samarbeid om reduksjon av utslipp med land som via luft og havstrømmer bidrar til PCB-forurensningen på Svalbard.
- Kartlegging og karakterisering av difuse kilder rundt Svalbard.
- Klimapåvirkning på remobilisering av sekundære PCB-kilder.
- Sammenstille alle undersøkelser (også eksternt kjøpte) fordelt på for eksempel marint miljø, terrestrisk miljø og sedimentlevende organismer.
- Undersøke og anslå mengder PCB i uberørte områder, både på land, i ferskvann og i sjøen (bakgrunnsverdier/langtransportert aggregert påvirkning).

Status PCB-forurensning

- Prøveprosjekt med et midlertidig mer finmasket stasjonsnett på Svalbard (PCB/POP i Svalbard luft) for å undersøke lokale/regionale forskjeller i deponering og eksponeringsmønster.
- Prøveprosjekt med innsamling av støv (støvbøtter) i bosetningene som grunnlag for å estimere et bidrag til human eksponering.
- Oversiktskart Svalbard som viser fordeling og langtransport av PCB til Svalbard (luft, hav, is og biologiske tilførsler, med relativ mengdeangivelse).
- Oversiktskart Svalbard som viser geografisk fordeling av estimerte potensielle lokale tilførsler (forurenset grunn med PCB, tilstandsklasser fjordbunn utenfor bosetningene, PCB på land).

- Verifikasjonsmålinger av utslipp fra forbrenning i kullkraftverk ses i sammenheng med sommeravdampning av PCB (skille lokale kilder og langtransportert PCB).
- Bidra til styrket forskning i Barentshavet, like målinger settes i gang.

Terrestrisk

- Undersøkelser av PCB i flora.
- Undersøke PCB i innsjøer på Svalbard.
- Ytterligere prøvetaking i Barentsburg og Pyramiden for å avgrense forurensede områder.
- PCB-prøvetaking i Colesbukta, Grumant, Isfjord radio, Sveagruva og Ny Ålesund (jordprøver og produkter).
- Overvåking av sivevann fra en lokalitet med PCB-forurenset grunn i Barentsburg.
- Mer detaljerte PCB-analyser fra erosjonsutsatte områder nedenfor PCB-kilder i Pyramiden, kan vise PCB-transport fra aktuelle kilder.
- Oppfølging av forurenset grunn-lokaliteter i lokal arealplanlegging og håndtering av PCB-forurensede masser ved eventuell riving/renovering/nybygg i bosettingene.
- Gjennomgang av SFTs grunnforurensningsdatabase og vurdering om nye lokaliteter fra NGUs kartlegging i 2007 skal tas inn (NGU rapport 2007.075).

Fluviale sedimenter

- Bidrag om PCB til nytt geokjemisk atlas for Svalbard.
- Beregninger av PCB-flux og sedimentasjon (Akvaplan-niva+NVE).
- Undersøkelser av PCB i røye, med spesiell fokus på innsjøer hvor det drives fiske eller i innsjøer hvor spesielle, lokale forhold kan føre til oppkonsentrering av PCB.

Marine sedimenter/marint miljø

- Overvåke utviklingen i marine sedimenter utenfor bosettingene med prøvetaking hvert 5. år (2010, 2015...), inkludert nye prøvetakingspunkter (utenfor brennende steintipper i Barentsburg).
- Kartlegging av miljøgiftinnhold i sedimentene Sveagruva, Colesbukta og Grumant.
- Undersøkelser for å finne eventuelle aktive kilder i Barentsburg.
- Beregne spredningen av PCB fra kilder på land til det marine miljøet (se terrestrisk).
- Analyser av eksisterende kjernep prøver (flomsedimenter og marine sedimenter) for å undersøke endring av tilførsel av miljøgifter 1950-2008.
- Undersøkelser av biotilgjengelighet av PCB i sedimentene og om muligheten for spredning videre i næringskjedene.
- Kontakte SNSK om å få tilgang til PCB-undersøkelser, bl.a. vedr Van Mijenfjorden.

Plante- og dyreliv

- Undersøkelser av biotilgjengelighet av PCB i sedimentene og muligheten for spredning videre i næringskjedene gjennom analyser av bunndyr samlet inn utenfor de norske og de russiske bosettingene (sammenligning av nivåer og kongenerprofiler).
- Undersøkelser av mulig metode for å identifisering av lokale kilder ved å studere oppkonsentrering av PCB i stedbunden fugl og fisk.
- Undersøkelser av mulig metode for å identifisering av lokale kilder ved å studere oppkonsentrering av PCB i fjellrev ved bosettingene.
- Undersøkelser av mulig PCB i vilt som mulig kilde til PCB hos folk på Svalbard (jakt på rein, rype og sel, fiske av røye).
- Analyser av planlagte prøver av rotter i Longyearbyen også for miljøgifter.
- Kartlegging av miljøgifter i egg fra krykkje i Barentsburg kan si noe om lokal påvirkning på hekkende fugl på stedet (NP/NTNU).
- Habitatbruk hos polarmåke (fordeling i tid og rom ved hjelp av GPS satellittsporing), mulig PCB-opptak (og andre miljøgifter) og påvirkning fra lokale kilder, gjennom innsamling og analyse av vevsprøver (blod) og mageinnhold. Analyser for å avklare evt. opptak fra lokale kilder (mønstervariasjon). Undersøkelsen sees opp mot artens rødlistestatus (Svalbard) og som toppredator i den "arktiske næringskjeden".

Biologiske effekter av PCB

- Forskning på effekter av nedbrytingsprodukter fra PCB

Annnet arbeid med PCB*PCB i bygningsmasse og teknisk utstyr*

- Innspill til praktisk veileder i anledning ny forskrift om BA-avfall
- Utarbeide en enkel håndbok for identifikasjon av russisk PCB-holdig elektrisk utstyr (med foto og eventuell analysedokumentasjon)
- Sanering av PCB-holdig elektrisk utstyr i Barentsburg og forlatte bosetninger som Pyramiden.
- Utfasing kondensatorer og annet PCB-holdig elektrisk utstyr i Barentsburg og forlatte bosetninger som Pyramiden.
- Undersøkelser av biotilgjengelighet av russisk PCB-holdig maling.
- Prøvetaking av maling i bygninger fra andre steder på Svalbard.
- Tilsyn for å sikre slutføring av PCB-utfasing i norske bosetninger (2008-2010).
- Bruke erfaringene fra utfasingsarbeidet i Barentsburg til utvidet bi-lateralt PCB-samarbeid med Russland

Russiske miljøundersøkelser på Svalbard og norsk-russisk samarbeid

- Søke samarbeid med russerne om felles analyse og interkalibrering av tilgjengelig materiale fra respektive lands prøvetaking i 2007.
- Søke samarbeid med russerne om et felles prøvetaking (jord, vann og luft) i 2008.
- Samarbeid med Russland for å etablere PCB-profiler for PCB produsert i Sovjet-perioden.
- Gi innspill om miljøgifter/PCB som tema til neste konferanse Norge/Russland på Svanhovd i juni 2008.

Modeller for tilførsel og spredning

- Tilpasning av eksisterende modeller for tilførsel og spredning av langtransportert forurensning til Svalbard.
- Tilpasning av modell for evaluering av betydning av lokalt forurenset sediment for konsentrasjonene i lokal biota.
- Innsamling av sedimentkjerner i aktuelle områder for blydatering og PCB-analyser i sedimentsnitt, for å undersøke om netto flux til sediment (fra lokal landbasert kilde) fortsatt forekommer.

Miljøovervåkingsprogrammer

- Foreslå Ellasjøen og et referansevann som modell for overvåking av trender (også for andre miljøgifter, klimakobling, tidlig indikasjon på tilførsel av nye miljøgifter). Bør i så fall inn i MOSJ.
- Foreslå eventuelle stasjonære målepunkt for overvåking av evt. utlekking av PCB fra lokale kilder på land til sjø. Bør i så fall inn i MOSJ og Tilførselsprosjektet.

6 Rapportoversikt stedfestede miljøgiftundersøkelser

Tabellen gir oversikt over gjennomførte undersøkelser av PCB og miljøgifter i geografisk avgrensede områder på land og i sedimenter på Svalbard, med resultater og mulig oppfølging (Sysselmannen på Svalbard 2008).

År	Inst./referanse	Resultat/Tilstand	Stoffer/kilder	Oppsummering og oppfølging
Longyearbyen/Adventfjorden				
2007	NGU/ Jartun et.al. 2007	PCB-analyser av overflatejord, maling, betong, oljer og kondensatorer. Lav grad av PCB-forurensning i jord (tilstandsklasse I og II), påvist i maling og i jorda rundt brakker i Nybyen og i maling fra Gruve 3.	PCB i olje, maling, betong, jord og kondensatorer	Det er påvist lokal tilførsel av miljøgifter til Adventfjorden, men generelt lave verdier (tilstandsklasse I-II). Mulige kilder i forurenset grunn er vurdert av NGI, og anbefalte tiltak har vært fulgt opp tidligere og blir gjennomgått av SFT/SMS i 2008.
2006	SMS 2006	Tilsyn hos alle bygningseiere av utfasing PCB-lysarmatur, merking PCB-isolerglassuter og behandling av farlig avfall. Alle kondensatorer skal være utfaset i løpet av 2007, alle vinduer skal være merket.	PCB i lysarmatur og isolerglassruter.	Evt. Tiltak mot PCB i maling og i overflatejord i Nybyen og ved Gruve 3 må vurderes.
2005	Akvaplan-niva/Velvin et al. 2006	Marin resipientundersøkelse ved Longyearbyen, Svalbard 2005. Bløtbnunnsundersøkelse i Adventfjorden for Svalbard Samfunnsdrift.		Kildesituasjonen i avløp forventes å være bedre enn før 90-tallet på bakgrunn av strengere regelverk på bruk av de ulike forbindelsene.
2005	Akvaplan-niva/Evenset 2006	Miljøundersøkelse av marine sedimenter utenfor bosetningene i Isfjorden. PCB i sedimentet i Adventfjorden ligger innenfor tilstandsklasse I.		Nye rensesiltak blir vurdert etter nye målinger innen 2009. Aktuelt med oppfølgende undersøkelser for å overvåke status. Oversikt over utfasete PCB-lysarmaturer hos SMS. Energiverket har fått krav om nytt askedeponi som over tid vil redusere utvasking langs fjorden der dagens aske blir deponert, selv om tilførsel av miljøgifter og tungmetaller fra sigevannet er vist lavt.
2002	Akvaplan-niva/Evenset 2002	Miljøgifter i Adventfjorden: Sammenheng med utslipp fra Longyear Energi? På oppdrag fra Longyear energi.		
2001	Akvaplan-niva/Evenset 2002	Oppfølging av DDT- og toksafenfunn i to stasjoner fra Cochrane et.al. 2001. Vesentlig lavere DDT-verdier (klasse I), og med relativt høyere andel DDE og DDD enn i 1998. Lokalt utslipp av DDT på slutten av 90-tallet kan ikke utelukkes. Toksafen ble ikke gjenfunnet. Det spekuleres i mulig feil i toksafen-analysen fra 1998.	PCB/HCB: avløp, gamle fyllinger PAH: Kullkraftverk, skipstrafikk, olje-forurensning, kullpartikler (naturlig og fra kulldrift). DDT: Ukjent	
1999	Akvaplan-niva/Savinova et al. 1999.	Biologiske effekter av POPs på polarmåke.		
1999	NP/ Hop et.al. 2001	POP i marin makro-benthos. Det ble funnet ubetydelig forhøya nivå av forurensning i materialet (klasse I).		
1998	Akvaplan-niva/Cochrane et.al. 2001	Samtlige stasjoner PAH i klasse II. PCB klasse I på de fleste stasjoner, en stasjon klasse II. For HCB lå stasjonene i klasse I-II. DDT en stasjon klasse IV, øvrige klasse I-II. Høy andel DDT i forhold til DDD/DDE antydnet "fersk" tilførsel. Lave verdier av metaller (klasse I).		
1992	Akvaplan-niva/Holte et.al. 1994	Samtlige stasjoner PAH i klasse III. PCB under deteksjonsgrense (< 0,2 µg/kg). HCB i klasse III-IV. Lave verdier av DDT. Lave verdier av metaller (klasse I).		

Grønfjorden/Barentsburg

2007	NGU/ Jartun et.al. 2007	PCB-analyser av overflatejord, maling, betong, oljer og kondensatorer. Over 11 % PCB i russiske kondensatorer. Jord fra de russiske bosetningene er markert forurenset med PCB (tilstandsklasse II-V for begge), høyere innhold av PCB enn tidligere funnet på fastlands-Norge. Dette skyldes nok svært høye konsentrasjoner av PCB i maling fra Barentsburg og Pyramiden, i Barentsburg også påvist PCB i betong.	PCB i olje, maling, betong, jord og kondensatorer	Det er påvist lokal tilførsel av miljøgifter, og Grønfjorden utenfor Barentsburg fremstår i dag som det mest påvirkede av de undersøkte områdene (tilstandsklasse I-III). Mulige kilder i forurenset grunn er vurdert av NGI, og anbefalte tiltak følges opp.
2005	Akvaplan-niva/Evenset 2006	Miljøundersøkelse av marine sedimenter utenfor bosetningene i Isfjorden. Konsentrasjonene i Grønfjorden utenfor Barentsburg lå i tilstandsklasse II.		Kildesituasjonen i avløp forventes å være bedre enn før 90-tallet på bakgrunn av strengere regelverk på bruk av de ulike forbindelsene.
1999	Norsk Polarinst./ Hop et.al. 2001	POP i marin makro-benthos. Det ble funnet ubetydelig forhøya nivå av forurensning i materialet. Dvs. hovedsaklig klasse I, med unntak av PAH klasse II.	PAH: Kullkraftv, skipstrafikk, olje-forurensning, kullpartikler (naturlig og fra kulldrift). PCB/HCB: avløp, gamle fyllinger	For de russiske bosetningene er effekten av dette usikker. Aktuelt med oppfølgende undersøkelser for å overvåke status og gjennomføring av tilsyn. Norske myndigheter har varslet likebehandling av Trust Arktikugol med hensyn til miljøkrav til virksomheten.
1998	Akvaplan-niva/Cochrane et.al. 2001	PAH i klasse II og PCB i klasse I på alle stasjoner. HCB i klasse I-II. DDT en stasjon klasse III, øvrige klasse I-II. Lave verdier av metaller (klasse I).		
2001	Akvaplan-niva/Savinov et al. 2001.	Contaminant levels in Glaucous Gulls from Barentsburg, 2001		
1992	Akvaplan-niva/Holte et.al. 1994	Samtlige stasjoner PAH i klasse III. PCB: en stasjon klasse III, tre stasjoner klasse II, to stasjoner klasse I. For HCB lå stasjonene i klasse III-IV. Lave verdier av DDT. Lave verdier av metaller (klasse I).		

År	Inst./referanse	Resultat/Tilstand	Stoffer/kilder	Oppsummering og oppfølging
Billefjorden/Pyramiden				
2007	NGU/ Jartun et.al. 2007	PCB-analyser av overflatejord, maling, betong, oljer og kondensatorer. Over 11 % PCB i russiske kondensatorer. Jord fra de russiske bosetningene er markert forurenset med PCB (tilstandsklasse II-V for begge), høyere innhold av PCB enn tidligere funnet på fastlands-Norge.	PCB i olje, maling, betong, jord og kondensatorer.	Det er påvist lokal tilførsel av miljøgifter i sedimentene (klasse II-III). Høyere nivåer av PCB i 2005 enn i 1998 indikerer en aktiv kilde. Høye PCB-nivåer i maling/betong, PCB-holdig kassert utstyr i dagen.
2005	Akvaplan-niva/ Evenset 2006	Miljøundersøkelse av marine sedimenter utenfor bosetningene i Isfjorden. Høyeste konsentrasjonene av PCB ble funnet utenfor Pyramiden (tilstandsklasse III).	PCB fra mulig aktiv kilde på land.	Mulige kilder i forurenset grunn er vurdert av NGI. Stort lager av olje er ryddet opp i 2006, kan ha lekket oljer. Driften ble lagt ned i 1998, avløp opphørte. Utvasking av forurenset grunn kan bli større etter hvert som elva eroderer byen. Opprydding av PCB-holdig avfall og tiltak mot PCB i maling og overflatejord må vurderes. Oppfølgende undersøkelser bør gjennomføres.
1999	Norsk Polarinst./ Hop et.al. 2001	POP i marin makro-benthos. Det ble funnet ubetydelig forhøya nivå av forurensning i materialet (klasse I)	PAH: Kullkraft, oljer, kullpartikler (naturlig og fra kulldrift).	
1998	Akvaplan-niva/ Cochrane et.al. 2001	De fleste stasjoner PAH i klasse II, PCB klasse I, HCB i klasse I, DDT klasse I-II. Lave verdier av metaller (klasse I-II, naturlig)	PCB/HCB/DDT: avløp, gamle fyllinger	
Kongsfjorden/Ny-Ålesund				
1999	Norsk Polarinst./ Hop et.al. 2001	POP i marin makro-benthos. Det ble funnet ubetydelig forhøya nivå av forurensning i materialet (klasse I).	PAH: Olje-forurensning, kullpartikler (naturlig og fra kulldrift).	Tiltak ved mulige kilder (deponiet og tankanlegg) er gjennomført i 2003. Ved avslutning av lokalitetene er det aktuelt å fastsette overvåkingskrav. Gjennomføring av tilsyn.
1997	Akvaplan-niva/ Olsson et.al. 1998	PAH klasse II i Kongsfjorden. Konsentrasjonene på nivå med øvrige stasjoner i undersøkelsen i områder uten lokale kilder.	PCB: gammel fylling	
1991/ -92	NIVA/ Skei 1993	Sedimentundersøkelse. Forhøyede verdier av PCB - klasse I - ved deponiet i Kullhamna. PAH klasse V ved deponiet i Kullhamna og klasse III like utenfor Ny-Å. Deponiet og oljeforurensning fra tankanlegget (lekkasje i 1985) kan være mulige kilder. PAH er ellers i fjorden ikke avdekket i konsentrasjoner som gir grunn til oppfølging. Pesticider og PCB stort sett på bakgrunnsnivå eller under deteksjonsgrensen i Kongsfjorden. Metaller stort sett på bakgrunnsnivå.		
1988	NGU	Metaller i jord	Naturlig forhøyet innhold	Gull, Arsen forekomst
Isfjorden				
1999	Norsk Polarinst./ Hop et.al. 2001	POP i marin makro-benthos (vest for utløp av Linnøvatnet). Det ble funnet ubetydelig forhøya nivå av forurensning i materialet. Dvs. hovedsaklig klasse I, med unntak av PAH klasse II.	Naturlig lekkasje av olje fra sjøbunnen, kull (naturlig og fra gruvedrift) og forbrenningsrester fra kullkraftverk og skipstrafikk.	Kan være aktuelt å innta målepunkter fra disse undersøkelsene i oppfølgingsundersøkelse av sedimenter utenfor bosettingene i Isfjorden planlagt i 2015 for å følge med utviklingen i det store fjordsystemet og overvåke status.
1998	Akvaplan-niva/ Cochrane et.al. 2001	PAH klasse II i Svensksunddjupet ytterst i Isfjorden. POP og metaller viser ikke vesentlig forhøyde verdier (klasse I-II).		
1992	Akvaplan-niva/ Killie et.al. 1997	PAH klasse III i Svensksunddjupet ytterst i Isfjorden. Øvrige POP og metaller viser ikke vesentlig forhøyde verdier (klasse I-II)		
Colesbukta				
2001	NGI 2002		Diesel i fri fase ved lektere.	Pålegg om tiltak vurderes av SFT/SMS i 2008.
2005	Akvaplan-niva/ Evenset et al. 2006	Miljøundersøkelse av marine sedimenter utenfor bosetningene i Isfjorden. Lave konsentrasjoner av PCB (tilstandsklasse I).	PCB-mønster tyder på langtransport som kilde.	
Forlandsundet				
1998	Akvaplan-niva/ Cochrane et.al. 2001	PAH klasse II sør for Poolepynten i Forlandsundet. Øvrige POP og metaller viser ikke vesentlig forhøyde verdier (klasse I-II), lavere verdier enn i Isfjorden, og i samsvar med "bakgrunnsverdier" rundt Svalbard.		Ikke aktuelt med oppfølging.
Sveagruva				
2008	Akvaplan-niva/ Velvin et al. In prep.	Miljøgifter i sediment fra VanMijenfjorden. Oppdrag fra Store Norske Spitsbergen kullkompani.		
Grumant				
-		Aktuelt med PCB-undersøkelser. Stor sedimentasjon og betydlige fjordstrømmer, men aktuelt med fjordundersøkelser som del av prøvetakingen i neste sedimentundersøkelse i 2010.		

År	Inst./referanse	Resultat/Tilstand	Stoffer/kilder	Oppsummering og oppfølging
Ferskvann				
1997	Akvaplan-niva/ Skotvold et al. 1997.	Tungmetaller og persistente organiske miljøgifter i sediment og fisk fra innsjøer i Nord-Norge og på Svalbard.	PCB målt i sediment.	PCB målt i sediment fra Ellasjøen og Barentsvann. Høye nivåer i Ellasjøen. Relativt lave nivåer i Barentsvann. Fisk fra Ellasjøen, Diesetvannet, Richardvatn, Hornsundet og Konkressvatn analysert for POPs.
2008	Akvaplan-niva/ Christensen et al. In prep.	Koordinerte, nasjonale sedimentundersøkelser. Del III: Status for metaller og organiske miljøgifter i sedimenter og fisk fra utvalgte innsjøer innen det norske AMAP-området	POPs og metaller målt i sediment.	Sediment fra Ellasjøen, Kongressvatn, Arresjøen, Richardvatn og analysert for POPs og metaller. Fisk fra Ellasjøen, Richardvatn, Åsøvatn og Arresjøen er analysert for POPs og Hg.
Diverse områder				
1994	Akvaplan-niva/ Olsson et.al. 1998	Måling av langtransportert forurensningsnivå i Hinlopen, Storfjorden, Erik Eriksenstretet m.fl..		Ikke aktuelt med oppfølging.
1992	Killie et.al. 1997			
1987	NGU, Ottesen et al	Geokjemisk kartlegging 50 grunnstoffer		Prøvematerialet er arkivert i NGUs prøvebank.

7. Kilder

Kildene er sortert på disse temaene:

1. *Forurenset grunn og PCB-undersøkelser på land*
2. *Sedimentundersøkelser*
3. *Pattedyr*
4. *Fugl*
5. *Fisk*
6. *Bjørnøya*
7. *Andre*

1. Forurenset grunn og PCB-undersøkelser på land

- Andersson, M. og Volden, T., 2002. PCB i yttervegger i bygninger i Tromsø. NGU-rapport 2002.013, 14 s.
- Andersson, M., Volden, T., Haugland, T. og Ottesen, R.T., 2002. PCB i yttervegger i hus fra Bergen og i uteområdene rundt bygningene. NGU-rapport 2002.012, 15 s.
- Andersson, M., Ottesen, R.T. og Volden, T., 2003a. PCB i barns lekemiljø i Bergen. NGU-rapport 2003.058, 22 s.
- Andersson, M., Volden, T., Jartun, M. og Ottesen, R.T., 2003b. PCB i yttervegger i hus fra Oslo øst og uteområder rundt bygningene. NGU-rapport 2003.096, 14 s.
- Eggen, O.A., Haugland, T., Finne, T.E. & Jartun, M. 2007. Kartlegging av jordforurensning i 58 barnehager i bydel Østensjø. NGU-rapport 2007.016, 98 s.
- Haugland, T., Ottesen, R.T., Volden, T. & Jartun, M. 2005. Jordforurensning i OBY-barnehager innenfor Ring 2. NGU-rapport 2005.064, 128 s.
- Haugland, T., Ottesen, R.T., Volden, T. & Gaut, S. 2006. Jordforurensning i barnehager innenfor Ring 2 – del 2. NGU-rapport 2006.028, 89 s.
- Jartun, M., Volden, T., Ottesen, R.T. 2007. PCB fra lokale kilder i Barentsburg, Pyramiden og Longyearbyen på Svalbard. NGU Rapport 2007.075. 31 s.
- Jartun, M. 2003. Jordforurensning i Tromsø. Hovedfagsoppgave til graden Cand.scient., NTNU, Institutt for Kjemi, 151 s.
- Jartun, M. & Volden, T. 2006. Jordforurensning i Harstad. NGU-rapport 2006.014, 97 s.
- Hermanson, M. H. Johnson, G. W., Matthews, K., Isaksson, E., Teixeira, C., van de Wal, R. S. W., Muir, D. C. G. 2005. *Historic PCB congener profiles in an ice core from Svalbard, Norway*. Organohalogen Compounds (Proceedings 25th International Symposium on Halogenated Organic Environmental Pollutants and Persistent Organic Pollutants) 50, 936-939.
- Hermanson, M. H., Matthews, K. A., Isaksson, E., Teixeira, C., Muir, D. C. G., Winther, J-G., van de Wal, R., Steig, E. J. Congener profiles of polychlorinated biphenyls in an ice core from Lomonosovfonna, Svalbard. Society for Environmental Toxicology & Chemistry (SETAC), 14th European Conference, Prague, Czech Republic, 2004.
- Kjeldsen, S. 1987. Innholdet av arsen og vismut i flomsedimenter fra Svalbard. NGU-rapport 87.114, 21 s.
- Kjeldsen, S. & Volden, T. 1988. Geokjemisk kartlegging på Svalbard. Innholdet av gull og tellur i flomsedimenter. NGU-rapport 88.096, 24 s.
- NGI, 1989a. Svalbard - Undersøkelse av forurensete lokaliteter, Longyearbyen I. NGI-rapport 984096-1. 65 s.
- NGI, 1998b. Svalbard - Undersøkelse av forurensete lokaliteter, Longyearbyen II. NGI-rapport 984096-2. 65 s.
- NGI, 1998c. Svalbard - Undersøkelse av forurensete lokaliteter, Pyramiden og Barentsburg. NGI-rapport 984096-4.
- NGI, 1999. Svalbard - Undersøkelse av forurensete lokaliteter, Ny Ålesund. NGI-rapport 984096-3.
- NGI, 2000a. Svalbard - Supplerende undersøkelse av forurensete lokaliteter, Longyearbyen I. NGI-rapport 994070-1.
- NGI, 2000b. Svalbard - Supplerende undersøkelse av forurensete lokaliteter, Longyearbyen II. NGI-rapport 994070-2.

- NGI, 2000c. Svalbard - Supplerende undersøkelser av forurensede lokaliteter, Tvillingvann, NY-Ålesund. NGI-rapport 994070-3.
- NGI, 2000d. Svalbard - Terrestriske bakgrunnsverdier i Longyearbyen. NGI-rapport 994070-5
- NGI, 2000e. Svalbard - Avklarende undersøkelser av forurensede lokaliteter, Svea. NGI-rapport 994070-4.
- NGI, 2002. Miljøundersøkelser ved de russiske områdene i Barentsburg og Pyramiden samt Hollenderdalen og Colesbukta. NGI-rapport 20011181-1.
- Ottesen, R.T. & Volden, T. 1999. Jordforurensning i Bergen. NGU-rapport 99.022, 27 s.
- Ottesen, R.T., Langedal, M., Cramer, J., Elvebakk, H., Finne, T.E., Haugland, T., Jæger, Ø, Longva, O., Storstad, T.M. & Volden, T. 2000. Forurenset grunn og sedimenter i Trondheim kommune: Datarapport. NGU-rapport 2000.115, 57 s.
- Ottesen, R.T., Ekremsæter, J., Kjeldsen, S. & Volden, T. 1987. Geokjemisk kartlegging på Svalbard. NGU-rapport 87.055, 14 s.
- Ottesen, R.T., Kjeldsen, S. & Volden, T. 1988. Geokjemisk kartlegging på Svalbard. Totalinnhold av grunnstoffer i flomsedimenter. NGU-rapport 88.002, 10 s. + vedlegg
- SFT, 1991. Kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn, SFT rapport 91:01 og 91:01b
- SFT, 1998. Hansen, H.J. & Danielsberg, A. Kartlegging av deponier, forurenset grunn og etterlatenskaper på Svalbard. Statens forurensningstilsyn, rapport 98:04. 48 s og rapport 98:04B, 123 s. (TA 1522/1998 og 1523/1998)
- Tveter, .M.G. 2005. Atmosfærisk nedfall av tungmetaller og PCB på Bjørnøya. Mastergradsoppgave i naturmiljøkjemi. Institutt for kjemi. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

2. Sedimentundersøkelser

- Cochrane, S., Næs, K., Caroll, J., Trannum, H.C., Johansen, R. & Dahle, S. 2001. Marin miljøundersøkelse ved bosetningene Barentsburg, Longyearbyen og Pyramiden i Isfjorden, Svalbard. Akvaplan-niva rapport APN-414.1466. 57 s.
- Evenset, A. 2002. Klorerte miljøgifter i sedimentprøver fra Adventfjorden, Svalbard. Akvaplan-niva rapport APN-414.2369.
- Evenset, A., Christensen, G.N. & Palerud, R. 2006. Miljøgifter i marine sedimenter, Isfjorden, Svalbard 2005. Akvaplan-niva rapport APN-414.3341. 37 s.
- Holte, B., Næs, K., Dahle, S. & Gulliksen, B. 1994. Marine resipientundersøkelser ved Longyearbyen og Barentsburg, Svalbard. Bunndyrsamfunn og miljøgifter i bunnsedimenter. Akvaplan-niva rapport APN-412.94.402. 47 s.
- Hop, H., Sagerup, K., Schlaback, M. & Gabrielsen, G.W. 2001. Persistent organic pollutants in marine macro-benthos near urban settlements on Svalbard; Longyearbyen, Pyramiden, Barentsburg and Ny-Ålesund. Norsk Polarinstitutt. Internrapport nr. 8/2001. 33 s.
- Killie, B., Dahle, S., Matishov, G. & dos Santos, J. 1997. Svalbard, Frans Josef Land and the Eastern Barents Sea: Contaminants in marine sediments from 1992-1994. Akvaplan-niva rapport APN-414.97.893
- Kovacks, K. 1996. The impact of human settlement on Svalbard. Contaminant risks to the environment. Akvaplan-niva rapport 410.96.1043, 74 s.
- Olsson, K., Savinov, V., Gulliksen, B. & Dahle, S. 1998. Contaminants in marine sediments, Svalbard 1997. Akvaplan-niva rapport APN-412.98.1396.
- Skei, J. 1993. Miljøgeokjemiske undersøkelser i Kongsfjorden 1991 og 1992. NIVA rapport O-90112. 42 s.

3. Pattedyr

- Andersen M, Lie E, Derocher AE, Belikov SE, Bernhoft A, Bultinov AN, Garner GW, Skaare JU, Wiig Ø. Geographic variation of PBC congeners in polar bears (*Ursus maritimus*) from Svalbard east to the Chukchi Sea. *Polar Biol* 2001; 24: 231-238
- Bang, K., Jenssen, B.M., Lydersen, C. og Skaare, J.U. 2001. Organochlorine burdens in blood of ringed and bearded seals from north-western Svalbard. *Chemosphere* 44, 193-203.

- Bernhoft A, Skaare JU, Wiig Ø, Derocher AE, Larsen HJ. Possible immunotoxic effects and organochlorines in polar bears (*Ursus maritimus*) at Svalbard. *J Toxicol Environ Health* 2000; 59: 101-114.
- Bernhoft A, Wiig Ø, Skaare JU. Organochlorines in polar bears (*Ursus maritimus*) at Svalbard. *Environ Pollut* 1997; 95 (2): 159-175.
- Braathen, M., Derocher, A.E., Wiig, Ø., Sørmo, E.G., Lie, E., Skaare, J.U. & Jenssen, B.M. 2004. Relationships between PCBs and thyroid hormones and retinol in female and male polar bears. *Environmental Health Perspectives*, Vol.112, No.8, 826-833.
- Dietz, R., Riget, F.F., Sonne, C., Letcher, R., Born, E.W. & Muir, D.C.G. 2004. Seasonal and temporal trends in polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in East Greenland polar bears (*Ursus maritimus*), 1990-2001. *Science of the Total Environment* 331, 107-124.
- Fuglei E, Bustnes JO, Hop H, Mork T, Bjornfoth H, van Bavel B 2007. Environmental contaminants in arctic foxes (*Alopex lagopus*) in Svalbard: Relationships with feeding ecology and body condition. *ENVIRONMENTAL POLLUTION* 146:128-138.
- Gabrielsen G.W. 2007. Levels and effects of persistent organic pollutants in arctic animals. In "Arctic-Alpine Ecosystems and People in a Changing Environment" (Orbaek, J.B., Kallenborn, R., Tombre, I., Hegseth, E.N., Falk-Petersen, S. and A. H. Hoel A.H. (eds)). Springer Verlag, Berlin, Chapter 20, page 377-412.
- Gabrielsen, G. W. & E. Henriksen 2001. Persistent organic pollutants in Arctic animals in the Barents Sea area and at Svalbard. Levels and Effects. In: *Memoirs of National Institute of Polar Research, Special Issue; No. 54, 349-364.* Haave M, Ropstad E, Derocher AE, Lie E, Dahl E, Wiig Ø, Skaare JU, Jensen BM. Polychlorinated Biphenyls and reproductive hormones in female polar bears at Svalbard. *Environmental Health Perspectives* 2003; 4 (volume 111): 431-436.
- Henriksen EO, Wiig Ø, Skaare JU, Gabrielsen GW, Derocher AE. Monitoring PCB in polar bears: lesson learned from Svalbard. *J Environ Monitoring* 2001; 3: 1-7
- Lie, E., Bernhoft, A., Riget, F., Belikov, S.E., Boltunov, A.N., Derocher, A.E., Garner, G.W., Wiig, Ø. & Skaare, J.U. 2003. Geographical distribution of organochlorine pesticides (OCPs) in polar bears (*Ursus maritimus*) in the Norwegian and Russian Arctic. *Science of the Total Environment* 306, 159-170.
- Lie E, Derocher AE, Wiig Ø, Skaare JU. Polychlorinated biphenyls in mother/offspring pairs of polar bears (*Ursus maritimus*) at Svalbard. *Organohalogen Compound* 2000; 49: 457-460.
- Lie E, Larsen HJS, Larsen S, Johansen GM, Derocher AE, Lunn NJ, Norstrom RJ, Wiig Ø, Skaare JU. Does high organochlorine (OC) exposure impair the resistance to infection in polar bears (*Ursus maritimus*)? Part I: Effect of OCS on the humoral immunity. Accepted for publication in *J. Toxicology & Environmental Health*, 2004; part A; 67: 555-582
- Lie E, Larsen HJS, Larsen S, Johansen GM, Derocher AE, Lunn NJ, Norstrom RJ, Wiig Ø, Skaare JU. Does high organochlorine (OC) exposure impair the resistance to infection in polar bears (*Ursus maritimus*)? Part II: Effect of OCs on mitogen- and antigen-induced lymphocyte proliferation. *J. Toxicology & Environmental Health* 2005; Part A, 68: 457-484.
- Olsen GH, Mauritzen M, Derocher AE, Sørmo EG, Skaare JU, Wiig Ø, Jensen BM. Space-Use Strategy is an important determinant of PCB concentrations in female polar bears in the Barent Sea. *Environmental Sci. Technol.* 2003; 37: 4919-4924.
- Oskam I, Ropstad E, Dahl E, Lie E, Derocher AE, Wiig Ø, Larsen S, Wiger R, Skaare JU. Organochlorines affect the major androgenic hormone, testosterone, in male polar bears (*Ursus maritimus*) at Svalbard. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A.* 2003; 66: 2119-2139.
- Oskam IC, Ropstad E, Lie E, Derocher AE, Wiig Ø, Dahl E, Larsen S, Skaare JU. Organochlorines affect the steroid hormone cortisol in polar bears (*Ursus maritimus*) at Svalbard, Norway. *J. Toxicology & Environmental Health* 2004; 67 (12): 959-977.
- Skaare JU, Bernhoft A, Derocher A, Gabrielsen GW, Goksøyr A, Henriksen E, Larsen HJ, Lie E, Wiig Ø. Organochlorines in top predators at Svalbard - occurrence, levels and effects. *Toxicol Letters* 2000; 112-113: 103-109
- Skaare JU, Bernhoft A, Wiig Ø, Norum KR, Haug E, Eide DM, Derocher AE. Relationships between plasma levels and organochlorines, retinol and thyroid hormones from polar bears (*Ursus maritimus*) at Svalbard. *Toxicol Environ Health Pt A* 2001; 62, (4): 227-241.

- Skaare JU, Larsen HJ, Lie E, Bernhoft A, Derocher AE, Norstrom R, Ropstad E, Wiig Ø. Ecological risk Assessment of persistent organic pollutants in the Arctic. *Toxicology* 2002; 181-182, 193-197.
- Steindal EH, Lie E, Van den Brink NW, Skaare JU. Direct ordination analysis of organochlorines in Polar Bear: Determining the relevance of explanatory variables. *Organohalogen Compounds* 2006; 68: 1470-1473.
- Verreault, J., Muir, D.C.G., Norstrom, R.J., Stirling, I., Fisk, A.T., Gabrielsen, G.W., Derocher, A.E., Evans, T.J., Dietz, R., Sonne, C., Sandala, G.M., Gebbink, W., Riget, F.F., Born, E.W., Taylor, M.K., Nagy, J. & Letcher, R.J. 2005. Chlorinated hydrocarbon contaminants and metabolites in polar bears (*Ursus maritimus*) from Alaska, Canada, East Greenland, and Svalbard: 1996-2002. *Science of the Total Environment* 351-352, 369-390.
- Wiig Ø, Derocher AE, Cronin MM, Skaare JU. Female Pseudohermaphrodite Polar Bears at Svalbard. *Wildlife Diseases* 1998; 34: 792-796

4. Fugl

- Henriksen; E.O., Gabrielsen, G.W., Skaare, J.U., Skjeggstad, N. & Jenssen, B.M. 1998. Relationships between PCB levels, hepatic EROD activity and plasma retinol in glaucous gulls, *Larus hyperboreus*. *Marine Environmental Research*, Vol. 46, No. 1-5, 45-49.
- Gabrielsen, G.W. og J. O. Bustnes. 2004. Er polarmåkene på Bjørnøya påvirket av miljøgifter? *Ottar* 5: 60-65.
- Knudsen, L.B., Sagerup, K., Polder, A., Schlabach, M., Josefsen, T.D., Strøm, H., Skåre, J.U. & Gabrielsen, G.W. 2007. Halogenated Organic Contaminants (HOCs) and mercury in dead or dying seabirds on Bjørnøya (Svalbard). SFT-report, TA-2222/2007, 45 s.
- Murvoll, K.M., Skaare, J.U., Jensen, H. & Jenssen, B.M. 2007. Associations between persistent organic pollutants and vitamin status in Brünnich's guillemot and common eider hatchlings. *Science of the Total Environment* 381, 134-145.
- NINA. Populasjonsøkologiske effekter av PCB-forurensning: et studie av polarmåke. Ansvarlig institutt: Norsk institutt for naturforskning – Tromsø Prosjektleder: Erikstad, Kjell Einar, Professor Prosjektnr: 114198/720
- Savinov, V., Muir, D., Savinova, T., Gabrielsen, G., Alexeeva, L., Marasaev, S. & Zyryanov, S. 2005. Chlorinated hydrocarbons and polybrominated diphenyl ethers in glaucous gulls (*Larus hyperboreus*) from Barentsburg (West Spitsbergen). *ORGANOHALOGENS* Vol. 67: 981-985.
- Verreault, J., Shahmiri, S., Gabrielsen, G.W. and Letcher, R.J. 2007. Organohalogen and metabolically-derived contaminants and associations with whole body constituents in Norwegian Arctic glaucous gulls. *Environment International* 33, 823-830.

5. Fisk

- Aluru N, Jørgensen, E.H og Vijayan MM 2004. PCB disruption of the hypothalamus-pituitary-interrenal axis involves brain glucocorticoid receptor downregulation in anadromous Arctic charr. *Amer. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 287:R787-793.
- Jørgensen, E.H., Aas-Hansen Ø, Maule A, Tau Strand JE og Vijayan MM 2004. PCB impairs smoltification and seawater performance in anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 138:203-212.
- Jørgensen, E.H., Bye, B.E., & Jobling, M. 1999. Influence of nutritional status on biomarker responses to PCB in the Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Aquatic Toxicology*. 44: 233-244.
- Jørgensen, E.H, Vijayan MM, Killie J-E, Aluru N, Aas-Hansen Ø og Maule AG 2006. Toxicokinetics and effects of PCB in Arctic fish: A review of studies on Arctic charr. *J. Toxicol. Environ. Health. Part A*, 69:37-52.
- Kallenborn, R., Burkow, I.C., Schlabach, M. & Jørgensen, E.H. 1997. PCB and pesticide distribution in cod (*Gadus morhua*), sea trout (*Salmo trutta*) and Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) from the Norwegian Arctic. *Organohalogen Compounds* 32: 252-256.
- NINA. Effekter av PCB på hormonelle mekanismer knyttet til sesongrelaterte, adaptive prosesser hos anadrom røye Ansvarlig institutt: Norsk institutt for naturforskning – Tromsø Prosjektleder: Jørgensen, Even Forsker Prosjektnr: 125688/720

Vijayan MM, Aluru N, Maule AG og Jørgensen, E.H 2006. Fasting augments PCB impact on liver metabolism in anadromous Arctic charr. *Toxicological Sciences*, 91, 431-439.

6. Bjørnøya

- Christensen, G.N., Evenset, A. Zaborska, A., Berger, U. & Carroll, J.L. 2004. Datering av sediment og historisk utvikling av miljøgifter i Ellasjøen, Bjørnøya. SFT-report 906/04, TA2041/2004, Statlig program for forurensningsovervåking. 33 p.
- Evenset, A., Carroll, J. Christensen, G.N., Kallenborn, R. Gregor, D. & Gabrielsen, G.W. 2007. Seabird guano is an efficient conveyor of persistent organic pollutants to arctic lake ecosystems. *Environmental Science & Technology* 41: 1173-1179.
- Evenset, A., Christensen, G.N., Carroll, J. Zaborska, A., Berger, U., Herzke, D. & Gregor, D. 2007. Historical Trends in Persistent Organic Pollutants and Metals Recorded in Sediment from Lake Ellasjøen, Bjørnøya, Norwegian Arctic. *Environmental Pollution* 146: 196-205.
- Evenset, A.. 2006. Seabirds as transport vectors for persistent organic pollutants (POPs). Ph. D. thesis. Norwegian College of Fishery Science/University of Tromsø.
- Evenset, A., Christensen, G.N., Skotvold, T., Kallenborn, R., Schlabach, M. & Gabrielsen, G.W. 2002. Organochlorine contaminants in biota, fog and precipitation from Bjørnøya. Akvaplan-niva report 510.1882.
- Evenset, A., Christensen, G.N. & Kallenborn, R. 2005. Selected chlorobornanes, polychlorinated naphthalenes and brominated flame retardants in Bjørnøya (Bear Island) freshwater biota. *Environmental Pollution* 136: 419-430.
- Evenset, A., Christensen, G.N., Skotvold, T., Fjeld, E., Schlabach, M., Wartena, Y. og Gregor, D. 2004. A comparison of organic contaminants in two high arctic lake ecosystems, Bjørnøya (Bear Island), Norway. *The Science of the Total Environment* 318: 125-141.
- Evenset, A., G.N.Christensen, T. Skotvold, R. Kallenborn, M. Schlabach & G.W. Gabrielsen 2002. Organochlorine contaminants in biota, fog and precipitation from Bjørnøya. Akvaplan-niva report 510.1882.
- Gandhi, N., Bhavsar, S-P., Gewurtz, S.B., Diamond, M.L., Evenset, A., Christensen, G.C. & Gregor, D. 2006. Development of a multi-chemical food web model: Application to PBDE in lake Ellasjøen, Bear Island, Norway. *Environmental Science and Technology* 40: 4714-4721.
- Gewurtz S.B., Laposa, R.Gandhi, N., Christensen, G.N., Evenset, A. Gregor, D. & Diamond, M.L. 2006. A comparison of contaminant dynamics in arctic and temperate fish: A modeling approach. *Chemosphere* 63: 1328-1341.
- Herzke, D., Gabrielsen, G.W., Evenset, A. & Burkow, I.C. 2003. Polychlorinated camphenes (Toxaphenes) and polybrominated diphenylethers in glaucous gull (*Larus hyperboreus*) from Svalbard and Bjørnøya (Bear Island). *Environmental Pollution* 121: 293-300.
- Kallenborn, R., Schlabach, M., Srohl, A., Christensen, G.N. & Evenset, A. 2007. Atmospheric transport of persistent organic pollutants (POPs) to Bjørnøya (Bear Island). *J. Environ. Mon.*
- Skotvold, T., Wartena, E. & Rognerud, S. 1997. Heavy metals and persistent organic pollutants in sediments and fish from lakes in Northern and Arctic regions of Norway. Akvaplan-niva rapport 514.660.

7. Andre

- AMAP, 1997. Arctic Pollution Issues: A State of the Arctic Environment Report. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, 188 s.
- AMAP, 2000. PCB in the Russian Federation: Inventory and proposals for priority remedial actions. Executive summary. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Center for International Projects, 26 s.
- AMAP, Norwegian Implementation Plan (01.09.2000)
- AMAP, 2002. Arctic Pollution 2002. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, 112 s.
- AMAP, 2004a. AMAP assessment 2002: Persistent organic pollutants in the Arctic. Arctic Monitoring and assessment Programme (AMAP). Oslo, Norway, 309 s.
- AMAP, 2004b. Environmentally Sound Management and Elimination of PCBs in Russia. Executive Summary. Phase 2: Feasibility Study Supporting Documentation. AMAP - Arctic Council Action Plan (ACAP).

- Banks, D. 1996. The hydrochemistry of selected coal mine drainage and spoil-tip run-off waters, Longyearbyen, Svalbard. NGU rapport nr 96.141.
- Berg, T, Kallenborn, R. & Manø, S. 2004. Temporal Trends in Atmospheric Heavy Metal and Organochlorine Concentrations at Zeppelin, Svalbard. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 36/3: 283–290
- Becker, S., Halsall, C.J., Tych, W., Hung, H., Blanchard, P., Li, H., Fellin, P., Kallenborn, R., Schlabach, M. & Manø, S. 2005. Investigating the long-term trends of atmospheric POPs in the Canadian and Norwegian Arctic: a spatial Comparison. *Organohalogen comp.* CD 1937: 995-997
- Berner, J. & Furgal, C. 2005. Human health. In: Symon, C., Arris, L. og Heal, B., editors. *Arctic Climate Impact Assessment*. Cambridge University Press, New York, 2005, 863-906.
- Borgå, K. & Di Guardo, A. 2005. Comparing measured and predicted PCB concentrations in Arctic seawater and marine biota. *Science of the Total Environment* 342; 281– 300.
- Breivik, K., Sweetman, A., Pacyna, J.M. & Jones, K.C. NILU Towards a global historical emission inventory for selected PCB congeners. A mass balance approach. *The Science of the Total Environment* 290 (2002) 181–198.
- Burkow, I.C. & Kallenborn, R. 1998. Langtransport av miljøgifter til nordområdene. *Ottar* 1: 24-28
- Burkow, I.C. & Kallenborn, R. 2000. Sources and transport of persistent pollutants to the Arctic. *Toxicological letters* 112-113: 87-92.
- Bydrift Longyearbyen, 2005. Avfallsplan for Longyearbyen 2005-2010.
- de Wit CA, Fisk A, Hobbs K, Muir D, Gabrielsen G, Kallenborn R, Krahn M, Norstrom R, Skaare J. 2003. Persistent Organic Pollutants. In: Wilson SJ, Murray JL, Huntington HP, eds, AMAP II Assessment Report. Arctic Pollution Issues, Arctic Monitoring and Assessment Program, Oslo, Norway, +310pp.
- Carroll, J., Savinov, V., Savinova, T., Dahle, S., McCrea, R. & Muir, D.C.G. (2008). PCBs, PBDEs and pesticides released to the Arctic Ocean by the Russian Rivers Ob and Yenisei. *Environ. Sci. Technol.* 2008, 42, 69-74.
- Eckhardt, S., Breivik K., Manø S. & Stohl A. 2007. Record high peaks in PCB concentrations in the Arctic atmosphere due to long-range transport of biomass burning emissions. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 7, 6229–6254.
- Forsvarets forskningsinstitutt. Effekter av polyklorete bifenyler (PCB) på nervesystemet Prosjektnr: 109119/720.
- Gabrielsen, G.W. 2007. Levels and effects of persistent organic pollutants in arctic animals. In "Arctic-Alpine Ecosystems and People in a Changing Environment" (Orbaek, J.B., Kallenborn, R., Tombre, I., Hegseth, E.N., Falk-Petersen, S. and A. H. Hoel A.H. (eds)). Springer Verlag, Berlin, Chapter 20, page 377-412.
- Herbert, B.M.J., Halsall, C.J., Jones, K.C. & Kallenborn, R. 2006. Field investigation into the diffusion of semi-volatile organic compounds into fresh and aged snow in Svalbard (Norway) *Atmosph. Environ.* 40/8: 1385-1393
- IPY, The International Polar Year Project 317: "Flux of sediment-associated chemical elements in rivers draining to the Arctic Ocean")
- Jordforsk, 1998: Kjemisk karakterisering av slam, aske, slagg og skeidestein fra Svalbard, kjemisk innhold og mobilitet. Rapport nr 66/98.
- Kallenborn, R., Christensen, G., Evenset, A., Schlabach, M. & Stohl, A. 2007. Atmospheric transport of persistent organic pollutants (POPs) to Bjørnøya (Bear island). *J. of Environ. Monitor.* 9(10):1082-1091.
- Kallenborn, R. & Berg, T. 2006. Long-term atmospheric contaminant monitoring for the elucidation of airborne transport processes into Polar Regions. In: *Arctic and Alpine Environments* (Ed.-In Chief: J. B. Ørbæk). Springer Verlag, New York, Tokyo, Heidelberg, ISBN 3-540-48512-0, XXVIII + pp. 434
- Kings Bay Kull Kompani AS & Store Norske Spitsbergen Kullkompani AS. 1998. Kartlegging av forurensnings potensiale fra deponier på Svalbard
- Konieczny, R.M. & Moulard, L. 1997. Tolkning av PCB-profiler og beregning av totalt PCB-innhold i marine sedimenter. SFT-rapport 97:33. TA 1497/1997, 48 s.
- Låg, J. 1980: Sur sulfatjord ved Longyearbyen, Svalbard. *Jord og Myr*, 158-160.

- Låg, J. 1988: Jordforgiftning fra gruveavfall brukt som fyllmasse i Longyearbyen, Svalbard. *Jord og Myr*, 208-211.
- Norges forskningsråd. Sluttrapport til Norges forskningsråd, årstall ukjent.
- Norges veterinærhøgskole. Toksiske effekter av PCB-kongenere. Prosjektnr: 112534/720.
- Oehme, M., Schlabach, Y., Kallenborn, R. & Haugen, J.E. 1996. Sources and pathways of persistent polychlorinated pollutants to remote areas of the North Atlantic and levels in the marine food chain - A research update. *Sci. Tot. Environ.*, Vol. 186, 13-24.
- Riksrevisjonen rapport 3:8 (2006-2007). Riksrevisjonens undersøkelse av forvaltningen av Svalbard
- Saloranta, T.M., Armitage, J.M., Haario, H., Næs, K., Cousins, I.T. & Barton, D.N. 2008. Modeling the Effects and Uncertainties of Contaminated Sediment Remediation Scenarios in a Norwegian Fjord by Markov Chain Monte Carlo Simulation; *Environ. Sci. Technol.*; 42, 200-206.
- Savinova, T.N., Gabrielsen, G.W. & Falk-Petersen, S. 1995. Chemical pollution in the Arctic and sub-arctic marine ecosystems: an overview of current knowledge. NINA fagrappport No. 1. 68 pp.
- Schlabach, M., Kallenborn, R. & Manø, S. 2005. Atmospheric monitoring for organochlorine contaminants at the Zeppelin mountain clean air station (Ny-Ålesund, Svalbard, Norway) Organohalogen comp. CD 629: 921-922.
- Skotvold, T. and Savinov, V., 2003. Regional distribution of PCBs and presence of technical PCB mixtures in sediments from Norwegian and Russian Arctic lakes. *Science of the Total Environment* 306, 85-97.
- St.meld. nr. 22 (1994-1995) Om miljøvern på Svalbard
- St.meld. nr. 9 (1999-2000) Svalbard
- St.meld. nr. 12 (2001-2002) Rent og rikt hav
- Sysselmannen på Svalbard, 2007. Rapport fra kontrollaksjon PCB. Se www.sysselmannen.no.
- Sysselmannen på Svalbard, 2008. Miljøgifter på land og i marine sedimenter på Svalbard. Status og oppfølging. Notat 07.01.2007, sak 200701028. 7 s.
- Voie, Ø.A. 2000. Immuno- and neurotoxic effects of ortho-substituted polychlorinated biphenyls (PCB's). Dr. Scient. Thesis. University of Oslo
- Wania, F. and Mackay, D., 1993. Global fractionation and cold condensation of low volatility organochlorine compounds in polar regions. *Ambio* 22, 10-18.
- WHO, 2000. Air Quality Guidelines, Chapter 5.10: Polychlorinated biphenyls, 2nd ed, WHO Regional Publications, European series, No. 91.

Transport- og effektprogrammet (1998-2004)

Transport- og effektprogrammet var et forskningsprogram om transport av miljøgifter i de nordlige havområdene (Barentshavet mm) og effektene på marine økosystemer. Formålet var å skaffe kunnskap som trengs for å vurdere miljøstatus og utforme programmer for overvåking av miljøgifter i området. Programmet fikk 13 mill. kr. av Utenriksdepartementet og Miljøverndepartementet. Norsk Polarinstitutt administrerte det sammen med Direktoratet for naturforvaltning, Statens forurensningstilsyn og Statens strålevern. Pengene gikk til 21 prosjekter som ble gjennomført fra 1999 til 2004, mange av dem i samarbeid med russiske forskere.

Videre lesning

Alle bakgrunnsdokumenter og sluttrapporter er lagt ut på: <http://npolar.no/transeff/> Det er laget to faktaark som populariserer resultatene: 1) Effekter av miljøgifter i Arktis 2) Anbefalinger om overvåking. Se også Miljøstatus i Norge <http://miljostatus.no/> under "polarområdene/forurensning" og "kjemikalier", samt Arctic Monitoring and Assessment programme (AMAP) <http://www.amap.no/>

8. Vedlegg: Program for tverrfaglig arbeidsmøte om PCB-status på Svalbard

NGU/Trondheim, 9.-11. januar 2008

Onsdag 9. januar 2008		
1000-1020	Åpning og presentasjon av deltakerne og de aktuelle problemstillingene	Rolf Tore Ottesen, Halvard Pedersen og Qno Lundkvist
1020-1050	PCB – en alvorlig miljøutfordring	Søren Jensen
1050-1100	Spørsmål	
1100-1130	Problemstillinger knyttet til kjemiske analyser av PCB – behov for re-analyser og nivåjustering?	Rolf Tore Ottesen
1130-1230	Lunsj	
<i>BOLK 1 Langtransporterte og lokale kilder for PCB i Svalbardmiljøet</i>		
1300-1320	Langtransportert luftbåren PCB - kildeområder	Roland Kallenborn
1320-1340	Havstrømmens betydning for PCB - kildeområder	Anders Ruus
1340-1400	Deponier og forurenset grunn	Hans Jørn Hansen
1400-1420	Produkter (kondensatorer, maling, betong) og jord	Morten Jartun
1420-1440	Marine sedimenter	Anders Ruus
1440-1500	Kaffe og frukt	
1520-1700	Gruppearbeid: Lokale kilder	
1520-1700	Gruppearbeid: Langtransportert PCB	
1700-1745	Enkel bespisning på NGU	
1745-1900	Felles: Sammenstilling rapportdel <i>Tilførsler av PCB</i>	
Torsdag 10. januar 2008		
<i>BOLK 2 Effektene av PCB på miljø og økosystemene</i>		
0830	Kaffe	
0900-0920	NP PCB i sjøfugl	Geir Wing Gabrielsen
0920-0940	AkvaplanNiva PCB i marine organismer	Anita Evenset
0940-1000	Veterinærinstituttet	Janneke Utne Skåre
1000-1020	NTNU	Bjørn Munro Jenssen
1020-1040	DN	Reidar Hindrum/ Morten Ekker
1040-1100	Beinstrekk og kaffe	
<i>BOLK 3 Utarbeidelse av en samlet oppdatert rapport for PCB i Svalbardmiljøet</i>		
1100-1130	Diskusjon omkring oppbyggingen av seminarrapporten – innholdsfortegnelse	Felles
1130-1230	Lunsj	
1230-1400	PCB Svalbard Kunnskap 199x-2007(Tverrfaglig aggregert sammenstilling, trender og lignende)	Felles
1430-1500	Kaffe og frukt	
1500-1700	PCB Svalbard 2008-201x Utfordringer, kommende behov, kunnskapshull, koordineringsbehov, eksisterende miljøovervåkingsprogram for Svalbard/Jab Mayen	Felles
1700-1800	Sammenstilling rapportutkast	NGU/SFT/SMS
1900-	Middag	
Fredag 11. januar 2008		
<i>BOLK 4 Rapport fra tverrfaglig seminar PCB i Svalbardmiljøet</i>		
0900-1100	Gjennomgang utkast til seminarrapport	Felles
1100-1130	Oppsummering og avslutning	Rolf Tore Ottesen, Halvard Pedersen og Qno Lundkvist
1130-1230	Lunsj	